ISSN 2786-7269 (Print)
ISSN 2786-7277 (Online)

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

SPATIAL DEVELOPMENT

Випуск 13 - 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Заснований у 2019 році

Випуск №13

Київ КНУБА 2025

УДК 711.11; 656.13.05; 528.482; 69.003.12; 911.3

Просторовий розвиток: Науковий збірник / Головн. ред. О. Шкуратов. – К., КНУБА, 2025. – Вип. 13. – 962 с.

DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.13

Українською та англійською мовами.

В збірнику висвітлюються політичні, економічні та інженерні проблеми теорії і практики просторового розвитку територій, територіального планування, містобудування, управління містобудівельними системами і програмами, комплексної оцінки, освоєння, розвитку, утримання та реконструкції територій і житлової забудови, розглядаються нагальні питання житлово-комунально господарства, геодезії, містобудівного кадастру, розвитку населених пунктів, їх інженерної та транспортної інфраструктури.

Spatial Development: Science journal / Chief editor O. Shkuratov. – K., KNUCA, 2025. – Issue 13. – 962 p.

In Ukrainian and English languages.

The compilation covers political, economic and engineering problems of theory and practice of area development, area planning, urban planning, management of urban planning systems and programs, integrated assessment, development, maintenance and reconstruction of territories and residential development, and deals with current issues of housing and communal services, geodesy, city planning cadastre, development of settlements, their engineering and transport infrastructure.

Головний редактор – докт. ек. наук, професор Шкуратов О.І. (КНУБА).

Редакційна колегія: докт. наук з держ. упр., доцент Андреєв С.О. (КНУБА); докт. техн. наук, доцент Анненков А.О. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Бєлєнкова О.Ю. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Бушуєва Н.С. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Габрель М.М. (НУ «ЛП»); канд. техн. наук, доцент Горбач М.В. (КНУБА); докт. філософ. наук, професор Гоцалюк А.А. (КНУБА);докт. наук з держ. упр., доцент Дакал А.В. (НУ охор. здор. України ім. Шупика П.Л.); докт. наук з держ. упр., професор Дзюндзюк В.Б. (ХНУ ім. Каразіна В.Н.); докт. філософ. наук, професор Добродум О.В. (КДТЕУ); канд. наук з держ. упр., доцент Ємельянова О.М. (КНУБА); докт. наук з держ. упр., професор Іваницька О.М. (НТУ України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»); докт. техн. наук, професор Карпінський Ю.О. (КНУБА); докт. архітектури, професор Ковальська Г.Л. (КНУБА); докт. філософ. наук, ст. н. співробітник Козловець М.А. (ЖДУ ім. І. Франка); докт. політ. наук, професор Корнієвський О.А. (Нац. інст. страт. досліджень); докт. архітектури, доцент Кравченко І.Л. (КНУБА); канд. філософ. наук, доцент Лакуша Н.М. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Лич В.М. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Лізунов П.П. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Лященко А.А. (КНУБА); докт. наук з держ. упр., професор Майстро С.В. (НУ цив. захисту України); докт. наук з держ. упр., професор Мамонова В.В. (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова); докт. архітектури Орленко М.І. (Корп. «Укрреставрація»); докт. техн. наук, професор Осипов О.Ф. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Перегуда Є.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Петраковська О.С. (КНУБА); докт. філософ. наук, професор Печеранський І.П. (КНУКіМ); докт. техн. наук, професор Плешкановська А.М. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Поколенко В.О. (КНУБА); канд. техн. наук, доцент Приймаченко О.В. ((заст. головн. редактора, КНУБА); канд. техн. наук, доцент Приходько Д.О. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Рижакова Г.М. (КНУБА); докт. філософ. наук, ст. н. співробітник Самчук З.Ф. (ІПіЕД ім. І.Ф. Кураса НАН України); докт. техн. наук, доцент Смілка В.А. (ДАіМ КМДА); докт. економ. наук, професор Сорокіна Л.В. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Стеценко С.П. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Стойко О.М. (Інст. держ. і права ім. Корецького В.М.); докт. техн. наук, професор Татарченко Г.О. (СНУ ім. В. Даля); канд. економ. наук, доцент Цифра Т.Ю. (КНУБА); канд. філософ. наук, ст. н. співробітник Червона Л.М. (ІВО НАПН України); доцент Чередніченко П.П. (відп. секретар, КНУБА); докт. філософ. наук, професор Чорноморденко І.В. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Шпакова Г.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Шульц Р.В. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Явір В.А. (Інст. держ. і права ім. Корецького В.М.); доктор архітектури, професор Яценко В.О. (КНУБА); іноземні члени редколегії: канд. соц. наук, професор Валацкене Аста (Унівенрситет Миколаса Раміреса м. Вільнюс, Литва); докт. економ. наук, професор Климчук М.М. (Університет Манітоба, Канада); доктор хабілітований, професор Кобилярчик Ю. (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща); доктор хабілітований, професор Кушнєж-Крупа Д. (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща); докт. економ. наук, професор Ніколаєв В.П. (Політехніка Вроцлавська, Польща); докт. економ. наук, (докт. хабілітований), професор Трач Р.В. (Варшавський університет природничих наук, Польща).

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол *№25 від 28 травня 2025 року*.

На замовних засадах

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2025

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.3-14
УДК 72.01:271.2-74

Білоус П.К.,
ORCID: 0009-0008-1468-8885, Architectpavel@gmail.com,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ СУЧАСНИХ ПРАВОСЛАВНИХ ХРАМІВ ЧЕРКАЩИНИ

Досліджуються містобудівні, архітектурно-планувальні, функціональні та декоративні особливості сучасних храмів Черкащини. Проаналізовано спадкоємність сучасного храмобудування Черкащини з історичними традиціями храмобудування, що виразилося в містобудівних особливостях (храм як міська чи сільська домінанта, відповідність ландшафту і природному оточенню), в стилістиці (алюзії до історичних стилів – давньоруського, барокового та українського модерну). Водночас аргументовано розширення функцій сучасних храмів у порівнянні з попередніми століттями і використання в новому будівництві новітніх матеріалів і конструкцій. Висвітлено роль митрополита Софронія в становленні сучасної архітектурної школи православного будівництва Черкащини.

Ключові слова: особливості проєктування; сучасні православні храми; Черкащина.

Вступ.

Сьогодні архітектурна школа православного будівництва Черкащини переживає бурхливий розвиток, будується велика кількість нових сакральних будівель, і безпосередня роль в активізації церковного життя на Черкащині належала представнику вищого духовенства митрополиту Софронію, який приймав безпосередню участь в розробці проектів нових храмів.

Задачею представленого дослідження є аналіз містобудівних і об'ємно-просторових характеристик сучасних храмів Черкащини з метою визначення основних пануючих тенденцій.

Були проаналізовані відповідні наукові джерела, дотичні темі дослідження:

- реставрація видатних об'єктів України – публікації S. Baiandin et al. [1], M. Dyomin, Y. Ivashko [2], Y. Ivashko et al. [3], M. Orlenko, Y. Ivashko [12], M. Orlenko et al. [13-15];

- дослідження сакральної архітектури України – публікації М.Орленка [4-11], науково-технічна документація[16-19], праці Сіткарьової О.В. [20].

Основна частина.

Містобудівні особливості та умови організації сакральних будівель.

Першим аспектом дослідження православного храмобудування Черкащини є містобудівний аспект, а саме містобудівні особливості розташування сакральних об'єктів в структурі ділянки. Відомим є той факт, що через особливу роль сакральної будівлі в житті суспільства і відтак її багатофункціональність розташування храму було надзвичайно важливим, традиційно храми ставили на акцентних, найбільш виразних формах рельєфу, з можливістю огляду з далеких відстаней. Продумуючи розташування храму в середовищу, ретельно продумували можливість його візуального сприйняття з різних видових точок. Таким чином, через виразне розташування храму в середовищі підкреслювалось його духовне, соціальне і культурно-просвітницьке значення. Це враховується при відновленні чи відбудові тих храмів і храмових комплексів, які постраждали в часи «войовничого атеїзму». Ці ж принципи дотримуються і при розташуванні в середовищі нових храмів і храмових комплексів Черкащини.

При розпланувaнні території навколо храму дотримуються принципів функціонального зонування. Так, в Україні склалися певні принципи такого функціонувального зонування при церковної території, де центральне ядро становить головний храм (якщо їх декілька у складі ансамблю, як в ансамблі Верхньої Лаври у Києві). Саме навколо центрального ядра формується розпланувальна структура території – таким чином, аби візуально зв'язати головний вхід на територію храму і храм. Важливим елементом-складовою храмового комплексу є дзвіниця, або прибудована до храму, або розташована окремо. Попри важливу роль дзвіниці, якщо вона розташована окремо, вона хоч і може бути найвищою домінантою (як Велика дзвіниця Лаври), проте не може перекривати головну вісь від головного входу до головного храму (як класичний приклад назвемо вісь від входу через Троїцьку надбрамну церкву до Успенського собору Києво-Печерської Лаври, причому Велика Лаврська дзвіниця віднесена вправо від цієї осі, аби не перекривати вид на весь західний фасад Успенського собору). Як приклад головної міської сакральної домінанти можемо назвати Свято-Михайлівський кафедральний собор у Черкасах.

Другорядними компонентами забудови церковної території стають трапезні, недільні школи, бібліотеки, адміністративні і технічні будівлі.

Традиційно храмові ділянки мали велику кількість озеленення, у випадку монастирів це були закриті території садів і городів. В Мгарському монастирі є навіть стихійний зоопарк, де ченці тримають врятованих хворих тварин і птахів і їх доглядають і лікують. При розпланувaнні нових храмових ділянок також необхідно зберігати особливості існуючого природного ландшафту.

Також важливим є організація місць відпочинку з лавками і альтанками.

В умовах сучасності деякі храми Черкащини розширили перелік своїх функцій відповідно до потреб сьогодення – вони виконують роль реабілітаційних центрів для цивільних і військових, де бажаючі знайомляться з історією краю і конкретного храму і можуть займатись іконописом (такі заняття активно впроваджують в Верхній Лаврі в Києві), тут можуть благодійні їдальні, притулки, медичні кабінети, необхідно організувати зони паркування.

Аналіз розташування в структурі міста головного храму і менших храмів було проведено на прикладі міста Черкаси. Так, чітко виділяється основна домінанта – Свято-Михайлівський собор, а паралельно в структурі районів і відповідно до урбаністичних особливостей конкретних територій з'являются малі приходи з власними храмами.

Типи православних об'єктів Черкащини і особливості їх формування

Аналіз історичних традицій православного храмобудування на Черкащині довів, що поширеними формами сакральних будівель були монастирі і церкви, які особливо активно будувались в часи «козацького бароко» як символи національної віри.

Оскільки зараз вони виконують таку саму роль в Україні, особливо в часи російсько-української війни, їх системне дослідження спрямоване на створення наукового підґрунтя проектування з урахуванням потреб сьогодення. Проведений автором аналіз базується на загальноприйнятій класифікації сакральних об'єктів, які одночасно враховують і містобудівні аспекти, і власне архітектурну специфіку, і (що теж важливе) значущість конкретного типу об'єкту для соціуму, тобто для громади вірних.

Слід зазначити, що розвиток православної архітектурної школи Черкащини заснований на активному використанню традицій, які склалися в архітектурі цього регіону (Рис.1). Важливою рисою архітектурного образу нових храмів їх відповідність тим історичним стилям, які асоціюються з національною самобутністю, і велику роль в цьому відіграв митрополит Софроній, який був не лише вищою духовною особою, а й талановитим архітектором, який прагнув відродити перервану спадкоємність розвитку православної архітектурної школи Середньої Наддніпрянщини (етнографічного регіону, який включає і Черкащину). Владика Софроній виступав за відродження місцевих історичних традицій церковного будівництва і водночас наполягав на необхідності використання сучасних матеріалів, конструкцій і інженерного обладнання. За його словами, «кожен храм має бути не лише місцем молитви, а й відображати духовну велич, сакральну символіку та культурний дух регіону».

Рис.1. Храм Всіх Святих в Умані. Західний фасад. Фото П. Білоус, 2024

Свято-Михайлівський кафедральний собор в Черкасах відзначається масштабністю, він зведений в неовізантійському стилі і має декорований інтер'єр. Об'ємно-просторова композиція з дев'ятьма банями, з яких одна є центральною, є прямою алюзією до давньоруських храмів першого періоду – Десятинної церкви і Софійського собору в Києві (Рис.2). Ця алюзія підкреслена і цегляним муруванням з арочними вікнами і мозаїками (Рис.3). Унікальний іконостас собору виготовлений за старовинними канонами. Таким чином виражена ідея спадкоємності православного храмобудування Черкащини з давньоруським періодом храмобудування, а сам регіон трактований як такий, який має давні християнські традиції.

Ми вже наводили приклади Свято-Михайлівського кафедрального собору в Черкасах. Тепер варто звернути увагу на новаторський прийом розташування коло неї дзвіниці, яка після завершення має стати найвищою дзвіницею України. Певною мірою, такий масштабний задум, реалізований за ініціативи митрополита Сафронія, може бути порівняний з Великою дзвіницею Лаври, яка теж є певним символом, однак не перекриває самого собору. Так само, як

Велика дзвіниця Лаври стала відомим символом Лаври, дзвіниця Свято-Михайлівського кафедрального собору стала символом духовного відродження Черкащини.

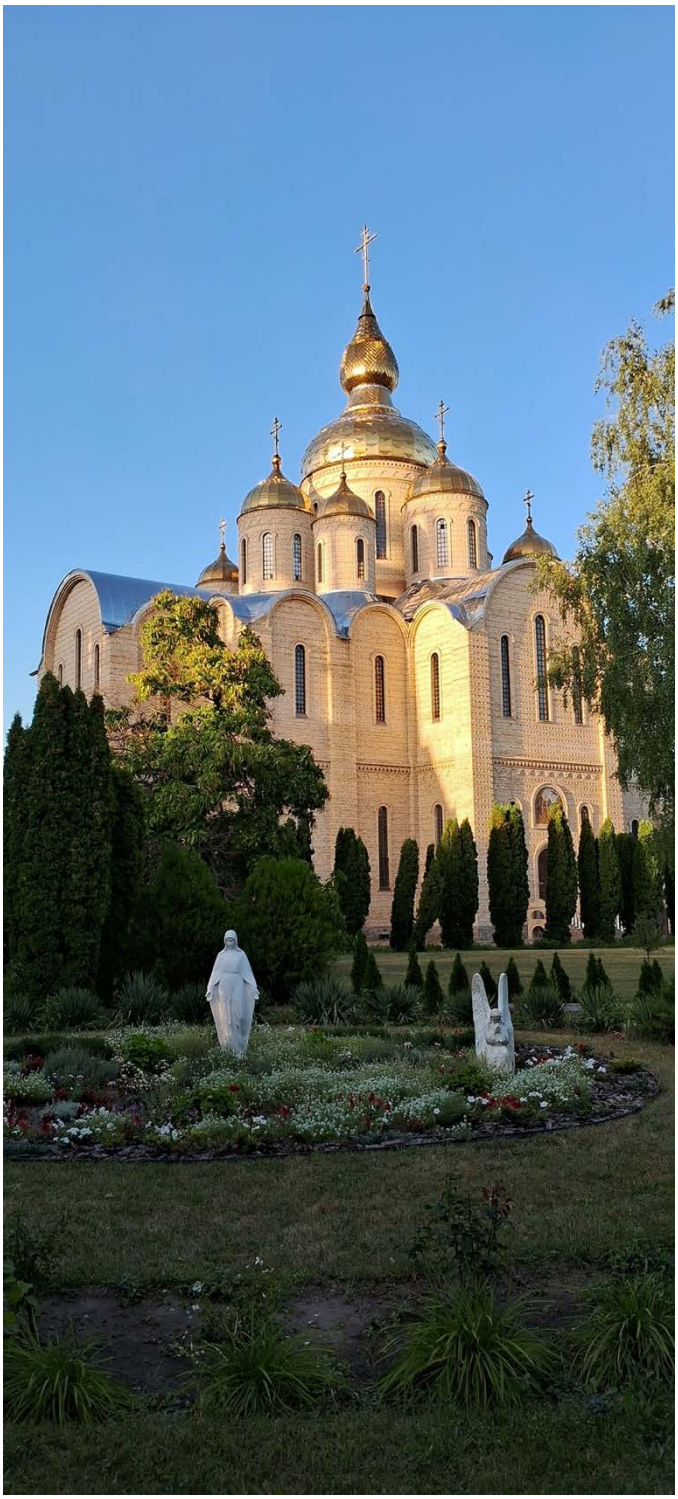


Рис.2. Свято-Михайлівський кафедральний собор в Черкасах. Фото П. Білоус,2024

На вимогу митрополита Софронія, при будівництві дзвіниці використано сучасні матеріали і конструкції, оскільки він вважав якість матеріалів не менш – він має нести у собі світло Божої благодаті, що важливою за архітектурний

образ храму: «Храм не може бути просто будівлею проявляється і в його архітектурі, і в атмосфері молитви, і в кожній деталі його оздоблення».

Рис.3. Мозаїка на фасаді Свято-Михайлівського собору. Фото П.Білоус,2024

Таким чином, особливістю сучасного храмобудування Черкащини є поєднання усталених традицій, канонів і сучасних конструктивних схем і матеріалів з урахуванням сучасних архітектурних тенденцій. Спадкоємність дотримується в принципах об’ємно-просторової композиції, яка є алюзією чи то давньоруського, чи до барокового періоду, в формах і декоруванні. Водночас,

митрополит Софроній наголошував, що сучасний храм повинен мати структуру, яка відповідає потребам сьогодення.

В нових храмах і дзвіницях дотримуються такі особливості православної архітектури, як вертикальний вектор розвитку композиції як символ прагнення до неба, хрестово-купольна схема, богословський символізм кількості бань, тридільність основних частин (притвор, храм, вівтар, де центральний простір храму має бічні притвори). Втім, попри те, що основною на Черкащині є хрестово-банна схема, є і храми інших типів – центричні, комбіновані, тощо.

Поширеним способом декорування фасадів є рельєфне різьблення по каменю, ліпний декор та мозаїки.

Традиційна поліхромія включає білий, блакитний, золотий кольори як основні. В інтер'єрах церков іконостаси виконані за старовинними канонами, стіни в інтер'єрах прикрашені стінописами і подекуди мозаїками (Рис. 4).

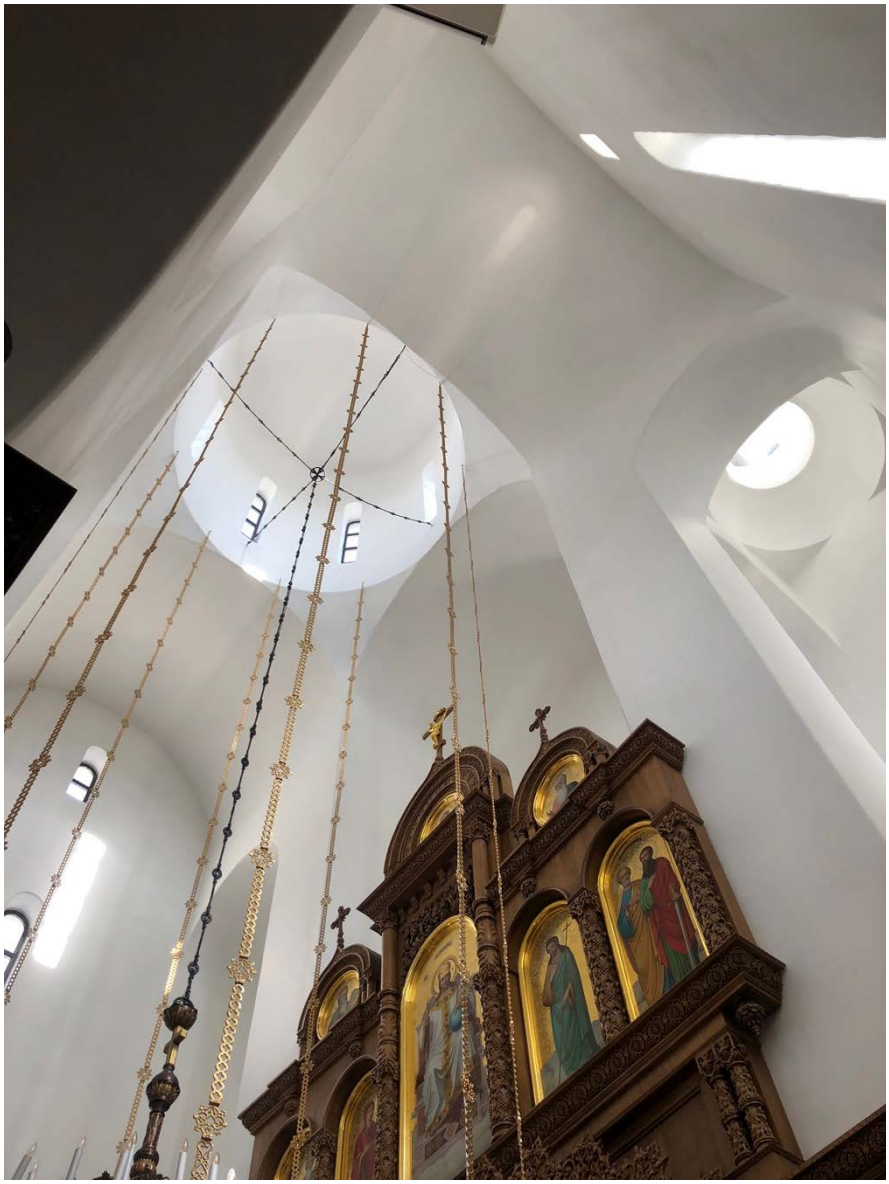


Рис.4. Інтер'єр храму Всіх Святих в Умані. Фото П. Білоус, 2024

Висновки.

Проведене дослідження православного церковного будівництва Черкащини дозволило визначити основні тенденції, а відтак спрогнозувати перспективи подальшого розвитку архітектурної школи регіону. Зокрема, автором було виявлено такі тенденції православного будівництва.

1. Містобудівне розташування. В структурі населених пунктів зазвичай виділяється головний храм-домінанта і декілька храмів в місцевих громадах в межах окремих міських утворень. Храми і дзвіниці стають домінантами в структурі населених пунктів. При розташуванні нових храмів намагаються забезпечити їх інтеграцію в існуюче природне середовище і організувати благоустрій і озеленення при храмової території.

2. Типи православних будівель і комплексів Черкащини. Встановлено, що активно будуються монастирські комплекси, собори, церкви, духовно-просвітницькі центри, трапезні, тощо. При проєктуванні нових храмів і комплексів за участю митрополита Софронія було дотримано спадкоємність з історичними стилями з одночасним використанням сучасних матеріалів і конструкцій, що дозволило уникнути архаїчності образу сучасного храму. Основними історичними стилями, які цитуються в нових храмах Черкащини, є давньоруський. Сучасний храм значно розширив перелік функцій, перетворившись на багатофункціональний об'єкт з регіональними рисами. українського бароко, давньоруського стилю та українського модерну.

Список джерел

1. S. Baiandin, Y. Ivashko, A. Dmytrenko, I. Bulakh, M. Hryniewicz Use of Historical Painting Concepts by Modern Methods in the Restoration of Architectural Monuments / International Journal of Conservation Science, Volume 13, Issue 2, 2022. Pp. 381-394.

2. M. Dyomin, Y. Ivashko. Research, preservation and restoration of wooden churches in Ukraine. / Wiadomości Konserwatorskie • Journal of Heritage Conservation • 61/2020. Pp.85 -90.

3. Y. Ivashko, I. Buzin, I.G. Sandu, D. Kuśnierz-Krupa, J. Kobylarczyk, A. Dmytrenko, L. Bednarz. State-of-the-art Technologies of Imitation of Mural Painting from the Kyivan Rus and Baroque Periods in the Reconstructed St. Michael Golden-domed Cathedral in Kyiv. / International Journal of Conservation Science Volume 13, Issue 1, 2022. Pp. 147-162.

4. Орленко М.І. Михайлівський Золотоверхий монастир: методичні засади і хронологія відтворення. Київ, 2002. 160 с.

5. Орленко М. Успенський собор Києво-Печерської Лаври: методичні засади і хронологія відтворення. Київ, 2015. 832 с.

6. Орленко М.І. Історія Успенського собору Києво-Печерської Лаври – головної святині східного православ'я / Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн.збірник / Відпов. ред. М.М. Дьомін. К.: КНУБА, 2015. Вип. 40. С.97-112.

7. Орленко М.І. Комплексні науково-реставраційні дослідження, науково-проектні роботи 1981-1990 рр. і програма наукових досліджень Успенського собору 1981 року / Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник / Відповід.ред. М.М. Дьомін. К.: КНУБА, 2015. Вип. 41. С.166-175.

8. Орленко М.І. Успенський собор Києво-Печерської Лаври: історико-архівні і бібліографічні дослідження / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М.М. Осєтрін. К.: КНУБА, 2015. Вип. 58. С.322-329.

9. Орленко М.І. Специфіка і складнощі відтворення Успенського собору Києво-Печерської лаври / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М.М. Осєтрін. К.: КНУБА, 2016. Вип. 61. С.6-12.

10. Орленко М.І. Огляд історії Михайлівського Золотоверхого монастиря / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М.М. Осєтрін. К.: КНУБА, 2016. Вип. 60. С.259-266.

11. Орленко М.І. Архітектурно-археологічні дослідження Михайлівського Золотоверхого монастиря / Архітектурний вісник КНУБА: Наук.-вироб.збірник / Відповід. ред. Куліков П.М. К.: КНУБА, 2016. Вип. 10. С.177-182.

12. M. Orlenko, Y. Ivashko. The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry. / Art Inquiry. Recherches sur les arts, 2019, vol. XXI. Pp.171-190.

13. M. Orlenko, Y. Ivashko, J. Kobylarczyk, D. Kuśnierz-Krupa. The influence of ideology on the preservation, restoration and reconstruction of temples in the urban structure of post-totalitarian states. / Wiadomości Konserwatorskie • Journal of Heritage Conservation" • 61/2020. Pp.67-79.

14. M. Orlenko, Y. Ivashko, Y. Ding Fresco Wall Painting and its Regional Modifications. / International Journal of Conservation Science, Volume 13, Issue 1, 2022. Pp. 57-72.

15. M. Orlenko, I. Buzin, Y. Ivashko, A. Dmytrenko, D. Kuśnierz-Krupa, D. Mykhailovskyi, S. Belinskyi, A. Urakina. Reproduction and Restoration of Iconostases of Ukrainian Churches. / International Journal of Conservation Science. Volume 14, Issue 2, June 2023. Pp. 511-526.

16. Отчет о разборке руин Успенского собора Госзаповедника "Киево-Печерская Лавра". РНРПМ Научно-исследовательский и проектный сектор. Киев,1954. С.1-67.

17. Отчет о разборке руин Успенского собора-памятника архитектуры 11-18 вв. в Киево-Печерском ГИКЗ в1962-63 гг., РСНРПМ. Киев,1964. С.1-45.

18. Пам'ятка архтектури охор.№4/1. Національний Києво-Печерський історико-культурний заповідник. Пам'ятка архітектури XI-XIX ст. Успенський собор Києво-Печерської Лаври. Історична довідка. Київ,1998. С.1-34.

19. Пам'ятка архітектури XI-XIX ст. Успенський собор. Науково-реставрацйне обгрунтування концепції відтворення Успенського собору Києво-Печерської Лаври. Київ,1998. С.1-47.

20. Сіткарьова О.В. Успенський собор Києво-Печерської Лаври. Київ, 2000. 232 с.

21. Urakina A. Transformation of the church architectural composition of Ukraine in the 10th – 18th centuries as the theoretical basis of restoration. / Wiadomości Konserwatorskie / Journal of Heritage Conservation, № 69/2022. Pp. 15-25.

Pavlo Bilous,
Kyiv National University of Construction and Architecture

FEATURES OF DESIGNING MODERN ORTODOX CHURCHES IN CHERKASY REGION

The article examines the urban planning, architectural and planning, functional and decorative features of modern temples in the Cherkasy region. The continuity of modern church building in Cherkasy region with historical traditions of church building, which was expressed in urban planning features (the church as an urban or

rural dominant, compliance with the landscape and natural environment), in stylistics (allusions to historical styles - Old Russian, Baroque and Ukrainian Art Nouveau), is analyzed. At the same time, the expansion of the functions of modern churches compared to previous centuries and the use of modern materials and structures in new construction are argued. The role of Metropolitan Sophrony in the formation of the modern architectural school of Orthodox construction in the Cherkasy region is highlighted.

The conducted study of Orthodox church construction in the Cherkasy region allowed us to identify the main trends, and therefore to predict the prospects for the further development of the architectural school of the region. In particular, the author identified the following trends in Orthodox construction.

1. Urban planning location. In the structure of settlements, the main dominant temple and several temples in local communities within individual urban formations are usually distinguished. Temples and bell towers become dominant in the structure of settlements. When locating new temples, they try to ensure their integration into the existing natural environment and organize landscaping and greening of the temple territory.

2. Types of Orthodox buildings and complexes of the Cherkasy region. It has been established that monastery complexes, cathedrals, churches, spiritual and educational centers, refectories, etc. are being actively built. When designing new temples and complexes with the participation of Metropolitan Sophrony, continuity with historical styles was observed while simultaneously using modern materials and structures, which made it possible to avoid the archaic appearance of the modern temple.

The main historical styles cited in the new churches of Cherkasy region are Old Russian, Ukrainian Baroque, Old Russian style, and Ukrainian Modernism. The modern church has significantly expanded the list of functions, turning into a multifunctional object with regional features.

Key words: design features; modern Orthodox churches; Cherkasy region.

REFERENCES

1. S. Baiandin, Y. Ivashko, A. Dmytrenko, I. Bulakh, M. Hryniewicz Use of Historical Painting Concepts by Modern Methods in the Restoration of Architectural Monuments. / International Journal of Conservation Science, Volume 13, Issue 2, 2022. Pp. 381-394.

2. M. Dyomin, Y. Ivashko. Research, preservation and restoration of wooden churches in Ukraine. / Wiadomości Konserwatorskie • Journal of Heritage Conservation • 61/2020. Pp.85 -90.

3. Y. Ivashko, I. Buzin, I.G. Sandu, D. Kuśnierz-Krupa, J. Kobylarczyk, A. Dmytrenko, L. Bednarz. State-of-the-art Technologies of Imitation of Mural Painting from the Kyivan Rus and Baroque Periods in the Reconstructed St. Michael Golden-domed Cathedral in Kyiv. / International Journal of Conservation Science Volume 13, Issue 1, 2022. Pp. 147-162.

4. Orlenko M.I. Mykhaylivs′kyy Zolotoverkhyy monastyr: metodychni zasady i khronolohiya vidtvorennya. Kyiv, 2002. 160 s.{In Ukrainian}

5. Orlenko M. Uspens′kyy sobor Kyevo-Pechers′koyi Lavry: metodychni zasady i khronolohiya vidtvorennya. Kyiv, 2015. 832 s. {In Ukrainian}

6. Orlenko M.I. Istoriya Uspens′koho soboru Kyevo-Pechers′koyi Lavry – holovnoyi svyatyni skhidnoho pravoslav″ya / Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya: Nauk.-tekhn.zbirnyk / Vidpov. red. M.M. Dyomin. K.: KNUBA, 2015. Vyp. 40. C.97-112. {In Ukrainian}

7. Orlenko M.I. Kompleksni naukovo-restavratsiyni doslidzhennya, naukovo-proektni roboty 1981-1990 rr. i prohrama naukovykh doslidzhen′ Uspens′koho soboru 1981 roku / Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya: Nauk.-tekhn. zbirnyk / Vidpovid.red. M.M. Dyomin. K.: KNUBA, 2015. Vyp. 41. C.166-175. {In Ukrainian}

6. Orlenko M.I. Arkhitekturno-arkheolohichni ta petrohrafichni doslidzhennya / Arkhitekturnyy visnyk KNUBA: Nauk.-vyrob. zbirnyk/ Vidpovid. red. Kulikov P.M. K.: KNUBA, 2015. Vyp. 7. C.111-127. {In Ukrainian}

7. Orlenko M.I. Uspens′kyy sobor Kyevo-Pechers′koyi Lavry: istoryko-arkhivni i bibliohrafichni doslidzhennya / Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. zbirnyk / Vidpovid. red. M.M. Osyetrin. K.: KNUBA, 2015. Vyp. 58. C.322-329. {In Ukrainian}

8. Orlenko M.I. Spetsyfika i skladnoshchi vidtvorennya Uspens′koho soboru Kyyevo-Pechers′koyi lavry / Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. zbirnyk / Vidpovid. red. M.M. Osyetrin. K.: KNUBA, 2016. Vyp. 61. C.6-12. {In Ukrainian}

9. Orlenko M.I. Obraz Uspens′koho soboru v davn′orus′kiy arkhitekturi / Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya: Nauk.-tekhn. zbirnyk / Vidpovid. red. M.M. Dyomin. K.: KNUBA, 2016. Vyp. 44. C.64-69. {In Ukrainian}

10. Orlenko M.I. Ohlyad istoriyi Mykhaylivs′koho Zolotoverkhoho monastyrya / Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. zbirnyk / Vidpovid. red. M.M. Osyetrin. K.: KNUBA, 2016. Vyp. 60. C.259-266. {In Ukrainian}

11. Orlenko M.I. Arkhitekturno-arkheolohichni doslidzhennya Mykhaylivs′koho Zolotoverkhoho monastyrya / Arkhitekturnyy visnyk KNUBA: Nauk.-vyrob.zbirnyk / Vidpovid. red. Kulikov P.M. K.: KNUBA, 2016. Vyp. 10. C.177-182. {In Ukrainian}

12. M. Orlenko, Y. Ivashko. The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry. / Art Inquiry. Recherches sur les arts, 2019, vol. XXI. Pp.171-190.

13. M. Orlenko, Y. Ivashko, J. Kobylarczyk, D. Kuśnierz-Krupa. The influence of ideology on the preservation, restoration and reconstruction of temples in the urban structure of post-totalitarian states. / Wiadomości Konserwatorskie • Journal of Heritage Conservation • 61/2020. Pp.67-79.

14. M. Orlenko, Y. Ivashko, Y. Ding Fresco Wall Painting and its Regional Modifications. / International Journal of Conservation Science, Volume 13, Issue 1, 2022. Pp. 57-72

15. M. Orlenko, I. Buzin, Y. Ivashko, A. Dmytrenko, D. Kuśnierz-Krupa, D. Mykhailovskyi, S. Belinskyi, A. Urakina. Reproduction and Restoration of Iconostases of Ukrainian Churches. / International Journal of Conservation Science, Volume 14, Issue 2, June 2023. Pp. 511-526.

16. Otchet o razborke ruyn Uspenskoho sobora Hoszapovednyka “Kyevo-Pecherskaya Lavra”. RNRPM Nauchno-issledovatel′skyy y proektnyy sektor. Kyev,1954. S.1-67. {In Ukrainian}

17. Otchet o razborke ruyn Uspenskoho sobora-pamyatnyka arkhytektury 11-18 vv. v Kyevo-Pecherskom HYKZ v1962-63 hh., RSNRPM. Kyev,1964. S.1-45. {In Ukrainian}

18. Pam'yatka arkhtektury okhor. №4/1. Natsional′nyy Kyyevo-Pechers′kyy istoryko-kul′turnyy zapovidnyk. Pam'yatka arkhitektury KHI-KHIKH st. Uspens′kyy sobor Kyyevo-Pechers′koyi Lavry. Istorychna dovidka. Kyiv,1998. S.1-34. {In Ukrainian}

19. Pam'yatka arkhitektury KHI-KHIKH st. Uspens′kyy sobor. Naukovo-restavratsyne obhruntuvannya kontseptsiyi vidtvorennya Uspens′koho soboru Kyyevo-Pechers′koyi Lavry. Kyiv,1998. S.1-47. {In Ukrainian}

20. Sitkariova O.V. Uspens′kyy sobor Kyyevo-Pechers′koyi Lavry. Kyiv,2000. 232 s. {In Ukrainian}

21. Urakina A. Transformation of the church architectural composition of Ukraine in the 10th – 18th centuries as the theoretical basis of restoration. Wiadomości Konserwatorskie / Journal of Heritage Conservation, № 69/2022. Pp. 15-25.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.15-21
УДК 725.51:615.851.3(477)

Будняк Д.І.,
Dzvenyslava.budniak.ar.2021@lpnu.ua, ORCID: 0009-0009-2351-1608,
Національний університет «Львівська політехніка»

ФАКТОР СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ В АРХІТЕКТУРІ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ

Реабілітація сьогодні є важливою складовою сучасної медицини та спрямована на відновлення здоров'я пацієнтів після травм, операцій та складних захворювань. Останні роки характеризуються активним впровадженням новітніх технологій та підходів у цій сфері. Завдяки цьому на ринку з'явилося більше реабілітаційних послуг, це сформувало спеціалізовані напрямкіи — фізичної, неврологічної, кардіо-пульманологічної, ментальної, педіатричної та геріатричної реабілітації. Кожен із перелічених напрямків має власні терапевтичні методики, обладнання та підходи, що враховують індивідуальні потреби пацієнтів. Архітектурне середовище у реабілітаційних центрах має важливу задачу, адже сприяє ефективному лікувальному процесу. Світова практика свідчить, що ефективні реабілітаційні центри проектуються з урахуванням особливостей пацієнтів та реабілітаційних процесів. Такий підхід у проєктуванні не лише прискорює одужання, але й полегшує умови праці медичного персоналу.В Україні питання закладів реабілітації стало дуже актуальним через війну. Це призвело до масової потреби у відновлювальному лікуванні.

Ключові слова: реабілітаційний центр; функціональне наповнення; медична спеціалізація; види реабілітації; відновлення; безбар'єрність.

Постановка проблеми. В Україні спостерігається тенденція до уніфікації архітектурно-планувальних рішень у різних типах реабілітаційних закладів. Що є у свою чергу є негативним, бо часто не співпадає з потребами цільових груп. У результаті знижується ефективність лікувально-відновлювальних процесів, період реабілітації стає довшим.

Стандартизований підхід до проектування не дозволяє врахувати специфічні просторові вимоги кожного реабілітаційного напряму: обладнання, шляхів комунікації між приміщеннями, освітлення та інших характеристик середовища. Врахування цих деталей покращить простір та врахує специфіку різних видів реабілітації. [1] Не меншою проблемою є відсутність в Україні будівельних норм сконцентрованих виключно на створенні закладів реабілітації — їх проектування здійснюється на основі загальних ДБН для

закладів охорони здоров'я, які не враховують специфіку різних видів реабілітації. [2,3,4] Відсутність науково обґрунтованих підходів до формування архітектурно-планувальних рішень, які б відповідали специфіці конкретних реабілітаційних напрямків, ускладнює процес проектування та знижує функціональну ефективність таких закладів.

Мета публікації. Встановлення чіткого зв'язку між напрямком реабілітації та специфікою архітектурно-планувальних рішень центрів для підвищення їхньої ефективності. У роботі запропоновано систему рекомендацій для формування архітектурного середовища центрів різних профілів із урахуванням терапевтичних процедур та потреб пацієнтів. Реалізація цієї мети дозволить створити науково обґрунтований підхід до проектування спеціалізованих реабілітаційних закладів, який сприятиме підвищенню ефективності відновлювальних процесів та покращенню якості медичного обслуговування населення України.

Основна частина. Ідея дослідження полягає у визначенні функціонального наповнення та архітектурно-планувальної структури для різних видів реабілітації. Взаємозалежність між видами реабілітації та архітектурними рішеннями розкрито у такій послідовності:

1. Фізична реабілітація у травматологічних, ортопедичних та післяопераційних центрах спрямована на відновлення рухових можливосте, адаптацію до протезів, реабілітацію після ампутацій та травм опорно-рухового апарату.

Функціональне наповнення складається з різних просторів націлених на комплексне відновлення. До основних приміщень належать тренажерні зали, кабінети протезування, зони для відновлення побутових навичок, простори для групових тренувань, масажні кабінети та басейни для гідротерапії.

Архітектурно-планувальна структура цих центрів спрямована на створення безпечного та доступного простору, в якому пацієнти з обмеженими фізичними можливостями змогли б почувати себе комфортно. Для реалізації цього необхідна: однорівнева структура без перепадів висот, лінійно-коридорна планувальна схема з короткими дистанціями пересування, меблі вздовж шляху руху, широкі коридори, спеціальні меблі з ортопедичними якостями, відсутність порогів, нековзке покриття підлоги, функціональне зонування з розміщенням суміжних процедур поруч, система поручнів вздовж стін, доступні санітарні вузли, інтеграція відкритих терас та ергономічні пандуси з ухилом не більше 8%. [5,6, 15]

2. Неврологічна реабілітація займається відновленням пацієнтів після інсультів, черепно-мозкових травм, розсіяного склерозу, хвороби Паркінсона та спінальних травм. Основна мета лікування полягає у відновленні рухових

навичок, когнітивних функцій, мовлення та самостійності в повсякденному житті.

Функціональне наповнення цих центрів має кабінети для когнітивної реабілітації, логопедичні кабінети для відновлення мовлення, зали з підвісними системами для тренування ходи, кабінети сенсорної інтеграції, кабінети для тренування дрібної моторики, кімнати психолога та зали для групових занять для покращення фізичного стану.

В архітектурно-планувальних рішеннях часто використовують "О"-подібну планувальну схему з центральним атріумом, передбачають акустичну ізоляцію кабінетів мовленнєвої терапії, здійснюють чіткий поділ на функціональні блоки зі спільною рекреаційною зоною та впроваджують систему сенсорної навігації для полегшення орієнтування пацієнтів. [7]

3. Ментальна реабілітація (психіатрична) спрямована на відновлення після депресії, тривожних розладів, реабілітації пацієнтів з ПТСР, лікуванні залежностей, реабілітації при біполярних розладах. Такі пацієнти потребують психологічну підтримку, терапію та допомогу у подоланні залежностей.

Функціональне наповнення включає кабінети індивідуальної психотерапії, зали для групової терапії, арт-терапевтичні майстерні, музичні терапевтичні кабінети, кімнати сенсорної депривації, зали для медитації та йоги, трудові майстерні для ерготерапії, зелені зони для садової терапії, спортивні зали для фізичної активності, спільні простори для соціалізації та кабінети для сімейної терапії.

Архітектурно-планувальна структура найчастіше має "П"-подібну форму з внутрішнім двориком та системою закритих садів для проведення терапевтичних занять на свіжому повітрі. Важливим аспектом таких закладів є продумана градація просторів за рівнем приватності. Не менш важливим є використання теплої кольорової гама, уникнення довгих коридорів та створення домашньої атмосфери у житлових блоках [8, 14]

4. Кардіо-пульмонологічна реабілітація спрямована на пацієнтів після інфаркту міокарда, операцій на серці, лікуванні хронічних обструктивних захворювань легень. Реабілітація полягає у покращенні серцево-судинних та дихальних функціях. Важливим етапом у відновленні пацієнтів є залучення їх до фізичних активностей.

Функціональне наповнення має спортзали з кардіотренажерами, кабінети функціональної діагностики та дихальної гімнастики, приміщення для інгаляцій та кисневої терапії, освітні класи, кабінети дієтології та консультацій, зони релаксації.

Архітектурно-планувальні особливості короткі маршрути пересування між функціональними зонами, ефективну систему вентиляції з можливістю регуляції вологості, відсутність значних перепадів висот. [9, 13]

5.Педіатрична реабілітація спеціалізується на відновленні дітей з неврологічними порушеннями, після травм, лікуванні вроджених патологій, відновленні після операцій та реабілітації дітей з порушеннями розвитку. Завдання такого закладу є підтримувати фізичний, емоційний та когнітивний розвиток дитини.

Функціональне наповнення педіатричного центру повинне мати ігрові терапевтичні зони для різних вікових груп, сенсорні кімнати для покращення розвитку, басейни для гідротерапії, спортивні зони, кабінети для роботи з батьками, простори для навчання, зони для арт-терапії, майданчики, зали віртуальної реальності медичної спеціалізації, а також кімнати для відпочинку.

Архітектурно-планувальна структура є павільйонною з поділом за віковими групами, безпечні заокруглені кути та поверхні, цікаві вирішення в архітектурі будівлі, відкриті простори для ігрової терапії, яскрава кольорова гама, різноманітність текстур та тактильних поверхонь. [10]

6. Геріатрична реабілітація спеціалізується на відновленні літніх людей після переломів, інсультів, відновленні когнітивних навичок та підтримці при хронічних захворюваннях. Пацієнти такого закладу потребують особливого догляду та специфічної реабілітації.

Функціональне наповнення включає спортзали з силовими тренажерами , кабінети з покращення когнітивних навичок, зони для відпрацювання побутових навичок, простори спільного перебування для соціалізації, зали із дихальною терапією та іншими видами фізичної активності, кабінети для роботи з родичами, терапевтичні сади у яких можна доглядати за рослинами та кабінети медичного моніторингу.

Архітектурно-планувальна структура часто є малоповерховою, а саме одно- або двоповерхову. Орієнтування та навігації між різними функціональними блоками має бути простою та зрозумілою, поверхні неслизькі, поручні вздовж усіх шляхів пересування, багато освітлення, контрастні кольорові рішення для полегшення сприйняття простору, хороша шумоізоляція, ергономічні меблі, та зони сидіння вздовж коридорів. [11]

Висновки: Вид реабілітаційного центру є основою, до якої підбирають відповідне архітектурно-планувальне рішення та функціональне наповнення.Середовище реабілітаційного закладу має не лише забезпечує медичний процес, але й активно сприяти психологічному та емоційному відновленню пацієнтів Спільним для усіх є архітектурно-планувальна структура, яка враховує інклюзивність та безбар’єрність на шляху комунікацій.

Впровадження результатів дослідження підвищить ефективність реабілітації та скоротить термін відновлення пацієнтів.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Лященко М. Тенденції архітектурно-планувальних рішень в реабілітаційних центрах // Build-Master-Class-2024: International scientific–practical conferenceof young scientists: KNUCA, 2024. - С. 31 – 32. – Бібліогр.:
URI https://repositary.knuba.edu.ua/handle/123456789/15093

2. Державні будівельні норми України (ДБН В.2.2-10:2022 Заклади охорони здоров'я. Будинки і споруди).
URL https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3508997870881604750?doc_type=2

3. Державна типова програма реабілітації інвалідів.
URL https://www.kmu.gov.ua/npas/58079892

4. Закон України Про реабілітацію осіб з інвалідністю в Україні.
URL https://ips.ligazakon.net/document/T052961?an=394

5. Данчак І.О., Лінда С.М. Пристосування житлового середовища для потреб людей з обмеженими фізичними можливостями. - Львів: Вид-во Нац. ун-ту „Львівська політехніка", 2002. - 127 с.

6. Яніна Р. (2024). Особливості пректування реабілітаційних закладів для людей з порушенням опорно рухового апарату// Архітектурний вісник КНУБА, 2024. – Вип. 30-31. – С. 150-154. DOI: https://doi.org/10.32347/2519-8661.2024.30-31.150-154

7. Будинок нейрореабілітації Glostrup, Копенгаген, Данія//
URL https://architizer.com/idea/766830/

8. Шкляр, С., & Вороновський, І. (2023). ПРОБЛЕМИ АРХІТЕКТУРНОГО ФОРМУВАННЯ ЦЕНТРІВ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ. Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування, (65), 271–281.

9. Баб'яку О. (2024) Особливості проектування реабілітаційних центрів для людей післяінфарктного стану на прикладі смт. Східниця, Дрогобицького р-ну, Львівської обл. URL https://repository.lnup.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/960/1/%D0%91%D0%B0%D0%B1%27%D1%8F%D0%BA_mag..pdf

10. Аблязізова З. Особливості проектування дитячих реабілітаційних центрів / З. Аблязізова // Transfer of innovative technologies = Трансфер інформаційних технологій: international scientific journal / KNUCA ; editor-in-chief M. Sukach - Kyiv: Lira-K, 2020. - Vol. 3(1). – P. 20-22 - Bibliogr.: 5 titl.
URI https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/9687

11. Семенько А. СУЧАСНИЙ ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ ДИТЯЧИХ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ// Архітектурний вісник КНУБА С. 442-448. URL https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4ef05efa-38f9-4226-a4f0-fbd055d9a760/content

12. Хунцзюань, З. (2024). РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ ДЛЯ ЛІТНІХ ЛЮДЕЙ НА ПРИКЛАДІ КИТАЮ. Теорія та практика дизайну , (31), 82–90. https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.31.9

13. Steno Diabetes Center Copenhagen - Vilhelm Lauritzen Architects + Mikkelsen Architects + STED
URI https://www.archdaily.com/1006085/steno-diabetes-center-copenhagen-vilhelm-lauritzen-architects-plus-mikkelsen-architects-plus-sted

14. Villa Kameleon - FELT architecture & design
URI https://www.archdaily.com/1007120/villa-kameleon-felt-architecture-and-design

15. Rehaklinik Bellikon - Burckhardt +Partner AG Architekten Generalplaner
URI https://burckhardt.swiss/en/project/rehabilitation-clinic-bellikon/

Budniak Dzvenyslava Ihorivna,
Lviv Polytechnic National University

THE FACTOR OF SPECIALIZATION IN THE ARCHITECTURE OF REHABILITATION CENTERS

Rehabilitation today is an important component of modern medicine and is aimed at restoring patients' health after injuries, surgeries, and complex diseases. Recent years have been characterized by the active implementation of new technologies and approaches in this field. As a result, more rehabilitation services have appeared on the market, forming specialized directions — physical, neurological, cardio-pulmonary, mental, pediatric, and geriatric rehabilitation. Each of these directions has its own therapeutic methods, equipment, and approaches that take into account the individual needs of patients. The architectural environment in rehabilitation centers has an important task, as it contributes to an effective treatment process. Global practice shows that effective rehabilitation centers are designed with consideration of patient characteristics and rehabilitation processes. Such an approach in design not only accelerates recovery but also facilitates the working conditions of medical personnel. In Ukraine, the issue of rehabilitation facilities has become very relevant due to the war. This has led to a massive need for restorative treatment.

Keywords: rehabilitation center; functional content; medical specialization; types of rehabilitation; recovery; accessibility.

REFERENCES

1. Lyashchenko M. Trends in architectural and planning solutions in rehabilitation centers // Build-Master-Class-2024: International scientific-practical conference of young scientists: KNUCA, 2024. - pp. 31-32. - Bibliography: URI https://repositary.knuba.edu.ua/handle/123456789/15093 {in Ukranian}

2. State Building Norms of Ukraine (DBN V.2.2-10:2022 Healthcare facilities. Buildings and structures). URL https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3508997870881604750?doc_type=2{in Ukranian}

3. State Standard Rehabilitation Program for Persons with Disabilities. URL https://www.kmu.gov.ua/npas/58079892 {in Ukranian}

4. Law of Ukraine On Rehabilitation of Persons with Disabilities in Ukraine. URL https://ips.ligazakon.net/document/T052961?an=394 {in Ukranian}

5. Danchak I.O., Linda S.M. Adaptation of the living environment for the needs of people with physical disabilities. - Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic National University, 2002. - 127 p. {in Ukranian}

6. Yanina R. (2024). Features of designing rehabilitation facilities for people with musculoskeletal disorders // Architectural Bulletin of KNUBA, 2024. - Issue 30-31. - pp. 150-154. DOI: https://doi.org/10.32347/2519-8661.2024.30-31.150-154 {in Ukranian}

7. Glostrup Neurorehabilitation House, Copenhagen, Denmark // URL https://architizer.com/idea/766830/ {in English}

8. Shklyar, S., & Voronovsky, I. (2023). PROBLEMS OF ARCHITECTURAL FORMATION OF CENTERS FOR SOCIAL AND PSYCHOLOGICAL REHABILITATION. Modern Problems of Architecture and Urban Planning, (65), 271-281. https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.65.271-281 {in Ukranian}

9. Babyak O. (2024) Features of designing rehabilitation centers for people in post-infarction state on the example of Skhidnytsia village, Drohobych district, Lviv region. URL https://repository.lnup.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/960/1/%D0%91%D0%B0%D0%B1%27%D1%8F%D0%BA_mag..pdf {in Ukranian}

10. Ablyazizova Z. Features of designing children's rehabilitation centers / Z. Ablyazizova // Transfer of innovative technologies = Transfer of information technologies: international scientific journal / KNUCA; editor-in-chief M. Sukach - Kyiv: Lira-K, 2020. - Vol. 3(1). - P. 20-22 - Bibliography: 5 titles. {in Ukranian}

11. Semenko A. MODERN EXPERIENCE IN DESIGNING CHILDREN'S REHABILITATION CENTERS // Architectural Bulletin of KNUBA pp. 442-448. URL https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4ef05efa-38f9-4226-a4f0-fbd055d9a760/content {in Ukranian}

12. Hongjuan, Z. (2024). RECOMMENDATIONS FOR DESIGNING REHABILITATION CENTERS FOR ELDERLY PEOPLE ON THE EXAMPLE OF CHINA. Theory and Practice of Design, (31), 82-90. https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.31.9 {in Ukranian}

13. Steno Diabetes Center Copenhagen - Vilhelm Lauritzen Architects + Mikkelsen Architects + STED URI https://www.archdaily.com/1006085/steno-diabetes-center-copenhagen-vilhelm-lauritzen-architects-plus-mikkelsen-architects-plus-sted {in English}

14. Villa Kameleon - FELT architecture & design URI https://www.archdaily.com/1007120/villa-kameleon-felt-architecture-and-design {in English}

15. Rehaklinik Bellikon - Burckhardt +Partner AG Architekten Generalplaner URI https://burckhardt.swiss/en/project/rehabilitation-clinic-bellikon/ {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.22-42
УДК 728.2:699.8

Букреєв А.С.,
antonbukreev53@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4031-3358,
Придніпровська державна академія будівництва і архітектури

АРХІТЕКТУРНО ПЛАНУВАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ

Впровадження енергоефективних технологій є важливим для майбутнього розвитку, адже знижує енергетичні витрати та підвищує комфорт життя. Архітектура відіграє ключову роль у цьому процесі, впливаючи на енергоефективність через вибір матеріалів, орієнтацію будівель, зелені дахи та фасади, а також інтеграцію відновлюваних джерел енергії. Архітектура стає не лише мистецтвом, але й наукою, що формує екологічно стійке середовище. Розуміння впливу енергоефективних технологій на архітектурний вигляд та планування є важливим для досягнення стійкого розвитку та забезпечення комфорту для майбутніх поколінь.

Аналіз сучасного архітектурного досвіду свідчить про те, що альтернативна енергетика вийшла за межі суто технічної чи промислової сфери, набула символічного значення та стала невід'ємним елементом концепції «відповідальної» архітектури. Вона відображає новий рівень екологічної свідомості, що формується як у професійному середовищі архітекторів, так і в суспільстві загалом. У багатьох випадках саме інтеграція технологій відновлюваної енергетики визначає архітектурно-просторову організацію об'єктів: впливає на вибір конструктивних матеріалів, декоративне оздоблення, формоутворення, а також планувальну та функціональну орієнтацію будівель.

Ключові слова: багатоповерхова будівля; енергоефективність; відновлювані джерела енергії; архітектурне формоутворення; автономність; екологічність.

Постановка проблеми. Проектування енергоефективних будівель є важливою складовою сучасного будівництва, яка поєднує в собі теоретичні знання та практичні навички для створення споруд, що забезпечують максимальну енергоефективність і мінімізацію впливу на навколишнє середовище. Ця тема набуває особливого значення в умовах глобальних змін клімату, підвищення цін на енергоносії та необхідності зменшення викидів парникових газів.

Акутальність і новизна. Теорія енергоефективного проектування базується на принципах раціонального використання енергії та ресурсів. Вона включає в себе аналіз теплових процесів, що відбуваються в будівлях, дослідження властивостей будівельних матеріалів, використання математичних моделей для прогнозування енергоспоживання та впровадження передових технологій. Основним завданням є досягнення оптимального балансу між комфортом для користувачів будівлі та енергетичними витратами на її обслуговування.

Практика проектування енергоефективних будівель вимагає інтегрованого підходу, який включає вибір енергоефективних конструкцій та матеріалів, використання систем відновлюваної енергії, оптимізацію систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Архітектори та інженери повинні враховувати місцеві кліматичні умови, орієнтацію будівлі, її конфігурацію та інші фактори, що впливають на енергоспоживання. Використання програмного забезпечення для моделювання енергоспоживання дозволяє проектувальникам оцінювати ефективність різних рішень на ранніх етапах проектування.

Мета статті – аналіз та узагальнення архітектурно-планувальних рішень, які сприяють створенню енергоефективних багатоповерхових будівель, з урахуванням впливу систем на основі відновлюваних джерел енергії на планування, форму та функціональну організацію об’єкта.

Одним із ключових аспектів енергоефективного проектування є використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі, теплові насоси, вітрові турбіни та системи збирання дощової води. Інноваційні технології, які здатні значно знизити споживання енергії завдяки максимальному використанню природних ресурсів, як-от сонячного світла та тепла. Сьогодні зроблені великі напрацювання у сфері проектування та будівництва енергоефективних будівель у багатьох країнах світу, в тому числі і в Україні, що дало змогу розробити класифікаційний ряд енергоефективних будівель.

Результати досліджень. В Україні діє класифікація будівель для оцінювання енергоефективності будівель, відповідно до стандартів Європейських країн [1]:

- старі будівлі, побудовані до 1970-х років (в Україні до 2007 року), що вимагають для свого опалення і охолодження близько 300 кВт-ч /м^2;
- нові, які зводилися в Європі з 1970-х до 2002 року (в Україні до 2016 р.) –150 кВт-ч/м^2; будівлі низького енергоспоживання (з 2002 р. в Європі не дозволено будівництво споруд з великим енергоспоживанням) – 60 кВт-ч/м^2;
- пасивні будівлі (прийнято закон, за яким з 2019 р. в Європі не

можна зводити будівлі за стандартами нижче «пасивний будинок») – 15 кВт-ч/м^2;

- будинки нульової енергії (архітектурно мають ті ж самі стандарти, що і пасивні, але інженерно оснащені так, щоб використовувати тільки ту енергію, яку самі і виробляють) – 0кВт-ч/м^2;
- будинки плюс енергія за допомогою встановленого на них інженерного обладнання: фотовальтаїки, теплових насосів, рекуператорів та ін. виробляють більше енергії, ніж самі споживають.

У сучасній практиці найбільш поширеними джерелами відновлюваної енергії для будівель стали: сонячна енергія, енергія вітру, геотермальна енергія, гідроенергія.

Відповідно до типу відновлюваного джерела, у проектуванні енергоефективних будівель використовують різноманітне інженерне обладнання: геліоколектори, сонячні колектори, фотоелектричні перетворювачі та сонячні батареї для використання сонячного випромінювання; вітрогенератори для перетворення кінетичної енергії повітряних потоків; геотермальні системи, що використовують теплові властивості ґрунту; системи збору, очищення та повторного використання дощової води для зменшення навантаження на традиційні джерела водопостачання. Застосування цих технологій дозволяє підвищити автономність будівель та знизити загальне енергоспоживання.

Ефективність використання відновлюваних джерел енергії значною мірою залежить від умов конкретного регіону [2, 3]. Найвищий потенціал сонячного випромінювання спостерігається в південних областях країни, зокрема в Криму, Одеській, Херсонській та Запорізькій областях, де річний рівень інсоляції сягає понад 1350–1450 кВт·год/м². Це створює сприятливі умови для інтеграції сонячних панелей у фасади та дахи багатоповерхових будинків, що дозволяє значно зменшити споживання традиційних енергоресурсів. Архітектурно-планувальні рішення повинні враховувати орієнтацію будівель відносно сонця, ефективне зонування приміщень, а також можливість застосування пасивного сонячного опалення для підвищення загальної енергоефективності.

В Україні найбільш сприятливими для використання енергії вітру є південні області — Одеська, Миколаївська, Херсонська, а також прибережні зони Чорного та Азовського морів. Тут середньорічні показники швидкості вітру досягають значень, що забезпечують ефективну роботу вітроелектростанцій. Центральні регіони (зокрема Запорізька та Дніпропетровська області) мають середній потенціал, який дозволяє локальне застосування вітрових установок. Натомість північні та західні області

характеризуються нижчими вітровими показниками, що обмежує доцільність масштабного впровадження вітроенергетики в цих регіонах. Таким чином, географічне розташування суттєво впливає на вибір джерел відновлюваної енергії при архітектурному проектуванні.

Згідно з картою, найбільш придатними для використання геотермальних ресурсів є Закарпатська область, південна частина Одеської та Херсонської областей, а також окремі ділянки Донеччини та Харківщини. У цих регіонах температура геотермальних вод на глибині понад 3000 метрів сягає 100–120°С, що дозволяє ефективно використовувати їх для опалення та гарячого водопостачання. Інтеграція геотермальних теплових насосів у системи інженерного забезпечення багатоповерхових будинків дає змогу суттєво знизити енергоспоживання та викиди парникових газів. При архітектурному проектуванні доцільно передбачати просторові рішення для розміщення теплообмінного обладнання та геотермальних свердловин, забезпечуючи комплексний підхід до формування енергоефективного середовища (рис.1).

Рис. 1. Потенціал відновлюваних джерел енергії на території України

Вибір орієнтації і форми висотних будівель має значний вплив на їх енергоефективність і загальну сталість експлуатації. Орієнтація будівлі визначає, як вона використовує сонячну енергію, природне освітлення і вентиляцію. Правильно обрана орієнтація може значно зменшити енергетичні витрати на опалення та кондиціонування повітря. Наприклад, південна орієнтація забезпечує максимальне використання сонячної енергії взимку, знижуючи витрати на опалення, тоді як відповідне укладання вікон і вентиляційних систем може забезпечити ефективне охолодження влітку.

Форма будівлі також впливає на її енергоефективність. Обтічні форми знижують опір повітря, що може покращити ефективність вентиляційних систем і зменшити витрати на електроенергію для приводу вентиляторів. Крім того, оптимальна геометрія плану будівлі може сприяти кращому розподілу освітлення всередині приміщень і зниженню необхідності від освітлення штучного світла (рис.2).

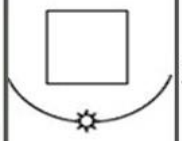
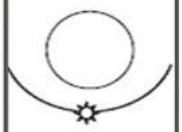
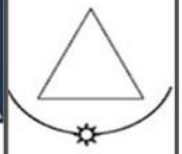
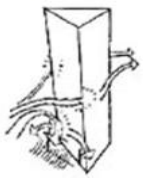
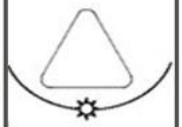
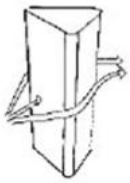
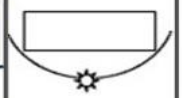
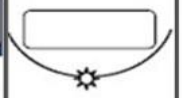
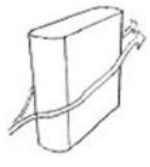
Форма	Вплив сонця	Вплив вітру	Приклад	Опис
S=1000 м² P = 126 812 м		Изображение: Foster and Partners	COR building, OPENheim architecture	З огляду на енергоефективність ця форма є найбільш неоптимальною. Дозволяє ефективно використовувати внутрішній простір.
S=1000 м² P = 112 349 м		Изображение: Foster and Partners	Башня Мэри-Экс, 30, «Фостер и Партнеры»	Найбільш ефективна форма будівлі, бо при однаковій площі - менший периметр. Отримує більше сонячної радіації з південної сторони.
S=1000 P = 144 781 м			Duke Energy Center, Арх. Tvsdesign	Трикутні будівлі можуть краще протистояти вітровим навантаженням завдяки своїй аеродинамічній формі. Менше придатні для встановлення сонячних панелей.
S=1000 P = 133 375 м			Commerzbank, «Фостер и Партнеры»	Трикутна форма з округленими кутами має менший периметр при однаковій площі. Зменшення вітрового навантаження.
S=1000 P = 145 699 м			The City Centre of Huaxi, Арх. MAD	Широтна орієнтація є сприятливою для інсоляції.
S=1000 м² P = 141 170 м			AKASYA Client, Арх. Acibadem Architect	Округлі краї зменшують вітрове навантаження. Світло менш концентровано на кутах, що забезпечує більш рівномірне освітлення і може зменшити потребу у штучному освітленні.

Рис. 2. Взаємодія форми будівлі, орієнтації та опору вітрової енергії

Вибір орієнтації і форми також пов'язаний з архітектурним виразом і функціональними потребами будівлі. Інтеграція енергоефективних технологій не лише забезпечує економічні вигоди, але й сприяє створенню комфортних умов для користувачів та покращує якість життя в міських середовищах. Такий підхід необхідний для досягнення сталого розвитку міст і зменшення впливу на навколишнє середовище, що є актуальним завданням у сучасному світі.

Різні форми будівель мають свої переваги та недоліки з точки зору енергоефективності. Прямокутний план є найпростішим для реалізації, забезпечує оптимальне використання простору та легку орієнтацію щодо сонця, але має високий вітровий опір. Варіант із округлими краями знижує вітрове навантаження й покращує розподіл сонячної енергії, проте ускладнює конструкцію. Круглі плани забезпечують мінімальний опір вітру та рівномірне поглинання сонячної енергії, однак обмежують внутрішнє планування. Трикутні форми дозволяють ефективно орієнтувати фасади, але гострі кути можуть спричинити тепловтрати. Округлені трикутники покращують аеродинамічні властивості, втім залишаються складними в реалізації та дорожчими.

Взаємодія вітру з будівлею залежить від кута нахилу будівлі відносно горизонту. Зміна кута нахилу може значно вплинути на вітровий опір та повітряні потоки навколо будівлі [4] (рис.3).

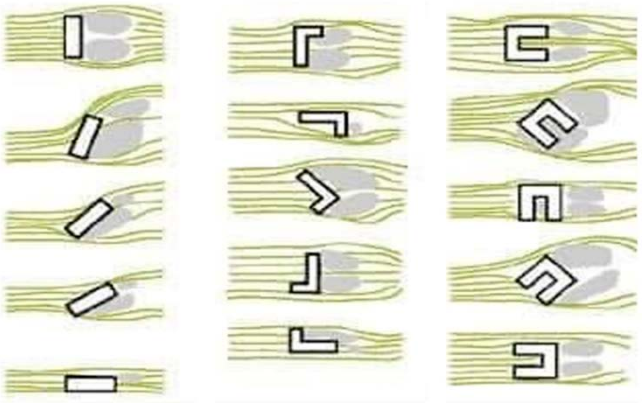


Рис. 3. Приклади взаємодії форми будівлі з вітром

При вертикальному положенні (90°) будівля чинить максимальний опір повітряному потоку, створюючи значну турбулентність і навантаження на стіни. Із зменшенням кута нахилу (60°, 45°, 30°) вітровий опір поступово зменшується, потік обтікає будівлю більш плавно, зменшуючи зони зниженого тиску та турбулентності. За кута 15° і менше будівля майже не перешкоджає повітряному потоку, турбулентність мінімальна, а тиск розподіляється рівномірно. Таким чином, зменшення кута нахилу дозволяє значно покращити аеродинамічні властивості будівлі.

Розташування кількох будівель на ділянці в порядку зростання висоти і використання паль для підняття будівель над землею забезпечує значну енергоефективність. Розташування будівель таким чином знижує вплив затінення, дозволяючи кожній будівлі отримувати максимальну кількість сонячного світла для природного освітлення та пасивного обігріву.

Підняття будівель на палях забезпечує природну вентиляцію під ними, що

допомагає уникнути перегрівання влітку та зменшує витрати на кондиціонування повітря. Взимку така вентиляція сприяє зменшенню вологості під будівлями, запобігаючи втратам тепла через землю.

Розташування більш високих будівель у напрямку переважного вітру може значно вплинути на вітрові умови для будівель позаду них, створюючи певні енергоефективні переваги. Високі будівлі виступають як вітрозахисні бар'єри, що знижують силу вітру, який досягає нижчих будівель. Це зменшує тепловтрати через вентиляційні та інші відкриті елементи будівель меншої висоти, що особливо важливо в холодні сезони.

Розміщення будівель під кутом 30 або 45 градусів до напрямку вітру покращує вентиляцію, зменшуючи вітровий опір і сприяючи природному охолодженню. Розташування будівель в шаховому порядку також оптимізує потоки повітря, знижуючи витрати на кондиціонування та підвищуючи загальну енергоефективність.

Крім того, зниження вітрового навантаження сприяє покращенню комфорту проживання та зменшує необхідність у додатковому обігріві, що позитивно впливає на загальну енергоефективність будівельного комплексу. Водночас високі будівлі можуть сприяти утворенню зон турбулентності та зниженого тиску позаду них, що сприяє природній вентиляції та охолодженню в літній період, знижуючи потребу в кондиціонуванні повітря.

Важливо також враховувати, що таке розташування може створити додаткові тіні на низьких будівлях, зменшуючи доступність сонячного світла (рис.4) [5, 6]. Тому необхідно ретельно проектувати планування ділянки, щоб збалансувати всі ці фактори для досягнення оптимальної енергоефективності.

Шахове розташування будівель сприяє підсиленню ефективності вентиляційних систем за рахунок оптимального використання напрямку вітру. Це дозволяє зменшити вітровий опір і збільшити природну циркуляцію повітря, що важливо для забезпечення комфортних умов у будівлі без додаткових енерговитрат на кондиціонування. Кожна будівля в шаховому порядку служить як вітровий перешкоджувач для сусідніх, зменшуючи турбулентність і покращуючи загальну енергоефективність комплексу.

На даний момент проводяться дослідження досягнення енергоефективності за рахунок як містобудівного аспекту, так і архітектурно-планувального. З архітектурного аспекту розглядаються форма будівель та ефективне використання енергії, а також її генерація. Найбільш оптимальними вважаються обтічна архітектурна форма, використання вітрової та сонячної енергії. Досягнення енергоефективності здійснюється за рахунок використання сонячних панелей, фотовольтаїки та вітрових генераторів.

Однак не менш важливим у цьому дослідженні є містобудівний аспект.

Аналізується взаємодія вітру з різними формами будівель та їх розташуванням на ділянці з урахуванням рельєфу та конфігурації території. Враховуються рекомендації зберігати певний крок між будівлями та орієнтувати довгі фасади на північ, а при точковому розміщенні будівель розташовувати їх у шаховому порядку. Це дозволяє оптимізувати використання природної вентиляції та знизити енергоспоживання на кондиціонування та опалення.

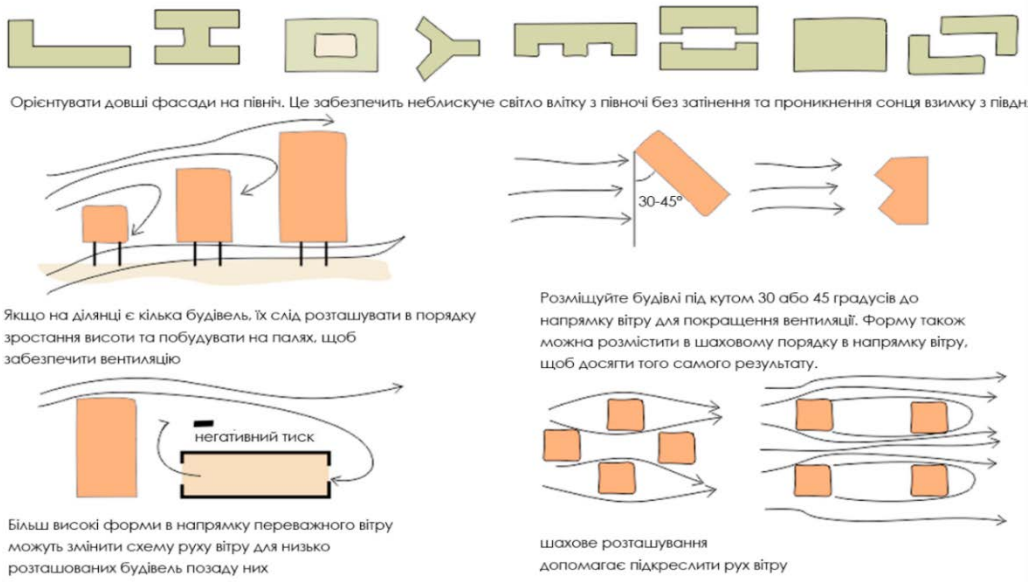


Рис. 4. Приклад розміщення будинків з урахуванням природної вентиляції

Також важливо враховувати вплив кожної форми будівлі на місцевість. Наприклад, обтічні форми зменшують турбулентність вітрових потоків, що позитивно впливає на ефективність вітрових генераторів. Правильне розташування будівель відносно рельєфу дозволяє максимізувати використання сонячної енергії та зменшити енергетичні витрати. Комплексний підхід, який поєднує архітектурні та містобудівні аспекти, дозволяє досягти високого рівня енергоефективності, забезпечуючи комфортні умови проживання та знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище.

Системи вентиляції з рекуперацією тепла забезпечують свіжість повітря, зберігаючи тепло взимку та прохолоду влітку. Утеплювальні матеріали, як-от пінополістирол чи мінвата, мінімізують втрати тепла через стіни, підлогу та дах. Енергоефективні вікна з багатошаровими склопакетами та спеціальним покриттям знижують тепловтрати та запобігають перегріванню приміщень. Двері з високою теплоізоляцією також сприяють збереженню внутрішньої температури. Використання LED-ламп значно знижує споживання електроенергії на освітлення, при цьому забезпечуючи яскраве та комфортне освітлення приміщень.

Для зниження потреб у опаленні та кондиціюванні будівлю слід

обладнати ефективними теплоізоляційними матеріалами з покращеними теплоізоляційними властивостями (низький коефіцієнт теплопередачі U) та оновити застарілі вікна й двері.

Модернізація старої системи є чудовим варіантом для великих та енергоємних систем, оскільки системи опалення, вентиляції та кондиціювання (ОВК) часто споживають основну частину енергії в будь-якій будівлі. Нова система HVAC з високоефективними компонентами заощадить велику кількість енергії.

Перехід на світлодіодне освітлення може допомогти вам зменшити споживання енергії на 75% порівняно з лампами розжарювання. Використання датчиків руху в рідко використовуваних приміщеннях також скорочує споживання енергії (рис.5) [7].

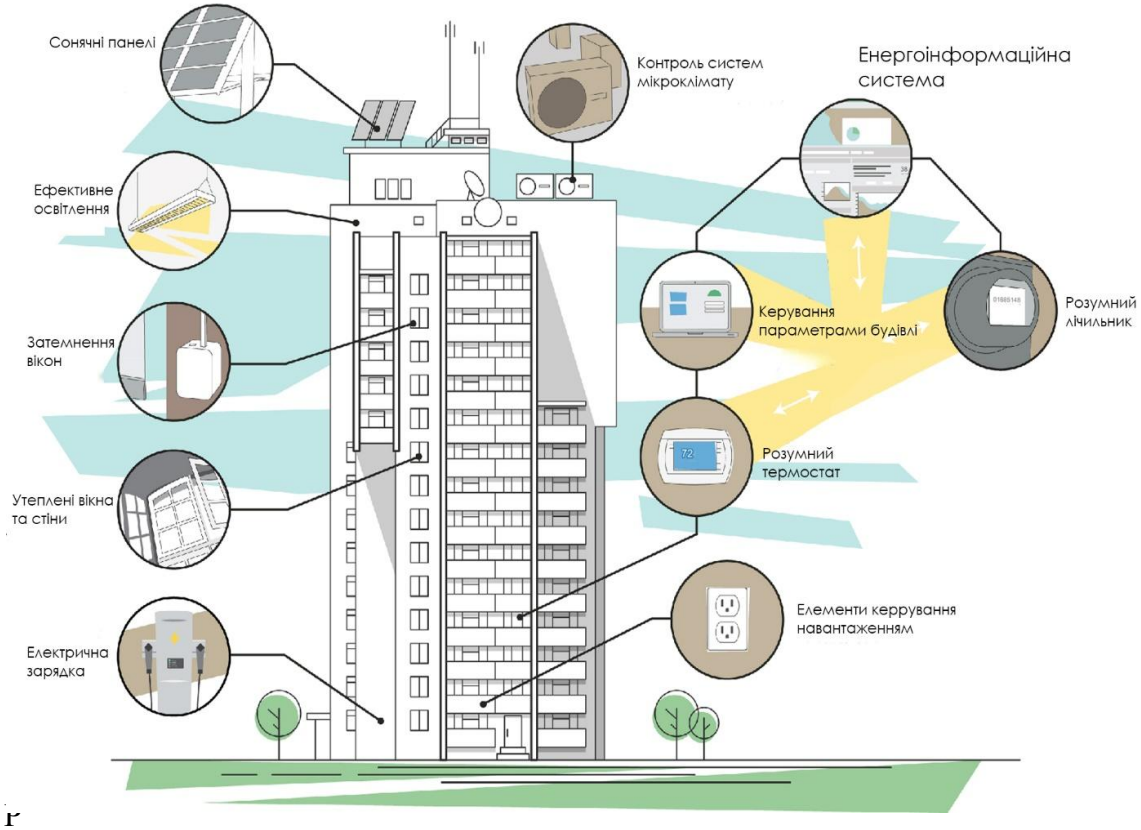


Рис. 5. Принципова схема впровадження засобів енергоефективності у будівлю.

Використання таких систем керування, як система управління будівлею (BMS), система управління енергією (EMS) і менеджер охолоджувальної установки (CRM) допомагають контролювати споживання енергії.

55-60% витрат на енергію припадає на системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC). Старі повітропроводи часто неефективні, створюючи перепади тиску, що збільшує статичний тиск і потребує додаткової роботи вентиляторів. Це підвищує енергоспоживання та витрати. Модернізація

таких систем — це значна можливість для бізнесу, особливо для будівель, яким понад 25 років.

Аналіз світового досвіду проектування. Для проведення дослідження доцільно здійснити аналіз досвіду проектування енергоефективних багатоповерхових житлових будинків, зокрема шляхом вивчення реалізованих об’єктів у країнах з розвиненою практикою сталого будівництва. Аналіз таких прикладів дозволяє виокремити найбільш ефективні архітектурно-планувальні рішення, конструктивні прийоми та інженерні системи, що забезпечують високий рівень енергоефективності.

1. Shanghai tower (Gensler) – Шанхай, Китай. Шанхайська вежа у Китаї, є прикладом передових енергоефективних технологій в архітектурі [10] (рис.6).

Рис.6. Зовнішній вигляд Шанхайської вежі

Вежа висотою понад 632 метри включає в себе інноваційні рішення для зменшення споживання енергії та підвищення загальної енергоефективності - використання сонячних панелей, розташовані на даху будівлі; наявність сучасних вентиляційних системам з рекуперацією тепла; інтелектуальні системи керування споживанням енергії дозволяють оптимізувати її використання в залежності від погодних умов та потреб будівлі [8] (рис.7).

Важливою складовою енергоефективності є управління водоспоживанням. Шанхайська вежа використовує системи збору дощової води для поливу зелених насаджень навколо будівлі та для використання в системах холодного водопостачання.

Одним з ефективних архітектурно-планувальних рішень є використання закручування форми вежі, що значно знижує аеродинамічний опір і зменшує вібрації під дією вітру. Дослідження у аеродинамічній трубі показали, що

оптимальний кут закручування (наприклад, 55°) дозволяє зменшити вітровий момент майже на 45% порівняно з прямокутною формою. Також важливим чинником є орієнтація будівлі відносно панівних напрямків вітру та зміна коефіцієнта усадки плану забудови по висоті. При куті закручування 120° і орієнтації 40°, будівля має лише 67% вітрового навантаження у порівнянні з базовою прямокутною формою (яка має 100%)[9].

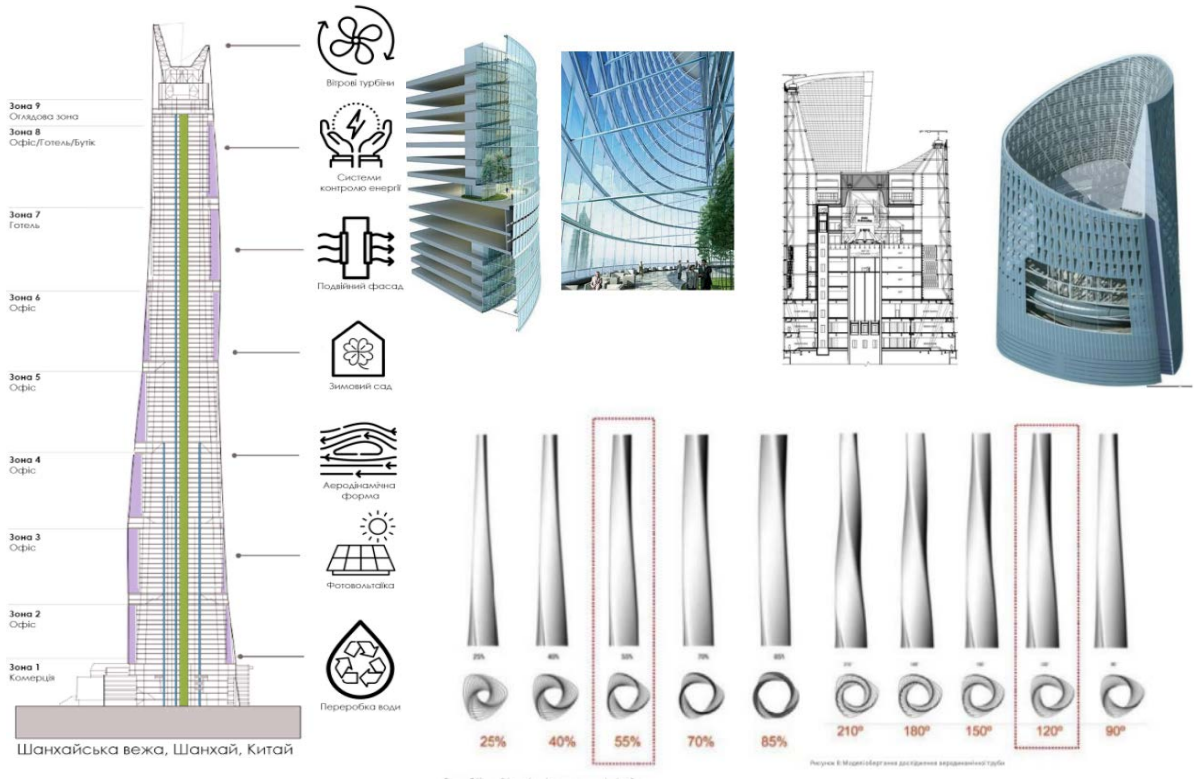


Рис. 7. Схема інтеграції енергоефективних технологій у Шанхайську вежу

Планувальна структура будівлі демонструє трансформацію поверхів у міру зростання висоти. Зменшення площі поверхів із висотою (від 6440 м² на нижніх рівнях до 2080 м² на верхніх) дозволяє зменшити вітрове навантаження, оптимізувати використання матеріалів і підвищити структурну стабільність (рис.8).

Форма плану, що наближається до трилисника, забезпечує оптимальну аеродинаміку, зменшуючи турбулентні потоки навколо будівлі. Така конфігурація також сприяє рівномірному проникненню денного світла в центральні зони, що мінімізує потребу в штучному освітленні протягом дня.

Різна функціональна насиченість поверхів — від офісів до громадських просторів і технічних зон — дозволила гнучко впровадити системи природної вентиляції, рекуперації тепла, «розумного» зонування кліматичних систем і ефективне вертикальне зонування. Це особливо помітно в розподілі площ і розміщенні інженерних вузлів у ядрах будівлі.

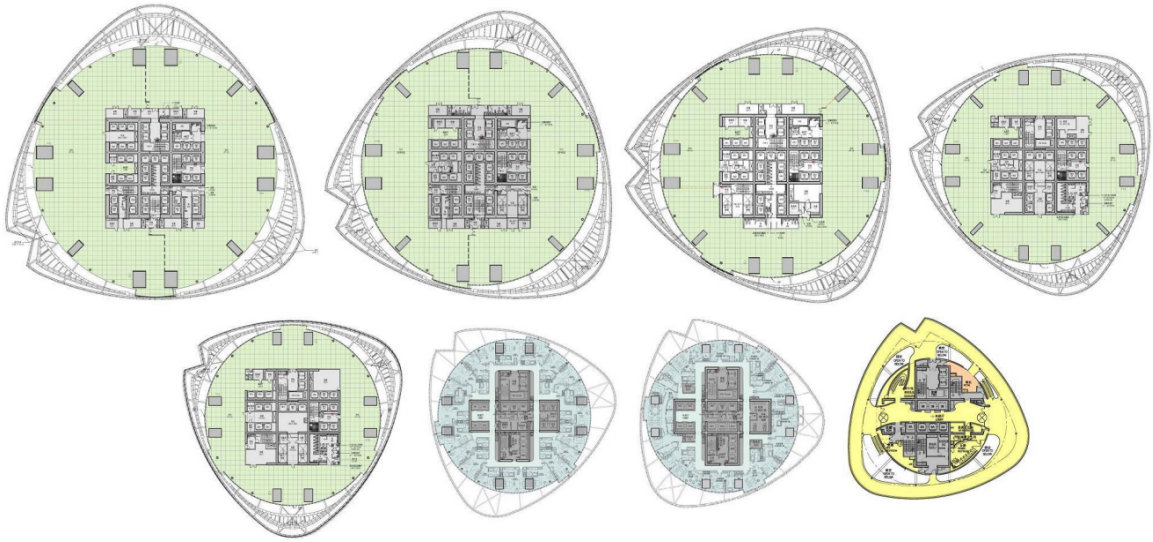


Рис. 8. Плани поверхів Шанхайської вежі

2. LSE Centre Building (Rogers Stirk Harbour + Partners) – Лондон, Велика Британія. Центральний корпус Лондонської школи економіки складається з 13 поверхів і забезпечує простір для різноманітних навчальних та адміністративних функцій (рис.9)

Рис. 9. Зовнішній вигляд LSE Centre Building

На перших поверхах розташовані лекційні зали, аудиторії та приміщення для семінарів, які оснащені сучасними технологіями для навчання та досліджень. Верхні поверхи використовуються для офісних приміщень та відкритих робочих зон, що сприяють співпраці між викладачами та студентами.

Планування будівлі у формі літери "L" сприяє оптимальному природному освітленню внутрішніх просторів, зменшуючи потребу в штучному освітленні вдень. Вздовж фасадів розміщено приміщення з великими віконними отворами, що орієнтовані на максимально ефективне використання сонячного. Центральні

зони будівлі призначені для спільного використання, що дозволяє концентрувати інженерні системи (вентиляція, теплопостачання, кондиціонування) у компактних ядрах, підвищуючи ефективність їх функціонування. Використання енергетичних технологій, таких як теплові насоси, рекуператори повітря та фотоелектричні панелі, безпосередньо впливає на розміщення технічних приміщень і вертикальних шахт, що також відображено у структурі плану [11] (рис.10).

Рис. 10. План поверху LSE Centre Building

3. Manitoba Hydro (KPMB Architects) - Вінніпег, Канада. Вона складається з декількох поверхів і обладнана передовими технологіями для управління енергетичними мережами та обслуговування клієнтів. З вікон будівлі відкривається вид на місто Вінніпег та річку, що додає панорамічним офісам привабливості (рис.11).

Рис. 11. Зовнішній вигляд Manitoba Hydro

На внутрішньому подвір'ї розташована зелена зона з рослинами, що створює природню атмосферу у середині будівлі та сприяє екологічному підходу компанії. Великий конференц-зал і лабораторії дозволяють проводити наукові дослідження та стратегічні зустрічі, сприяючи розвитку інновацій у сфері виробництва енергії (рис.12) [12].

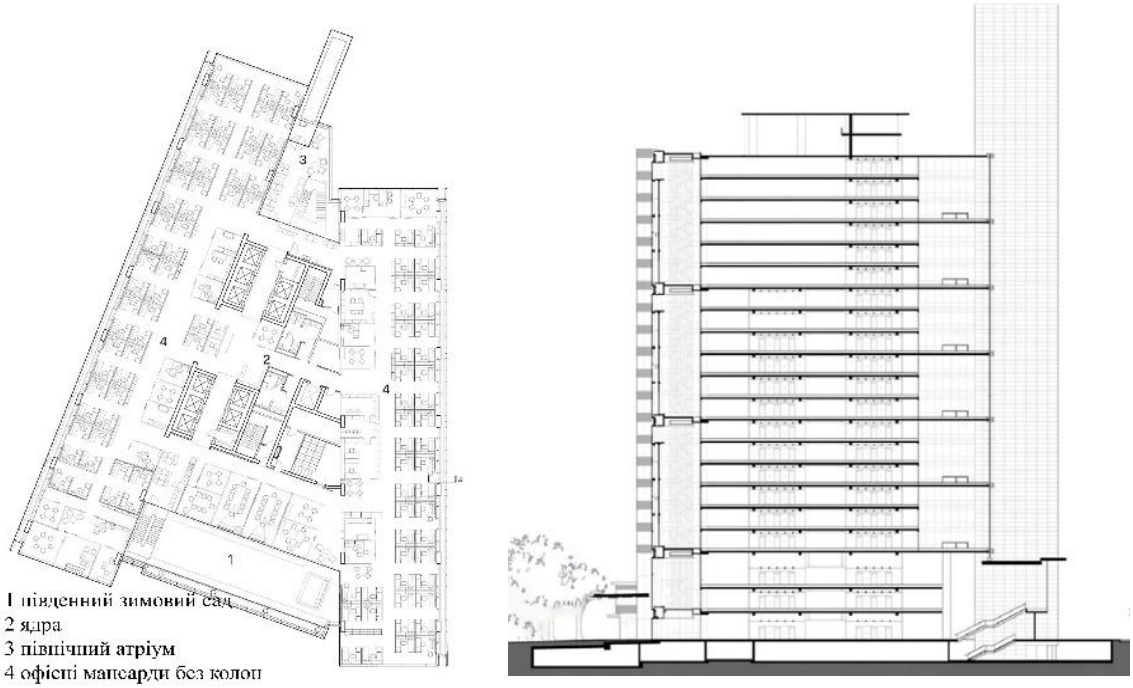


Рис. 12. План поверху Manitoba Hydro

У будівлі робочі простори розміщені по периметру, що забезпечує максимальне природне освітлення й комфортні умови праці. У центрі зосереджені вертикальні комунікації — ліфти та сходи. Важливим елементом є світловий димар, який сприяє природній вентиляції та зменшує потребу в механічному кондиціонуванні. Центральні атріуми забезпечують глибоке проникнення денного світла, створюючи відкриті громадські простори. Внутрішні водоспади допомагають регулювати вологість і температуру повітря, підвищуючи загальну енергоефективність будівлі.

4. The Tower at PNC Plaza (Gensler) – Пітсбург, США. Будівля включає передові технології, такі як подвійна оболонка фасаду, яка автоматично відкривається і закривається для регулювання температури та якості повітря усередині. Ця особливість не лише зменшує споживання енергії на опалення та охолодження, але й підвищує комфорт користувачів (рис.13).

Дизайн вежі також акцентується на природне освітлення і вентиляцію, зі скляними вікнами від підлоги до стелі, що пропонують панорамний вид на місто, максимізуючи проникнення денного світла в офісні приміщення. Зелені дахи і відкриті тераси створюють додаткові місця для відпочинку і сприяють

загальній енергоефективності будівлі. Будівля оснащена системою збору та використання дощової води, яка використовується для іригації зелених дахів і відкритих терас.

Рис. 13 Зовнішній вигляд The Tower at PNC Plaza

Центральним елементом цієї системи є подвійна оболонка фасаду, яка складається з двох шарів скла з проміжком між ними. Ця конструкція дозволяє природному потоку повітря проходити між шарами, що забезпечує ефективну терморегуляцію та знижує потребу в механічному опаленні та охолодженні.

Автоматизовані вікна фасаду відкриваються і закриваються залежно від зовнішніх погодних умов і внутрішньої температури, що дозволяє оптимально використовувати природну вентиляцію. Система контролює рівень вуглекислого газу і підтримує свіжість повітря всередині будівлі.

Центральна частина плану займається атріумом, який виконує роль внутрішнього світлового двору та елемента пасивної вентиляції. Завдяки його вертикальній просторовій структурі та відкритості до природного світла, досягається зниження навантаження на штучне освітлення та покращується мікроклімат у середині будівлі. Особливо важливим елементом є сонячний димохід, який активізує природну тягу повітря і забезпечує ефективне охолодження та вентиляцію без використання кондиціонерів.

Робочі простори розташовані по периметру плану, що дозволяє максимально використовувати денне світло та забезпечити якісне природне освітлення робочих місць [13] (рис.14). Така організація простору також сприяє ефективному використанню енергії, зменшенню втрат тепла та покращенню умов праці.

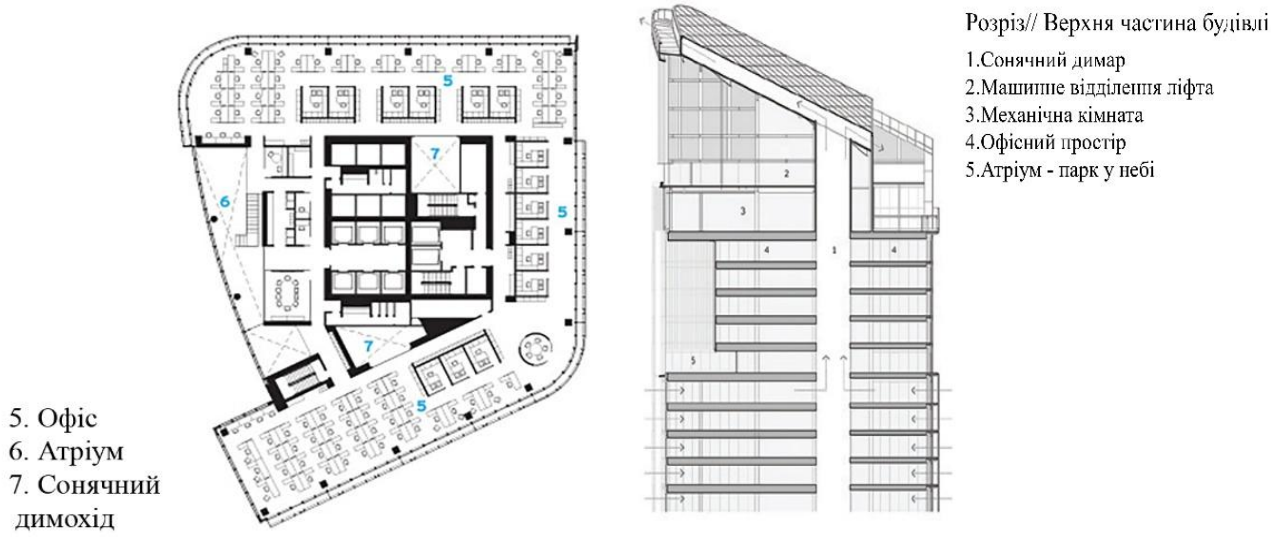


Рис. 14. План поверху та розріз The Tower at PNC Plaza

5. Pearl River Tower (Skidmore, Owings & Merrill) - Гуанчжоу, Китай. Однією з ключових характеристик є інтеграція вітрових турбін у конструкцію будівлі, що дозволяє використовувати енергію вітру для виробництва електроенергії (рис.15).

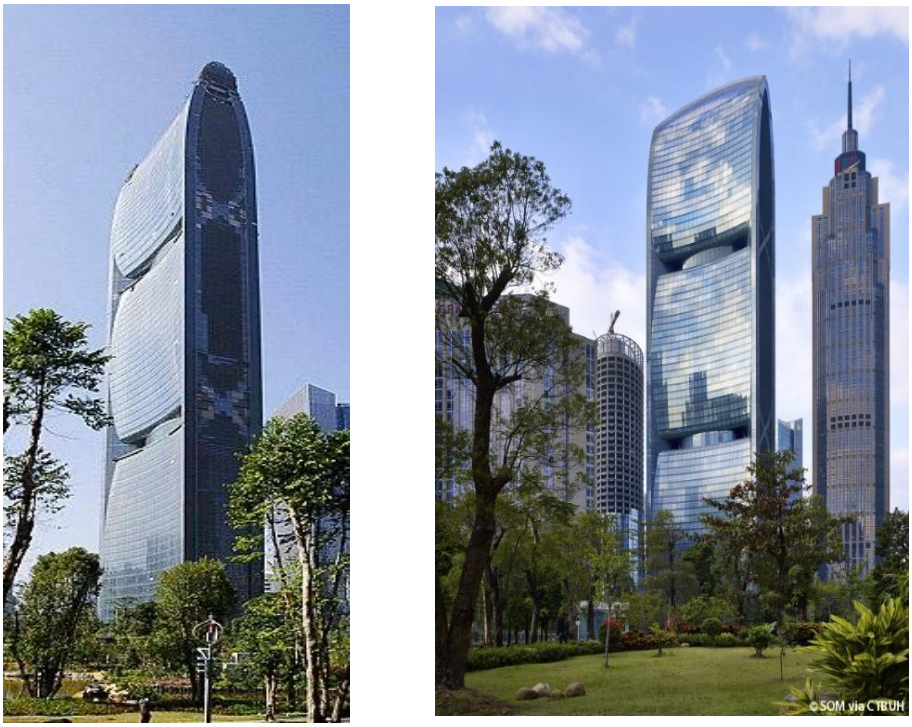


Рис. 15. Зовнішній вигляд Pearl River Tower

Фасад Pearl River Tower обладнаний подвійними стеклами з низьким коефіцієнтом теплопровідності, що мінімізує втрати тепла та покращує

теплоізоляцію. Сонячні панелі, розташовані на даху, додатково забезпечують будівлю енергією, скорочуючи залежність від зовнішніх джерел. Система геотермального опалення та охолодження також сприяє енергоефективності, використовуючи природне тепло землі для регулювання температури в будівлі. Присутня можливість збору та повторного використання дощової води. Усі ці технології дозволяють будівлі скоротити споживання енергії на 58% порівняно з традиційними офісними хмарочосами.

Будівля має зовнішній каркас з діагональними ребрами жорсткості, який дозволяє ефективно розподіляти навантаження від вітру та інших зовнішніх факторів. Це забезпечує стійкість хмарочоса і зменшує використання матеріалів. У центрі будівлі розташоване вертикальне ядро, яке забезпечує основну підтримку конструкції. В ньому розміщені ліфти, сходи, технічні приміщення та інші комунікації, що зменшує навантаження на зовнішні стіни. Фасад Pearl River Tower має спеціальну конструкцію, яка оптимізує аеродинамічні властивості будівлі та мінімізує вітрові навантаження. Фасад також забезпечує максимальне використання природного світла, що сприяє енергоефективності (рис.16).

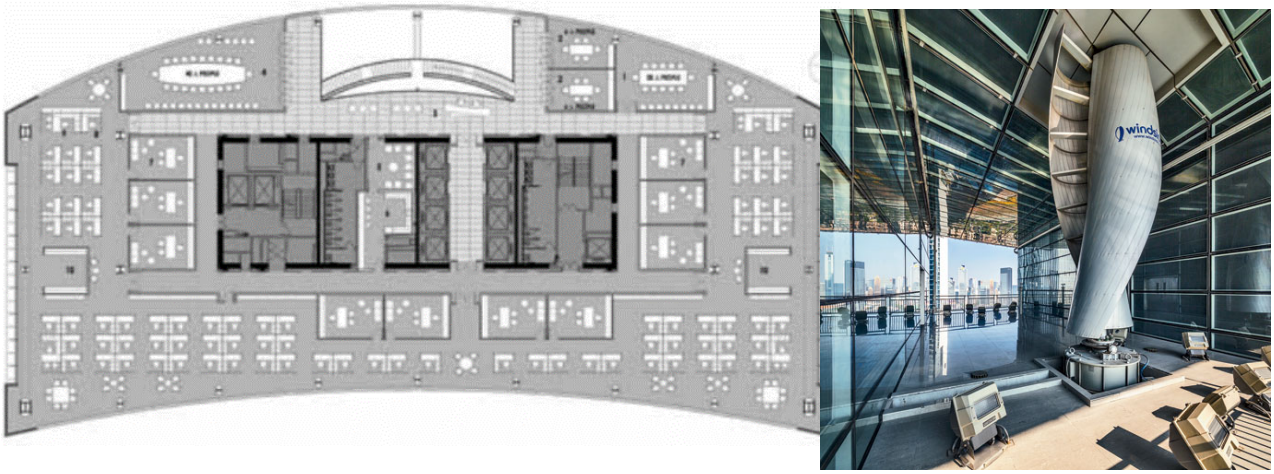


Рис. 16. План поверху та приклади інтеграції енергоефективних технологій

Для забезпечення стійкості на м'яких ґрунтах Гуанчжоу використовуються глибокі палі та потужна фундаментна плита. Це гарантує, що будівля зможе витримувати значні навантаження та залишатись стабільною навіть під час землетрусів [14].

Висновок. Розвиток інноваційних еко-смарт технологій, спрямованих на підвищення енергоефективності багатоповерхових будівель, відкриває нові перспективи для архітектури майбутнього. Аналіз сучасних практик проектування та зведення таких будівель свідчить про наявність передумов для

формування окремого типологічного напряму. До нього можна віднести будівлі з підвищеною енергоефективністю, екологічні споруди, об'єкти, побудовані за принципами високих технологій, біотехнологічні споруди та інші інноваційні рішення.

Технологічна система енергоефективної багатоповерхової будівлі є інтегрованою та поєднується з її архітектурно-планувальною структурою. Такий підхід забезпечує тісний взаємозв'язок між формоутворенням архітектури та технічним устроєм систем, які використовують альтернативні джерела енергії. Наприклад, форма фасаду, його рельєфність і геометрія споруди визначаються з урахуванням напрямків повітряних потоків для ефективної роботи вітрових турбін, вбудованих у конструкцію.

Досягнення енергоефективності безпосередньо впливає на формування об'ємно-просторового рішення, геометрію плану, архітектурну оболонку, конструкцію огороджувальних елементів (стін, покрівлі) та конструктивну схему будівлі в цілому.

Сучасні технології передбачають використання сонячних батарей, фотовольтаїчних панелей і теплових насосів, які гармонійно поєднуються з архітектурним дизайном. Важливим є і застосування пасивних заходів, зокрема правильне орієнтування будівлі для максимального використання сонячного тепла та природного освітлення. Наприклад, енергоефективні вікна з високими теплоізоляційними характеристиками допомагають значно знизити витрати на опалення і охолодження.

Використання новітніх матеріалів, таких як теплоізоляційні композити та склопакети з низькоемісійним покриттям, сприяє значному зменшенню енергоспоживання. Не менш важливими є й системи рекуперації, що дозволяють повторно використовувати тепло відпрацьованого повітря для підігріву свіжого.

Інтелектуальні системи управління будівлею забезпечують автоматичне регулювання кліматичних параметрів — освітлення, обігріву та вентиляції — відповідно до внутрішніх і зовнішніх умов. Це підвищує ефективність використання енергії та створює комфортні умови для мешканців.

Таким чином, сучасні багатоповерхові будівлі з енергоефективними характеристиками перетворюються на складні інженерно-архітектурні комплекси, де технології й архітектура тісно переплітаються. Це дозволяє значно зменшити споживання енергії та формувати стале, екологічно дружнє середовище для життя й праці.

Проектування таких будівель має базуватись на принципах екологічності, автономності, енергоефективності, економічності, самодостатності та високого рівня комфорту. Водночас важливо зберігати архітектурну індивідуальність і

свободу формоутворення, що дозволяє реалізовувати нестандартні, виразні об’ємно-композиційні рішення.

Список використаних джерел

1. Енергоефективність будівель в Україні. URL: https://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivelua.html
2. Курс "Технології використання відновлюваних джерел енергії" міжнародної мережі сталої енергетики INFORSE-Europe URL: https://dieret.rea.org.ua/uk/geothermal-energy.html
3. Зелена енергетика та водень – ідеальний шанс на ривок URL: https://glavcom.ua/new_energy/publications/zelena-energetika-ta-voden-idealniy-shans-na-rivok-667946.html
4. Посібник з проектування енергоефективних будівель у тропіках URL: https://www.fau.ucv.ve/idec/racionalidad/Paginas/Manualimplanta.html
5. Micro-Climate oriented Building Design URL: https://archscience.org/wp-content/uploads/2020/03/11-Micro-Climate-oriented-Building-Design.pdf
6. Hot and Dry Climate Architecture URL: https://thevoyagegazette.wordpress.com/ 2020/07/10/lecture/
7. A Guide on Developing a Building Energy Optimization Software URL: https://jatapp.co/blog/how-to-develop-bems/
8. Energy Efficiency of Tall Buildings: A Global Snapshot of Innovative Design URL: https://www.mdpi.com/1996-1073/16/4/2063?type=check_update&version=1
9. SHANGHAI TOWER. URL: http://faculty.arch.tamu.edu/anichols/courses/applied-architectural-structures/projects-631/Files/presentation-case%20study%20of%20Shanghai%20Tower%2012-04-14.pdf
10. Shanghai Tower / Gensler URL: https://www.archdaily.com/783216/shanghai-tower-gensler
11. LSE Centre Building URL: https://www.archdaily.com/969480/lse-centre-building-rogers-stirk-harbour-plus-partners
12. Manitoba Hydro URL: https://www.archdaily.com/44596/manitoba-hydro-kpmb-architects
13. The Tower at PNC URL: https://www.archdaily.com/778873/the-tower-at-pnc-plaza-gensler
14. Pearl River Tower URL: https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/1629-case-study-pearl-river-tower-guangzhou.pdf

Bukreiev Anton,
Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture

ARCHITECTURAL PLANNING PRINCIPLES OF DESIGNING ENERGY EFFICIENT MULTI-STORY BUILDINGS

The introduction of energy-efficient technologies is a place for future development, due to the reduction of energy costs and the achievement of a comfortable life. Architecture is changing the key role in this process, influencing energy efficiency through the choice of materials, orienting buildings, green roofs and facades, and also integrating renewable energy sources. Architecture is becoming not only an art, but also a science that forms an environmentally sustainable environment. Understanding the impact of energy-efficient technologies on architectural appearance and planning is the maximum for achieving sustainable development and ensuring comfort for future generations.

The purpose of the article is to analyze and generalize architectural and planning solutions that contribute to the creation of energy-efficient multi-storey buildings, considering the impact of a system based on renewable energy sources on the planning, form and functional organization of the object. An analysis of modern architectural experience shows that alternative energy has gone beyond the limits of the domestic or industrial sphere, has acquired symbolic meaning and has become an integral element of the concept of "responsible" architecture. It shows a new level of environmental awareness that is being formed both in the professional environment of architects and in society as a whole. In many cases, it is the integration of renewable energy technologies that involves the architectural and spatial organization of objects: the choice of structural materials, decorative finishing, shaping, as well as the planning and functional orientation of buildings.

Keywords: multi-storey building; energy efficiency; renewable energy sources; architectural form formation; autonomy; environmental friendliness

REFERENCES

1. Enerhoefektyvnist′ budivel′ v Ukrayini. URL: https://dergbud.org.ua/enerhoefektyvnist-budivelua.html {in Ukrainian}
2. Kurs "Tekhnolohiyi vykorystannya vidnovlyuvanykh dzherel enerhiyi" mizhnarodnoyi merezhi staloyi enerhetyky INFORSE-Europe. URL: https://dieret.rea.org.ua/uk/geothermal-energy.html {in Ukrainian}
3. Zelena enerhetyka ta voden – ideal′nyy shans na ryvok. URL: https://glavcom.ua/new_energy/publications/zelena-energetika-ta-voden-idealniy-shans-na-rivok-667946.html {in Ukrainian}

4. Posibnyk z proektuvannya enerhoefektyvnykh budivel′ u tropikakh. URL: https://www.fau.ucv.ve/idec/racionalidad/Paginas/Manualimplanta.html {in Ukrainian}

5. Micro-Climate oriented Building Design. URL: https://archscience.org/wp-content/uploads/2020/03/11-Micro-Climate-oriented-Building-Design.pdf

6. Hot and Dry Climate Architecture. URL: https://thevoyagegazette.wordpress.com/2020/07/10/lecture/

7. A Guide on Developing a Building Energy Optimization Software. URL: https://jatapp.co/blog/how-to-develop-bems/

8. Energy Efficiency of Tall Buildings: A Global Snapshot of Innovative Design. URL: https://www.mdpi.com/1996-1073/16/4/2063?type=check_update&version=1

9. Shanghai Tower. URL: http://faculty.arch.tamu.edu/anichols/courses/applied-architectural-structures/projects-631/Files/presentation-case%20study%20of%20Shanghai%20Tower%2012-04-14.pdf

10. Shanghai Tower / Gensler. URL: https://www.archdaily.com/783216/shanghai-tower-gensler

11. LSE Centre Building. URL: https://www.archdaily.com/969480/lse-centre-building-rogers-stirk-harbour-plus-partners

12. Manitoba Hydro. URL: https://www.archdaily.com/44596/manitoba-hydro-kpmb-architects

13. The Tower at PNC. URL: https://www.archdaily.com/778873/the-tower-at-pnc-plaza-gensler

14. Pearl River Tower. URL: https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/1629-case-study-pearl-river-tower-guangzhou.pdf

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.43-52
УДК 725.3:728

Булкін М.М.,
bulkin.mm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3203-5967,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНТЕГРАЦІЯ ЗАКЛАДІВ ПОЧАТКОВОЇ ОСВІТИ У СТРУКТУРУ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Сучасні процеси урбанізації та еволюція житлової забудови спонукають до перегляду традиційних підходів до розташування освітніх закладів. Одним із прогресивних рішень є інтеграція початкових освітніх закладів у структуру житлових будинків, що формує багатофункціональний освітньо-житловий простір. Цей підхід відповідає актуальним принципам компактного міського планування, доступності освіти й багатофункціональності, сприяючи створенню зручного та ефективного середовища для мешканців.

Ключові слова: заклад початкової освіти; житловий будинок; інтеграція; урбаністика; сталий розвиток; освітній кластер; багатофункціональний освітньо-житловий простір

Постановка проблеми. Традиційно освітні заклади, зокрема початкові освітні заклади, проєктуються як окремі будівлі, що потребують значних земельних ділянок. У контексті ущільнення міських територій і зростання попиту на компактні рішення виникає потреба у нових форматах розміщення початкових освітніх закладів. Інтеграція початкових освітніх закладів у житлові будинки дає змогу скоротити відстань до освітнього закладу, оптимізувати використання міських територій і сформувати багатофункціональний освітньо-житловий простір, що може розглядатись навіть як освітній кластер. Проєктування освітніх закладів в Україні регулюється ДБН В.2.2-3:2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти» [1]. Основні вимоги включають: площа приміщень – не менше 2,4 м² на одного учня в класі [1]; освітлення – обов'язкове забезпечення природного світла в навчальних приміщеннях; звукоізоляція – між житловими та шкільними зонами має бути достатній рівень шумозахисту згідно з ДБН В.1.1-31:2013 «Захист території, будинків і споруд від шуму» [2]; безпека – окремі входи для учнів і мешканців, евакуаційні шляхи, відповідність протипожежним нормам ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [3]. Ці норми створюють основу для безпечного й комфортного функціонування шкіл у межах житлових комплексів, але потребують адаптації до специфіки інтегрованого проєктування. Водночас ключовими проблемами залишаються забезпечення

санітарно-гігієнічних норм, акустичного комфорту, безпеки та чіткого зонування в межах житлової забудови.

Метою статті є дослідження та аналіз моделей інтеграції початкових освітніх закладів у житлові будинки, оцінка їхніх переваг і викликів, а також перевірка відповідності таких рішень чинним будівельним нормам України та принципам сталого розвитку міського середовища.

Виклад основного матеріалу. Сучасні міста, особливо густонаселені райони, зазнають просторових обмежень для будівництва окремих освітніх закладів. Це спонукає до пошуку архітектурних рішень, які поєднують житлову, освітню та громадську інфраструктуру в єдиний функціональний простір.

Щільність забудови, обмежені земельні ресурси та зростання кількості населення змушують шукати нові підходи для початкових освітніх закладів у межах урбаністичного середовища [4]. Одним з таких підходів є інтеграція початкових освітніх закладів у житлову забудову, що дозволяє економити простір, зменшувати транспортне навантаження та створювати комфортне середовище для навчання і соціальної взаємодії дітей (учнів). Концепція освітнього кластеру передбачає створення багатофункціонального міського простору, де житло, освіта та громадські функції співіснують органічно, і створюють комфортне середовище для сімей із дітьми. Архітектурні рішення передбачають гармонійне поєднання навчальних приміщень із житловими зонами, забезпечуючи безпечне та функціональне співіснування різних соціальних груп. Наприклад, освітні заклади можуть розміщуватись на перших поверхах будівлі, тоді як верхні рівні залишаються житловими. Це дозволяє дітям навчатися у безпосередній близькості від дому, мінімізуючи потреби у складній логістиці та транспортних витратах для батьків. Зарубіжний досвід демонструє, що інтерграція початкових освітніх закладів у житловий будинок є ефективним рішенням в умовах мегаполісів і успішно реалізовані подібні проєкти у Великій Британії, Іспанії, Швеції, Данії та в інших Європейських країнах. Ключовим аспектом таких проєктів є ретельно продумане зонування простору. Освітні установи інтегрують внутрішні дворики, спортивні майданчики та громадські простори, що сприяє формуванню активного соціального середовища. Завдяки цьому не лише діти отримують якісні умови для навчання, а й мешканці будинку користуються додатковими зонами для відпочинку та дозвілля.

Інтеграція початкових освітніх закладів у житлові комплекси – це не просто відповідь на виклики урбанізації, а й можливість створення гармонійного міського середовища. Такі архітектурні рішення стають символом

адаптивності сучасних міст, демонструючи, що освіта може бути не лише доступною, а й органічно вписаною у повсякденне життя міської спільноти.

Прикладом такого підходу є освітній навальний заклад "Tiger Way" (Велика Британія) [5] – це сучасний освітній заклад у Лондоні, спроєктований архітектурним бюро Hawkins/Brown. Його унікальність полягає в інтеграції освітнього закладу з житловими будівлями, що дозволяє максимально ефективно використовувати міський простір. Архітектура поєднує інноваційний підхід до навчального середовища із сучасним дизайном, використовуючи природне освітлення, відкриті простори, та екологічні матеріали. Завдяки компактному, вертикальному плануванню освітній заклад створює динамічний простір для навчання, зберігаючи при цьому комфорт і функціональність для учнів та громади (рис.1).

Рис. 1. Освітній заклад "Tiger Way" інтегрований в житлову забудову в м. Лондон, Велика Британія. Архітектурне бюро Hawkins/Brown [6].

"Holy Trinity Primary School" у Лондоні (Велика Британія) [7] є яскравим прикладом інтеграції освітнього закладу в житловий комплекс. Сучасний підхід до містобудування дозволив поєднати освітній заклад житловими приміщеннями в єдиній багатоповерховій будівлі, що стало ефективним рішенням для використання обмеженого міського простору. Три нижні поверхи

будівлі відведені під освітній заклад, забезпечуючи повноцінний освітній простір для учнів, тоді як верхні рівні займають житлові квартири. Такий формат поєднання навчальних і житлових функцій сприяє створенню компактної міської інфраструктури та зменшенню територіального навантаження на окремі ділянки.

Оновлений освітній заклад отримав сучасні приміщення, оснащені всім необхідним для комфортного навчання, включаючи спеціалізовані класи, простори для відпочинку та зони для активного дозвілля дітей. Важливим аспектом проєкту стало забезпечення належної звукоізоляції між навчальними та житловими приміщеннями, що дозволяє комфортно співіснувати двом функціональним зонам в одній будівлі. Таким чином, "Holy Trinity Primary School" демонструє, як грамотне архітектурне рішення може сприяти ефективному використанню міського простору, створенню комфортного освітнього середовища та інтеграції шкільної інфраструктури в житлові райони (рис. 2).

Рис. 2. Проєкт освітнього закладу "Holy Trinity Primary School" у Лондоні (Велика Британія) [7].

Проєкт “Hackney New Primary School & 333 Kingsland Road” [8] від британського архітектурного бюро Henley Halebrown є яскравим прикладом інтеграції освітнього закладу в житловий комплекс у щільній міській забудові Лондона (Велика Британія). Будівля об’єднує початковий освітній заклад та житловий комплекс у єдиній структурі, що дозволяє раціонально використовувати міський простір. На нижніх рівнях розташована школа, яка має власний окремий вхід, внутрішній двір та зони для навчання. Верхні поверхи займають житлові приміщення, що створює вертикальне зонування функцій, зберігаючи комфорт для обох типів користувачів (рис.3).

Рис. 3. Проєкт освітнього заклад “Hackney New Primary School & 333 Kingsland Road”, який інтегрований в житлову забудову в м. Лондон, Велика Британія. Архітектурне бюро «Henley Halebrown» [8].

Проєкт є прикладом щільної міської забудови нового типу, де освітній заклад не займає велику окрему територію, а стає частиною

багатофункціональної будівлі. Таке рішення дозволяє раціонально використовувати територію в міській забудові, зберігаючи комфортне середовище для дітей та мешканців комплексу.

Дані приклади демонструють, як архітектурні рішення можуть адаптуватись до викликів міського середовища, створюючи комфортні та функціональні освітні заклади навіть в умовах високої щільності забудови. Загалом, інтеграція освітніх комплексів, зокрема початкової школи та дошкільних освітній закладів, є перспективним напрямом міського розвитку, що сприяє створенню комфортних, стійких і функціональних міських просторів.

Основні принципи інтеграції шкіл у житлову забудову ґрунтуються на раціональному зонуванні, де освітній заклад і житловий простори гармонійно співіснують, не створюючи незручностей один для одного. Це досягається через чітке функціональне розмежування, адаптивність простору та забезпечення комфортних умов для всіх користувачів будівлі.

Раціональне використання території – у щільно забудованих районах школи можуть бути частиною багатофункціональних комплексів, що дозволяє ефективно використовувати міський простір.

Зручність для мешканців – сім'ї з дітьми отримують доступ до школи в межах житлового кварталу, що зменшує необхідність у довгих поїздках і робить навчальний процес більш доступним.

Функціональне зонування – розділення навчальних і житлових просторів (окремі входи, ізольовані двори, звукоізоляція) забезпечує комфорт для всіх користувачів будівлі.

Покращення соціальної взаємодії – такі комплекси сприяють розвитку локальних спільнот, об'єднуючи мешканців навколо важливих освітніх та громадських просторів.

Стійкість і екологічність – завдяки оптимізації простору, сучасні інтегровані школи можуть мати енергоефективні рішення, зелені зони та якісне природне освітлення.

Таким чином, інтеграція початкових закладів освіти у житлові комплекси є ефективним підходом до міського планування, який сприяє створенню комфортного, компактного та й адаптивного міського середовища, де освіта органічно вписується в повсякденне життя мешканців.

В Україні реалізація таких проєктів потребує адаптації нормативно-правової бази та врахування місцевих умов, особливостей, що дозволить забезпечити ефективність та безпечність інтегрованих освітніх просторів.

Висновки. Інтеграція закладів початкової освіти у житлові будинки є ефективним рішенням для сучасних міст, що сприяє раціональному

використанню простору, покращенню доступності освіти та зменшенню транспортного навантаження. Успішний міжнародний досвід підтверджує доцільність таких моделей, проте їх реалізація потребує ретельного зонування, звукоізоляції та відповідності будівельним нормам. В Україні впровадження подібних рішень вимагає адаптації нормативної бази та врахування місцевих умов для забезпечення безпечного й комфортного середовища.

Список джерел

1. Будинки і споруди. Заклади освіти: ДБН В.2.2-3:2018. Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2018. 56 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

2. Захист території, будинків і споруд від шуму: ДБН В.1.1-31:2013. Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2013. 75 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

3. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. – Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2016. – 41 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

4. Homon O. Effect of modern teaching methods and new educational technologies on the creation of educational materials and the formation of teaching and educational complex “Kindergarden – Primary school”. 2020. STRUCTURE AND ENVIRONMENT. Architecture civil engineering, environmental engineering, energy and geomatic. Journal by the Kielce University of Technology, Faculty of Environmental Engineering, Geomatics and Power Engineering and Faculty of Civil Engineering and Architecture. Kielce,2020. Vol.12.No 2 P.59-65. PL ISSN 2081-1500. (Index Copernicus Value).

5. Проєкт “Tiger Way”, Hawkins/Brown. Creating a community. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: URL: https://www.hawkinsbrown.com/projects/tiger-way/

6. Проєкт “Tiger Way”, Hawkins/Brown. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: URL: https://archello.com/fr/article/1028/attachments/images/3

7. Проєкт “Holy Trinity Primary School”. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: URL: https://hdawards.org/scheme/holy-trinity-primary-school/

8. Проєкт “Hackney New Primary School & 333 Kingsland Road” [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: URL: https://www.archdaily.com/804171/henley-halebrown-releases-new-images-of-mixed-use-school-in-london

9. Гомон О.О. Сучасні тенденції розвитку дитячих дошкільних закладів та загальноосвітніх шкіл. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук. – техн. збірник. Київ, 2012. Вип. 31. С. 157 – 162. ISSN 2077-3455

10. Гомон О.О. Архітектурно-планувальна організація освітніх комплексів «Дитячий садок – початкова школа»: дис. … к. арх. Київ, 2021. 188с.

11. Ковальська Г.Л. Архітектурне проектування навчальних закладів: навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2010. 152 с.

12. Ковальський Л.М. Проблемы развития архитектуры учебно-воспитательных зданий. дис. … д-ра арх. Киев, 1995. 339 с.

13. Тишкевич О.П. Архітектурно-планувальна організація сільських малокомплектних шкіл: дис. … к. арх. Київ, 2010. 192 с.

Assistsnt **Maksym Bulkin,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

INTEGRATION OF ELEMENTARY EDUCATION INSTITUTIONS INTO THE STRUCTURE OF RESIDENTIAL BUILDINGS

The article is dedicated to analyzing modern approaches to integrating elementary educational institutions into residential developments as an innovative tool for urban planning. In the context of rapid urbanization, increasing building density, and limited land resources, the authors explore a model for creating educational clusters that combine residential, educational, and community functions within a single complex.

The study examines the regulatory framework of Ukraine (DBN V.2.2-3:2018, DBN V.1.1-31:2013, DBN V.1.1-7:2016), which governs the design of educational institutions, including requirements for classroom space, natural lighting, sound insulation, and safety. The advantages of integrated solutions are analyzed, including the reduction of transportation load, improved accessibility to education, efficient use of urban space, and enhanced social interaction among residents.

The authors present examples of successful implementations of such projects in international practice, such as “Tiger Way”, “Holy Trinity Primary School”, and the “Hackney New Primary School & 333 Kingsland Road” project in the United Kingdom. These cases demonstrate the potential for creating multifunctional, compact, and environmentally sustainable urban spaces. The research emphasizes the importance of clear functional zoning, adapting existing building regulations to the specifics of integrated projects, and considering local conditions to ensure user safety and comfort.

The conclusions highlight that integrating elementary educational institutions into residential buildings is a promising direction for urban development, contributing to the formation of a modern, sustainable, and convenient urban environment. The proposed concept of an educational cluster can serve as an effective response to the challenges of contemporary megacities and promote the harmonious coexistence of different social groups within a single residential complex.

Keywords: elementary educational institution; residential building; integration; urban planning; sustainable development; educational cluster; multifunctional educational-residential space.

REFERENCES

1. Budynky i sporudy. Zaklady osvity [“Buildings and structures. Educational institutions”]: DBN V.2.2-3:2018. Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrkhbudinform», 2018. 56 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

2. Zakhyst terytoriyi, budynkiv i sporud vid shumu [“Protection of the territory, buildings and structures from noise”]: DBN V.1.1-31:2013. Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrkhbudinform», 2013. 75 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

3. Pozhezhna bezpeka ob″yektiv budivnytstva. Zahal′ni vymohy [Fire safety of construction objects. General requirements]: DBN V.1.1-7:2016. – Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrbudinform», 2016. – 41 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

4. Homon O. Effect of modern teaching methods and new educational technologies on the creation of educational materials and the formation of teaching and educational complex “Kindergarden – Primary school”. 2020. STRUCTURE AND ENVIRONMENT. Architecture civil engineering, environmental engineering, energy and geomatic. Journal by the Kielce University of Technology, Faculty of Environmental Engineering, Geomatics and Power Engineering and Faculty of Civil Engineering and Architecture. Kielce,2020. Vol.12.No 2 P.59-65. PL ISSN 2081-1500. (Index Copernicus Value). {in Poland}

5. Proekt “Tiger Way”, Hawkins/Brown. Creating a community [Project "Tiger Way", Hawkins/Brown. Creating a community]. [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu do resursu: URL: https://www.hawkinsbrown.com/projects/tiger-way/. {in Ukrainian}

6. Proekt “Tiger Way”, Hawkins/Brown [Project “Tiger Way”, Hawkins/Brown]. [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu do resursu: URL: https://archello.com/fr/article/1028/attachments/images/3. {in Ukrainian}

7. Proekt “Holy Trinity Primary School” [Project “Holy Trinity Primary School”]. [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu do resursu: URL: https://hdawards.org/scheme/holy-trinity-primary-school/. {in Ukrainian}

8. Proekt “Hackney New Primary School & 333 Kingsland Road” [Project “Hackney New Primary School & 333 Kingsland Road”]. [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu do resursu: URL: https://www.archdaily.com/804171/henley-halebrown-releases-new-images-of-mixed-use-school-in-london. {{in Ukrainian}

9. Homon O.O. Suchasni tendentsiyi rozvytku dytyachykh doshkil′nykh zakladiv ta zahal′noosvitnikh shkil [Modern trends in the development of preschool institutions and general schools]. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya: nauk. – tekhn. zbirnyk. Kyyiv, 2012. Vyp. 31. S. 157 – 162. ISSN 2077-3455. {in Ukrainian}

10. Homon O.O. Arkhitekturno-planuval′na orhanizatsiya osvitnikh kompleksiv «Dytyachyy sadok – pochatkova shkola» [Architectural and Space Planning Design of Educational Complexes “Kindergarten – Elementary School”]: dys. … k. arkh. Kyyiv, 2021. 188 s. {in Ukrainian}

11. Kovalska G.L. Arkhitekturne proektuvannya navchal′nykh zakladiv: navchal′nyy posibnyk. Kyyiv [Architectural design of educational institutions: a textbook]: KNUBA, 2010. 152 s. {in Ukrainian}

12. Kovalsky L.M. Problemy razvytyya arkhytektury uchebno-vospytatel′nykh zdanyy [Problems of development of architecture of educational buildings]. dys. … d-ra arkh. Kyev, 1995. 339 s. {in Ukrainian}

13. Tyshkevych O.P. Arkhitekturno-planuval′na orhanizatsiya sil′s′kykh malokomplektnykh shkil [Architectural and planning organization of rural small-sized schools]: dys. … k. arkh. Kyyiv, 2010. 192 s. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.53-68
УДК 725.4

Бурлака Ю.М.,
burlaka_ym-2022@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6604-5189,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ У БУДІВНИЦТВІ ТА АРХІТЕКТУРІ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

Розглянуто специфіку впровадження інформаційного моделювання будівель (BIM — Building Information Modeling) у проєктування та будівництво атомних електростанцій (АЕС) в Україні. У зв'язку з високими вимогами до безпеки, довготривалим життєвим циклом об'єктів та складністю інженерних рішень, використання BIM-технологій надає суттєві переваги на всіх етапах реалізації проєктів. Зокрема, BIM забезпечує інтеграцію архітектурних, інженерних і технологічних систем у єдину цифрову модель, що дозволяє підвищити точність проєктної документації, зменшити ризики помилок і спростити координацію між підрядниками. У роботі аналізуються українські реалії впровадження BIM у сфері ядерної енергетики, враховуючи законодавчі обмеження, рівень цифрової підготовки галузі, а також наявність спеціалізованого програмного забезпечення та фахівців. Окрему увагу приділено аналізу міжнародного досвіду, який може бути адаптований до вітчизняного контексту для забезпечення безпечного та ефективного будівництва нових енергоблоків. Зазначено, що одним із головних викликів є необхідність адаптації BIM-моделей до вимог ядерного регулювання та інтеграції з існуючими системами управління безпекою. Таким чином, впровадження BIM у проєкти АЕС є перспективним напрямом, що дозволяє не лише оптимізувати проєктно-будівельні процеси, а й значно підвищити рівень контролю та безпеки на всіх етапах життєвого циклу об'єкта. Розвиток цієї технології в Україні потребує комплексного підходу, включаючи державну підтримку, освітні ініціативи та активну участь фахівців галузі.

Ключові слова: промислова архітектура; атомні електростанції; BIM-технології; промислові спорудження.

Постановка проблеми. Аналіз світового досвіду показує, що BIM-технології є однією з найбільш передових цифрових технологій у будівництві. Вони дозволяють створювати та спільно використовувати будівельну

інформаційну модель об'єкта (будівля або споруда), яка містить усі необхідні дані для управління об'єктом протягом всього його життєвого циклу.

Будівельна галузь України має низку проблем, пов'язаних з відсутністю системного підходу до створення та обміну цифровою інформацією. Це ускладнює прийняття стратегічних рішень та впровадження нових методів та технологій як у проєктуванні, так і в будівництві.

Узагальнюючи, на сьогоднішній день у галузі будівництва існують такі проблеми:

- вартість будівництва є високою;
- управління проєктами, будівництвом та експлуатацією неефективне;
- матеріальні ресурси використовуються неефективно;
- не існує системного управління життєвим циклом будівель та об'єктів в цілому;
- нормативи та стандарти у будівництві застарілі;
- енергоспоживання в будівельному секторі є високим, що призводить до забруднення навколишнього середовища;
- аварійність на будівельних об'єктах є високою.

Вищезазначена проблематика також стосується проєктування та будівництва атомних електростанцій, як складного виробничо-технологічного комплексу, призначеного для виробництва енергії в заданих режимах і умовах застосування, розташованого в межах визначеної проєктом території і укомплектований необхідним персоналом, на якому для здійснення цієї мети використовується ядерний реактор (реактори) з комплексом необхідних систем, пристроїв, обладнання, будівель та споруд [1].

Аналіз останніх досліджень. Станом на сьогоднішній день у літературі України бракує напрацювань, які б різнобічно досліджували проєктування атомних електростанцій. Здебільше, заданою тематикою займаються науковці за напрямком технічних наук, а саме питанням класифікації атомних електростанцій (- далі АЕС) з різними типами первинних двигунів, фізичні процеси, що протікають в основному та допоміжному енергетичному обладнані, наближені теплобалансні розрахунки паротурбінних установок на ядерному паливах, розміщення енергетичного обладнання та принципи, що лежать в основі експлуатації АЕС [2], особливості протипожежного захисту атомних електростанцій [3], а також перспективами будівництва нових АЕС [4].

Навпроти, в роботах сучасних вітчизняних науковців детально висвітлено питання еволюції BIM – технологій та досліджено багато аспектів BIM-технологій, як інструментарію для створення інформаційної моделі життєвого циклу об'єкта будівництва [5-7].

Особливості архітектури атомних електростанцій, формування їх функціонально-планувальної організації як промислових об'єктів з важким технологічним режимом були висвітлені у низці публікацій [8-11].

Мета статті. Ознайомити читача з закордоним та вітчизнянним досвідом проєктування атомних електростанцій, що може бути використано для гармонізації українського законодавства, а також з освітньою метою.

Методи дослідження. Натурні обстеження вітчизняних атомних електростанцій та проєктної документації, аналіз літератури, інтернет-джерел, наукових видань.

Виклад основного матеріалу. BIM-технології – це новий підхід до управління цифровою інформацією, який застосовується у будівництві та містобудуванні. Завдяки їх застосуванню можна віртуально відтворити об'єкт ще до початку його будівництва, відслідковувати процеси життєвого циклу будівельного об'єкту – від проєктування до його зведення, експлуатації та демонтажу.

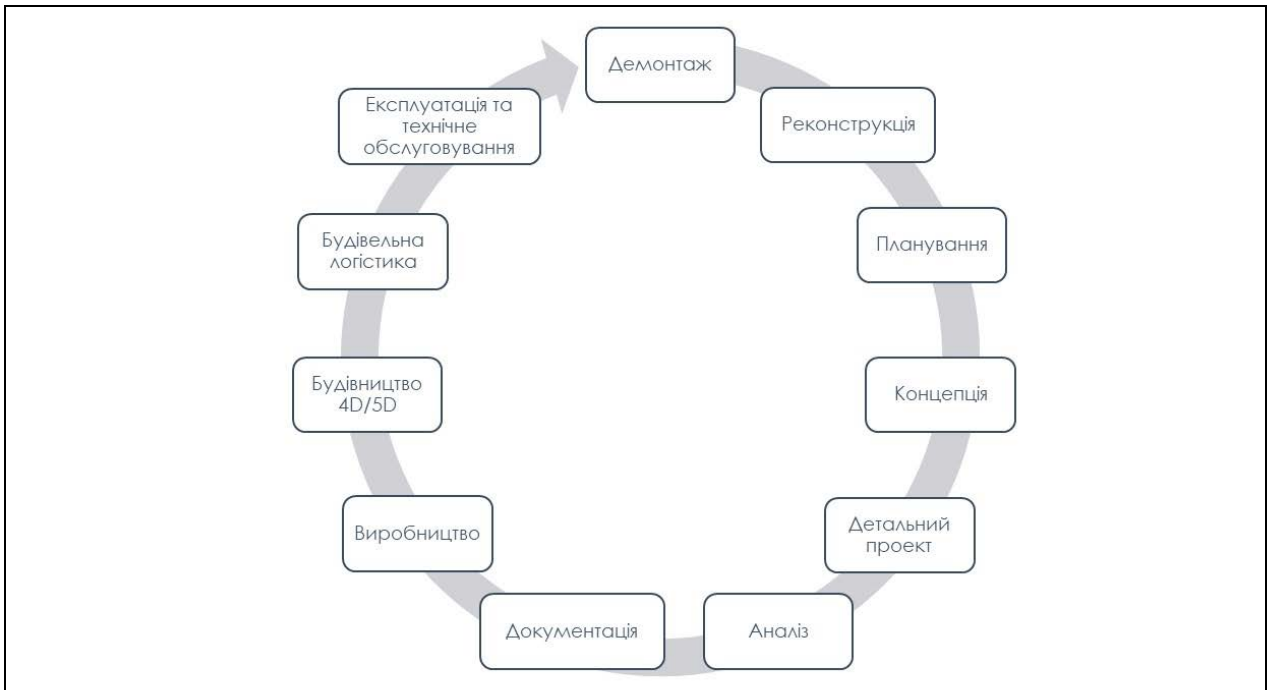


Рис. 1. Основні процеси BIM (визначено компанією Autodesk) [12]

Для прикладу, компанія Autodesk, американська компанія, постачальник програмного забезпечення для промислового та цивільного будівництва, машинобудування, ринку засобів інформації та розваг, визначає інформаційне моделювання будівель (BIM) як те, що надає фахівцям можливість створювати всю інформацію про проєкт та керувати нею протягом усього життєвого циклу будівлі, дозволяючи їм отримати уявлення раніше, покращити координацію міждисциплінарної команди та мінімізувати втрату даних та неточності у

проєктуванні. Основні процеси, що можливо реалізувати використовуючи BIM-технології, визначені компанією Autodesk (Рис.1).

Перші системи автоматизації проектування (САПР) були двовимірними та відтворювали класичні креслення (2D). Однак розвиток комп'ютерних технологій дозволив розробникам САПР для будівництва перейти до створення об'ємних моделей (3D). Цей етап характеризується складною взаємодією програмістів та проєктувальників (Рис. 2).

Часто розвиток технологій у галузі будівництва диктується програмістами, а не проєктувальниками. Кваліфікований інженер-будівельник або архітектор може зрозуміти конструктивні характеристики об'єкта з плоского креслення, тому додаткова інформація йому не потрібна. Тривимірні моделі є більш наочними, але їхнє активне використання визначається не потребами спеціалістів, а можливостями програмного забезпечення та адаптивністю для сприйняття інших учасників будівництва. Будь-яке креслення є інформаційною моделлю, але вона не є вичерпною.

Раніше BIM-модель вважали просто 3D-кресленням, проте BIM-модель дозволяє описати не тільки об'єкт, а й процес його зведення, тому в ній стали враховувати час. Такі моделі називають 4D-проєктами. Будівництво сьогодні є складним процесом, який вимагає врахування не тільки технічних, а й економічних чинників. Тому з'явилися 5D-проєкти, які враховують час, витрати та інші економічні показники. Сучасні програмні продукти дозволяють створювати BIM-моделі, які не є сукупністю графічних елементів. Вони містять інформацію про тип об'єкта, необхідні ресурси та інші показники, таким чином BIM-модель може бути багатовимірною (N-D-проєктування)[7].

Рис. 2. Еволюція інформаційних процесів убудівельному проєктуванні. Складено за [7].

На сьогодні немає єдиного визначення того, що повинна включати в себе повноцінна BIM-модель. Це пов'язано з рядом проблем, як технологічних, так і організаційно-технічних. Числова інформація, яка міститься в інформаційній моделі будівлі (BIM), може використовуватися для таких цілей:

•Прийняття проєктних рішень: BIM дозволяє архітекторам, інженерам та іншим фахівцям співпрацювати над створенням точної та узгодженої моделі

будівлі. Це може допомогти їм приймати більш обґрунтовані рішення на ранніх етапах проєктування, що може призвести до економії часу та коштів.

- Створення проєктної документації: BIM може використовуватися для створення високоякісної проєктної документації, яка може включати креслення, специфікації та іншу документацію. Це може допомогти уникнути помилок і ускладнити процес будівництва.
- Прогнозування експлуатаційних характеристик: BIM може використовуватися для прогнозування експлуатаційних характеристик будівлі, таких як енергоефективність, комфорт та зносостійкість. Це може допомогти власникам будівель приймати більш обґрунтовані рішення щодо управління будівлею.
- Розробка кошторисів та будівельних планів: BIM може використовуватися для розробки кошторисів та будівельних планів, що може допомогти власникам будівель контролювати витрати та хід будівництва.
- Замовлення та виготовлення матеріалів, конструкцій та обладнання: BIM може використовуватися для замовлення та виготовлення матеріалів, конструкцій та обладнання, що може допомогти уникнути помилок та зменшити витрати.
- Управління процесом будівництва та експлуатацією будівлі: BIM може використовуватися для управління процесом будівництва та експлуатацією будівлі, що може допомогти власникам будівель забезпечувати ефективний та безперебійний функціонування будівлі.
- Управління будівлею як об'єктом комерційної діяльності: BIM може використовуватися для управління будівлею як об'єктом комерційної діяльності, що може допомогти власникам будівель збільшувати прибуток.
- Планування проєктування, реконструкції, ремонту, демонтажу та утилізації будівлі: BIM може використовуватися для планування проектування, реконструкції, ремонту, демонтажу та утилізації будівлі, що може допомогти власникам будівель приймати більш обґрунтовані рішення про майбутнє будівлі.

Сучасне інформаційне моделювання будівель (BIM) тісно пов'язане з управлінням ефективністю будівництва (Building Performance Management) та управлінням життєвим циклом будівлі (Building Lifecycle Management). BIM дозволяє не лише спрощувати виробництво та монтаж конструкцій, але також відстежувати ефективність інвестицій та збирати якісні та кількісні дані, які можна використовувати в різних аспектах діяльності.

Влітку 2020 року Україна затвердила національний стандарт управління та використання технологій BIM у сфері будівництва та містобудування (19650-1:2020). Варто зазначити, що цей документ ідентичний міжнародному

стандарту ISO та потребує усунення колізій з нинішніми нормативно-правовими документами.

Для врегулювання питань пов'язаних з впровадженням цифрових технологій у будівництві та проєктуванні від 17 лютого 2021 року розпорядженням № 152-р. Кабінету Міністрів України (— далі КМУ) схвалено «Концепцію впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації»[13].

Концепція впровадження BIM-технологій у будівництві визначає механізми впровадження цих технологій як інструменту для цифрової трансформації галузі. Концепція розрахована на 2025 рік та планується реалізовуватись поетапно.

На першому етапі, який триватиме з 2021 по 2022 рік, передбачається [13]:

- Розробити та затвердити зміни до законодавства, які регулюють використання BIM-технологій.
- Прийняти нормативні документи, гармонізовані з міжнародними та європейськими стандартами.
- Прийняти національні стандарти, які визначають основні вимоги до проектної документації та проведення експертизи.
- Затвердити національні класифікатори будівель і споруд, будівельної продукції, матеріалів, робіт та послуг.
- Розробити проекти повторного використання для пріоритетних об’єктів соціальної інфраструктури, створених із використанням BIM-технологій.
- Розробити методику визначення та оцінювання життєвого циклу об’єктів будівництва.
- Забезпечити умови для навчання (підвищення кваліфікації) щодо використання BIM-технологій у будівництві.

Ці заходи спрямовані на створення законодавчої та нормативно-технічної бази для впровадження BIM-технологій у будівництві, а також на підвищення кваліфікації фахівців у цій галузі.

На другому етапі впровадження BIM-технологій у будівництві, який триватиме з 2023 по 2025 рік, передбачається [13]:

- Повністю оновити будівельні норми з урахуванням особливостей застосування BIM-технологій.
- Забезпечити реалізацію пілотних проєктів будівництва з використанням BIM-технологій на рівні не менше ніж 10 відсотків проєктів будівництва, що фінансуються за рахунок видатків державного бюджету.

Ці заходи спрямовані на повне впровадження BIM-технологій у будівництві, зокрема, на забезпечення їхньої відповідності будівельним нормам та на поширення їхнього використання на більш широке коло об'єктів.

Таким чином, спираючись на низку досліджень в області перспектив розвитку ядерної енергетики та будівництва нових потужностей [14-16], варто зазначити, що важливим завданням для ядерної енергетики України є убезпеченням експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроєктні строки та будівництво нових потужностей для заміщення енергоблоків, які виводять з експлуатації, що є складним та тривалим процесом, який вимагає дотримання жорстких вимог безпеки, а також здійснюється за державний кошт. Адже оператором всіх українських атомних електростанцій в Україні є АТ «НАЕК «Енергоатом», 100% акції якого належать державі, а будівництво нових блоків та супутніх об’єктів ядерної енергетики фінансується за державний кошт, враховуючи складність та високотехнологічність енергетичного підприємства, економічно доцільно використовувати BIM-технології для проєктування та будівництва нових АЕС та удосконалення існуючих. Також використання BIM-моделей має сенс для покращення експлуатації, реконструкції, добудови, зняття з експлуатації ядерних об’єктів.

Такий підхід у будівництві та проєктуванні дає змогу підвищити безпеку та надійність АЕС, проєктувати складні інженерні мережі та обладнання АЕС та уникнути колізій у їх проєктуванні, розробити технологічні схеми, здійснювати оперативне керівництво процесами будівництва та контролю якості виконання будівельних робіт, суттєво зменшити ймовірність помилок у проєктах АЕС, зменшити терміни та вартість будівництва, оптимізувати витрати на стадії експлуатації зменшити витрати при завершенні експлуатації.

Прикладом використання BIM-технологій при проєктуванні та будівництві АЕС є Компанія Westinghouse Electric Company, що розробила економічно вигідний та безпечний проект ядерної установки AP1000. На основі цього проекту, з урахуванням європейських вимог (EUR), у співпраці з італійською Genesi створено EP1000. Такі країни як Великобританія та Китай розглядаються як перспективні шляхидля впровадження технології AP1000, варто зазначити, що в Китаї вже працюють чотири енергоблоки з таким реактором, значна частина обладнання для яких вироблена локально.

Westinghouse, за участі партнерів, розробила детальну 3D-модель AP600 (понад 8 років роботи) та план будівництва тривалістю 36 місяців (з використанням Primavera), що дозволило створити 4D-графік спорудження. Впровадження 4D-моделі CAVE візуалізації будівництва, яка дозволяє спостерігати за процесом у реальному часі, прогнозує скорочення термінів будівництва щонайменше на 4 місяці. Безпека AP1000 забезпечується

пасивними системами, що відповідають усім вимогам регулятора США, включаючи принцип одиничної відмови та нові вимоги до пасивного охолодження протягом щонайменше трьох діб без зовнішніх джерел енергії та дій оператора.

Також Компанія Westinghouse використовувала BIM-технології при проєктуванні та будівництві AEC Vogtle 3 і 4 в США (Рис. 3). Завдяки використанню BIM вдалося скоротити терміни будівництва на 18 місяців та заощадити 1,5 млрд. доларів. Компанія Westinghouse використовувала BIM-технології для створення єдиної інформаційної моделі AEC, яка включала в себе всі елементи проєкту, від реакторного блоку до супутніх будівель та споруд. Ця модель використовувалася всіма учасниками проєкту для координації їхніх робіт та уникнення помилок.

Рис. 3. Атомна електростанція Vogtle 3 і 4 в США [17]

Також компанія AREVA використовувала BIM-технології при проєктуванні та будівництві AEC Olkiluoto 3 у Фінляндії (Рис. 4). Завдяки використанню BIM вдалося виявити та усунути 1000 помилок, що знизило ризик помилок при будівництві. Компанія AREVA використовувала BIM-технології для створення цифрової копії AEC, яка дозволяла інженерам перевіряти дизайн і конструкцію станції на наявність помилок. Ця технологія також використовувалася для створення віртуальних моделей, які використовувалися для навчання персоналу AEC.

Компанія AREVA використовувала BIM-технології для створення високоточних 3D-моделей AEC, які використовувалися для створення проєктної документації. Ця технологія також використовувалася для створення віртуальних моделей, які використовувалися для аналізу експлуатаційних характеристик AEC. Ці приклади показують, що BIM-технології можуть бути

використані для підвищення ефективності та безпеки будівництва АЕС. BIM дозволяє всім учасникам проекту працювати з єдиною інформаційною моделлю, що покращує координацію і взаємодію між ними. BIM також дозволяє виявити і усунути помилки на ранніх етапах проекту, що знижує ризик помилок при будівництві.

Використання BIM-технологій при проєктуванні та будівництві АЕС дозволяє підвищити ефективність та безпеку будівництва, а також скоротити терміни та витрати, проте впровадження BIM-технологій в Україні є достатньо складним процесом.

Перші проблеми, які виникають при використанні BIM-технологій, пов'язані з адаптацією інформації в програмному забезпеченні до національних стандартів, характеристик будівельної продукції та обладнання. Формалізація опрацювання даних є більш складною задачею, оскільки вона повинна враховувати не тільки окремі елементи об'єкта, в данному випадку АЕС, але й їх взаємодію. Багато показників неможливо пов'язати з лінійними елементами креслення, які використовують проєктувальники.

Рис. 4. Атомна електростанція Olkiluoto 3 у Фінляндії [18]

Сучасне будівництво АЕС розглядається не тільки з технічної точки зору, але й як об'єкт управління. BIM-технології дозволяють ефективно управляти проєктом, оскільки вони забезпечують доступ до всіх необхідних даних.

Перехід на більш ефективний рівень управління проєктом може принести як переваги, так і проблеми. З одного боку, це дозволить отримати максимальну віддачу від використання BIM-технологій для проєктування та будівництва АЕС. З іншого боку, можуть виникнути організаційні проблеми, пов'язані з невідповідністю цілей та завдань інформаційного моделювання сформованій практиці містобудівної діяльності та ядерної енергетики.

В цілому, інформаційне моделювання будівництва має бути комплексним і враховувати всі етапи життєвого циклу об'єкта [7], що добре адаптується до поняття етапів життєвого циклу ядерної установки, а саме: вибір майданчика, проєктування, будівництво, введення в експлуатацію, експлуатація, зняття з експлуатації (Рис.5).

Рис. 5. Інформаційна модель життєвого циклу будівельного об'єкта та ядерної установки (AEC) Складено за джерелом [7].

В цілому, інформаційне моделювання будівництва має бути комплексним і враховувати всі етапи життєвого циклу об'єкта [7], що добре адаптується до поняття етапів життєвого циклу ядерної установки, а саме: вибір майданчика, проєктування, будівництво, введення в експлуатацію, експлуатація, зняття з експлуатації (Рис.5).

В Україні BIM-технології здебільше використовуються лише на ранніх етапах будівництва, а будівництво ядерних об’єктів поки що здійснюється на базі 2D-проєктування, хоча потенціал BIM-технології дозволяє використовувати їх на всіх етапах життєвого циклу об'єкта.

Поширення BIM-технологій у будівництві AEC стримується низкою факторів, зокрема, розрізненістю етапів життєвого циклу об'єкта та відсутністю єдиних інтересів учасників цього процесу. До того ж використання BIM-технологій є дорогим, особливо на початковому етапі, коли доводиться розробляти нові підходи та методи. При цьому важливо враховувати, що інформаційна модель повинна містити дані, необхідні не тільки проєктувальникам, але й іншим учасникам будівництва та експлуатації об'єкта. BIM-технології дозволяють проєктувальникам підвищити ефективність своєї

роботи, зокрема, виявляти помилки на ранніх етапах, автоматизувати опрацювання даних та формувати різні види звітів.

Крім того, існує ряд технічних, організаційних та юридичних проблем, пов'язаних з передачею інформаційних моделей від одного користувача до іншого. Наприклад, важливо визначити, які дані повинні бути включені в модель, як вони повинні бути представлені та кому належать права на зібрану інформацію.

Будівельники зазвичай не зацікавлені в придбанні BIM-моделей, оскільки вони не мають безпосередньої потреби в них. Вони швидше використовують BIM-моделі для внесення конкретних даних про матеріали, технології та обладнання, які будуть використовуватися на стадії будівництва, проте BIM-модель корисна для інвесторів для оптимізації витрат на проєктування та будівництво АЕС та експлуатуючої організації АЕС для оперативного керування всіма етапами життєвого циклу ядерної установки.

Деякі дані з BIM-моделей АЕС можуть бути корисними для будівельників при виконанні типових проєктів у майбутньому. Однак замовники, зазвичай, не згодні інвестувати в отримання цих даних, через непроінформованість про можливості вищезгаданих технологій.

Висновки.

Використання BIM-технологій при проектуванні та будівництві АЕС має потенціал для значного підвищення ефективності та безпеки цих об'єктів. BIM дозволяє всім учасникам проекту працювати з єдиною інформаційною моделлю, що покращує координацію і взаємодію між ними. BIM також дозволяє виявити і усунути помилки на ранніх етапах проекту, що знижує ризик помилок при будівництві.

Використання BIM для аналізу експлуатаційних характеристик АЕС: BIM-технології можуть використовуватися для створення віртуальних моделей АЕС, які можуть використовуватися для аналізу експлуатаційних характеристик станції. Наприклад, BIM може використовуватися для аналізу потоків теплоносія, акустичних характеристик або вібрації.

Використання BIM для навчання персоналу АЕС: BIM-технології можуть використовуватися для створення віртуальних моделей АЕС, які можуть використовуватися для навчання персоналу станції. Наприклад, BIM може використовуватися для навчання персоналу збору проб, технічного обслуговування або аварійного відключення.

Використання BIM для підвищення ефективності експлуатації АЕС: BIM-технології можуть використовуватися для підвищення ефективності експлуатації АЕС. Наприклад, BIM може використовуватися для розробки

планів технічного обслуговування, оптимізації витрат на матеріали та енергію, або для прогнозування експлуатаційних витрат.

Однак, використання BIM-технологій при проектуванні та будівництві AEC також має деякі виклики. Одним з викликів є необхідність навчання персоналу роботі з BIM-технологіями. Іншим викликом є необхідність розробки стандартів для BIM-моделей AEC.

Незважаючи на ці виклики, використання BIM-технологій при проектуванні та будівництві AEC є перспективним напрямком розвитку. BIM має потенціал для підвищення ефективності та безпеки будівництва AEC, а також для скорочення термінів і витрат будівництва.

Список джерел

1. Про затвердження Загальних положень безпеки атомних станцій: Наказ Держ. ком. ядер. регулювання України від 19.11.2007 № 162: станом на 15 трав. 2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-08#Text (дата звернення: 21.04.2025).

2. Бондаренко М., Єлеонська О. Теплові та атомні електростанції і установки: навч. посіб. Миколаїв:: Вид-во НУК, 2022. 131 с.

3. Сенчихін Ю., Дендаренко Ю. Особливості протипожежного захисту атомних електростанцій. Міжнародна науково-практична конференція Проблеми надзвичайних ситуацій: Матеріали Міжнар. науково-практ. конф., м. Харків, 19 трав. 2023 р. Міжнародна науково-практична конференція Проблеми надзвичайних ситуацій, 2023. С. 143–144

4. Носовський А.В. Про перспективи будівництва нових атомних електростанцій. Атомна енергетика та довкілля. 2019. Т. 15, № 3. С. 3-13. URL: https://doi.org/10.31717/2311-8253.19.3.1 (дата звернення: 21.04.2025).

5. Вотінов М.А. Інноваційні технології та сучасні інструменти в архітектурно-містобудівному проєктуванні та макетуванні. Scientific research: modern challenges and future prospects: The 7th International scientific and practical conference “Scientific research: modern challenges and future prospects”, м. Мюнхен, 17–19 лют. 2025 р. Мюнхен, 2025. С. 175–179.

6. Гладиш Є.О. Підвищення ефективності будівництва об’єктів цивільної інфраструктури за рахунок BIM-моделювання. URL: https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/19077 (date of access: 21.04.2025).

7. Гончаренко Т. BIM-технології як інструмент створення інформаційної моделі життєвого циклу об'єкта будівництва. Управління розвитком складних систем. 2021. No. 47. P. 83-88. URL: https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.47.83-88 (дата звернення: 21.04.2025).

8. Ковальська Г.Л., Бурлака Ю.М. (2024). Особливості архітектури атомних електростанцій. Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування, (68), 280–292. https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.280-292

9. Бурлака Ю.М. (2024). Фактори та принципи, що впливають на формування функціонально-планувальної організації атомних електростанцій. Архітектурний вісник КНУБА, (30-31) с. 142-149.

10. Бурлака Ю.М. Особливості формування міст-супутників Атомних електростанцій. Містобудування: проблеми і перспективи розвитку: тези доп. п’ятої науково-практ. конф., м. Київ, 25 квіт. 2023 р. Київ, 2023. С. 53.

11. Бурлака Ю.М. Основні особливості міст-супутників AEC. Проблеми і методи відновлення і розвитку архітектурномістобудівного середовища в Україні: матеріали науково-практичної конференції, присвяченої до 95-річчя КНУБА, до 35-річчя кафедри дизайну архітектурного середовища, до 35-річчя кафедри теорії архітектури і архітектурного

проєктування та співпраці з кафедрою міського дизайну та планування Технічного університету Дармштадта (9 квітня 2025 року, м. Київ). – Київ: КНУБА, 2025. – 79 с. (с.56)

12. BIM for plant. Autodesk. URL: https://www.autodesk.co.uk/solutions/bim/plant-design (date of access: 20.11.2024).

13. Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації: Розпорядж. Каб. Міністрів України від 17.02.2021 № 152-р: станом на 5 груд. 2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-р#Text (дата звернення: 21.04.2025).

14. Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Задунай О.С. Аналіз сценаріїв розвитку ядерної енергетики України. Проблеми загальної енергетики. 2020. Т. 2020, № 1. С. 31-37. URL: https://doi.org/10.15407/pge2020.01.031 (дата звернення: 21.04.2025).

15. Коншин В., Квятковський Б. Майбутнє ядерної енергетики україни з позиції розвитку низьковуглецевої економіки. Енергетика: економіка, техніка, екологія. 2023. № 2. URL: https://doi.org/10.20535/1813-5420.2.2023.279706 (дата звернення: 21.04.2025).

16. Копішинська К.О., Широкова І.С. Сучасний стан та перспективи інноваційного розвитку атомної енергетики україни. Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2019. № 16. URL: https://doi.org/10.20535/2307-5651.16.2019.182742 (дата звернення: 21.04.2025).

17. Plant Vogtle Units 3 & 4. URL: https://www.bechtel.com/projects/vogtle-units-3-and-4/ (date of access: 26.11.2024).

18. AEC Олкілуото – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/AEC_Олкілуото (дата звернення: 21.04.2025).

Burlaka Yuliya,
Kyiv National University of Construction and Architecture

PECULIARITIES OF APPLICATION OF VIM TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE OF NUCLEAR POWER PLANTS IN UKRAINE

The article discusses the specifics of the implementation of Building Information Modelling (BIM) in the design and construction of nuclear power plants (NPPs) in Ukraine. Due to the high safety requirements, the long life cycle of facilities and the complexity of engineering solutions, the use of BIM technologies provides significant benefits at all stages of project implementation. In particular, BIM ensures the integration of architectural, engineering, and technological systems into a single digital model, which allows for greater accuracy of project documentation, reduced risks of errors, and simplified coordination between contractors. The paper analyses the Ukrainian realities of BIM implementation in the nuclear energy sector, taking into account legislative restrictions, the level of digital readiness of the industry, as well as the availability of specialised software and specialists. Particular attention is paid to the analysis of international experience that can be adapted to the national context to ensure safe and efficient construction of new power units. It is noted that one of the main challenges is the need to adapt BIM

models to the requirements of nuclear regulation and integrate them with existing safety management systems. Thus, the introduction of BIM in NPP projects is a promising area that allows not only to optimise design and construction processes but also to significantly increase the level of control and safety at all stages of the facility's life cycle. The development of this technology in Ukraine requires a comprehensive approach, including government support, educational initiatives, and the active participation of industry experts.

Keywords: industrial architecture; nuclear power plants; BIM technologies; industrial buildings.

REFERENCES

1. Pro zatverdzhennya Zagalnih polozhen bezpeki atomnih stancij: Nakaz Derzh. kom. yader. regulyuvannya Ukrayini vid 19.11.2007 № 162: stanom na 15 trav. 2024 r. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-08#Text (data zvernennya: 21.04.2025). {in Ukrainian}

2. Bondarenko M., Yeleonska O. (2022). Thermal and nuclear power plants and installations. [Teplovi ta atomni elektrostanciyi i ustanovki]: navch. posib. Mikolayiv:: Vid-vo NUK, 2022. 131 p. {in Ukrainian}

3. Senchihin Yu., Dendarenko Yu. (2023). Features of fire protection of nuclear power plants. [Osoblivosti protipozhezhnogo zahistu atomnih elektros]: ancij. Mizhnarodna naukovo-praktichna konferenciya Problemi nadzvichajnih situacij: Materiali Mizhnar. naukovo-prakt. konf., m. Harkiv, 19 trav. 2023 r. Mizhnarodna naukovo-praktichna konferenciya Problemi nadzvichajnih situacij. 143–144. {in Ukrainian}

4. Nosovskij A.V. (2019). On the prospects for the construction of new nuclear power plants. [Pro perspektivi budivnictva novih atomnih elektrostancij.]: Atomna energetika ta dovkillya. T. 15, № 3. 3-13. URL: https://doi.org/10.31717/2311-8253.19.3.1 (data zvernennya: 21.04.2025). {in Ukrainian}

5. Votinov M.A. (2025). Innovative technologies and modern tools in architectural and urban planning design and layout. [Innovacijni tehnologiyi ta suchasni instrumenti v arhitekturno-mistobudivnomu proyektuvanni ta maketuvanni.]: Scientific research: modern challenges and future prospects: The 7th International scientific and practical conference “Scientific research: modern challenges and future prospects”, m. Myunhen, 17–19 lyut. 2025 r. Myunhen. 175–179. {in Ukrainian}

6. Gladish Ye.O. (2023). Increasing the efficiency of construction of civil infrastructure facilities through BIM-modelling. [Pidvishennya efektivnosti budivnictva ob’yektiv civilnoyi infrastrukturi za rahunok BIM-modelyuvannya]:

URL: https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/19077 (date of access: 21.04.2025). {in Ukrainian}

7. Goncharenko T. (2021). BIM technologies as a tool for creating an information model of the life cycle of a construction object. [BIM-tehnologiyi yak instrument stvorennya informacijnoyi modeli zhittyevogo ciklu ob'yekta budivnictva]: Upravlinnya rozvitkom skladnih sistem. No. 47. 83-88. URL: https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.47.83-88 (data zvernennya: 21.04.2025). {in Ukrainian}

8. Kovalska G.L., Burlaka Yu.M. (2024). Features of the architecture of nuclear power plants. [Osoblivosti arhitekturi atomnih elektrostancij.]: Suchasni problemi Arhitekturi ta Mistobuduvannya, (68), 280–292. https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.280-292. {in Ukrainian}

9. Burlaka Yu. M. (2024). Factors and principles influencing the formation of functional and planning organisation of atomic electric stations. [Faktori ta principi, sho vplivayut na formuvannya funkcionalno-planuvalnoyi organizaciyi atomnih elektrostancij.]: Arhitekturnij visnik KNUBA, (30-31). 142-149. {in Ukrainian}

10. Burlaka Yu.M. (2023).Features of the formation of satellite cities of nuclear power plants [Osoblivosti formuvannya mist-suputnikiv Atomnih elektrostancij.]: Mistobuduvannya: problemi i perspektivi rozvitku: tezi dop. p'yatoyi naukovo-prakt. konf., m. Kiyiv, 25 kvit. 2023. Kiyiv. 53. {in Ukrainian}

11. Burlaka Yu.M. (2025). Main features of NPP satellite cities. [Osnovni osoblivosti mist-suputnikiv AES.]: Problemi i metodi vidnovlennya i rozvitku arhitekturno-mistobudivnogo seredovisha v Ukrayini: materiali naukovo-praktichnoyi konferenciyi, prisvyachenoyi do 95-richchya KNUBA, do 35-richchya kafedri dizajnu arhitekturnogo seredovisha, do 35-richchya kafedri teoriyi arhitekturi i arhitekturnogo proyektuvannya ta spivpraci z kafedroyu miskogo dizajnu ta planuvannya Tehnichnogo universitetu Darmshtadta (9 kvitnya 2025 roku, Kiyiv). – Kiyiv: KNUBA, 2025. – 79 p. (56). {in Ukrainian}

12. BIM for plant. Autodesk. URL: https://www.autodesk.co.uk/solutions/bim/plant-design (date of access: 20.11.2024). {in English}

13. Pro shvalennya Koncepciyi vprovadzhennya tehnologij budivelnogo informacijnogo modelyuvannya (VIM-tehnologij) v Ukrayini ta zatverdzhennya planu zahodiv z yiyi realizaciyi: Rozporyadzh. Kab. Ministriv Ukrayini vid 17.02.2021 № 152-r: stanom na 5 grud. 2024 r. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-r#Text (data zvernennya: 21.04.2025). {in Ukrainian}

14. Azarov S. I., Sidorenko V. L., Zadunaj O. S. (2020). Analysis of scenarios for the development of nuclear energy in Ukraine. [Analiz scenariyiv rozvitku yadernoyi energetiki Ukrayini.]: Problemi zagalnoyi energetiki. № 1. 31-37. URL: https://doi.org/10.15407/pge2020.01.031 (data zvernennya: 21.04.2025). {in Ukrainian}

15. Konshin V., Kvyatkovskij B. (2023). The Future of Nuclear Energy in Ukraine from the Point of View of Low-Carbon Economy Development. [Majbutnye yadernoyi energetiki ukrayini z poziciyi rozvitku nizkovuglecevoyi ekonomiki.]: Energetika: ekonomika, tehnika, ekologiya. № 2. URL: https://doi.org/10.20535/1813-5420.2.2023.279706 (data zvernennya: 21.04.2025). {in Ukrainian}

16. Kopishinska K. O., Shirokova I. S. (2019). Current state and prospects of innovative development of nuclear energy in Ukraine. [Suchasnij stan ta perspektivi innovacijnogo rozvitku atomnoyi energetiki ukrayini.]: Ekonomichnij visnik Nacionalnogo tehnichnogo universitetu Ukrayini «Kiyivskij politehnichnij institut». № 16. URL: https://doi.org/10.20535/2307-5651.16.2019.182742 (data zvernennya: 21.04.2025). {in Ukrainian}

17. Plant Vogtle Units 3 & 4. URL: https://www.bechtel.com/projects/vogtle-units-3-and-4/ (date of access: 26.11.2024).

18. AES Olkiluoto – Vikipediya. Vikipediya. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/AES_Olkiluoto (data zvernennya: 21.04.2025). {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.69-79
УДК 728.5

Васильєв Д.В.,
vasyliev@archimatika.com.ua, ORCID: 0009-0002-8051-162X,
к.арх., доцент **Гомон О.О.,**
gomon.oo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1949-5635,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМОГ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ З АПАРТАМЕНТАМИ

Сучасний розвиток міст в Україні супроводжується зростанням популярності нового формату тимчасового житла – апартаментів [1]. Однак на сьогодні існують деякі розбіжності у правовому статусі даного типу забудови, що ускладнює застосування будівельних норм, зокрема пожежної безпеки. Згідно з чинними нормативними документами, апартаменти відносяться до громадських будинків [2], що зумовлює відповідні вимоги до евакуаційних шляхів, які відрізняються від вимог до житлової забудови. У статті проаналізовано чинні нормативні вимоги до евакуаційних шляхів у громадських та житлових будівлях, виявлено проблеми їх застосування до апартаментів і запропоновано шляхи оптимізації норм з урахуванням безпеки мешканців апартаментів.

Ключові слова: апартаменти; будівельні норми; пожежна безпека; евакуаційні виходи; громадські будинки; житлові будинки.

Постановка проблеми. Відсутність чіткого визначення правового статусу апартаментів в Україні призводить до суперечностей у будівельних нормах. Наразі апартаменти класифікуються як громадські будинки [2], що змушує забудовників дотримуватися відповідних вимог до евакуаційних шляхів, відмінних від вимог до житлової забудови. Це спричиняє низку проблем, серед яких можна виокремити три основні:

1. Невизначеність нормативного регулювання – державні будівельні норми не містять окремих вимог для апартаментів. Зокрема ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» [3] регулює проєктування житлових будинків, але не визначає апартаменти як окремий тип житла. У чинному ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [2] апартаменти як тип приміщень не мають чіткого функціонального визначення, що створює нормативну невизначеність при формуванні проєктних рішень. З огляду на те, що апартаменти займають проміжне положення між житловими одиницями та готельними номерами, відсутність однозначного трактування у

нормативно-правовому полі ускладнює застосування будівельних і протипожежних вимог на етапі проектування та експлуатації. У ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [4] на даний момент відсутнє чітке нормативне визначення апартаментів як окремого функціонального типу приміщень. Це створює низку труднощів при оптимізації пожежних та будівельних вимог до таких об'єктів. Зокрема, не врегульовано, за якими критеріями слід класифікувати апартаменти – як житлові приміщення, готельні номери чи об'єкти іншого призначення. Через це виникає правова колізія при виборі нормативної бази для проєктування, розрахунку евакуації, вимог до вогнестійкості конструкцій, облаштування систем протипожежного захисту тощо. Відсутність чітких положень у ДБН щодо апартаментів ускладнює процес проєктування та погодження таких об'єктів із контролюючими органами, а також може негативно впливати на рівень забезпечення пожежної безпеки в експлуатації.

2. Суперечливі вимоги до евакуації – апартаменти часто розміщуються в будівлях, які за характеристиками, зокрема за кількістю людей на поверсі, ближчі до житлових будинків, ніж до громадської забудови, однак нормуються вимогами до громадської забудови.

3. Економічні витрати – дотримання чинних будівельних норм, передбачених для громадських будівель [2], призводить до зростання витрат на проєктування та будівництво апартаментів. Це у свою чергу, підвищує кінцеву вартість такого житла для покупців, знижуючи його доступність.

Метою статті є розробка пропозицій щодо змін у будівельні норми для проектування будівель з апартаментами, з урахуванням їх специфіки та реальних потреб безпеки мешканців, з оптимізацією вимог до евакуаційних шляхів.

Виклад основного матеріалу. В Україні пожежна безпека об'єктів будівництва регулюється ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [4]. Згідно з цим документом, кількість та розташування евакуаційних виходів залежать від призначення будівлі, її площі, поверховості та кількості людей, які одночасно перебувають у приміщеннях. Чинні нормативні документи класифікують апартаменти як громадські будинки, що визначає специфічні вимоги до їх проєктування та експлуатації. Зокрема, особлива увага приділяється забезпеченню безпечної евакуації людей у разі надзвичайних ситуацій. Для громадських будівель, до яких відносяться апартаменти, встановлено такі вимоги:

- кількість евакуаційних виходів, відповідно до Державних будівельних норм України, повинна складати не менше двох сходових клітин, що забезпечить альтернативні шляхи евакуації у разі блокування одного з виходів;

- ширина сходових маршів: у громадських будівлях ширина сходових маршів визначається залежно від кількості осіб, які можуть одночасно перебувати на поверсі. Згідно з ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [2], ширина сходових маршів повинна бути: не менше 1,35 м – якщо на поверсі перебуває понад 200 осіб, не менше 1,2 м – в інших випадках.

Ці вимоги спрямовані на забезпечення швидкої та безпечної евакуації всіх осіб, які перебувають у будівлі, у разі надзвичайної ситуації. На сьогоднішній день дотримання цих норм є обов'язковим при проєктуванні та будівництві громадських будівель, що гарантує безпеку відвідувачів та мешканців у разі надзвичайних подій.

Для житлових будівель вимоги до евакуаційних сходових кліток відрізняються залежно від поверховості та площі поверху будівлі, категорії пожежної небезпеки та інших факторів. В Україні ці вимоги регулюються державними будівельними нормами, зокрема: ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення [3], ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [4]:

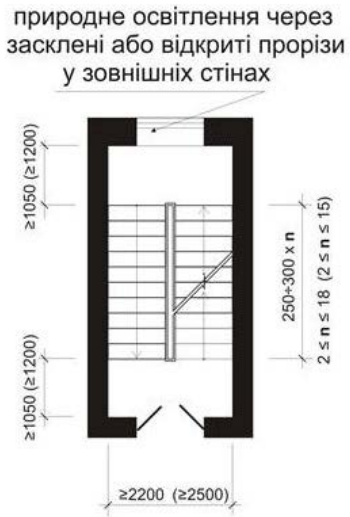
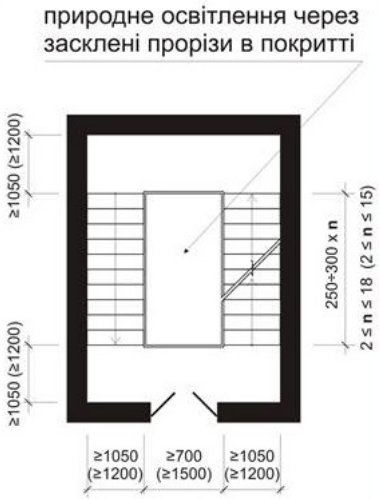
Сходові клітки	
Тип СК1	Тип СК2
	

Рис. 1. Планувальні схеми і мінімальні габарити сходів, призначених для евакуації. Наведені значення для житлових секційних, а в дужках – для галерейних та коридорних і для громадських будинків [6].

1. Кількість та тип сходових кліток:

- малоповерхові будинки (до 5 поверхів) – допускаються звичайні сходові клітки (СК) (рис.1);

- середньоповерхові будинки (5-9 поверхів) передбачають сходові клітки типу Н1 (із природнім освітленням через вікна) (п. 7.3.16 ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [4]) (рис.2);

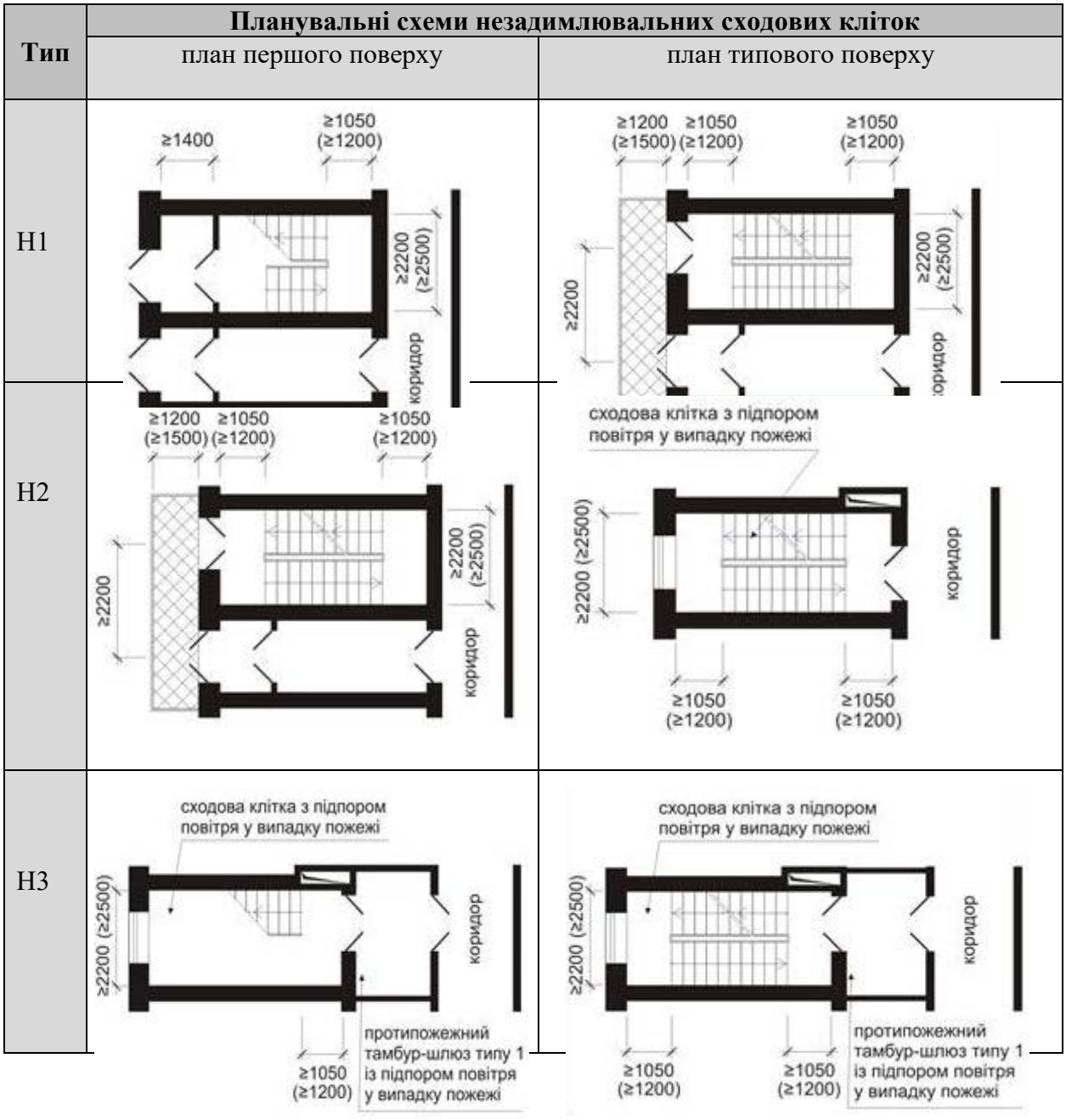


Рис. 2. Планувальні схеми незадимлюваних сходових кліток. Наведені мінімальні габарити для житлових секційних, а в дужках – для галерейних і коридорних та для громадських будинків [6].

- в багатоповерхових будинках (понад 9 поверхів) повинні бути незадимлювані сходові клітини типу Н2 або Н3 (п. 7.3.16 ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [4]) (рис.2).

2. Необхідність тамбурів-шлюзів та протидимного захисту:

- у висотних будівлях (понад 26,5 м) обов'язково передбачити незадимлювальні сходові клітки (Н2 або Н3) з підпором повітря (п. 10.2.7 ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [2] та п. 7.3.19 ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [4]);

- для підвищення пожежної безпеки застосовуються тамбур-шлюз або повітряні зони перед виходом до сходової клітки (п. 10.2.8. 10 ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [2]).

3. Виходи та евакуаційні шляхи:

- мінімальна ширина маршу – 1 м (п. 7.3.13 ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [4]), проміжна площадка у прямому марші сходів повинна мати ширину не менше 1 м (п. 10.1.10 ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [2] та п. 7.3.14 ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [4]. Оптимальна ширина сходових площадок повинна бути не менше ширини маршу. Ширина зовнішніх дверей повинна бути не менше ширини маршу сходів (п. 10.1.11 ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [2]);

- у будівлях вище 28 м з площею квартир на поверсі більше 500 м.кв. повинно бути щонайменше два евакуаційні виходи з кожного поверху.

З огляду на те, що апартаменти за своєю функцією та кількістю мешканців на поверсі тяжіють до житлової забудови, хоча і тимчасової, пропонуються такі зміни до будівельних норм (рис. 3):

1. Уточнення визначення апартаментів у нормативних документах:

- привести у відповідність визначення поняття «апартаменти» у чинних нормативно-правових актах. Зокрема, у ДБН В.2.2 20:2008 «Будинки і споруди. Готелі. Зі змінами №1» [7] апартаменти визначаються як номер (житлове приміщення), що містить окрім спальні також кухню та санвузол, і призначений для тимчасового проживання;

- доповнити інші відповідні ДБН (наприклад, ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» [3]) узгодженим визначенням апартаментів як типу тимчасового житла з урахуванням їх функціональних характеристик, що тяжіють до житлової забудови.

- установити критерії, за якими об'єкти з апартаментами можуть класифікуватися відповідно до рівня їх експлуатації та заселення, що визначають їх функціональність, комфорт та стиль, а саме: за загальною площею, за рівнем комфорту та за призначенням [1].

Рис. 3. Проєкт Апарт-готель “Silver Apart” у Трускавці, Україна [13].

2. Диференціація вимог до евакуації:

- для малоповерхових (до 5 поверхів) та середньоповерхових (5–9 поверхів) будівель із апартаментами застосовувати норми евакуаційних шляхів, подібні до житлових будинків. Але при цьому необхідно ввести додаткове обмеження щодо кількості мешканців на поверсі, адже відмінністю будівлі з

апартаментами може бути значно більша кількість номерів, ніж квартир у житловому будинку;

- для багатоповерхових будівель (понад 9 поверхів) передбачити обов'язкове обладнання незадимлюваних сходових клітин та альтернативних шляхів евакуації відповідно до вимог для житлових будівель.

3. Гнучкий підхід до ширини евакуаційних сходів:

- дозволити розрахунок необхідної кількості евакуаційних виходів не за жорсткими нормами для громадських будівель, а відповідно до фактичної місткості апартаментів.

4. Вимоги до протидимного захисту:

- для апартаментів у будівлях до 9 поверхів дозволити звичайні сходові клітини (СК або Н1), а для вищих будівель залишити вимоги до незадимлюваних сходових клітин (Н2, Н3);

- ввести можливість використання альтернативних систем димовидалення для апартаментів, аналогічно житловим будинкам.

5. Адаптація вимог до тамбурів-шлюзів:

- визначити мінімальні вимоги до наявності тамбурів-шлюзів для апартаментів, особливо у висотних будівлях, з можливістю їхнього застосування за необхідності, а не як обов'язкову вимогу.

Висновки. Розвиток ринку апартаментів в Україні стикається з низкою нормативних невизначеностей, що створює додаткові труднощі для забудовників і впливає на доступність такого житла для населення. Чинні будівельні норми класифікують апартаменти як громадські будівлі, що передбачає вимоги до евакуаційних шляхів відмінні від подібних вимог до житлової забудови. Такий підхід не враховує реальні умови експлуатації апартаментів, які в більшості випадків за функціональними характеристиками та чисельністю людей ближчі саме до житлової нерухомості. Аналіз нормативної бази свідчить, що діючі вимоги до евакуації для громадських будівель, зокрема щодо мінімальної кількості евакуаційних сходових клітин, ширини сходових маршів та особливостей протидимного захисту, не завжди є обґрунтованими для апартаментів. Вони значно перевищують аналогічні вимоги для житлових будинків, що призводить до збільшення витрат на проєктування та будівництво. Це, у свою чергу, впливає на кінцеву вартість апартаментів для споживачів та обмежує розвиток цього сегмента ринку нерухомості.

З метою оптимізації нормативних вимог пропонуються зміни до державних будівельних норм, узгодження визначення апартаментів у нормативних документах. Вимоги до евакуаційних шляхів для апартаментів доцільно адаптувати відповідно до стандартів житлових будинків, враховуючи

такі фактори, як висотність будівлі, щільність заселення та реальні ризики. Це дозволить досягти балансу між забезпеченням пожежної безпеки та економічною доцільністю будівництва.

Запропоновані зміни сприятимуть удосконаленню регулювання ринку апартаментів, зроблять їх будівництво більш ефективним та доступнішим для населення, при цьому гарантуючи необхідний рівень безпеки мешканців. Формування гнучкого нормативного підходу до апартаментів сприятиме розвитку будівельної галузі та дозволить більш раціонально використовувати міський простір у контексті сучасної урбаністики.

Список джерел

1. Васильєв Д.В., Гомон О.О. Апартаменти як новий формат тимчасового житла / Д.В. Васильєв, О.О. Гомон // Просторовий розвиток:науч.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2025. – Вип.11. – С. 30 - 38.

2. Громадські будинки та споруди. Основні положення: ДБН В.2.2-9:2018. – Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2018. – 43 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

3. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15:2019. – Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2019. – 47 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

4. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. – Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2016. – 41 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

5. Король В.П. Архітектурне проектування житла: Підручник / КНУБА. Київ: Саміт-книга, 2023. 314 с.

6. Горизонтальні вертикальні комунікації [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: URL: https://studopedia.su/13_56840_gorizontalni-y-vertikalni-komunikatsii.html

7. Будинки і споруди. Готелі. Зі змінами №1: ДБН В.2.2 20:2008. – Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2019. – 38 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

8. Ліпандін О.В. Апарт-готель як сучасний вид житла / О.В. Ліпандін, А. Й. Пекер / Архітектурний вісник КНУБА : наук.-виробн. зб. // Київ. нац. ун-т буд-ва і арх-ри: відп. ред. П. М. Куліков. – Київ : КНУБА, 2019. – Вип. 17 - 18. – С. 88 - 92.

9. Брідня Л.Ю. Класифікація готельних житлових одиниць у сучасних закладах тимчасового проживання / Л.Ю. Брідня // Архітектурний вісник КНУБА: науково-технічний збірник. – К. : КНУБА, 2015. – Вип. 5. – С. 334-341.

10. Гнесь І.П. Проблеми формування фонду орендного житла в Україні / І.П. Гнесь // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. сб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.; відп. ред. М. М. Дьомін. – Київ : КНУБА, 2010. – Вип. 24. – С. 287-299.

11. Яновицький Є.Л. Орендне житло в Україні. Принципи архітектурно-планувальної організації / Є.Л. Яновицький // Сучасні проблеми архітектури та містобудування : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.; відп. ред. М. М. Дьомін. – Київ: КНУБА, 2017. – Вип. 48. – С. 503 - 522.

12. Рогожникова Е.Е. Апартаменты – как новый тип временного жилья / Е.Е. Рогожникова // Сучасні проблеми архітектури та містобудування : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.; відп. ред. М. М. Дьомін. – Київ: КНУБА, 2009. – Вип. 21. – С. 291-295.

13. Апрт-готель «Silver Apart» у м. Трускавець, Україна [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: URL: https://www.silveraparthotel.com/?utm_source=googleads&utm_medium=cpc&utm_campaign=aparthotel&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwktO_BhBrEiwAV70jXmUrM0ZlG4W9129OZGvCF65BTVkOfSj0qEEtN5LbAYvfov2Fji2EnRoCwhQQAvD_BwE (дата звернення 08.04.2025).

Postgraduate **Dmytro Vasyliev,**
PhD in Architecture, Associate Professor **Olha Homon,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

OPTIMIZATION OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR BUILDINGS WITH APARTMENTS

The development of cities in Ukraine is accompanied by a growing popularity of apartments as a format of temporary housing. However, their legal status remains undefined, which creates difficulties in applying building regulations, particularly regarding fire safety and evacuation routes. Currently, apartments are classified as public buildings, which entails significantly stricter design requirements compared to residential buildings. This increases construction costs and reduces the availability of such housing for the population.

The article analyzes the current state building codes (DBN) related to fire safety, particularly the requirements for evacuation routes in public and residential buildings. It has been found that the norms applied to apartments do not reflect their actual functionality. For example, according to DBN B.2.2-9:2018 “Public Buildings and Structures. Basic Provisions” [2], public buildings must be equipped with at least two evacuation stairwells, wider stair flights (1–1.35 m), and mandatory smoke

protection systems. At the same time, similar residential buildings are subject to less stringent requirements, which allows for optimized construction costs.

The article proposes amendments to the state building codes to adapt the requirements for apartments in accordance with their actual conditions of use. The proposed changes will help create a more flexible regulatory framework that corresponds to the real operational conditions of apartments. This will optimize construction costs, make housing more affordable for consumers, while maintaining the necessary level of fire safety.

Keywords: apartments; building codes; fire safety; evacuation exits; public buildings; residential buildings.

REFERENCES

1. Vasyliev D., Homon O. (2025). Apartamenty yak novyy format tymchasovoho zhytla [Apartments as a new format of temporary housing solution] / D. Vasyliev, O. Homon// Prostorovji rozvytok: nauk.-tekhn. zbirnyk. – K.: KNUBA. – Vyp. 11, S. 30-38. {in Ukrainian}

2. Hromads′ki budynky ta sporudy. Osnovni polozhennya [Buildings and structures. Public buildingsand structures]: DBN V.2.2-9:2018. – Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrbudinform», 2018. – 43 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

3. Zhytlovi budynky. Osnovni polozhennya [Residential buildings. Substantive provisions]: DBN V.2.2-15:2019. – Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrkhbudinform», 2019. – 47 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

4. Pozhezhna bezpeka ob″yektiv budivnytstva. Zahal′ni vymohy (2016). [Fire safety of construction objects. General requirements]: DBN V.1.1-7:2016. – Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrbudinform», – 41 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

5. Korol V.P. (2023). Arkhitekturne proektuvannya zhytla [Architectural design of housing] / V. Korol // Pidruchnyk. – Kyyiv: Samit-knyha, 314 s. {in Ukrainian}

6. Horyzontal′ni vertykal′ni komunikatsiyi [Horizontal vertical communications] [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu do resursu: URL: https://studopedia.su/13_56840_gorizontalni-y-vertikalni-komunikatsii.html {in Ukrainian}

7. Budynky i sporudy. Hoteli. Zi zminamy №1 [Buildings and buildings Hotels]: DBN V.2.2 20:2008. – Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrbudinform», 2019. – 38 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

8. Lipandin O.V. (2019). Apart-hotel′ yak suchasnyy vyd zhytla [Apartment hotel as a modern type of housing] / O.V. Lipandin, A.J. Peker //Arkhitekturnyy visnyk KNUBA: nauk.-vyrobn. zb. // Kyyiv. nats. un-t bud-va i arkh-ry: vidp. red. P. M. Kulikov. – Kyyiv : KNUBA. – Vyp. 17 - 18. – S. 88 – 92. {in Ukrainian}

9. Bridnya L.Yu. (2015) Klasyfikatsiya hotel′nykh zhytlovykh odynyts′ u suchasnykh zakladakh tymchasovoho prozhyvannya [Classification of hotel residential units in modern temporary accommodation facilities] / L.Yu. Bridnya // Arkhitekturnyy visnyk KNUBA: naukovo-tekhnichnyy zbirnyk. – K.: KNUBA. – Vyp. 5. – S. 334-341. {in Ukrainian}

10. Gnes, I.P. (2010). Problemy formuvannya fondu orendnoho zhytla v Ukrayini [Problems of forming a fund of rental housing in Ukraine] / I. P. Gnes // Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya : nauk.-tekhn. sb. / Kyyiv. nats. un-t bud-va i arkhit.: vidp. red. M.M. Domin. – Kyyiv: KNUBA. – Vyp. 24. – S. 287-299. {in Ukrainian}

11. Yanovytskyi E.L. (2017). Orendne zhytlo v Ukrayini. Pryntsypy arkhitekturno-planuval′noyi orhanizatsiyi [Rental housing in Ukraine. Principles of architectural and planning organization] / E.L. Yanovytskyi // Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya: nauk.-tekhn. zb. / Kyyiv. nats. un-t bud-va i arkhit.; vidp. red. M.M. Domin. - Kyyiv: KNUBA. – Vyp. 48. – S. 503 – 522. {in Ukrainian}

12. Rogozhnikova E.E. (2009). Apartamenty – kak novyy typ vremennoho zhyl′ya [Apartments as a new type of temporary housing]/ Rogozhnikova E. E. // Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya: nauk.-tekhn. zb. / Kyyiv. nats. un-t bud-va i arkhit.; vidp. red. M.M. Domin. - Kyyiv: KNUBA. – Vyp. 21. – S. 291-295. {in Ukrainian}

13. Proekt Aprt-hotel′ “Silver Apart” u m. Truskavets′, Ukrayina [Project Apartment Hotel “Silver Apart” in Truskavets, Ukraine] [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu do resursu: URL: https://www.silveraparthotel.com/?utm_source=googleads&utm_medium=cpc&utm_campaign=aparthotel&gad_sour {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.80-97
УДК 504.1

Джамалов А.А.,
Dzhamalov.anar@gmail.com, ORCID: 0009-0009-3192-4277,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИ ЗАХИСТУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД.

Розглядаються сучасні методи захисту міського середовища від шумового забруднення з акцентом на інтеграцію містобудівних, архітектурно-планувальних, інженерних та ландшафтних рішень. Проведено аналіз нормативної бази України, окреслено основні проблеми, що виникають при впровадженні шумозахисних заходів, наведено приклади успішної реалізації методів зниження міського шумового забруднення, як із зарубіжного, так і з українського досвіду.

Ключові слова статті: міське шумове забруднення; захист від шуму; містобудування, методи зниження шуму, ландшафтна архітектура.

Постановка проблеми. Шумове забруднення є одним із ключових чинників, що знижують комфортність умов проживання міського населення. Інтенсифікація транспортних потоків, зростання промислових потужностей, активний розвиток міської інфраструктури та збільшення рівня урбанізації сприяють підвищенню рівня акустичного навантаження.

Дослідження показали [1], що шум негативно впливає на якість сну, викликає денну сонливість, сприяє виникненню роздратування та підвищує ризик розвитку гіпертонії й серцево-судинних захворювань. Встановлено, що шум чинить значний вплив як на біологічні види, так і на навколишнє середовище.

Міський шум є актуальною проблемою для сучасних міст, яка вимагає впровадження комплексних заходів для його регулювання. Це стосується не лише захисту житлових приміщень, а й забезпечення акустичного комфорту на великих міських та прибудинкових територіях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз публікацій та діючих нормативних документів [2-9] допоміг узагальнити результати різноманітних досліджень, щодо впровадження методів шумового зниження. Сучасні наукові роботи в галузі зниження шумового забруднення в міському середовищі демонструють значний розвиток як традиційних, так і інноваційних методів захисту. Дослідники з різних країн акцентують увагу на комплексному підході,

який поєднує застосування зелених насаджень, інженерно-технічних заходів та містобудівного планування.

Численні дослідження [12-20] підкреслюють необхідність врахування локальних кліматичних особливостей, економічних чинників та специфіки міського середовища при розробці і впровадженні шумозахисних заходів. Комплексний підхід, який включає як технічні, так і організаційні рішення, демонструє найвищу ефективність у зниженні шумового навантаження.

Метою дослідження є огляд існуючих методів захисту від шумового забруднення у сучасній містобудівній практиці.

Відповідно до теми дослідження були сформовані наступні цілі роботи:

1. Проаналізувати та зробити огляд на головні методи зниження шуму, надати по кожному методу основні переваги та недоліки.
2. Надати оцінку використання зелених насаджень, як вагомий метод ландшафтної архітектури для зниження шуму міського середовища.

Виклад основного матеріалу. Перші дослідження та спроби нормування міського шумового забруднення почались в середині 30-х років XX століття в США та Великій Британії. По результатам цих досліджень в кінці 1972 року конгрес США прийняв «Закон про регулювання шуму» [11] передбачивши бюджет в 21 млн. доларів для його реалізації. З того часу в багатьох європейських країнах починаються пошуки методів боротьби з шумовим забрудненням в містах, вивчається характер розподілення рівнів шуму у часі, методи його вимірювання, оцінка та аналіз, розробляється методи боротьби з шумом в міській забудові.

За останні десятиліття середній рівень шуму в мегаполісах збільшився з початкових 45–65 дБ до 75–105 дБ, що перевищує сучасні нормативні вимоги щодо шумового навантаження та створює серйозну загрозу для акустичного комфорту населення [16].

Згідно наказу Міністерства Охорони Здоров'я України, №463 від 22.02.2019 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови» [11] допустимі рівні шуму складають: вдень з 8:00 ранку до 22:00 допустимий рівень шуму не повинен перевищувати 55 дБА; вночі з 22.00 до 8.00 – 45 дБА.

Відповідно до ДБН В.1.1-31:2013 [3] вимоги допустимого рівня шуму в прибудинковій території, табл. 1.

Досягти суттєвого зменшення шумового навантаження можливе лише завдяки комплексному підходу до шумозахисту, який включає раціональне використання існуючих методик та пошуку нових заходів.

Таблиця 1.

Допустимі рівні шуму, згідно ДБН В.1.1-31:2013.

Ч.ч	Призначення приміщення або території	Час доби	Рівні звукового тиску $L_{доп}$, дБ (еквіваленті рівні звукового тиску $L_{екв\ доп}$, дБ) в октавних смугах з середньогеометричними частотами, Гц									Рівень звуку $L_{A\ доп}$ (еквівалентний), дБА	Максимальний рівень звуку $L_{Амакс\ доп}$, дБА
			31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
25	Територія, яка безпосередньо прилягає до житлових будинків	Денний	89	75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
		Нічний	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Рис. 1. Блок-схема методик боротьби з шумом.

Архітектурно-планувальні рішення:

Під час розробки планувальної структури міста важливо передбачити чітке функціональне зонування територій. Зокрема, необхідно відокремлювати житлові райони та рекреаційні зони від промислових територій та інших об’єктів із підвищеним рівнем шуму, таких як аеропорти, вокзали, морські порти та промислові підприємства. Також важливим є проектування швидкісних та вантажних доріг в обхід житлових масивів. Врахування санітарно-захисних зон відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та

забудова території» [10] та ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків та споруд від шуму» [4] і ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 «Настанова з розрахунку та проектування засобів захисту сельбищної території від шуму» [5].

Значні зміни у поширенні шуму вносять розриви в 30-40 м між будинками, що екранують. Периметральна забудова мікрорайонів утворює область звукової тіні, де рівні звуку можуть бути нижчими, ніж на відкритих територіях на 20-25 дБА, у такого прийому забудови є недолік - усі приміщення будівлі орієнтовані на джерельні шуми прибувають у важких акустичних умовах.

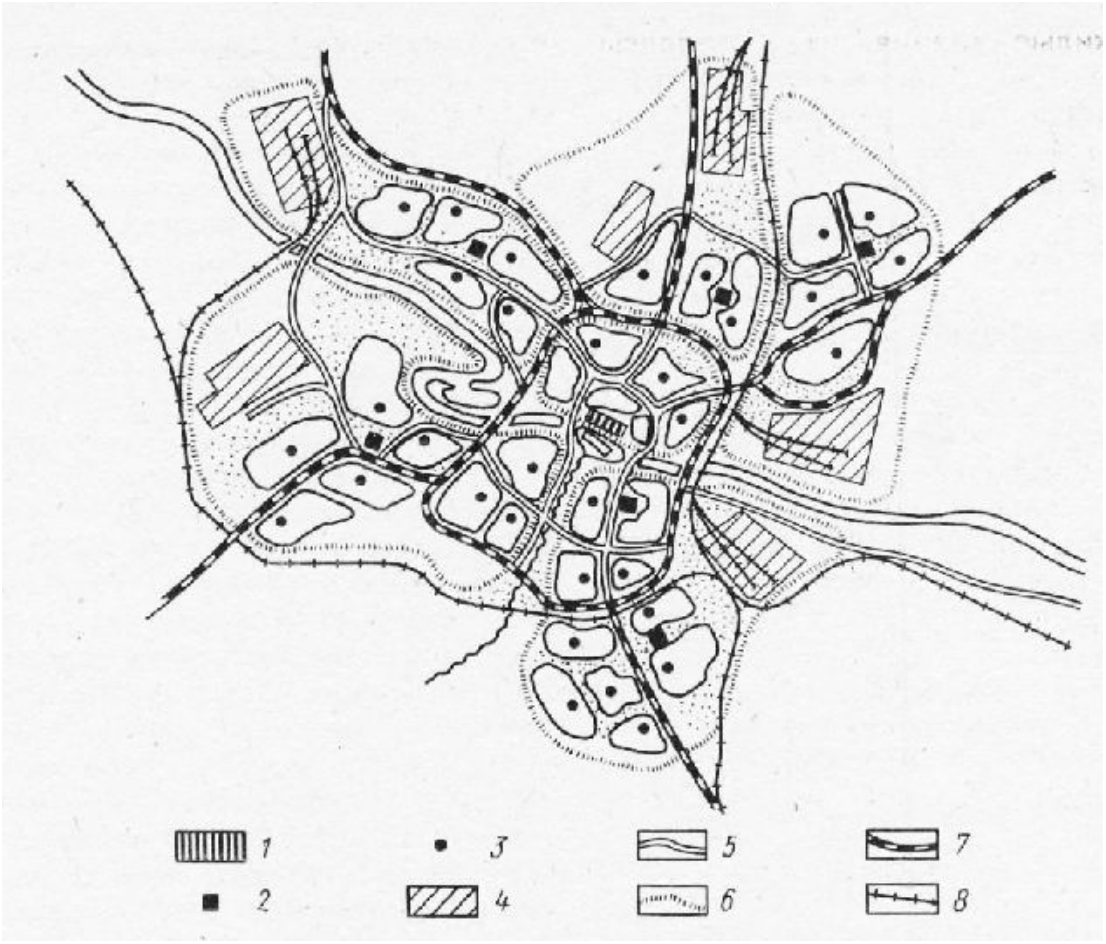


Рис. 2. Принципова планувальна структура великого міста.
1 - центр міста; 2 - центри міських районів; 3 - центри житлових районів;
4 - промислові території; 5 - магістральні вулиці загальноміського та районного значення; 6 — межа міського району; 7 - міська швидкісна дорога;
8 – залізниця

При розміщенні шумових об'єктів на генеральному плані важливо враховувати напрямки панівних вітрів, аби потоки повітря спрямовували шум від міста, а не у зворотному напрямку. Проте в межах 50 м вплив вітру на рівень шуму не є значним, тоді як відстань понад 350 м забезпечує суттєве зниження шумового навантаження у напрямку, протилежному до вітру.

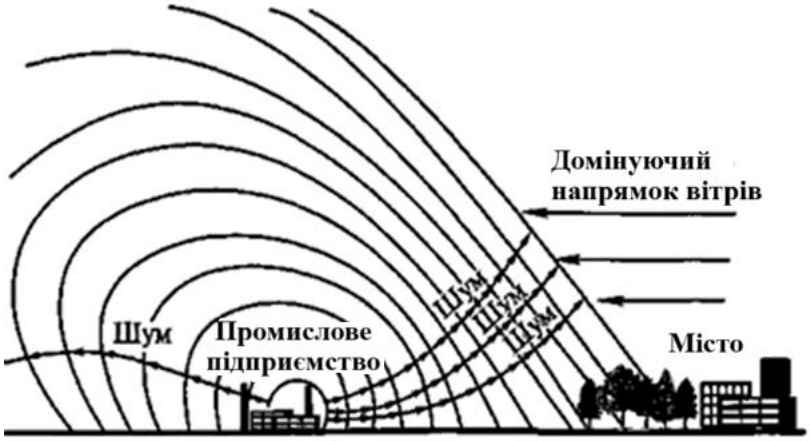


Рис. 3. Розташування заводу стосовно населеного пункту.

Ефективним прийомом є поступове збільшення висотності будівель у напрямку від магістральних вулиць углиб мікрорайонів, що сприяє оптимальному розподілу функціональних зон між основними транспортними потоками. Поблизу магістралей розміщують нежитлові споруди, які формують шумозахисний екран.

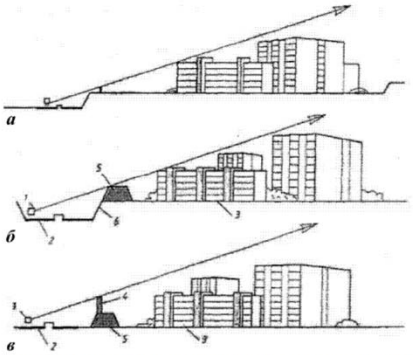


Рис. 4. Типи комбінованих шумозахисних екранів.
а- виїмка з стінкою; б – виїмка з насипом; в – насип з стінкою.

Ще одним архітектурно-планувальним рішенням для зменшення шумового впливу є функціональне зонування внутрішнього простору будинків. Досягти ефекту шумозахисту можна завдяки розміщенню коридорів, кухонь та ванних кімнат уздовж фасадів, що межують із шумними магістралями, тоді як житлові приміщення, зокрема спальні та кімнати для відпочинку, орієнтують на внутрішній двір.

Головний мінус даного методу, що при проєктуванні будівель із підвищеним рівнем захисту від шуму є дотримання нормативних вимог [22] щодо природного освітлення. Житлові приміщення потребують ширшого віконного фронту порівняно з допоміжними кімнатами, що особливо актуально для багатокімнатних квартир. Одним із варіантів вирішення цієї проблеми є проєктування багаторівневих квартир, однак така схема суттєво обмежує універсальність планувальних рішень, оскільки вимагає чітко визначеної

орієнтації вікон, що може ускладнювати їх розміщення вздовж магістральних вулиць.

Ландшафтна архітектура:

На поширення шуму в приземному просторі впливають зелені насадження - основний інструмент ландшафтної архітектури. У зелених насадженнях звукові хвилі, наштовхуються на перешкоди - листя, голки (хвойні породи), гілки та стовбури дерев, звукові хвилі згинаються та поглинаються. Рекомендації про закономірність зниження шуму в місті надаються в ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 «Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій» [8].

Таблиця 2.

Зниження рівнів звуку смугами зелених насаджень, ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013.

Схеми улаштування смуг зелених насаджень (рис. 5)	Шумозахисна ефективність смуг зелених насаджень $\Delta L_{Арайон}$, дБА, у вегетативний зоні території України		
	I	II	III
Схема 1	1	1.5	2
Схема 2-4	1.5	2	2.5
Схема 5	2	2.5	3
Схема 6	2.5	3	3.5
Схема7	5.5	6	6.5

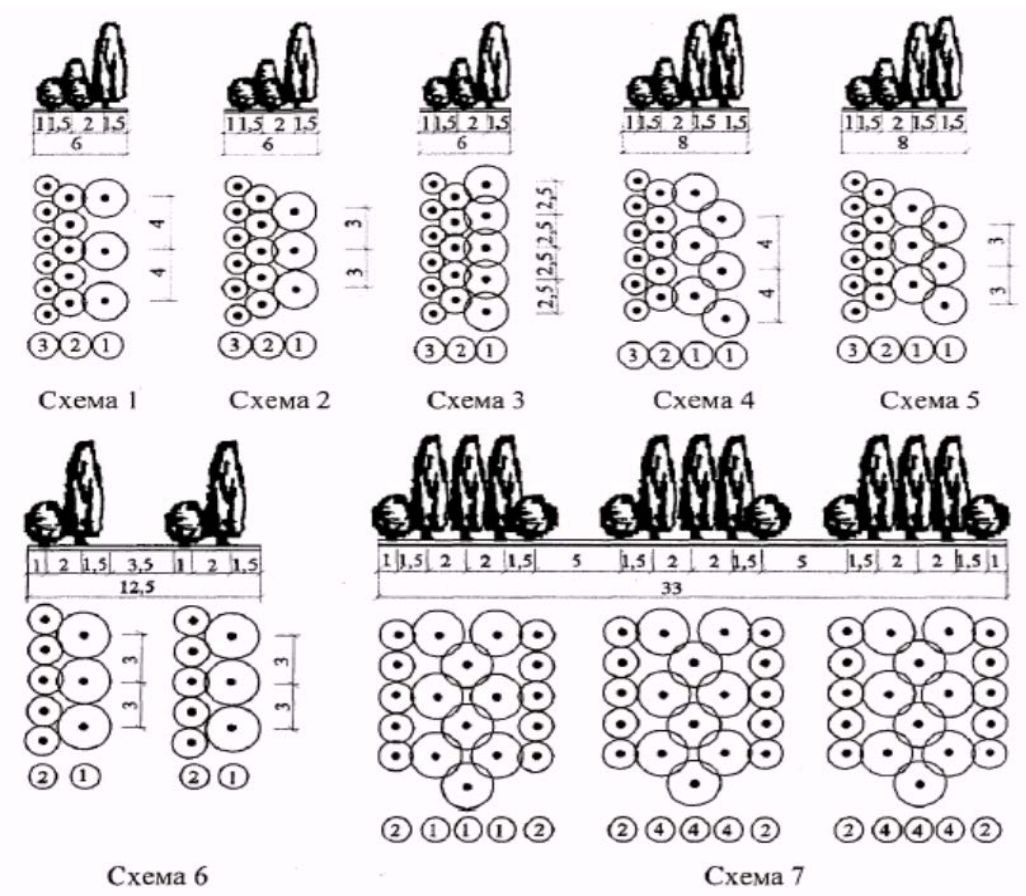


Рис. 5. Схеми улаштування шумозахисних смуг зелених насаджень.
Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013.

Ефект зниження шуму за смугами зелених насаджень залежить від спектрального складу шуму, від конструкції, віку, щільності та дендрологічного складу посадок. Існуючі дослідження зниження шуму зеленими насадженнями, виявили, що ефективніше зелені насадження справляються з шумом високих частот (від 800 до 20 000 Гц).

Звичайні посадки з просвітами між кронами дерев та вільним простором між стовбурами, через які можна переглядати предмети, розташовані за смугою зелених насаджень, майже не дають шумозахисного ефекту.

Озеленення парків, алеї та інших просторів, демонструє позитивний вплив на зниження міського шумового навантаження. Природні насадження не тільки поглинають звук, але й створюють візуальний комфорт, сприяють покращенню якості повітря та підвищенню загального рівня екологічності міського середовища. Проте, традиційні методи мають певні обмеження:

- Потреба в значній площі: для створення ефективного шумозахисного бар'єру необхідна велика площа, що може бути недоступною у щільно забудованих міських районах.
- Довгостроковий період формування ефекту: молоді насадження спочатку мають невелику щільність і не забезпечують належного рівня шумозахисту, поки рослини не досягнуть відповідної висоти та густоти.

Для зниження рівня шуму в замкнутих дворах та на вузьких вулицях з обмеженою площею, доцільно використовувати вертикальне озеленення будівель та дахів, яке зменшує площу поверхні фасаду, що відбиває звукові хвилі.

Основні переваги вертикального озеленення та дахів полягають у наступному:

Економія простору: використання вертикальних поверхонь і покрівлі дозволяє інтегрувати зелений покрив у щільно забудовані райони, де прибудинкові простори є обмеженими.

Швидке формування зеленого бар'єру: завдяки використанню спеціалізованих систем (наприклад, модульних зелених стін), ефект зниження рівня шуму може спостерігатися вже на початкових етапах встановлення, не чекаючи, поки рослини досягнуть повного розвитку.

Естетична складова: вертикальні зелені конструкції значно покращують візуальне сприйняття міського простору, сприяють зниженню психологічного стресу та створюють умови для більш комфортного проживання.

Застосування зелених насаджень для зниження шумового забруднення є перспективним і комплексним методом, що дозволяє забезпечити як акустичний комфорт, так і покращення екологічного стану міського середовища. Традиційне озеленення сприяє створенню широких зелених зон,

що поглинають звукові хвилі, проте його ефективність обмежена вимогами до великої площі. У свою чергу, вертикальне озеленення дозволяє інтегрувати зелений покрив у щільно забудовані міські зони, забезпечуючи швидкий ефект шумозахисту та економію простору.

Застосування в'юнких рослин на фасадах будівель сприяє стабілізації їх температурного режиму, зменшуючи перегрів стін, що особливо актуально для південних регіонів. Такі рослини також обмежують проникнення пилу в приміщення, забезпечують зволоження повітря, знижують силу вітру та шум, створюючи більш комфортний внутрішній мікроклімат. На сьогодні в українському законодавстві відсутні як нормативні, так і рекомендаційні документи щодо організації вертикального озеленення, а також не існує єдиної класифікації його елементів, незважаючи на багаторічний досвід застосування цього підходу [17-19].

Малі архітектурні форми, такі як водні елементи (фонтани, водоспади та штучні водойми) відіграють важливу роль у зниженні шумового забруднення міського середовища завдяки їх здатності генерувати «білий шум». Дослідження у сфері акустики свідчать, що шум води має рівномірний спектр частот, який ефективно маскує небажані звуки, такі як шум транспорту, промислових об’єктів або людських потоків. Зокрема, динамічні водні потоки створюють природний фон, що знижує контраст між фоновими та імпульсними шумами, тим самим сприяючи поліпшенню акустичного комфорту.

Важливим аспектом є також взаємодія водних елементів із навколишнім середовищем. Наприклад, у парках і громадських просторах вони не лише виконують естетичну та рекреаційну функції, а й сприяють покращенню психоемоційного стану населення [21]. Згідно з європейським досвідом, інтеграція фонтанів та водоспадів у містобудівні концепції дозволяє створювати акустично оптимізовані зони, що підвищують якість життя міських жителів.

Інженерно-технологічні рішення:

Шумозахисні екрани – конструкції з бетону, скла, металу або рослинності для зменшення поширення шуму. Ефективність шумозахисних екранів (ШЕ) досягає до 20-25 дБ, вони швидко і легко монтуються, не потребують постійного обслуговування, на даний час мають велику базу типових рішень, можуть бути унікальними і вписуватись в будь-яку частину сучасного міста. У розробці системи шумозахисту враховують необхідне зниження рівня шуму, вибір конструкцій для бар'єрів залежить від ефективності заходів та їх вартості, а також враховується безпека, спосіб експлуатації та естетика [6].

Шумопоглинаючі покриття доріг – використання пористого асфальту, що знижує рівень шуму від транспорту. Невеликі порожнечі у верхньому шарі

дорожнього покриття завтовшки близько 4 сантиметрів здатні ефективно поглинати шум. Змінивши склад суміші в частині мінеральних компонентів і виключивши з неї дрібний щебінь, німецькі шляховики досягли того, що об'єм порожнеч у такому пористому асфальтовому покритті досягає 25%, тоді як у звичайних асфальтових покриттях він становить лише близько 6%. Для цього рішення треба шукати компроміс між шумопоглинанням довговічністю в експлуатації та безпеки водіїв. Через декілька років експлуатації пори можуть забитися брудом та пилом, що призведе до зменшення ефективності поглинання шуму майже до нуля. Вода взимку може розривати покриття, під час замерзання, що буде вимагати постійних затрат на підтримання покриття в належному стані.

Нормативно-правові заходи:

Нормативно-правові заходи відіграють ключову роль у регулюванні шумового забруднення міського середовища. Вони забезпечують встановлення граничних рівнів шуму, контроль за їх дотриманням та впровадження санкцій за порушення. Регуляторна політика у цій сфері базується на законодавчих актах, будівельних нормах та екологічних стандартах, що сприяють гармонійному розвитку міст з урахуванням акустичного комфорту населення.

Одним із найефективніших інструментів боротьби з шумом є обмеження швидкості транспорту у житлових районах та поблизу соціально значущих об'єктів (шкіл, лікарень, рекреаційних зон). Згідно з дослідженнями [22], зниження швидкості автомобілів з 50 до 30 км/год може зменшити рівень шуму на 2-3 дБА, що суттєво покращує акустичний комфорт міського середовища. Впровадження подібних заходів є обов’язковим у багатьох європейських містах, де діє концепція "тихих зон" (Quiet Zones), що передбачає суворе регулювання руху транспортних засобів з метою мінімізації шумового навантаження.

Ще одним важливим заходом є заборона руху вантажного транспорту у певні години, особливо у нічний час. Доведено, що саме важкі транспортні засоби генерують найбільш інтенсивні низькочастотні шуми, які мають високу проникну здатність і можуть негативно впливати на якість сну та загальний психоемоційний стан мешканців. У багатьох країнах Європи, таких як Німеччина та Франція, впроваджені обмеження на рух вантажного транспорту у житлових районах у період з 22:00 до 06:00. В Україні подібна практика ще не є широко розповсюдженою, хоча впровадження таких обмежень у великих містах могло б суттєво зменшити рівень нічного шумового навантаження.

Важливим аспектом державного регулювання є контроль рівня шуму та впровадження штрафів за його перевищення. Ефективний моніторинг передбачає використання стаціонарних і мобільних шумових датчиків, які

дозволяють фіксувати рівень шумового забруднення в режимі реального часу. У країнах Європейського Союзу діє Директива 2002/49/ЄС, що зобов'язує великі міста створювати акустичні карти шуму, які дозволяють визначати найпроблемніші ділянки та розробляти заходи щодо зниження шумового впливу. В Україні відповідні ДБН (ДБН В.1.1-31:2013 "Захист територій, будинків і споруд від шуму") передбачають контроль шумового впливу, однак відсутність систематичного моніторингу та недостатнє фінансування цієї сфери значно знижує ефективність таких заходів.

Інноваційні методи:

"Розумні міста" – впровадження сенсорів для моніторингу шуму та адаптивного управління транспортом. Концепція "розумних міст" передбачає інтеграцію сучасних цифрових технологій для покращення якості життя мешканців та мінімізації негативного впливу урбанізованого середовища, зокрема шумового забруднення. Одним із ключових інструментів управління акустичним середовищем у містах є впровадження сенсорних систем моніторингу шуму, що дозволяють у режимі реального часу відстежувати рівень акустичних навантажень у різних районах. Такі системи складаються з мережі датчиків, які фіксують рівень шуму, аналізують джерела його виникнення та передають дані в централізовані міські системи управління.

На основі отриманих даних здійснюється адаптивне управління транспортними потоками, що є одним із найефективніших способів зменшення шумового забруднення. Наприклад, технології "розумного світлофора" дозволяють регулювати інтенсивність руху залежно від часу доби та рівня навантаження на дорожню мережу, тим самим мінімізуючи акустичний дискомфорт. Також можливе введення динамічного зонування міста, коли у певні години доби доступ до шумочутливих районів обмежується для транспорту з високим рівнем шуму.

Досвід європейських країн свідчить [23], що використання інтелектуальних систем моніторингу шуму дозволяє не лише знижувати його рівень, а й сприяє прийняттю науково обґрунтованих рішень у сфері містобудування та екологічної політики. Таким чином, інтеграція цифрових технологій у міське планування є перспективним напрямом у створенні комфортного та сталого міського середовища.

Електротранспорт та розвиток громадського транспорту. Завдяки розвитку мережі громадського транспорту, включаючи швидкісні трамваї та електробуси, зменшується потреба у використанні приватного автотранспорту, що не лише знижує рівень шуму, а й позитивно впливає на екологічний стан міських територій.

Одним із перспективних методів боротьби з шумовим забрудненням у містах є використання шумопоглинаючих і шуморозсіюючих фасадів, що виступають активними елементами акустичного захисту в урбанізованому просторі. Даний підхід ґрунтується на використанні спеціальних конструктивних та облицювальних матеріалів, здатних мінімізувати рівень шумового навантаження шляхом поглинання або розсіювання звукових хвиль.

Сучасні дослідження у сфері архітектурної акустики підтверджують [24], що фасадні поверхні будівель відіграють ключову роль у поширенні міського шуму. Традиційні гладкі фасади сприяють відбиттю та концентрації шумових хвиль, що погіршує акустичний стан середовища та створює додаткові джерела шумового забруднення за рахунок вторинного відбиття звуку. Використання спеціально розроблених шумопоглинаючих матеріалів дозволяє ефективно нейтралізувати цей ефект, перетворюючи частину акустичної енергії в теплову або спрямовуючи звукові хвилі у безпечніші зони.

Шумопоглинаючі фасади переважно виготовляються з перфорованих панелей, багатошарових звукопоглинаючих матеріалів, мінераловатних наповнювачів або акустичних мембран. Вони функціонують за принципом пористих та резонансних поглиначів, які сприяють зменшенню рівня шуму шляхом поглинання широкого спектру звукових частот. Дослідження показують, що подібні конструкції можуть знижувати рівень шуму на 5-15 дБ, що є суттєвим показником для міських умов.

Рис. 6. Типи перфорації: наскрізне пробивання, просічне видавлювання (Париж, Лілль, Франція).

Шуморозсіюючі фасади, на відміну від шумопоглинаючих, працюють за іншим принципом – вони не поглинають акустичну енергію, а змінюють

напрям поширення звукових хвиль, зменшуючи інтенсивність їх впливу на захищені території. Основними конструктивними рішеннями для таких фасадів є рельєфні поверхні, багаторівневі панелі та структуровані облицювання, які сприяють дифракції та дифузії звукових хвиль. Найефективнішими вважаються фасади з глибокими ніша ми, еркерами, балконами, декоративними виступами, які знижують ефект вторинного відбиття шуму.

Рис. 7. Рельєфна поверхня фасаду, створена у вигляді архітектурних елементів.

Застосування цих технологій особливо актуальне в густонаселених районах з високим рівнем автомобільного та громадського транспорту. Наприклад, у країнах Західної Європи, зокрема в Німеччині та Нідерландах, шумопоглинаючі панелі активно використовуються для облицювання будівель, розташованих поблизу автомагістралей, залізничних колій та промислових зон. Подібні рішення дозволяють не лише покращити акустичні характеристики середовища, але й створювати естетично привабливі фасади, що підвищують архітектурну якість міського простору.

Отже, застосування шумопоглинаючих і шуморозсіюючих фасадів є ефективним методом зниження шумового навантаження у міському середовищі. Вони поєднують у собі функціональність, естетику та екологічну ефективність, що робить їх перспективними для подальшого розвитку у сфері сталого містобудування та архітектури.

Висновки з даного дослідження.

Методи зниження рівня шумового забруднення у міському середовищі повинні бути комплексними і включати в себе містобудівні, архітектурно-планувальні, інженерно-технічні рішення, а також благоустрою і озеленення. У кожного окремого методу зниження рівня шуму є свої переваги та недоліки, тому комплексний підхід дозволяє більш оптимально вирішувати питання, та

підсилювати переваги, зменшуючи недоліки кожного окремого методу. Необхідно витримувати баланс між акустичним комфортом, доцільним використанням територій та зонуванням міста, економічними аспектами, ландшафтом та іншими показниками архітектури та містобудування.

В Україні спостерігаються спроби впровадження рішень, щодо зниження рівнів шуму в місті, для цього існують:

- Нормативні вимоги та рекомендації.
- Вимоги до проектування житлових районів з врахуванням функціонального зонування та розташування об’єктів вздовж внутрішніх дворів.
- Використання озеленення та будівельних конструкцій, що сприяють зниженню рівня шуму.

Проте, існують і проблеми – недостатнє фінансування, застарілі технології та фрагментарність містобудівних заходів, що потребують подальшої оптимізації. Відсутність прозорого і перманентного моніторингу рівнів шуму в місті з подальшим адміністративним регулюванням. Моніторинг дозволяє на базі генерального плану формувати карту шуму міста, яку застосовують для проектування нових кварталів та впровадження методів зниження шуму в місті.

Список джерел

1. Eva M., Anderssona, Mikael Ögrena, Peter Molnára, David Segerssonc, Annika Rosengrend, Leo Stockfelta. Road traffic noise, air pollution and cardiovascular events in a Swedich cohort. Environmental Research 185. – 2020. 109446. - [Електронний ресурс]. URI: https://www.researchgate.net/publication/340331467_Road_traffic_noise_air_pollution_and_cardiovascular_events_in_a_Swedish_cohort (дата звернення 31.03.25).

2. ДБН Б.2.2-12:2019: Планування та забудова території. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2019. 185 с.

3. ДБН В.1.1-31:2013: Захист територій, будівель і споруд від шуму. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 54 с.

4. ДСТУ-Н Б В.1.1-32:2013: Настанова з проектування захисту від шуму в приміщеннях засобами звукопоглинання та екранування. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 43 с.

5. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013: Настанова з розрахунку та проектування засобів захисту сельбищної території від шуму. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 46 с.

6. ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013: Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огороджувальних конструкцій житлових і громадських будинків. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 75 с.

7. ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013: Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – Київ, 2014. 53 с.

8. Наказ Міністерства Охорони Здоров'я України, №463 від 22.02.2019 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови». [Електронний ресурс]. URI: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text (дата звернення: 31.03.25).

9. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища". [Електронний ресурс]. URI: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text (дата звернення: 31.03.25).

10. ДБН В.2.2-15:2019: Житлові будинки. Основні положення. Міністерство розвитку громад та території України. – Київ, 2020. 42 с.

11. A. Bill To control the generation and transmission of noise detrimental to the human environmental and for other purposes. S. 1016, 1972. [Електронний ресурс]. URI: https://www.ebsco.com/research-starters/history/noise-control-act-1972 (дата звернення: 31.03.25).

12. Царик Л.П. Геокологічні параметри компонентів навколишнього середовища міста Тернополя / Царик Л.П., Царик П.Л. Яновська Л.В., Кузик І.Р. // Конструктивна географія і геоекологія. Наукові записки. - 2019. - №1. - С. 198-210.

13. Gheorghe S., Liviu B., Mihai T., Vasile B., Nicolae H. // Noises and vibrations due to vehicles. // Proceedings of the 6th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identi_cation and Anomalies. _ 1998. pp. 513-518.

14. Gaulin D., Berengier M. // Characterisation des sources sonores d'ongine rontiere pour le milieu urbain. // Bull. lab. Fonts et Chaussees. -1999. - № 222, pp.71-84, 94, 96, 98.

15. Frontiers 2022: Noise, Blazes and Mismatches. 2022 United Nations Environment Programme. [Електронний ресурс]. URI: https://www.unep.org/resources/frontiers-2022-noise-blazes-and-mismatches (дата звернення: 31.03.25).

16. Кучерявий В. П., Кондрат Н. Д. Вертикальне озеленення м. Львова // Науковий вісник НЛТУ України. - 2003. Вип. 13.5. - С. 145-148.

17. Гудим М. Г., Кудряченко О. П., Гринь С. О. Озеленення міських територій. Альтернативне озеленення // Молодий вчений. - 2016. №12. - С. 33–36.

18. Матвєєва, Н.М., Кадун. Р.М. Формування альтернативного підходущодо озеленення міст. // *Комунальне господарство міст. Серія "Економічні науки".* - 2013. № 111. - С. 261−266.

19. Абракітов В.Е. Картографування шумового режиму центральної частини міста Харкова: монографія / В.Е. Абракітов. - Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010. - 266 с.

20. Пащенко Г. В. Системи зелених стін і їх застосування в міському середовищі в умовах Лісостепу України // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. Мистецтвознавство. Архітектура. - 2012. № 15. - С. 24–27.

21. Hsiao Mun Lee, Heow Pueh Lee. Noise masking in high population country using sound of water fountain. Applied Acoustics. Volume 162, May 2020, Page 107206. [Електронний ресурс]. URI: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X19313076 (дата звернення: 31.03.25).

22. Mark Brink, Simone Mathieu , Stefanie Rüttener. Lowering urban speed limits to 30 km/h reduces noise annoyance and shifts exposure–response relationships: Evidence from a field study in Zurich. Environment International. Volume 170, December 2022, 107651. [Електронний ресурс]. URI: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022005785 (дата звернення: 31.03.25).

23. Bernfeld D., Mietlicki F., Re gulation of nightlife noise in Paris: the contribution of innovative monitoring and perspectives Cécile Revol1, David Bernfeld2, Fanny Mietlicki3 Bruitparif 32 boulevard Ornano 93200 Saint-Denis, France, Metropolita. [Електронний ресурс]. URI: https://www.researchgate.net/publication/368537240_Regulation_of_nightlife_noise_in_Paris_the_contribution_of_innovative_monitoring_and_perspectives (дата звернення: 31.03.25).

24. Badino E., Manca R., Shtrepi L., Calleri C., Astolfi A. Effect of façade shape and acoustic cladding on reduction of leisure noise levels in a street canyon. Elena Badino, Roberto Manca, Louena Shtrepi, Cristina Calleri, Arianna Astolfi. [Електронний ресурс]. URI: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132319302914 (дата звернення: 31.03.25).

Dzhamalov Anar,
Kyiv National University of Construction and Architecture

METHODS OF PROTECTING THE URBAN ENVIRONMENT FROM NOISE POLLUTION: CURRENT ISSUES AND INTERNATIONAL EXPERIENCE

The article addresses the pressing issue of noise pollution in the urban environment, which is gaining increasing importance in the context of urbanization, rising traffic loads, and high-density development. Elevated noise levels have a negative impact on the physical and psychological health of residents, reduce quality of life, violate sanitary standards, and disrupt the ecological balance of the city.

The study analyzes modern methods of protection against noise pollution from the perspectives of urban planning, architectural design, engineering, and landscape architecture. The article highlights the potential of functional zoning, the use of green noise barriers, vertical landscaping, water elements, sound-absorbing materials, and innovative facade systems. Particular attention is paid to engineering and technical solutions, including noise barriers and porous asphalt.

A separate section is devoted to the regulatory and legal aspects of noise control. The article compares Ukrainian standards with European approaches, particularly Directive 2002/49/EC. The importance of implementing monitoring systems, developing noise maps, and action plans for reducing acoustic loads in cities is emphasized.

A comprehensive approach is proposed that combines spatial planning, technical innovations, and regulatory mechanisms to ensure acoustic comfort. The article outlines the prospects for implementing "smart" urban solutions and expanding electric transport as an integral part of the system for reducing noise pollution.

Article keywords: urban noise pollution; noise protection; urban planning; noise reduction methods; landscape architecture.

REFERENCES

1. Eva M., Andersson, Mikael Ögren, Peter Molnár, David Segersson, Annika Rosengren, Leo Stockfelt. Road traffic noise, air pollution and cardiovascular events in a Swedish cohort. Environmental Research, Vol. 185, 2020, Article 109446. - [Online].Available: https://www.researchgate.net/publication/340331467_Road_traffic_noise_air_pollution_and_cardiovascular_events_in_a_Swedish_cohort Accessed on: March 31,2025. {In English}.

2. DBN B.2.2-12:2019: Planning and Development of Territories. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2019. 185 p. {In Ukrainian}.

3. DBN V.1.1-31:2013: Protection of Territories, Buildings, and Structures from Noise. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 54 p. {In Ukrainian}.

4. DSTU-N B V.1.1-32:2013: Guidelines for Designing Noise Protection in Premises Using Sound Absorption and Shielding Methods. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 43 p. {In Ukrainian}.

5. DSTU-N B V.1.1-33:2013: Guidelines for Calculating and Designing Noise Protection Measures for Residential Areas. Ministry of Regional Development,

Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 46 p. {In Ukrainian}.

6. DSTU-N B V.1.1-34:2013: Guidelines for Calculating and Designing Sound Insulation of Building Envelopes for Residential and Public Buildings. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 75 p. {In Ukrainian}.

7. DSTU-N B V.1.1-35:2013: Guidelines for Calculating Noise Levels in Premises and Territories. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. – Kyiv, 2014. 53 p. {In Ukrainian}.

8. Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 463 dated 22.02.2019 On Approval of State Sanitary Norms for Permissible Noise Levels in Residential and Public Buildings and in Residential Areas. [Online]. Available: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text_Accessed on: March 31,2025. {In Ukrainian}.

9. Law of Ukraine On Environmental Protection. [Online]. Available: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text Accessed on: March 31,2025. {In Ukrainian}.

10. DBN V.2.2-15:2019: Residential Buildings. Basic Provisions. Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine. – Kyiv, 2020. 42 p. {In Ukrainian}.

11. A. Bill. To control the generation and transmission of noise detrimental to the human environment and for other purposes. S. 1016, 1972. – [Online]. Available: https://www.ebsco.com/research-starters/history/noise-control-act-1972 Accessed on: March 31,2025. {In English}.

12. Tsaryk L.P., Tsaryk P.L., Yanovska L.V., Kuzyk I.R. Geoecological Parameters of Environmental Components in Ternopil City // Constructive Geography and Geoecology. Scientific Notes. – 2019. – No. 1. – P. 198–210. {In English}.

13. Gheorghe S., Liviu B., Mihai T., Vasile B., Nicolae H. Noises and vibrations due to vehicles. // Proceedings of the 6th Mini Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies. – 1998. – Pp. 513–518. {In English}.

14. Gaulin D., Berengier M. Characterisation des sources sonores d'origine routière pour le milieu urbain. // Bull. lab. Ponts et Chaussées. – 1999. – No. 222, pp. 71–84, 94, 96, 98. {In English}.

15. Frontiers 2022: Noise, Blazes and Mismatches. United Nations Environment Programme. – [Online]. Available: https://www.unep.org/resources/frontiers-2022-noise-blazes-and-mismatches Accessed on: March 31,2025. {In English}.

16. Kucheriavyi V.P., Kondrat N.D. Vertical Greening in Lviv City // Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine. – 2003. – Issue 13.5. – Pp. 145–148. {In Ukrainian}.

17. Hudym M.H., Kudriachenko O.P., Hryn S.O. Urban Landscaping. Alternative Landscaping // Molodyi Vchenyi. – 2016. – No. 12. – Pp. 33–36. {In Ukrainian}.

18. Matvieieva N.M., Kadun R.M. Forming an Alternative Approach to Urban Landscaping // Municipal Economy of Cities. Series "Economic Sciences". – 2013. – No. 111. – Pp. 261–266. {In Ukrainian}.

19. Abrakitov V. E. Mapping the noise regime of the central part of Kharkiv: monograph / V. E. Abrakitov. – Kharkiv: KhNAMG, 2010. – 266 p. {In Ukrainian}.

20. Pashchenko H.V. Green Wall Systems and Their Use in Urban Environments in the Forest-Steppe of Ukraine // Bulletin of Kharkiv State Academy of Design and Arts. Art Studies. Architecture. – 2012. – No. 15. – Pp. 24–27. {In Ukrainian}.

21. Hsiao Mun Lee, Heow Pueh Lee. Noise masking in high population countries using the sound of water fountains. Applied Acoustics. Vol. 162, May 2020, Article 107206. – [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X19313076 Accessed on: March 31,2025. {In English}.

22. Mark Brink, Simone Mathieu, Stefanie Rüttener. Lowering urban speed limits to 30 km/h reduces noise annoyance and shifts exposure–response relationships: Evidence from a field study in Zurich. Environment International. Vol. 170, Dec 2022, Article 107651. – [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022005785 Accessed on: March 31,2025. {In English}.

23. Bernfeld D., Mietlicki F., Revol C. Regulation of nightlife noise in Paris: the contribution of innovative monitoring and perspectives. Bruitparif, 32 boulevard Ornano, Saint-Denis, France. – [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/368537240_Regulation_of_nightlife_noise_in_Paris_the_contribution_of_innovative_monitoring_and_perspectives Accessed on: March 31,2025. {In English}.

24. Badino E., Manca R., Shtrepi L., Calleri C., Astolfi A. Effect of façade shape and acoustic cladding on reduction of leisure noise levels in a street canyon. – [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132319302914 Accessed on: March 31,2025. {In English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.98-107
УДК 72.01:721/725

к.арх., доцент **Дорохіна Г.І.,**
a.dorohina1982@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2348-1743,
Галат С.Е.,
galatproject@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2348-1743,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВПЛИВ БІОМІМІКРІЇ НА ФОРМУВАННЯ БІОНІЧНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Розглядається концепція біомімікрії як одного з ефективних інструментів формування біонічної архітектури. Біомімікрія, що передбачає адаптацію форм, структур і процесів, притаманних природним організмам, слугує джерелом інновацій для створення архітектурних рішень, що поєднують естетику, функціональність та екологічну доцільність. Досліджуються історичні передумови виникнення біонічного підходу в архітектурі та роль біомімікрії у цьому процесі. Аналізуються приклади архітектурних об'єктів, у яких біомімікрія була використана як метод проектування, що дозволяє досягти сталого розвитку, ефективного використання ресурсів та гармонійної інтеграції споруд у навколишнє середовище.

Особливу увагу приділено класифікації підходів до біомімікрії (на рівні форми, матеріалів і процесів), а також розгляду потенціалу цих підходів у сучасній архітектурній практиці.

У результаті дослідження зроблено висновок, що біомімікрія може виступати не лише джерелом натхнення, але й практичним інструментом для розвитку біонічної архітектури, спрямованої на досягнення інноваційних та сталих рішень у проєктуванні.

Ключові слова: біонічна архітектура; архітектурне проєктування; біомімікрія.

Постановка проблеми. У контексті постійного пошуку нових підходів у сучасній архітектурі та враховуючи зростаючий інтерес до використання природних принципів у дизайні будівель, проблематика використання біоміметричних принципів для формотворення біонічної архітектури набуває важливого значення. Ця проблема виникає з потреби збалансованого поєднання інноваційних концепцій, що беруть початок від природних систем, із врахуванням їхньої ефективності та адаптивності, та одночасної уваги до

можливих обмежень і ризиків, пов'язаних із впровадженням біоміметричних принципів у архітектурні рішення.

Стаття має на меті розкрити сутність проблеми, дослідити, наскільки успішно можливо інтегрувати біоміметричні принципи в біонічну архітектуру, а також визначити ключові переваги та недоліки цього підходу. Серед основних аспектів проблематики можуть бути визначені технічні виклики, фінансові обмеження, аспекти етики та безпеки, а також питання збереження індивідуальності в архітектурному дизайні при використанні біомімікрії.

Дослідження проблеми переваг і недоліків біоміметричних принципів у контексті біонічної архітектури є актуальним завданням, яке може сприяти розвитку нових технологій та підходів у сучасній архітектурі, а також сприяти формуванню ефективних стратегій врахування природних принципів у дизайні будівель з урахуванням їхнього впливу на навколишнє середовище та комфорт користувачів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В сучасному науковому середовищі на сьогоднішній день є багато досліджень біомімікрійних принципів в архітектурі. Різні вчені та архітектори активно працюють над інтеграцією природних принципів в архітектурні концепції для досягнення більшої ефективності та стійкості [1-8]. Їх дослідження спрямовані на створення новаторських архітектурних рішень, і вони можуть визначити майбутнє використання біомімікрії в архітектурній практиці.

У роботах Майкла Поуліна - британського архітектора та дослідника, спостерігається основний фокус на вивченні використання біомімікрійних принципів у архітектурі для створення екологічно стійких та інноваційних дизайнів. Його дослідження ставлять за мету підвищення ефективності використання матеріалів та ресурсів у будівельному процесі [1].

Янін Беньюс - біолог та авторка книги "Біомімікрія: Інновації натхненні природою", розкриває природні принципи та їх застосуванні в архітектурному дизайні з орієнтацією на сталість та ефективність [2].

Голова міжнародної архітектурної фірми «Gensler» - Бені Генслер займається дослідженнями, що зосереджені на можливостях використання біомімікрійних концепцій для розробки більш стійких та інтелектуальних архітектурних рішень. [3].

Сема Каган - досліджує використання біомімікрії для розробки енергоефективних та екологічно чистих будівель та вивчає матеріали, інспіровані природними процесами. [4].

Дослідження Бартона Праута спрямовані на використання біомімікрійних принципів для розробки інтелектуальних та ефективних архітектурних систем [5].

В статті розглядаються аспекти робіт вищезгаданих науковців, що впливають на формування біонічної архітектури. Визначено питання, що не були досліджені за цим напрямком.

Данна тематика знаходиться на піці своєї актуальності та безумовно є цікавою для подальшого розвитку напрямку у наукових.

Метою публікації є дослідження потенційного впливу біомімікрії на формування біонічної архітектури.

Основна частина. Спочатку необхідно провести аналіз поняття біомімікрія та визначити його відмінність від біонічної архітектури.

Термін "біомімікрія" (англ. biomimicry) був вперше введений біологом та автором Янін Беньюс (Janine Benyus) в 1997 році у її книзі "Біомімікрія: Інновації, натхненні природою" (Biomimicry: Innovation Inspired by Nature) [2]. Визначення біомімікрії, яке запропонувала Томпсон, звучить наступним чином: "Біомімікрія - це імітація життєвих форм, функцій, процесів та стратегій природи для розв'язання складних технічних, інженерних та дизайнерських викликів в людській сфері."

Термін походить від грецького слова "bios" (життя) та "mimesis" (імітація), що вказує на ідею наслідування живого світу для досягнення новаторських та ефективних рішень в різних галузях.

Біомімікрійна архітектура - це підхід до архітектурного проектування, що ґрунтується на використанні принципів, форм та процесів природи для створення інноваційних архітектурних рішень. Цей підхід використовує інсайти з біології, екології та інших наук про живу природу для розробки стійких, функціональних та естетично привабливих будівель та інженерних систем.

Термін "біомімікрійна архітектура" був введений Майклом Поуліном (Michael Pawlyn) [1], британським архітектором та піонером в цій області.

Біонічна архітектура — напрям архітектурної діяльності, що полягає у вивченні й практичному використанні принципів природи для створення архітектурних форм і конструкцій.

Біомімікрійна архітектура та біонічна архітектура - це два різних підходи до архітектурного проектування, які базуються на ідеях, запозичених з природи (табл.1).

У статті представлені реалізовані приклади використання біомікірійних принципів при формуванні біонічної архітектури.

У сфері енергоефективності та теплорегуляції біоміметика вивчає природні механізми регулювання температури, аби створювати ефективні системи для будівель. Моделювання терморегуляційних структур дозволяє використовувати форми та структури для підвищення ефективності ізоляції та енергозбереження будівель.

Таблиця 1.

Аналіз понять біомімікрії в архітектурі та біонічної архітектури [1; 9-11].

	Біомімікрія в архітектурі	Біонічна архітектура
Тип	Метод	Стилістика
Підхід	Використовує конкретні біологічні принципи, які можна спостерігати в живій природі, для розробки інноваційних технологій та матеріалів.	Використовує загальні природні форми та структури, такі як вітрила листя, павутиння або скелети тварин.
Джерело інспірації	Фокус на конкретних функціях або процесах у природі, таких як біомеханіка, біохімія або біологічна морфологія.	Загальні природні форми та структури, такі як вітрила листя, павутиння або скелети тварин
Приклади застосування	Розробки матеріалів, які ефективно використовуються для ізоляції будівель або для створення самоочищувальних поверхонь на будівлях.	Форми будівель, які емулюють структури листя для оптимізації освітлення та вентиляції, або в конструкціях, які застосовують принципи живих організмів для створення стійких та ефективних систем.

Структурна мімікрія в архітектурі передбачає використання принципів структур для створення легких, але міцних конструкцій, аналогічних до природних скелетів рослин чи кісток тварин. Також розробляються гнучкі та адаптивні структури, які можуть адаптуватися до змінних умов навколишнього середовища.

Біоміметика в будівельних матеріалах полягає в застосуванні властивостей матеріалів, інспірованих природними зразками, такими як бамбук чи міцелій грибів, для створення стійких та екологічно чистих конструкцій. Деякі концепції також використовують принципи фотосинтезу та збору сонячної енергії у дизайні будівель для створення енергоефективних систем.

Біоміметичний дизайн форм і структур базується на використанні природних форм та геометричних принципів для покращення якостей будівель. Вивчення принципів комунікації в природі також сприяє розробці ефективних архітектурних систем.

Один з найвідоміших прикладів використання геометричних структур з природи в будівельних матеріалах - це Таємниця Генезісу (The Eden Project) (рис.1) в Великій Британії. У цьому проєкті використовуються геодезичні куполи, які інспіровані структурою морських губок. Морські губки відомі своєю міцністю та легкістю, що дозволяє їм стійко зберігати свою форму в умовах великого тиску води. Аналогічно, геодезичні куполи, використані в проєкті, забезпечують міцність та легкість конструкції, дозволяючи зберігати оптимальні умови внутрішнього середовища для рослинного життя.

Таємниця Генезісу (The Eden Project)	
Таємниця Генезісу (The Eden Project)	

Рис.1.Таємниця Генезісу (The Eden Project) [1]

Ці приклади показують, як геометричні структури природи використовуються для створення міцних, легких та ефективних будівельних конструкцій в сфері архітектури та інженерії.

Інноваційні технології включають робототехніку та автоматизацію, що використовує ідеї біологічних організмів для створення роботів та автоматизованих систем у будівництві та обслуговуванні. Також використовуються інформаційні технології для моніторингу та оптимізації функціонування біонічних архітектурних об'єктів.

Загалом, застосування біоніки в архітектурі дозволяє створювати не лише естетичні, але й функціонально ефективні та екологічно стійкі будівлі та споруди. Цей напрямок відкриває нові горизонти для архітекторів та інженерів, які використовують природу як джерело натхнення для розв'язання сучасних викликів у будівництві.

Біоніка в архітектурі – це підхід, що базується на використанні природних принципів та рішень для створення оптимізованих та екологічно стійких конструкцій. Архітектура є відображенням природи, вивчаючи її механізми та адаптації, щоб застосовувати отримані знання у своїх проектах. Успішні приклади біоміметики включають терморегуляцію термітників, структурну мімікрію в крилах метеликів, та використання енергоефективних стратегій термофільних рослин.

Наприклад, терморегуляційні механізми термітників можуть надихнути на створення систем терморегуляції у будівлях. Крила метеликів надають ідеї легких, але міцних конструкцій. Також, природні механізми терморегуляції та енергоефективності в рослин можуть бути використані для покращення внутрішнього середовища будівель [12].

У біонічній архітектурі також важлива роль мікробіоти. В цьому контексті мікробіота стосується концепції використання або імітації мікроорганізмів для створення стійких, самоорганізованих та адаптивних систем у будівлях [13]. Це може включати розробку матеріалів, що взаємодіють із довкіллям або самовідновлюються завдяки процесам, схожим на біологічні. Вона може бути використана для створення здорового та комфортного внутрішнього середовища у будівлях, зокрема, через ефективне очищення повітря та води. Мікробіота також може слугувати джерелом інспірації для біонічних фасадів, які імітують природний ріст та розвиток мікроорганізмів. Наприклад, архітектурні матеріали, що очищають себе, або фасади, які змінюють свої властивості під впливом умов навколишнього середовища, можуть бути створені з використанням мікробних процесів.

Ці приклади свідчать про потенціал біомімікрії в біонічній архітектурі як джерела інновацій для створення енергоефективних, екологічно чистих та естетично привабливих будівель та інфраструктури.

Важливим аспектом є аналіз факторів, що впливають на формування біонічних об’єктів. Розглядаються екологічні, технологічні та соціокультурні аспекти, враховуючи використання екологічно чистих матеріалів, технологічний прогрес у виробництві, а також взаємодію з місцевими спільнотами [14-16].

Біологічні принципи та механізми взаємодії організмів з їхнім середовищем є важливим фактором формування біонічних об'єктів в архітектурі. Аналіз адаптації природи до навколишнього середовища дозволяє архітекторам використовувати ці принципи для створення об'єктів, які ефективно взаємодіють з оточенням.

Споживання енергії та енергоефективність визначаються за допомогою вивчення механізмів терморегуляції в природі [12]. Розробка систем опалення

та охолодження, інспірованих цими механізмами, спрямована на створення енергоефективних архітектурних рішень, які підтримують оптимальні температурні умови.

Матеріали та технології в біонічній архітектурі включають в себе використання біоміметичних матеріалів та розробку нових технологій у будівництві [14-16]. Властивості, взяті з природних об'єктів, дозволяють створювати міцні та функціональні конструкції.

Функціональність та комфорт архітектурних об'єктів визначаються їхньою ергономікою та адаптивністю до потреб користувачів. Оптимізація внутрішнього середовища залежить від використання природних принципів для створення ефективних систем вентиляції та освітлення.

Естетика та дизайн біонічних об'єктів базується на біоміметичному дизайні, що використовує форми, кольори та текстури, інспіровані природою. Створення просторів, які інтегруються в природне середовище, сприяє їхній естетичності та взаємодії з екологічною урбанізацією.

У статті представлені типові приклади архітектурної класифікації, і на базі міждисциплінарних наукових досліджень [17-18], висвітлено новий підхід до таксономічної системи об'єктно-орієнтованого проектування, який може слугувати основою для створення об'єктів у сфері біонічної та біоміметичної архітектури.

Висновки. Застосування біомімікрії в архітектурі відкриває нові перспективи для створення сталих, енергоефективних та адаптивних архітектурних рішень. Вивчення природних структур і процесів дозволяє інтегрувати принципи біонічного проєктування, що сприяє оптимізації будівельних матеріалів, конструкцій і функціональних можливостей споруд.

Аналіз практичних прикладів використання біомімікрії демонструє її значний потенціал у формуванні інноваційних архітектурних підходів. Природні системи слугують ефективною моделлю для розробки адаптивних фасадів, вдосконалення вентиляційних стратегій і мінімізації екологічного впливу будівель.

Подальші дослідження у цій сфері сприятимуть розвитку біонічної архітектури, інтеграції розумних матеріалів та вдосконаленню технологій, що наслідують природні механізми. Таким чином, біомімікрія є не лише джерелом натхнення, а й важливим інструментом для сталого розвитку сучасної архітектури.

Список джерел

1. Pawlyn M. *Biomimicry in Architecture.*
2. Benyus J.M. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: William Morrow, 1997.

3. Imani N., Vale B. *Biomimetic* Design for Building Energy Efficiency. Biomimetics. 2022;7(3):106. DOI: https://doi.org/10.3390/biomimetics7030106

4. Fecheyr-Lippens D., Bhiwapurkar P. Applying biomimicry to design building envelopes that lower energy consumption in a hot-humid climate. *Architectural Science Review*. 2017;60(5):360–370. DOI: https://doi.org/10.1080/00038628.2017.1359145

5. Nessim M.A. Biomimetic Architecture as a New Approach for Energy Efficient Buildings through Smart Building Materials*. Journal of Green Building.* 2015;10(4):73–86. DOI: https://doi.org/10.3992/jgb.10.4.73

6. Abunnasr Y., Ali A.K., El-Eman N. Biomimetics in Architectural Design for Energy Efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.015

7. Lazarus M.A., Wilson A. Biomimicry and the Design of Energy-Effective Building Enclosures. *ASHRAE Journal*. 2010. Посилання: ASHRAE Journal

8. Mahdavi A., Tahmasebi F. Biomimicry for the Optimization of Thermal Comfort in Buildings. *Energy and Buildings.* 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.02.004

9. Amorim C., et al. Biomimicry and biophilic design: innovation for sustainable architecture. *Sustainability*. DOI: https://doi.org/10.3390/su11040970

10. Ganesh Babu U., Mounika V. Bionic Architecture – A Review. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT).* Посилання (PDF): https://www.ijert.org

11. Zari M.P. Biomimicry in architecture – a review. *International Journal of Sustainable Built Environment.* DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.05.004

12. Leidi M., Aziz A. Thermal Regulation Efficiency in Architecture through Biomimetic Design. *Procedia Engineering*. 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.199

13. Armstrong R. *Living Architecture: How Synthetic Biology Can Remake Our Cities and Reshape Our Lives*.

14. Andersson T., Meyer L. Role of Circular Economy in Post-Conflict Reconstruction. *Journal of Environmental Planning and Management*. 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1722110

15. Fernandez J., Liu P. Sustainable Materials for Reconstruction in the Context of Climate Change. *Construction and Building Materials.* 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123456

16. Колотов М.В. Інноваційні підходи до проєктування архітектурних об'єктів в умовах кризи. *Архітектура та будівництво України*. Київ: 2019. Вип. 91. С. 45–57. DOI: https://doi.org/10.31210/1815-1234-2019-91-45

17. Буч Г., Максимчук Р.А., Енгл М.У. та ін. Об'єктно-орієнтований аналіз і проєктування з прикладами застосувань. Переклад з англійської кандидата фізико-математичних наук Д.А. Ключина. 3-є видання. — Київ: ТОВ "Вільямс", 2008. — 720 с.

18. Змеул С.Г., Маханько Б.А. Архітектурна типологія будівель і споруд: Підручник для вищих навчальних закладів. — Київ: Архітектура – С, 2007. — 240 с.

PhD., Associate Professor **Dorokhina Hanna**, **Halat Sofiia**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

THE INFLUENCE OF BIOMIMICRY ON THE FORMATION OF BIONIC ARCHITECTURE

The article explores the concept of biomimicry as one of the effective tools for shaping bionic architecture. Biomimicry, which involves the adaptation of forms,

structures, and processes found in natural organisms, serves as a source of innovation for creating architectural solutions that combine aesthetics, functionality, and environmental appropriateness. The study examines the historical background of the emergence of the bionic approach in architecture and the role of biomimicry in this process. It analyzes examples of architectural projects where biomimicry has been applied as a design method that enables sustainable development, efficient use of resources, and harmonious integration of buildings into the surrounding environment.

Special attention is paid to the classification of biomimicry approaches (at the level of form, materials, and processes), as well as the exploration of the potential of these approaches in contemporary architectural practice.

As a result of the study, it is concluded that biomimicry can serve not only as a source of inspiration but also as a practical tool for the development of bionic architecture aimed at achieving innovative and sustainable design solutions.

Keywords**:** bionic architecture; architectural design; biomimicry

REFERENCES

1. Pawlyn M. Biomimicry in Architecture. {in English}
2. Benyus J.M. Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York: William Morrow, 1997. {in English}
3. Imani N., Vale B. Biomimetic Design for Building Energy Efficiency. Biomimetics. 2022;7(3):106. DOI: https://doi.org/10.3390/biomimetics7030106 {in English}
4. Fecheyr-Lippens D., Bhiwapurkar P. Applying biomimicry to design building envelopes that lower energy consumption in a hot-humid climate. Architectural Science Review. 2017;60(5):360–370. DOI: https://doi.org/10.1080/00038628.2017.1359145 {in English}
5. Nessim M.A. Biomimetic Architecture as a New Approach for Energy Efficient Buildings through Smart Building Materials. Journal of Green Building. 2015;10(4):73–86. DOI: https://doi.org/10.3992/jgb.10.4.73 {in English}
6. Abunnasr Y., Ali A.K., El-Eman N. Biomimetics in Architectural Design for Energy Efficiency. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.015 {in English}
7. Lazarus M.A., Wilson A. Biomimicry and the Design of Energy-Effective Building Enclosures. ASHRAE Journal. 2010. Reference: ASHRAE Journal {in English}
8. Mahdavi A., Tahmasebi F. Biomimicry for the Optimization of Thermal Comfort in Buildings. Energy and Buildings. 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.02.004 {in English}

9. Amorim C., et al. Biomimicry and biophilic design: innovation for sustainable architecture. Sustainability. DOI: https://doi.org/10.3390/su11040970 {in English}

10. Ganesh Babu U., Mounika V. Bionic Architecture – A Review. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). URL (PDF): https://www.ijert.org {in English}

11. Zari M.P. Biomimicry in architecture – a review. International Journal of Sustainable Built Environment. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.05.004 {in English}

12. Leidi M., Aziz A. Thermal Regulation Efficiency in Architecture through Biomimetic Design. Procedia Engineering. 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.199 {in English}

13. Armstrong R. Living Architecture: How Synthetic Biology Can Remake Our Cities and Reshape Our Lives. {in English}

14. Andersson T., Meyer L. Role of Circular Economy in Post-Conflict Reconstruction. Journal of Environmental Planning and Management. 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/09640568.2020.1722110 {in English}

15. Fernandez J., Liu P. Sustainable Materials for Reconstruction in the Context of Climate Change. Construction and Building Materials. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123456 {in English}

16. Kolotov M.V. Innovatsiini pidkhody do proiektuvannia arkhitekturnykh obiektiv v umovakh kryzy. Arkhitektura ta budivnytstvo Ukrainy. [Innovative Approaches to Designing Architectural Objects in Crisis Conditions. Architecture and Construction of Ukraine.] Kyiv: 2019. Issue 91. Pp. 45–57. DOI: https://doi.org/10.31210/1815-1234-2019-91-45 {in Ukrainian}

17. Buch G., Maksimchuk R.A., Engl M.U. i dr. Ob'ektno-oriientovanyi analiz i proektuvannia z prykladamy zastosuvan. [Object-Oriented Analysis and Design with Application Examples.] Per. z anhl. kand. fiz.-mat. nauk D.A. Kliuchyna. 3-e vyd. Kyiv: TOV "Viliiams", 2008. 720 s. {in Ukrainian}

18. Zmeul S.H., Makhan'ko B.A. Arkhitekturnaia tipolohiia zdanii i sooruzhenii: Ucheb. dlia vuzov. [Architectural Typology of Buildings and Structures: A Textbook for Universities.] Kyiv: Arkhitektura – S, 2007. 240 p. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.108-124
УДК 728/747

доктор філософії **Емаміанфар Алі,**
emamianfar.al@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2729-3590,
доктор архітектури, професор **Третяк Ю.В.,**
tretiak.iuv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7537-5929,
кандидат архітектури, доцент **Косаревська Р.О.,**
kosarevska.ro@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1076-0364,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АРХІТЕКТУРНА ТИПОЛОГІЯ ДЕРЖАВНИХ І НЕКОМЕРЦІЙНИХ ШКІЛ ІСЛАМСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ ІРАН У КОНТЕКСТІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Проаналізовано архітектурну типологію державних і некомерційних шкіл Ісламської Республіки Іран у період після 1979 року, з акцентом на енергоефективні рішення. Державні школи, що масово зводилися в 1980–2000-х роках за рахунок державного бюджету, порівнюються з некомерційними освітніми установами, побудованими приватними та благодійними організаціями після 2000 року. На прикладі реалізованих проєктів у провінціях Шираз та Ісфахан досліджено просторову організацію, використання будівельних матеріалів, природне освітлення, вентиляцію, захист від перегріву, наявність озеленення, зонування внутрішнього двору та інші аспекти, що впливають на мікроклімат шкільного середовища. Особливу увагу приділено порівняльному аналізу функціональних рішень і ступеня інтеграції принципів енергоефективності в архітектурне планування шкіл обох типів. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення сучасних підходів до проєктування освітніх закладів в умовах спекотного клімату.

Ключові слова: шкільна архітектура; енергоефективність; освітній простір; державна школа; некомерційна школа; архітектурне планування; кліматична адаптація; вентиляція; природне освітлення; озеленення; скляні стіни; внутрішній двір; напівпустельний клімат; Іран.

Постановка проблеми. У контексті архітектурного проєктування шкільних будівель в Ісламській Республіці Іран важливим критерієм сучасного аналізу виступає рівень їх енергоефективності. Класифікація іранських шкіл, з огляду на вищезазначене, ґрунтується на роках будівництва, типі власності, джерелах фінансування та якісних показниках використаних матеріалів. У цьому дослідженні розглянуто дві основні типологічні групи загальноосвітніх закладів: державні та некомерційні школи.

Будівлі, що відносяться до першої групи — *державні школи*, або так звані народні школи, — були спроєктовані і збудовані під повним контролем Міністерства освіти Ірану та Національної організації з ремонту, розвитку та оснащення шкіл. Фінансування цих закладів здійснювалося винятково за рахунок державного бюджету. Найбільш інтенсивне будівництво державних шкіл припадає на період з 1980 до 2000 року, і саме вони становлять основу мережі загальнодоступної освіти, відзначаючись низькими витратами на реалізацію проєктів і простими архітектурними рішеннями.

Друга група будівель — *некомерційні школи* — фінансується за рахунок приватних коштів родин учнів. Часто такі заклади засновуються ініціативними освітянами, зокрема вчителями-пенсіонерами або працівниками освітніх організацій. У багатьох випадках некомерційні школи розміщуються у реконструйованих будівлях, що були придбані на вторинному ринку нерухомості, або ж споруджуються як нові об'єкти за участю приватних архітектурно-будівельних компаній. Незалежно від способу реалізації, кожен проєкт вимагає погодження з Міністерством освіти та відповідною державною архітектурно-освітньою інституцією. Пік активного створення таких закладів припадає на початок 2000-х років, у період другого етапу реформ освітньої системи Ісламської Республіки Іран.

Актуальність теми. На сьогодні освітня інфраструктура Ісламської Республіки Іран охоплює 151 786 шкіл різного рівня. Із них 71 346 становлять початкові школи, 27 079 — середні, 25 186 — старші школи, решта 2 473 — спеціалізовані заклади. Окрім цього, у 25 702 освітніх установах функціонують дитячі садки [1].

За офіційними даними Міністерства освіти, чисельність учнів становить близько 14,3 мільйона осіб [2]. Гендерний розподіл є відносно збалансованим: 51% складають хлопці, 49% — дівчата. З цієї кількості понад 3,53 мільйона учнів проживають у сільській місцевості [3].

Враховуючи масштаб освітньої мережі та значну чисельність учнівського контингенту, питання енергоефективності шкільних будівель набуває особливої актуальності. Раціональне використання енергоресурсів у закладах освіти сприятиме зниженню експлуатаційних витрат, покращенню мікроклімату в навчальному середовищі та формуванню екологічної свідомості в підростаючого покоління.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні в Ірані опубліковано чимало досліджень, присвячених архітектурі шкіл та організації освітнього простору. Серед праць, що демонструють різноманіття підходів до архітектурного проєктування освітніх закладів, можна згадати наступні: «*Місце стійкої архітектури в проєктуванні шкіл: із поданням простих рішень для*

студентів» (2024) Хамед Сарафян, Хеді Дабірі [4], «*Академічна мотивація та психічне здоров'я із зеленою архітектурою*» (2024) Тайбе Мірзаї, Саміра Заре [5], «*Дитина, простір і освіта: аналіз норм і стратегій проєктування дитячих навчальних центрів*» (2024) Тауба Каземе [6], «*Архітектура шкіл із акцентом на розвиток креативності в учнів*» (2024) Резван Мораді Мотлаг [7], «*Архітектура старшої школи та гендер*» (2022) Мар'ям Хаджилу [8], «*Проєктування комплексу освітніх просторів: дошкільна, початкова, середня, старша школа та підготовчі курси, із застосуванням модульної та гнучкої систем*» (2022) Сіна Алаї, Айдін Деггані [9], «*Контекстуальна архітектура в проєктуванні школи*» (2021) Мохаммад Реза Багері [10], «*Основи проєктування навчальних середовищ*» (2020) Мостафа Арґіяні [11], «*Архітектура шкіл на основі екологічної (середовищної) психології*» (2020) Хоссейн Махбуді [12], «*Архітектура шкіл майбутнього*» (2017) Ісмаїл Зарґамі, Мехді Пахлавані [13].

Метою даної статті виступає типологічний аналіз архітектури іранських шкіл у період після Ісламської революції 1979 року з акцентом на енергоефективність. У дослідженні виділено два ключові етапи розвитку шкільної архітектури: перший охоплює 1980–2000 роки, другий — 2000–2020 роки. На основі вивчення архітектурних рішень у державному та некомерційному секторах освіти здійснено спробу узагальнити підходи, що сприяють підвищенню енергоефективності шкільних будівель у різних соціально-кліматичних умовах.

Методи дослідження. Дослідження базується на моделюванні базових принципів і підходів, що застосовувалися в іранській шкільній архітектурі, з подальшим їхнім аналізом у контексті створення енергоефективних освітніх просторів. Методологія охоплює загальнонаукові, міждисциплінарні та спеціалізовані методи, серед яких: системний підхід, перехід від абстрактного до конкретного, ідеалізація, уявний експеримент, формалізація, а також аксіоматичний і дедуктивно-аксіоматичний підхід. На етапі емпіричного аналізу було застосовано методи, традиційні для архітектурно-проєктної практики: натурне обстеження, фотофіксація, аналоговий метод моделювання, графоаналітичний підхід тощо. Такий поєднаний підхід дозволив комплексно оцінити архітектурні рішення з погляду функціональності, адаптивності та енергоефективності.

Виклад основного матеріалу. У період з 1980-х до початку 2000-х років в Ірані було реалізовано низку архітектурних рішень для *державних шкіл*, зокрема у межах проєктів, що здійснювалися під патронажем Міністерства освіти. Ці об'єкти відзначаються лаконічною формою, функціональною доцільністю та спробами врахування кліматичних умов для підвищення

енергоефективності. Нижче розглянуто типові приклади таких шкіл на прикладі регіону Шираз.

Середня школа Алаедділа Бехешті. Будівля входить до складу навчального комплексу та розташована поруч із жіночою середньою школою першого класу. Архітектурна організація простору починається з контрольованої зони входу, за якою відкривається перший внутрішній дворик з такими допоміжними приміщеннями, як буфет, будиночок охорони, санітарні вузли та питні фонтанчики. Далі розташовується головний внутрішній двір, навколо якого згруповано адміністративні, навчальні, культурні та спортивні зони.

Архітектор прагнув адаптувати планування внутрішнього двору до кліматичних умов Ширазу, проте, відсутність належного озеленення обмежує його ефективність як кліматично активного простору. Озеленення тут представлене лише кількома вазонами, що не забезпечують достатнього мікрокліматичного впливу (рис. 1. А).

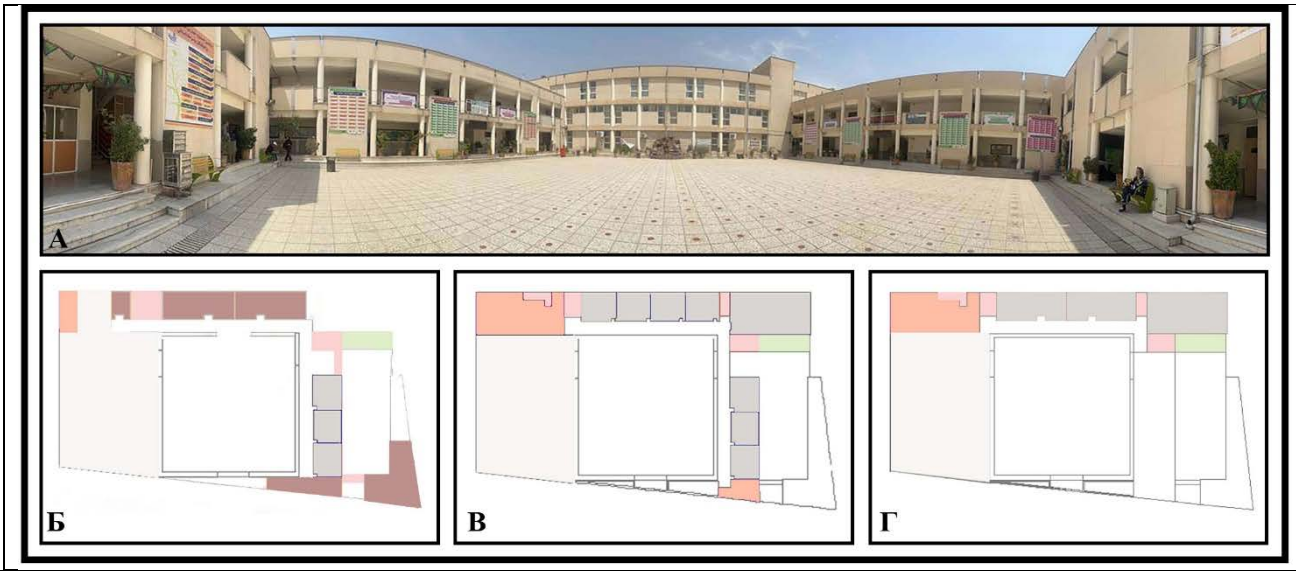


Рис. 1. Середня школа Алаедділа Бехешті. А – Головний фасад; Б – План першого поверху; В – План другого поверху; Г – План третього поверху.

Функціонально-просторова структура в даному проєкті демонструє високий рівень доступності та проникності: дотримано ієрархію просторів, організацію зон за призначенням, що сприяє чіткості орієнтації. Основою планування будівлі виступає схема з центральним двором, замкнутим з трьох боків. На першому та другому поверхах навчальні приміщення організовані у формі перевернутої літери L, а фасади, звернені до внутрішнього двору, формуються відкритими поздовжніми верандами. Це забезпечує сприятливу орієнтацію класів — переважно на схід і південь, що відповідає принципам енергоефективного освітлення та природної вентиляції (Рис. 1. Б, В, Г) [14].

Середня школа Шахід Мухаммеда Тагі Дастгайба. Школа розташована на бульварі Сібує і демонструє архітектурне рішення, тісно пов'язане з природно-кліматичними умовами ділянки. Орієнтація будівлі під кутом 45° до осей ділянки відповідає кліматичному аналізу місцевості, що є прикладом цілісного підходу до використання природної енергії. Подібна орієнтація сприяє оптимальному розташуванню класів щодо сонячного освітлення (Рис. 2. А).

Функціональне зонування реалізоване через три основні траєкторії руху: головні сходи до навчального блоку, маршрут до адміністративних і сервісних приміщень, а також шлях до інших навчальних зон. Така структура полегшує орієнтацію у просторі та оптимізує функціональні потоки користувачів.

Незважаючи на продумане планування, система вентиляції базується на традиційних водяних охолоджувачах (кулерах), трубопроводи яких видно на головному фасаді. Резервуари для води, розміщені на даху, забезпечують подачу охолодженого повітря — рішення, типове для раннього періоду Ісламської Республіки.

Планування комплексу зберігає ієрархію просторів: спортивна зала розташована у кутовій частині внутрішнього двору, забезпечуючи природне розмежування між освітніми й спортивними зонами. Головний корпус має три входи: два — для учнів, один — головний. Розташування кімнати охорони поруч з учнівськими входами забезпечує контроль доступу та спостереження за переміщенням користувачів.

Наявність зелених насаджень, хоч і обмежена вузькими смужками уздовж двору, створює певний візуальний і психологічний комфорт. Однак площа озеленення є недостатньою для повноцінного мікрокліматичного впливу (рис. 2. Б, В, Г).

Рис. 2. Середня школа Шахід Мухаммеда Тагі Дастгайба. А – Головний фасад;
Б – План першого поверху; В – План другого поверху; Г – План третього поверху.

Середня школа Алаві. Школа розташована наприкінці вулиці з двостороннім рухом, що проходить уздовж однієї з її стін. Така конфігурація забезпечує просторову відкритість, а наявність зелених насаджень перед головним входом формує комфортне зовнішнє середовище та позитивно впливає на мікроклімат. Дерева, висаджені обабіч входу, не лише позначають головну вісь доступу, але й створюють зони затінення, придатні для відпочинку. Звідси відкривається візуальний огляд на спортивну зону, що сприяє інтеграції просторових функцій (рис. 3. А, Б, В).

Планувальна структура будівлі передбачає чітке зонування з урахуванням ієрархії функціональних блоків: адміністративні, освітні та сервісні приміщення мають зручний доступ і організовані таким чином, щоб забезпечити ефективну навігацію. Навчальні класи розміщені з одного боку центрального коридору, тоді як протилежний бік відкривається у двір із зеленими насадженнями. Така конфігурація сприяє надходженню природного світла та вентиляції, що є суттєвим для енергоефективного функціонування будівлі (рис. 3. Г, Д).

Вертикальні видовжені віконні прорізи, застосовані у службових приміщеннях — зокрема, у кабінетах адміністрації та вчителів — також виконують важливу роль у забезпеченні природного освітлення та провітрювання. Це підкреслює інтеграцію принципів енергозаощадження в архітектурне вирішення школи Алаві [14].

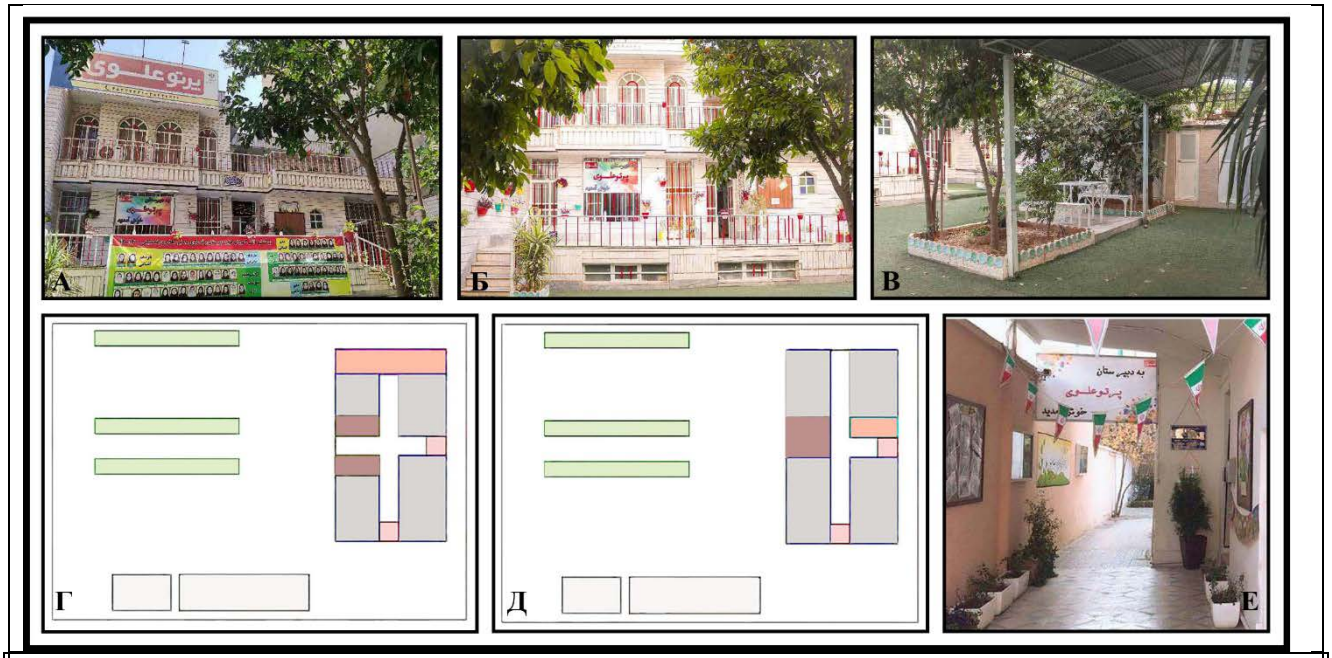


Рис. 3. Середня школа Алаві. А і Б – Головний фасад; В – Вид з двору; Г – План першого поверху; Д – План другого поверху; Е – Освітлення з коридору [15, 16].

У другій половині періоду Ісламської Республіки, починаючи з 2000-х років, в Ірані активізувався розвиток *некомерційних шкіл*, ініційованих здебільшого приватними особами, благодійними фондами або активістами

освітньої сфери. Такі навчальні заклади формувалися як шляхом пристосування наявних будівель, так і через нове будівництво, що дозволяло застосовувати сучасні архітектурні підходи з урахуванням енергоефективності.

Один із характерних прикладів такого типу архітектури — *початкова жіноча школа Хакпана в Ісфахані*. Проєкт цієї школи реалізовано у 2012 році в місті Ісфахан за участю архітектурної студії «Архітектура, дизайн простору та міські заходи». Будівництво було здійснене в межах партнерства між Національною шкільною організацією та благодійною організацією-інвестором. Завдання передбачало створення компактної 12-класної школи на ділянці площею 1700 м² при щільності забудови менше 56%. Складність полягала в незвично витягнутій формі ділянки з відкритістю до вулиці на 150 метрів, що вимагало ретельної просторової організації.

Планувальна структура школи демонструє чітке функціональне зонування: адміністративний блок і зала засідань безпосередньо контактують із міським простором. На східному боці ділянки розташовано три окремі будівлі (пофарбовані в жовтий, зелений і червоний кольори), призначені для адміністрації й викладачів. Незважаючи на допоміжну функцію, вони відіграють важливу роль у формуванні озелененого середовища. Крім того, вулиця й коридори між цими об’єктами забезпечують інсоляцію більшості внутрішніх приміщень завдяки вертикальним вікнам і скляним фасадам, орієнтованим у бік приватного саду (Рис. 4. А, Б).

Внутрішня організація руху забезпечує логічну ієрархію: від класних кімнат до вулиці, без конфліктів між функціональними зонами. Основний корпус на північному боці містить навчальні приміщення на двох поверхах. Вузький, але функціональний ґанок уздовж цього корпусу утворює затінене місце для відпочинку під час перерв, що сприяє мікрокліматичному комфорту. На другому поверсі ритмічне розташування вертикальних вікон із червоними сонцезахисними маркізами забезпечує необхідне природне освітлення (рис. 4. В, Г).

Загальна просторова композиція школи поєднує зрозумілу для дітей архітектурну мову з візуальною виразністю, що розрахована на мешканців міста. Елементи кольору та озеленення інтегруються до структури школи не як декоративні деталі, а як повноцінні складники комфортного освітнього простору. Такий підхід сприяє створенню середовища, що водночас викликає відчуття спокою, свіжості й динаміки. Використання кольору в оформленні було настільки значущим, що отримало висвітлення у звітах обласного та національного рівнів [18].

Рис. 4. Початкова жіноча школа Хакпана.
А – Головний фасад; Б – Вид з вулиці; В – План першого поверху;
Г – План другого поверху; Д – Вид з коридору [17].

Початкова школа Хоссейна Аміна. Ця триповерхова початкова школа для дівчат розташована у східній частині Ісфахана, на вулиці Бозоргмехр, і займає ділянку площею 3800 м². Будівля школи містить 18 класних кімнат та п’ять спеціалізованих кабінетів, а також аудіовізуальну залу, бібліотеку та спортивний зал площею 430 м².

Архітектурна концепція школи базується на відкритості, проникності та створенні позитивного емоційного впливу на учнів. Планування має форму трикутника з внутрішнім атріумом, озелененим і накритим скляним дахом на металевому каркасі. Такий простір не лише формує візуальну домінанту, але й забезпечує природне освітлення та вентиляцію, водночас сприяючи відчуттю відкритості та комфорту (рис. 5. А, Б).

Інтер’єри школи оформлено у яскравих, життєрадісних кольорах, що стимулюють емоційну активність та позитивне сприйняття середовища. Архітектор також прагнув уникнути ефекту «замкненості», тому передбачив численні візуальні зв’язки між внутрішніми та зовнішніми просторами. Скляні стіни фойє та панорамні вікна другого поверху забезпечують візуальний контакт з вулицею, а напіввідкритий простір на першому поверсі з колонадою акцентує головний вхід до будівлі.

Застосування вузьких горизонтальних і вертикальних вікон на фасадах, що виходять як на головний двір, так і на вулицю, дозволяє ефективно контролювати рівень освітлення і захищає від шуму, зберігаючи при цьому зв'язок із зовнішнім середовищем. Просторова організація є лінійною: класи

з’єднані коридором-рекреацією, що відкривається у центральний атріум, забезпечуючи належне природне освітлення та вентиляцію (рис. 5. В, Г).

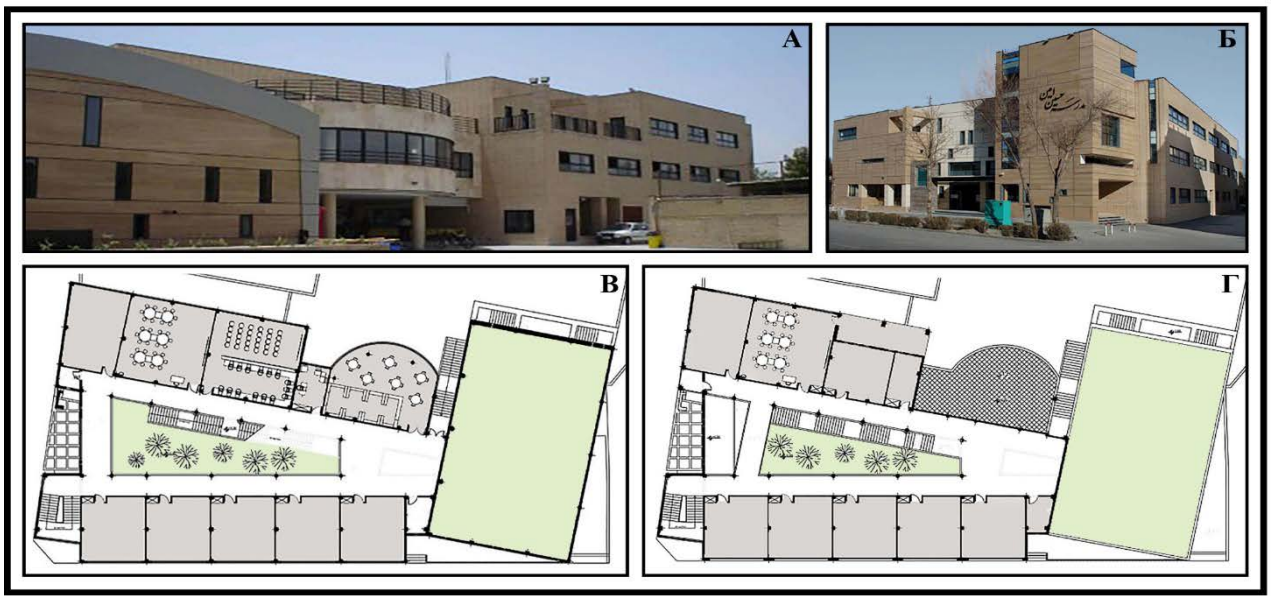


Рис. 5. Початкова школа Хоссейна Аміна.
А – Головний фасад; Б – Вид з двору; В – План першого поверху;
Г – План другого поверху [19].

Важливою інновацією даного рішення є впровадження інтелектуальної системи управління будівлею (BMS), що регулює опалення, охолодження та освітлення з єдиного центру. Така система дозволяє автоматизовано вмикати та вимикати інженерні мережі залежно від часу доби та умов експлуатації, що суттєво сприяє підвищенню енергоефективності.

Оцінка просторової якості, проведена після введення об’єкта в експлуатацію, засвідчила високу задоволеність користувачів, зокрема учнів. Проте впроваджена система BMS виявилася недостатньо ефективною з точки зору забезпечення стабільного екологічного комфорту, що свідчить про необхідність удосконалення інженерного супроводу в майбутніх проєктах [18].

Початкова школа Шахабудді на Хашема Хосравані. Освітній заклад розташований у селі Шахабі поблизу міста Арак та зведений у 2015-2018 роках архітектурною компанією PodioPart Consultant у складі архітекторів Бахрама Шокохіана, Аміра Фазелі та Куроша Наземпура. У 2019 році проєкт здобув другу премію в категорії громадських споруд на національному архітектурному конкурсі, що підкреслює його інноваційний характер і значущість у сфері сучасної шкільної архітектури.

Компактна об’ємно-просторова структура виконана з місцевих матеріалів — цегли та каменю, що забезпечує відповідність кліматичному середовищу та доступність для локальної робочої сили. Фасади школи мають монолітний вигляд, який зберігається і в інтер’єрі, забезпечуючи архітектурну цілісність і

естетичну гармонію. Особливістю проєкту є використання цегляних стін під кутом 45° на західному фасаді другого поверху, що відіграє роль сонцезахисту, запобігаючи перегріву класних кімнат (Рис. 6. А, Б).

Будівля має два входи: учнівський — з боку бічної вулиці, що межує з невеликим садом, і головний — спроєктований із дотриманням норм безпеки. Вікна навчальних приміщень першого та другого поверхів мають білі та кольорові рами, що сприяє створенню дружнього навчального середовища, а також підкреслює прагнення до естетичної виразності.

У внутрішньому оздобленні використано поєднання традиційної казахської цегли з бірюзово-блакитним і білим кольорами. Підлогу виконано з каменю, що забезпечує гігієнічність та простоту у догляді. Поручні на сходах мають безпечну висоту й щільне розташування, а міжмаршеві простори оздоблені каменем.

Планувальна структура будівлі забезпечує чіткий розподіл функцій за поверхами: усі класні кімнати розташовані на другому поверсі, тоді як допоміжні приміщення — на першому. Аудиторії розділено на дві групи — для теоретичних і практичних занять, що розміщені перпендикулярно одна одній. Вздовж класів передбачено напіввідкритий коридор-галерею, що одночасно виконує функцію веранди з двобічним доступом до світла та повітря, забезпечуючи природне освітлення й вентиляцію (рис. 6. В, Г).

Порожні простори між блоками приміщень на першому поверсі сприяють природній циркуляції повітря. Скляні стіни в цих зонах відіграють ключову роль у забезпеченні достатнього рівня денного освітлення. Школа демонструє приклад успішної реалізації принципів енергоефективності та кліматично орієнтованої архітектури в умовах сільської місцевості [18].

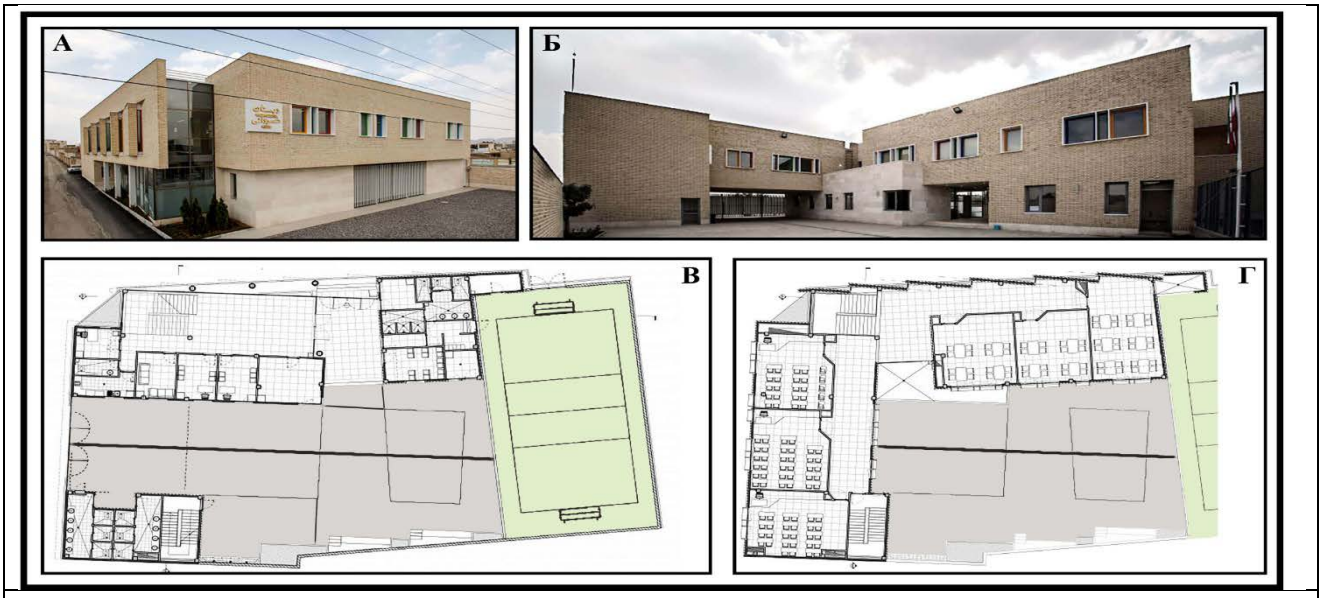


Рис. 6. Початкова школа Шахабудділна Хашема Хосравані. А – Вид з вулиці; Б – Вид з двору; В – План першого поверху; Г– План другого поверху [20].

Висновки. Енергоефективність в архітектурному проєктуванні шкільних будівель Ісламської Республіки Іран, як показано на прикладі аналізованих об'єктів, залишається актуальною проблемою. Основну роль у формуванні мікроклімату в шкільному середовищі відіграє подвір'я — найбільший відкритий простір освітнього закладу. Однак у більшості державних шкіл, зведених у період з 1980-х до початку 2000-х років, спостерігається значна нестача озеленення. Подвір'я таких шкіл займають понад 50% території, однак відсутність зелених насаджень суттєво обмежує їхній кліматичний потенціал.

Крім того, в умовах напівпустельного клімату Ісфахана та Ширазу, архітектурні рішення нечасто передбачають інтеграцію сучасних систем енергозбереження — зокрема сонячних панелей або систем збору та очищення дощової води. Відсутність відкритих або напіввідкритих веранд, які могли б ефективно поєднувати зовнішній простір із навчальними приміщеннями, ускладнює вентиляцію та теплообмін. Металеві віконні рами, характерні для шкіл того періоду, сприяють перегріву внутрішніх просторів і не забезпечують належної теплоізоляції. Ще одним недоліком є конструктивні особливості будівель виступають цегляні арочні перекриття у поєднанні з металевими каркасами, які не мають необхідної звукоізоляції і знижують акустичний комфорт у класах нижніх поверхів.

Натомість у некомерційних школах, зведених після 2000 року, спостерігається помітно вищий рівень кліматичної адаптації та енергоефективності. Такі рішення, що передбачають використання кольорової цегли, пластикових і металопластикових віконних рам із маркізами, світлопрозорих стін, організацію атріумів або внутрішніх садів, сприяють покращенню природної інсоляції та вентиляції. У будівлях подібних шкіл також частіше впроваджуються архітектурні прийоми, спрямовані на створення сприятливого мікроклімату, а застосування кольору та рослинності стає елементом не лише естетики, а й психологічного комфорту.

Разом із тим, ані державні, ані некомерційні школи Ірану поки що не мають повноцінної інтеграції сучасних технологій заощадження енергії. Відсутність сонячних електростанцій, вітрових турбін, локальних водоочисних систем та інших рішень, притаманних для шкільної архітектури країн з високим рівнем екологічної свідомості, свідчить про потребу в комплексному реформуванні стандартів проєктування з орієнтацією на принципи сталого розвитку.

Список літератури:

1. Точна кількість шкіл і класів у країні [Електронний ресурс] // Seratnews: веб-сай (перською мовою). 11.03.2014. URL:

https://www.seratnews.com/fa/news/230432/تعداد-دقیق-مدارس-و-کلاس-های-E2%80%8C%درس-کشور (дата звернення: 01.04.2025).

2. Мохаммад Ю. Точна статистика кількості учнів у країні [Електронний ресурс] / за матер. خبرنامه دانشجویان ایران // Blogsky: блог-платформа. 23.05.2011. URL: https://1600.blogsky.com/1390/03/02/post-20/ (дата звернення: 02.04.2025).

3. 15 мільйонів дівчат і хлопців, які вирішують долю [Електронний ресурс] // Today Online: веб-сайт (перською мовою). 24.09.2022 URL: https://todayonline.ir/news.php?i=3738 (дата звернення: 03.04.2025).

4. Сарафян Х., Дабірі Х. Місце стійкої архітектури в проєктуванні шкіл: із поданням простих рішень для студентів. Тегеран: Видавництво «Авал ва Ахар», 2024. 108 с. ISBN 978-622-5828-568. URL: https://www.gisoom.com/book/44956242/کتاب-جایگاه-معماری-پایدار-در-طراحی-مدارس-با-ارائه-راهکارهایی-به-زبان-ساده-برای-دانشجویان/ (дата звернення: 04.04.2025).

5. Мірзаї Т., Заре С. Академічна мотивація та психічне здоров'я з зеленою архітектурою. Тегеран: Видавництво «Хат-е Ахар», 2024. 76 с. ISBN 978-622-379-365-3. URL: https://www.gisoom.com/book/44951862/کتاب-انگیزه-تحصیلی-و-سلامت-روان-با-معماری-سبز/ (дата звернення: 05.04.2025).

6. Каземі Т. Дитина, простір і освіта: аналіз норм і стратегій проєктування дитячих навчальних центрів. Тегеран: Видавництво «Санджеш ва Данеш», 2024. 106 с. ISBN 978-622-050-566-2. URL: https://www.gisoom.com/book/44940251/تاب-کودک-فضا-و-آموزش-تحلیل-ضوابط-و-راهکارهای-طراحی-مراکز-آموزشی-کودکان/ (дата звернення: 06.04.2025).

7. Мораді-Мотлаг Р. Архітектура шкіл із акцентом на розвиток креативності в учнів. Тегеран: Видавництво «Омузеші Таліфі Аршад», 2024. 130 с. ISBN 978-622-089-206-9. URL: https://www.gisoom.com/book/44878308/کتاب-معماری-مدارس-با-تاکید-بر-خلاقیت-در-دانش-آموزان/ (дата звернення: 07.04.2025).

8. Хаджилу М. Архітектура старшої школи та гендер. Тегеран: Видавництво «Омузеші Таліфі Аршад», 2022. 204 с. ISBN 978-622-084-490-7. URL: https://www.gisoom.com/book/44892748/کتاب-معماری-دبیرستان-و-جنسیت/ (дата звернення: 08.04.2025).

9. Алаї С., Деггані А. Проєктування комплексу освітніх просторів: дошкільна, початкова, середня, старша школа та підготовчі курси, із застосуванням модульної та гнучкої систем. Тегеран: Видавництво «Яваріян», 2022. 352 с. ISBN 978-600-8834-93-9. URL: https://www.gisoom.com/book/11818436/کتاب-طراحی-مجموعه-فضاهای-آموزشی-مقاطع-پیش-دبستان-دبستان-راهنمایی-متوسطه-و-پیش-دانشگاهی-بهره-گیری-از-سیستم-مدولار-و-انعطاف-پذیری/ (дата звернення: 09.04.2025).

10. Багері М. Контекстуальна архітектура в проєктуванні школи / ред. Ш. Чарханд. Тегеран: Видавництво «Осатід-е Дānешгāх», 2021. 164 с. ISBN 978-622-7913-18-7. URL: https://www.gisoom.com/book/11766297/کتاب-معماری-زمینه-گرا-در-طراحی-مدرسه/ (дата звернення: 10.04.2025).

11. Аргіяні М. Основи проєктування навчальних середовищ. Тегеран: Видавництво «Сімāй-е Дānеш», 2020. 274 с. ISBN 978-600-120-509-5. URL: https://www.gisoom.com/book/11661504/کتاب-مبانی-طراحی-محیطهای-یادگیری/ (дата звернення: 11.04.2025).

12. Махбуді Г. Архітектура шкіл на основі екологічної (середовищної) психології. Тегеран: Видавництво «Марджā-е Елм», 2020. 232 с. ISBN 978-600-8265-69-6. URL: https://www.gisoom.com/book/11618280/کتاب-معماری-مدارس-بر-بنیاد-روانشناسی-محیطی/ (дата звернення: 12.04.2025).

13. Зарґамі І., Пахлавані М. Архітектура шкіл майбутнього. Тегеран: Університет імені Шахіда Раджаї, 2017. 356 с. ISBN 978-600-6594-17-0. URL: https://www.gisoom.com/book/11298191/کتاب-معماری-مدارس-آینده/ (дата звернення: 13.04.2025).

14. Табібзаде К., Ардешірі М., Беназаде Б. Дослідження архітектури освітніх просторів з акцентом на підвищення просторової якості (на прикладі старшої дівочої школи у місті Шираз) [Електронний ресурс] // *Мемарі-Шенасі*. 2020. Т. 3, № 15. URL: https://www.sid.ir/paper/526322/fa (дата звернення: 14.04.2025).

15. Середня дівоча школа «Алаві», район 1, Шираз [Електронний ресурс] // Енциклопедія шкіл Ірану: веб-сайт (перською мовою). URL: https://schpedia.ir/143816/مدرسه-1/ناحیه-1-شیراز-دخترانه/انتفاعی-غیر-متوسطه/علوی (дата звернення: 15.04.2025).

16. Середня дівоча школа «Зарегі», район 1, Шираз [Електронний ресурс] // Офіційний сайт мережі шкіл «Алаві». URL: https://alavi.ir/شیراز-متوسطه-دوم-دخترانه-زرهی (дата звернення: 16.04.2025).

17. Початкова школа Хакпанах [Електронний ресурс] // Archigram: веб-сайт (перською мовою). 20.06.2018. URL: http://archigram.ir/?p=2902 (дата звернення: 17.04.2025).

18. Седіґе М.М., Маджиді В. Визначення критеріїв архітектурного проєктування школи на основі теорії субстанційного руху Мулли Садри як чинника формування людської ідентичності (на прикладі п’яти сучасних шкіл Ірану) [Електронний ресурс] // Fundamental Research in the Humanities (تحقیقات بنیادین علوم انساني) №27. 2022. С.101–132. URL: https://ecc.isc.ac/showJournal/39676/270072/3429606 (дата звернення: 18.04.2025).

19. Початкова школа Хусейна Аміна (اصفهان) [Електронний ресурс] // Галерея фотографій. Офіційний сайт Управління реконструкції шкіл провінції

Ісфахан. URL: https://www.nosazimadaresisf.ir/home/fa/-فعالیت-ها/گالری-عکس/category/15/مدرسه-حسین-امین (дата звернення: 19.04.2025).

20. Початкова школа імені Шехабудділна та Гашема Хосровані, село Шехабіє, Хомейн, провінція Меркезі [Електронний ресурс] // CAOI – Центр досліджень ідей в архітектурі Ірану: веб-сайт (перською мовою). Останнє оновлення: 15.11.2019. URL: https://www.caoi.ir/fa/projects/item/1382-دبستان-شهاب-الدین-و-هاشم-خسروانی-روستای-شهابیه-خمین-استان-مرکزی-گروه-معماری-پادیاوپارت (дата звернення: 20.04.2025).

Ph.D. of Architecture, Associate Professor **Ali Emamianfar**,
Doctor of Sciences of Architecture, Professor **Yuliia Tretiak**,
Candidate of Sciences, Associate Professor **Raddamila Kosarevska**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

ARCHITECTURAL TYPOLOGY OF PUBLIC AND NON-COMMERCIAL SCHOOLS IN THE ISLAMIC REPUBLIC OF IRAN IN THE CONTEXT OF ENERGY EFFICIENCY

This article explores the architectural typology of public and non-commercial schools in the Islamic Republic of Iran after the 1979 revolution, focusing on integrating energy-efficient design principles. Public schools, widely constructed during the 1980s and 2000s with full governmental funding and oversight, are compared to non-commercial schools—privately initiated institutions developed by families, charitable organizations, or retired educators after 2000 under the supervision of the Ministry of Education. The study analyzes case studies from the Shiraz and Isfahan provinces, both characterized by semi-arid climates, to assess the spatial layout, material selection, passive ventilation strategies, natural lighting, thermal protection, shading systems, and vegetation elements within the school environments.

Special attention is given to how architectural planning contributes to microclimatic comfort and environmental performance. In public schools, the presence of large open courtyards is often not supported by sufficient vegetation or shading elements, whereas in non-commercial schools, greater design flexibility allows for more thoughtful integration of gardens, glass walls, color accents, and atriums to improve energy performance and visual comfort. The comparison also highlights differing levels of engagement with modern technologies such as BMS (Building Management Systems) and adaptive facade strategies.

Findings suggest that while both school types seek to respond to local climatic conditions, non-commercial schools tend to implement more contemporary and

climate-conscious approaches. The insights from this analysis can inform the development of future school buildings that are not only culturally and contextually appropriate but also environmentally responsive.

Keywords: school architecture; energy efficiency; educational space; public schools; non-commercial schools; architectural planning; climate adaptation; ventilation; natural lighting; greenery; glass walls; courtyard; semi-arid climate; Iran.

REFERENCES

1. Te‘dād-e daghigh-e madāres va kelās-hā-ye dars-e keshvar (Exact number of schools and classrooms in the country). (2014, March 11). Serat News. Retrieved April 1, 2025, from https://www.seratnews.com/fa/news/230432/تعداد-دقیق-مدارس-و-کلاس%E2%80%8Cهای-درس-کشور/ {in Persian}.

2. Mohammad, Y. (2011, May 23). Āmār-e daghigh-e te‘dād-e dāneshāmūzān-e keshvar (Exact statistics on the number of students in the country). Blogsky. Retrieved April 2, 2025, from https://1600.blogsky.com/1390/03/02/post-20/ {in Persian}.

3. 15 milyon dokhtar va pesar sarnevesht-sāz (15 million girls and boys who shape the future). (2022, September 24). Today Online. Retrieved April 3, 2025, from https://todayonline.ir/news.php?i=3738 {in Persian}.

4. Sarāfiyān, H., & Dabīrī, H. (2024). Jāygāh-e me‘mārī-ye pāydār dar tarāhī-ye madāres: Bā era'e-ye rāhkarhā-ye sāde barā-ye dāneshjūyān (The place of sustainable architecture in school design: With simple solutions for students). Tehran: Aval va Akhar. ISBN 978-622-5828-568. Retrieved April 4, 2025, from https://www.gisoom.com/book/44956242/کتاب-جایگاه-معماری-پایدار-در-طراحی-مدارس-با-ارائه-راهکارهایی-به-زبان-ساده-برای-دانشجویان/ {in Persian}.

5. Mīrzāī, T., & Zāreʿ, S. (2024). Angīze-ye tahṣīlī va salāmat-e ravān bā meʿmārī-ye sabz (Academic motivation and mental health through green architecture). Tehran: Khat-e Akhar. ISBN 978-622-379-365-3. Retrieved April 5, 2025, from https://www.gisoom.com/book/44951862/کتاب-انگیزه-تحصیلی-و-سلامت-روان-با-معماری-سبز/ {in Persian}.

6. Kāzemī, T. (2024). Kūdak, fazā va āmūzesh: Tahlīl-e zavābet va rāhkarhā-ye tarāhī-ye marākiz-e āmūzeshī-ye kūdakān (Child, space, and education: Analysis of standards and design strategies for children's educational centers). Tehran: Sanjesh va Danesh. ISBN 978-622-050-566-2. Retrieved April 6, 2025, from https://www.gisoom.com/book/44940251/تاب-کودک-فضا-و-آموزش-تحلیل-ضوابط-و-راهکارهای-طراحی-مراکز-آموزشی-کودکان {in Persian}.

7. Morādī-Motlagh, R. (2024). Meʿmārī-ye madāres bā ta’kīd bar khalāqīyat dar dānesh-āmūzān (School architecture with an emphasis on creativity in students). Tehran: Āmūzeshi Ta’līfī Arshad. ISBN 978-622-089-206-9. Retrieved

April 7, 2025, from https://www.gisoom.com/book/44878308/کتاب-معماری-مدارس-با-تاکید-بر-خلاقیت-در-دانش-آموزان/ {in Persian}.

8. Hājjīlū, M. (2022). Meʿmārī-ye dabīrestān va jensīyat (High school architecture and gender). Tehran: Āmūzeshi Ta'līfī Arshad. ISBN 978-622-084-490-7. Retrieved April 8, 2025, from https://www.gisoom.com/book/44892748/کتاب-معماری-دبیرستان-و-جنسیت/ {in Persian}.

9. ʿAlāʾī, S., & Dehqānī, Ā. (2022). Tarāhī-ye majmūʿeh-ye fazāhā-ye āmūzeshī: Maqāteʿ-e pīš-dabestān, dabestān, rāhnamāyī, motavasseṭeh va pīš-dāneshgāhī, bahreh-gīrī az system-e modūlār va enʿetāfpazīrī (Designing educational space complexes: Preschool, primary, middle, high school, and pre-university levels, using a modular and flexible system). Tehran: Yāvarīān. ISBN 978-600-8834-93-9. Retrieved April 9, 2025, from https://www.gisoom.com/book/11818436/کتاب-طراحی-مجموعه-فضاهای-آموزشی-مقاطع-پیش-دبستان-دبستان-راهنمایی-متوسطه-و-پیش-دانشگاهی-بهره-گیری-از-سیستم-مدولار-و-انعطاف-پذیری/ {in Persian}.

10. Bāqerī, M. (2021). Meʿmārī-ye zaminehgarā dar tarāhī-ye madreseh (Contextual architecture in school design) (Sh. Charkhand, Ed.). Tehran: Osātīd-e Dāneshgāh. ISBN 978-622-7913-18-7. Retrieved April 10, 2025, from https://www.gisoom.com/book/11766297/کتاب-معماری-زمینه-گرا-در-طراحی-مدرسه/ {in Persian}.

11. Arghīyānī, M. (2020). Mabānī-ye tarāhī-ye moḥīṭhā-ye yādgīrī (Fundamentals of learning environment design). Tehran: Sīmā-ye Dānesh. ISBN 978-600-120-509-5. Retrieved April 11, 2025, from https://www.gisoom.com/book/11661504/کتاب-مبانی-طراحی-محیطهای-یادگیری/ {in Persian}.

12. Mahbūdī, H. (2020). Meʿmārī-ye madāres bar bonyād-e ravānshenāsī-ye moḥīṭī (School architecture based on environmental psychology). Tehran: Marjaʿ-e ʿElm. ISBN 978-600-8265-69-6. Retrieved April 12, 2025, from https://www.gisoom.com/book/11618280/کتاب-معماری-مدارس-بر-بنیاد-روانشناسی-محیطی {in Persian}.

13. Esmail Zargami, Mehdi Pahlavani. Architecture of Schools of the Future [Electronic resource]. Tehran: Shahid Rajaee Pedagogical University, 2017. 312 p. Retrieved April 13, 2025, from https://www.gisoom.com/book/11298191/کتاب-معماری-مدارس-آینده/ {in Persian}.

14. Ṭabībzādeh, K.-S., Ardashīrī, M., & Banāzādeh, B. (2020). Barrasī-ye meʿmārī-ye fazāhā-ye āmūzeshī bā ta'kīd bar erteqāʾ-ye keyfīyat-hā-ye fazāyī (madāres-e dokhtarāneh-ye motavasseṭeh dovvom-e Shirāz) (An analysis of educational space architecture with emphasis on improving spatial quality: Case study of secondary girls' schools in Shiraz). Memārī Shenāsī, 3(15). Retrieved April 14, 2025, from https://www.sid.ir/paper/526322/fa {in Persian}.

15. Motavasseṭeh-ye dokhtarāneh-ye ʿAlavī, Nāhīyeh-ye 1-e Shirāz (Alavi Girls' Middle School, District 1, Shiraz). (n.d.). Dāneshnāmeh-ye Madāres-e Īrān (Iran Schools Encyclopedia). Retrieved April 15, 2025, from https://schpedia.ir/143816/مدرسه-1/ناحیه-شیراز/دخترانه/انتفاعی-غیر/متوسطه/علوی {in Persian}.

16. Motavasseṭeh-ye dovvom-e dokhtarāneh-ye Zarehī, Nāhīyeh-ye 1-e Shirāz (Zarehi Girls' High School, District 1, Shiraz). (n.d.). Alavi Educational Network. Retrieved April 16, 2025, from https://alavi.ir/شیراز-متوسطه-دوم-دخترانه-زرهی {in Persian}.

17. Dabestān-e Ḥaqqpanāh (Haqqpanah Primary School). (2018, June 20). Archigram. Retrieved April 18, 2025, from http://archigram.ir/?p=2902 {in Persian}.

18. Sedigheh, M. M., & Majidi, V. (2022). Identifying school architectural design criteria based on Mulla Sadra's theory of substantial motion as an effective factor in the formation of human identity (A case study of five contemporary schools in Iran}. Fundamental Research in the Humanities, 27, 101–132. Retrieved April 18, 2025, from https://ecc.isc.ac/showJournal/39676/270072/3429606 {in Persian with English abstract}.

19. Madrese-ye Hoseyn Amin (Isfahan) (Hoseyn Amin Primary School, Isfahan). (n.d.). Photo Gallery – Isfahan Provincial School Renovation Office. Retrieved April 19, 2025, from https://www.nosazimadaresisf.ir/home/fa/فعالیت-ها/گالری-عکس/category/15/مدرسه-حسین-امین {in Persian}.

20. Dabestān-e zendeyād-e Shahāb al-Dīn va Hāshem Khosravānī, Rūstā-ye Shahābīyeh, Khomayn, Ostān-e Markazī (Shahabeddin & Hashem Khosravani Memorial Primary School, Shahabiyeh Village, Khomayn, Markazi Province). (2019, November 15). CAOI – Center of Architecture Ideas in Iran. Retrieved April 20, 2025, from https://www.caoi.ir/fa/projects/item/1382-دبستان-شهاب-الدین-و-هاشم-خسروانی-روستای-شهابیه-خمین-استان-مرکزی-گروه-معماری-پادیاوپارت {in Persian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.125-143
УДК 72.01

Зінченко А.К.,
anton.zinchenko@kname.edu.ua, ORCID: 0009-0000-0663-5478,
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ВІЗУАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА

Дана стаття присвячена аналізу впливу архітектурного середовища на діапазон страхів та тривожних станів, що відчуває людина під час зорового сприйняття архітектурного середовища. Актуальність цього напряму зумовлена численними доказами негативного впливу візуально-депресивного середовища на здоров'я людини. У даній роботі розкриваються особливості впливу візуальних властивостей архітектурного середовища на біологічні страхи людини. Сформовано уявлення про типи біологічних страхів, які може провокувати архітектурне середовище, а саме: страх висоти; страх замкнутих просторів; страх отримання травми; страх втрати контролю над довкіллям; страх великих відкритих просторів; страх опинитися в пастці; страх втрати орієнтації; страх смерті; страх перед екологічною небезпекою. В статті дається опис подальшого перебігу експерименту спрямованого на розробку та уточнення критеріїв оцінки впливу візуальних параметрів архітектурного середовища на емоції людини. А саме – тієї його частини, яка присвячена дослідженню біологічних страхів.

Ключові слова: архітектурне середовище; небезпека; візуальне сприйняття; тривожні стани; архітектурна композиція.

Постановка проблеми.

Архітектурна форма, подібно до музичного твору, має сильний емоційний вплив, у тому числі має потенціал проектувати на людину страхи та тривожні відчуття [1]. Для уточнення цієї тези наведемо уривок з аналізу партитури «Незакінченої симфонії» Шуберта: «... до тих пір, поки Forzatissimos повного оркестру не стане прелюдією до чогось набагато більш драматичного. Але цього не відбувається. Частина другої теми повертається як ні в чому не бувало. Тромбони додають трохи драматизму, але ми повертаємося до соль мажору і, знову ж таки, до другої теми, яка грає в наслідуванні сама собі…" [2].

Подібно до музичного твору, архітектурна форма також безпосередньо впливає на почуття людини. Знаючи це, багато архітекторів створюють власний специфічний сценарій. Для них архітектурний простір — зручний та

випробуваний інструмент створення повноцінного мистецького середовища. Функції меж та площин, що сприймаються глядачем, не вичерпуються тільки тим, що вони визначають межі простору. Метафоричні вирази: простір "тече", "стисло", "статично", "динамічно", "вібрує" - мають глибокий зміст. Ці смисли досліджено безліччю архітекторів. Емоціям, що закладени в архітектурні простори, присвячені роботи такого дослідника як Твейл, який досліджував зв'язок емоційних реакцій на видиме середовище та контури об'єкта [3]. Ми практично впевнені, що і автор твору «Простір для життя: психологічний добробут…» і безліч архітекторів, і дизайнерів, які писали на подібні теми, творили під сильним впливом роботи Саймондса «Ландшафтна архітектура», що дав широке розшифрування емоційної складової форм і ліній. [4].

Не виключено, що на Саймондса вплинули роботи психологів і мистецтвознавців першої чверті 20-го століття, які довели, що в сприйнятті респондентів прямі лінії і гострі кути носять негативний «відтінок емоцій». В абсолютній більшості описів почуттів, що викликаються цими формами та лініями, присутні такі мотиви як: серйозний, жорсткий, запеклий та недружній. У той же час прикметники, що дають опис емоційного забарвлення вигнутих ліній, пов'язувалися з протилежними почуттями: ніжним, тихим і повільним.

Актуальність цього дослідження полягає у розвитку методів оцінки впливу архітектурного середовища на біологічні страхи людини. Ми збагатили палітру уявлень про предмет полемізуючи з Beit-Hallahmi та його спробою відповісти на питання до біологічного чи психологічного типу страхів належить страх смерті [5]. У нашому уявленні кожен страх дуальний і його тип несе певні пропорції поєднання як психологічних, так і біологічних характеристик. За цієї причини ми дали таке визначення біологічного страху: це страх, що впливає на реципієнта на глибинному рівні інстинктів і пов'язаний із прагненням індивіда до цілісності та продовження існування.

Такі знання необхідні подальшого розвитку наступних парадигм:

- архітектурна композиція. Додаткову переконаність у правоті та доцільності проведеного дослідження ми отримали при ознайомленні з роботами Вільяма Обе. У статті «Чуттєвий страх: реакція мозку на музику, вокалізації та міміку» [6] авторами проведено функціонально-магнітно-резонансне дослідження за участю 47 здорових добровольців, в якому виконано порівняння реакцій на основні емоції (страх, смуток та щастя), виражені через вирази обличь, нелінгвістичні вокалізації та короткі музичні уривки з різних творів. Результати дослідження показували, що сприйняття страху, вираженого через музику, задіює деякі з тих же областей мозку, які, як відомо, мають вирішальне значення для виявлення та оцінки інформації, пов'язаної із зовнішніми загрозами. Тому мистецтво активуючи емоції страхів звертається

до найбільш дієвим, глибинним механізмам людської свідомості. На думку авторів архітектурна композиція також є сильним інструментом проекцування емоцій та чуттєвих переживань, які архітектор може закладати у сценарій сприйняття проектованого об'єкта;

- візуальна екологія. Безпека для здоров'я візуальних характеристик довкілля є одним із важливих факторів організації міських просторів [7]. Відомо, що візуально гомогенне, агресивне або депресивне архітектурне середовище в потенціалі негативно відбивається на здоров'ї людини [8];

- бренд міста. Зростаюча конкуренція між містами змушує приділяти особливу увагу їхнім брендам [9]. Розробка інструментарію оцінки емоційного фону, що проекцується архітектурним середовищем, дає потенційну можливість розробки стратегій її вдосконалення.

Метою дослідження є розробка методу аналізу візуально-просторової організації архітектурного середовища як засобу захисту та провокатора можливих біологічних страхів людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У дослідженнях можливих впливів візуальних характеристик архітектурного середовища на її емоційне сприйняття професор Bar припускає, що гострі кути контурів і форм транслює загрозу і це відображає еволюцію адаптивної поведінки людини [10]. Полемізуючи з ним дослідник Palumbo пов'язує ефект емоційного сприйняття архітектурного середовища з більш високими когнітивними процесами, а також впливом процесів перцепції та семантичного значення на емоційні відгуки реципієнтів [11]. У циклах досліджень останніх трьох десятиліть розглядалися категорії архітектурної композиції та їх вплив на емоції, серед них: симетрія – асиметрія [12], цілісність – членність [13], кривизна – лінійність [14], гнучкість поверхонь [15], читаність простору [16]. У своїй сукупності ці методи мають велике значення для формування бренду міста як складової концепції SMART CITY [17], [19]. Інтерес до теми емоційних відгуків на видиме архітектурне середовище з часом посилювався. Коттер [20] вивчив емоційне сприйняття абстрактних візерунків та неправильних форм, а Белін геометричні фігури та прості форми [21]. Дуже цікавим стало вивчення робіт Guido Corradi [22], Leder [23] та Chuquichambi [24], що розглянули емоційні аспекти сприйняття ескізів, фотографій та зображень архітектурних об'єктів. Bertamini [25] і Jadva [26] довели, що ефект емоційного сприйняття форм, ліній і контурів якщо й не універсальний для людей і вищих приматів, то все одно має місце і піддається аналізу.

Наведені вище роботи пов'язані зі спробами скласти формальну когнітивну карту [27], що розкриває особливості зорового сприйняття архітектурного середовища. Незважаючи на давній інтерес до подібних

досліджень, інструменту оцінки емоційних відгуків на видиме архітектурне середовище досі не виявлено (не обов'язково, що його вже не існує, наприклад, у нейробіології) [28].

Методи дослідження.

Перша частина дослідження: «Аспекти формування візуальних ознак безпеки архітектурного середовища», опублікованого у попередній статті, сформувала континуум уявлень про основні аспекти впливу візуальних характеристик архітектурного середовища на страхи та емоції людини. При цьому основною проблемою є велика відмінність емоційних відгуків у реципієнтів на однакові візуальні стимули. За цієї причини у світовій науковій практиці у разі виникнення подібних проблем зазвичай використовують метод статистичного аналізу [18].

Також, у наданій статті застосовуються методи дослідження, взяті з експериментальної психології. Ці методи присвячені психофізіологічному аспекту зорового сприйняття архітектурного середовища як фізично існуючої реальності з притаманними їй властивостями - масою, обсягом, розмірами, розташуванням у просторі, фактурою, світлом та кольором. Це рівень, на якому відбувається оцінка перших естетичних вражень про навколишнє середовище. Психіка і фізіологія людини, а також реакції на приємні чи неприємні для органів почуттів протягом століть майже змінилися. Сучасна людина має такі ж самі можливості сприйняття, як і людина еллінізму або середньовіччя.

На психофізіологічному рівні відбувається формування такого типу образу, який несе інформацію про найпростіші потреби людини: потреби в орієнтації, упізнанні форм та їх відносин, що формують уявлення про простір і можливості пересування в ньому. Формування цього образу управляється відомими композиційними прийомами: властивостями форми та композиційними засобами, що зв'язують ці форми у ціле; властивостями просторів; використанням способів керування рухом людини; чергуванням тих чи інших прийомів організації простору тощо.

У незмінному вигляді психофізіологічну суть сприйняття людина зберегла з найдавніших часів. Тому відображення образу небезпеки у свідомості однакове для представників різних расових та соціальних груп людства. Воно орієнтовано більшою мірою на організацію простору, який викликає певний емоційний стан, що так чи інакше впливає на діяльність людини в цьому просторі. Образ небезпеки служить передачі елементарної інформації, яка пов'язана з орієнтацією, рухом та ідентифікацією людини у навколишньому середовищі з погляду на його безпечність. Ця інформація знаходиться поза вербалізацією, вона заснована на дії психофізіологічних механізмів сприйняття та відчуття. Ці складові образу виконують функцію

передачі психофізіологічної інформації про взаємозв'язок людини та навколишнього середовища, керуючи його поведінкою.

У дослідженні особливостей візуальної безпеки архітектурного середовища цей (психофізіологічний) рівень зорового сприйняття співвідноситься з так званими «біологічними» страхами людини.

Результати дослідження.

У статті описано другий етап експерименту, який присвячено дослідженню принципів впливу архітектурного середовища на біологічні страхи людини. На думку професора Гарсія, «Біологічний страх» – це емоція очікування [29], що виникає при сприйнятті ситуації, яка потенційно загрожує безпеці реципієнта та/або безпеці інших людей. Мета даної емоції підготувати реакцію на виявлений стимул, таку як: "завмирання, втеча, боротьба, переляк" [30] або "доглядати і дружити" (наприклад, звернення до інших за допомогою або соціальною підтримкою або зробити ситуацію менш напруженою, небезпечною або незручною) [31].

Однією з цілей експерименту є формування критеріїв оцінки візуальної безпеки архітектурного середовища. У нейробіології вже є досить точний метод оцінки емоційного відгуку на видиме середовище [32]. На жаль, пропонований нейробіологами інструментарій дає лише кількісну, але не якісну оцінку естетичних переживань. З цієї причини ми змушені звернутися до класичних методів вирішення поставлених завдань.

При описі принципів впливу архітектурної композиції на сприйняття її як джерела захисту та провокатора можливих тривожних станів ми дозволили собі кілька вільних припущень, заснованих на знаннях історії архітектури та античного світу. Ми зіставили принципи формування архітектурної композиції двох історичних періодів під впливом двох різних за спрямованістю фобій, а саме: архітектури стародавньої Греції, що сформувалася під впливом біофобії (страх дикої природи) (перше припущення дослідження) та біоморфної архітектури наших днів, що сформувалася під впливом екофобії (страх перед екологічною кризою), (друге припущення дослідження). Причина такого вибору криється, по-перше, у науковому інтересі, який полягає у прагненні зіставити такі два протилежні стилі, а, по-друге, перевірити адекватність обраного методу досліджень.

Біофобія, визначення: термін «біо» означає «життя» або «живі організми», у той час як «фобія» відноситься до «страху, страху, сильної неприязні чи огиди» (Оксфордський словник англійської мови). Отже, «біофобія» визначається як «страх, жах, сильна ворожість чи огида до живих організмів та дикої природи» [33]. Для доказу думки про наявність якоїсь, складно вираженої біофобії у Давніх Греків ми зібрали деякі літературні

пам’ятки, серед котрих можна провести короткий аналіз подвигів Геракла. «Подвиги Геракла» - серія завдань, що виконуються Гераклом, найбільшим з грецьких героїв, на службі у царя Еврісфея [34].

У класичній літературі описано 12 подвигів, серед яких: 1 подвиг Геракла Удушення Німейського лева; 2. Вбивство Лернейської гідри; 3. Винищення Стімфалійських птахів; 4. Затримання Керінейської лані; 5. Приборкання Ериманфського вепря; 6. Очищення Авгієвих стайнь; 7. Приборкання Критського бика; 8. Викрадення Коней Діомеда; 9. Викрадення Поясу Іполити; 10. Викрадення корів Геріона; 11. Викрадення яблук із саду Гесперид; 12. Приборкання пса Цербера. З 12 подвигів шість пов'язані з перемогою над небезпечними видами тварин, які наводили жах на навколишніх мешканців. Ми абсолютно згодні з більшістю дослідників які вважають, що подвиги - це метафори становлення героя та подолання їм себе та своїх страхів [35]. Але також відомо і певне неприязне ставлення давніх греків та римлян до дикої, неупорядкованої природи [36]

Антитезою запропонованого бачення біофобії античного світу є елліністична та римська експансія у період з VI ст. до н. за III ст. від р.х. пов'язана саме з освоєнням диких територій. Але для нас цікавим є саме той факт, що у уяві еллінів культурна людина повинна жити в містах і у перетвореному її руками середовищі та уникати небезпек неконтрольованого дикого світу [37].

З зазначеної вище причини авторами розроблено табличний шаблон-опитувальник, у якому по вертикалі розташовувалися категорії архітектурної композиції, що розглядаються як потенційні провокатори страхів, а по горизонталі страхи характерні для архітектурного середовища. Проведене дослідження дозволило уточнити типи страхів, доцільних для їх кореляції з категоріями архітектурної композиції, а саме: страх висоти; страх замкнутих просторів; страх одержання травми; страх втрати контролю за довкіллям; страх великих відкритих просторів; страх опинитися у пастці; страх втрати орієнтації; страх смерті; страх перед екологічними проблемами.

На даному етапі дослідження групам студентів, учасників експерименту пропонувалося у довільній формі скласти континуум ознак - у випадку з греками дикої природи, здатних спровокувати біофобію, у другому випадку ознак екологічної депресії, здатних спровокувати екофобію. Такий підхід дозволив чіткіше проаналізувати категорії композиції як провокатора/нейтралізатора відповідних страхів. За думкою групи до переліку ознак, що провокують біофобію ввійшли наступні: утруднений контроль за навколишнім середовищем; слабке освітлення; «слизькі» на вигляд текстури; складні, вигнуті та членовані простори; густі, недоглянуті чагарники; закриті

перспективи; непередбачуваність тощо. У ознаках екофобії, за невеличкими винятками склалося практично «навпаки». Саме за цієї причини і є цікавим порівняння таких різних за провокаторами в архітектурній композиції страхів.

Постановка експерименту.

На основі вище наведених результатів дослідження нами розроблено табличний шаблон-опитувальник аналізу архітектурної композиції через біологічні типи страхів, які потенційно мають відношення до архітектури (таблиця 1).

У якості респондентів до експерименту була залучена група студентів архітекторів. У процесі роботи студенти освоювали та вдосконалювали принципи роботи з категоріями архітектурної композиції. При цьому проводилися дискусії про образні характеристики будівлі і про те, як вона проекцює страхи або захищає від них.

Таблиця 1.

Шаблон таблиці–опитувальника

№ пор.	Категорія композиції	Біологічні фобії								
		а	б	в	г	д	е	є	ж	и
		страх висоти	страх замкнутих просторів	страх отримання	страх втрати	страх великих просторів	страх опинитися	страх втрати	страх смерті	страх перед
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Величина	1а	1б	1в	1г	1д	1е	1є	1ж	1и
2	Маса	2а	2б	2в	2г	2д	2е	2є	2ж	2и
3	Фактура /Текстура	3а	3б	3в	3г	3д	3е	3є	3ж	3и
4	Колір	4а	4б	4в	4г	4д	4е	4є	4ж	4и
5	Світлотінь	5а	5б	5в	5г	5д	5е	5є	5ж	5и
6	Цілісність	6а	6б	6в	6г	6д	6е	6є	6ж	6и
7	Тектоніка	7а	7б	7в	7г	7д	7е	7є	7ж	7и
8	Симетрія	8а	8б	8в	8г	8д	8е	8є	8ж	8и
9	Асиметрія	9а	9б	9в	9г	9д	9е	9є	9ж	9и
10	Пропорційність	10а	10б	10в	10г	10д	10е	10є	10ж	10и
11	Масштабність / Масштаб	11а	11б	11в	11г	11д	11е	11є	11ж	11и
12	Ритм / Метр	12а	12б	12в	12г	12д	12е	12є	12ж	12и
13	Членність	13а	13б	13в	13г	13д	13е	13є	13ж	13и
14	Контраст	14а	14б	14в	14г	14д	14е	14є	14ж	14и

Кожний перетин стовпців і строк дає вкладену комірку, що описує потенційне проекцування страхів відповідними категоріями архітектурної композиції. Для проведення опитування розроблено систему карток, що відповідає кожному з осередків таблиці. Результатом заповнення картки

повинно бути оцінка негативного (-) або позитивного (+) впливу візуальних якостей архітектурного середовища на відчуття людиною страхів та тривог. Приклад такої картки наведено у таблиці 2.

Таблиця 2.

Приклад картки аналізу аспектів впливу категорій архітектурної композиції на типи біологічних страхів.

№ комірки кат. комп / страх (оцінка +/-)	Опис можливого впливу	Візуальні дані
9а Асиметрія / Боязнь висоти Оцінка -	Надбудова масивна, розташована на великій висоті, тримається на тонких опорах, що створює ілюзію ненадійності конструкції. Люди з Акрофобією не зможуть підійти до краю будівлі на даху, що експлуатується. Інші відвідувачі отримають гострі й цікаві відчуття від її відвідування	

Вибір архітектурних прототипів дослідження.

Під час дискусії, яка відбулася на одному з семінарів було висунуто гіпотезу про біологічні страхи давніх греків. Ця тема дуже зацікавила учасників обговорення та стала причиною активного її обговорення. Розвиваючи дану тему ми вирішили провести експеримент ціллю якого став доказ, або спростування вказаної вище тези. За цієї причини експеримент пішов по класичній гносеологічній схемі: теза / антитеза / синтез. Тезою стала біофобія греків на прикладі аналізу 10 видатних архітектурних об’єктів, антитезою – екофобія як основа розвитку сучасного стильового спрямування «Біотек», на прикладі аналізу 10 всесвітньо визнаних споруд. Синтез – порівняння результатів аналізу цих двох кластерів архітектурних об’єктів та надання висновків про наявність або відсутність у давніх греків біофобії.

Біофобія: Давня Греція.

Вибрано 10 пам'яток еллінської архітектури, що найбільше згадуються засобами масмедіа, серед них: 1. Акрополь в Афінах; 2. Храм Аполлона в Дельфах (табл.2); 3. Храм Зевса в Олімпії; 4. Кноський палац на Криті; 5. Театр Діоніса в Афінах; 6. Мавзолей у Галікарнасі; 7. Вівтар Зевса у Пергамі; 8. Святилище Асклепія та Театр в Епідаврі; 9. Храми Гери та Афіни в Пестумі

(Посейдонії); 10. Храм Артеміди в Ефесі. В таблиці 3 наведено комплексні результати оцінки впливу візуальних якостей архітектурного середовища на відчуття групою респондентів страхів та тривог.

Таблиця 3.

Зведена таблиця, що відбиває вплив архітектурної композиції на формування страхів та тривожних станів на прикладі храму Аполлона в Дельфах.

N	Категорія композиції	Опис композиц	Візуальні дані
1	Величина	+(10)/0(2)/-(2)	
2	Маса	+(10)/0(2)/-(2)	
3	Фактура	+(10)/0(4)/-(0)	
4	Текстура	+(10)/0(4)/-(0)	
5	Колір	+(10)/0(4)/-(0)	
6	Світлотінь	+(11)/0(3)/-(0)	
7	Цілісність	+(13)/0(1)/-(0)	
8	Гармонійність	+(13)/0(1)/-(0)	
9	Тектоніка	+(13)/0(1)/-(0)	
10	Архетип	+(13)/0(1)/-(0)	
11	Симетрія	+(13)/0(1)/-(0)	
12	Асиметрія	+(1)/0(13)/-(0)	
13	Пропорційність	+(13)/0(1)/-(0)	
14	Масштабність	+(12)/0(1)/-(1)	
15	Масштаб	+(12)/0(1)/-(1)	
16	Метр	+(12)/0(1)/-(1)	
17	Ритм	+(13)/0(0)/-(1)	
18	Членність	+(13)/0(1)/-(0)	
19	Контраст	+(13)/0(1)/-(0)	
20	Нюанс	+(13)/0(0)/-(1)	

Екофобія: сучасне стильове спрямування «Біотек».

За перехресними посиланнями вибрано 10 архітектурних об'єктів, що набрали найбільшу кількість цитування, серед них: 1. Саграда Фаміліа, Барселона, арх. Антоніо Гауді; 2. Ботанічний сад Оркідеорама, Медельїн, Колумбія, арх. Plan B Arquitectos + JPRCR Arquitectos; 3. Проект Едем, Корнуолл (Велика Британія), арх. Ніколас Грімшоу; 4. Aqua Tower, Чикаго (США), арх. Gang Studio; 5. Станція Іідабасі, Токіо (Японія), арх. Макото Сей Ватанабе; 6. Музей мистецтв Мілуокі, Мілуокі (США), арх. Сантьяго Калатрава; 7. Універмаг Selfridges, Бірмінгем (Велика Британія), арх. Future Systems; 8. Каліфорнійська академія наук, Сан-Франциско (США), арх. Ренцо

Піано; 9. Грін Парк, Фукуока (Японія), арх. Тойо Ітo; 10. Місто мистецтв та наук, Валенсія, Іспанія, арх. Сантьяго Калатрава (таблиця 4).

Таблиця 4.

Зведена таблиця, що відбиває вплив архітектурної композиції на формування страхів та тривожних станів на прикладі міста мистецтв та наук у Валенсії.

N	Категорія композиції	Опис композиц	Візуальні дані
1	Величина	+(9)/0(2)/-(3)	
2	Маса	+(19)/0(2)/-(3)	
3	Фактура	+(8)/0(5)/-(1)	
4	Текстура	+(8)/0(5)/-(1)	
5	Колір	+(8)/0(5)/-(1)	
6	Світлотінь	+(4)/0(4)/-(6)	
7	Цілісність	+(3)/0(3)/-(8)	
8	Гармонійність	+(12)/0(2)/-(0)	
9	Тектоніка	+(2)/0(7)/-(5)	
10	Архетип	+(0)/0(14)/-(0)	
11	Симетрія	+(1)/0(10)/-(3)	
12	Асиметрія	+(1)/0(7)/-(6)	
13	Пропорційність	+(4)/0(5)/-(5)	
14	Масштабність	+(5)/0(6)/-(3)	
15	Масштаб	+(6)/0(5)/-(3)	
16	Метр	+(6)/0(8)/-(0)	
17	Ритм	+(6)/0(8)/-(0)	
18	Членність	+(5)/0(6)/-(3)	
19	Контраст	+(8)/0(6)/-(0)	
20	Нюанс	+(1)/0(13)/-(0)	

Висновки.

У ході дискусій студентів архітекторів, які приймали участь у експерименті, виявлено декілька ключових аспектів та проблем:

- Перший варіант табличного шаблону-опитувальника виявився надто об'ємним та складним у роботі. Респонденти постійно скаржилися на трудомісткість процесу дослідження. Висновки: скоротити кількість осередків у табличному шаблоні та оптимізувати процес дослідження;

- Спроба відмовитися від шаблонів карток з метою спрощення процесу експерименту дала такий результат: а) При довільному (з урахуванням вражень респондентів) проставленні оцінок проектування страхів архітектурним середовищем респонденти почали «підганяти» результати у відповідності до очікуваних; б) З'явилися відповіді, що давали діаметрально протилежні оцінки.

Висновки: приділити увагу інтерфейсу табличного шаблону та підшукати для цього відповідну програму. Почати с Google Forms;

- Експеримент довів, що в архітектурі Стародавньої Греції не знайдено ознак біофілії у еллінів. Отримані в ході експерименту результати дозволяють стверджувати про потребу у давніх греків візуального контролю над навколишнім середовищем. На це вказують такі композиційні ознаки: споруди масивні, масштабні, слабо членовані, колірна гама: синій, червоний і білий, текстури натурального каменю, ритм слабо виражений, в основному на фронтонах, метр визначається регулярним кроком колон, пропорції в межах золотого перерізу. У сукупності перелічені ознаки свідчать про потребу еллінів у передбачуваності навколишнього середовища. Висновки: отриманий науковий результат є важливим свідченням гарного дослідницького потенціалу методу, що розробляється. Як стверджувалося вище, у процесі усвідомлення цілей та завдань експерименту студенти стали «підганяти» відповіді під очікувані результати. Незважаючи на прагнення доказати біофілію у давніх греків, ми отримали матеріали, що дали нам новий погляд на проблему, всупереч очікуваним результатам. Що і є підтвердженням працездатності створеного методу дослідження.

– При аналізі архітектурних об'єктів, створених у стилі «Біоморф», з'ясувалося, що їхні композиційні характеристики виступають як провокатор певного набору тривог та страхів. Самі будинки не є візуальними захисниками від екологічних страхів, на це вказує більшість отриманих аналітичних матеріалів. На думку респондентів сам стиль, робіт Гауді, Френка Гері, Калатрави, Фостера та Захи Хадід свідчить про інтерес до живої природи як джерела творчої наснаги. Висновки: цей фрагмент експерименту свідчить про необхідність закладання певної кількості ознак страхів та інших емоцій до архітектурного образу. Але треба враховувати, що у випадку роботи з архітектурною композицією одним з найважливіших критеріїв є час перебування людини у архітектурному середовищі. Тут є однозначна зворотна залежність – чим довше перебування, тим менше повинно бути страхів, що провокуються середовищем.

- Результати зіставлення композиційних підходів, що застосовуються в аналізованих об'єктах, вказує на низку відмінностей у сприйнятті страхів та тривог замовниками та архітекторами Стародавньої Греції та сучасності. В архітектурі проаналізованих грецьких об'єктів архітектор здебільшого намагався активувати в людини екзистенційні страхи, експлуатуючи таку категорію, як масштабність, невідповідну людині, проєкцюючи враження вічності та тлінності сущого. У той же час храм це надійний притулок (тектоніка та метр), що захищає від соціальних та фізичних небезпек.

У сучасній біоморфній архітектурі, навпаки, надзавданням для проєктування є створення атракціону, що на психофізіологічному рівні провокує біологічні страхи. На це вказують такі категорії композиції як: цілісність – навмисне порушення цілісності об'єкта; асиметрія та часткова втрата об'єктом або його частинами рівноваги; динамічність; періодичне порушення тектонічності.

Важливим результатом дослідження стала концепція подальшої розробки методу як основи для навчання штучного інтелекту. На це вказує той аспект, що сформована типологія карток опитувальників є фактично класичним методом навчання ШІ. Метод полягає у демонстрації штучного інтелекту зображень та трактування їх смислів. Тому прийнято рішення розширити подальше дослідження новим завданням – розробкою методу формування бази даних для аналізу страхів засобами ШІ.

Список використаної літератури.

1. Fomenko O., Danylov S., Sleptcov O., Izbash A. The problem of formation of innovative directions in the profession "Architect". 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 907 012018. DOI 10.1088/1757-899X/907/1/012018.

2. Botton, Alain De. The Architecture of Happiness. Knopf Doubleday Publishing Group, 2008. 288 p. ISBN 0307481565.

2. Gianmaria Griglio. Conducting Schubert 8 “Unfinished” Symphony // https://gianmariagriglio.com/conducting-schubert-8-unfinished-symphony-analysis/.

3. Tawil, N.; Sztuka, I.M.; Pohlmann, K.; Sudimac, S.; Kühn, S. The Living Space: Psychological Well-Being and Mental Health in Response to Interiors Presented in Virtual Reality. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 12510. https://doi.org/10.3390/ijerph182312510.

4. Simonds, John Ormsbee. Landscape architecture; the shaping of man's natural environment. New York: F. W. Dodge Corp. 1961.

5. Beit-Hallahmi, B. (2012). Fear of the dead, fear of death: is it biological or psychological? Mortality, 17(4), 322–337. https://doi.org/10.1080/13576275.2012.734986.

6. Aubé W., Angulo-Perkins A., Peretz I., Concha L., Armony J.L. Fear across the senses: Brain responses to music, vocalizations and facial expressions (2013). Social Cognitive and Affective Neuroscience, 10 (3), pp. 399-407. DOI: 10.1093/scan/nsu067.

7. Петрук В.Г. Відеоекологія. Позитивні тенденції та перспективи розвитку [Текст] / В.Г. Петрук, О.О. Цвенько, С.М. Кватернюк // Збірник наукових статей ІІІ-го Всеукраїнського з’їзду екологів з міжнародною участю, Вінниця, 21-24 вересня 2011 р. - Вінниця: ВНТУ, 2011. – Т. 2. - С. 715-718.

8. Gary W. Evans, Janetta Mitchell McCoy. WHEN BUILDINGS DON’T WORK: THE ROLE OF ARCHITECTURE IN HUMAN HEALTH. Journal of Environmental Psychology,Volume 18, 1998. Pages 85-94. ISSN 0272-4944,https://doi.org/10.1006/jevp.1998.0089.

9. Zhao W. The effect of self-city brand connection on city brand ambassadorial behavior in a cultural city: the mediating role of city attachment (2024). Place Branding and Public Diplomacy, 20 (4), pp. 468 - 481. DOI: 10.1057/s41254-024-00346-5.

10. Bar M, Neta M. Visual elements of subjective preference modulate amygdala activation. Neuropsychologia. 2007 Jun 11;45(10):2191-200. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.03.008. Epub 2007 Mar 12. PMID: 17462678; PMCID: PMC4024389.

11. Palumbo, L., & Bertamini, M. (2016). The curvature effect: A comparison between preference tasks. Empirical Studies of the Arts, 34(1), 35–52. https://doi.org/10.1177/0276237415621185.

12. Velasco, C., Salgado-Montejo, A., Elliot, A.J. et al. The shapes associated with approach/avoidance words. Motiv Emot 40, 689–702 (2016). https://doi.org/10.1007/s11031-016-9559-5.

13. Silvia, P.J., & Barona, C.M. (2009). Do people prefer curved objects? Angularity, expertise, and aesthetic preference. Empirical Studies of the Arts, 27(1), 25–42. https://doi.org/10.2190/EM.27.1.b.

14. Westerman, S.J., Gardner, P.H., Sutherland, E.J., White, T., Jordan, K., Watts, D., & Wells, S. (2012). Product design: Preference for rounded versus angular design elements. Psychology & Marketing, 29(8), 595–605. https://doi.org/10.1002/mar.20546.

15. Corradi G., Rosselló-Mir J., Vañó J., Chuquichambi E., Bertamini M., Munar E. The effects of presentation time on preference for curvature of real objects and meaningless novel patterns. Br J Psychol. 2019 Nov;110(4):670-685. doi: 10.1111/bjop.12367. Epub 2018 Dec 7. PMID: 30536967.

16. Palumbo, L., Rampone, G., Bertamini, M., Sinico, M., Clarke, E., & Vartanian, O. (2022). Visual preference for abstract curvature and for interior spaces: Beyond undergraduate student samples. Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 16(4), 577–593. https://doi.org/10.1037/aca0000359.

17. Izbash A., Fomenko O., Danylov S. Innovative tools for implementing the smart city concept in architectural urbanism. (2023) AIP Conference Proceedings, 2490 (1), art. no. 030009. DOI: 10.1063/5.0123449.

18. Kim J., Kim D.H., Kwak S.G. Comprehensive guidelines for appropriate statistical analysis methods in research. (2024) Korean Journal of Anesthesiology, 77 (5), pp. 503 - 517. DOI: 10.4097/kja.24016.

19. Hevner, K. (1935). Experimental studies of the affective value of colors and lines. Journal of Applied Psychology, 19(4), 385–398. https://doi.org/10.1037/h0055538.

20. Cotter K.N., Silvia P.J., Bertamini M., Palumbo L., Vartanian O. Curve Appeal: Exploring Individual Differences in Preference for Curved Versus Angular Objects. Iperception. 2017 Apr 3;8(2):2041669517693023. doi: 10.1177/2041669517693023. PMID: 28491269; PMCID: PMC5405906.

21. Belin L., Henry L., Destays M., Hausberger M., Grandgeorge M. Simple Shapes Elicit Different Emotional Responses in Children with Autism Spectrum Disorder and Neurotypical Children and Adults. Front Psychol. 2017 Jan 30;8:91. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00091. PMID: 28194129; PMCID: PMC5276997.

22. Guido Corradi, Manuel Belman, Tommaso Currò, Erick G. Chuquichambi, Carlos Rey, Marcos Nadal. Aesthetic sensitivity to curvature in real objects and abstract designs. Acta Psychologica, Volume 197, 2019, Pages 124-130, ISSN 0001-6918, https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2019.05.012.

23. Leder, H., & Carbon, C.-C. (2005). Dimensions in Appreciation of Car Interior Design. Applied Cognitive Psychology, 19(5), 603–618. https://doi.org/10.1002/acp.1088

24. Chuquichambi E.G., Palumbo L., Rey C., Munar E. Shape familiarity modulates preference for curvature in drawings of common-use objects. PeerJ. 2021 Jul 6;9:e11772. doi: 10.7717/peerj.11772. PMID: 34268016; PMCID: PMC8269663.

25. Bertamini, M., Palumbo, L., Gheorghes, T.N., & Galatsidas, M. (2016). Do observers like curvature or do they dislike angularity? British Journal of Psychology, 107(1), 154–178. https://doi.org/10.1111/bjop.12132.

26. Jadva V, Hines M, Golombok S. Infants' preferences for toys, colors, and shapes: sex differences and similarities. Arch Sex Behav. 2010 Dec;39(6):1261-73. doi: 10.1007/s10508-010-9618-z. Epub 2010 Mar 16. PMID: 20232129.

27. Perusich, Karl. Cognitive Maps. In-Tech 2010. Pages: 147. ISBN 9789533070445.

28. Schindler, Ines & Hosoya, Georg & Menninghaus, Winfried & Beermann, Ursula & Wagner, Valentin & Eid, Michael & Scherer, Klaus. (2017). Measuring aesthetic emotions: A review of the literature and a new assessment tool. PLOS ONE. 12. 10.1371/journal.pone.0178899.

29. Garcia R. Neurobiology of fear and specific phobias. Learn Mem. 2017 Aug 16;24(9):462-471. doi: 10.1101/lm.044115.116. PMID: 28814472; PMCID: PMC5580526.

30. Bracha H.S. Freeze, Flight, Fight, Fright, Faint: Adaptationist Perspectives on the Acute Stress Response Spectrum. CNS Spectrums. 2004;9(9):679-685. doi:10.1017/S1092852900001954.

31. Taylor SE, Klein LC, Lewis BP, Gruenewald TL, Gurung RA, Updegraff JA. Biobehavioral responses to stress in females: tend-and-befriend, not fight-or-flight. Psychol Rev. 2000 Jul;107(3):411-29. doi: 10.1037/0033-295x.107.3.411. PMID: 10941275.

32. Shannon E. Grogans, Eliza Bliss-Moreau, Kristin A. Buss, Lee Anna Clark, Andrew S. Fox, Dacher Keltner, Alan S. Cowen, Jeansok J. Kim, Philip A. Kragel, Colin MacLeod, Dean Mobbs, Kristin Naragon-Gainey, Miquel A. Fullana, Alexander J. Shackman. The nature and neurobiology of fear and anxiety: State of the science and opportunities for accelerating discovery. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. Volume 151, 2023, ISSN 0149-7634, https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105237.

33. Yuya Fukano, Masashi Soga. Why do so many modern people hate insects? The urbanization–disgust hypothesis, Science of The Total Environment, Volume 777, 2021, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146229.

34. Graves, Robert, 1895-1985. The Greek myths: the complete and definitive edition (Complete and definitive ed.)., London UK. ISBN 978-0-241-98235-8. OCLC 1011647388.

35. Philips F. Carter. Heracles. The Classical World Vol. 71, No. 7 (Apr. - May, 1978), pp. 431-440 Published ву: The Johns Hopkins University Press/ https://doi.org/10.2307/4348926.

36. Hughes J.D. (2014) Environmental problems of the Greeks and Romans: Ecology in ancient Mediterranean, 2nd edn. John Hopkins University Press, Baltimore.

37. Scarano, F.R. (2024). Anima Mundi: Nature and Philosophy in Ancient Greece. In: Regenerative Dialogues for Sustainable Futures. Sustainable Development Goals Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51841-6_2.

Посилання на використані візуальні матеріали

1. Apollo Temple Delphi Reconstruction [Вільний доступ] // https://global-geography.org/af/Geography/Europe/Greece/Pictures/Delphi/Apollo_Temple_Delphi_Reconstruction .

2. A model reconstruction of the Temple of Apollo at Delphi at the Delphi Archaeological Museum [Вільний доступ] // https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sanctuary_of_Delphi_-_Reconstruction_-_Temple_of_Apollo.jpg.

3. Column Apollo Temple Delphi [Вільний доступ] // https://global-geography.org/af/Geography/Europe/Greece/Pictures/Delphi/Apollo_Temple_Delphi_3.

4. Temple of Apollo in Delphi [Вільний доступ] // https://assassinscreed.fandom.com/wiki/Temple_of_Apollo,_Delphi?file=ACOD_Temple_of_Apollo_Delphi.jpg.

5. The Theater and the Temple of Apollo in Delphi, Greece [Вільний доступ] // https://www.greeka.com/seedo/photos/714/delphi-ancient-theatre-top-1-1280.webp.

6. Temple of Apollo in Delphi 1 [Вільний доступ] // https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/9c/Temple_of_Apollo_in_Delphi_01.jpg/1200px-Temple_of_Apollo_in_Delphi_01.jpg.

7. Tholos of Athena Pronaia [Вільний доступ] // https://realgreekexperiences.com/wp-content/uploads/2019/11/View-of-Tholos-of-Athena-Pronaia.jpg.

8. Delphi 2020 [Вільний доступ] // https://www.anasynthesis.co.uk/images/Delphi/Delphi_circa_4th_century_winter_3D_reconstruction.jpg.

9. Wallpaper City of Arts and Sciences [Вільний доступ] // https://wallpaperaccess.com/full/4075586.jpg.
10. Valencia Buildings City of Arts Sciences 1 [Вільний доступ] // https://www.fodors.com/wp-content/uploads/2017/08/Valencia-Buildings-City-of-Arts-Sciences-1-2048x727.jpg.
11. Valencia Buildings City of Arts Sciences 2 [Вільний доступ] // https://www.fodors.com/wp-content/uploads/2017/08/Valencia-Buildings-City-of-Arts-Sciences-3-2048x1365.jpg.
12. Valencia Buildings City of Arts Sciences 3 [Вільний доступ] // https://www.fodors.com/wp-content/uploads/2017/08/Valencia-Buildings-City-of-Arts-Sciences-4-2048x1365.jpg.
13. Valencia Buildings City of Arts Sciences 3 [Вільний доступ] // https://www.fodors.com/wp-content/uploads/2017/08/Valencia-Buildings-City-of-Arts-Sciences-6-2048x1365.jpg.
14. Anthony Saroufim. The City of Arts and Sciences [Вільний доступ] // https://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2016/02/Arch2O-city-of-arts-and-sciences-santiago-calatrava-5.jpg.
15. Ontario College of Art and Design. OCAD University [Вільний доступ] // https://nowplayingtoronto.com/organization/ocad-university/

Postgraduate student **Anton Zinchenko,**
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECT OF VISUAL SAFETY OF THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT

This article is devoted to the analysis of the influence of the architectural environment on the range of fears and anxiety states that a person experiences during the visual perception of the architectural environment. The relevance of this direction is due to numerous evidence of the negative impact of a visually depressing environment on human health. This work reveals the features of the influence of the visual properties of the architectural environment on human biological fears. An idea of the types of biological fears that can be provoked by the architectural environment is formed, namely: fear of heights; fear of enclosed spaces; fear of injury; fear of losing control over the environment; fear of large open spaces; fear of being trapped; fear of losing orientation; fear of death; fear of environmental danger. The article describes the further course of the experiment aimed at developing and clarifying the criteria for assessing the impact of visual parameters of the architectural environment on human emotions. Namely, that part of it that is devoted to the study of biological fears.

An important result of the study was the concept of further development of a method for assessing the impact of the architectural environment on fears and anxiety states as a basis for training artificial intelligence. This is indicated by the aspect that the system of questionnaire cards developed by the author can be used as materials

for AI training without significant changes. The method consists in demonstrating artificial intelligence images of architectural objects and interpreting them as provocateurs of fears and anxieties. Therefore, this work was the next step in research, which made it possible to formulate a new scientific and practical direction – methods for forming a database for analyzing fears projected onto a person by means of AI.

Keywords: architectural environment; danger; visual perception; anxiety states; architectural composition.

REFERENCES

1. Fomenko O., Danylov S., Sleptcov O., Izbash A. The problem of formation of innovative directions in the profession "Architect". 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 907 012018. DOI 10.1088/1757-899X/907/1/012018. {in English}

2. Botton, Alain De. The Architecture of Happiness. Knopf Doubleday Publishing Group, 2008. 288 p. ISBN 0307481565. {in English}

2. Gianmaria Griglio. Conducting Schubert 8 “Unfinished” Symphony // https://gianmariagriglio.com/conducting-schubert-8-unfinished-symphony-analysis/. {in English}

3. Tawil, N.; Sztuka, I.M.; Pohlmann, K.; Sudimac, S.; Kühn, S. The Living Space: Psychological Well-Being and Mental Health in Response to Interiors Presented in Virtual Reality. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 12510. https://doi.org/10.3390/ijerph182312510. {in English}

4. Simonds, John Ormsbee. Landscape architecture; the shaping of man's natural environment. New York: F. W. Dodge Corp. 1961. {in English}

5. Beit-Hallahmi, B. (2012). Fear of the dead, fear of death: is it biological or psychological? Mortality, 17(4), 322–337. https://doi.org/10.1080/13576275.2012.734986. {in English}

6. Aubé W., Angulo-Perkins A., Peretz I., Concha L., Armony J.L. Fear across the senses: Brain responses to music, vocalizations and facial expressions (2013). Social Cognitive and Affective Neuroscience, 10 (3), pp. 399 - 407. DOI: 10.1093/scan/nsu067. {in English}

7. Petruk V.H. Videoekolohiya. Pozytyvni tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku [Tekst] / V.H. Petruk, O.O. Tsven′ko, S.M. Kvaternyuk // Zbirnyk naukovykh statey III-ho Vseukrayins′koho z″yizdu ekolohiv z mizhnarodnoyu uchastyu, Vinnytsya, 21-24 veresnya 2011 r. - Vinnytsya: VNTU, 2011. – T. 2. - S. 715-718. {in Ukrainian}

8. Gary W. Evans, Janetta Mitchell McCoy. WHEN BUILDINGS DON’T WORK: THE ROLE OF ARCHITECTURE IN HUMAN HEALTH. Journal of Environmental Psychology,Volume 18, 1998. Pages 85-94. ISSN 0272-4944, https://doi.org/10.1006/jevp.1998.0089. {in English}

9. Zhao W. The effect of self-city brand connection on city brand ambassadorial behavior in a cultural city: the mediating role of city attachment (2024). Place Branding and Public Diplomacy, 20 (4), pp. 468 - 481. DOI: 10.1057/s41254-024-00346-5. {in English}

10. Bar M., Neta M. Visual elements of subjective preference modulate amygdala activation. Neuropsychologia. 2007 Jun 11;45(10):2191-200. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2007.03.008. Epub 2007 Mar 12. PMID: 17462678; PMCID: PMC4024389. {in English}

11. Palumbo, L., & Bertamini, M. (2016). The curvature effect: A comparison between preference tasks. Empirical Studies of the Arts, 34(1), 35–52. https://doi.org/10.1177/0276237415621185. {in English}

12. Velasco, C., Salgado-Montejo, A., Elliot, A.J. et al. The shapes associated with approach/avoidance words. Motiv Emot 40, 689–702 (2016). https://doi.org/10.1007/s11031-016-9559-5. {in English}

13. Silvia, P.J., & Barona, C.M. (2009). Do people prefer curved objects? Angularity, expertise, and aesthetic preference. Empirical Studies of the Arts, 27(1), 25–42. https://doi.org/10.2190/EM.27.1.b. {in English}

14. Westerman, S.J., Gardner, P.H., Sutherland, E.J., White, T., Jordan, K., Watts, D., & Wells, S. (2012). Product design: Preference for rounded versus angular design elements. Psychology & Marketing, 29(8), 595–605. https://doi.org/10.1002/mar.20546. {in English}

15. Corradi G., Rosselló-Mir J., Vañó J., Chuquichambi E., Bertamini M., Munar E. The effects of presentation time on preference for curvature of real objects and meaningless novel patterns. Br J Psychol. 2019 Nov;110(4):670-685. doi: 10.1111/bjop.12367. Epub 2018 Dec 7. PMID: 30536967. {in English}

16. Palumbo, L., Rampone, G., Bertamini, M., Sinico, M., Clarke, E., & Vartanian, O. (2022). Visual preference for abstract curvature and for interior spaces: Beyond undergraduate student samples. Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 16(4), 577–593. https://doi.org/10.1037/aca0000359. {in English}

17. Izbash A., Fomenko O., Danylov S. Innovative tools for implementing the smart city concept in architectural urbanism. (2023) AIP Conference Proceedings, 2490 (1), art. no. 030009. DOI: 10.1063/5.0123449. {in English}

18. Kim J., Kim D.H., Kwak S.G. Comprehensive guidelines for appropriate statistical analysis methods in research. (2024) Korean Journal of Anesthesiology, 77 (5), pp. 503 - 517. DOI: 10.4097/kja.24016. {in English}

19. Hevner, K. (1935). Experimental studies of the affective value of colors and lines. Journal of Applied Psychology, 19(4), 385–398. https://doi.org/10.1037/h0055538. {in English}

20. Cotter K.N., Silvia P.J., Bertamini M., Palumbo L., Vartanian O. Curve Appeal: Exploring Individual Differences in Preference for Curved Versus Angular Objects. Iperception. 2017 Apr 3;8(2):2041669517693023. doi: 10.1177/2041669517693023. PMID: 28491269; PMCID: PMC5405906. {in English}

21. Belin L., Henry L., Destays M., Hausberger M., Grandgeorge M. Simple Shapes Elicit Different Emotional Responses in Children with Autism Spectrum Disorder and Neurotypical Children and Adults. Front Psychol. 2017 Jan 30;8:91. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00091. PMID: 28194129; PMCID: PMC5276997. {in English}

22. Guido Corradi, Manuel Belman, Tommaso Currò, Erick G. Chuquichambi, Carlos Rey, Marcos Nadal. Aesthetic sensitivity to curvature in real objects and abstract designs. Acta Psychologica, Volume 197, 2019, Pages 124-130, ISSN 0001-6918, https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2019.05.012. {in English}

23. Leder, H., & Carbon, C.-C. (2005). Dimensions in Appreciation of Car Interior Design. Applied Cognitive Psychology, 19(5), 603–618. https://doi.org/10.1002/acp.1088 {in English}

24. Chuquichambi E.G., Palumbo L., Rey C., Munar E. Shape familiarity modulates preference for curvature in drawings of common-use objects. PeerJ. 2021 Jul 6;9:e11772. doi: 10.7717/peerj.11772. PMID: 34268016; PMCID: PMC8269663. {in English}

25. Bertamini, M., Palumbo, L., Gheorghes, T.N., & Galatsidas, M. (2016). Do observers like curvature or do they dislike angularity? British Journal of Psychology, 107(1), 154–178. https://doi.org/10.1111/bjop.12132 {in English}

26. Jadva V., Hines M., Golombok S.. Infants' preferences for toys, colors, and shapes: sex differences and similarities. Arch Sex Behav. 2010 Dec;39(6):1261-73. doi: 10.1007/s10508-010-9618-z. Epub 2010 Mar 16. PMID: 20232129. {in English}

27. Perusich, Karl. Cognitive Maps. In-Tech 2010. Pages: 147. ISBN 9789533070445 {in English}

28. Schindler, Ines & Hosoya, Georg & Menninghaus, Winfried & Beermann, Ursula & Wagner, Valentin & Eid, Michael & Scherer, Klaus. (2017). Measuring aesthetic emotions: A review of the literature and a new assessment tool. PLOS ONE. 12. 10.1371/journal.pone.0178899. {in English}

29. Garcia R. Neurobiology of fear and specific phobias. Learn Mem. 2017 Aug 16;24(9):462-471. doi: 10.1101/lm.044115.116. PMID: 28814472; PMCID: PMC5580526. {in English}

30. Bracha H.S. Freeze, Flight, Fight, Fright, Faint: Adaptationist Perspectives on the Acute Stress Response Spectrum. CNS Spectrums. 2004;9(9):679-685. doi:10.1017/S1092852900001954 . {in English}

31. Taylor S.E., Klein L.C., Lewis B.P., Gruenewald T.L., Gurung R.A., Updegraff J.A. Biobehavioral responses to stress in females: tend-and-befriend, not fight-or-flight. Psychol Rev. 2000 Jul;107(3):411-29. doi: 10.1037/0033-295x.107.3.411. PMID: 10941275. {in English}

32. Shannon E. Grogans, Eliza Bliss-Moreau, Kristin A. Buss, Lee Anna Clark, Andrew S. Fox, Dacher Keltner, Alan S. Cowen, Jeansok J. Kim, Philip A. Kragel, Colin MacLeod, Dean Mobbs, Kristin Naragon-Gainey, Miquel A. Fullana, Alexander J. Shackman. The nature and neurobiology of fear and anxiety: State of the science and opportunities for accelerating discovery. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. Volume 151, 2023, ISSN 0149-7634, https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105237. {in English}

33. Yuya Fukano, Masashi Soga. Why do so many modern people hate insects? The urbanization–disgust hypothesis, Science of The Total Environment, Volume 777, 2021, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146229. {in English}

34. Graves, Robert, 1895-1985. The Greek myths: the complete and definitive edition (Complete and definitive ed.)., London UK. ISBN 978-0-241-98235-8. OCLC 1011647388. {in English}

35. Philips F. Carter. Heracles. The Classical World Vol. 71, No. 7 (Apr. - May, 1978), pp. 431-440 Published ву: The Johns Hopkins University Press/ https://doi.org/10.2307/4348926. {in English}

36. Hughes J.D. (2014) Environmental problems of the Greeks and Romans: Ecology in ancient Mediterranean, 2nd edn. John Hopkins University Press, Baltimore. {in English}

37. Scarano, F.R. (2024). Anima Mundi: Nature and Philosophy in Ancient Greece. In: Regenerative Dialogues for Sustainable Futures. Sustainable Development Goals Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51841-6_2. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.144-162
УДК 72.01.031.1-043.96(=161.2)

доктор філософії **Івашко О.Д.,**
ghok2233@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9194-2153,
доктор філософії **Дін Ян,**
ddyy123wanan@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7064-9185,
У Юелінь, yulia-ivashko@ukr.net, ORCID: 0009-0009-2450-6421,
д.т.н., професор **Почка К.І.**,
pochka.ki@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-0355-002X,
к.т.н., доцент **Руденко М.В.,**
rudenko.mv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-2069-0566,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРОБЛЕМА ВІДРОДЖЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ В СУЧАСНІЙ АРХІТЕКТУРІ

Дослідження піднімає важливу проблему втрати національних ознак в сучасній архітектурі, що пришвидшилося на тлі глобалізму. Ця проблема є актуальною при підготовці майбутніх архітекторів, оскільки діяльність фірм і відомих архітекторів по всьому світу, поширення нових ефективних матеріалів і технологій призводять до нівелювання тих ознак, які традиційно визначали культуру кожного народу. Можливості інтернету і нейромережі, штучного інтелекту значно розширили горизонти не лише практикуючих архітекторів, а й студентів, аспірантів і докторантів. Попри те позитивне, що вони отримали, є і негативний момент, пов'язаний з тим, що сучасна архітектура по суті позбавляється будь-яких ознак національної ідентичності.

Ця проблема актуальна для більшості розвинених країн світу, де сучасні будівлі з національними елементами сприймаються як певний анахронізм. Навіть в тих випадках, коли архітектори намагаються застосувати національні елементи на сучасному об'єкті, це виглядає недосконало, історичні форми цитуються досить спрощено, до того ж, без відповідності загальному вигляду об'єкту і без розуміння доцільності до його функції.

На наш погляд, ця проблема найбільш актуальна для країн, які знаходяться у стані війни і необхідні об'єднуючі чинники (як в Україні), або є невеликими країнами з складною демографічною ситуацією (як країни Балтії), або є розвиненими країнами з великою кількістю мігрантів, які не приймають місцевої культури і натомість живуть власними анклавами.

Ключові слова: проблема; відродження; національна ідентичність; сучасна архітектура.

Актуальність проблеми. Автори досліджували питання «національна традиція, втілена в сучасній архітектурі» в Україні, Польщі і Китаї. Дослідження сучасних об'єктів в Польщі і Україні довело, що вони спроєктовані в основному без будь-яких національних проявів, часто в традиціях «скандинавського мінімалізму», що стосується і житлових, і громадських будівель. Певним виключенням є ревіталізація історичних об'єктів під нову функцію, коли історичний об'єкт є пам'яткою архітектури і його фасад не може бути змінений.

В представленому дослідженні автори сконцентрували увагу на китайському досвіді застосування національних форм в сучасній архітектурі, оскільки цей досвід сприймається неоднозначно поза межами Китаю. Втім, його слід ретельно вивчити і об'єктивно оцінити, оскільки для України сьогодні надзвичайно важливим є питання збереження національної ідентичності, а відтак необхідно знайти розумний баланс між сучасністю і традицією.

Традиційна китайська архітектура відзначалася рядом ознак, які є виразниками національної самобутності. До таких ознак в архітектурі належать угнуті дахи – одноярусні або багатоярусні, конструктивна система доу-гун, яскрава поліхромія, де кожний колір мав певне символічне значення, складний деталізований декор.

Найбільш розповсюдженим типом будівлі в Давньому Китаї була мала архітектурна форма – павільйон. Павільйони виконували різні функції – палацові, храмові, рекреаційні, поштові, садові, тощо, відповідно змінювався їх вигляд і поліхромія, причому в усіх випадках павільйони відігравали другорядну роль в природному оточенні.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Для того, аби порівняти відповідність таких «історичних цитат» в традиційній і сучасній китайській архітектурі, автори залучили джерела за такими напрямками:

- традиційні китайські малі форми-павільйони і їх взаємодія з оточенням [2, 5-9,11-13];
- традиційна поліхромія [1,3];
- реставраційні технології [4,10].

Мета дослідження полягала в тому, аби висвітлити досвід використання «історичних цитат» в сучасній архітектурі (на прикладі Китаю) і порівняти ці «історичні цитати» з першозразками на предмет їх відповідності, а на основі отриманих результатів висловити судження відносно врахування національного

колориту при розробці реальних проєктів і учбових проєктів студентами-архітекторами.

Завдання дослідження полягали в наступному:

- охарактеризувати визначальні ознаки традиційної китайської архітектури;
- визначити приклади сучасних об'єктів з національними формами;
- порівняти сучасні об'єкти з історичними першозразками на предмет їх відповідності;
- на основі отриманих результатів висловити власні пропозиції щодо проєктування сучасних об'єктів в національних формах.

Наукова новизна дослідження полягає в наступному: вперше систематизовано сучасні об'єкти Китаю із застосуванням національних форм і проаналізовано їх відповідність історичним традиціям, на основі чого висловлено судження про можливість і способи використання традиційних елементів – виразників національної ідентичності – в сучасній архітектурі.

Виклад основного матеріалу. Враховуючи великий обсяг матеріалу, автори обмежили територію дослідження провінцією Шаансі і її столицею містом Сіань. Особливо починаючи з 2000-х років і до сьогодні в провінції Шаансі, зокрема в столиці провінції місті Сіань спостерігається поширення будівництва громадських об'єктів з елементами національної архітектури. Тому була поставлена задача проаналізувати це явище відносно відповідності історичним китайським формам.

Всі проаналізовані громадські об'єкти в столиці провінції Шаансі м.Сіань були збудовані в досить стислий хронологічний період, зокрема: готелі (з 2012 до 2022 року); заклади громадського харчування (з 2007 до 2022 року); лікарні (з 2012 до 2018 року); учбові заклади (2000 рік); банки (з 1990 до 2011 року); офіси (з 1993 до 2017 року) (Рис.1). Основне поширення будівництва з модернізованими національними мотивами припадає на 2012-2022 роки і в основному це об'єкти туристичної функції – готелі і ресторани, що дозволяє стверджувати, що ця тенденція з'явилась досить недавно і проявилась в окремих визначених секторах господарської діяльності. Серед громадських будівель було окремо виділено готелі, ресторани, банки, лікарні, офіси, торгові будівлі, малі архітектурні форми – паркові павільйони. В березні 2023 року автор дослідження робив натурні обстеження з фотофіксацією нових об'єктів з стилістикою традиційної китайської архітектури. Зокрема, було досліджено вісім готелів: Westin (2012), Ramada by Windham Xi'an Bell Tower (2014), Yongning Hotel (2015), Shaanxi Opera House (2017), Huashan Mountain International Hotel (2019), ZMEI Hotel (2021), Xi tang Banquet Hotel (2022), Crystal Orange Hotel (2022), Scanben Hotel (2022). Встановлено, що всі ці готелі

були зведені в досить короткий проміжок часу з 2012 до 2022 року.

Також було досліджено 13 закладів громадського харчування. Це такі заклади: Starbacks Coffee (2007), Jinyuan Furun Restaurants (2012), Datang Everbright City food stalls, 4 restaurants (2017),Burger King (2017),KFC (2017), Pepsi (2017), No.22 North Street (2019), ChangAn Restaurant (2020), BAO'S Pastry (2020), Dong Ya Restaurant (2020), KFC (2022), Starbucks Coffee (2017), Starbucks Coffee (2022). Період їх будівництва припадає на 2007-2022 роки з активізацією будівництва в 2017-2022 роках.

Також були обстежені такі банки м.Сіань: Industrial &b Commercial Bank of China (1990), Postal Savings Bank of China (2011), HSB C Bank (2011).

Були проаналізовані такі сучасні медичні заклади: Xi'an Jiaotong University Stomatological Hospital (2012), Dr. Rabbit Dental Hospital (2018).

Серед офісних будівель з модернізованими національними елементами варто виділити: Huashan International Engineering Company (1993), Beijing "Tong Ren Tang" company (2017), Travel agency (після 2000).

Також модернізовані форми китайської архітектури спостерігаються в будинку Xi'an People's Theatre (1954) і в Xi'an University for the Elderly (2000), а також в будівлі Kaiyuan Shopping Mall (2001). В національних формах вирішені і паркові павільйони в North Street Park (після 2000) і міська стіна Xi'an City Wall Yong Ning (2014).

Було проаналізовано, як втілені національні китайські традиції в цих сучасних об'єктах громадського призначення. Відповідно до ієрархічної моделі аналізованого об'єкту, визначаються прояви певних ознак на рівні укрупнених і більш дрібних складових. Такі прояви були визначені на таких рівнях:

- силует
- дахи (елементи даху)
- стіни (карнизи, вікна, двері)
- декор (скульптура, різьблення, розписи)
- колористика.

1. *Силует*. Традиційно виділяють такі види силуетів: пасивний силует, малорозвинутий силует, розвинутий силует з активною пластикою даху, розвинутий силует зі структурною пластикою дахів та баштовими верхами, дуже розвинутий і підкреслено структурований силует з великою пластикою дахів та активізованими верхами башт. Якщо говорити про історичні пагоди провінції Шаансі, то це завжди дуже розвинутий і підкреслено структурований силует з великою пластикою дахів ярусів та активізованим верхом башти. Натомість для храмів даосизму, буддизму і конфуціанства традиційним є розвинутий силует з активною пластикою даху.

Враховуючи специфіку китайських пагод, можна стверджувати, що вони об’єктивно не могли стали зразком для наслідування в сучасній архітектурі провінції Шаансі і міста Сіань. Натомість певним зразком наслідування стали храми і малі архітектурні-павільйони, більш універсальні за зовнішнім виглядом. Традиційні храми провінції Шаансі мали менш активні силуети, часто типові, що зумовило певне їх наслідування в громадських будівлях різного функціонального призначення.

Ще одним аргументом та користь використання храмових павільйонів як зразків для цитування в сучасній архітектурі було те, що павільйони різних функцій – палацові, храмові, садові, тощо були спорідненими між собою і відрізнялись розмірами, розкішшю оздоблення і певними символічними елементами. Отже, китайський павільйон виявився на відміну від специфічної пагоди високо адаптивною спорудою. До того ж, поступово в зовнішньому вигляді храмових павільйонів відчувалвся певний еклектизм в деталях, що також притаманне сучасним будівлям з поєднанням сучасних і традиційних форм.

Водночас, попри певну спорідненість з традиційними павільйонами окремих об’єктів сучасної архітектури провінції Шаансі і міста Сіань, вони не є тотожними, оскільки історичні павільйони менші за розмірами і меншої висоти, а також мають принципово інше розпланування, що позначається на зовнішньому вигляді.

Спільним між храмовими павільйонами провінції Шаансі і сучасними об’єктами з історичними мотивами є те, що і ті, і другі використовують певний опосередкований шаблон з певними модифікаціями. Так само можна знайти подібність і в обрисі модернізованих національних елементів як цитат в сучасних об’єктах (рис. 1).

Рис. 1. Huashan Mountain International Hotel (2019). Фото Дін Ян

Ще одним аргументом та користь використання храмових павільйонів як зразків для цитування в сучасній архітектурі було те, що павільйони різних функцій – палацові, храмові, садові, тощо були спорідненими між собою і відрізнялись розмірами, розкішшю оздоблення і певними символічними елементами. Отже, китайський павільйон виявився на відміну від специфічної пагоди високо адаптивною спорудою. До того ж, поступово в зовнішньому вигляді храмових павільйонів відчувався певний еклектизм в деталях, що також притаманне сучасним будівлям з поєднанням сучасних і традиційних форм.

У випадку пропорційного співвідношення не може бути подібності між історичними павільйонами і сучасними об’єктами: подібність присутня лише в тому випадку, коли на даху встановлюється специфічне завершення у вигляді відтвореного більш-менш відповідно до історичних зразків павільйона (рис.2).

Рис. 2. Jinyuan Furun Restaurants (2012). Фото Дін Ян

Так само не може бути подібності в метро-ритмічному членуванні історичних павільйонів і сучасних будівель, які в основному є багатоповерховими, часто являють собою розвинені масштабні комплекси.

Тепер простежимо, як це проявляється в силуетах сучасних громадських будівель:

- пасивний силует (готелі (2): Westin (2012), Ramada by Windham Xi’an Bell Tower (2014), заклади громадського харчування (10): Starbacks Coffee (2007), Datang Everbright City food stalls 2 об’єкти (2017), KFC (2017), Pepsi

(2017), No.22 North Street (2019), Dong Ya Restaurant (2020), BAO'S Pastry (2020), ChangAn Restaurant (2020), Starbucks Coffee (2022), торгові (1): Kaiyuan Shopping Mall (2001), учбові (1): Xi'an University for the Elderly (2000), офіси (1): Beijing "Tong Ren Tang" company (2017), паркові (1): павільйон в North Street Park (після 2000);

- малорозвинутий силует (готелі (2): Crystal Orange Hotel (2022), заклади громадського харчування (1): Datang Everbright City food stalls (2017), банки (2): Postal Savings Bank of China (2011), HSB C Bank (2011), лікарні: (1) Xi'an Jiaotong University Stomatological Hospital (2012), офіси (1): Travel agency (після 2000);

- розвинутий силует з активною пластикою даху (готелі (2): Shaanxi Opera House (2017), Xi tang Banquet Hotel (2022), заклади громадського харчування (4): Jinyuan Furun Restaurants (2012), Burger King (2017), Datang Everbright City food stalls (2017), KFC (2022), банки (1): Industrial &b Commercial Bank of China (1990), лікарні (1): Dr. Rabbit Dental Hospital (2018), паркові (1): павільйон в North Street Park (після 2000);

- розвинутий силует зі структурною пластикою дахів та баштовими верхами (готелі (3): Huashan Mountain International Hotel (2019), ZMEI Hotel (2021), Scanben Hotel (2022), заклади громадського харчування (1): Starbucks Coffee (2017), офіси (1): Huashan International Engineering Company (1993).

Таким чином, статистика поширення певних типів силуетів в готелях і закладах громадського харчування свідчить про наступне:

- пасивний силует (готелі (2), заклади громадського харчування (10), торгові (1), учбові (1), паркові (1);

- малорозвинутий силует (готелі (2), заклади громадського харчування (1), лікарні (1), офіси (1);

- розвинутий силует з активною пластикою даху (готелі (2), заклади громадського харчування (4), банки (1), лікарні (1), паркові (1);

- розвинутий силует зі структурною пластикою дахів та баштовими верхами (готелі (3), заклади громадського харчування (1), офіси (1).

Отже, в будівлях готелів немає одного домінуючого типу силуету, однак більшість з них є спорідненими з традиційними храмовими силуетами. Немає одного домінуючого типу силуету і в інших громадських будівлях. Натомість в закладах громадського харчування найбільш часто зустрічається пасивний силует, отже, використовуються інші засоби виразності. В готельних будівлях основна увага найчастіше звернута на активний обрис даху, що трактовано як одна з головних ознак китайської архітектури. Є приклади, коли сучасна будівля увінчується стилізованим китайським павільйоном (Huashan Mountain International Hotel (2019), ZMEI Hotel (2021), Scanben Hotel (2022), Industrial &

Commercial Bank of China (1990), Dr. Rabbit Dental Hospital (2018). В випадку закладів громадського харчування такі приклади поодинокі і нетипові (Starbucks Coffee (2017), Datang Everbright City food stalls (2017), Jinyuan Furun Restaurants (2012).

2. *Дахи*. Китайський дах з угнутими кінцями завжди був головною ознакою традиційної китайської архітектури. Традиційні дахи храмових павільйонів провінції Шаансі періодів династії Тан (618-907 р.), Юань (1271-1368 р.), Мін (1368-1644 р.) та Цин (1636-1912 р.) в основному були чотирисхилими, чотирисхилими із заломом, як правило, одноярусні, з варіацією кутів дахів від сильно угнутих вгору чи вниз до помірно угнутих. Натомість якщо в історичних павільйонах були однаково поширені дахи з сильно піднятими або з сильно опущеними кутами, то в сучасних об'єктах спостерігаються дахи з піднятими вгору кутами.

Попри те, що існує багато обрисів дахів, саме дахи з угнутими догори кінцями вважаються найбільш «знаковими» для Китаю, тому саме цей тип дахів присутній в громадських будівлях, особливо тих, які розраховані на туристів. Проаналізуємо, які типи дахів присутні в готелях і закладах громадського харчування в Сіані:

- одноярусні дахи з сильним вигином кутів догори: готелі: ZMEI Hotel (2021), заклади громадського харчування: Burger King (2017), KFC (2022);

- одноярусні дахи з помірним вигином кутів догори: готелі: Shaanxi Opera House (2017) (Рис.3), заклади громадського харчування: Datang Everbright City food stalls (2017);

- двоярусні дахи: готелі Huashan Mountain International Hotel (2019), Xi tang Banquet Hotel (2022), заклади громадського харчування: Jinyuan Furun Restaurants (2012), Starbucks Coffee (2017).

Водночас варто зазначити, що традиційні угнуті китайські дахи не набули широкого вжитку в архітектурі готелів і ще меншою мірою в закладах громадського харчування. Отже, слід проаналізувати, які ознаки традиційної китайської архітектури використані найбільш широко.

В будівлях іншого функціонального призначення застосовані одноярусні дахи з помірним вигином кутів догори (Postal Savings Bank of China (2011), Xi'an Jiaotong University Stomatological Hospital (2012)), одноярусні дахи з сильним вигином кутів догори: (Huashan International Engineering Company (1993), павільйон в North Street Park (після 2000)), двоярусні дахи (Industrial &b Commercial Bank of China (1990), Dr. Rabbit Dental Hospital (2018).

2. *Стіна*. Традиційно ознаками національних традицій є карнизи, вікна, двері, колони. Карнизи храмових павільйонів завжди були розвинені, великого виносу і складної конструкції. Площини стін і карнизів традиційно були пишно

декоровані. Відповідно сучасних готелів та ресторанів можна провести аналіз вирішення площин стін за такими показниками:

- карниз складної деталізації (готелі (4): Shaanxi Opera House (2017) (рис.5) Huashan Mountain International Hotel (2019), Xi tang Banquet Hotel (2022), Scanben Hotel (2022), заклади громадського харчування (6): Jinyuan Furun Restaurants (2012), Burger King (2017), Datang Everbright City food stalls (2017), Starbacks Coffee (2017), No.22 North Street (2019), BAO'S Pastry (2020), банки (1): Industrial &b Commercial Bank of China (1990), лікарні (2): Xi'an Jiaotong University Stomatological Hospital (2012), Dr. Rabbit Dental Hospital (2018), офіси (1): Huashan International Engineering Company (1993), паркові (1): павільйон в North Street Park (після 2000);

Рис.3. Shaanxi Opera House (2017). Фото Дін Ян

- декорована площина стіни (готелі (2): Shaanxi Opera House (2017), Huashan Mountain International Hotel (2019), заклади громадського харчування (2): Datang Everbright City food stalls (2017), BAO'S Pastry (2020); театри (1): Xi'an People's Theatre (1954), офіси (1): Huashan International Engineering Company (1993);

- майже не декорована площина стіни (готелі (5): Ramada by Windham Xi'an Bell Tower (2014), ChangAn Restaurant (2020), Xi tang Banquet Hotel (2022), Scanben Hotel (2022), Crystal Orange Hotel (2022), заклади громадського харчування (8): Starbacks Coffee (2007), Jinyuan Furun Restaurants (2012), KFC (2017), Pepsi (2017), Starbacks Coffee (2017), Datang Everbright City food stalls (2017), No.22 North Street (2019), Dong Ya Restaurant (2020), банки (3): Industrial &b Commercial Bank of China (1990), Postal Savings Bank of China (2011), HSB C Bank (2011), лікарні (2): Xi'an Jiaotong University Stomatological Hospital (2012),

Dr. Rabbit Dental Hospital (2018), офіси (2): Beijing "Tong Ren Tang" company (2017), Travel agency (після 2000), учбові (1): Xi'an University for the Elderly (2000);

- вхід в китайських традиціях (готелі (2): Shaanxi Opera House (2017), Crystal Orange Hotel (2022), заклади громадського харчування (3): Jinyuan Furun Restaurants (2012), BAO'S Pastry (2020), ChangAn Restaurant (2020), учбові (1): Xi'an University for the Elderly (2000), офіси (1): Huashan International Engineering Company (1993), Beijing "Tong Ren Tang" company (2017), паркові (1): павільйон в North Street Park (після 2000);

- вхід спрощений (готелі (5): Westin (2012), Ramada by Windham Xi'an Bell Tower (2014), Huashan Mountain International Hotel (2019), Scanben Hotel (2022), Crystal Orange Hotel (2022), заклади громадського харчування (6): Starbacks Coffee (2007), KFC (2017), Pepsi (2017), Datang Everbright City food stalls (2017), No.22 North Street (2019), Dong Ya Restaurant (2020), банки (3) : Industrial &b Commercial Bank of China (1990), Postal Savings Bank of China (2011), HSB C Bank (2011), лікарні (2): Xi'an Jiaotong University Stomatological Hospital (2012), Dr. Rabbit Dental Hospital (2018), торгові (1): Kaiyuan Shopping Mall (2001).

Тепер проаналізуємо поширеність вираження національних мотивів на рівні стін громадських будівель.

- карниз складної деталізації (готелі (4), заклади громадського харчування (6), банки (1), лікарні (1), офіси (1), паркові (1);

- декорована площина стіни (готелі (2), заклади громадського харчування (2), театри (1), офіси (1);

- майже не декорована площина стіни (готелі (5), заклади громадського харчування (8), банки (3), лікарні (2), офіси (2), учбові (1);

- вхід в китайських традиціях (готелі (2), заклади громадського харчування (3), офіси (1), учбові (1), паркові (1);

- вхід спрощений (готелі (5), заклади громадського харчування (6), банки (3), лікарні (2), торгові (1).

Таким чином, досить поширеним є застосування карнизів складної деталізації. Водночас у порівнянні з історичними павільйонами можна говорити, що декорована площина стіни застосовується досить рідко, так само як і входи, стилізовані в китайських традиціях. Натомість більшого поширення набули майже не декоровані площини стіни, які набувають модерністського характеру, і спрощені входи.

Традиційні вікна павільйонів були найчастіше прямокутні. В сучасних об'єктах найчастіше теж прямокутні вікна, однак втілені в сучасних

конструкціях і сучасних обрисів. Круглі вікна в сучасній архітектурі, так зване «місячне вікно» не застосовуються.

3. *Декор*. В більшості готелів, закладів громадського харчування, торговельних будівлях декор спрощений, часто обмежується окремими знаковими елементами, як-от червоні ліхтарики (рис.4) або окремою скульптурою.

Рис.4. Datang Everbright City food stalls (2017). Фото Дін Ян

4. *Поліхромія*. Існували окремі прийоми декорування фасадів храмів різних історичних періодів. Так, образність храмів династії Тан досягалася завдяки активному силуету, мінімальній кількості декору, однак багатій поліхромії. Образність храмів династії Юань досягалася завдяки декоруванню даху, яскравій поліхромії і прикрашенню червоними ліхтариками. Образність храмів династії Мін і Цин полягала в декоруванні даху, поліхромії, орнаментиці, скульптурі, прикрашенні червоними ліхтариками і каліграфією. Поступово від періоду до періоду наростає декорування фасаду, декор стає подрібненим, ускладнюється орнаментація стін фасаду. Аналіз декору історичних храмових павільйонів провінції Шаансі засвідчив відхід від обмеженого застосування декору до перенасичення декором, тобто від чистої форми до перенасиченої декором форми.

Традиційно до кольорової гами входили червоний, синій, жовтий кольори як головні.

В сучасних об’єктах спостерігається суттєва зміна колористики. Домінуючим поєднанням є коричневий і сірий, сірий, часом – сірий різних відтінків з червоними і золотими акцентами, коричневий з червоним, активно використовується ефект нічної підсвітки. Колористика готелів більш стримана (рис.4), закладів громадського харчування – більш яскрава. Колористика банків стримана, сіро-вохриста, бежево-коричнева. Подібною є і колористика медичних закладів.

Таким чином, аналіз сучасних будівель Сіаня з використанням національних форм довів, що вони є більш спрощеними у порівнянні з історичними об’єктами. Національні ознаки присутні в типах силуетів і в карнизах складної деталізації, натомість роль декору на фасадах значно зменшена. Так само спрощеними є і обриси дахів. Відносно поліхромії, яка традиційно в Китаї була досить яскравою, то поліхромія громадських будівель, крім закладів громадського харчування і паркових павільйонів, більш стримана. Декор набув дещо спрощеного опосередкованого характеру, однак тоді коли він застосовується, він підкреслено яскравий, з домінуванням червоного кольору.

Рис.5. Scanben Hotel (2022). Фото Дін Ян

Аналіз прийомів використання модернізованих китайських форм свідчить про спільність цих прийомів в багатьох регіонах Китаю, тобто спостерігається відсутність проявів регіоналізму, а застосовується певний усереднкований варіант китайської архітектури, де зібрані найбільш притаманні ознаки, однак в спрощеному вигляді і в сучасних матеріалах і конструкціях.

Аналіз таких об'єктів в різних регіонах Китаю засвідчив, що найчастіше така модернізація національних форм спостерігається в закладах громадського харчування китайської кухні.

Найбільш традиційними модернізованими ознаками стають: на фасадах – червоні ліхтарики, дахи з угнутими догори кінцями, червоні стовпи або колони, скульптури левів, а в інтер'єрах - віяла, ширми, червоні ліхтарики, дерев'яні різьблені меблі, сюжетні розписи, скульптури, вази, часом навіть елементи ландшафтного дизайну, коли імітуються певні краєвиди з групами каменів, водоймами, навіть павільйонами, тобто створюється ефект «краєвиду в приміщенні», оки екстер'єрний пейзаж стає елементом внутрішнього простору.

Автор проаналізував приклади декількох відомих ресторанів поза межами провінції Шаансі з метою довести, що такі явища спрощеної модернізованої китайської архітектури мають загальне поширення і характерні передусім для туристичних об'єктів, для створення легкого для пізнання образу традиційного Китаю.

Прийоми застосування модернізованих китайських елементів в відомих ресторанах Пекіну такі:

- червоні паперові ліхтарики, які акцентують вхід (ресторан «Ліцюнь» (利群) в Пекіні, «Ресторан родини Хуа (花家怡园)» в Пекіні, ресторан «Кінг» (鸭王烤鸭店) в Пекіні, ресторан «Бяньіфан» (便宜坊) в Пекіні);

- стилізований портал з орнаментом і стінописом з імітацією традиційного живопису («Ресторан родини Хуа (花家怡园)» в Пекіні) або схожий на декорування імператорських павільйонів ансамблю Гугун (ресторан «Кінг» (鸭王烤鸭店) в Пекіні);

- дах з імітацією черепиці, орнаментовані підкарнизні площини (ресторан «Кінг» (鸭王烤鸭店) в Пекіні);

- червоні стовпи-колони (ресторан «Кінг» (鸭王烤鸭店) в Пекіні);

- орнаментовані смуги (ресторан «Бяньіфан» (便宜坊) в Пекіні);

- червоні рами (ресторан «Бяньіфан» (便宜坊) в Пекіні);

- стильова єдність фасаду з оригінальними дахами з фігурками на гребенях, червоні стовпи, вікна квадратної та круглої форми, традиційна поліхромія (перший ресторан мережі «Цюаньцзюйде» (全聚德) в Пекіні, 1864);

- контраст національних і сучасних елементів, де національні елементи акцентують вхід (ресторан мережі «Цюаньцзюйде» (全聚德) в Пекіні).

Отже, це доводить, що національні ознаки найчастіше втілені не в формах, а в елементах дизайну, коли образом Китаю в об'єктах, розрахованих передусім на туристів, стають червоні паперові ліхтарики, угнуті дахи тільки з загнутими догори кутами (хоча варіацій дахів було набагато більше відповідно до природно-кліматичних умов регіонів), стилізовані конструкції «доу-гун», карнизи з багатьма ярусами, круглі в плані стовпи червоного кольору, вікна характерної форми і всюди домінує червоний колір.

І в об'єктах провінції Шаансі, і в об'єкта інших регіонів Китаю спостерігається явище перенесення ознак суто імператорської чи храмової архітектури на об'єкти туристичного спрямування, це стосується в однаковій мірі і форм, і декору (фігурки на дахах, символічна скульптура), і поліхромії (жовтий і золотий кольори раніше були суто імператорськими). Крім цього, відбувається відверте цитування павільйонів імператорського Забороненого міста.

Висновок. Порівняльний аналіз історичних об'єктів провінції Шаансі і сучасних будівель міста Сіань, де використано національні мотиви, довів наступне. В історичних об'єктах спостерігалась гармонійна відповідність стилістики окремих складових елементів і використовувались традиційні будівельні матеріали і конструкції.

Попри поширене хибне уявлення іноземців про досить обмежений перелік знакових елементів китайської архітектури, насправді існувало розмаїття типів пагод і храмів, історичні будівлі мали різні силуети, існувало багато типів дахів, спостерігалось урізноманітнення декору, тому навіть в тому випадку, коли, скажімо, храми мали за основу певний першозразок, вони різнились за виглядом.

Було проаналізовано приклади історичних павільйонів, пагод і храмів провінції Шаансі і довів, що попри існування певних «архітектурних кліше» існували різні модифікації типів павільйонів, дахів, силуетів, тощо. Це свідчить про те, що давня архітектура Китаю була різноманітною по композиційній побудові і морфології складових елементів.

Натомість в сучасних об'єктах з модернізованими традиційними елементами таке цитування часто перетворюється на еклектику, коли традиційні форми поєднують з модерністською архітектурою або відтворюють традиційні форми в сучасних матеріалах і конструкціях.

Варто зазначити, що таке використання модернізованих форм, які уособлюються з національною ідентичністю, потребує знання як національних традицій, так і сучасних архітектурних тенденцій, аби об'єкт виглядав досить сучасно і не являв собою випадковий набір історичних архітектурних цитат без їх гармонійного сполучення.

На основі проведеного дослідження було аргументовано застосування в сучасній архітектурі провінції Шаансі таких принципів використання національних традицій в сучасній архітектурі: принцип стандартизації цитованих історичних форм і принцип адаптації історичних форм.

Перший принцип заключається в спрощенні історичних форм і приведенні їх до певного шаблону з урахуванням виконання в сучасних матеріалах і конструкціях.

Другий принцип полягає в накладанні національних форм на об'єкти принципово іншого функціонального призначення у порівнянні з історичними будівлями. Зміна функції впливає на архітектурно-планувальне рішення, конструктивну схему, зміну масштабу, відтак сучасні об'єкти є крупномасштабними з укрупненим членуванням і деталями, втіленими в сучасних матеріалах включно з декором.

Функція сучасного об'єкту впливає на ступінь використання національних ознак на фасадах: туристичні об'єкти (готелі, заклади громадського харчування) використовують більшу кількість елементів, які асоціюються з Китаєм (наприклад, червоні ліхтарики, віяла, скульптура), в готелях, банках, медичних закладах, університетах і офісах ці елементи використовуються більш обмежено і стримано.

Проведений аналіз китайської архітектури з наявністю національних елементів є важливим і для України, оскільки дозволяє визначити ті складові, на яких повинна базуватись сучасна українська архітектура після завершення війни.

На наш погляд, тут можна скористатись накопиченим досвідом корпорації «Укрреставрація» при відтворенні таких видатних об'єктів, як Михайлівський Золотоверхий собор і Успенський собор Києво-Печерської Лаври. Оскільки обидва об'єкти були різночасовими і мали різний вигляд на різних історичних періодах, виникла проблема, на який період треба відбудовувати собор. Було прийняте оптимальне рішення відтворення на період найбільшого розквіту, а саме на період українського бароко. Отже, якщо формувати сучасну українську архітектуру з національними формами, необхідно насамперед визначитись, що саме слід вважати національними формами і сформувати певний каталог форм-виразників національної ідентичності. Після цього необхідно модифікувати історичні форми відповідно до умов сучасного проектування, уникаючи при цьому прямого копіювання «знакових» національних елементів.

Подальший напрямок дослідження. На основі запропонованих напрямків використання національних форм в сучасній архітектурі можна

створити каталоги форм, які репрезентують національну ідентичність народу, і модернізувати ці форми відносно сучасних матеріалів і конструкцій.

Список використаних джерел

1. Krupa Michał, Ding Y., Tovbych V., Gnatiuk L. (2020) Sakralność, mitologizm i realizm. Malarstwo ścienne dynastii Han i jej wpływ na dalszy rozwój chińskiej sztuki i architektury, "Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation", no 63, pp.116-124.

2. Orlenko M., Ivashko Y., Chang P., Ding Y., Krupa M., Kuśnierz K., Sandu I.G. (2021). The Specificity of the Restoration and Monument Protective Measures for the Preservation of Historical Chinese Gardens, "International Journal of Conservation Science", vol. 12, is. 3, pp. 1003-1026.

3. Ding Y., Sandu I. G. (2021) *Genesis of Images and Technique of Ancient Chinese Wall Painting,* "International Journal of Conservation Science", vol. 12, is. 4, pp. 1309-1326.

4. Gryglewski P., Ivashko Y., Chernyshev D., Chang P., Dmytrenko A. (2020) Art as a message realized through various means of artistic expression, "Art Inquiry. Recherches sur les arts", vol. XXII, pp. 57-88.

5. Ivashko Y., Kuśnierz-Krupa D., Chang P. (2019) History of origin and development, compositional and morphological features of park pavilions in ancient China, "Landscape Architecture and Art", vol.15, no15, pp. 75-82.

6. Ivashko Y., Kuzmenko T., Li S., Chang P. (2020) The influence of the natural environment on the transformation of architectural style, "Landscape architecture and Art", vol. 15, no. 15, pp.101-108.

7. Ivashko Y., Chang P., Zueva P., Ding Y., Kuzmenko T. (2021) Continuity of traditions and innovation in modern landscape design in China, "Landscape architecture and Art", vol. 18, no. 18, pp. 94-103.

8. Ivashko Y., Chang P. (2020) Modern "Chinese-Style" Arbours: Image Authenticity or Distortion? [in:] Defining the architectural space. The truth and lie of architecture, Cracow, pp. 19-31.

9. Ivashko Y., Chang P., Dmytrenko A., Kozłowski T., Mykhailovskyi D. (2021) Influence of structural schemes on the shaping of historical wooden buildings: On the examples of traditional chinese pavilions, pavilions of the chinoiserie style and ukrainian wooden churches | Wpływ układów konstrukcyjnych na kształtowanie zabytkowych obiektów drewnianych na przykładzie tradycyjnych pawilonów chińskich, pawilonów w stylu chinoiserie oraz ukraińskich kościołów drewnianych, "Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation", no 67, pp. 49-60.

10. Orlenko M., Ivashko Y. (2019) The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry, “Art Inquiry. Recherches sur les arts”, vol. XXI, pp.171-190.

11. Orlenko M., Dyomin M., Ivashko Y., Dmytrenko A., Chang P. (2020) Rational and aesthetic principles of form-making in traditional Chinese architecture as the basis of restoration activities, “International Journal of Conservation Science”, vol. 11, iss. 2, pp. 499-512.

12. Orlenko M., Ivashko Y., Chang P., Ding Y., Krupa M., Kuśnierz K., Sandu I. G. (2021) The Specificity of the Restoration and Monument Protective Measures for the Preservation of Historical Chinese Gardens, “International Journal of Conservation Science”, vol. 12, is. 3, pp. 1003-1026.

13. Żychowska M., Ivashko Y., Chang P., Dmytrenko A., Kulichenko N., Zhang X. M. (2021) *The influence of traditional Chinese landscape architecture on the image of small architectural forms in Europe*, “Landscape Architecture and Art”, vol. 18, no 18, pp. 59-68.

PhD,Senior Lecturer **Ivashko Oleksandr,**
PhD, Senior Lecturer **Ding Yang**,
Post-Doctoral student **Wu Yuelin,**
Doctor of Technical Sciences, Professor **Kostiantyn Pochka,**
PhD of Pedagogical Scienes, Assosiate Professor **Mykola Rudenko,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

THE PROBLEM OF THE REVIVAL OF NATIONAL IDENTITY IN CONTEMPORARY ARCHITECTURE

The study raises the important problem of the loss of national features in modern architecture, which has accelerated against the backdrop of globalization. This problem is relevant in the training of future architects, since the activities of firms and famous architects around the world, the spread of new effective materials and technologies lead to the leveling of those features that traditionally defined the culture of each people. The possibilities of the Internet and neural networks, artificial intelligence have significantly expanded the horizons not only of practicing architects, but also of students, graduate students and doctoral candidates. Despite the positive that they have received, there is also a negative moment related to the fact that modern architecture is essentially deprived of any signs of national identity.

This problem is relevant for most developed countries of the world, where modern buildings with national elements are perceived as a certain anachronism. Even in cases where architects try to apply national elements to a modern object, it

looks imperfect, historical forms are quoted in a rather simplified manner, moreover, without corresponding to the general appearance of the object and without understanding the appropriateness of its function.

In our opinion, this problem is most relevant for countries that are at war and need unifying factors (like in Ukraine), or are small countries with a difficult demographic situation (like the Baltic countries), or are developed countries with a large number of migrants who do not accept the local culture and instead live in their own enclaves.

Based on the research conducted, the application of the following principles of using national traditions in modern architecture was argued: the principle of standardization of cited historical forms and the principle of adaptation of historical forms.

Keywords: the problem; revival; national identity; contemporary architecture

REFERENCES

1. Krupa Michał, Ding Y., Tovbych V., Gnatiuk L. (2020) Sakralność, mitologizm i realizm. Malarstwo ścienne dynastii Han i jej wpływ na dalszy rozwój chińskiej sztuki i architektury, “Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation”, no 63, pp.116-124. {In Polish and in English}

2. Orlenko M., Ivashko Y., Chang P., Ding Y., Krupa M., Kuśnierz K/, Sandu I.G. (2021). The Specificity of the Restoration and Monument Protective Measures for the Preservation of Historical Chinese Gardens, “International Journal of Conservation Science”, vol. 12, is. 3, pp. 1003-1026. {In English}

3. Ding Y., Sandu I. G. (2021) *Genesis of Images and Technique of Ancient Chinese Wall Painting,* “International Journal of Conservation Science”, vol. 12, is. 4, pp. 1309-1326. {In English}

4. Gryglewski P., Ivashko Y., Chernyshev D., Chang P., Dmytrenko A. (2020) Art as a message realized through various means of artistic expression, “Art Inquiry. Recherches sur les arts”, vol. XXII, pp. 57-88. {In English}

5. Ivashko Y., Kuśnierz-Krupa D., Chang P. (2019) History of origin and development, compositional and morphological features of park pavilions in ancient China, “Landscape Architecture and Art”, vol.15, no15, pp. 75-82. {In English}

6. Ivashko Y., Kuzmenko T., Li S., Chang P. (2020) The influence of the natural environment on the transformation of architectural style, “Landscape architecture and Art”, vol. 15, no. 15, pp.101-108. {In English}

7. Ivashko Y., Chang P., Zueva P., Ding Y., Kuzmenko T. (2021) Continuity of traditions and innovation in modern landscape design in China, “Landscape architecture and Art”, vol. 18, no. 18, pp. 94-103. {In English}

8. Ivashko Y., Chang P. (2020) Modern “Chinese-Style” Arbours: Image Authenticity or Distortion? [in:] Defining the architectural space. The truth and lie of architecture, Cracow, pp. 19-31. {In English}

9. Ivashko Y., Chang P., Dmytrenko A., Kozłowski T., Mykhailovskyi D. (2021) Influence of structural schemes on the shaping of historical wooden buildings: On the examples of traditional chinese pavilions, pavilions of the chinoiserie style and ukrainian wooden churches | Wpływ układów konstrukcyjnych na kształtowanie zabytkowych obiektów drewnianych na przykładzie tradycyjnych pawilonów chińskich, pawilonów w stylu chinoiserie oraz ukraińskich kościołów drewnianych, “Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation”, no 67, pp. 49-60. {In Polish and in English}

10. Orlenko M., Ivashko Y. (2019) The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry, “Art Inquiry. Recherches sur les arts”, vol. XXI, pp.171-190. {In English}

11. Orlenko M., Dyomin M., Ivashko Y., Dmytrenko A., Chang P. (2020) Rational and aesthetic principles of form-making in traditional Chinese architecture as the basis of restoration activities, “International Journal of Conservation Science”, vol. 11, iss. 2, pp. 499-512. {In English}

12. Orlenko M., Ivashko Y., Chang P., Ding Y., Krupa M., Kuśnierz K., Sandu I. G. (2021) The Specificity of the Restoration and Monument Protective Measures for the Preservation of Historical Chinese Gardens, “International Journal of Conservation Science”, vol. 12, is. 3, pp. 1003-1026. {In English}

13. Żychowska M., Ivashko Y., Chang P., Dmytrenko A., Kulichenko N., Zhang X. M. (2021) *The influence of traditional Chinese landscape architecture on the image of small architectural forms in Europe*, “Landscape Architecture and Art”, vol. 18, no 18, pp. 59-68. {In English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.163-170
УДК 711

Лепешко А.А.,
anatolii.lepeshko1@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6018-3596,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ТЕРИТОРІЙ СІЛЬСЬКИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Наводяться чотири методи функціонально-планувальної організації виробничих територій для сільських населених пунктів. Кожен з методів допомагає врахувати різні особливості організації виробничих територій відповідно до технологічних процесів самого підприємства. Здійснюючи пошук найкращого розташування будівель та споруд виробничих підприємств, варто враховувати їхні технологічні взаємозв'язки, що суттєво впливають на визначення відстаней обслуговування тих чи інших об'єктів. Також варто класифікувати всі об'єкти, які використовуються на виробничій території.

Підбираючи різні методи функціонально-планувальної організації для виробничих територій, варто зазначити певну специфіку для сільських населених пунктів (з населенням до 10 тис. осіб). Такий тип населеного пункту дає низку переваг для розвитку виробничих територій з меншою щільністю забудови, що, своєю чергою, впливає і на вибір напряму виробничої діяльності.

Ключові слова: методи; функціонально-планувальна організація; організація територій; виробничі території; виробнича діяльність; сільський населений пункт.

Постановка проблеми. Основна проблема полягає в пошуку рішень для покращення економічного прогресу сільських населених пунктів. Багато науковців підкреслюють важливість розвитку виробничої діяльності в таких населених пунктах. У спеціальності «Архітектура та містобудування» існує досить мало наукових праць, присвячених виробничим територіям саме для сільських населених пунктів (для міських — значно більше), тому дане питання потребує ширшого розкриття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досліджуючи питання методів функціонально-планувальної організації виробничих територій сільських населених пунктів, варто зазначити, що у спеціальності «Архітектура та містобудування» наукові напрацювання з цієї теми є досить рідкісними. Проте низка наукових досліджень підтверджує актуальність теми, серед яких варто відзначити такий науковий досвід: Масленнікової В.В. «Реновація промислової забудови як елемент планування території», (2020) [1]; Ковальової А.І.

«Розробка проекту організації території фермерського господарства» (2023) [2]; Baranovych A., Famuliak Ya. «Architectural and planning solutions for small family farms of dairy cattle» (2023) [3]; Гончарової Ю. «Правильна організація території, як основа функціонування сільськогосподарського підприємства» (2021) [4]; Ступеня Н.М., Стойко Н.Є., Барана О.Р. та Ступеня О.І. «Організація території сільськогосподарських підприємств: агроландшафтний аспект» (2020) [5]; Бабя Р.В. «Особливості просторового планування в розвитку постпромислових територій» (2024) [6]; Чижевської М.Б., Щербініної С.А. та Красуна Я.А. «Застосування виробничої функції для аналізу діяльності промислового підприємства» (2022) [7].

Формулювання цілей. Основними цілями дослідження є визначення та представлення методів цієї теми з їхньою короткою характеристикою.

Актуальність і новизна. Актуальність теми методів функціонально-планувальної організації зумовлена потребою в розвитку виробничих територій сільських населених пунктів. Одними з найбільш важливих регулюючих нормативно-правових документів, які підтверджують актуальність досліджуваного питання, є: Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках [8]; Закон України «Про індустріальні парки» [9]; Законі України «Про сільськогосподарську кооперацію» (2020) [10]; Стратегія Українського союзу промисловців і підприємців «Нова індустріалізація реальний шанс для України» (2018) [11]; Державна програма розвитку внутрішнього виробництва [12].

Новизна дослідження полягає у пошуку та наданні рекомендацій щодо функціонально-планувальної організації виробничих територій, які переважно розвиваються в сільських населених пунктах, шляхом формування методів, наближених до процесів виробничої діяльності.

Мета і методи дослідження. Основною метою дослідження є отримання нових шляхів функціонально-планувальної організації виробничих територій сільських населених пунктів методами, які сприятимуть швидшому пошуку планувальних рішень.

Методами дослідження є аналіз існуючого досвіду та складних питань, пов’язаних із функціонально-планувальною організацією виробничих територій. Опрацьований матеріал синтезовано у чотири методи функціонально-планувальної організації виробничих територій сільських населених пунктів.

Особистий вклад автора. У статті наведено чотири методи функціонально-планувальної організації, які є результатом власних пошуків рішень для виробничих територій сільських населених пунктів. Запропоновані

методи базуються на принципах взаємозв'язку технологічних процесів, транспортної доступності та ефективності експлуатації виробничих підприємств.

Результат та їх обґрунтування. Для розвитку сільського населеного пункту однією зі складових, яка зазнає найбільших труднощів, є спільна економічна активність. Раніше основна напрямлена діяльність сільських населених пунктів організовувалася колективними господарствами, а сьогодні — фермерськими.

Сучасному фермерському господарству, яке часто є основним джерелом активної діяльності сільського населення, потрібні методи організації виробничих територій, що забезпечать адаптивність до різних змін. Такі зміни, як правило, спричинені нестабільною економічною ситуацією. Також, методи які наводяться можуть використовуватися для інших типів виробничих підприємств, проте даний напрям потребує глибшого дослідження.

Існуючі методи надані в ДБН «Планування і забудова територій» [13] та Державних санітарних правилах планування та забудови населених пунктів [14], в основному керуються принципами екологічної та пожежної безпеки, а також деяких надзвичайних ситуацій.

Перераховані нижче концепції можуть у поєднанні формувати нові функціонально-планувальні структури виробничих територій у сільських населених пунктах, надаючи їм умови для покращення економічних можливостей та адаптивності. Різні комбінації запропонованих методів розширюють спектр рішень функціонально-планувальної організації територій.

Для цього пропонується розглянути чотири методи:

1. Перший метод структурування за технологічними ядрами полягає у визначенні основного виробничого ядра, додаткових виробничих ядр, призначених для обслуговування основного ядра, та обслуговуючого середовища для них. Такий метод допомагає відокремити сектори, які мають цілісний технологічний процес. Будуючи структуру технологічного процесу, можна визначити міцні та слабкі вузли взаємозв'язків. Точки міцних взаємозв'язків позиціонують характер цілісності, тому вимагають розташування об'єктів на невеликій відстані або ж навіть разом. Точки слабких взаємозв'язків позиціонують характер часткової незалежності, що може зумовлювати відокремлене розташування об'єктів на значній відстані.

2. Другий метод організації території за перспективною масштабованістю полягає в масштабуванні виробничих процесів та технологій. Цей метод важливий у ситуаціях економічної нестабільності, що часто призводить до зменшення або збільшення випуску виробничих товарів. Функціонально-планувальна модель цього методу конфігурує напрямки

розширення об’єктів по території, даючи можливість розростатися технологіям з мінімальними перешкодами.

3. Третій метод організації за технологічною формою полягає в трьох типах форми виробничого підприємства, що впливає на розміщення його на відповідній території. Цей метод розкладається на три типи технологічної форми: універсальний, спеціалізований та комбінований.

3.1. Тип універсальної технологічної форми позиціонує виробниче підприємство простої форми, як правило, з прямокутними об’єктами, внутрішніми проїздами та лінійною інфраструктурою. Така форма часто характерна для індустріальних парків, які можуть мати регулярні зміни використання територій, об’єктів та інфраструктури під велику кількість нескладних технологічних видів діяльності.

3.2. Тип спеціалізованої технологічної форми позиціонує виробниче підприємство складної форми. Як правило, це складне, багатокутне планування, складні форми об’єктів та хаотичне улаштування лінійної інфраструктури. Така форма характерна для унікальних та складних технологічних видів виробничої діяльності. Як правило, використовуються великогабаритні об’єкти, щільні лінійні мережі складних конфігурацій у просторі та залучення великої кількості технічних засобів для обслуговування даного підприємства (крани, залізничні колії, конвеєри тощо).

3.3. Тип комбінованої технологічної форми позиціонує виробниче підприємство, яке поєднує в собі елементи універсальної та спеціалізованої форми. Така форма характерна для великої кількості підприємств, які мають одночасно об’єкти простої та складної форми.

4. Четвертий метод організації технологічних зв’язків полягає у визначенні обов’язкових залежностей між технологічними процесами. Цей метод включає в себе розподіл комплексів виробничих об’єктів на три сили зв’язків: сильні, середні та слабкі.

4.1. Сильні зв’язки вимагають розташування об’єктів з найменшою відстанню, можливо, й разом, якщо це не суперечить іншим правилам.

4.2. Середні зв’язки можуть бути дещо віддалені від основної технології, але це віддалення повинно забезпечувати надійну підтримку основної технології. Тобто середні зв’язки все ще прив’язані до основної технологічної лінії.

4.3. Слабкі зв’язки, як правило, це віддалені технологічні операції, які працюють імпульсно відносно основної технологічної лінії.

Описані вище методи функціонально-планувальної організації виробничих територій якісно підходять для сільських населених пунктів, проте також можуть використовуватися і в міських. Характерна відмінність

функціонально-планувальної організації виробничих територій сільських населених пунктів від міських виявляється в щільності використання територій. У сільському населеному пункті просторі підприємства, які потребують прилягаючої до землі (однорівневої) системи експлуатації території, мають більшу економічну доцільність, ніж у містах, де кращої економічної ефективності набуває висотна (багаторівнева) система експлуатації території. Поєднуючи наведені концептуальні методи організації виробничих територій, можна сформувати декілька стратегій розвитку підприємства та населеного пункту в цілому.

Методи обговорення. Дане питання потребує широкого та професійного обговорення серед фахівців спеціальності «архітектура та містобудування» для визначення найкращих методів та їх недоліків з метою покращення в подальших дослідженнях.

Висновки. Підводячи підсумок викладеного вище матеріалу, варто зазначити, що організація виробничих територій має складну специфіку через пошук значних взаємозв'язків технологічних процесів, які часто можуть ускладнюватися при різному масштабуванні виробничих обсягів під час економічно-соціальних змін. Через ряд подібних складних механізми організації виробничих територій є потреба у подальших кількісних та якісних наукових дослідженнях для сучасної науки. В свою чергу, такі дослідження можуть орієнтуватися на різні особливості організації виробничих територій за типами населених пунктів та видами виробничої діяльності.

Список використаних джерел

1. Масленнікова В.В. Реновація промислової забудови як елемент планування території – 2020. DOI: https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-6-31 URL: http://pev.kpu.zp.ua/journals/2020/6_23_ukr/33.pdf (дата звернення 02.04.2025р.).

2. Ковальова А.І. Розробка проекту організації території фермерського господарства – 2023. URL: https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/2913 (дата звернення 02.04.2025р.).

3. Baranovych A., Famuliak Ya. Architectural and planning solutions for small family farms of dairy cattle – 2023. URL: https://visnyk.lnup.edu.ua/index.php/architecture/article/view/206] (дата звернення 02.04.2025р.).

4. Гончарова Ю. Правильна організація території, як основа функціонування сільськогосподарського підприємства – 2021. URL: http://repository.lnau.edu.ua:8080/xmlui/

bitstream/handle/123456789/81/Konf_LNAU_08.04.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=57 (дата звернення 02.04.2025р.).

5. Ступень Н.М., Стойко Н.Є., Баран О.Р., Ступень О.І. Організація території сільськогосподарських підприємств: агроландшафтний аспект – 2020. URL: http://repository.lnau.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/426 (дата звернення 02.04.2025р.).

6. Бабій Р.В. Особливості просторового планування в розвитку постпромислових територій. – 2024. URL: http://repository.lnau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/955 (дата звернення 02.04.2025р.).

7. Чижевська М.Б., Щербініна С.А., Красун Я.А. Застосування виробничої функції для аналізу діяльності промислового підприємства. – 2022. URL1: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9905
URL2: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_2022/95.pdf (дата звернення 02.04.2025р.).

8. Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках. Розпорядження КМУ від 15.11.2024р. №1163-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1163-2024-%D1%80#Text (дата звернення 02.04.2025р.).

9. Закон України «Про індустріальні парки» № 5018-VI від 21.06.2012 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5018-17#Text (дата звернення 02.04.2025р.).

10. Закон України «Про сільськогосподарську кооперацію» від 21 липня 2020 року
№ 819-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/819-20#Text (дата звернення 02.04.2025р.).

11. Стратегія Українського союзу промисловців і підприємців «Нова індустріалізація реальний шанс для України» – 2018р. URL1: https://uspp.ua/inicziativi/nova-industrializatsiia-ukrainy URL2: https://uspp.ua/assets/doc/maket_nov_2019.pdf (дата звернення 02.04.2025р.).

12. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної програми розвитку внутрішнього виробництва» від 12 вересня 2011 р. № 1130. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1130-2011-%D0%BF#Text (дата звернення 02.04.2025р.).

13. ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій". URL1: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3260441209981634046?doc_type=2 URL2: https://e-construction.gov.ua/files/new_doc/3022049262482490756/2023-01-23/48e9d4c6-d7fd-470f-b04e-d791c5982967.pdf. (дата звернення 30.03.2025р.).

14. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р. №173. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#top (дата звернення 02.04.2025р.).

postgraduate student **Anatolii Lepeshko,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

METHODS OF FUNCTIONAL AND PLANNING ORGANIZATION OF INDUSTRIAL AREAS IN RURAL SETTLEMENTS

The article presents four methods of functional and planning organization of industrial areas for rural settlements. Each method helps take into account the various features of organizing industrial areas according to the technological processes of the enterprise itself. When searching for the best location for buildings and structures of industrial enterprises, it is essential to consider their technological interconnections, which significantly affect the determination of service distances between various objects. It is also important to classify all objects used within the industrial area.

When selecting different methods of functional and planning organization for industrial areas, it is necessary to note the specific characteristics of rural settlements (with populations up to 10,000). This type of settlement offers several advantages for the development of industrial areas with lower building density, which in turn influences the choice of production activity direction.

Keywords: methods; functional and planning organization; area organization; industrial areas; industrial activity; rural settlement.

REFERENCES

1. Maslennikova V.V. Renovatsiia promyslovoi zabudovy yak element planuvannia terytorii – 2020. DOI: https://doi.org/10.32840/2522-4263/2020-6-31 URL: http://pev.kpu.zp.ua/journals/2020/. 6_23_ukr/33.pdf (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

2. Kovalova A.I. Rozrobka proektu orhanizatsii terytorii fermerskoho hospodarstva – 2023. URL: https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/2913 (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

3. Baranovych A., Famuliak Ya. Architectural and planning solutions for small family farms of dairy cattle – 2023. URL: https://visnyk.lnup.edu.ua/index.php/architecture/article/view/206] (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

4. Honcharova Yu. Pravylna orhanizatsiia terytorii, yak osnova funktsionuvannia silskohospodarskoho pidpryiemstva – 2021. URL: http://repository.lnau.edu.ua:8080/xmlui/.

bitstream/handle/123456789/81/Konf_LNAU_08.04.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=57 . (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

5. Stupen N.M., Stoiko N.Ie., Baran O.R., Stupen O.I. Orhanizatsiia terytorii silskohospodarskykh pidpryiemstv: ahrolandshaftnyi aspekt – 2020. URL: http://repository.lnau.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/426 (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

6. Babii R.V. Osoblyvosti prostorovoho planuvannia v rozvytku postpromyslovykh terytorii. – 2024. URL: http://repository.lnau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/955 (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

7. Chyzhevska M.B., Shcherbinina S.A., Krasun Ya.A. Zastosuvannia vyrobnychoi funktsii dlia analizu diialnosti promyslovoho pidpryiemstva. – 2022. URL1: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9905 URL2: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_2022/95.pdf (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

8. Stratehiia rozvytku silskoho hospodarstva ta silskykh terytorii v Ukraini na period do 2030 roku ta zatverdzhennia operatsiinoho planu zakhodiv z yii realizatsii u 2025-2027 rokakh. Rozporiadzhennia KMU vid 15.11.2024r. №1163-r. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1163-2024-%D1%80#Text (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

9. Zakon Ukrainy «Pro industrialni parky» № 5018-VI vid 21.06.2012 r. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5018-17#Text (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

10. Zakon Ukrainy «Pro silskohospodarsku kooperatsiiu» vid 21 lypnia 2020 roku

№ 819-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/819-20#Text (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

11. Stratehiia Ukrainskoho soiuzu promyslovtsiv i pidpryiemtsiv «Nova industrializatsiia realnyi shans dlia Ukrainy» – 2018r. URL1: https://uspp.ua/inicziativi/nova-industrializatsiia-ukrainy URL2: https://uspp.ua/assets/doc/maket_nov_2019.pdf (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

12. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro zatverdzhennia Derzhavnoi prohramy rozvytku vnutrishnoho vyrobnytstva» vid 12 veresnia 2011 r. № 1130. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1130-2011-%D0%BF#Text (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

13. DBN B.2.2-12:2019 "Planuvannia i zabudova terytorii". URL1: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3260441209981634046?doc_type=2 URL2: https://e-construction.gov.ua/files/new_doc/3022049262482490756/2023-01-23/48e9d4c6-d7fd-470f-b04e-d791c5982967.pdf. (data zvernennia 30.03.2025r.). {in Ukranian}

14. Derzhavni sanitarni pravyla planuvannia ta zabudovy naselenykh punktiv Zatverdzheno nakazom Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 19 chervnia 1996 r. №173. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#top (data zvernennia 02.04.2025r.). {in Ukranian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.171-180
УДК 725.5

Лиманець В.А.,
lymanets_va@knuba.edu.ua, orcid: 0000–0002–3096–5335,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРОПОЗИЦІЇ ПО РОЗРОБЦІ МЕТОДИКИ ОБРАННЯ ДІЛЯНКИ ПІД ТЕРИТОРІАЛЬНІ ЦЕНТРИ СОЦІАЛЬНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Розглянуто підходи до вибору та оцінки земельної ділянки для розміщення територіального центру соціального обслуговування. Було запропоновано комплексну методику, що базується на поєднанні кластерного аналізу та багатокритеріальної оптимізації, з урахуванням таких чинників, як доступність, екологічність, просторові зв'язки та соціальні потреби населення літнього віку. У роботі представлено три типи функцій оцінювання: на основі пішохідної доступності, концентрації шляхів та аналітичних (статистичних) даних. Показано можливості застосування методики на прикладі Святошинського району м. Києва із залученням інструментів геоінформаційного аналізу. Запропонований підхід дозволяє більш обґрунтовано приймати рішення щодо розміщення об'єктів соціальної інфраструктури, орієнтованої на потреби осіб похилого віку, що сприяє формуванню комфортного, доступного та сталого середовища проживання.

Ключові слова: соціальна архітектура; територіальний центр соціального обслуговування; центр денного перебування для дорослих; містобудівний аналіз; містобудівне планування; архітектурне проєктування.

Постановка проблеми. Типологія будь-якої будівлі зумовлює специфіку функціонування земельної ділянки, тому її розташування є вагомим чинником ефективної роботи споруди. Ба більше, деякі з таких будівель формують значні зони впливу, що впливають на розвиток міського чи сільського середовища загалом. Відтак проєктанти потребують відповідних знань для створення комфортного середовища проживання.

Якщо для житлової, громадської та промислової архітектури існує певне уявлення щодо вибору ділянки (з урахуванням санітарних норм, радіусів обслуговування тощо), то для соціальної архітектури в Україні подібні інструменти практично відсутні.

Метою публікації є пропозиції по розробці загальної методики оцінювання земельної ділянки для територіальних центрів соціального обслуговування, що враховує комплекс містобудівних, соціальних, екологічних і природних чинників. Методика спрямована на підвищення якості соціальних

об'єктів і забезпечення їх доступності та комфортного функціонування відповідно до потреб людей похилого віку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує низка іноземних наукових праць, присвячених дослідженню доступності соціальних установ, зокрема територіальних центрів для літніх людей. Значна частина таких досліджень стосується Китаю, де, на відміну від України, за останні роки було створено розгалужену мережу соціальних закладів.

У дослідженні «Senior-friendliness evaluation of service facilities in living circles of residential communities» Чжан Сюеньюо та Ян Чао [1] аналізують зручність і доступність соціальних установ у житлових районах Шанхаю. Автори підкреслюють, що стандарт міського планування, який передбачає доступність у межах 15-хвилинної пішої зони, не відповідає реальним можливостям літніх людей. Тому вони пропонують встановлювати радіуси доступності в межах 5–10 хвилин ходьби, що краще узгоджується з фізичними можливостями старших осіб. Для оцінки доступності дослідники застосували власну методику, використовуючи відкриті дані (POI, AOI, картографічні ресурси), аби проаналізувати розташування об’єктів у зв’язку з чисельністю літнього населення. Основний висновок — планування житлових районів має враховувати не лише кількість закладів, а й їхнє місце розташування.

У статті «Disparities Between Older Adults’ Potential and Realized Access to Community-Based Care: A Multilevel Analysis of Geo-Referenced Check-In Data from Senior Centers in Nanjing, China» Сяомін Лі та Чжісін Сюй [2] досліджують розбіжності між потенційною та фактичною доступністю соціальних центрів у Нанкіні. Використовуючи дані геолокаційної реєстрації відвідувачів, автори з’ясували, що літні люди часто не відвідують найближчий до них центр, віддаючи перевагу тим, які пропонують кращі послуги або мають краще розташування щодо інших міських об’єктів. Подібна ситуація виникає у нових забудовах, де мешканці змушені долати більші відстані, аби отримати якісну послугу.

В іншій праці «Multi-Scale Network Analysis of Community-Based Senior Centers: Exploring the Intersection of Spatial Embeddedness and Accessibility in Nanjing, China» [3] ті ж самі автори досліджують взаємозв’язок вуличної мережі та доступності соціальних центрів. Вони виокремили п’ять типів просторової інтеграції установ у міське середовище. З яких виявилось, що заклади, які розташовані в ізольованих житлових районах або тупикових зонах, є менш ефективними, коли інші центри, що інтегровані у міську мережу, приваблюють більше користувачів з інших районів через доступність.

У дослідженні «Equity in walking access to community home care facility resources for elderly with different mobility: A case study of Lianhu District, Xi’an»

автори Венце Нін, І Іян, Мей Лу та Сяокан Хань [4] вивчають доступність соціальних центрів для людей з різними рівнями мобільності. Вони застосовують методи геопросторового аналізу, зокрема коефіцієнт Джині, криву Лоренца та локалізаційну ентропію, аби встановити відповідність між розміщенням центрів і проживанням літніх осіб. Було виявлено, що понад 80% людей з обмеженою мобільністю мають низький рівень доступу до таких закладів, причому щільність дорожньої мережі суттєво впливає на їх доступність. Автори також ставлять під сумнів доцільність застосування 15-хвилинного пішохідного стандарту для осіб похилого віку.

У публікації з Південної Кореї «Facility location problem for senior centers in an upcoming super-aging society» Юн Хак Лі та Джонхва Джонг [5] розглядають оптимальне розміщення центрів соціального обслуговування через проблему старіння населення. Автори застосовують генетичний алгоритм для створення моделі оптимізації, що дозволяє мінімізувати відстань, яку долають літні люди, враховуючи мобільні обмеження та наявну інфраструктуру. Дослідження проводиться на прикладі Сеула з використанням відкритих даних щодо мобільності населення та розташування існуючих центрів.

Основна частина. Вибір та оцінка ділянки для територіального центру соціального обслуговування здійснюється за допомогою кластеризації методом k-середніх і багатокритеріальної оптимізації. Для цього обирається територія (район міста або селища), яку поділяють на менші рівнозначні одиниці d_i (рис.1). Розмір таких одиниць залежить від рівня деталізації. Однак, зважаючи на те, що площа будівлі та її території не може прямувати до нуля, надто малі ділянки є нераціональними. Тож варто обирати таку дискретну величину, яка спрощуватиме розрахунок і водночас зберігатиме творчий потенціал у плануванні.

Кожна ділянка d_i характеризується кількома показниками, що визначаються відповідними функціями. До основних критеріїв належать: доступність до закладу, громадського транспорту, озеленення, пішохідність, мобільність, комфортність, екологічність. Оскільки ідеальних ділянок не існує, метод k-середніх дозволяє розподілити їх за кластерами — кожен із яких має власні сильні й слабкі сторони. Аналіз таких кластерів допомагає виявити, що саме потребує компенсації. Натомість багатокритеріальна оптимізація дозволяє обрати найкращі ділянки всередині кластера. Тому перший метод краще підходить для аналізу вже наявних закладів, що плануються до оновлення або зміни функції. Другий — орієнтований на стратегічне планування і розвиток соціальної архітектури.

Для розрахунку використовуються три сімейства функцій:

- на основі пішохідної доступності;

- на основі концентрації шляхів;
- на основі статистичних та аналітичних даних.

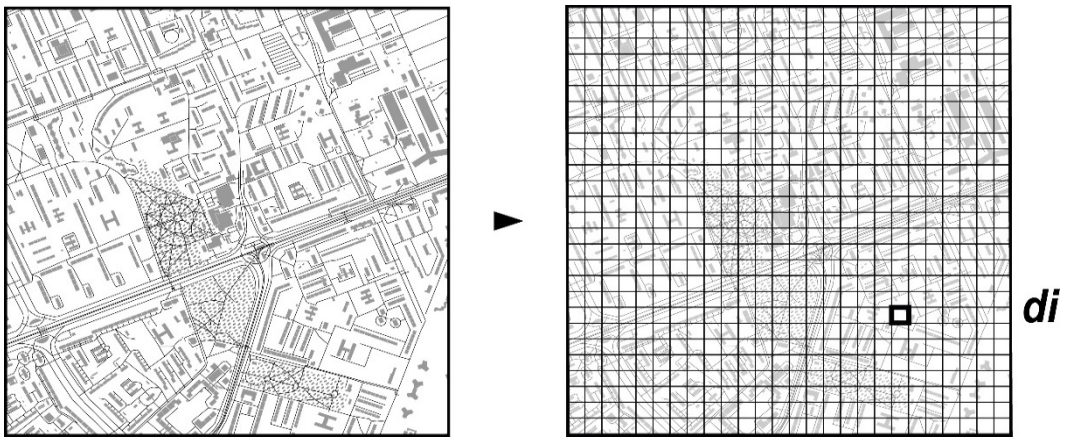


Рис. 1. Дискретизація території. (Зображення автора)

Перше сімейство функцій базується на уявленні, що реальний радіус обслуговування закладу є індивідуальним, адже кожна людина за однаковий час долає різну відстань. Через що радіус дії закладу має форму розподілу ймовірностей, тобто не є рівномірним. Це дає змогу моделювати найкраще розташування, у якому більшість людей похилого віку зможуть дістатися до закладу.

Вихідні дані беруться з 6-хвилинного тесту ходьби [6]. При цьому враховуються здорові люди похилого віку, оскільки денні ТЦСО переважно орієнтовані на соціально активних пенсіонерів. Для осіб із зниженою мобільністю передбачаються виїзні послуги або трансфер. Аналогічний підхід може застосовуватися під час проєктування стаціонарних закладів — з урахуванням відповідних даних, де люди є слабшими [7].

Формула ймовірності впливу між ділянкою та довільною точкою ґрунтується на нормальному розподілі:

$$SMW(d_i) = \begin{cases} 1, & 0 \le l \le l_{min}; \\ \frac{1}{2}\left[1 - erf\left(\frac{2 * l - l_{max} - l_{min}}{2 * \sqrt{2\sigma^2}}\right)\right], & l_{min} < l < l_{max}; \\ 0, & l \ge l_{max}. \end{cases} \quad (1)$$

де,

l - відстань між центром ділянки d_i та довільною точкою впливу;

l_{min}, l_{max} – для звичайних точок впливу мінімальна та максимальна відстань приймається 350 м та 750 м [6].

σ – стандартне відхилення, приймається 80 м [6].

Найбільш впливовим фактором є щільність проживання людей похилого віку. Чим вона вища — тим вірогідніше, що саме в цій зоні слід розташовувати центр.

Формула оцінки пішохідної доступності:

$$SMW_b(d_i) = \sum_{j=0} w_j * SMW(d_i; b_i) \quad (2)$$

де,

$SMW(d_i; b_i)$ – ймовірність впливу між ділянкою d_i та житловим будинком b_i;

w_j – вага (кількість мешканців або осіб похилого віку; за потреби — кількість поверхів).

Для розрахунку транспортної доступності враховується можливість дійти до зупинки на початку та в кінці маршруту. Тому застосовується зміщений інтервал на 350м ($l'_{min} = 0$, $l'_{max} = 400$) у наступній формулі:

$$\mathrm{SMW}_t(d_i) = \sum_{j=0} SMW(d_i; s_j) \quad (3)$$

де,

$SMW(d_i; s_j)$– ймовірність впливу між ділянкою d_i та зупинкою міського транспорт s_j.

Близькість рекреаційних зон варто розглядати через призму їх наявності, ніж концентрації, оскільки для програм територіальних центрів достатньо мати невелику поляну, де можна організовувати, наприклад, відкрите фітнес заняття на регулярній основі. Звісно розташування біля масивних зелених насаджень надає більше можливостей в тих самих прогулянках, однак організований похід потребує більше часу та сил, через що такі події будуть не такими постійними, як воно могло здаватися на перший погляд. Тому доступність рекреаційних зон розраховуються за формулою:

$$\mathrm{SMW}_g(d_i) = SMW(d_i; g_i) \quad (4)$$

де,

$SMW(d_i; g_i)$– ймовірність впливу між центром ділянки d_i та найкоротшої відстані до рекреаційної зони у вигляді парку чи скверу.

Друге сімейство функцій припускає, що людські шляхи є основним інструментом комунікації між різними точками інтересу: чим вища концентрація шляхів у певній локації — тим більше способів дістатися до неї. У сільському середовищі доцільно враховувати всі типи шляхів, тоді як у міському — зосереджувати увагу винятково на пішохідних зв’язках, оскільки

вплив транспортних доріг можна врахувати через інші чинники, як-от рівень шуму чи якість повітря.

Для розрахунку концентрації пішохідних зв'язків використовується формула:

$$\mathrm{D}(d_i) = \frac{\sum_j l_{seg_j}}{S_{d_i}}, seg_j \in d_i \quad (5)$$

де,

$l_{seg\ j}$- довжина сегмента j пішохідних шляхів, що належать ділянці d_i;

S_{d_i} – площа ділянки d_i.

Третє сімейство функцій орієнтується на аналітичні або статистичні дані щодо території, яку досліджують. Йдеться про такі параметри, як рельєф, рівень шуму, якість повітря, вітровий комфорт тощо. Існує два підходи до цього аналізу:

- Теоретичний (експериментальний) — аналітичний розрахунок показників відповідно до чинних норм. Цей підхід більше підходить для територій, які планується забудовувати, й які ще не мають розвиненої інфраструктури.
- Практичний — збір статистичних даних безпосередньо на місці. Такий підхід доцільно застосовувати у випадках, коли центр планується в існуючій міській тканині, адже реальні дані краще відображають ситуацію порівняно з розрахунковими, які часто базуються на припущеннях і спрощеннях.

Для аналізу найкраще застосовувати лінійну регресію Кригінга:

$$\hat{\mathrm{Z}}(d_i) = \sum \lambda_j \mathrm{Z}(p_j) \quad (5)$$

де,

λ_j- ваги, які потрібно знайти;

$\mathrm{Z}(p_j)$ – відомі значення в точках p_j.

Приклад аналізу ділянки навколо територіального центру соціального обслуговування Святошинського району м. Києва. Для аналізу території були використані дані з відкритих джерел: з OpenStreetMap [8] - розташування житлових будівель, доріг, зупинки громадського транспорту, парків тощо; з Lun [9] – рівень шуму; з SaveEcoBot [10] – якість повітря. Обробка даних здійснювалася за допомогою програмного забезпечення QGIS із плагіном Smart-Map, а також Grasshopper 3D із плагіном LunchBox.

У результаті аналізу було виділено кластери. Їхня кількість може змінюватися залежно від вхідних параметрів і містобудівної ситуації, однак у наведеному прикладі їх було від 4 до 6 (рис. 2). З'ясувалося, що існуючий територіальний центр розташований у кластері, якому притаманна мінімальна відстань до житлових будівель і парку, висока концентрація пішохідних

зв’язків та низький рівень шуму. Це свідчить про дуже вдале розташування закладу. В аналізі подібні території часто трапляються всередині мікрорайонів радянської забудови. Саме тому літні люди, як правило, проводять час на «лавочках» біля під’їзду, оскільки це прояв комфорту та прихованого потенціалу таких місць для соціального закладу.

Водночас інші кластери також можуть бути придатними для розміщення ТЦСО, з урахуванням їхніх сильних сторін. Наприклад, кластер із високою транспортною доступністю, попри проблеми з шумом і якістю повітря, може ефективно обслуговувати мешканців інших районів. Серед можливих рішень — розміщення закладів на стику двох або більше кластерів або компенсація недоліків за допомогою архітектурних рішень, якщо це технічно й економічно доцільно.

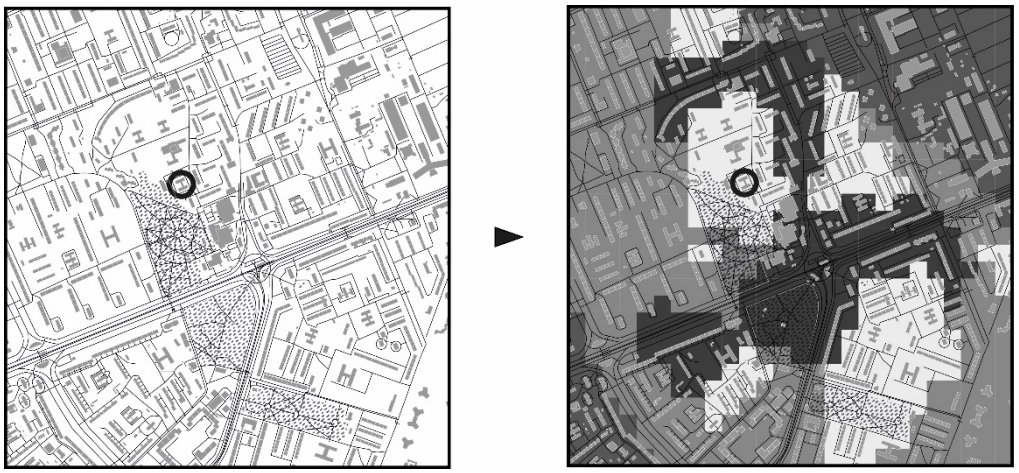


Рис. 2. Кластеризація території навколо територіального центру соціального обслуговування Святошинського району м. Києва. (Зображення автора)

Висновок. Проблема розміщення територіальних центрів соціального обслуговування потребує комплексного підходу, що враховує реальні потреби літніх людей, містобудівні умови та екологічні чинники. На відміну від інших типів архітектури, для соціальних закладів в Україні відсутні чіткі інструменти оцінки земельних ділянок.

Запропонована методика поєднує кластерний аналіз і багатокритеріальну оптимізацію, засновану на критеріях доступності, просторової структури та статистичних даних. Її можна застосовувати як для аналізу вже існуючих центрів, так і для планування нових об’єктів. Таким чином, представлена робота формує підґрунтя для створення системного підходу до проєктування соціальної інфраструктури, орієнтованої на потреби людей похилого віку.

На прикладі Святошинського району м. Києва можна виокремити кілька принципів вибору ділянки, що не потребують глибоких розрахунків, але дозволяють інтуїтивно визначити найкраще розташування. Оптимальний радіус

обслуговування таких закладів становить близько 550 м. Найкращим варіантом є розміщення соціальних центрів у середині мікрорайонів або на подібних за якісними характеристиками ділянках. Це також вказує на потенціал створення закладів для різних поколінь, з огляду на близькість до шкіл і дитячих садків.

Крім того, можливе використання перших поверхів житлових будинків на периферії мікрорайонів — такі об'єкти можуть обслуговувати не лише локальних мешканців, а й жителів сусідніх районів.

У разі вибору менш сприятливого розташування варто розглядати компенсаційні рішення — як архітектурного характеру, так і шляхом адаптації формату роботи самого закладу.

Список джерел

1. Zhang X., Yang C. Senior-friendliness evaluation of service facilities in living circles of residential communities. Urban transport of china. 2022. Т. 20, № 4. С. 35–46. URL: https://doi.org/10.13813/j.cn11-5141/u.2022.0405-en. (зв.: 02.03.2025).

2. Li X., Xu Z. Disparities between older adults' potential and realized access to community-based care: a multilevel analysis of geo-referenced check-in data from senior centers in nanjing, china. Buildings. 2024. Т. 14, № 12. С. 3900.
URL: https://doi.org/10.3390/buildings14123900 (дата звернення: 02.03.2025).

3. Xu Z., Li X. Multi-Scale network analysis of community-based senior centers: exploring the intersection of spatial embeddedness and accessibility in nanjing, china. Buildings. 2024. Т. 14, № 12. С. 3922.
URL: https://doi.org/10.3390/buildings14123922. (дата звернення: 02.03.2025).

4. Equity in walking access to community home care facility resources for elderly with different mobility: A case study of Lianhu District, Xi'an / W. Ning та ін. Plos one. 2022. Т. 17, № 12. С. e0277310.
URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277310. (дата звернення: 02.03.2025).

5. Lee E.H., Jeong J. Facility location problem for senior centers in an upcoming super-aging society. Scientific reports. 2025. Т. 15, № 1.
URL: https://doi.org/10.1038/s41598-025-90096-y (дата звернення: 02.03.2025).

6. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries / C. Casanova та ін. European respiratory journal. 2010. Т. 37, № 1. С. 150–156. URL: https://doi.org/10.1183/09031936.00194909. (зв.: 02.03.2025).

7. Hanifah H., Pratiwi Y.S., Panjdi T.D. Six-Minutes walk test characteristics in geriatric outpatient clinic at dr. hasan sadikin general hospital bandung. Althea medical journal. 2019. Т. 6, № 4. С. 181–185. URL: https://doi.org/10.15850/amj.v6n4.1755 (дата звернення: 02.03.2025).

8. OpenStreetMap. OpenStreetMap. URL: https://www.openstreetmap.org/#map=6/48.54/31.17 (дата звернення: 02.03.2025).

9. Лун місто. Лун. URL: https://lun.ua/misto/map?l=kyiv-noise (дата звернення: 02.03.2025).

10. Якість повітря в Україні онлайн: карта моніторингу якості повітря - SaveEcoBot. Єдина в України екологічна система - SaveEcoBot. URL: https://www.saveecobot.com/maps (дата звернення: 02.03.2025).

PhD student **Vladyslav Lymanets**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

PROPOSALS FOR THE DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR SENIOR CENTER SITE SELECTION

This article addresses the issue of determining optimal locations for senior centers in the context of contemporary Ukrainian urban development, where clear methodologies for such facilities are currently lacking. The paper proposes a comprehensive methodology for evaluating and selecting land plots for territorial social service centers (senior centers), integrating cluster analysis and multi-criteria optimization. The approach takes into account key urban and social indicators, including pedestrian and transport accessibility, environmental quality, spatial structure, and the density of elderly populations. Special attention is given to the specific needs and physical capabilities of older adults, which significantly influence spatial accessibility parameters and site suitability.

Three distinct families of evaluation functions are introduced. The first is based on pedestrian accessibility modeling, incorporating probabilistic distance distribution derived from the 6-minute walking test. The second evaluates the concentration of pedestrian pathways as an indicator of connectivity and urban integration. The third relies on environmental and statistical data—such as noise levels, air quality, and terrain characteristics—using kriging interpolation for spatial analysis. These methods are combined in a flexible system that allows for detailed territorial analysis and site ranking.

The methodology is tested in a case study of the Sviatoshynskyi District of Kyiv, using open-source datasets and GIS platforms. The analysis identifies clusters with varying strengths and weaknesses and highlights the existing senior center's successful placement due to its high accessibility and favorable ecological conditions. The paper emphasizes the potential of implementing this methodology for both new facility planning and evaluation of existing infrastructure.

Keywords: social architecture; senior center; adult day care center; urban analysis; urban planning; architectural design.

REFERENCES

1. Zhang X., Yang C. Senior-friendliness evaluation of service facilities in living circles of residential communities. Urban transport of china. 2022. T. 20, № 4. S. 35–46. URL: https://doi.org/10.13813/j.cn11-5141/u.2022.0405-en. (data zvernennia: 02.03.2025). {In English}

2. Li X., Xu Z. Disparities between older adults' potential and realized access to community-based care: a multilevel analysis of geo-referenced check-in data from senior centers in nanjing, china. Buildings. 2024. T. 14, № 12. S. 3900. URL: https://doi.org/10.3390/buildings1412390.0 (data zv.: 02.03.2025). {In English}

3. Xu Z., Li X. Multi-Scale network analysis of community-based senior centers: exploring the intersection of spatial embeddedness and accessibility in nanjing, china. Buildings. 2024. T. 14, № 12. S. 3922. URL: https://doi.org/10.3390/buildings14123922. (data zv.: 02.03.2025). {In English}

4. Equity in walking access to community home care facility resources for elderly with different mobility: A case study of Lianhu District, Xi'an / W. Ning ta in. Plos one. 2022. T. 17, № 12. S. e0277310. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277310. (data zv.: 02.03.2025). {In English}

5. Lee E.H., Jeong J. Facility location problem for senior centers in an upcoming super-aging society. Scientific reports. 2025. T. 15, № 1.
URL: https://doi.org/10.1038/s41598-025-90096-y. (data zvernennia: 02.03.2025). {In English}

6. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries / C. Casanova ta in. European respiratory journal. 2010. T. 37, № 1. S. 150–156. URL: https://doi.org/10.1183/09031936.00194909. (data zvernennia: 02.03.2025). {In English}

7. Hanifah H., Pratiwi Y.S., Panjdi T.D. Six-Minutes walk test characteristics in geriatric outpatient clinic at dr. hasan sadikin general hospital bandung. Althea medical journal. 2019. T. 6, № 4. S. 181–185. URL: https://doi.org/10.15850/amj.v6n4.1755 (data zvernennia: 02.03.2025). {In English}

8. OpenStreetMap. OpenStreetMap. URL: https://www.openstreetmap.org/#map=6/48.54/31.17 (data zvernennia: 02.03.2025). {In English}

9. Lun misto. Lun. URL: https://lun.ua/misto/map?l=kyiv-noise (data zvernennia: 02.03.2025). {in Ukranian}

10. Yakist povitria v Ukraini onlain: karta monitorynhu yakosti povitria - SaveEcoBot. Yedyna v Ukrainy ekolohichna systema - SaveEcoBot. URL: https://www.saveecobot.com/maps (data zvernennia: 02.03.2025). {in Ukranian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.181-195
УДК 72.01, 72.03, 72.04
канд. арх., доц. **Ніканоров С.О.,**
nikanorov.so@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0003-1002-599X,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБМІРНИХ РОБІТ В МЕЖАХ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ЗАПОВІДНИКУ «СОФІЯ КИЇВСЬКА»

Розглядаються результати виконання навчальної обмірно-проєктної роботи студентами першого курсу кафедри Основ архітектури та архітектурного проєктування КНУБА на базі Національного заповідника "Софія Київська". Також висвітлюється методична послідовність проведення занять з архітектурного проєктування під керівництвом викладачів кафедри, що забезпечує практичне ознайомлення студентів з пам'ятками архітектури та формує первинні навички роботи над архітектурними об'єктами в історичному середовищі.

Ключові слова: Софія Київська; практика; обміри; кроки; обмірна практика; проектна практика; реконструкція; реставрація; архітектурне проектування; архітектурне навчання; пам'ятка архітектури.

Постановка проблеми. Необхідність вдосконалення організації практики для студентів першого курсу шляхом детального ознайомлення з визначними пам'ятками української архітектури, а також розвиток навичок командної роботи та публічного захисту проєкту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно вищезазначеної тематики було опубліковано статті викладачами кафедри Основ архітектури та архітектурного проєктування, які стосувались проведення обмірних робіт [7,8], проте вони не враховують нововведення, які були запроваджені в учбовий процес та розкриті в даній статті.

Актуальність дослідження Важко уявити будь яке місто без знакових об'єктів, що створюють його архітектурний образ. Так для Верхнього Києва - це неповторний Софійський ансамбль на старокиївській височині. Софія Київська одна з найголовніших християнських святинь Східної Європи, найпрекрасніших пам'яток української архітектури та монументального живопису. Весь комплекс споруд: Софійський собор та монастирський ансамбль XVIII століття занесений до всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

В збереженні цієї пам'ятки активно працювали директори заповідника. Сьогоднішній директор Національного заповідника «Софія Київська» Неля Михайлівна Куковальська не перший рік сприяє навчанню студентів архітектурного факультету КНУБА. Так з 2015/2016 навчального року студенти кафедри основ архітектури і архітектурного проектування мають можливість виконувати обміри пам'ятки архітектури в рамках курсового проекту. Такі зміни в навчальній програмі були прийняті керівництвом кафедри для надання студентам можливості спробувати свої сили в проектуванні, на основі реальних об'єктів, вже в перший рік навчання.

Актуальним в проведенні курсового проекту з обмірів пам'ятки архітектури є:

- дослідження пам'ятки архітектури та її окремих деталей, фіксація існуючого стану споруди та відображення її в детальних кресленнях;
- художнє відображення об'єкту в його історичному середовищі;
- дослідження історії створення споруди та її архітектурні особливості.

Метою даного дослідження є обгрунтувати етапи організації курсового проекту студентів першого курсу з поглибленим вивченням в натурі пам'яток архітектури. Мета статті полягає в описі етапів проведення обмірів фасадів на території заповідника для студентів першого курсу.

Об’єкт дослідження навчальний процес обмірних робіт у рамках курсового проєкту (тобто загальна освітня діяльність, пов’язана з виконанням обмірно-проєктної практики студентів).

Предмет дослідження — методологія проведення обмірних робіт (конкретні методи, прийоми, етапи та педагогічні підходи, що використовуються для організації та реалізації цих робіт, зокрема в умовах історичного середовища Софії Київської).

Виклад основного матеріалу. Національний заповідник «Софія Київська» — це одне з найважливіших місць, яке варто обов’язково відвідати, перебуваючи в Києві. Архітектурний ансамбль формувався впродовж дев’яти століть і включає пам’ятки, що репрезентують різні історичні періоди. Центральною спорудою є Софійський собор — унікальний зразок давньоруської архітектури, що зберігся ще з часів князювання Ярослава Мудрого та Володимира Великого. На території комплексу розташовані численні архітектурні об’єкти, зокрема: дзвіниця, сам собор Софія Київська, Митрополичий будинок, трапезна, бурса, братський корпус, консисторія, келії, брама Заборовського та інші історичні споруди [1,3].

Значне враження на студентів справляє різка зміна звичного навчального середовища. Замість роботи в аудиторіях, першокурсники мають змогу зануритися в атмосферу історичного центру Києва — безпосередньо в серце

столиці. Саме в унікальній і спокійній обстановці Софійського собору вони щоденно виконують практичні завдання в межах навчального процесу.

Перед початком проведення обмірних робіт студенти проходять обов'язковий інструктаж з техніки безпеки, знайомляться з правилами поведінки на об'єкті. Завдяки підтримці дирекції Національного заповідника «Софія Київська», першокурсники також беруть участь у пізнавальній екскурсії територією комплексу, що дозволяє глибше усвідомити історико-культурну цінність місця, в якому вони працюють.

Завдання з виконання обмірів фрагменту фасаду стосується не тільки навчального процесу. Ці знання потім активно застосовуються архітекторами на практиці – проведення дослідження пам'ятки архітектури.

Кожна група ділиться на робочі групи по 3 людини (є варіанти по 2 або 4 студенти) на першому виїзді на об'єкт. Після видачі завдання робота починається з пошуку композиційного рішення, на форматі А4, фрагмент розглядається в архітектурній системі фасаду, прив'язується до об'єктів та деталей фасаду. Необхідно закомпонувати робоче поле, назву та підписи, фрагмент фасаду, фрагмент розрізу, фрагмент плану, деталь (капітальний елемент фасаду), простір для розмірів (рис. 1).

Кроки – це лінійний технічний малюнок заданого або досліджуємого фрагменту фасаду без масштабу, але в максимально точних пропорціях, виконується вручну без використання лінійки на натягнутому планшеті А2 формату.

Перед початком виконання роботи необхідно провести графічний аналіз фрагменту фасаду. Після чого переходити до відтворення композиції в масах. Можливо використовувати принцип скорочення об'єкту за допомогою ліній обриву.

Процес виконання навчального завдання, що передбачає обміри фрагмента архітектурної пам'ятки, складається з кількох послідовних етапів, кожен з яких є важливим елементом у формуванні професійних навичок студентів:

1) Ознайомлення з історико-архітектурним контекстом об'єкта — на цьому етапі студенти вивчають історичні джерела, архівні матеріали, наукові дослідження та інші доступні відомості про саму пам'ятку архітектури, її архітектурний стиль, функціональне призначення та особливості конструкції.

2) Фіксація фактичного стану об'єкта — здійснюється натурне обстеження пам'ятки. Студенти проводять точні обміри, фотофіксацію, виконують «кроки». На основі зібраної інформації формується набір детальних креслень: фрагменти плану, фасаду, розрізу, деталь, які відображають сучасний стан архітектурного фрагмента.

3) Художня інтерпретація об’єкта у його історичному середовищі — виконується ескізне зображення пам’ятки в контексті її первісного або реконструйованого вигляду. Цей етап сприяє розумінню ролі об’єкта у структурі історичного середовища та розкриває його естетичну цінність.

4) Виявлення архітектурних особливостей та ідентифікація унікальних рис — аналізуються характерні конструктивні та стилістичні елементи. Студенти навчаються розпізнавати індивідуальні ознаки пам’ятки, що вирізняють її серед інших архітектурних об'єктів, а також осмислювати логіку композиції та майстерність її виконання.

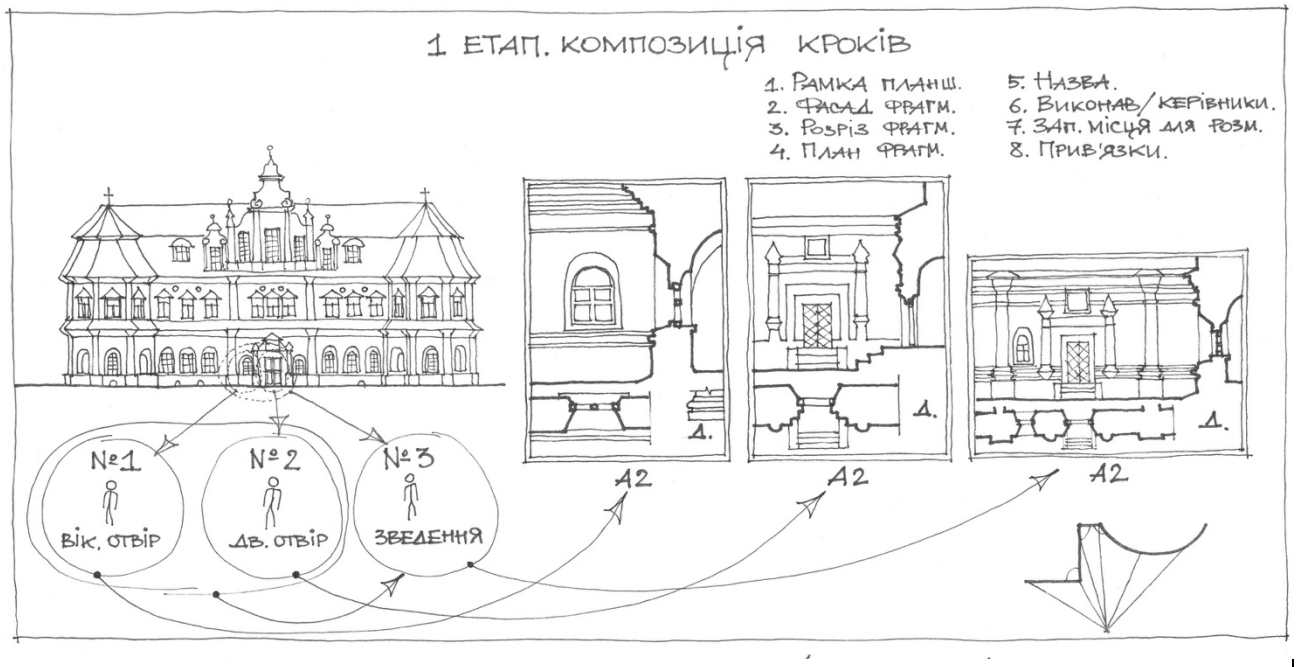


Рис. 1. Формування групи з 3х виконавців для обмірного дослідження фрагменту фасаду та пошук композиції на аркуші А2 «кроків»

Робота над створенням кроків (рис.2). починається з визначення основного вектора композиційного розвитку фасаду, тобто головної осі, навколо якої організовано архітектурні елементи. Найчастіше використовується вертикальне розміщення аркуша, що відповідає пропорціям більшості архітектурних фасадів. Горизонтальне компонування застосовується рідше — у випадках, коли це диктується формою чи протяжністю обраного фрагмента.

Зображення виконується у масах, тобто узагальнено, без детального опрацювання дрібних елементів. Малюнок створюється від руки, без застосування креслярських інструментів, із використанням графітного олівця твердості НВ. Такий підхід дозволяє зосередитися на основних об’ємах, пропорціях і ритмічній структурі фасаду. Для виконання роботи з кроків

фрагменту пам'ятки архітектури необхідно підготувати аркуш А3 або А2 формату та дотримуватися наступної послідовності компонування:

- нанесення ліній рамки листа, відступаючи по 5 міліметрів від кожного краю аркушу;
- розміщення та написання по центру у верхній частині аркуша назви роботи "КРОКІ ОБМІРУ ФРАГМЕНТУ ПАМ'ЯТКИ АРХІТЕКТУРИ" шрифтом антиква;
- розміщення та написання підпису роботи під назвою або в нижній частині аркуша. Підписуються прізвище, ім'я та по-батькові виконавця роботи, а також керівників;
- зображення фрагменту фасаду пам'ятки архітектури, також відповідних йому плану та розрізу з акцентом на конструктивних особливостях об’єкта. На плані показуються усі видимі елементи, що знаходяться нижче площини розрізу;
- після нанесення фасаду, плану та розрізу - проводиться нульова лінія. Нульова лінія є слідом горизонтальної січної площини плану, вона наноситься так, щоб перетнути віконні та дверні прорізи на фасаді. Нульова лінія має розміщуватися на одному рівні для кожного члена бригади, що займається обмірами в межах однієї ділянки. Горизонтальна нульова лінія використовується для прив'язки горизонтальних та вертикальних розмірів;
- після виконання попередніх етапів на фасадній частині кроків обирається архітектурна деталь, обводиться рамкою та супроводжується виноскою із позначенням "Деталь А". Деталь зображується на вільному місці аркуша у збільшеному масштабі, супроводжується відповідним підписом - "Деталь А" [7, 8].

Деталізація графіки є наступним етапом виконання роботи. На фасадному зображенні кроків за допомогою графітного олівця ретельно наносяться всі дрібні конструктивні та декоративні елементи. До таких належать: фактура цегляної кладки, віконні та дверні прорізи з деталізацією фільонок, штапиків, петель, ручок, вітрових дощок, полотен, скляних вставок та інших наявних компонентів.

Усі ці елементи аналогічно відображаються і на кресленнях розрізу та плану. Зображення повинно відповідати головному вигляду фасаду та враховувати конструктивні особливості окремих частин споруди.

Окрім цього, у визначеному місці виконується деталізація одного з елементів (наприклад, профілю, різьблення чи вузла), яка передбачає максимально точну і детальну прорисовку для глибшого аналізу його форми, структури й функції.

Для надання графіці інформативності використовуються лінії різної товщини:

- основна лінія застосовується для позначення усіх видимих контурів елементів. Має товщину від 0.5 до 1.4 мм, виконується «простим» графітним олівецем формату НВ;
- лінія розрізу товща у півтора рази за основну, використовується для позначення елементів, що належать січній площині плану або розрізу, виконується «простим» олівцем формату НВ або більш м'яким, для виділення її серед інших ліній;
- лінія землі є найтовщою в роботі, позначається на розрізі, показує ухил відмостки та загальний ухил ділянки біля фасаду. Лінія землі виконується «простим» олівцем формату НВ, або м'якшим;
- лінія обриву розташовується в місцях обриву плану або розрізу, для того, аби умовно пропустити частини, які мають постійні габарити, або габарити яких виходять за межі робочого простору. Позначається простим олівцем формату НВ, товщина лінії сягає від одної третьої до половини від товщини основної лінії;
- розмірні лінії мають товщину меншу за товщину основної лінії але більшу за лінію обриву, використовуються для розстановки розмірів, виконуються «простим» олівцем формату НВ або твердішим;
- допоміжні лінії це тонкі лінії побудови, які можуть залишатися на роботі. Вони допомагають читати крокі та креслення, виконуються «простим» олівцем формату НВ або твердішим [7];

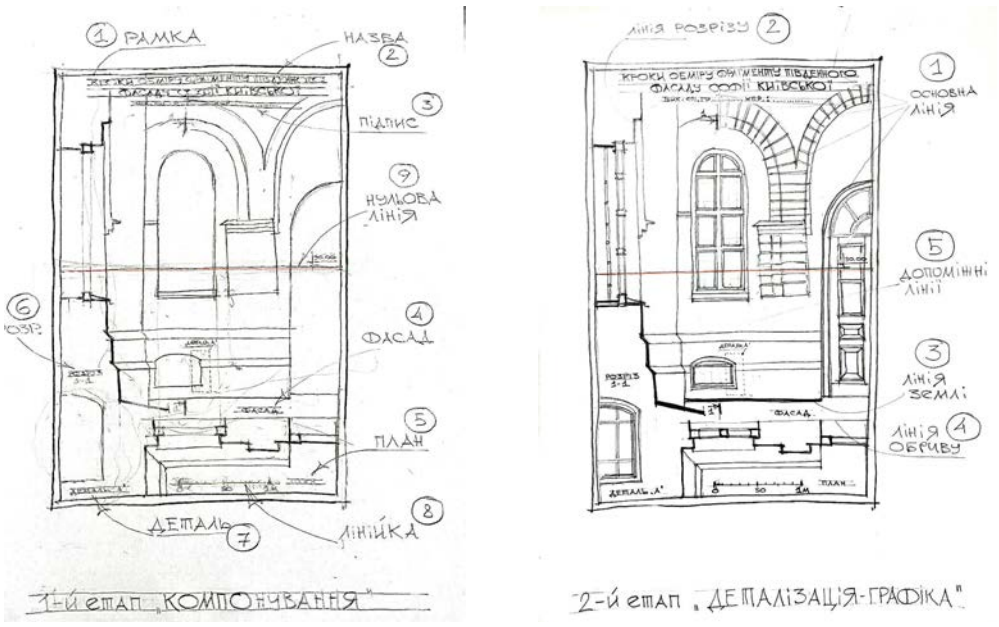


Рис. 2. Схема початкових етапів виконання «кроків»

Етап нанесення розмірів є фінальним етапом роботи над першим аркушем "Крокі обміру фрагменту пам'ятки архітектури" (рис. 3). Виконується простим олівцем формату НВ. Розміри класифікують їх за наступним принципом:

- відмітки висот. Важливі розміри, які в подальшому переносяться на креслення, розмірні величини фіксуються в метрах, вертикально від нульової червоної лінії. Розміщуються частіше за все біля розрізу, на одній повздовжній вісі;
- вертикальні розміри. Складаються з трьох вертикальних лінійних ланцюжків. На першому знаходяться дрібні розміри деталей, які виносяться з лінії розрізу. На другому - більш узагальнені, розміри членування форм. Виконується для загального розуміння габаритів окремих елементів роботи. Третій ланцюжок містить один загальний розмір виміряної ділянки. Є необхідним на будь-якій роботі з обмірів, для виокремлення всієї довжини ділянки;
- горизонтальні розміри. На прикладі обраний горизонтальний вектор, який перетинає фасад на 50 см нижче від нульової лінії. За принципом, використаним у позначенні вертикальних розмірів, виконуються три горизонтальних розмірних ланцюжки, на які виносяться дрібні, загальні та один спільний розмір з нульової лінії. Використовуються для подальшого креслення, завдяки прив'язкам до вертикальних розмірних ланцюжків;
- виносні розміри. В умовах недостатньої кількості місця використовуються виносні полички для позначення розмірів [7];
- діагональні розміри використовуються для формування більш точної картини обмірів, допомагають зафіксувати кривизну вимірюваних елементів та уточнюють подальшу роботу з креслення (арочні форми за допомогою трикутника та прямокутні форми).

Обмірні роботи студенти виконують із суворим дотриманням техніки безпеки та з урахуванням заходів, що запобігають пошкодженню фасадів архітектурних пам’яток. У процесі фіксації розмірів дозволяється застосування різних вимірювальних інструментів: рулеток, лазерних далекомірів, водяних і лазерних рівнів.

У випадку дистанційного навчання допустимим є використання фотоматеріалів, наданих викладачем, для визначення розмірів за зображеннями [2]. Отримані в результаті вимірювань числові дані наносяться безпосередньо на крокі – у вигляді попередньо підготовлених розмірних ланцюжків, висотних позначок та інших графічних маркерів, що забезпечують точність та наочність поданої інформації [5].

Після обмірів виконують креслення на форматі А2 в масштабі, яке починають з нульової лінії. Цей етап завдання передбачає створення

ортогональних проекцій фасаду, плану та розрізу архітектурного об’єкта в масштабі, обраному студентом. На основі зібраних даних та обмірного ескізу (кроків) виконується точне креслення об'єкта.

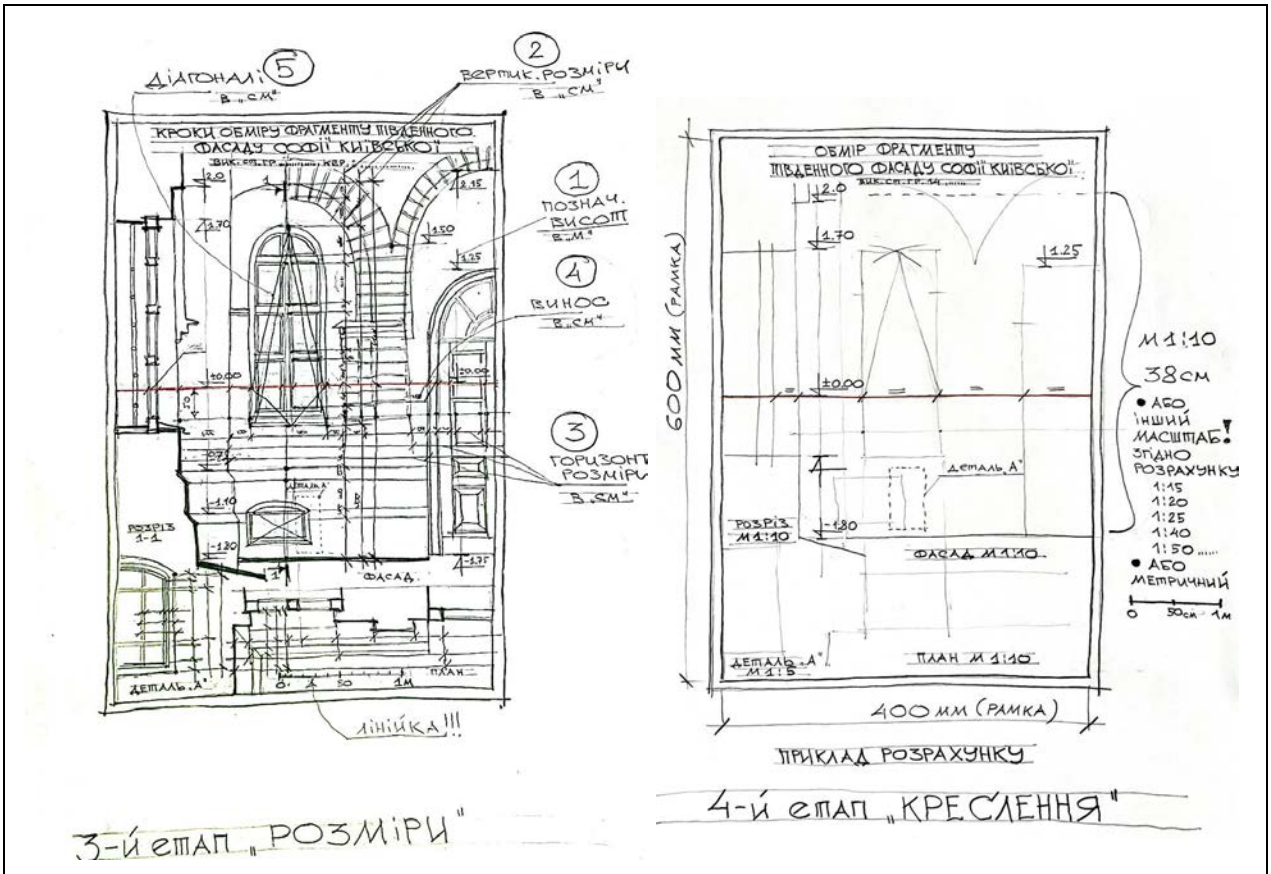


Рис. 3. Схема етапів виконання кроків та креслення

Робота може бути виконана як під час занять в аудиторії, так і в домашніх умовах, за умови наявності повного комплекту розмірів і висотних позначок, зафіксованих на кроках. На відміну від попереднього етапу, де зображення створювалося "від руки", креслення виконується з використанням креслярських інструментів — циркуля, лінійок, трикутників, що забезпечує геометричну точність і відповідність масштабам. Робота виконується в такій послідовності:

- нанесення рамки листа;
- нанесення назви;
- нанесення підпису;
- Визначення масштабу. Для цього необхідно зафіксувати повну висоту та ширину і підібрати стандартний масштаб (1:15, 1:20, 1:25). Якщо жоден із масштабів не підходить, можна використовувати метричний метод (масштабну лінійку). Для деталі необхідно визначити окремий масштаб;
- фіксація нульової лінії;

- перенесення всіх розмірів з нульової лінії кроків на нульову лінію креслення;
- формування в тонких лініях, в масах, основних розмірів фасаду;
- деталізація фасад;
- позначення розмірів. На кресленні треба позначати лише відмітки висот і розміри, які зафіксовані на нульовій лінії;
- вказування масштабу [7].

Після завершення етапів роботи над кроками та виконанням креслень, студенти переходять до фінальної частини курсового проєкту. Вона передбачає створення художнього рисунка фрагмента фасаду обраної пам'ятки архітектури, що дозволяє передати характер, атмосферу та стилістику об'єкта за допомогою засобів графіки (рис. 4, 6). По завершенню кожного етапу проводяться контрольні перегляди (рис. 5).

Окрім цього, студенти готують реферат, у якому узагальнюють процес виконання курсової роботи: описують методику, інструменти, послідовність дій, труднощі, з якими зіткнулися, та власні висновки.

Завершальним етапом є усна презентація проєкту перед комісією, під час якої студент має коротко, чітко та аргументовано представити результати своєї роботи, пояснити окремі рішення та продемонструвати розуміння архітектурних особливостей об'єкта (рис. 7).

Рис. 4. Схема організації курсової роботи «Обмір фрагменту фасаду»

Рис. 5. Контрольний перегляд студентських робіт викладачами, травень 2025р.

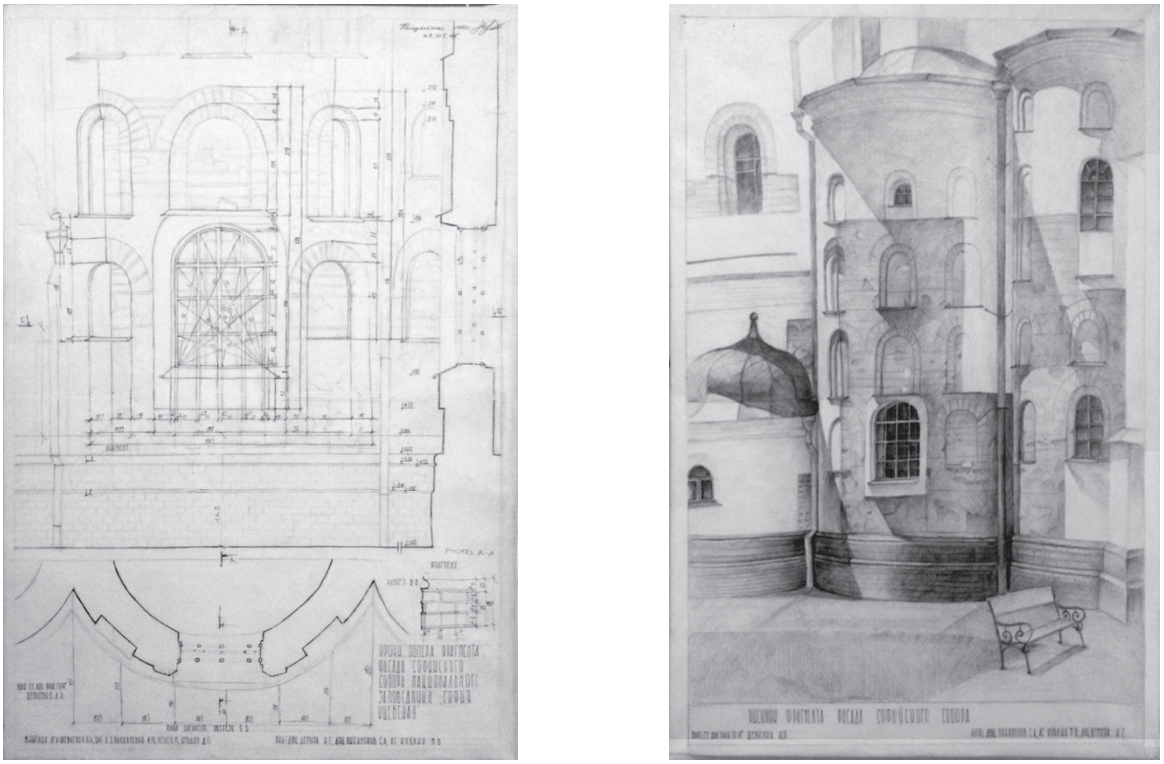


Рис. 6. Креслення та рисунок фрагменту східного фасаду Софійського собору (вик. ст. Шевченко АО.).

Рис. 7. Презентація та захист студентських робіт

Висновки. У процесі практичних занять студенти отримують унікальну можливість безпосередньо ознайомитися з видатними пам’ятками архітектурної спадщини в історичному центрі України. На території Національного

заповідника «Софія Київська» вони досліджують цінні зразки культурної спадщини. Важливу роль у засвоєнні матеріалу відіграють екскурсії, обстеження об'єктів на місцевості, виконання обмірів та натурних замальовок.

Комплексний характер практики, що поєднує аналітичний, графічний та рефлексивний компоненти, у взаємодії з викладачами та в командній співпраці, забезпечує високий рівень залучення студентів до навчального процесу. Такий підхід створює умови для розвитку дослідницьких і проєктних компетентностей та формує базу для подальшої професійної орієнтації в галузі архітектури.

Даний курсовий проєкт є вагомим етапом професійного становлення майбутніх архітекторів. Він допомагає не лише сформувати базові навички, а й усвідомити цінність архітектурної спадщини, яку згодом студентам належатиме не тільки створювати, але й зберігати для наступних поколінь. Отриманий під час виконання проєкту досвід слід розглядати як важливий етап професійної підготовки, спрямований на формування усвідомленого ставлення до архітектурної спадщини, відповідального підходу до збереження історичного середовища та інтеграції принципів спадкоємності у власну проєктну діяльність.

Список джерел

1. Кондаков Н.П. О фресках лестницы Киево-Софийского собора // ЗРАО. – Т. 3, вып. 3 и 4 (СПб., 1888). – С. 287–306. В українському перекладі див.: Кондаков Н. Про фрески сходових веж Києво-Софійського собору / Перекл. та ред. Д. Гордієнка // Софія Київська: Візантія. Русь. Україна. Вип. III: зб. наук. праць, присвячена 170-літтю з дня народження Н.П. Кондакова (1844–1925). – К., 2014. – С. 217–238, ISSN 2310-3310

2. Ніканоров С.О., Слєпцов О.С., Русевич Т.В. Архітектурне навчання в умовах надзвичайних подій // Архітектурний вісник КНУБА: Наук.-вироб. Збірник.-К.: КНУБА, 2022.- Вип. 24-25. С. 11 – 20. DOI: 10.32347/2519-8661.2022.24-25.11-20

3. Нікітенко Н.М. Софії Київської: путівник. — К., 2015. – 95 с., ISSN 978-966-2377-23-1

4. Проектна графіка: навч. посібник/ Т.М.Клименюк, Н.А. Консулова, М.В. Бевз, Х.І.Ковальчук; За ред. Т.М.Клименюк.- Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. - 220 с. ISBN: 978-617-607-089-4.

5. Слєпцов О.С. Архітектурне проектування і реконструкція православних храмів: Підручник для ВНЗ / Українська академія архітектури, Київський національний університет будівництва та архітектури, Науково-проектне

архітектурне бюро ЛІЦЕНЗіАРХ. — К.: А+С, 2014. – 272 с., ISBN 978-966-8613-56-2

6. Слепцов О.С. Архитектура православного храма: От замысла к воплощению. - Київ: Видавничий дім “А+С”, 2012. – 552 с., илл., ISBN 978-966-1645-75-1

7. Слєпцов О.С., Куковальська Н.М., Ніканоров С.О., Горіна А.О., Адаменко М.В. Враження від проведення курсового проекту Обміри пам’ятки архітектури та обмірно-проектної практики в Національному заповіднику «Софія Київська» // Архітектурний вісник КНУБА: Наук.-вироб. Збірник.-К.: КНУБА, 2020.- Вип. 19. С. 171– 189. DOI:10.32347/2519-8661.2019-19.194063

8. Слєпцов О.С., Ніканоров С.О., Новосад І.Г., Кириленко В.В., Павлова С.В., Трофимчук С.М., Троценко Є.Ю., Базирін А. В., Лазарєва В., Чикунова Д. Практичні заняття студентів першого курсу на території Софії Київської. // Архітектурний вісник КНУБА. К.:КНУБА, 2023. Вип.26-27 с. 86-105. DOI: 10.32347/2519-8661.2023.26-27.86-105

9. Слєпцов О.С., Ніканоров С.О., Сьомка С.В., Щербаков О.В. Особливості проведення обмірно-проектної практики студентів і курсу в м. Дубно // Архітектурний вісник КНУБА: Наук.-вироб. Збірник.-К.: КНУБА, 2020.- Вип. 19. С. 284– 330. DOI: 10.32347/2519-8661.2019-19.194073

10. Софія Київська у новітніх дослідженнях: колективна монографія / Національний заповідник "Софія Київська"; Вінницька обласна друкарня, 2018. - 368 с., ISBN 978-966-621-644-4.

Candidate of architecture, Associate professor **Nikanorov Serhii,**
Kyiv National University of Construction and Architecture.

METHODOLOGY FOR CONDUCTING SURVEYING WORK WITHIN THE BOUNDARIES OF A COURSE PROJECT IN THE NATIONAL RESERVE "SOFIA KYIVSKA"

The article examines the results of the implementation of educational surveying and design work by first-year students of the Department of Fundamentals of Architecture and Architectural Design of the KNUBA on the basis of the National Reserve "Sophia Kyivska". The methodological sequence of conducting classes in architectural design under the guidance of teachers of the department is also highlighted, which provides practical familiarization of students with architectural monuments and forms primary skills for working on architectural objects in a historical environment.

The need to improve the organization of practice for first-year students through detailed familiarization with the landmarks of Ukrainian architecture, as well as the development of teamwork skills and public defense of the project.

Relevant in conducting a course project on measuring an architectural monument are:

- research of an architectural monument and its individual details, recording the existing state of the structure and its reflection in detailed drawings;
- artistic reflection of the object in its historical environment;
- research of the history of the creation of the structure and its architectural features.

The purpose of this study is to substantiate the stages of organizing a course project for first-year students with in-depth study in nature of architectural monuments. The purpose of the article is to describe the stages of conducting facade measurements on the territory of the reserve for first-year students.

Keywords: Sophia of Kyiv; practice; measurements; steps; measurement practice; design practice; reconstruction; restoration; architectural design; architectural training; architectural monument.

REFERENCES

1. Kondakov N.P. On the frescoes of the staircase of the Kiev-Sophia Cathedral // ZRAO. – T. 3, issues 3 and 4 (SPb., 1888). – P. 287–306. In the Ukrainian translation see: Kondakov N. On the frescoes of the staircase towers of the Kiev-Sophia Cathedral / Transl. and ed. D. Gordienko // Sofia Kyivska: Byzantium. Rus. Ukraine. Issue III: collection of scientific works dedicated to the 170th anniversary of the birth of N.P. Kondakov (1844–1925). – K., 2014. – P. 217–238. ISSN 2310-3310 {in Russian}

2. Nikanorov S.O., Sleptsov O.S., Rusevich T.V. Architectural training in emergency situations // Architectural Bulletin of the KNUBA: Scientific-Production Collection. - K.: KNUBA, 2022. - Issue 24-25. P. 11 - 20. DOI: 10.32347/2519-8661.2022.24-25.11-20 {in Ukrainian}

3. Nikitenko N. Baroque of Sofia of Kyiv. - K., 2015. - P. 43-50. ISSN 978-966-2377-23-1 {in Ukrainian}

4. Design graphics: teaching manual/ T.M. Klymenyuk, N.A. Konsulova, M.V. Bevz, H.I. Kovalchuk; Ed. T.M. Klymenyuk. - Lviv: Publishing house of the National University "Lviv" Polytechnics», 2009. - 220 p. ISBN: 978-617-607-089-4. {in Ukrainian}

5. Sleptsov O. S. Architectural design and reconstruction of Orthodox churches: Textbook for universities / Ukrainian Academy of Architecture, Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Scientific and Design Architectural

Bureau LICENSiARCH. — K.: A+S, 2014. - 272 p., ISBN 978-966-8613-56-2 {in Ukrainian}

6. Sleptsov O.S. Architecture of an Orthodox Church: From Concept to Implementation. - Kyiv: Publishing house “A+S”, 2012. – 552 p., ill., ISBN 978-966-1645-75-1 {in Russian}

7. Sleptsov O.S., Kukovalska N.M., Nikanorov S.O., Gorina A.O., Adamenko M.V. Impressions from conducting the course project Measurements of architectural monuments and measurement and design practice in the National Reserve "Sophia Kyivska" // Architectural Bulletin of the KNUBA: Scientific-Production Collection.- K.: KNUBA, 2020.- Issue 19. P. 171– 189. BA, 2020.- Issue 19. P. 171– 189. DOI:10.32347/2519-8661.2019-19.194063 {in Ukrainian}

8. Sleptsov O.S., Nikanorov S.O., Novosad I.G., Kyrylenko V.V., Pavlova S.V., Trofymchuk S.M., Trotsenko E.Yu., Bazyrin A. V., Lazareva V., Chikunova D. Practical classes of first-year students on the territory of Sophia Kyivska. // Architectural Bulletin of KNUBA. K.: KNUBA, 2023. Issue 26-27 p. 86-105. DOI: 10.32347/2519-8661.2023.26-27.86-105 {in Ukrainian}

9. Sleptsov O.S., Nikanorov S.O., Semka S.V., Shcherbakov O.V. Features of conducting surveying and design practice of students and the course in Dubno // Architectural Bulletin of KNUBA: Scientific-Production Collection.-K.: KNUBA, 2020.- Issue 19. P. 284– 330. DOI: 10.32347/2519-8661.2019-19.194073 {in Ukrainian}

10. Sophia of Kyiv in the latest research: collective monograph / National Reserve "Sophia of Kyiv"; Vinnytsia Regional Printing House, 2018. - 368 p. - ISBN 978-966-621-644-4. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.196-207
УДК 711

PhD, Associate Professor **Tetiana Pavlenko,**
tanya.mukha.85@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8374-554X,
National University «Zaporizhzhia Polytechnic»,
Candidate of Technical Sciences, Professor **Tetyana Lytvynenko,**
litta2510@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7229-201X,
National University «Yu. Kondratyuk Poltava Polytechnic»,
Tetiana Pasichna,
tanya.pas@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9893-8317,
PhD, Associate Professor **Oleksandr Zubrychev,**
woodlook92@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0948-7033,
Tetiana Yenshuieva,
rybanichkaya@ukr.net, ORCID: 0009-0009-9136-2595,
National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

INCLUSIVE ASPECT OF SMART CITY FORMATION

The work defines the main issues of smart city formation, taking into account demographic, spatial, social, informational and economic factors. The experience of the leading global trends in the principles of «smart cities» formation to ensure balanced economic, ecological, social and technological urban development is also summarized. The main technologies for the «smart cities» development are defined (resource-saving, energy-efficient technologies and renewable energy), with inclusive direction key technologies definition. The main prerequisites of the inclusive aspect of «smart cities» system formation classification and their main features are considered. A «smart city» is seen as one that meets the current citizens needs in various aspects of their lives. The design of such settlements is currently one of the world's priority policies. It was determined that the development and formation of smart cities should be inextricably linked with the Inclusive Strategy development and implementation for the systematic formation of «smart cities». According to the conducted analysis, the main directions and means of ensuring inclusive aspects of the «smart cities» formation and development have been identified. As a result, the consistent implementation of these tasks of a smart city formation will make it possible to fully ensure the main principles of a smart city: efficiency, inclusiveness and sustainability.

Keywords: Principles Of Smart City Formation; Universal Design; Accessibility; Inclusive Strategy; Resource-Saving; Energy-Efficient Technologies; Renewable Energy.

Problems of the modern state of smart cities. Around the world, urbanization continues to form the way people live. More and more of the world's population is moving from rural areas to cities.

B Currently, half of the world's population lives in cities - by 2030, this number may increase to 5 billion. According to UN forecasts, by 2050 about 70% of the world's population will live in cities (currently about 56%), more than 65% of global GDP is generated in cities. To cope with such growth, it is necessary to find ways to protect the safety of citizens and improve the quality of life while using financial resources more efficiently.

Modern concepts of integrated «smart» cities include spatial (infrastructure), social (equality of rights and involvement), information and economic (employment) components. However, issues of an inclusive approach in smart city planning are considered individually and/or by default.

A smart city is about harnessing the potential of technology and innovation (resource-saving, energy-efficient technologies and renewable energy) along with other resources to more effectively promote sustainable development and ultimately improve the quality of life of its citizens (of all population stratum).

The idea is that smart cities are not just a political tool, but an active collaboration to make our cities sustainable for new generations, and together we improve the quality of our lives under the conditions of inclusiveness of all levels and types of space.

An analysis of the leading world trends shows that now, mainly, the focus of the «smart city» is on connecting devices to improve the lives of city residents in a broader sense. They combine low-power sensors, wireless networks and intelligent analytics using the Internet of Things (IoT) to provide real-time city data and use this information to optimize all urban life: from public safety to transport, energy, water - harvesting and waste management. In essence, the Smart City complements the Safe City as a more comprehensive initiative. IDC predicts that global smart city spending will reach $189,5 billion by 2023, a significant jump from $14,85 billion in 2015.

In a smart city, people, data and devices can be connected to create the best place to live. Not a few people are now developing scalable and flexible solutions based on open standards. Using innovative technologies (resource-saving, energy-efficient technologies and renewable energy) and unrivaled expertise, they combine resources to improve productivity in public safety, city traffic and monitoring.

The McKinsey Global Institute (MGI) conducts research on the smart cities development, including under the digital technologies influence, and determines their role in the future life. The McKinsey Global Institute assessed (2018) [14, 15] the smart cities impact that use advanced technologies to solve urban problems. He reveled that smart cities have a positive impact on more aspects of life t quality than

previously thought, including social connectivity, civic participation, employment rates and cost of living. With regard to public health and safety specifically, even in the early stages, smart cities reduced mortality by 8-10%, accelerated emergency response times by 20-35%, reduced the burden of disease by 8-15%, and reduced greenhouse gas emissions gases by 10-15% - making these cities not only more resource-intensive, but also more sustainable. Also, when using digital technologies, it is emphasized (2023) [14, 15] that cyber security is a key factor that ensures trust of IoT networks integration. But ensuring inclusiveness (barrier-free in various directions) in addition to the security functions of smart cities is still not fully resolved.

Analysis of recent research and publications. Research into the barrier-free environment was carried out by Siri Tilekeraytn, Ron Meis, M.V. Sholukh, L.M. Barmashina, J.S. Rodyk, V.V. Kutsevich, V.O. Azin, and J.V. Hrybalskyi.

A significant contribution to the «smart cities» concept development was made by prominent foreign scientists as the Austrian scientist R. Giffinger, the American analyst D. Ushburn, the American economist R.E. Hall, British researcher J. Hartley, Italian scientist P. Lombardi, Spanish scientist A. Monzon, Romanian researchers M. Eremia, M. Sandulek, L. Toma, Turkish scientist A. Karaglu, etc.

The work of domestic researchers is dedicated to the study of the SMART-city concept prospects applying to solve the tasks of urban life spheres development among which the works of scientists as M. Akaheev, A. Andrienko, M. Boykova, L. Zhilinska, G. Kucherova, O. Tarasevich and others.

Among the leading scientific and expert institutions of various countries of the world and international organizations and structures, the following should be noted, which are engaged in researching this issue at the global level. Researchers from the leading analytical institution Deloitte touch on the issues of «smart cities» creation and functioning. Juniper Research and McKinsey Global Institute explore the benefits of «smart cities» and services for residents, etc. At the level of the European Union, the European Commission and the Vienna University of Technology deal with the problem of the «smart cities» network systematic formation.

Materials and methods. While conducting the research, the integrated basics approach, the simulation mode, theoretical methods of analysis, synthesis, generalization, and abstraction techniques have been applied.

Goal of research. The aim of this work is to determine the inclusive aspect of «smart cities» system formation.

Results. Basic prerequisites of the inclusive aspect of «smart cities» system formation. The concept of «smart cities» as a whole has already been developed, but it is constantly being improved and deepened, in particular in terms of the conceptual apparatus interpretation. Thus, the Ukrainian Institute of the Future «Ukraine 2030E -

a country with a developed digital economy» defines that the concept of «smart city» is a city model based on the full-scale of digital technologies use to eliminate the current city problems, its sustainable development and improve the citizens life quality [21]. Portuguese and Spanish researchers emphasize that the «Smart City» concept is intended to solve these problems by identifying new and intelligent ways of managing the complexity of urban life and implementing solutions for multidisciplinary problems ranging from energy consumption, resource management, environmental protection, security, quality of life, urban operation efficiency and the wide services range availability [24, 25].

Elements of inclusive space in a smart city, but in the context of technologies (see Fig. 1), are considered by European researchers. According to them, an ecological environment and an efficient urban center of the future should be equipped with developed infrastructure, such as sensors, electronic devices and networks, which stimulate sustainable economic growth and a high quality of life [15, 17].

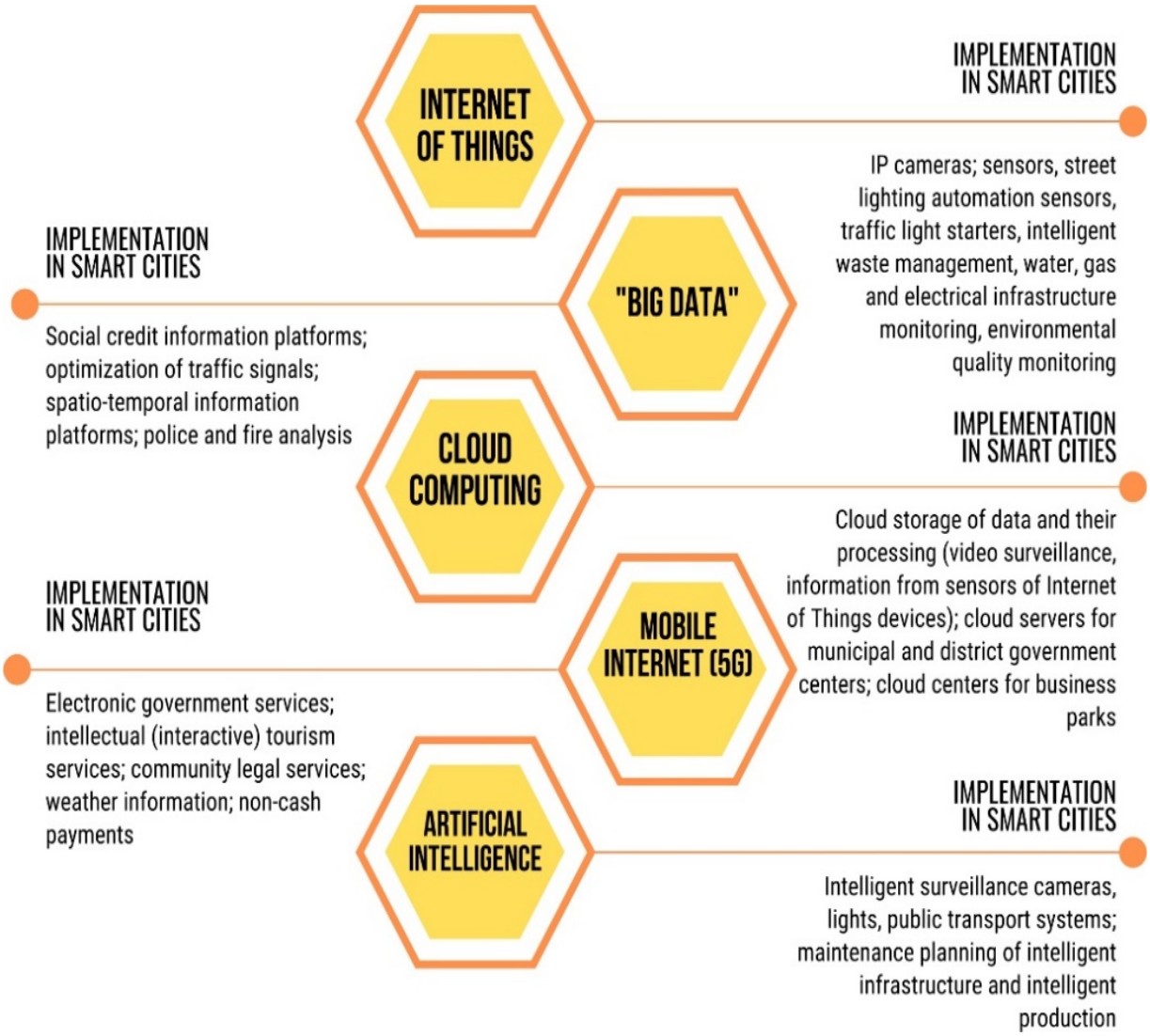


Fig. 1. The main means of smart cities formation.

Also, smart mobility (accessibility, sustainable transport system) and smart environment in a smart city are explored in the works of Öberg, C., Graham, G. and Hennelly, P. [18]. However, according to the authors, the inclusive aspect should be systematically considered at all levels and stages of smart city planning.

A good example of the inclusive smart city system formation is Denmark. The Copenhagen infrastructure project «Connecting Copenhagen» (Connecting Copenhagen) is recognized as the best «smart city» project in the world. Important here is the municipal strategy, which consists of four or three thematic blocks: a good start in life for children and youth; inclusive labor market; coverage of vulnerable groups and areas; economic and social involvement.

A responsible municipal structure is defined for each thematic block. It is important that inclusiveness is understood here as a sphere of joint authorities and citizens responsibility [2].

Local strategies are a common tool for physical and digital inclusion / accessibility implementing in Canada as well. Universal design is paid considerable attention by local institutions of higher education not only in their scientific publications and presentations at conferences (the All-Canadian Conference on Universal Design in Education), but also by testing the guidelines and principles of universal design in the educational process in the specialized Research Center for Inclusive Design and the Institute for Inclusive Design. A thematic web portal was created to popularize best practices in the universal design of physical infrastructure, virtual environments, industrial products, and relevant educational initiatives [20].

Classification features of «smart cities» taking into account the inclusive aspect. A *smart city* must meet the *following* conditions:

- sustainable and harmonious economic, social and environmental development;
- optimal natural resources management with citizens participation;
- citizens and institutions devoted to the city;
- infrastructures and institutions equipped with technological solutions that facilitate citizens life of all segments of the population [18].

Key features of a smart city:

- intelligent traffic management systems;
- a reasonable approach to street lighting;
- involvement of city residents in management;
- smart house;
- city wi-fi network implementation;
- reasonable and accessible public transport;
- notification of emergency situations;
- emergency response buttons taking into account inclusive design [18].

Thus, the main principles of a smart city are efficiency, inclusiveness and sustainability. These areas should be reflected in the city's development strategy. Inclusiveness principle ensuring requires special.

Inclusive strategy of «smart cities» system formation. A reflection of state policy is the creation of an Inclusive Strategy for the systematic formation of «smart city», which, in addition to the basic smart city principles, will also provide for the elimination of barriers in six main directions (see Fig. 2).

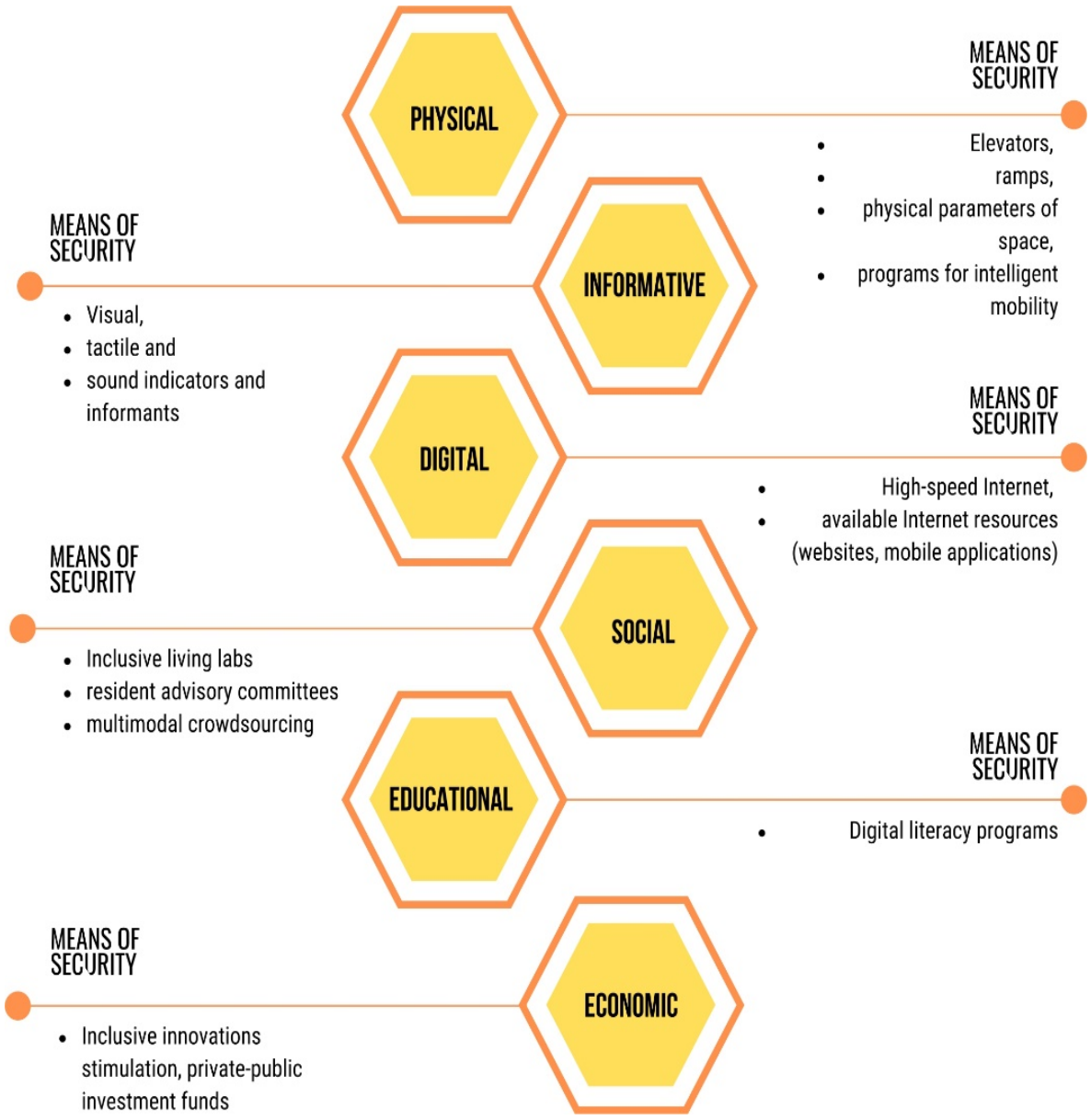


Fig. 2. Means of an inclusive strategy for the «smart cities» systematic formation ensuring.

The first is physical. It includes the uniform architectural standards development. This means that the entire environment (buildings, streets, sidewalks, transport) must be physically accessible for all people, in particular for groups with

reduced mobility (people with disabilities, older people, parents with small children, etc.).

The second is informative. Within this direction, it is necessary to create conditions under which people, regardless of their mobility, functional impairments or communication capabilities, will be able to access information and use all the necessary technologies.

The third is digital. Digital barrierlessness should provide access to all social groups to all online services, and to the Internet itself.

The fourth is social and civil. It should provide equal opportunities creation for active participation of people in public life. This means that each person with this approach should feel free in his self-expression, that he will not be judged because of some of his characteristics. And, on the contrary, everyone's difference together will strengthen and develop society.

The fifth is educational. Every person should have free access to sound academic background throughout his life.

The sixth is economic. And this means to ensure conditions under which a person can get a job and feel protected from discrimination. Also, within this direction should be provided the opportunities creation to obtain financial and other resources in order to engage in entrepreneurship.

Conclusions. Therefore, one of the main tasks of the Inclusive strategy for the "smart cities" systematic formation is to create a barrier-free environment for all population groups, to ensure equal opportunities for each person to exercise their rights, to receive services on a par with others by physical, informational, digital, social and civil, economic and educational accessibility integration to all state policy spheres.

Consistent implementation of this task of smart city formation will give every person the opportunity to:

- get unhindered access to the physical environment objects;
- to receive information in the most convenient way;
- get simplified access to digitized and analog state and social services;
- to obtain equal conditions of participation in all society spheres;
- to obtain conditions and equal opportunities for physical education and sports;
- to obtain equal conditions and opportunities for cultural (artistic) and/or creative expression, carrying out cultural activities; access to cultural services, cultural values, cultural heritage and information about them;
- participate in political processes and public activities;
- get equal opportunities and free access to education;

- to obtain equal conditions and opportunities in the field of employment, as well as entrepreneurship.

REFERENCES:

1. Akande, A., Cabral, P., Gomes, P., Casteleyn, S.: The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. Sustain. Cities Soc., vol. 44, pp. 475–487. Elsevier (2019), https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.009. {in English}

2. Business Dictionary. Smart Cities, http://www.businessdictionary.com/definition/smart-city.html, last accessed 2024/11/21. {in English}

3. Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T., & Scholl, H. J.: Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. In 45th Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 2289-2297. Springer. https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615 (2012). {in English}

4. Deloitte. Smart City: Providing the key to unlock your city`s potential, http://smartcity.deloitte.com/, last accessed 2024/11/21. {in English}

5. EGCA. City introduction & context – involvement, investment & innovation, https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/good-practice-report-european-green-capital-award-2018.pdf, last accessed 2024/11/21.{in English}

6. EIP-SCC. The Marketplace of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, https://eu-smartcities.eu/, last accessed 2024/11/21. {in English}

7. Energy Post. Europe aims to have 300 smart cities by end of the year, https://energypost.eu/europe-aims-to-have-300-smart-cities-next-year/, last accessed 2024/11/21. {in English}

8. EU Smart Cities Innovation System, https://smartcities-infosystem.eu, last accessed 2024/11/21. {in English}

9. European Commission. EU Budget For the Future, https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budgetmay2018-new-framework-glance_en.pdf, last accessed 2024/11/21. {in English}

10. European Commission. Smart Cities, https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/citiesand-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en, last accessed 2024/11/21. {in English}

11. Eurostat. EU population up to 508.2 million at 1 January 2015, https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/6903510/3-10072015-AP-EN.pdf/d2bfb01f-6ac5-4775-8a7e-7b104c1146d0, last accessed 2024/11/21. {in English}

12. Juniper Research. Smart Cities – What`s In It For Citizens, https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2018/03/smart-cities-whats-in-it-for-citizens.pdf, last accessed 2024/11/21. {in English}

13. Lazaroiu, G.C., Roscia, M.: Definition methodology for the smart cities model. Energy, vol. 47(1), pp. 326-332. Elsevier (2012), https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.028. {in English}

14. McKinsey & Company. Cybersecurity for the IoT: How trust can unlock value, https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/cybersecurity-for-the-iot-how-trust-can-unlock-value, last accessed 2024/11/21. {in English}

15. McKinsey Global Institute. Smart Cities: Digital Solutions For A More Livable Future, https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/smart%20cities%20digital%20solutions%20for%20a%20more%20livable%20future/mgi-smart-cities-in-brief.pdf, last accessed 2024/11/21. {in English}

16. Öberg, C., Graham, G. and Hennelly, P.: Smart cities: A literature review and business network approach discussion on the management of organisations. IMP Journal, vol. 11 (3), pp. 468-484. Emerald (2017), https://doi.org/10.1108/IMP-06-2015-0024. {in English}

17. Pavlenko, T., Lytvynenko, T., Ivasenko, V., Zyhun, A.: Design Principles for Inclusive Environment of Urban Agrorecreational Eco-complexes. In: Onyshchenko, V., Mammadova, G., Sivitska, S., Gasimov, A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 181, pp 535–551. Springer, Cham. (2022) https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_51. {in English}

18. Pavlenko, T., Lytvynenko, T., Ivasenko, V.: Methodological Frameworks for Street and Road Environment Improvement with Due Regard to Inclusion Requirements. In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Biletskyi, I., Tsegelnyk, Y. (eds) Smart Technologies in Urban Engineering. MISTOBUD-2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 809, 1376 012005. Springer, Cham. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1376/1/012005. {in English}

19. The Ruggerdised. EU SMART CITIES, http://www.ruggedised.eu/community/smart-city-community/, last accessed 2024/11/21. {in English}

20. The Universal Design Network of Canada. Providing Best Practice Resources In Universal Design, https://universaldesign.ca/, last accessed 2024/11/21. {in English}

21. Ukrayina 2030E – krayina z rozvinutoyu cifrovoyu ekonomikoyu, https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html, last accessed 2024/11/21. {in English}

22. United Nations Statistics Division. City population by sex, city and city type, http://data.un.org/Data.aspx?d=POP&f=tableCode%3A240, last accessed 2024/11/21. {in English}

23. United Nations. World Urbanization Prospects, https://population.un.org/wup/DataQuery/, last accessed 2024/11/21. {in English}

24. Vienna University of Technology. European Smart Cities, http://www.smart-cities.eu/?cid=-1&ver=4, last accessed 2024/11/21. {in English}

25. Vienna University of Technology. Smart cities Ranking of European medium-sized cities, http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf, last accessed 2024/11/21. {in English}

26. World Bank Group. Population, total - European Union, https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=EU, last accessed 2024/11/21. {in English}

к.арх., доцент **Павленко Т.О.**,
Національний університет «Запорізька політехніка»,
к.т.н., професор **Литвиненко Т.П.**,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
Пасічна Т.О., к.арх., доцент **Зубричев О.С.**, **Єншуєва Т.В.**,
Національний університет «Запорізька політехніка»

ІНКЛЮЗИВНИЙ АСПЕКТ ФОРМУВАННЯ РОЗУМНОГО МІСТА

У роботі визначено основні питання формування розумного міста з урахуванням демографічних, просторових, соціальних, інформаційних та економічних факторів. Також узагальнено досвід провідних світових трендів щодо засад формування «розумних міст» для забезпечення збалансованого економічного, екологічного, соціального та технологічного розвитку міст. Визначено основні технології розвитку «розумних міст» (ресурсозберігаючі, енергоефективні технології та відновлювана енергетика), з визначенням ключових технологій інклюзивного напряму. Розглянуто основні передумови інклюзивного аспекту формування «розумних міст» та їх основні ознаки. «Розумне місто» розглядається як таке, яке відповідає поточним потребам громадян у різних аспектах їхнього життя. Проектування таких поселень наразі є одним із пріоритетних напрямів політики світу. Визначено, що розвиток і

формування розумних міст має бути нерозривно пов’язане з розробкою та впровадженням Інклюзивної стратегії системного формування «розумних міст». За результатами проведеного аналізу визначено основні напрями та засоби забезпечення інклюзивних аспектів формування та розвитку «розумних міст». Як наслідок, послідовна реалізація цих завдань формування розумного міста дозволить повною мірою забезпечити основні принципи розумного міста: ефективність, інклюзивність та сталість.

Ключові слова: принципи формування розумного міста; універсальний дизайн; доступність; інклюзивна стратегія; ресурсозберігаючі; енергоефективні технології; відновлювана енергетика.

Список джерел

1. Akande, A., Cabral, P., Gomes, P., Casteleyn, S.: The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. Sustain. Cities Soc., vol. 44, pp. 475–487. Elsevier (2019), https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.009.

2. Business Dictionary. Smart Cities, http://www.businessdictionary.com/definition/smart-city.html, режим доступу 21.11.2024.

3. Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J.R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T., & Scholl, H.J.: Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. In 45th Hawaii International Conference on System Sciences, pp. 2289-2297. Springer. https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615 (2012).

4. Deloitte. Smart City: Providing the key to unlock your city`s potential, http://smartcity.deloitte.com/, режим доступу 21.11.2024.

5. EGCA. City introduction & context – involvement, investment & innovation, https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2013/02/good-practice-report-european-green-capital-award-2018.pdf, режим доступу 21.11.2024.

6. EIP-SCC. The Marketplace of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities, https://eu-smartcities.eu/, режим доступу 21.11.2024

7. Energy Post. Europe aims to have 300 smart cities by end of the year, https://energypost.eu/europe-aims-to-have-300-smart-cities-next-year/, режим доступу 21.11.2024.

8. EU Smart Cities Innovation System, https://smartcities-infosystem.eu, режим доступу 21.11.2024 (Англійською)

9. European Commission. EU Budget For the Future, https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/budgetmay2018-new-framework-glance_en.pdf, режим доступу 21.11.2024.

10. European Commission. Smart Cities, https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/citiesand-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en, режим доступу 21.11.2024.

11. Eurostat. EU population up to 508.2 million at 1 January 2015, https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/6903510/3-10072015-AP-EN.pdf/d2bfb01f-6ac5-4775-8a7e-7b104c1146d0, режим доступу 21.11.2024.

12. Juniper Research. Smart Cities – What`s In It For Citizens, https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2018/03/smart-cities-whats-in-it-for-citizens.pdf, режим доступу 21.11.2024.

13. Lazaroiu, G. C., Roscia, M.: Definition methodology for the smart cities model. Energy, vol. 47(1), pp. 326-332. Elsevier (2012), https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.028.

14. McKinsey & Company. Cybersecurity for the IoT: How trust can unlock value, https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/cybersecurity-for-the-iot-how-trust-can-unlock-value, режим доступу 21.11.2024.

15. McKinsey Global Institute. Smart Cities: Digital Solutions For A More Livable Future, https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/smart%20cities%20digital%20solutions%20for%20a%20more%20livable%20future/mgi-smart-cities-in-brief.pdf, режим доступу 21.11.2024.

16. Öberg, C., Graham, G. and Hennelly, P.: Smart cities: A literature review and business network approach discussion on the management of organisations. IMP Journal, vol. 11 (3), pp. 468-484. Emerald (2017), https://doi.org/10.1108/IMP-06-2015-0024.

17. Pavlenko, T., Lytvynenko, T., Ivasenko, V., Zyhun, A.: Design Principles for Inclusive Environment of Urban Agrorecreational Eco-complexes. In: Onyshchenko, V., Mammadova, G., Sivitska, S., Gasimov, A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 181, pp 535–551. Springer, Cham. (2022) https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_51.

18. Pavlenko, T., Lytvynenko, T., Ivasenko, V.: Methodological Frameworks for Street and Road Environment Improvement with Due Regard to Inclusion Requirements. In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Biletskyi, I., Tsegelnyk, Y. (eds) Smart Technologies in Urban Engineering. MISTOBUD-2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 809, 1376 012005. Springer, Cham. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1376/1/012005.

19. The Ruggerdised. EU SMART CITIES, http://www.ruggedised.eu/community/smart-city-community/, режим доступу 21.11.2024.

20. The Universal Design Network of Canada. Providing Best Practice Resources In Universal Design, https://universaldesign.ca/, режим доступу 21.11.2024.

21. Ukrayina 2030E – krayina z rozvinutoyu cifrovoyu ekonomikoyu, https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html, режим доступу 21.11.2024.

22. United Nations Statistics Division. City population by sex, city and city type, http://data.un.org/Data.aspx?d=POP&f=tableCode%3A240, режим доступу 21.11.2024.

23. United Nations. World Urbanization Prospects, https://population.un.org/wup/DataQuery/, режим доступу 21.11.2024.

24. Vienna University of Technology. European Smart Cities, http://www.smart-cities.eu/?cid=-1&ver=4, режим доступу 21.11.2024.

25. Vienna University of Technology. Smart cities Ranking of European medium-sized cities, http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf, режим доступу 21.11.2024.

26. World Bank Group. Population, total - European Union, https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=EU, режим доступу 21.11.2024.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.208-230
УДК: 72.01/725.9/351.74(477)

к. арх., доцент **Смадич І.П.,**
Ivan.Smadych@nung.edu.ua, ORCID 0000-0001-7964-5730,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ПРОСТОРОВІ ЗМІНИ В ОБ'ЄКТАХ АРХІТЕКТУРИ НА ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ (НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНИ)

Сучасні реалії життя українського суспільства в умовах повномасштабної агресії рф формують нові вимоги до архітектури, як однієї з ключових галузей, що забезпечує безпеку, стійкість і функціонування населених пунктів. В даних умовах архітектурні об'єкти та комплекси потребують оперативної адаптації до екстремальних умов, а також впровадження інноваційних підходів у проєктуванні та будівництві. Також воєнний час спричиняє не лише соціально-економічні трансформації, а й суттєво змінює архітектурну практику, зумовлюючи потребу у створенні нових типів об'єктів, здатних відповідати специфічним викликам безпеки та оборони.

Спираючись на аналіз безпекових та оборонних об'єктів, що з'явилися в Україні після 2022 року, охарактеризовано просторові зміни в архітектурному середовищі на морфологічному, функціональному та локалізаційний рівнях. Це дозволило уточнити класифікацію нових об'єктів архітектури та визначити їх роль у структурі безпекових та оборонних об'єктів.

Автор висуває гіпотезу про збереження тенденцій до інтеграції безпекових рішень в архітектуру та інфраструктуру навіть після завершення активної фази війни. Іншою гіпотезою даного дослідження є те, що простори для оборонних та безпекових функцій, що з'явились в період військового часу, стануть центрами соціальних змін та розвитку населення в повоєнний період.

У висновках узагальнено практичний досвід України з підвищення безпеки та обороноздатності цивільних об'єктів архітектури та інфраструктури, який може стати основою для оновлення проектних стандартів і нормативної бази, як в Україні, так і в інших країнах, що стикаються з подібними безпековими викликами. Також сформовані рекомендації щодо уточнення регіональних нормативних документів в сфері архітектурно-будівельної діяльності.

Ключові слова: архітектура військового часу; укриття; архітектурні об'єкти захисту та оборони; будівництво в умовах війни; оборонна інфраструктура.

Постановка проблеми

Станом на 2023 рік, за даними Уппсальського університету (Швеція), у світі фіксується 59 активних військових конфліктів — рекордний показник з часів Другої Світової війни [16]. Однією із найбільш масштабних і руйнівних є російсько-українська війна з протяжністю лінії активного фронту на 1200 км, що створило безпрецедентні виклики для української системи безпеки, цивільної архітектури та інфраструктури.

В умовах постійної загрози ракетних обстрілів, атак БПЛА та терористичних актів, питання адаптації архітектурних об'єктів до нових безпекових і оборонних вимог набуло критичного значення. Архітектори, інженери та урбаністи зіштовхнулися з необхідністю переосмислення традиційних підходів до проектування - як у новому будівництві, так і в модернізації наявних кластерів.

Серед ключових викликів - забезпечення стійкості конструкцій, інтеграція багатофункціональних укриттів у громадські простори, розвиток систем швидкої евакуації та гарантування безперебійного доступу до медичних і критичних інфраструктурних об'єктів. Водночас спостерігається трансформація принципів міського планування: зростає значення децентралізації послуг, автономності житлових районів та розвитку енергонезалежних систем, як засобу підвищення стійкості міст до військових і енергетичних загроз. Саме ці обставини і визначають *актуальність даного дослідження*.

Також серед першочергових завдань архітектури є реінтеграція тимчасово переміщеного населення та забезпечення їх житлом. У цьому контексті архітектура в Україні стає не лише утилітарним, але й стратегічним інструментом національної безпеки, оборони та відновлення.

Гіпотеза дослідження містить 2 припущення:

- впровадження багатофункціональних безпекових чи оборонних функцій у міську тканину в період військового часу сприятиме збільшенню соціальної єдності та взаємодії громадян через використання цих просторів, як мультифункціональних громадських кластерів у мирний час;
- війна в Україні призвела до значної зміни архітектурної практики, з особливим акцентом на безпеці та захисті населення, яка збережеться десятиліттями в післявоєнному періоді. Дані зміни призведуть до оновлення стандартів проєктування та будівництва, які підвищать стійкість міст до

військових загроз і природних катастроф. Це може знизити рівень ризику для населення в майбутніх військових конфліктах чи при стихійних лихах.

Метою даного дослідження є аналіз просторових змін в об'єктах архітектури та інфраструктури, що були викликані потребами безпеки та оборони в умовах повномасштабної війни в Україні, а також формування підходів до проектування, які враховують нові вимоги.

Враховуючи необхідність у всебічному аналізі архітектурно-просторових змін, викликаних воєнними умовами та обґрунтуванні підходів до інтеграції оборонних рішень у структуру цивільної архітектури сформовано *завдання даного дослідження*:

- охарактеризувати нові види архітектурних об'єктів, що з'явилися у відповідності на викликів воєнного часу, їх архітектурно-планувальні та функціонально-просторові особливості;
- проаналізувати морфологічні, функціональні та локалізаційні особливості безпекових та оборонних об'єктів;
- сформувати тенденції змін в період війни, що відбулись в об'єктах архітектури України та розробити рекомендації для архітектурно-містобудівної нормативної бази, які більш повно забезпечать інтеграцію оборонних елементів в цивільну архітектуру військового часу та їх використання в повоєнному періоді.

1. Теоретичні засади дослідження архітектури військового часу

Питання просторової трансформації архітектурного середовища у відповідь на виклики безпеки та оборони набули особливого значення в умовах повномасштабної війни в Україні.

У міжнародному науковому дискурсі ключову позицію займає концепція «архітектури кризи» (*crisis architecture*), в якій архітектурні форми розглядаються як відповідь на надзвичайні ситуації - війни, стихійні лиха, гуманітарні катастрофи [5,6]. Тобто об'єкти архітектури не лише виконують захисну функцію, а виступають осередками моральної мобілізації, психологічної стабілізації, відновлення людської гідності та організації спільнот.

Вагомий внесок у концептуалізацію архітектури безпеки зробили Stephen Graham [7] та Jon Coaffee [8], які аналізують міста в умовах терористичних загроз і політики страху. Вони акцентують увагу на інтеграції безпекових технологій у фізичну тканину міста: від камер спостереження до урбаністичних бар'єрів, спеціального зонування і протиракетних ландшафтів. Автори уточнюють термін *resilient urbanism* — стійкої урбаністики, що базується не

лише на гнучкості, адаптивності, повторному використанні ресурсів, але і колективній безпеці середовища населених пунктів.

Теоретичний дискурс доповнюється ідеями Petra Prašnikar, Vojko Kilar та інших [13], які досліджували етичний вимір архітектури в постконфліктному періоді. На їхню думку, архітектура має бути не лише технологічною відповіддю, але й формою соціальної терапії, що дозволяє переосмислити травму, повернути довіру до середовища та відновити соціальну структуру.

Окремої уваги заслуговує дослідження Vale Lawrence J. [14], що розширює розуміння архітектури як інструменту безпеки, зокрема шляхом формування архітектурних бар'єрів, зон евакуації, а також створення прихованих укриттів у громадських будівлях.

У світовій практиці просторові зміни на вимоги оборони розглядаються також в контексті військової урбаністики та постконфліктної реконструкції. Наприклад, Atalić, J. [4] досліджує архітектурну спадщину, що стала мішенню у військових конфліктах, а її подальше відновлення, як інструмент колективної пам'яті й національного спротиву. Натомість, ізраїльський архітектор та біолог Еяла Вейцман [15] пропонує радикальні концепції "архітектури конфлікту", яка базується на деконструкції просторової логіки під час бойових дій аналізуючи, як архітектура і простір використовуються як інструменти війни, окупації та контролю.

У межах європейського досвіду післявоєнного відновлення (зокрема, в Югославії, Сирії, Іраку) активно досліджується інтеграція військових об'єктів в структуру населених пунктів, створення безпечних публічних просторів та проєктування багатошарових укріплених структур. Дані практики представлені в роботах Sorkin [12], L. Lihtmaa [10].

Реакційні дослідження української наукової спільноти на гострі виклики війни сьогодення заслуговують окремої уваги.

Український контекст змін архітектури міст в умовах війни аналізується у працях С.Лінда [11] І. Устінової [3], які виокремлюють три основні напрямки адаптації архітектури: проєктування укриттів, реорганізація цивільної інфраструктури та інтеграція безпекових сценаріїв у генеральні плани міст. Дослідження Г. Ковальської [9] вказують на важливість багатофункціонального використання об'єктів у прикордонних та прифронтових регіонах – наприклад, трансформація навчальних закладів у тимчасові прихистки або медичні пункти. Урбаністична складова повоєнного відновлення України висвітлена в працях Дьоміна М.М., Габреля М.М., [1]. В своїй праці «Трансформації та особливості капітального будівництва в умовах воєнного стану. приклад «тилової» області» [2] М. Косьмій та М. Габрель характеризують проблеми, які притаманні не

тільки ареалам, що безсосередньо страждають від бойових дій, але і регіонам, які відносно віддалені від лінії фронту.

Практичний компонент української архітектури воєнного часу базується на національних будівельних нормах (ДБН), рекомендаціях ДСНС щодо облаштування укриттів, а також на проєктах Shelter UA, реалізованих спільно з міжнародними гуманітарними організаціями (*UNDP, IOM, UNICEF*) [17]. Такі проєкти створюють підґрунтя для подальшої стандартизації тимчасової архітектури, модульного житла, мобільних укриттів та об’єктів подвійного призначення.

Таким чином, сучасна архітектура України під призмою постійних змін та викликів. Дослідження в цій сфері формують основу для створення адаптивних об'єктів, здатних функціонувати як в умовах мирного життя, так і в періоди криз.

2. Матеріали та методи

Дане дослідження зосереджено на просторових змінах архітектурних об'єктів України, спричинених вимогами безпеки та оборони, що особливо актуалізувалися у період воєнного стану. Географічно дослідження охоплює різні регіони України з особливим акцентом на прикордонні та прифронтові території, де трансформаційні процеси відбуваються найбільш інтенсивно.

Аналіз просторових змін в архітектурі з погляду оборонних потреб має історичне підґрунтя, але набув особливої актуальності в українському контексті з 2014 року (початку анексії російської федерації територій України), а згодом був значно розширений після початку повномасштабного вторгнення у 2022 році. Хоча нормативно-правова база щодо адаптації архітектурних об'єктів під оборонні потреби продовжує розвиватись, перші трансформації відбувалися здебільшого стихійно, як відповідь на нагальні потреби безпеки.

Багатоаспектність досліджуваних проблем зумовило застосуванням комплексу взаємодоповнюючих методів.

Для збору емпіричних даних проведено *польові дослідження* та *візуальне спостереження* у різних регіонах України протягом 2022-2023 років, що дозволили документально зафіксувати наявні просторові трансформації та їхні особливості. Усі фотофіксації використані в даному дослідження взято з відкритих джерел, що обумовлено об’єктивними причинами інформаційної безпеки в період військового стану.

Отримані результати стали основою *кейс-стаді методу* дослідження, що грунтується на аналізі конкретних прикладів сучасних об’єктів архітектури та інфаструктури військового часу.

Іншу віху дослідження становив *аналіз* та *синтез* питань, пов'язаних з трансформацією архітектурних об'єктів відповідно до оборонних вимог. Представлені елементи просторового планування та адаптації існуючих будівель, виявлені типологічні особливості архітектурних змін залежно від функціонального призначення об'єктів (житлові, громадські, промислові, інфраструктурні) сформовані через застосування *методу логічної аргументації*.

В ході дослідження проведене *інтерв'ювання* спеціалістів з цивільного захисту, військових, представників місцевого самоврядування.

Кабінетні дослідження включали *контент-аналіз* нормативно-правової бази України з питань цивільного захисту, будівництва та містобудування, вивчення міжнародного досвіду адаптації архітектури під оборонні потреби. Крім того проведено аналіз наукових публікацій, технічної документації та медіа-матеріалів з досліджуваної тематики.

Отримані результати представлені в міждисциплінарній перспективі, що дозволило розглянути просторові зміни архітектури не лише з позиції технічних та функціональних аспектів періоду війни, але й з урахуванням соціальних, психологічних та економічних факторів подальшої інтеграції в повоєнний простір населених пунктів.

3. Морфологічні зміни об’єктів архітектури в військовий час

У зв’язку з повномасштабною агресією рф проти України, що розпочалася 24 лютого 2022 року, архітектурна практика опинилася перед безпрецедентним викликом — необхідністю швидкої трансформації середовища для забезпечення базових потреб безпеки, оборони та життєздатності населення. Морфологічні зміни торкнулись не тільки існуючих споруд, але й призвели до появи цілої низки типологічно нових архітектурних об'єктів. Масово з'являються укриття різного типу: від найпростіших (облаштування підвалів та цокольних поверхів) до спеціалізованих бомбосховищ та протирадіаційних укриттів. У містах та селищах облаштовуються модульні бетонні укриття біля зупинок громадського транспорту та в громадських просторах. На приватних садибах спостерігається будівництво індивідуальних сховищ.

Ці зразки архітектури з новими функціями є відображенням глибинних трансформацій архітектурного середовища в умовах безпекових викликів та технологічних можливостей сучасності.

У даному контексті доцільним є введення нового терміну **«сучасні об’єкти архітектури та інфраструктури військового часу»**, який акумулює змістовні, функціональні та часові параметри архітектурних змін в період війни.

Під цим поняттям слід розуміти *будівлі та споруди цивільної архітектури та інфраструктури, що були реалізовані або адаптовані у період після початку повномасштабного вторгнення рф на територію України (24.02.2022р.), і які за своїм морфологічним, функціональним та локалізаційним наповненням забезпечують безпекові, оборонні та гуманітарні потреби населення*. Це стосується як новозбудованих об'єктів, так і тих, що зазнали переорієнтації під впливом умов воєнного часу.

При цьому, дані об'єкти не є частиною військової галузі, тобто залишаючись об'єктами цивільної архітектури та інфраструктури, вони виконують стратегічні функції захисту, підтримки, життєзабезпечення та навчання населення в умовах війни.

На основі проведеного дослідження запропоновано класифікацію сучасних об'єктів архітектури та інфраструктури військового часу (рис.1), яка стратифікує їх за функціонально-типологічними характеристиками на ***безпекові об'єкти, оборонні об'єкти, спеціальні об'єкти архітектури та інфраструктури*** (Рис.1).

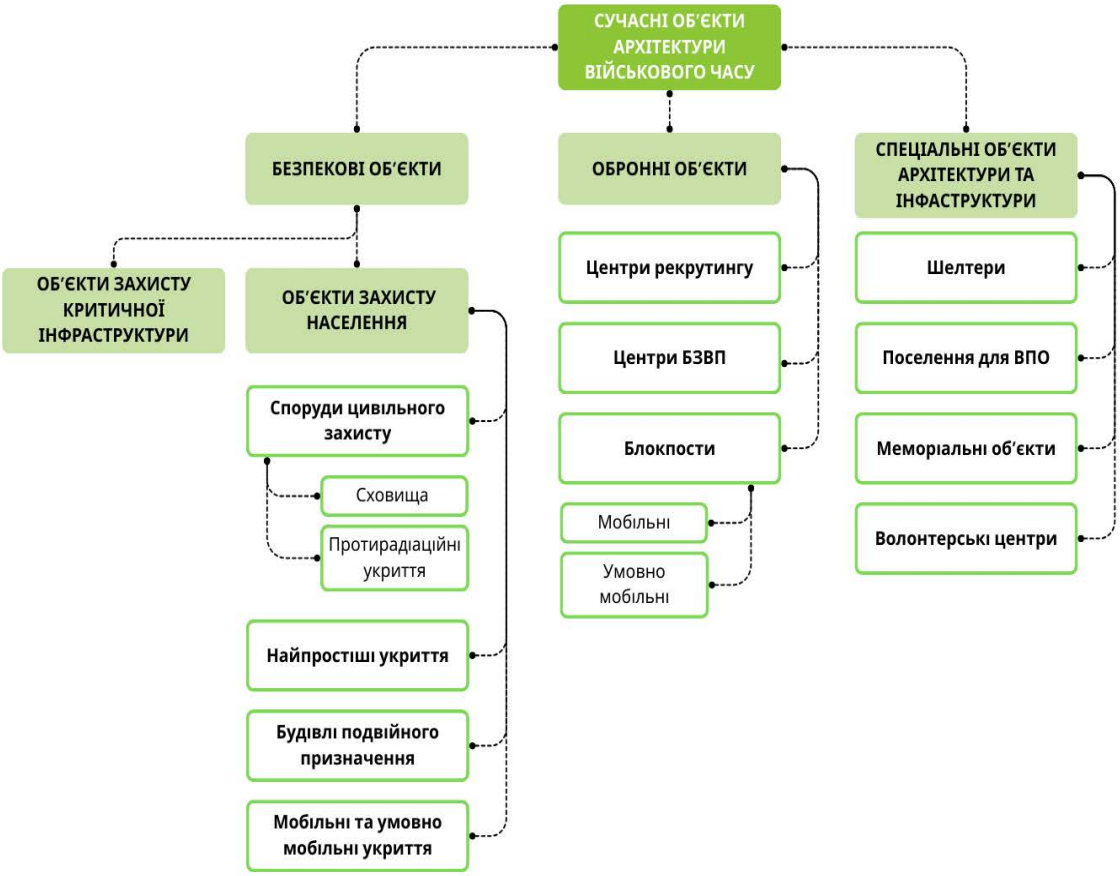


Рис. 1. Класифікації сучасних об'єктів архітектури та інфраструктури військового часу (розробка автора)

Безпекові об'єкти архітектури військового часу спрямовані на захист як населення, так і критичної інфраструктури від різних загроз, пов'язаних з бойовими діями. Вони поділяються на дві підгрупи: об'єкти захисту критичної інфраструктури та об'єкти захисту населення.

Серед **об'єктів захисту населення** найбільш науково досліджену групу становлять *споруди цивільного захисту*.

До них відносяться *сховища* — герметичні захисні споруди, забезпечені спеціальним інженерним обладнанням та системами життєзабезпечення для автономного функціонування протягом щонайменше 48 годин. Характеризуються підвищеною міцністю конструкцій, наявністю фільтровентиляційних систем та резервного електропостачання.

Інший тип безпекових об’єктів становлять *протирадіаційні укриття* — негерметичні споруди для захисту людей, в яких створюються умови, що виключають вплив іонізуючого випромінювання. Функції таких об'єкти актуалізовані в контексті загрози ядерного тероризму. За архітектурно-планувальними особливостями сховища характеризуються чіткою функціональною організацією внутрішнього простору з розділенням на основні та допоміжні зони.

Найпростіші укриття - приміщення та споруди, які за своїми конструктивними характеристиками знижують дію небезпечних чинників та засобів ураження на людей (підвальні та цокольні приміщення) та забезпечені природною вентиляцією (рис. 2).

Рис. 2. Укриття «Бункер Хоббіта», арх. студії «Індустрія ЛВ»

Спостерігається масова адаптація існуючих підвальних приміщень під укриття з мінімальним перепланування̆м. Архітектурно-просторова організація таких укриттів відрізняється мінімалізмом та функціональністю. Типові площі — від 20 до 200 м², висота — від 1,8 до 2,5 м.

При цьому дані об’єкти можуть розташовуватись як в громадських зонах, так і мати подвійне призначення в приватному будівництві (в цивільний час - це погреб, у період військового стану - укриття).

Будівлі та простори подвійного призначення — наземні або підземні споруди, що можуть бути використані за основним функціональним призначенням та для захисту населення (підземні гаражі багатоквартирних житлових будинків, станції метро). Еволюційні зміни об'єктів подвійного призначення зосереджені на пошуку можливостей продовження функціональних процесів роботи чи навчання з підвищенням рівня безпеки. Характерним прикладом є обладнання навчальних класів ВНЗ (рис.3), виробничих площ промислового сектору у підвальних поверхах. Основними вимогами до таких приміщень є посилена звукоізоляція, наявність резервних джерел освітлення, системам аудіо-відеозв'язку для дистанційної комунікації.

Іншим типовим прикладом такого типу об’єктів є підземні паркінги та станції метро переобладнані під укриття із збереженням первинної функції. Площа таких просторів коливається від 500 до 10000 м², висота — не менше 2,5 м. Характерними є широкі в'їзні рампи (шириною 3,5-6 м), що можуть слугувати шляхами евакуації.

Станції метро з додатковим посиленням конструкцій та системами життєзабезпечення. Глибина закладання платформної частини коливається від 10 до 100 м, що забезпечує високий рівень захисту.

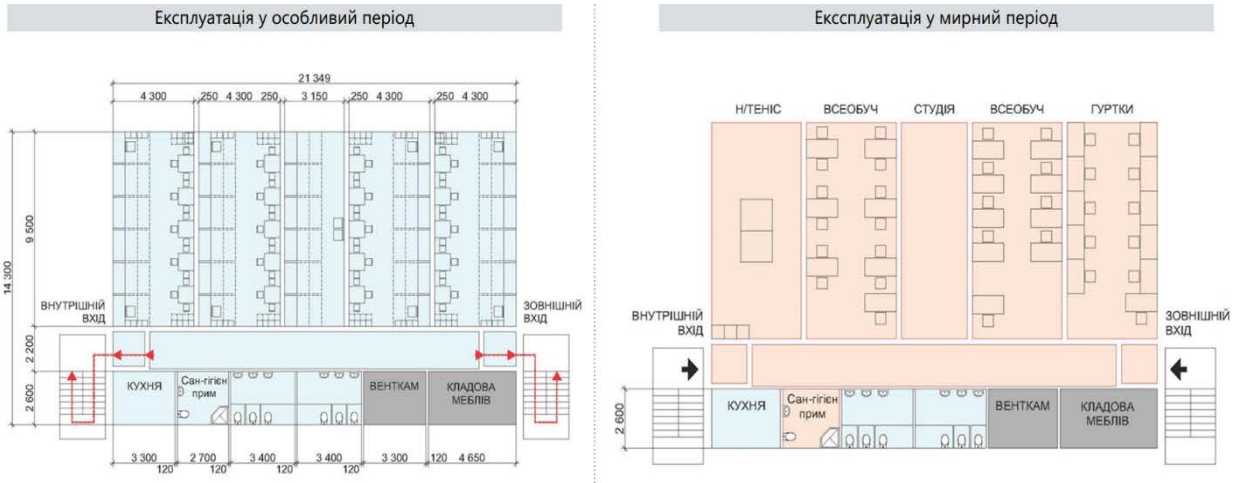


Рис. 3. Схема влаштування приміщень подвійного призначення в закладі дошкільної освіти [3]

Мобільні та умовно мобільні укриття — легкозбірні або мобільні укриття, що розташовуються в громадських просторах населених пунктів та місцях скупчення людей (укриття на зупинках громадського транспорту, в парках, тощо). Особливістю цих об'єктів є швидкість монтажу та можливість переміщення за необхідності (рис. 4).

Рис. 4. Модульні Dot-укриття на Дніпропетровщині. Архітектори С. Дербін та О. Ятін

Об'єкти захисту критичної інфраструктури включають інженерні споруди та конструктивні елементи, що забезпечують захист важливих комунікацій, енергетичних об'єктів, систем водопостачання та інших об’єктів критичної інфраструктури. Особливістю їх проектування є посилена увага до стійкості при вибухових навантаженнях та можливості швидкого відновлення. За конструктивними особливостями – це залізобетонні або композитні конструкції, що закривають обладнання з усіх боків, з вентиляційними отворами, захищеними металевими решітками. Іншими об’єктами цього типу є *укриття вузлових комунікаційних точок* — заглиблені бетонні бункери площею 4-20 м² та *захисні екрани та інші комплексні рішення* — збірні або монолітні конструкції, що встановлюються для захисту об’єктів критичної інфраструктури від БПЛА та ракет (рис. 5).

Іншу групу сучасних об’єктів архітектури військового часу становлять оборонні об'єкти представлені громадськими будівлями та спорудами, які мають загальну доступність та задіяні в процесі підготовки населення до мобілізації та покращення військових навичок. До таких об'єктів відносяться *центри рекрутингу* — об'єкти архітектури, що реалізовують функції залучення громадян до військової служби. Ці об'єкти можуть бути як новозбудованими будівлями, так і пристосованими приміщеннями в існуючих спорудах. Характерною особливістю є відкрита планувальна структура, наявність інформаційних зон та простору для індивідуальних консультацій.

Загальна площа будівель варіюється від 400 до 2500 м². Чітке зонування приміщень на інформаційно-консультаційну зону (40-50% площі), адміністративну частину (20-30%) та технічні приміщення. Відкрите планування першого поверху з великим центральним простором, інформаційними стендами та інтерактивними дисплеями (площею від 80 до 150 м²) забезпечує проведення зустрічей та презентацій. Фасадні рішення характеризуються прозорістю та відкритістю першого поверху (панорамне скління).

а б

Рис. 5. а) приклад захисної структури трансформаторної підстанції;
б) габіонна система захисту об’єкту критичної інфраструктури

Процеси мобілізації цивільного населення та підвищення загальної готовності нації до захисту Батьківщини стали ключовим фактором створення системи *центрів БЗВП (базової загальновійськової підготовки)* — мультифункціональних споруд та комплексів, основною функцією яких є довійськова підготовка населення. Дані об'єкти використовуються як військовими, так і цивільним населенням та є певним атрактивним простором мілітарної тематики, де реалізовуються функції тиру, підготовки операторів БПЛА, навчальних класів тактичної медицини тощо. Основною характеристикою є гнучкість у перепланування та функціональному наповненні, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в тактиці та стратегії ведення бойових дій, відповідно і підготовки до неї. Загальна площа таких центрів може становити від 300 до 2500 м², із можливістю як автономного розташування, так і включення в структуру більших громадських комплексів (рис.6).

Типове планування включає зони практичного навчання, навчальні класи, симуляційні приміщення для відпрацювання навичок тактичної медицини та стратегії, зони для випробування БПЛА тощо.

Рис. 6. Проєктна пропозиція стрільбища в с. Великі Грибовищі, Львівська обл., автор проєкту Soluk Architects

Блокпости — тимчасові споруди та структури, де реалізовуються функції перевірки облікових документів населення відповідними службами для зниження терористичних чи диверсійних ризиків всередині країни. За функціональним наповненням блокпости поділяються на *мобільні* та *умовно-мобільні* - споруди площею 4-25м^2 з окремими функціональними зонами для персоналу, перевірки документів та технічними приміщеннями.

Третю групу сучасних об'єктів архітектури військового часу складає **спеціальні об’єкти архітектури та інфраструктури**. Проблеми забезпечення житлом внутрішньо-переміщених осіб існували початку російсько-української війни 2014 року, проте після повномасштабного вторгнення 2022 року набули особливої гостроти через масовість міграційних потоків у центральні та західні області України. У цю групу входять **шелтери -** найпростіше житло, основна роль якого полягає у швидкому наданні безпечного притулку для ВПО, забезпеченні мінімальних житлових умов для стабілізації життя постраждалих. Шелтерами можуть бути як окремі приміщення, так і цілі комплекси, що можуть влаштовуватись у готельно-ресторанних, курортних чи навчальних об'єктах, де є первинна інфраструктура водопостачання та опалення. Просторова організація таких об'єктів характеризується мінімальною площею на одну особу та нормованим часом перебування.

Більш системним рішенням проблем додаткового житла є **поселення для ВПО** — спеціалізовані житлові комплекси, призначені для довготривалого проживання внутрішньо переміщених осіб. З 2022р. реалізуються ряд проектів соціальних поселень та груп житлових будинків з інтегрованою соціальною інфраструктурою (рис.7).

Рис. 7. Проєктна пропозиція житлової групи для ВПО, архітектори: Balbek bureau

У період військового стану особливого значення набувають **меморіальні об’єкти**, які фіксують у просторі колективну пам’ять про втрати, героїзм та спротив нації. На сучасному етапі ці об’єкти, як правило, є легкомонтованими об’єктами і представлені переважно малими архітектурними формами, інсталяціями або стендами. Їх розміщення фіксується переважно у центральних частинах населених пунктів, у місцях масового перебування людей або поблизу об’єктів громадської інфраструктури усіх населених пунктів. Очікується, що в повоєнний період тимчасові меморіальні об’єкти будуть трансформовані у капітальні архітектурно-ландшафтні комплекси з розширеним функціональним та символічним наповненням. Такі об’єкти мають стати не лише просторами пам’яті, а й елементами громадського простору, що інтегруються у міську структуру та сприятимуть формуванню культурної ідентичності й соціальної згуртованості.

Волонтерські центри - об'єкти консолідації гуманітарної допомоги населення, донорів та міжнародних партнерів основною функцією яких є збір, сортування, пакування та подальша доставка речей першої необхідності військовому та цивільному населенню. Об’єкти даного типу характеризуються наявністю логістичних зон, складських приміщень та просторів для сортування-укомплектування допомоги. Ці об'єкти часто розміщуються в приміщеннях громадських будівель (культурні центри, школи, торговельні центри). Архітектурно-планувальна організація характеризується чітким функціональним зонуванням: приймальня (10-15% площі), сортувальні приміщення (30-40%), складські зони (30-40%), адміністративні приміщення (10%) та зона відпочинку персоналу (5-10%). Площа таких центрів варіюється від 100 до 1500 м², з розташуванням переважно на перших поверхах житлових або громадських будівель з окремим входом та можливістю під'їзду вантажного транспорту.

Характерними є відкриті планування з мінімумом капітальних перегородок, наявність широких дверних прорізів (від 1,2 м) для переміщення вантажів.

4. Функціональні зміни в архітектурі військового часу

Процеси пов’язані з повномасштабною війною в Україні призвели до зміни базових пріоритетів суспільного життя - від комфорту до безпеки, від стабільного функціонування до виживання в умовах загрози. Вони набули загального характеру та охоплюють кілька ключових напрямків:

- *включення до цивільних об’єктів нових безпекових функцій* — школи, дитячі садки, лікарні та адміністративні будівлі отримують функції укриттів, мобільних госпіталів чи центрів гуманітарної допомоги. Приміщення цокольних та підвальних рівнів переобладнуються для забезпечення тимчасового захисту населення, а в деяких випадках — для безперервності навчального або виробничого процесу в умовах загроз.

Крім того, інтеграція безпекових елементів у об’єкти архітектури проявляється у *створенні захищених пунктів управління та зв'язку* у цивільних об'єктах, де можуть обладнуватися приміщення з посиленим захистом стін, перекриттів та вікон. Активно відбувається *зведення фортифікаційних споруд навколо ключових об'єктів прифронтових зон***:** адміністративних будівель, об'єктів критичної інфраструктури або потенційно небезпечних виробництв де монтуються тимчасові або стаціонарні захисні споруди (блокпости, оборонні лінії, укріплені входи), що змінює функціональне використання прилеглої території та доступ до об'єкта;

- *використання підземної інфраструктури як укриттів:* метрополітени, підземні паркінги, підвали житлових будинків та інші підземні споруди стають критично важливими елементами цивільного захисту. Їх функціональне призначення змінюється з транспортного, господарського чи технічного на захисне. Це вимагає облаштування місць для сидіння/лежання, забезпечення вентиляції, водопостачання, електропостачання, санітарних умов та зв'язку (таблиця 1);

- *адаптація промислових та складських приміщень:* великі площі цих об'єктів можуть використовуватися для розгортання виробництва військової продукції, ремонту техніки, зберігання боєприпасів чи гуманітарної допомоги. Це спричиняє зміни у логістиці, внутрішньому плануванні та вимогах до безпеки.

В умовах війни спостерігаються *функціональні зміни, пов'язані з обмеженням доступу та забезпеченням безпеки*:

- *встановлення блокпостів та контрольно-пропускних пунктів,* що трансформує функцію вулиць та доріг, роблячи їх не лише шляхами сполучення, але й елементами системи оборони та контролю;
- *обмеження доступу до певних територій чи будівель* - введення комендантської години, створення зон обмеженого доступу, що змінює функціональне використання міського простору та його доступність для населення.

Таблиця 1.

Трансформація функціонального призначення об’єктів архітектури в умовах воєнного стану (розробка автора)

Тип об'єкта	**Функція до війни**	**Функція під час війни**	**Очікувана трансформація після війни**
Освітні заклади	Навчальний процес	Укриття / тимчасові прихистки / пункти тактичної медицини	Освітні кластери з інтегрованими укриттями
Медичні заклади	Лікувальні послуги	Мобільні госпіталі / пункти швидкої допомоги	Медичні заклади подвійного призначення
Громадські установи	Адміністративна функція	Центри координації / логістичні хаби / волонтерські центри	Універсальні кризові штаби
Метро, паркінги	Транспорт / зберігання	Укриття населення	Стійкі громадські простори з функцією безпеки
Торговельні центри	Комерційна діяльність	Центри рекрутингу / гуманітарні хаби	Простори швидкої адаптації під кризові потреби
Тимчасові споруди (модулі)	Наявні частково або відсутні	Мобільні укриття, шелтери, блокпости	Постійні меморіали, житлові або соціальні комплекси
Нові типи об'єктів	Не існували	Центри БЗВП, стрільбища, тренувальні полігони	Закріплення у типології громадських та оборонних об’єктів
Меморіальні простори	—	Тимчасові пам’ятні знаки, інсталяції	Капітальні меморіали, громадські простори пам’яті

Іншим важливим аспектом є *інтеграція захисних елементів у наявну та нову архітектуру,* що призводить до зміни функціональності окремих конструктивних частин будівель. Одним із найбільш показових прикладів є трансформація функції віконних прорізів. У мирний час вікна забезпечують природне освітлення, вентиляцію та візуальний зв’язок із зовнішнім середовищем. В умовах війни ці функції поступаються місцем захисній – вікна стають потенційними зонами ураження. Для мінімізації загроз застосовуються різні методи пасивного укріплення: нанесення захисної плівки або клейкої сітки, встановлення мішків з піском із зовнішнього боку (що перетворює вікно на непрозорий протиуламковий бар'єр) та повне блокування вікон із

фронтальної «шахедної» сторони будівлі, яка зазнає більшого ризику прямого ураження. Також активно впроваджується технологія *подвійних стін* з буферною зоною між зовнішнім фасадом та основною несучою стіною. Така система виконує роль демпфера ударної хвилі та підвищує рівень захищеності людей від уламків. Усе це свідчить про зміщення акценту з традиційних експлуатаційних функцій конструкцій на оборонно-захисні аспекти, що формує нову парадигму проєктування в умовах збройного конфлікту.

Досвід України у війні підкреслює необхідність розвитку архітектурних рішень, які передбачають можливість швидкої функціональної трансформації об'єктів в умовах кризових ситуацій, а також інтеграцію елементів безпеки та оборони на етапі проєктування, включаючи специфічні заходи захисту таких вразливих елементів тощо.

5. Локалізація просторових трансформацій об’єктів архітектури в військовий час

Просторові зміни в архітектурі України мають чітко виражену географічну диференціацію, зумовлену віддаленістю від лінії фронту та характером воєнних загроз.

- *Прифронтові та прикордонні території:* Ці регіони (східні, південні, частково північні області) зазнають найбільш інтенсивних трансформацій. Тут фіксується найвища концентрація руйнувань житлової, громадської та промислової забудови. Одночасно, саме в цих зонах найактивніше зводяться фортифікаційні споруди, блокпости підвищеної міцності, а також об'єкти захисту населення та критичної інфраструктури. Локалізація мобільних та найпростіших укриттів тут є повсюдною у громадських просторах та місцях скупчення людей.

- *"Тилові" або відносно віддалені від фронту регіони:* У центральних та західних областях України руйнування від прямих бойових дій менш масштабні (хоча ракетні удари становлять загрозу для всієї території України). Однак ці регіони стали основними центрами для внутрішньо переміщених осіб (ВПО) та релокованих підприємств. Це призводить до ущільнення забудови, будівництва нового житла для ВПО (шелтери, модульні містечка, соціальні поселення), часто на периферії міст або на вільних земельних ділянках з можливістю підключення до інженерних мереж. Також тут активно облаштовуються укриття в існуючих будівлях (школи, адміністративні будівлі) та зводяться нові споруди подвійного призначення. Центри рекрутингу та підготовки населення (БЗВП) також з'являються в цих регіонах, причому перші тяжіють до центральних, густонаселених районів міст, а другі, через потребу у відкритих просторах, часто розміщуються на периферії.

Окремою групою слід виділити об’єкти, розміщення яких не має чіткої географічної диферсифікації. Аналіз розміщення об’єктів захисту критичної інфраструктури вказує, що їх розташування обумовлене розміщенням об'єктів інфраструктури (трансформаторні підстанції, вузлові комунікаційні точки). Волонтерські центри ж часто розташовуються в прикордонних областях, де формуються великі волонтерські хаби зовнішнього спрямування, а на решті території працюють волонтерські центри внутрішнього спрямування.

Обговорення

У рамках проведеного дослідження висунуто дві основні гіпотези щодо просторових змін в архітектурі України в умовах війни та їхнього впливу на повоєнне відновлення держави. Результати дослідження повністю підтверджують гіпотезу про *збереження тенденції інтеграції безпекових рішень в архітектуру та інфраструктуру навіть після завершення активної фази війни.* Війна стала важливим фактором, що змусив перепланувати та адаптувати багато об'єктів інфраструктури до нових вимог безпеки. Такі елементи, як укриття, фортифікаційні споруди та об'єкти подвійного призначення (наприклад, навчальні заклади, медичні установи, адміністративні будівлі, що виконують функцію захисту населення), стали важливими складовими не лише в умовах війни, але й збережуть певну роль в післявоєнний період забезпечуючи відчуття соціальної захищеності та безпекової консолідації.

Часткове підтвердження гіпотези про те, що *простори для оборонних та безпекових функцій, що з’явилися під час військового часу, стануть центрами соціальних змін та розвитку населення в повоєнний період* зумовлене тим, що об'єкти, які виникли у часи війни та виконують оборонні та безпекові функції, такі як тимчасові укриття та гуманітарні центри, можуть стати важливими соціальними просторами в післявоєнний період. Зокрема, меморіальні об'єкти, що нині є тимчасовими пам'ятними знаками чи інсталяціями, в подальшому можуть перетворитися на капітальні архітектурно-ландшафтні комплекси з розширеними функціями. Такі об'єкти будуть виконувати не лише символічну роль пам'яті, але й стануть частиною громадського простору, сприяючи формуванню культурної ідентичності та соціальної згуртованості. Однак, соціальні зміни будуть залежати від багатьох чинників економічних, політичних і культурних, ментальних умов, а також від адаптації інфраструктури до нових соціальних реалій після війни.

Висновки

Війна в Україні стала рушієм змін у різних сферах життя, в тому числі в архітектурі, а процес відновлення потребуватиме не тільки фізичної реконструкції інфраструктури, але й глибокої трансформації самого підходу до

проєктування та планування міст. Слід виділити значення інтеграції оборонних елементів у цивільну архітектуру, що дозволяє адаптувати будівлі та інфраструктурні об'єкти до нових реалій безпеки. Досвід архітектури в умовах війни вимагає радикальних змін у підходах до проектування.

Провівши комплексне дослідження просторових змін в об’єктах архітектури на вимогу безпеки та оборони, що включало їх морфологічний, функціональний та локалізаційний аналіз виділено ряд просторових трансформацій, що охоплюють усю архітектурно-будівельну галузь України, а саме:

- **Безпека як ключова вимога сучасної архітектури**: Війна в Україні суттєво змінила пріоритети у проектуванні архітектурних об’єктів. До початку конфлікту основним акцентом у проєктуванні було забезпечення комфорту та естетики, тоді як після початку повномасштабного вторгнення перший план взяла безпека. У результаті цього значно зросла роль оборонних функцій у цивільних об’єктах. Школи, медичні установи, адміністративні будівлі та інші типи об'єктів, що традиційно виконували лише функції освіти чи обслуговування населення, тепер трансформувалися у безпечні укриття, мобільні госпіталі чи пункти надання гуманітарної допомоги.

- **Модульність та адаптивність — основні принципи повоєнного відновлення**: Одним із важливих досягнень під час війни стало використання модульного будівництва, яке дозволяє швидко реагувати на змінені умови. Модульні конструкції та мобільні укриття стали основними інструментами, які забезпечують тимчасове житло для внутрішньо переміщених осіб та інфраструктуру для підтримки життєдіяльності населення в умовах обмежених ресурсів. Це дозволило оперативно створювати необхідні об'єкти на територіях, де розташовані великі скупчення людей, такі як зупинки громадського транспорту, парки, громадські площі. Модульні конструкції також стали частиною стратегії для відновлення інфраструктури, зокрема в місцях, що постраждали від бойових дій. У повоєнному періоді така гнучкість у плануванні та проєктуванні буде вирішальною для відновлення не тільки фізичних об’єктів, а й соціальної інфраструктури.

- **Підземна інфраструктура — важливий елемент цивільного захисту**: Одним із найбільш значущих аспектів, який виявився в умовах війни, є важливість підземної інфраструктури як елемента безпеки. Станції метро, підземні паркінги, цокольні приміщення житлових будинків стали критично важливими для цивільного захисту. Більше того, функціональне призначення підземних об’єктів змінилося: якщо раніше вони були використані для транспорту чи зберігання, то тепер стали укриттями для населення. Ця тенденція збережеться й після війни, оскільки така інфраструктура вже довела

свою ефективність у підтримці життєдіяльності міст під час кризових ситуацій. Важливим кроком у повоєнному відновленні є створення стійких та безпечних публічних просторів, що включають підземні елементи як частину загальної структури.

- **Адаптація нормативної бази до нових реалій**: Одним з наслідків війни стало формування нових стандартів і норм для будівництва та архітектури, зокрема для проектування укриттів та об'єктів подвійного призначення. У зв'язку з цим необхідно оновити нормативну базу будівництва, що забезпечить інтеграцію безпекових елементів у структуру цивільної архітектури. Це включає розробку нових стандартів щодо проектування укриттів, зокрема для захисту від ракетних атак, а також для інтеграції адаптивних конструкцій у міське середовище.

- **Роль міждисциплінарного підходу в післявоєнному відновленні**: Відновлення України після війни потребує комплексного підходу, що включає не лише технічні, але й соціальні, економічні та психологічні аспекти. Потрібно врахувати не лише фізичні руйнування, але й психологічні травми населення, соціальну реабілітацію та відновлення довіри до міського середовища. Це вимагатиме інтеграції психологів, соціологів, урбаністів та архітекторів, щоб створити стійке та комфортне середовище для життя.

Література:

1. Дьомін, М., Габрель, М., Косьмій, М., Габрель, Т. (2024). Теоретико-методичні основи ревіталізації та просторового розвитку поствоєнної україни: нематеріальний контекст. *Просторовий розвиток*, (10), 3–29. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.3-29

2. Косьмій, М., Габрель, М., Касіянчук, В., Шевчук, М. (2024). Трансформації та особливості капітального будівництва в умовах воєнного стану. приклад «тилової» області. *Просторовий розвиток*, (9), 190–207. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.9.190-207

3. Устінова І.І. Урбіцид та повоєнне відновлення житлової забудови міст України: досвід та перспективи / І.І. Устінова, А.М. Плешкановська // Грааль науки: міжнар. наук. журнал. – 2022. – No 23 (грудень). – С. 463–471.

4. Atalić, J., Šavor Novak, M., Uroš, M.: Seismic risk for Croatia: overview of research activities and present assessments with guidelines for the future, *GRAĐEVINAR, 71* (2019) 10, pp. 923-947, doi: https://doi.org/10.14256/JCE.2732.2019

5. Barrio, R. (2023). Reimaging Earth. Architecture and the critical and speculative uses of geovisualization. City, Territory and Architecture. DOI: 10. 10.1186/s40410-023-00206-4.

6. Bevan, R. (2006). *The Destruction of Memory: Architecture at War*. London: Reaktion. 240p.

7. Graham, S. Homeland/Target: Cities and the “War on Terror” / S. Graham // Negotiating Urban Conflicts: Interaction, Space and Control : – Bielefeld : transcript Verlag, 2006. – P. 277–288. – DOI: https://doi.org/10.1515/9783839404638-020**.**

8. Coaffee, J. Terrorism, Risk and the Global City: Towards Urban Resilience / J. Coaffee. – London : Routledge, 2009. – 320 p. – DOI: https://doi.org/10.4324/9781315612126.

9. Kovalska, G., Merylova, I., & Bulakh, I. (2019). Urban improvement of comprehensive schools and out of school educational establishments in Ukraine. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8(12), 1765-1770. doi: 10.35940/ijitee.L3229.1081219.

10. Lihtmaa L., Baldwin D., Leetmaa K., Hess D.B., Leetmaa K., Intersection of the global climate agenda with regional development : unequal distribution of energy efficiency-based renovation subsidies for apartment buildings, Energy Pol. 119 (2018) 327–338, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.013.

11. Linda S., Pekarchuk O., Milchevych S., Krushelnytskyi R., Kolomieitsev A. Urban Transformations and Buildings Typology Changes in Areas of Military Conflict // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – T. 960. – Стаття № 032069. – DOI: https://doi.org/10.1088/1757-899X/960/3/032069.

12. Sorkin, M., Sharp, D.2021. Open Gaza: Architectures of Hope : M. Sorkin, D. Sharp. – Cairo : The American University in Cairo Press, 2021. – [Електронне видання]. - Режим доступу: https://doi.org/10.2307/j.ctv2ks71tx. – Дата звернення: 12 трав. 2025 р.

13. Petrovčič, S., Prašnikar, P., Kilar, V. Seismic assessment and FRCM strengthening of post-war masonry residential buildings: A case study on building typologies / S. Petrovčič, P. Prašnikar, V. Kilar // International Journal of Disaster Risk Reduction. – 2025. – Vol. 119. – Art. 105341. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2025.105341.

14. Vale, Lawrence J, and Thomas J Campanella (eds), *The Resilient City: How Modern Cities Recover from Disaster* (NY, 2005; online edn, Oxford Academic, 12 Nov. 2020), [Електронне видання]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1093/oso/9780195175844.001.0001. - Дата звернення: 12 травня 2025.

15. Weizman, Eyal. (2016). Land as Forensic Evidence. ARQ. 2016. pp.14-23. Doi:10.4067/S0717-69962016000200003.

16. Uppsala Conflict Data Program [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: https://ucdp.uu.se/encyclopedia

17. Міністерство розвитку громад та територій України. Практичний посібник з проєктування укриттів у закладах дошкільної та загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://decentralization.ua/uploads/library/file/865/1.pdf. – Дата звернення: 12 трав. 2025 р.

PhD in Architecture, Associate Professor **Smadych Ivan,**
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

SPATIAL TRANSFORMATIONS IN ARCHITECTURAL OBJECTS IN RESPONSE TO SECURITY AND DEFENSE REQUIREMENTS (BASED ON THE EXAMPLE OF UKRAINE)

The current realities of Ukrainian society amid the full-scale aggression of the Russian Federation are shaping new demands on architecture, which stands as one of the key fields ensuring the safety, resilience, and functioning of settlements. Under these conditions, architectural objects and complexes require rapid adaptation to extreme circumstances, as well as the implementation of innovative approaches in design and construction. Wartime realities bring not only socio-economic transformations but also significantly alter architectural practice, generating the need for new types of structures capable of addressing the specific challenges of security and defense.

Based on the analysis of security and defense facilities that have emerged in Ukraine since 2022, spatial changes in the architectural environment have been characterized at the morphological, functional, and locational levels. This has enabled a refined classification of new architectural objects and the identification of their roles within the structure of security and defense infrastructure.

The author hypothesizes that the trend of integrating security solutions into architecture and infrastructure will persist even after the active phase of the war concludes. Another hypothesis of this research suggests that spaces created for defense and security purposes during wartime will evolve into centers of social change and community development in the post-war period.

The conclusions summarize Ukraine’s practical experience in enhancing the safety and defense capability of civil architectural and infrastructural objects, which may serve as a foundation for updating design standards and regulatory frameworks both in Ukraine and in other countries facing similar security challenges. Additionally, the study offers recommendations for revising regional regulatory documents in the field of architectural and construction activity.

Keywords: wartime architecture; shelters; protective and defense architectural structures; construction under war conditions; defense infrastructure.

REFERENCES

1. Domin, M., Habrel, M., Kosmii, M., Habrel, T. (2024). Teoretyko-metodychni osnovy revitalizatsii ta prostorovoho rozvytku postvoiennoi ukrainy: nematerialnyi kontekst. Prostorovyi rozvytok, (10), 3–29. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.3-29 {in Ukrainian}

2. Kosmii, M., Habrel, M., Kasiianchuk, V., Shevchuk, M. (2024). Transformatsii ta osoblyvosti kapitalnoho budivnytstva v umovakh voiennoho stanu. pryklad «tylovoi» oblasti. Prostorovyi rozvytok, (9), 190–207. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.9.190-207 {in Ukrainian}

3. Ustinova I.I. Urbitsyd ta povoienne vidnovlennia zhytlovoi zabudovy mist Ukrainy: dosvid ta perspektyvy / I.I. Ustinova, A.M. Pleshkanovska // Hraal nauky: mizhnar. nauk. zhurnal. – 2022. – No 23 (hruden). – S. 463–471. {in Ukrainian}

4. Atalić, J., Savor Novak, M., Uroš, M. (2019). Seismic risk for Croatia: overview of research activities and present assessments with guidelines for the future. GRAĐEVINAR, 71 (2019) 10, pp. 923-947, doi: https://doi.org/10.14256/JCE.2732.2019 {in English}

5. Barrio, R. (2023). Reimaging Earth. Architecture and the critical and speculative uses of geovisualization. City, Territory and Architecture. DOI: 10. 10.1186/s40410-023-00206-4. {in English}

6. Bevan, R. (2006). The Destruction of Memory: Architecture at War. London: Reaktion. 240p. {in English}

7. Graham, S. Homeland/Target: Cities and the “War on Terror” / S. Graham // Negotiating Urban Conflicts: Interaction, Space and Control : – Bielefeld : transcript Verlag, 2006. – P. 277–288. – DOI: https://doi.org/10.1515/9783839404638-020. {in English}

8. Coaffee, J. Terrorism, Risk and the Global City: Towards Urban Resilience / J. Coaffee. – London : Routledge, 2009. – 320 p. – DOI: https://doi.org/10.4324/9781315612126. {in English}

9. Kovalska, G., Merylova, I., & Bulakh, I. (2019). Urban improvement of comprehensive schools and out of school educational establishments in Ukraine. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8(12), 1765-1770. doi: 10.35940/ijitee.L3229.1081219. {in English}

10. Lihtmaa, L., Baldwin, D., Leetmaa, K., Hess, D.B., Leetmaa, K. (2018). Intersection of the global climate agenda with regional development: unequal distribution of energy efficiency-based renovation subsidies for

apartment buildings. Energy Pol. 119, 327–338. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.013. {in English}

11. Linda, S., Pekarchuk, O., Milchevych, S., Krushelnytskyi, R., Kolomieitsev, A. (2020). Urban Transformations and Buildings Typology Changes in Areas of Military Conflict // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 960. – Art. 032069. – DOI: https://doi.org/10.1088/1757-899X/960/3/032069. {in English}

12. Sorkin, M., Sharp, D. (2021). Open Gaza: Architectures of Hope. Cairo: The American University in Cairo Press, 2021. – [E-Book]. - Available at: https://doi.org/10.2307/j.ctv2ks71tx. – Accessed: May 12, 2025. {in English}

13. Petrovčič, S., Prašnikar, P., Kilar, V. (2025). Seismic assessment and FRCM strengthening of post-war masonry residential buildings: A case study on building typologies. International Journal of Disaster Risk Reduction. – Vol. 119. – Art. 105341. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2025.105341. {in English}

14. Vale, Lawrence J., and Thomas J. Campanella (eds), The Resilient City: How Modern Cities Recover from Disaster. (NY, 2005; online edn, Oxford Academic, 12 Nov. 2020), [E-Book]. – Available at: https://doi.org/10.1093/oso/9780195175844.001.0001. - Accessed: May 12, 2025. {in English}

15. Weizman, E. (2016). Land as Forensic Evidence. ARQ. 2016. pp.14-23. Doi:10.4067/S0717-69962016000200003. {in English}

16. Uppsala Conflict Data Program [Electronic resource] – Available at: https://ucdp.uu.se/encyclopedia. {in English}

17. Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy. Praktychnyi posibnyk z proiektuvannia ukryttiv u zakladakh doshkilnoi ta zahalnoi serednoi osvity [Electronic resource]. - Available at: https://decentralization.ua/uploads/library/file/865/1.pdf. – Accessed: May 12, 2025. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.231-248
УДК 72.04

Тараненко С.В.,
serhii.taranenko@snau.edu.ua, ORCID: 0009-0008-9553-7148,
к. арх., доцент **Бородай А.С.,**
artem.borodai@snau.edu.ua, ORCID: 0000-0003-4221-0332,
Бородай Я.О.,
yana.borodai@snau.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0048-815X,
Сумський національний аграрний університет

СКЛО У БУДІВНИЦТВІ ТА ДИЗАЙНІ: НОВІТНІ МАТЕРІАЛИ Й ІННОВАЦІЇ

Досліджено інноваційні матеріали зі скла, узагальненню, систематизації та уніфікації інформації про сучасні технології та модифікації зі скла. Розглянуто фізичні та хімічні властивості скла як універсального матеріалу, що активно використовується в будівництві та дизайні. Описано технологічний процес виготовлення скла. Наведено приклади та ілюстративний матеріал різноманітних модифікацій скла, зокрема його інноваційних типів. Проаналізовано та розкрито питання виготовлення, особливостей, специфічних характеристик «розумного» скла, просвітленого скла, надміцного скла, литого скла, «скла-хамелеона». Висвітлено перспективи розвитку сучасних технологій скла, що нині знайшло широке застосування в архітектурі та дизайні інтер'єрів.

Проведено огляд наявних нині досліджень, що повноцінно чи дотично зачіпають порушену проблематику. Сформульовано сутність поняття об'єкту дослідження та його базові положення. Систематизовано матеріал про сучасні інноваційні модифікації скла, який може стати поштовхом для подальших досліджень і сприйматися як уніфікований довідковий матеріал.

Ключові слова: скло; властивості скла; виробництво скла; інноваційні матеріали; «розумне» скло; просвітлене скло; надміцне скло; енергозбереження; будівництво; дизайн інтер'єрів; архітектура.

Постановка проблеми. Скло є одним із найуніверсальніших та найбільш популярних матеріалів у сучасному будівництві та дизайні за рахунок своїх фізико-хімічних властивостей, які можуть бути модифіковані для різних завдань. Його використання варіюється від традиційних віконних конструкцій до декоративних фасадних та інтер'єрних елементів, що забезпечує йому важливе місце в архітектурному середовищі [13]. Розвиток технологій виробництва та постійний пошук нових фізичних характеристик відкриває нові

перспективи для його використання. Одним із таких інноваційних досягнень є «розумне» скло, яке має здатність змінювати свою прозорість під дією електричного струму. Це дозволяє створювати більш ефективні та естетичні рішення в дизайні й архітектурі, підвищити рівень енергозбереження та комфорту в приміщеннях.

Враховуючи широке використання скла, велику кількість сучасних модифікацій, розробок нових матеріалів, що забезпечують високу функціональність і естетичну привабливість, впровадження таких технологій, як виготовлення «розумного» скла, ультрапрозорих та спеціальних типів скла, нині надважливо спробувати систематизувати наявний матеріал, уніфікувати його задля простого і доступного донесення інформації та для подальших досліджень у даній сфері.

Мета статті. Метою статті є упорядкування наявного нині матеріалу, що стосується проблеми виготовлення, застосування, а також дослідження різноманітних інноваційних видів скла у розрізі архітектурно-будівельних і дизайнерських рішень, аналіз властивостей сучасних модифікацій скла, дослідження його еволюції від традиційного до інноваційного скла.

Стаття покликана представити основні параметри, фізичні властивості та характеристики скла, його варіації та особливості застосування в будівництві, дизайні інтер’єрів та екстер’єрів, а також надати вичерпну інформацію щодо ролі сучасних технологій в удосконаленні цього матеріалу. Особливу увагу приділено розкриттю сутності інноваційних типів та технологій скла, таких як ультрапрозоре, надміцне, енергозберігаюче та «розумне» скло, питання їх впливу на естетику та функціональність архітектурних об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різноманітні публікації та наукові матеріали, що було розглянуто в рамках підготовки статті, пов’язані з проблематикою створення, використання та модифікації скла. Здебільшого дослідження присвячені новітнім технологіям виготовлення, в яких йдеться про зменшення вмісту заліза в матеріалі та вдосконалення процесів плавлення й охолодження маси, що дозволяє досягти оптимальних фізичних властивостей для різних типів скла, таких як загартоване, армоване, енергозберігаюче чи ультрапрозоре.

У дослідженні Демчина Б., Козака Р., Майхер П. та Нємєц Я. йдеться про експериментальний процес, у ході якого визначається міцність звичайного листового скла, зокрема, вплив орієнтації зразків під час випробувань на їхні характеристики міцності, що дуже важливо для розуміння фізико-хімічних характеристик зразків [3].

У науковій роботі Гук Л.Й., Хавкун Г.М. висвітлено особливості використання скла для підвищення естетичної виразності громадських

інтер’єрів. Автори аналізують історію розвитку художнього скла, відзначаючи, що нові напрямки його застосування виникали разом із розвитком технологій виробництва та обробки скла, і цей процес триває досі. Вони зазначають композиційні прийоми інтеграції художнього скла в інтер'єрі громадських будівель, підкреслюючи його здатність покращувати естетичні якості застосування [2].

Також було опрацьовано і проаналізовано ряд наукових роботи, які описують «розумне» скло, здатне змінювати свою прозорість під дією електричного струму. Такі матеріали мають великі перспективи для використання у сфері енергозбереження. Окремо було розглянуто праці, що стосувалися розвитку технології ультрапрозорого скла, яке відзначається високою світлопропускною здатністю, та надміцного скла. Науковці у своїх працях описують можливості використання цих матеріалів в інтер’єрі та на фасадах будівель, що дозволяють створити безпечні, естетичні, комфортні умови для мешканців або користувачів приміщення та сприяють практичності й функціональності середовища [15, 17].

Важливо зазначити, що сучасні дослідження вказують на важливість вдосконалення існуючих технологій виробництва скла, щоб досягти максимального ефекту від його використання в будівельних і дизайнерських рішеннях. Тому основний фокус у дослідженнях зосереджено на поєднанні високих технологічних характеристик скла з його екологічною чистотою, зниженням енергоспоживання та підвищенням функціональності в сучасному архітектурному просторі.

Виклад основного матеріалу. Скло – досить універсальний матеріал, який широко використовується в різних сферах, зокрема в будівництві та дизайні. Його популярність пояснюється фізичними характеристиками, які можна змінити або покращити завдяки спеціальним технологіям виробництва.

З наукової точки зору скло є твердою аморфною речовиною, що утворюється внаслідок охолодження розплавленої маси зі специфічним складом. Його фізичні властивості залежать від компонентів, які використовують у процесі виготовлення. Основною сировиною для виробництва є кварцовий пісок, який має бути максимально чистим і позбавленим небажаних домішок, зокрема оксиду залізу та алюмінію. Найкращим джерелом для виготовлення скла є кремнеземний пісок, що залягає шарами між осадовими породами. Його виявляють відкритим способом, а перед використанням проводять хімічний аналізи для визначення якості та відповідності виробничим стандартам [12].

Фізичні характеристики являють собою ключові параметри, що надають йому практичне застосування. До основних показників скла належать:

щільність (варіюється в межах 2200–7500 кг/м³); міцність на стиск (500–2000 МПа, причому її можна підвищити шляхом загартовування); твердість і крихкість (скло є досить крихким, але загартовані варіанти демонструють підвищену міцність); світлопроникність (важлива характеристика для будівельного та декоративного скла); теплопровідність (визначає ефективність енергозбереження); плавкість (впливає на технологію формування виробу) [7].

Для надання спеціальних властивостей до його складу вводять хімічні елементи, такі як свинець, барій, магній, хром, мідь, бром і кобальт. Вони змінюють прозорість, міцність, термостійкість і навіть колір матеріалу. Також, наприклад, для полегшення виробничого процесу та покращення світлопроникності і надання блиску в скляну масу додають калій.

Виробництво скла можна розділити на 5 етапів: 1) підготовка матеріалів; 2) виготовлення шихти; 3) плавлення; 4) охолодження; 5) обробка (рис.1).

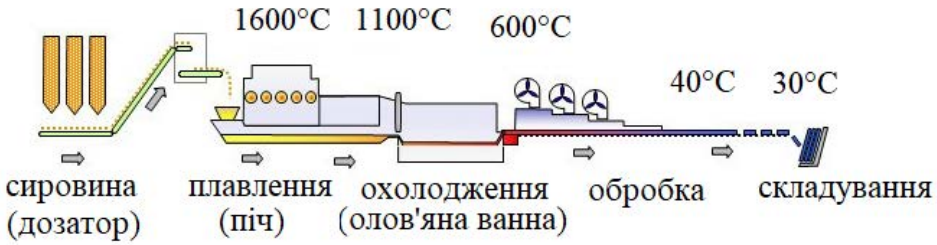


Рис. 1. Спрощена схема процесу виготовлення скла

На першій стадії компоненти виробництва скла готують до змішування. Тоді ж у дробарках відбувається виготовлення вторинної сировини – склобою з відходів виробництва та побутових уламків, друзків. Основні матеріали пропускають через магнітний сепаратор, який видаляє основну кількість домішок.

На другому етапі відбувається перемішування піску, соди, вапняку та хімічних добавок. Ці компоненти по черзі висипають із силосів на ваги. Після зважування матеріали змішують. Отриману однорідну масу називають шихтою.

На етапі плавлення шихту завантажують у печі та нагрівають до необхідної температури. Чим менше домішок у піску, тим нижча температура. Здебільшого вона коливається у межах 1600-2400°C.

Охолодження «тіста» (отримана у результаті третьої стадії речовина) відбувається у кілька заходів. Спочатку скляну масу «купають» у розплавленому олові та охолоджують до 600°C . Через різницю в щільності «тісто» не поєднується з цим металом. Далі його прокатують (вальцюють) на конвеєрі, доки температура не опуститься до 200-250°C. Лише повільне охолодження дозволяє отримати скло належної якості. Тим не менш,

екстремальне охолодження також використовується в цій галузі, наприклад, при виробництві загартованого скла.

На етапі обробки виготовляють безпосередньо кінцеву продукцію необхідних параметрів та форми: листове скло, тара тощо [1].

Скло є невід'ємною частиною дизайну та архітектурно-будівельного процесу, воно використовується не лише у вікнах (звичайних, спеціальних чи панорамних), а й у декоративному оздобленні інтер'єрів. Його застосовують у вигляді плитки, вітражів, мозаїки, смальти, дзеркал, листів-перегородок тощо. Особливо популярні декоративні матеріали, створені на основі скла, такі як марбліт і склокремнезит. Ці матеріали часто виготовляють із вторинної сировини – подрібненого скла та віконних відходів, які переплавляють із додаванням барвників та спеціальних домішок [2].

Сучасні технології дозволяють створювати різні види скла, що відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями, міцністю, рівнем прозорості та теплопровідності.

Нині найпоширенішими модифікаціями скла є [9]:

• кварцове - найпростіший у виробництві матеріал, що відзначається високою термостійкістю та прозорістю, але є досить крихким. Використовується, наприклад, у виготовленні лабораторного посуду;

• вапнякове - бюджетний варіант скла, який застосовують для виготовлення листових панелей, склотари та електричних ламп;

• свинцеве - до його складу додають кремнезем та оксид свинцю, що забезпечує високу прозорість та блиск. Використовується у виробництві кришталевих виробів та елементів електроніки;

• кольорове - отримують шляхом додавання барвників у масу або нанесенням спеціальних покриттів; буває фарбованим у масі, прокатним, візерунчастим, гладким чи двошаровим; застосовується для декоративного оздоблення, облицювання фасадів, інтер'єрів і створення вітражів (рис. 2);

• енергозберігаюче - має спеціальне покриття з низькою теплопровідністю, яке дозволяє утримувати до 70% теплової енергії всередині приміщення, що знижує витрати на опалення;

• армоване - містить у своїй товщі металеву сітку, що запобігає розсипанню уламків при пошкодженні, завдяки чому його часто використовують для скління виробничих приміщень, а також у конструкціях з підвищеними вимогами до пожежної безпеки (рис. 3);

• тоноване - слугує для захисту від сонячного випромінювання; виготовляється шляхом введення в масу оксидів металів або нанесення спеціальної тонувальної плівки (рис. 4);

• сонцезахисне - створюється шляхом напилення оксидів металів, які проникають у структуру скла, підвищуючи його міцність та стійкість до ультрафіолетового випромінювання;

• загартоване - проходить процес поступового нагрівання та швидкого охолодження, що значно підвищує його міцність і стійкість до механічних пошкоджень; широко використовується в автомобільній промисловості та будівництві (рис. 5);

• багатошарове (триплекс) - складається з кількох шарів, з'єднаних прозорими полімерними матеріалами, що робить його надзвичайно стійким до ударів і надає хороші звукоізоляційні характеристики; застосовується у виготовленні віконних склопакетів (рис. 6);

• моліроване - це зігнуте скло, яке має задану форму, що робить його ідеальним для декоративного оформлення (рис. 7);

• броньоване - багатошарова конструкція, що складається з кількох скляних панелей та спеціальних полімерних матеріалів, здатних витримувати удари та навіть постріли.

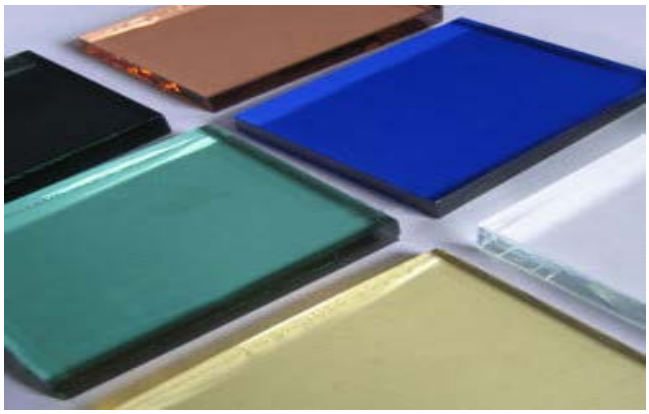


Рис. 2. Кольорове скло

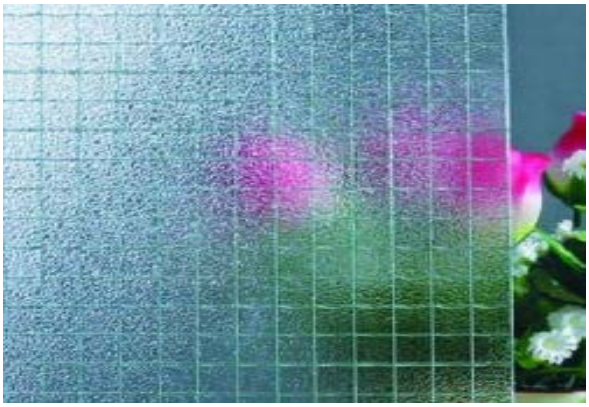


Рис. 3. Армоване скло

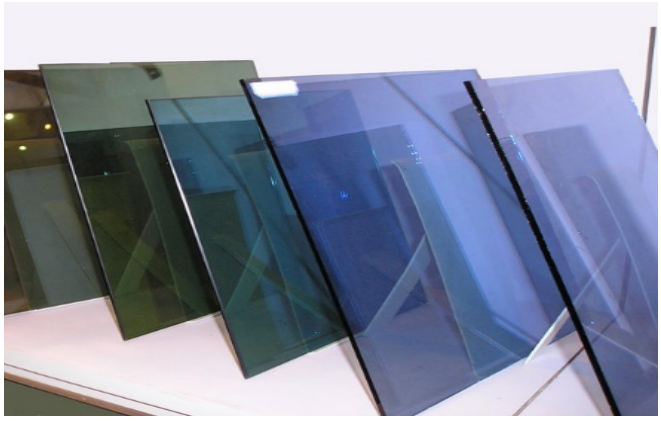


Рис. 4. Тоноване скло

Рис. 5. Загартоване скло

Рис. 6. Багатошарове скло (триплекс)

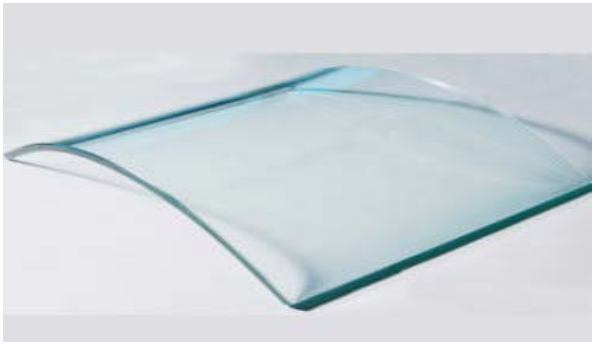


Рис. 7. Моліроване скло

Скло завжди посідало особливе місце в дизайні інтер'єрів завдяки своїй екологічності, функціональності та вишуканій естетиці. Скляні елементи чудово поєднуються з деревом, металом, полімерами, візуально розширюють простір, наповнюють приміщення природним світлом і надають йому індивідуального стилю та вишуканості. Сучасні технології дають змогу отримувати цей матеріал у різноманітних формах, з різними текстурами, кольорами та ступенем прозорості [8].

Одним із таких інноваційних матеріалів є «розумне» скло - технологічний винахід, що відкриває нові можливості для створення функціональних та естетичних рішень у приміщеннях (рис. 8). Даний унікальний матеріал здатний миттєво змінювати свою прозорість, що дозволяє йому виконувати одразу кілька функцій: слугувати перегородкою, замінювати штори або жалюзі, а також візуально розширювати межі простору.

Такі властивості пояснюються використанням «пошарової» системи з двох полімер-диспергованих (PD) рідкокристалічних струмопровідних плівок, усередині яких приховано спеціальний диспергований полімер LC, який не пропускає зображення. У вимкненому стані рідкі кристали розташовані хаотично, розсіюючи світло, що проходить через них, і створюючи ефект матовості. Коли подається електроживлення, кристали впорядковуються у перпендикулярному напрямку, і скло стає прозорим. Ця особливість дає змогу контролювати рівень освітленості в приміщенні, забезпечуючи приватність у потрібний момент [17].

Користувач може змінювати прозорість скла вручну – через пульт керування, мобільний додаток або систему розумного будинку, а також автоматично за допомогою спеціальних датчиків. Крім того, смарт-скло допомагає зменшити витрати на кондиціювання приміщень, оскільки в матовому стані воно знижує потрапляння сонячного світла, перешкоджаючи перегріву простору.

При встановленні такого скла у віконних отворах фасадів будівель, їх зовнішній вигляд залишається незмінним, що робить цей матеріал не лише функціональним, а й естетично привабливим.

Плівка змінної прозорості може використовуватися спільно з різними видами скла: звичайними флоат-склом, просвітленим (типу OptiWhite), тонованим, художнім (з різними малюнками), спільно з іншими декоративними, захисними або сенсорними плівками. Найбільш пригожий варіант виготовлення скла змінної матовості вибирається виходячи з особливостей експлуатації: плівка між двома склеєними листами, на склі чи всередині склопакету [6].

Основні параметри та властивості смарт-скла:

• стан без електроживлення – матовий, при її подачі – прозорий;
• час перемикання – менше секунди;
• пропускає близько 80% світла в обидва напрями;
• товщина: від 4 мм (нанесення плівки); від 10 мм (триплекс);
• розміри: необмежені;
• можливість виготовлення молірованого (гнутого) смарт-скла;
• наявність захисту від ультрафіолету;
• можливість бути проєкційним екраном.

Завдяки своїм унікальним властивостям «розумне» скло стає незамінним у сучасних архітектурних та дизайнерських проєктах, забезпечуючи одночасно стиль, приватність і енергоефективність.

Рис. 8. Приклад застосування у інтер’єрі «розумного скла»

Перші спроби покращити прозорість скла здійснювалися ще у XX столітті, але промислове виробництво ультрапрозорого скла почалося лише в

1990-х роках, коли вдалося значно знизити вміст заліза в сировині та розробити технологію низькооксидного виробництва [14].

На сьогодні існує просвітлене скло, яке активно використовується в архітектурі, будівництві, застосовується у виробництві меблів, вітрин, електроніки та сонячних панелей.

Просвітлене (ультрапрозоре, надпрозоре) скло - це сучасний інноваційний матеріал, що відзначається мінімальним вмістом заліза, за рахунок чого володіє в рази менш зеленуватим відтінком, характерним для звичайного скла (рис. 9).

Рис. 9. Відмінність між звичайним склом (зліва) та просвітленим (справа)

Для дизайну інтер'єрів - це унікально нова пропозиція даного матеріалу з показниками максимальної нейтральності відтінків та кольору. Це – скло, що майже не сприймається зором як таке, його коефіцієнт світлопропускання надвисокий. Таким чином, наприклад, за допомогою перегородок з цього матеріалу можна відокремити приміщення чи зону, але при цьому візуально не пошкодити композиційної єдності, ідеї приміщення, його світло-кольорової гами.

Основною його відмінністю є спеціальна технологія очищення сировини та контроль домішок металів. Використовується кварцовий пісок із надзвичайно низьким вмістом заліза (менше 0,01% Fe_2O_3). До складу маси додають спеціальні розкислювачі для усунення залишків металів. Далі розплавлене скло заливають у ємність - ванну з рідким оловом, що забезпечує ідеально гладку поверхню [6].

Основні характеристики та переваги:

- висока світлопропускна здатність (у межах 92–98%);
- відсутність зеленуватого відтінку;
- підвищена міцність та зносостійкість;
- можливість гартування, ламінування та нанесення покриттів.

Просвітлене скло активно удосконалюється, зокрема, розробляються самоочисні покриття, антиблікові та терморегулюючі шари. Очікується, що у найближчі десятиліття цей матеріал стане ще міцнішим, легшим та енергоефективнішим.

Сучасні наукові досягнення регулярно змінюють наше уявлення про властивості матеріалів. Щороку вчені презентують революційні розробки, що знаходять застосування у найрізноманітніших сферах. Однією з таких інновацій стало ударостійке надміцне скло, створене канадськими дослідниками з Університету Макгілла у 2019 році [10, 18].

Головна особливість цього скла - унікальна здатність до фізичних впливів, деформації: навіть за сильного удару воно не розбивається, а лише незначно зминається. Джерелом натхнення для вчених стала природа, зокрема раковини морських молюсків (рис. 10).

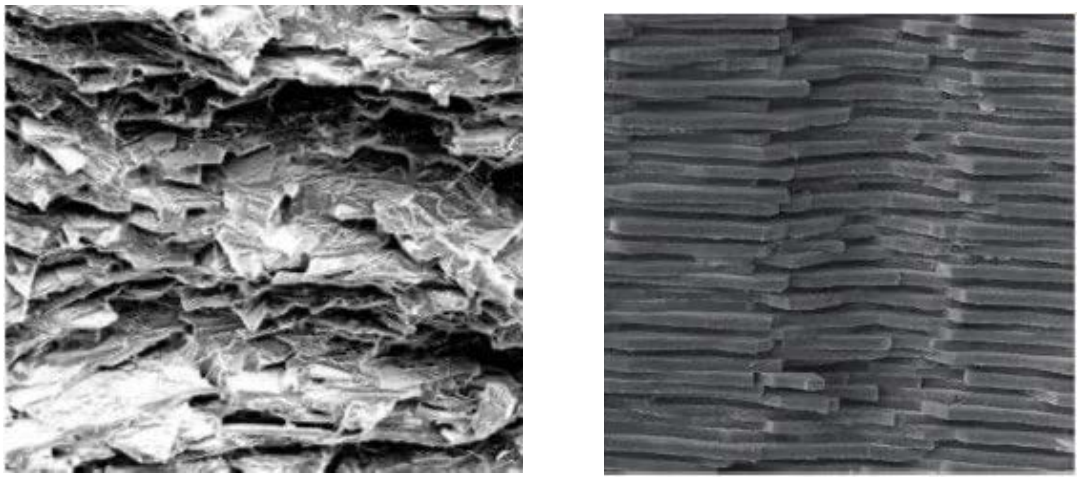


Рис. 10. Порівняння мікроструктури звичайного скла (зліва) та внутрішнього прошарку раковини молюска (справа)

Їхні панцирі складаються на 95% з крейди, яка сама по собі є дуже крихкою. Однак завдяки внутрішньому шару перламутру, що має надзвичайно міцну структуру, вони витримують значні навантаження. Перламутр складається з мікроскопічних пластинок, які можна порівняти з елементами конструктора «Леґо».

Раніше науковці намагалися відтворити подібну структуру у склі, але безрезультатно. Канадська ж команда вирішила використати ту обставину, що на краях цих мікропластинок міжмолекулярні зв’язки ослаблені, і пішла парадоксальним шляхом - не зміцнюючи, а, навпаки, розтріскуючи скло. Вони стали гравірувати лазером на скляній поверхні складну мережу тріщин, щоб створити такі ж слабкі межі, як і у перламутру.

Випробування показали, що міцність скляних мікропластинок зросла у 200 разів. Вигравірувані мікротріщини не дозволяли новим поширюватися по всій поверхні скла та зруйнувати його. Потім лазерні тріщини були заповнені поліуретаном, це ще на певну кількість відсотків зменшило скляну крихкість: тепер матеріал реагує на сильний удар невеликим зминанням.

Досі існував компроміс між високою міцністю, ударною в'язкістю та прозорістю. Цей новий матеріал не тільки в 3 рази міцніший за звичайне скло, але й більш ніж в 5 разів більш стійкий до зламу. Маючи гарний показник пружності, розроблене скло більше схоже на пластик: якщо його кинути на підлогу, то воно ніяк не постраждає.

У 2021 році вчені з Японії також представили новітнє скло, яке не поступається за міцністю сталі (рис. 11). Воно є тонким і легким. Протягом найближчих років нова технологія дозволить створити нові матеріали та буде зручною для багатьох сфер діяльності [11].

При створенні скла використовувалася речовина, що покращує механічну його міцність. Виробництво проходило у спеціальній печі із застосуванням вуглекислотного лазера та інших речовин.

Представлене скло вийшло прозорим у складі, де містилося 50 відсотків оксиду алюмінію. За даними дослідження, новий матеріал вважається вдвічі міцнішим за звичайне скло і може скласти конкуренцію чавуну і сталі.

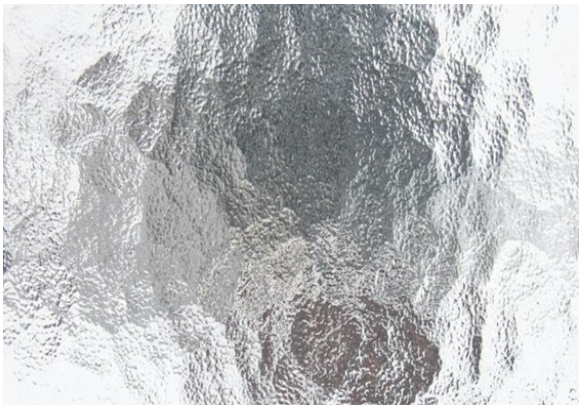


Рис. 11. Фактура японського надміцного скла

Сучасний світ дедалі більше уваги приділяє питанням екології та раціонального використання ресурсів. Скляна промисловість не залишилася осторонь цього руху - останніми роками спостерігається активне впровадження вторинної сировини у виробництві скла.

Крім того, технології дозволяють використовувати гірничопромислові відходи як альтернативу традиційним складникам. Зокрема, шлак, що утворюється під час видобутку корисних копалин, може замінювати пісок або

вапняк, які є основними компонентами скла. Такий підхід дозволяє зменшити навантаження на природні ресурси та водночас отримати матеріал із високими експлуатаційними характеристиками.

Однією з революційних технологій, що відкриває нові горизонти у скляній архітектурі, є використання литого скла. Його структурний потенціал почав активно розкриватися лише в останні десятиліття, хоча скло давно застосовується як будівельний матеріал.

Цей матеріал поєднує у собі дві ключові властивості: прозорість, що дозволяє створювати легкі та візуально невагомі конструкції; високу міцність на стиск, що дає змогу використовувати його для несучих елементів. Завдяки цьому скляні балки, колони та фасади можуть виконувати не лише естетичну, а й конструктивну функцію [9].

Хоча межі застосування та технології виготовлення його безперервно розширювалися і змінювалися, досі скляні конструкції все ще обмежені формами та розмірами, які можуть бути реалізовані в рамках виробництва термополірованого скла. Проте лите скло може уникнути певних обмежень.

На відміну від звичайного скла, що виготовляється шляхом термополірування, лите скло дозволяє уникнути багатьох обмежень. Розплавлену скляну масу можна заливати у форми, отримуючи тривимірні монолітні компоненти практично будь-якої геометрії (рис. 12).

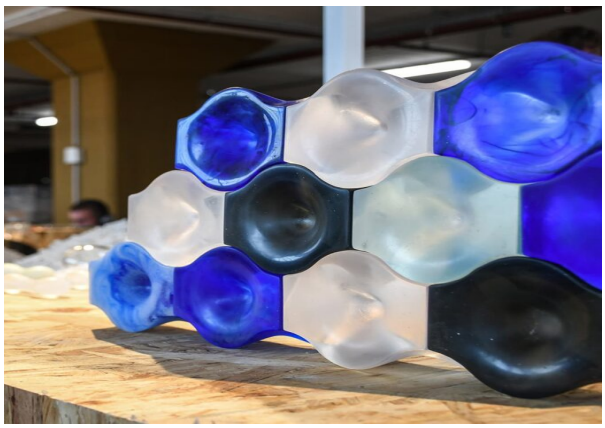


Рис. 12. Приклад будівельних матеріалів, що виготовлені з переробленого литого скла

Таким чином дана технологія дозволяє вільно формувати 3D-складники із широким спектром параметрів і поперечного перерізу; надає можливість створювати самонесучі конструкцій без потреби у додаткових опорах. У результаті тривимірні скляні конструкції не лише зберігають естетичну привабливість, а й демонструють відмінні механічні характеристики, що дозволяють використовувати їх у сучасному будівництві без обмежень за формою та розмірами.

Сучасні технології відкривають нові можливості у використанні скла, перетворюючи його не лише на декоративний чи конструкційний матеріал, а й на ефективний елемент енергозбереження. Одним із таких інноваційних рішень є так зване «скло-хамелеон», яке також називають «склом-кондиціонером» (рис. 13). Воно володіє двома унікальними властивостями, що роблять його надзвичайно корисним у галузі будівництві.

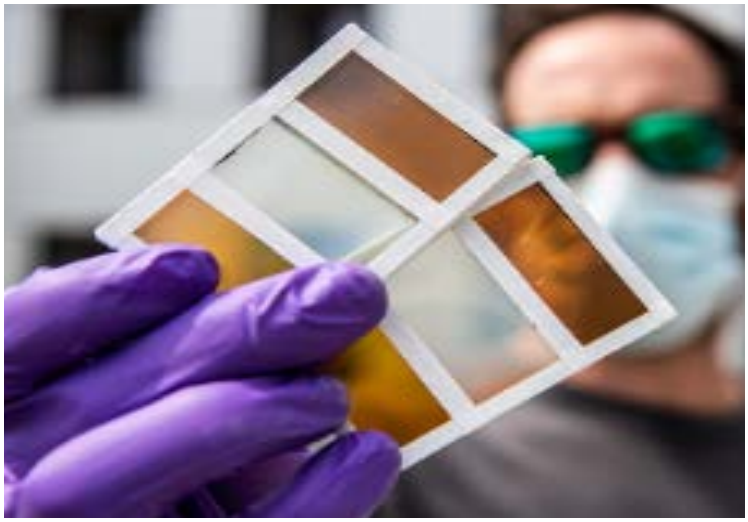


Рис. 13. Зразки «скла-хамелеона»

По-перше, цей вид скла здатний змінювати свій колір у відповідь на підвищення температури. Якщо температура зростає від 35°C до 46°C, скло поступово переходить із прозорого стану в жовтий, потім у помаранчевий, червоний, і, зрештою, набуває коричневого відтінку. Така зміна відбувається задля зниження рівня сонячного випромінювання, яке потрапляє всередину приміщення. Це дозволяє значно зменшити нагрівання внутрішнього простору, мінімізувати сонячні відблиски та скоротити споживання електроенергії, яка необхідна для кондиціонування.

По-друге, дане скло виконує ще одну важливу функцію - воно генерує електроенергію. Завдяки вбудованій сонячній панелі технологія дозволяє накопичувати сонячну енергію та певний час живити будівлю, що сприяє економії ресурсів та екологічній ефективності.

Ще одним перспективним інноваційним рішенням у цій сфері стала розробка компанії SolarWindow Technologies. Вона запропонувала спеціальний спрей, який наділяє скло функцією генерації електроенергії, а згодом представила і цілісні скляні панелі з аналогічним покриттям. Така технологія базується на нанесенні на поверхню скла тонкої прозорої плівки, яка виконує роль своєрідного фотоелектричного шару. Коли на поверхню потрапляє світло, електрони в цій плівці активуються завдяки прозорим провідникам. Вироблена

електроенергія надходить до країв скляної панелі, а потім по електричних комунікаціях передається в загальну мережу будівлі [16].

Завдяки подібним технологіям скло перестає бути лише пасивним елементом споруд і перетворюється на розумний матеріал, який не лише регулює температурний баланс приміщень, а й сприяє сталому розвитку, використовуючи відновлювані джерела енергії.

Висновки. Скло завоювало прихильність архітекторів і дизайнерів, перетворившись на незамінний елемент сучасних проєктів та інтер'єрних рішень. Завдяки своїм унікальним властивостям — здатності пропускати та відбивати світло, створювати ілюзію відкритого простору, наповнювати приміщення легкістю - воно гармонійно вписується в приміщення і квартири різноманітних стилів [5].

Інноваційні технології виробництва й обробки скла суттєво розширили межі його застосування. Фацетування, художнє гравіювання, створення декоративних крайок, полірування, високоточне свердління, піскоструминне нанесення візерунків, а також сучасні методи склеювання дають змогу створювати унікальні дизайнерські рішення. Завдяки цьому скло набуло статусу не просто будівельного матеріалу, а повноцінного мистецького засобу оформлення простору.

Сьогодні без скла важко уявити не лише екстер'єр, а й внутрішнє наповнення будівель. Воно використовується не лише у вікнах та дверях, а й у меблях, декоративних перегородках, освітлювальних приладах та інших елементах декору. Скляні двері без рам, меблі з тонованими поверхнями, сходи з міцними прозорими сходинками - усе це стало реальністю сучасного інтер'єрного дизайну. Дзеркальні панно, доповнені кольоровими скляними вставками, столики з металевими або кованими ніжками, оригінальні світильники та масивні перегородки з загартованого скла, які забезпечують шумоізоляцію та збереження мікроклімату в приміщенні, - лише частина можливостей, які пропонує цей матеріал сьогодні [4].

Попит на скляні вироби постійно зростає, а разом із ним з'являються нові виклики для виробників. Інновації вимагають створення скла з новими характеристиками: покращеною міцністю, підвищеною енергоефективністю, інтерактивними властивостями, такими як змінна прозорість або інтегровані LED-елементи.

Отже, скло не лише зберігає свою актуальність, а й відкриває нові горизонти для сучасного дизайну. Його можливості та різноманіття форм дозволяють створювати інтер'єри абсолютно нового рівня, поєднуючи естетику, функціональність і передові технології.

Література

1. Воронов Г.К. Технології виробництва скломатеріалів: конспект лекцій для студентів для студентів 1 курсу денної форми навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія / за ред. Г.К. Воронова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. 128 с.

2. Гук Л.Й., Хавхун Г.М. Застосування художнього скла в інтер'єрах громадських будівель. *Архітектура будівель і споруд*: збірник наукових праць. Київ: КНУБА, 2021. Вип. 22-23. С. 166-171

3. Демчина Б., Козак Р., Майхер П., Нємєц Я. Визначення фізико-механічних характеристик скла на згин: порівняння значень міцності за різних умов орієнтації дослідного зразка. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*: збірник наукових праць. Київ: КНУБА, 2022. Вип. 10. С. 11-23.

4. Загоруйко А.О. Скло в опорядженні інтер'єру житлових та громадських будівель: матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця (14-23 березня 2018 р.). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp2018/paper/view/5052.

5. Зиміна С.Б. Стилі інтер'єру. Київ: Довіра, 2018. 360 с.

6. Інноваційні технології у виробництві спеціального та побутового скла: підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів» / М.М. Племянніков, А.П. Яценко, І.В. Пилипенко, Б.Ю. Корнілович; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 298 с.

7. Лосик М.В., Звір О.М. Технологічні та фізико-хімічні властивості скла: навч. посіб. Львів: ЛНАМ, 2018. 40 с.

8. Новосельчук Н.Є. Дизайн інтер'єрів: конспект лекцій. Полтава: ПолтНТУ, 2018. 72 с.

9. Племянніков М.М., Жданюк Н.В. Нові склоподібні матеріали і методи їх синтезу. Склоподібні матеріали і вироби. Функціональні матеріали: навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Хімічні технології неорганічних в'яжучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів» спец. 161 Хімічні технології та інженерія / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 100 с.

10. Сайт «ATRIA»: A glass as strong as steel. [Електронний ресурс]. URL: https://atriainnovation.com/en/blog/a-glass-as-strong-as-steel/. Дата звернення: 21 березня 2025.

11. Сайт «Build Portal»: Найміцніше у світі скло [Електронний ресурс]. URL: http://budport.com.ua/news/22482-vcheni-z-kanadi-stvorili-naymicnishe-u-sviti-sklo-scho-vidomo. Дата звернення: 21 березня 2025.

12. Силікатне матеріалознавство: навч. посіб. для здобувачів ступеня доктора філософії 161 «Хімічні технології та інженерія» / М.М. Племянніков, В.Ю. Тобілко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 103 с.

13. Сьомка С.В. Дизайн інтер'єру, меблів та обладнання: підручник. Київ: Видавництво Ліра-К, 2018. 400 с.

14. Ящишин Й.М. Технологія скла у трьох частинах: Ч. ІІІ. Технологія скляних виробів: підручник. Львів: Видавництво «Растр-7», 2011. 416 с.

15. Garner S.M. Flexible glass. Enabling thin, lightweight and flexible electronics / S.M. Garner. Hoboken: Scrivener Publishing LLC, 2017. 365 p.

16. Ghamari M., Sundaram S. Solar Window Innovations: Enhancing Building Performance through Advanced Technologies. Energies, 2024. №17. 31 p.

17. Uusitalo O. Float glass innovation in the flat glass industry / O. Uusitalo. New York: Springer, 2014. 115 p.

18. Yin Z., Hannard F., Barthelat F. Impact-resistant nacre-like transparent materials. Research. Materials science. June 27, 2019. P.1260-1263.

assistant **Taranenko Serhii,**
PhD in Architecture, Associate professor **Borodai Artem,**
Senior lecturer **Borodai Yana,**
Sumy National Agrarian University

GLASS IN CONSTRUCTION AND DESIGN: NEW MATERIALS AND INNOVATIONS

The article is devoted to the study of innovative glass materials, generalization, systematization and unification of information about modern technologies and modifications of glass. The physical and chemical properties of glass as a universal material that is actively used in construction and design are considered. The technological process of glass manufacturing is described. Examples and illustrative material of various modifications of glass, in particular its innovative types, are given. The issues of manufacturing, features, specific characteristics of «smart» glass, illuminated glass, high-strength glass, cast glass, «chameleon glas» are analyzed and revealed. The prospects for the development of modern glass technologies, which have now found wide application in architecture and interior design, are highlighted.

A review of currently available research that fully or tangentially affects the raised issues is conducted. The essence of the concept of the object of research and its basic provisions are formulated. The material on modern innovative modifications of

glass is systematized, which can become an impetus for further research and be perceived as a unified reference material.

Keywords: glass; glass properties; glass production; innovative materials; «smart» glass; illuminated glass; high-strength glass; energy saving; construction; interior design.

REFERENCES

1. Voronov H.K. Tekhnolohii vyrobnytstva sklomaterialiv: konspekt lektsii dlia studentiv dlia studentiv 1 kursu dennoi formy navchannia druhoho (mahisterskoho) rivnia vyshchoi osvity za spetsialnistiu 161 – Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia / za red. H.K. Voronova; Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O.M. Beketova. Kharkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova, 2020. 128 s. {in Ukrainian}

2. Huk L.Y., Khavkhun H.M. Zastosuvannia khudozhnoho skla v inter'ierakh hromadskykh budivel. Arkhitektura budivel i sporud: zbirnyk naukovykh prats. Kyiv: KNUBA, 2021. Vyp. 22-23. S. 166-171. {in Ukrainian}

3. Demchyna B., Kozak R., Maikher P., Niemiets Ya. Vyznachennia fizyko-mekhanichnykh kharakterystyk skla na zghyn: porivniannia znachen mitsnosti za riznykh umov oriientatsii doslidnoho zrazka. Budivelni konstruktsii. Teoriia i praktyka: zbirnyk naukovykh prats. Kyiv: KNUBA, 2022. Vyp. 10. S. 11-23. {in Ukrainian}

4. Zahoruiko A.O. Sklo v oporiadzhenni inter'ieru zhytlovykh ta hromadskykh budivel: materialy XLVII naukovo-tekhnichnoi konferentsii pidrozdiliv VNTU, Vinnytsia (14-23 bereznia 2018 r.). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp2018/paper/view/5052. {in Ukrainian}

5. Zymina S.B. Styli inter'ieru. Kyiv: Dovira, 2018. 360 s. {in Ukrainian}

6. Innovatsiini tekhnolohii u vyrobnytstvi spetsialnoho ta pobutovoho skla: pidruchnyk dlia stud. spetsialnosti 161 «Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia», spetsializatsii «Khimichni tekhnolohii neorhanichnykh keramichnykh materialiv» / M.M. Plemiannikov, A.P. Yatsenko, I.V. Pylypenko, B.Yu. Kornilovych; KPI im. Ihoria Sikorskoho. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2018. 298 s. {in Ukrainian}

7. Losyk M.V., Zvir O.M. Tekhnolohichni ta fizyko-khimichni vlastyvosti skla: navch. posib. Lviv: LNAM, 2018. 40 s. {in Ukrainian}

8. Novoselchuk N.Ye. Dyzain inter'ieriv: konspekt lektsii. Poltava: PoltNTU, 2018. 72 s. {in Ukrainian}

9. Plemiannikov M.M., Zhdaniuk N.V. Novi sklopodibni materialy i metody yikh syntezu. Sklopodibni materialy i vyroby. Funktsionalni materialy: navch. posib. dlia zdobuvachiv stupenia mahistra za osvit. prohramoiu «Khimichni tekhnolohii neorhanichnykh v'iazhuchykh rechovyn, keramiky, skla ta polimernykh i

kompozytsiinykh materialiv» spets. 161 Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia / KPI im. Ihoria Sikorskoho. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2024. 100 s. {in Ukrainian}

10. Sait «ATRIA»: A glass as strong as steel. [Elektronnyi resurs]. URL: https://atriainnovation.com/en/blog/a-glass-as-strong-as-steel/. Data zvernennia: 21 bereznia 2025. {in Ukrainian}

11. Sait «Build Portal»: Naimitsnishe u sviti sklo [Elektronnyi resurs]. URL: http://budport.com.ua/news/22482-vcheni-z-kanadi-stvorili-naymicnishe-u-sviti-sklo-scho-vidomo. Data zvernennia: 21 bereznia 2025. {in Ukrainian}

12. Sylikatne materialoznavstvo: navch. posib. dlia zdobuvachiv stupenia doktora filosofii 161 «Khimichni tekhnolohii ta inzheneriia» / M.M. Plemiannikov, V.Yu. Tobilko; KPI im. Ihoria Sikorskoho. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2021. 103 s. {in Ukrainian}

13. Somka S.V. Dyzain inter'ieru, mebliv ta obladnannia: pidruchnyk. Kyiv: Vydavnytstvo Lira-K, 2018. 400 s. {in Ukrainian}

14. Yashchyshyn Y.M. Tekhnolohiia skla u trokh chastynakh: Ch. III. Tekhnolohiia sklianykh vyrobiv: pidruchnyk. Lviv: Vydavnytstvo «Rastr-7», 2011. 416 s. {in Ukrainian}

15. Garner S.M. Flexible glass. Enabling thin, lightweight and flexible electronics / S. M. Garner. Hoboken: Scrivener Publishing LLC, 2017. 365 p. {in English}

16. Mehrdad Ghamari and Senthilarasu Sundaram. Solar Window Innovations: Enhancing Building Performance through Advanced Technologies. Energies, 2024. №17. 31 p. {in English}

17. Uusitalo O. Float glass innovation in the flat glass industry / O. Uusitalo. New York: Springer, 2014. 115 p. {in English}

18. Yin Z., Hannard F., Barthelat F. Impact-resistant nacre-like transparent materials. Research. Materials science. June 27, 2019. P. 1260-1263. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.249-259
УДК 72.0.17

Чвирова О.Є.,
chvyrova@odaba.edu.ua, ORCID: 0009-0007-0798-8719,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, Україна

СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ЯК ЗАКОНОМІРНІСТЬ ДИНАМІКИ ЯКОСТІ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Розглядаються проблеми якості міського середовища крізь призму соціального та екологічного планування. Здійснено порівняльний аналіз технічної та екологічної парадигм розвитку міста, обґрунтовано значення урбанізації у формуванні соціокультурних характеристик міського середовища. Урбанізація є найважливішою стороною розвитку суспільства, поняття урбанізація націлене певний його аспект. Урбанізація є проекцією всесвітньо-історичного процесу відтворення всього життя суспільства, його закономірностей на територію. Урбанізація – це суспільство, розглянуте з погляду його соціально-територіальних закономірностей, тобто у ракурсах виникнення, розвитку та зняття соціально та культурно значимих територіально закріплених відмінностях між містом та селом., центрами та периферією як у суспільстві в цілому, так і в містах та агломераціях. Саме закономірності урбанізації дозволяють розкрити соціальну природу міст як форму розселення та закономірності динаміки якості міського середовища. У статті відзначається, що різноманітність відкритих суспільних просторів відкриває для особистості можливість формувати свій ареал відповідно до своїх потреб, відповідно до потреб своєї соціальної групи. Тим самим люди формують умови власного відтворення. Сама собою можливість вибору елементів ареалу, його формування визначаються загальними соціально-економічними умовами суспільства, що має у кожному даному випадку спеціально досліджуватися. Окреслюючи межі свого ареалу, городянин цим визначає територію своєї безпосередньої життєдіяльності, бере участь у формуванні механізму її відтворення. Якість середовища ареалу, його культура, соціально-економічний потенціал є важливими чинниками ефективності відтворення людини. Аналіз розвитку урбанізованої культури допомагає усвідомити, що якість навколишнього середовища може бути зрозумілою у єдності потреб до середовища та реальних параметрів цього середовища. Виокремлено роль відкритих громадських просторів у забезпеченні якості життя населення та окреслено соціально-культурні параметри, що впливають на їхню оцінку мешканцями міст.

Ключові слова: міське середовище; якість життя; урбанізація; соціальне планування; екологічна парадигма; інфраструктура; відкриті громадські простори; культура міста.

Постановка проблеми. У сучасних умовах інтенсивної урбанізації питання якості міського середовища набуває особливої актуальності. Міське середовище розглядається не лише як фізичний простір існування, а й як соціокультурний феномен, що визначає рівень життя, соціальну динаміку та культурну ідентичність населення [3, 4, 7]. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю поєднання технічного підходу до формування міста із соціально-екологічним розумінням ролі людини в процесі урбанізації. Людина, її потреби та спосіб життя є потужним містобудівним фактором. В останній час розвиток соціально-екологічних досліджень показує, що саме від розвиненості, стабільності та спрямованості функціонування соціально-відтворювальних структур різного рівня та масштабу залежать сукупний соціально-культурний потенціал міста. Тому об'єктом соціального планування мають бути саме ці структури та їх компоненти – нормативно-ціннісні системи. Існує проблема диспропорцій між містобудівним проектуванням та соціальним плануванням. Міське життя стає дедалі динамічнішим, оцінки міського середовища населенням дедалі більше зрушуються у якісну сферу, у свою чергу регулювання багато в чому залишається статичним, а критерії оцінок носять кількісний характер [10, 12]. Фактично соціальне планування міст та регіонів почало розвиватися саме внаслідок статичності містобудівних засобів регулювання соціального життя. Тому через ймовірність характеру міських процесів виявилася необхідність розробки планів міського та регіонального розвитку. План – це розгорнута у часі та просторі програма процесу містоутворення, в якій акцент зроблено на моментах його самоорганізації та на формуванні соціальних біотехнічних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На підставі аналізу та узагальнення спеціальної літератури та науково-дослідних робіт виявлені наукові роботи яких безпосередньо вплинули на дослідження: загальною теоретико-методологічною базою даного дослідження є роботи: Колоша М.С. [7], В. Чепелик [15], І.В.Ладигіної [9], І.Р. Кузик [6], Ю.І. Гайко [2], Г.В. Жидкова [2], О.С. Безлюбченко [1], Л.П. Панова [11]; питання дизайну, колористики та сприйняття архітектурного середовища В.О. Тимохін [15], С.В. Сьомка [14]; соціальна динаміка міських процесів та просторова різноманітність розглядалися Й. Гейл [3], М. Гусєв [4], Ю.В. Жмурко [5], Ч.Лендрі [10], Р.Флорида [16], С.Ходж [17], Б.С. Посацький [12], Є.І. Король [12], Г.Є. Кознарська [12]; систематизовані існуючі теорії у формуванні

громадського простору у роботі Колоша М.С. [7], В. Чепелик [18], І.В. Ладигіної [9], В.Т. Семенова [13], І.Е. Линник [13].

Метою публікації є порівняння двох підходів технічного і екологічного для виявлення диспропорції між потребами сучасного населення й засобами їх задоволення в межах міського простору, розкрити соціальну природу міст як форму розселення та закономірності динаміки якості міського середовища.

Основне викладення матеріалу. Названі розбіжності і диспропорції відбивають найбільш характерні типи уявлень про місто, що склалися до теперішнього часу. Науковий дискурс виділяє дві основні парадигми в осмисленні проблем міста: технічну та екологічну. Перша зосереджує увагу на розвитку інфраструктури, технічних засобів управління, проектуванні й будівництві. Екологічна парадигма, навпаки, трактує місто як живий організм, у якому взаємодіють природні, соціальні та культурні елементи. Вона передбачає самоорганізацію, адаптацію та врахування ритмів людського життя в урбаністичному плануванні. Було б невірним вважати ці погляди полярними, взаємовиключними. Наприклад, покращення якості життя у містах залежить як від комплексної забудови, так і від складу населення міста, життєвого устрою його основних соціальних груп. Наведені парадигми відбивають сформований підхід до міста, пов'язані з переходом до інтенсивного типу розвитку, підвищенням людських потреб. Інтенсивний розвиток середовищного підходу до проблеми урбанізації, формування міст та управління ними закладено в названих змінах. Порівняння цих підходів дозволяє виявити диспропорції між потребами сучасного населення й засобами їх задоволення в межах міського простору. Якість життя не обмежується технічними параметрами – вона охоплює почуття приналежності, відповідальності, соціального залучення (табл. 1).

Урбанізація як чинник формування якості міського середовища. Якість міського середовища має конкретно-історичний характер. Воно невіддільне від рівня розвитку суспільства, специфіки міста [1, 2, 5, 9]. Складність аналізу поняття міське середовище потребує багатопланового і разом із тим цілісного підходу. З одного боку, міське середовище є деякою системністю об'єктивних характеристик стану міста, суттєво значущими для людини параметрів, але з іншого – значимість для людини кожного їх параметрів.

Відмінності в конкретно-історичних умовах розвитку громадян у вимогах до якості міського середовища істотно впливають на відтворювальну діяльність, в розвитку міста. Здатність відтворювати єдність реальних параметрів міського середовища та потреб у її якості, знімати протиріччя людей у кожному з них та у всіх разом є прояв творчого потенціалу міста, всього суспільства.

Таблиця 1.

Комплекс природничо-наукових та соціальних дисциплін, що вивчають взаємовідносини людини та біосфери

№	Технічна парадигма	Екологічна парадигма
1.	Що таке місто?	
	Місто – це створений людьми об'єкт, який можна спроектувати, побудувати та керувати ним. Ключові слова: будівництво, планування, забезпечення.	Місто – Місто — це жива система, у якій взаємодіють люди і природа. Ключові слова: функціонування, взаємодія, самоорганізація.
2.	Як розуміється природа?	
	Природа – це ресурс, який людина використовує для будівництва та благоустрою. Ключові слова: території, будівельні матеріали, озеленення.	Природа – це жива екосистема, частиною якої є міста. Ключові слова: екосистема, метаболізм, адаптація, ландшафт.
3.	Що таке розвиток міста?	
	Розвиток міста – це розширення, зростання населення, нові будівлі, підприємства. Ключові слова: освоєно, збудовано, заселено, введено в дію.	Розвиток міста – це гармонійна взаємодія з природою та адаптація міста до природних умов. Ключові слова: адаптація, перехід від промислів до господарства, екосистема.
4.	Як оцінюється якість життя?	
	Це відповідність стандартам проєктування та забезпечення інфраструктури. Ключові слова: комплексне будівництво, забезпечення, створення.	Це задоволення людини своїм життям, її розвиток і відповідальність перед природою. Ключові слова: радість, почуття причетності, відповідальність, ціннісні орієнтації, спосіб життя.
5.	Як покращити якість життя?	
	Через технічні інновації, модернізацію, прискорення розвитку інфраструктури. Ключові слова: прискорення, насичення, соціальна інфраструктура.	Через зміцнення соціальної активності, збереження природного ритму життя, компактність простору. Ключові слова: біологічний час, соціально-екологічна ніша, потреби середовищ.
6.	Який тип мислення перемагає?	
	Орієнтованість на використання зовнішніх ресурсів, планування й контроль. Ключові слова: запланувати, залучати, закріпити.	Орієнтованість на відновлення ресурсів, врахування культури та традицій. Ключові слова: відтворення, місцеві здібності, культура, традиції.
7.	Який підхід до управління?	
	Управління відбувається за чітким планом і направлене на досягнення короткострокових результатів. Ключові слова: планування, якість життя, проектування.	Управління — це постійний процес саморозвитку міста, з фокусом на довгострокові цілі й участь громади. Ключові слова: саморозвиток, громадська участь, ціннісні орієнтири.
8.	Який тип культури домінує?	
	Людина розвивається через техніку і науку, технічний прогрес — головний засіб вирішення проблем. Ключові слова: технічний прогрес, навчання, кваліфікація.	Людина повинна жити у гармонії з природою, культура і виховання — основа для вирішення міських проблем. Ключові слова: культурні цінності, спосіб життя, екологічне виховання.

Набір цих параметрів є результатом історичного розвитку потреб людини, які відповідно до закону підвищення потреб постійно поглиблюються, конкретизуються.

Якість міського середовища, його динаміка, тенденції розвитку мають складний багатоплановий характер. Механізм їх зміни можна зрозуміти на основі вивчення урбанізації. Необхідність саме такого підходу пов'язана з тим, що поняття «урбанізація» включає соціальні явища, якісні та кількісні характеристики суспільства, у тому числі міське середовище, у їхньому територіальному аспекті у зв'язку зі специфікою типів поселень.

Урбанізація постає як соціально-територіальний процес, що фокусується на взаємозв'язку соціальних структур і територіального простору. Вона визначає умови розвитку міст, соціально-економічну мобільність населення, а також просторову організацію культурних і економічних осередків [13,14,15]. Урбанізація є найважливішою стороною розвитку суспільства, поняття урбанізація націлене певний його аспект. Урбанізація є проекцією всесвітньо-історичного процесу відтворення всього життя суспільства, його закономірностей на територію. Урбанізація – це суспільство, розглянуте з погляду його соціально-територіальних закономірностей, тобто. у ракурсах виникнення, розвитку та зняття соціально та культурно значимих територіально закріплених відмінностях між містом та селом., центрами та периферією як у суспільстві в цілому, так і в містах та агломераціях. Саме закономірності урбанізації дозволяють розкрити соціальну природу міст як форму розселення та закономірності динаміки якості міського середовища. Та обставина, що будь-яке виникнення інновацій, кожен крок прогресу носить осередковий характер, неминуче призводить до появи територіально-локалізованих фокусів діяльності, центрів щодо більш ефективного виробництва, науки та мистецтва, де суспільство, навколишня територія концентрує умови, соціокультурні потенції на формуванні вищих та найбільш творчих. Міське середовище є по суті місто, але взятий з погляду життєдіяльності людини в ракурсі розгляду міста не в його власної цілісності, а у зв'язку з прагненням особистості адаптуватися до середовища, відтворювати, підтримувати та зберігати його. Міста є територіальною концентрацією безлічі різнобічних форм діяльності. Вони є своєрідними фокусами урбанізованого процесу, точками зростання суспільства. Вони виникає ефект з'єднання безлічі різних форм діяльності. Специфіку міського середовища можна зрозуміти при розгляді міста як форми та результату урбанізації [16, 17]. Місто як форма просторової організації суспільства відіграє роль фокуса творчих сил і соціальної енергії. Урбанізоване середовище включає не тільки інфраструктуру, а й соціальні механізми відтворення життєдіяльності особистості. Саме тому необхідно враховувати

динаміку змін у міському середовищі через призму потреб людини та соціокультурних процесів. Урбанізована середовище, як і міська, включає форми відкритого громадського простору, що виступає таким, що формує суспільний зміст і тому надає на нього певний вплив. Звідси зростаюча важливість відкритих суспільних просторів та підвищення їхньої якості.

Роль відкритих громадських просторів у якості міського життя. Особливу увагу у визначенні якості міського середовища слід приділяти відкритим суспільним просторам – площам, паркам, скверам, вулицям, які формують соціальну взаємодію та просторову ідентичність мешканців [3, 4, 10, 12, 16]. Вони є маркерами рівня відкритості суспільства, його культурного та екологічного розвитку. Відкриті суспільні простори повинні розглядатися на основі обліку реальності умов життя в місті, що визначаються всім попереднім розвитком, за певними параметрами [11]. Сам перелік цих параметрів має конкретний історичний характер. Розробка системи таких параметрів, а також кількісна оцінка кожного з них дозволяють зіставити якість різних міст між собою. Можна порівняти, наприклад, житлову забезпеченість у різних соціальних умовах та у різних епохах. Однак цінність такого порівняння може свідчити лише про відмінності в об'єктивних характеристиках, але не дає уявлення про те, як оцінюється якість відкритих суспільних просторів самими зацікавленими людьми, тими, хто змушений до неї пристосовуватися, і одночасно тими, хто її відтворює, а також про те, як задоволені потреби. Наприклад, сам собою рівень забруднення середовища для мешканців саме цього міста, оцінку середовища населенням та їх націленість у зв'язку з цим на активну діяльність із зниження забруднення. Отже, чистоту якості відкритих громадських просторів можна зрозуміти не як предметну характеристику міста, а лише в єдності з ставленням людей до навколишнього середовища, з розвитком самих критеріїв, на основі яких різні верстви населення виділяють різні параметри міського середовища і, по-різному впливають на них. При вивченні якості життя в містах слід пильну увагу приділяти історичному характеру потреб людей. В історії досить прикладів, коли люди переїжджають у міста і віддають перевагу міському середовищу сільському навіть тоді, коли гігієнічні умови в них були значно гіршими, ніж у місцевості, що залишається. З цього випливає, що вимоги до міського середовища, що історично склалися, до його якості не є результатом суто біологічних потреб, навіть потреб у збереженні здоров'я, але є складним результатом розвитку соціальних і культурних процесів.

Потреби – результат складних протиріч розвитку суспільства. Вони знаходять своє безпосереднє втілення у культурі, у розвитку мети та цінностей. Потреби, втілені у культурі, самі стають істотними чинниками, визначальними

дії людей, котрі освоїли культуру. Саме тому культура, накопичений напрацьований зміст безпосередньо спрямовують підйом виробництва, підвищення соціальної та виробничої активності тощо [8]. Фіксована у культурі потреба може у різних формах. Людина відчуває потребу серед певного типу, за певних умов життєдіяльності [6]. Він може мати потребу у розвитку цілей. Він може відчувати потребу у розвитку самої діяльності. Всі ці потреби у тій чи іншій формі фіксуються у культурі. Культура постає як характеристика самої людини, заходи її розвитку як суб'єкт діяльності. Аналіз специфіки відкритих громадських просторів, вимог до них суспільства, різні соціальних груп робить необхідним розгляд які у культурі відношення до довкілля, так і до її якості. При цьому культуру слід розглядати у певному ракурсі, щодо її відношення до відкритих громадських просторів, до території. Розвиток урбанізованої культури становить невід'ємний елемент урбанізації, соціально-територіальних закономірностей суспільства. У своєму ставленні до відкритих громадських просторів людина завжди окреслює ареал, масштаб якого визначається масштабами відтворення життєдіяльності суспільного суб'єкта. Цей процес має не лише територіальний характер. Він включає виділення певних якісних параметрів відповідно до минулого досвіду, потреб і традицій, цілей і цінностей, сконцентрованих у культурі [8]. Різноманітність відкритих суспільних просторів відкриває для особистості можливість формувати свій ареал відповідно до своїх потреб, відповідно до потреб своєї соціальної групи. Тим самим люди формують умови власного відтворення. Сама собою можливість вибору елементів ареалу, його формування визначаються загальними соціально-економічними умовами суспільства, що має у кожному даному випадку спеціально досліджуватися.

Окреслюючи межі свого ареалу, городянин цим визначає територію своєї безпосередньої життєдіяльності, бере участь у формуванні механізму її відтворення. Якість середовища ареалу, його культура, соціально-економічний потенціал є важливими чинниками ефективності відтворення людини. Аналіз розвитку урбанізованої культури допомагає усвідомити, що якість навколишнього середовища може бути зрозумілою у єдності потреб до середовища та реальних параметрів цього середовища. Система параметрів відкритих громадських просторів повинна розглядатися одночасно як продукт зусиль людей, спрямованих на відтворення суспільства, і як результат відтворювальної діяльності специфіки фіксованих у культурі потреб людей. Якість відкритих громадських просторів визначається не лише фізичними параметрами, а й ставленням до них населення, рівнем задоволення потреб і можливістю участі в їх формуванні. Урахування історичної, культурної та

соціальної специфіки кожної території є необхідною умовою ефективного соціального планування [18].

Висновки: В ході дослідження встановлено, що якість міського середовища є інтегральним показником, що поєднує фізичні, соціальні, культурні та екологічні характеристики.

В дослідженні доведено, що розвиток міста має відбуватися на засадах поєднання технічної та екологічної парадигм, що забезпечить комплексний підхід до урбаністичного планування.

У статті доведено, що урбанізація розкриває соціальну природу міського середовища, вказуючи на необхідність врахування територіальних особливостей у розробці стратегій розвитку.

На сьогодні маємо, що відкриті громадські простори повинні стати об'єктом соціального проєктування, оскільки вони мають вирішальне значення для якості життя міського населення.

Список джерел:

1. Безлюбченко О.С., Гордієнко С.М., Завальний О.В. Планування міст і транспорт. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 271 с.
2. Гайко Ю.І., Жидкова Т.В. Проблеми та перспективи розвитку житлової забудови в умовах комплексної реконструкції міста: монографія – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – 247 с. ISBN 978-966-695-477-3.
3. Гелль Й. Міста для людей. – Львів: Вид. Старого Лева, 2018. - с.280.
4. Гусєв М. Фактори впливу на формування та розвиток відкритих публічних просторів міст. Архітектурний вісник КНУБА № 30-31, 2024 р.
5. Жмурко Ю.В., Коптєва Г.Л., Панова Л.П., Шубович С.О. Конспект лекцій з курсу «Композиція». – Х.: ХНАМГ, 2011. – 51 с.
6. Кузик І.Р. Роль комплексної зеленої зони міста у функціонуванні урбоекосистеми Тернополя. Сучасні проблеми урбоекосистем: збірник мат-в Міжнар. наук.-практ. конференції 1-2 жовтня 2020 р., Кам'янець-Подільський) / ТОВ Друк. «Рута», 2020. С. 144-148.
7. Колоша М.С. Інтегрований метод формування міського простору – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дис. на здобуття наук. ступеня доктора філософії за спец. 192 – Будівництво та цивільна інженерія – ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, Харків, 2023.
8. Кюнцлі Р.В., Степанюк А.В. Історія української культури. Навчальний посібник – Львів: НВФ «Українські технології», 2011. – 304 с.
9. Ладигіна І.В., Дубіна Н.Г. Особливості сучасного розвитку ландшафтної архітектури в Україні/Науковий вісник будівництва. - 2019. - Т. 95, № 1. - С. 57-67.
10. Лендрі Ч. Креативне містотворення: його сила і можливості. Фоліо, 2020, 252 с.
11. Панова Л.П. Теорія систем і архітектура – Харків: ХНАМГ, 2007. – 175 с.
12. Посацький Б.С., Король Є.І., Кознарська Г.Є. Архітектурний образ міста. Навчальний посібник. Львів: Вид. Львівська політехніка, 2019. - 140 с.
13. Семенов В.Т., Линник І. Е. Проектування міських територій: підручник – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 449 с.
14. Сьомка С.В. Основи дизайну архітектурного середовища: підручник. Київ: Видав. Ліра-К., 2020. - 480 с.

15. Тимохін В.О. Архітектура міського розвитку. 7 книг з теорії містобудування. – К.: КНУБА, 2008. – 629 с.

16. Флорида Р. Криза урбанізму. Чому міста роблять нас нещасними», «Наш Формат». Київ, 2019. – 232 с.

17. Ходж С. Коротка історія архітектури. Стилі, будівлі, елементи, матеріали. Вид. Старого Лева., 2024. - с.232.

18. Чепелик, В. Архітектурне середовище міста як візуальний текст. // Архітектурний вісник, №2, 2020, с. 45–51.

Olga Chvyrova,
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine

SOCIAL-ECOLOGICAL APPROACH AS A LAW OF DYNAMICS OF URBAN ENVIRONMENTAL QUALITY

The article examines the problems of the quality of the urban environment through the prism of social and environmental planning. A comparative analysis of the technical and environmental paradigms of urban development is carried out, the importance of urbanization in the formation of socio-cultural characteristics of the urban environment is substantiated. Urbanization is the most important aspect of the development of society, the concept of urbanization is aimed at a certain aspect of it. Urbanization is a projection of the world-historical process of reproducing the entire life of society, its laws onto the territory. Urbanization is a society considered from the point of view of its socio-territorial laws, that is, in the perspectives of the emergence, development and elimination of socially and culturally significant territorially fixed differences between the city and the countryside, centers and the periphery both in society as a whole and in cities and agglomerations. It is the laws of urbanization that allow us to reveal the social nature of cities as a form of settlement and the laws of the dynamics of the quality of the urban environment. The article notes that the diversity of open public spaces opens up the opportunity for an individual to shape their area in accordance with their needs, in accordance with the needs of their social group. Thus, people shape the conditions of their own reproduction. The very possibility of choosing the elements of the area, its formation is determined by the general socio-economic conditions of society, which should be specially studied in each given case. By outlining the boundaries of their area, a citizen thereby determines the territory of his direct life activity, participates in the formation of the mechanism of its reproduction. The quality of the area's environment, its culture, socio-economic potential are important factors in the effectiveness of human reproduction. An analysis of the development of urbanized culture helps to realize that the quality of the environment can be understood in the unity of needs for the environment and the real parameters of this environment. The

role of open public spaces in ensuring the quality of life of the population is highlighted and the socio-cultural parameters that influence their assessment by city residents are outlined.

Keywords: urban environment; quality of life; urbanization; social planning; ecological paradigm; infrastructure; open public spaces; city culture.

REFERENCES:

1. Bezlyubchenko O.S., Hordiyenko S.M., Zaval′nyy O.V. (2021) Planuvannya mist i transport. [City planning and transport] Kharkiv. nats. un-t mis′k. hosp-va im. O.M. Beketova. – Kh.: KHNUMH im. O.M. Beketova. – 271 p. {in Ukrainian}

2. Hayko YU.I., Zhydkova T.V. (2019) Problemy ta perspektyvy rozvytku zhytlovoyi zabudovy v umovakh kompleksnoyi rekonstruktsiyi mista: monohrafiya [Problems and prospects of housing development in the context of comprehensive reconstruction of the city] – Kharkiv: KHNUMH im. O.M. Beketova. – 247 p. {in Ukrainian}

3. Gell′ Y. (2018). Mista dlya lyudey. [Cities for people] – L′viv: Vyd. Staroho Leva. – 280 p. {in Ukrainian}

4.Husyev M. (2024) Faktory vplyvu na formuvannya ta rozvytok vidkrytykh publichnykh prostoriv mist. [Factors influencing the formation and development of open public spaces of cities.] Arkhitekturnyy visnyk KNUBA № 30-31, {in Ukrainian}

5. Zhmurko YU.V. Koptyeva H.L., Panova L.P., Shubovych S.O.; (2011) Konspekt lektsiy z kursu «Kompozytsiya» [Summary of lectures on the course “Composition”.] – KHNAMH im. O.M. Beketova. – 51 p. Kh. {in Ukrainian}

6. Kuzyk I.R. (2020) Rol′ kompleksnoyi zelenoyi zony mista u funktsionuvanni urboekosystemy Ternopolya. Suchasni problemy urboekosystem. [The role of the city's complex green zone in the functioning of the urban ecosystem of Ternopil. Modern problems of urban ecosystems] zbirnyk mat-v Mizhnar. nauk.-prakt. konferentsiyi 1-2 zhovtnya 2020 r., Kam″yanets′-Podil′s′kyy) / TOV «Drukarnya «Ruta». – P. 144-148. {in Ukrainian}

7.Kolosha M.S. (2023) Intehrovanyy metod formuvannya mis′koho prostoru [Integrated method of urban space formation] – Kvalifikatsiyna naukova pratsya na pravakh rukopysu. Dys. na zdobuttya nauk. stupenya doktora filosofiyi za spets. 192 — Budivnytstvo ta tsyvil′na inzheneriya – KHNAMH im. O.M. Beketova, Kh. {in Ukrainian}

8. Kyuntsli R.V., Stepanyuk A.V. (2011) Istoriya ukrayins′koyi kul′tury. [History of Ukrainian culture.] – L′viv: NVF «Ukrayins′ki tekhnolohiyi». – 304 p. {in Ukrainian}

9. Ladyhina I.V., Dubina N.H. (2019) Osoblyvosti suchasnoho rozvytku landshaftnoyi arkhitektury v Ukrayini [Features of the modern development of landscape architecture in Ukraine] / Naukovyy visnyk budivnytstva. - Vol. 95, No. 1. - P. 57-67. {in Ukrainian}

10. Lendri CH. (2020) Kreatyvne mistotvorennya: yoho syla i mozhlyvosti. [Creative urban development: its power and possibilities] Folio. - 252 p. {in Ukrainian}

11. Panova L.P. (2007) Teoriya system i arkhitektura. [Theory of systems and architecture] – Kharkiv: KHNAMH im. O.M.Beketova. – 175 p. {in Ukrainian}

12. Posats′kyy B.S., Korol′ YE.I., Koznars′ka H.YE. (2019) Arkhitekturnyy obraz mista. [Architectural image of the city] L′viv: Vyd. L′vivs′koyi politekhniky. – 140 p. {in Ukrainian}

13. Semenov V.T., Lynnyk I. E. (2018) Proektuvannya mis′kykh terytoriy [Design of urban areas] – Xarkiv: KHNUMH im. O. M. Beketova. – 449 p. {in Ukrainian}

14. S′omka S.V. (2020) Osnovy dyzaynu arkhitekturnoho seredovyshcha. K.: Vydav. Lira-K. – 480 p. {in Ukrainian}

15. Tymokhin V.O. (2008) Arkhitektura mis′koho rozvytku. [Architecture of urban development.] – K.: KNUBA. – 629 p. {in Ukrainian}

16. Floryda R. (2019) Kryza urbanizmu. Chomu mista roblyat′ nas neshchasnymy, [The crisis of urbanism. Why cities make us unhappy] «Nash Format». Kyyiv. – 232 p. {in Ukrainian}

17. Khodzh S. (2024) Korotka istoriya arkhitektury. Styli, budivli, elementy, materialy. [A Short History of Architecture. Styles, Buildings, Elements, Materials] Vyd. Staroho Leva. – 232 p. {in Ukrainian}

18. Chepelyk, V. (2020) Arkhitekturne seredovyshche mista yak vizual′nyy tekst. [The Architectural Environment of the City as a Visual Text] // Arkhitekturnyy visnyk, №2. P.45–51. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.260-269
УДК 711.16

д.арх., професор **Шебек Н.М.,**
shebek.nm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6038-3945,
Майєр В.Р.,
E-mail maiier_vr@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0003-8260-8078,
Київського національного університету будівництва і архітектури,

ТРИВИМІРНІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ МІСТ

Досліджено технології тривимірного геоінформаційного моделювання міст. Розглянуто динаміку поступового ускладнення міських геоінформаційних моделей. Охарактеризовано особливості розуміння поняття «семантики» в геоінформаційному моделюванні. Здійснено порівняльний аналіз різновидів просторово-семантичних моделей. Описано їх структуру, способи створення та формати.

Ключові слова: тривимірне геоінформаційне моделювання міст, просторово-семантичні моделі, міське середовище.

Постановка проблеми. В наш час інформаційні технології отримали надзвичайно широке використання в містобудуванні. Найважливішою технологією можна з упевненістю назвати геоінформаційні системи (ГІС), адже саме без неї вже практично не обходиться процес містобудівного проєктування у всьому світі, і в Україні зокрема. Стрімкий розвиток обчислювальної техніки та програмного забезпечення ГІС (разом з запитом проєктувальників не лише в площинному (2D), але й просторовому (3D) відображенні міського середовища) призвів до виникнення тривимірних геоінформаційних моделей міст. Цей напрям розвивався паралельно з 3D CAD моделями, але відрізнявся можливістю додавати різноманітну атрибутивну інформацію, хоча основним призначенням більшості 3D міських моделей на початку була візуалізація.

Ще в XIX ст. Камілло Зітте у книзі «Планування міста за художніми принципами» (1889 р.) наголошував на тому, що планувальники повинні враховувати тривимірну міську форму. Нині ж загальноприйнятою є парадигма «містобудівник розглядає саме середовище міського простору як головний об’єкт». Порівняно з традиційними застосуваннями ГІС у плануванні міст, просторовий аналіз на основі 3D-моделей міста буде більш значущим для міського дизайнера, адже надає нові можливості в сферах: аналізу фізичної якості міського простору (умови інсоляції, вітрові, шумові, теплові, сонячна освітленість, забрудненість), аналізу візуальної якості (сприйняття) простору та структурного (функціонального) аналізу міського простору [1].

Просторово-семантичне (3D) моделювання – методи моделювання, створення та аналізу тривимірних зображень фізичних об'єктів міського середовища. Семантичні тривимірні моделі міст – це віртуальні моделі міського середовища, тобто набори даних, що представляють сутності фізичної реальності, такі як будівлі, вулиці, дерева, мости та рельєф [2].

Тривимірні геоінформаційні моделі міст все частіше використовуються в світі не лише з метою візуалізації. Додані до моделі негеометричні (різноманітні статистичні та довідкові) дані можуть бути пов'язані з міськими геометричними об'єктами (такими як будівлі чи вулиці), що їх можна представити та візуалізувати у 3D. Безумовно, така глибина моделей сприяє рішенням, зорієнтованим на сталий розвиток і є обов'язковим компонентом концепції «розумного міста».

Отже, значний потенціал покращення якості містобудівного проектування при застосуванні технології тривимірних геоінформаційних міських моделей був від початку очевидний для науковців та проєктувальників, що підтверджується і створенням нових інструментів, функціонуючих за цим принципом [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Тривимірні геоінформаційні моделі є об'єктом наукових досліджень з моменту їх появи, а постійне оновлення їх можливостей зберігає цю тенденцію. На початку XX ст. піднімалися питання потенціалу міських 3D моделей для просторового аналізу [1], була створена концепція тривимірного кадастру [4], створювались нові, спеціалізовані, стандарти [5] та програми [6]. Важливими роботами, що присвячені огляду технології є доповідь "3D city models and urban information: Current issues and perspectives: European COST action TU0801" [3] та стаття "Applications of 3D City Models: State of the Art Review" [7]. Концепція рівня деталізації розглянута в дисертації Filip Biljecki "Level of detail in 3D city models" [8]. Оцінці можливостей застосування таких моделей та спеціальних модулей для досягнення сталого розвитку міст присвячена дисертація Rita Inês Prior Costa Pardal Filipe "Modeling smart cities with CITYGML" [9]. Інформаційні, в тому числі тривимірні, моделі міського середовища досліджено в дисертації М. С. Успенського «Моделювання міського середовища як системи в інформаційному забезпеченні архітектурного проектування» [10].

Провідними науково-технічними центрами в області технологій міських 3D моделей є група "3D geoinformation" Делфтського технічного університету та кафедра геоінформатики Мюнхенського технічного університету, втім роботи з дослідження та розробки технологій тривимірних міських моделей проводяться установами у всьому світі. Так, в Японії ведуться роботи над технологією "I-urban revitalization", що базується на CITYGML-технолоогії і

дозволяє візуалізовувати статистичну інформацію, чим полегшує прийняття планувальних рішень [11].

Ця стаття має увійти до серії публікацій, присвячених аналізу прогресивних методів геоінформаційного моделювання містобудівних об'єктів та перспектив їх практичного використання в процесі повоєнної відбудови України.

Мета публікації полягає в дослідженні основних етапів еволюції міських геоінформаційних моделей, їх різновидів і можливостей для опису і прогнозування процесів трансформації існуючих населених пунктів.

Основна частина.

Етапи становлення міських геоінформаційних моделей - 2D, 2.5D, 3D

На ранніх етапах розвитку (др. пол. XX ст.) геоінформаційні моделі міст базувались на картографічній основі (2D моделі) і тому не могли надавати проєктувальнику повну інформацію про об'єкт дослідження (наприклад, недостатня наочність об'ємно-просторової композиції забудови). У двовимірному представленні координати виключно планіметричні.

2.5D моделі функціонують за принципом відповідності тільки однієї висоти для кожної планіметричної координати (система, використовувана, наприклад, в моделях ландшафту).

Просторовий аналіз міста на основі 3D моделей є більш змістовним для проєктувальника, саме тому з розвитком комп'ютерної техніки поширились тривимірні моделі [1]. Значний інтерес до тривимірних міських моделей з'явився на початку XXI ст., зокрема в питаннях просторового аналізу, 3D кадастру, появи нових програмних засобів і стандартів [1, 4, 5, 6]. У 3D моделі можна описати кілька точок з різними висотами та однаковими планіметричними координатами (наприклад, на стіні або коли міст перетинає річку).

Комбінація 2,5D і 3D об'єктів та різних рівнів деталізації даних може призводити до проблем сумісності – особливо коли одночасно використовуються різнорідні джерела даних (наприклад, дані про місцевість, будівлі, дорожні мережі та карту водних ресурсів) [3].

Поняття «семантики» в геоінформаційному моделюванні та різновиди просторово-семантичних моделей

Тривимірні геоінформаційні моделі міст називають семантичними, тому що вони окрім власне цифрової копії міського середовища містять додаткову інформацію про фізичні об'єкти, з яких це середовище створене.

Особливості застосування поняття «семантики» в геоінформаційному моделюванні пояснюється в доповіді "3D City Models and urban information: Current issues and perspectives European COST Action TU0801": *«у глобальному*

масштабі слово семантика використовується для позначення вдосконалення інформаційної системи шляхом надання інформації в більш чіткій формі, особливо щодо сенсу речей». Втім, існують відмінні інтерпретації терміну. (1) Семантика як противага геометрії та зображенням. На ранніх етапах розвитку семантичного моделювання до геометричних параметрів просторових об'єктів почали додавати атрибутивні дані, наприклад, кількість рядів руху на дорозі. Тобто збагачення просторових даних семантикою інтерпретується як надання явних на рівні даних особливостей, а також їх природи та властивостей, відмінних від просторових. (2) Семантика як формальний зв'язок з дійсністю (природо-орієнтована семантика). Семантика як питання інтеграції різнорідних даних (системних, синтаксичних та структурних). Системна семантика забезпечує функціонування моделі, а взаємодія синтаксису та структури охоплює представлення даних, форматування моделі, неоднорідність просторових схем. Така взаємодія відображає значення об'єктів. Формалізація може вимагатися і на рівні інстанцій – таким чином моделі повинні підтримувати однозначне позначення об'єктів і місць у спосіб, який може зрозуміти як машина, так і людина. (3) Семантика як зв'язок із використанням (ціннісно-орієнтована семантика). Цей клас моделей описує девіз: «Значення – це використання». Набори даних мають відрізнятися в залежності від сценарію, для якого вони створюються, і питань, на які вони мають відповідати. Наприклад, в контексті прогнозування вогневих катастроф важливими будуть об'єкти: що горять (будівлі), не горять (укриття), сприяють гасінню пожежі (водойми та гідранти) [3].

На цій основі сформувалися три різновиди тривимірних геоінформаційних моделей міст – (1) ті, що можуть зберігати геометричну і атрибутивну інформацію, (2) ті, що здатні інтегрувати різнорідні набори даних (системних, синтаксичних та структурних), (3) ті, що спроможні встановлювати зв'язок між наборами даних та їх передбачуваним використанням.

Структура, способи створення і формати тривимірних ГІС моделей

В доповіді «3D City Models and urban information: Current issues and perspectives European COST Action TU0801» поняттю «3D city model» надається два значення: (1) модель являє собою «тривимірне зображення людини, предмета, запропонованої структури або будь-чого іншого, як правило, у меншому масштабі, ніж оригінальний» та (2) модель виступає як «спрощений опис, особливо математичний, системи або процесу, який полегшує обчислення і прогнози». Подібно до звичної ГІС-моделі, семантична 3D-модель міста утворюється шляхом поєднання двох компонент: геометричних та семантичних даних. Чим більше інформації містить модель, тим більш якісне і варіативне її використання. Одночасно, більше інформації призводить до проблеми

узгодженості даних та потенційних конфліктів між атрибутами та зв'язками, тож побудова та оновлення інформації також стає складним завданням. Рішенням є типізація об'єктів до опису (через діаграму класів UML, формальну логічну онтологію (наприклад, в OWL), схеми бази даних, схеми XML тощо) [3].

Семантична 3D-модель міста може бути згенерована автоматично або створена вручну. На сьогодні багато місцевих влад в країнах ЄС вже додали 3D-моделі міст до локальних інфраструктур даних з метою планування розвитку, а також для здійснення аналітичних досліджень у сфері транспорту, логістики, енергетики, клімату, якості повітря, поширення пожеж, охорони здоров'я та громадської безпеки. Створення детальних моделей вручну надзвичайно трудомістке, тому активно використовується зондування та автоматична генерація геометричної складової моделі (методи, засновані на фотограмметрії, активних датчиках, гібридних сенсорах тощо) [3]. Нині відбуваються спроби імплементації технології Штучного Інтелекту в процес автоматичної генерації моделей [13].

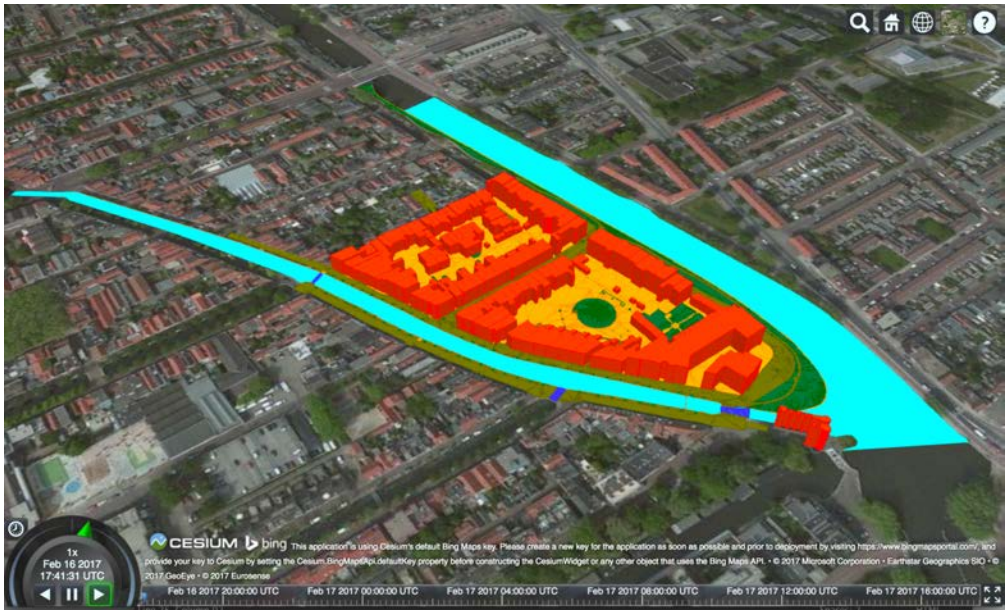


Рис. 1. 3D-модель фрагмента міста Делфт, Нідерланди, відтворена поверх Cesium у форматі KML/COLLADA [9]

Для функціонування семантичних 3D-моделей міста було розроблено декілька форматів, зокрема це стандарти 3D-комп'ютерної графіки, такі як X3D, VRML або COLLADA, і стандарти геовізуалізації, такі як KML, допомагають ефективно та гарно візуалізувати 3D-моделі та взаємодіяти з ними. Обидва стандарти дозволяють і геоприв'язування за допомогою координат, і обмін семантичною інформацією. CityGML слід вважати розширеним вихідним форматом, з якого можна легко отримати X3D або KML

[3], він же є основним стандартом для збереження та обміну 3D моделями міст [12].

Таблиця 1

Формати 3D-моделей міст (за Томасом Кольбе) [24]

	X3D	COLLADA	KML	Shape	CityGML	IFC	DXF
Загального призначення/ Інформаційна модель	ЗП	ЗП	ЗП	ЗП	ІМ	ІМ	ЗП
3D геометрія	+	+	*	*	+	++	*
Геоприв'язка	+	*	*	+	++	*	
Зовнішній вигляд	++	++	*		+	*	
3D топологія	*	*			+	+	
Семантика	*	*	*	*	++	++	
Рівні деталізації	+	+	*		++	*	
Посилання/вбудовування	+	++	++		++		
Розширюваність	+	++	+		++	*	
Швидка візуалізація	++	++	+	+	+	*/+	+

*Умовні позначення: * – базові можливості; + – покращені можливості; ++ – вичерпні можливості; порожня чарунка – відсутність можливостей*

На сьогодні, перед технологією просторово-семантичного моделювання міст постають наступні виклики: Узгодженість між незалежно обробленими моделями (геометрична та форматна неузгодженість може призвести до помилок в результаті), стандартизація (обмеженість програмної підтримки різних сценаріїв використання), якість даних (геометричні помилки, що непомітні проєктантам, але проблемні для програм), сумісність даних (міжформатне перетворення залишається складним через різницю семантики), ведення та управління даними, від утопічних пілотних проєктів до реальних випадків застосування (державні організації часто не вміють розробити стратегії оновлення моделей) [12].

Станом на сьогодні, тривимірні геоінформційні моделі не поширені в Україні. Втім, дослідження технологій тривимірних міських моделей з формулюванням вимог до них (для виконання конкретних завдань містобудівного проєктування) дозволило б здійснювати вибір та розщирило б можливості партисипативного проєктування, а також сприяло б впровадженню в містобудівний кадастр більш сучасних стандартів та програмних рішень.

Висновки.

Тривимірні геоінформаційні моделі міст є результатом еволюції геоінформаційних систем. Їх перевагою є збереження інформативності ГІС та надання містобудівнику покращеної візуалізації міського середовища. 2.5D модель займають проміжне місце між дво- та тривимірними моделями і характеризується відповідністю лише однієї висоти для кожної планіметричної координати. 3D моделі можуть мати кілька позначок висоти для однієї й тієї ж планіметричної координати. Різні версії таких моделей можуть зберігати (1) всю не геометричну інформацію, (2) інтегрувати різнорідні набори даних (системних, синтаксичних та структурних) (природо-орієнтована семантика) або (3) встановлювати зв'язок даних з їх передбачуваним використанням (ціннісно-орієнтована семантика). Тривимірні геоінформаційні моделі можуть містити тривимірне зображення об’єкту або ж спрощений опис процесів, що розгортаються в міському середовищі. 3D моделі можуть створюватись вручну або генеруватись автоматично. Серед основних форматів, що застосовуються у 3D-моделях міст – X3D, COLLADA, KML, Shape, CityGML, IFC та, в окремих випадках, – DXF. Наразі тривимірні геоінформційні моделі не є поширеними в українській проєктній практиці. Разом з тим, їх застосування може: (1) значно збільшити наповненість і зручність містобудівних кадастрів, (2) надати проєктувальникам кращі можливості просторового аналізу та оцінки проєктних пропозицій. Особливо корисними такі моделі можуть бути на місцевому рівні, при роботі з ділянками міського середовища, що мають складні умови чи зазнали руйнувань внаслідок воєнної агресії рф. Окрім можливості обрати проєктне рішення, яке найкращим чином забезпечить сталий розвиток проєктованого містобудівного утворення, застосування 3D моделей полегшить безпосередню участь містян в проєктуванні та управлінні містом.

Список джерел

1. Zhang X., Zhu Q., Wang J. 3D City Models Based Spatial Analysis to Urban Design. *Geographic Information Sciences*. 2004. **10:1**, 82-86. https://doi.org/10.1080/10824000409480658.

2. Kolbe T. H., Donaubauer A. *Semantic 3D City Modeling and BIM. Urban Informatics.* The Urban Book Series 2021. 609 - 636. P. 941. ISBN 978-981-15-8982-9. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8983-6.

3. Billen R. et al. 3D city models and urban information: Current issues and perspectives: European COST action TU0801. Les Ulis, 2014. P. 118. https://doi.org/10.1051/TU0801/201400001.

4. Stoter J. E. 3D Cadastre: PhD thesis. Delft University of Technology. Delft, 2004. P. 344. URL: https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/313522097/stoter.pdf. (дата звернення: 26.02.2025)

5. 3D City Database Development history. Welcome to 3D City Database User Manual! 3DCityDB Team Revision 3cde3a79. 2019. URL: https://3dcitydb-docs.readthedocs.io/en/release-v4.3.0/overview/history.html (дата звернення: 26.02.2025)

6. Moloney J., Van Maren G. K2vi-UD: integrating virtual reality, environmental

analysis and cultural data for urban design. *The Architectural Science Association.* 2001. URL: https://archscience.org/paper/k2vi-ud-integrating-virtual-reality-environmental-analysis-and-cultural-data-for-urban-design/. (дата звернення: 26.02.2025)

7. Biljecki F., Stoter J., Ledoux H., Zlatanova S., Çöltekin A. Applications of 3D City Models: State of the Art Review. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2015, **4(4)**, 2842-2889. URL: https://www.mdpi.com/2220-9964/4/4/2842. (дата звернення: 26.02.2025)

8. Biljecki F. Level of detail in 3D city models: PhD thesis. Delft University of Technology. Delft, 2017. P. 353. https://doi.org/10.4233/uuid:f12931b7-5113-47ef-bfd4-688aae3be248. (дата звернення: 26.02.2025)

9. Rita Inês Prior Costa Pardal Filipe, PhD thesis Modelling smart cities with CITYGML: PhD thesis. Lisboa, 2019. P. 98. URL: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/281870113704942/Modelling%20Cities%20with%20CityGML%20-%20Extended%20Abstract.pdf. (дата звернення: 26.02.2025)

10. Успенський М. С. Моделювання міського середовища як системи в інформаційному забезпеченні архітектурного проектування: автореф. дис ... канд. архітектури: 18.00.01, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро, 2019. 24 с., 0419U003570. URL: https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0419U003570/. (дата звернення: 26.02.2025)

11. Akahoshi K., Ishimaru N., Kurokawa C., Tanaka Y., Oishi T., Kutzner T., Kolbe T. H. I-urban revitalization: conceptual modeling, implementation, and visualization towards sustainable urban planning using CITYGML., *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* 2020. 4. Pp.179–186. https://doi.org/10.5194/isprs-annals-V-4-2020-179-2020.

12. Stoter J. E., Arroyo Ohori G. A. K., Dukai B., Labetski A., Kavisha K., Vitalis S., & Ledoux H. State of the Art in 3D City Modelling: Six Challenges Facing 3D Data as a Platform. *GIM International: the worldwide magazine for geomatics.* 2020. 34. URL: https://www.gim-international.com/content/article/state-of-the-art-in-3d-city-modelling-2. (дата звернення: 26.02.2025)

13. Eijgenstein C.A Deep Learning Approach to Enhance 3D City Models. *Medium*. 2020. URL: https://medium.com/@chrise96/a-deep-learning-approach-to-enhance-3d-city-models-caba7b2073d6. (дата звернення: 26.02.2025)

Doctor of Architecture, Professor **Nadiia Shebek**,
PhD. Student **Valerii Mayer**,
Kiev National University of Construction and Architecture

THREE-DIMENSIONAL GEO-INFORMATIC CITY MODELS

This article is dedicated to the study of technologies of three-dimensional geoinformation modelling of cities and their parts. The definitions of spatial-semantic modelling and semantic three-dimensional models of cities are given. A brief review of recent research and the most important publications in this area is provided (regarding the history of the development of the field, the opportunities that the technology provides to designers today and the future prospects of three-dimensional geoinformation modelling of cities). The article describes the reasons and dynamics of the progressive complexity of urban geoinformation models, with their transition from 2D models to 2.5D models and 3D models. The particularities of the concept of

“semantics” in geographic information modelling interpretation are described (semantics as a counterweight to the geometrical component, semantics as a formal connection with reality (nature-oriented semantics), semantics as a connection with use (value-oriented semantics). Two main meanings that can be given to the concept of ‘3D city model’ are given. The general structure of three-dimensional urban models (geometric and semantic components), methods of creating (manually or by the automatic generation) of such models, and the purposes for which local authorities in the EU add three-dimensional urban models to local data infrastructures are considered. A comparative analysis of the types (most common formats) of spatial semantic models (including: X3D, COLLADA, KML, Shape, CityGML, IFC, DXF) is presented. The main challenges facing the technology of spatial-semantic modelling today are outlined. The article suggests significant prospects for the application of three-dimensional geoinformation modelling technologies in Ukraine (in particular, in the areas of urban planning cadastres and design practice) and the expected positive impact on the post-war reconstruction of Ukrainian cities and sustainable development.

Keywords: three-dimensional geoinformation modelling of cities; spatio-semantic models; urban environment.

REFERENCES

1. Zhang, X., Zhu, Q., & Wang, J. (2004). 3D City Models Based Spatial Analysis to Urban Design. Geographic Information Sciences, 10(1), 82–86. https://doi.org/10.1080/10824000409480658. {in English}.

2. Kolbe, T.H., Donaubauer, A. (2021). Semantic 3D City Modeling and BIM. Urban Informatics. The Urban Book Series. 609 - 636. P. 941. ISBN 978-981-15-8982-9. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8983-6. {in English}.

3. Billen, R. et al. (2014). 3D city models and urban information: Current issues and perspectives: European COST action TU0801. Les Ulis. P. 118. https://doi.org/10.1051/TU0801/201400001. {in English}.

4. Stoter, J.E. (2004). 3D Cadastre: PhD thesis. Delft. Delft University of Technology. P. 344. URL: https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/313522097/stoter.pdf (application date: 26.02.2025). {in English}.

5. 3D City Database Development history. (2019). Welcome to 3D City Database User Manual! 3DCityDB Team Revision 3cde3a79. URL: https://3dcitydb-docs.readthedocs.io/en/release-v4.3.0/overview/history.html (application date: 26.02.2025). {in English}.

6. Moloney, J., Van Maren, G. (2001). K2vi-UD: integrating virtual reality, environmental analysis and cultural data for urban design. The Architectural Science

Association. URL: https://archscience.org/paper/k2vi-ud-integrating-virtual-reality-environmental-analysis-and-cultural-data-for-urban-design/ (application date: 26.02.2025). {in English}.

7. Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., Çöltekin, A. (2015). Applications of 3D City Models: State of the Art Review. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 4(4), 2842-2889. URL: https://www.mdpi.com/2220-9964/4/4/2842. (application date: 26.02.2025). {in English}.

8. Biljecki, F. Level of detail in 3D city models: PhD thesis. Delft University of Technology. Delft, 2017. P. 353. https://doi.org/10.4233/uuid:f12931b7-5113-47ef-bfd4-688aae3be248. (application date: 26.02.2025). {in English}.

9. Rita Inês Prior Costa Pardal Filipe. (2019). PhD thesis Modelling smart cities with CITYGML: PhD thesis. Lisboa. P. 98. URL: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/281870113704942/Modelling%20Cities%20with%20CityGML%20-%20Extended%20Abstract.pdf. (application date: 26.02.2025). {in English}.

10. Uspenskyi, M.S. (2019). Modeliuvannia miskoho seredovyshcha yak systemy v informatsiinomu zabezpechenni arkhitekturnoho proektuvannia [Modeling the urban environment as a system in information support for architectural design]: PhD thesis: 18.00.01, Prydniprovska derzhavna akademiia budivnytstva ta arkhitektury, Dnipro. P. 24. URL: https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0419U003570/. (application date: 26.02.2025.) {in Ukrainian}.

11. Akahoshi, K., Ishimaru, N., Kurokawa, C., Tanaka, Y., Oishi, T., Kutzner, T., Kolbe, T.H. (2020). I-urban revitalization: conceptual modeling, implementation, and visualization towards sustainable urban planning using CITYGML., ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. 4. Pp.179–186. https://doi.org/10.5194/isprs-annals-V-4-2020-179-2020. {in English}.

12. Stoter, J.E., Arroyo Ohori, G.A.K., Dukai, B., Labetski, A., Kavisha, K., Vitalis, S., & Ledoux, H. (2020). State of the Art in 3D City Modelling: Six Challenges Facing 3D Data as a Platform. GIM International: the worldwide magazine for geomatics. 34. URL: https://www.gim-international.com/content/article/state-of-the-art-in-3d-city-modelling-2. (application date: 26.02.2025). {in English}.

13. Eijgenstein, C. (2020). A Deep Learning Approach to Enhance 3D City Models. Medium. URL: https://medium.com/@chrise96/a-deep-learning-approach-to-enhance-3d-city-models-caba7b2073d6. (application date: 26.02.2025). {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.270-277
УДК 69: 658

Білов Ю.О.,
yurabella1@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2374-2632,
Запорізький національний університет

МАТЕМАТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У БУДІВНИЦТВІ

Розглядаються методи математичної оптимізації організаційних процесів у будівництві з урахуванням сучасних інформаційних технологій. Зокрема, аналізується застосування математичних моделей для покращення ефективності управлінських рішень, зниження ризиків і підвищення точності прогнозів, що стосуються ресурсного забезпечення, планування термінів виконання робіт і координації діяльності учасників будівельних проєктів. Метою цього дослідження є аналіз складності сучасних будівельних проєктів, виявлення основних організаційних проблем та розробка математичного інструментарію для оптимізації організаційних процесів у будівництві з використанням інформаційних систем. Окрему увагу приділено впровадженню інформаційних систем, як функціонал математичного інструментарію, що інтегрують дані про всі етапи будівництва. Це дозволяє оптимізувати взаємодію між учасниками проєкту, забезпечуючи точний облік ресурсів, контроль за термінами та зменшення витрат. Визначено, що математичний інструментарій алгоритмічно-критеріального моделювання параметричної оптимізації організаційних процесів у будівництві є діючим рішенням з комплексного балансування за всіма видами ресурсів, розрахунку термінів будівництва, скорочення виробничої собівартості, та кошторисної вартості об'єкта в цілому, у поєднанні з інформаційними технологіями дозволяє знизити вплив стохастичних факторів, підвищуючи стійкість будівельних процесів. Завдяки таким технологіям можливо не лише здійснювати планування та моніторинг у реальному часі, але й приймати більш обґрунтовані рішення на всіх етапах проєкту. Стаття також висвітлює конструювання математичного інструментарію та інформаційних систем в умовах сучасного будівництва, що дозволяє досягти більшої ефективності, економічної вигоди та високої якості виконання робіт.

Ключові слова: організація будівельних процесів; цифровізація; математичний інструментарій; оптимізація.

Постановка проблеми. Проблема, з якою стикається будівельна галузь, полягає в нестабільній політико-економічній ситуації в країні, що впливає на

динаміку зростання вартості будівельно-монтажних робіт, ускладнює будівельні проєкти та створює необхідність контролю за термінами їх реалізації.

Організація будівельного проєкту — це багатофазовий процес, який охоплює значну кількість учасників, етапів, ресурсів та управлінських рішень. Кожен проєкт є унікальним: від невеликих об'єктів до масштабних інфраструктурних ініціатив, він вимагає ретельної координації, гнучкого планування й чіткого розподілу відповідальності. Вимагає оптимального розподілу матеріально-трудових ресурсів у межах організації будівельного виробництва. Відсутність належного підходу до оптимізації ускладнює аналіз системи організаційних процесів [1,7,9].

Належне управління будівельним проєктом передбачає не лише планування етапів будівництва, а й ефективну координацію всіх учасників, своєчасне постачання матеріалів, контроль якості, термінів і бюджету. У реальних умовах, особливо при реалізації середніх та великих проєктів, виникає безліч складнощів, які суттєво впливають на хід будівництва й фінансові показники [12].

Саме тому виникає потреба у впровадженні сучасних інструментів, здатних об'єднати всі елементи управління в єдину цифрову систему, що базується на математичному інструментарії для оптимізації організаційних процесів у будівництві — зокрема через розробку ефективних алгоритмічно-критеріальних моделей параметричної оптимізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останнього десятиліття спостерігається активне зростання наукового інтересу до проблем цифровізації будівництва та впровадження сучасних інформаційних систем у процеси управління проєктами. Дослідники акцентують увагу на складності організаційної складової будівельних проєктів і необхідності систематизації завдань, пов'язаних з оптимізацією будівельних процесів.

У роботах українських авторів, зокрема таких як В.І. Анін, І.А. Арутюнян, Н.О. Данкевич, І.В. Іванова, В.О. Поколенко, А.В. Радкевич, Г.І. Терещенко, О.А. Тугай, закладено теоретичні основи оптимізації будівельного виробництва та визначено методологічний базис впровадження оптимізаційних моделей в організацію будівельних проєктів [1,4,5,9].

У низці публікацій (Journal of Construction Engineering and Management, Automation in Construction, Будівельне виробництво, Вісник КНУБА) наголошується на позитивному впливі впровадження ERP-систем на процес управління ресурсами, витратами, логістикою та документообігом у будівництві. Також розглядаються переваги мобільних та хмарних технологій, які дозволяють здійснювати управління будівництвом у режимі реального часу.

Аналіз робіт В.І. Ковальчука, М.О. Паламарчука та Т.Ю. Марченко вказує на актуальність дослідження цифрових рішень для оптимізації логістики, зниження витрат і підвищення якості контролю у великих інфраструктурних проєктах. Водночас, у публікаціях зазначається, що одним з головних бар'єрів на шляху цифрової трансформації будівельної галузі залишається опір змінам з боку персоналу, а також обмежена інтегрованість IT-систем між різними підрядниками [3,6].

Загалом, наукові джерела підтверджують, що використання інформаційних систем у будівництві сприяє підвищенню ефективності управлінських рішень, зниженню ризиків, а також оптимізації всіх основних процесів — від проєктування до здачі об'єкта в експлуатацію. Однак, подальші дослідження необхідні для оцінки впливу цифрових інструментів на конкретні види будівельних робіт, а також для розробки ефективних стратегій впровадження таких систем в умовах українського ринку.

Формулювання цілей. Тому запропоновано математичний інструментарій алгоритмічно-критеріального моделювання параметричної оптимізації організаційних процесів у будівництві, що забезпечує узгодженість між часовими показниками проєкту, матеріальними потоками та вартісними параметрами, а також сприяє автоматизації організаційно-технологічних процесів і впровадженню інтелектуальних систем моніторингу ресурсів.

Актуальність і новизна. Сучасне будівництво — це складна, багатогранна галузь, яка потребує високого рівня організації, точного планування й ефективного управління. У добу цифрової трансформації, коли технології стрімко проникають в усі сфери людської діяльності, будівельна галузь також зазнає суттєвих змін. Попри це, багато проєктів усе ще реалізуються із використанням застарілих підходів, що призводить до численних труднощів, затримок, перевитрат та зниження якості.

Будівельні проєкти, як правило, відзначаються високим рівнем складності, адже охоплюють безліч учасників — замовників, підрядників, субпідрядників, постачальників матеріалів, проектувальників, контролюючі органи тощо. Кожен з них має власні цілі, інтереси та зони відповідальності, і ефективна взаємодія між ними є критично важливою для успішної реалізації проєкту. Водночас, численні зміни, що відбуваються у процесі будівництва, вимагають гнучкості, прозорості та здатності оперативно реагувати на нові виклики.

На цьому тлі особливої актуальності набуває питання цифровізації будівництва та впровадження інформаційних систем управління. Ці інструменти дозволяють не лише автоматизувати рутинні процеси, а й покращити якість прийняття рішень, забезпечити ефективний контроль за

строками, витратами та ресурсами, а також знизити ризики помилок і зловживань [8,10,11].

Мета і методи досліджень. Метою цього дослідження є аналіз складності сучасних будівельних проєктів, виявлення основних організаційних проблем та розробка математичного інструментарію для оптимізації організаційних процесів у будівництві з використанням інформаційних систем.

Результати та їх обґрунтування. Проблема, з якою стикається будівельна галузь, полягає в нестабільній політико-економічній ситуації в країні, що впливає на динаміку зростання вартості будівельно-монтажних робіт, ускладнює будівельні проєкти та створює необхідність контролю за термінами їх реалізації.

Це вимагає оптимального розподілу матеріально-трудових ресурсів у межах організації будівельного виробництва. Відсутність належного підходу до оптимізації ускладнює аналіз системи організаційних процесів. Потреба в локальній стійкості та організаційних змінах вимагає розробки ефективного інструментарію алгоритмічно-критеріального моделювання параметричної оптимізації організаційних процесів у будівництві.

Сформульовано задачу оптимізації, яка визначає основні критерії для вдосконалення організаційних процесів будівельного виробництва в межах обраної стратегії. Це забезпечує ефективне управління всіма ресурсами, а також точний розрахунок термінів будівництва та введення об’єктів в експлуатацію. Оптимізація організаційних процесів враховує стохастичні фактори, що, за допомогою математичних методів, підвищує стійкість системи та сприяє досягненню цілей оптимізації.

Розрахунок вартості забезпечення об’єкту трудовитрат, та загальна вартість проекту взагалі:

$$Ci = r\sum(xr \cdot Cr + max(0, xr - Lr) \cdot d1r + max(0, Lr - xr) \cdot d2r + max(0, hi - hr) \cdot dtr) + (Hi \cdot S)$$

Опис змінних:

- x_r — обсяг ресурсу, необхідного для роботи
- C_r — вартість одиниці ресурсу
- L_r — обсяг ресурсу на складі
- d_{1r} — штраф за дефіцит ресурсу
- d_{2r} — штраф за надлишок ресурсу
- h_i — дата початку роботи
- h_r — дата надходження ресурсу
- d_{tr} — штраф за затримку надходження ресурсу
- H_i — кількість годин роботи

- S — ставка за годину

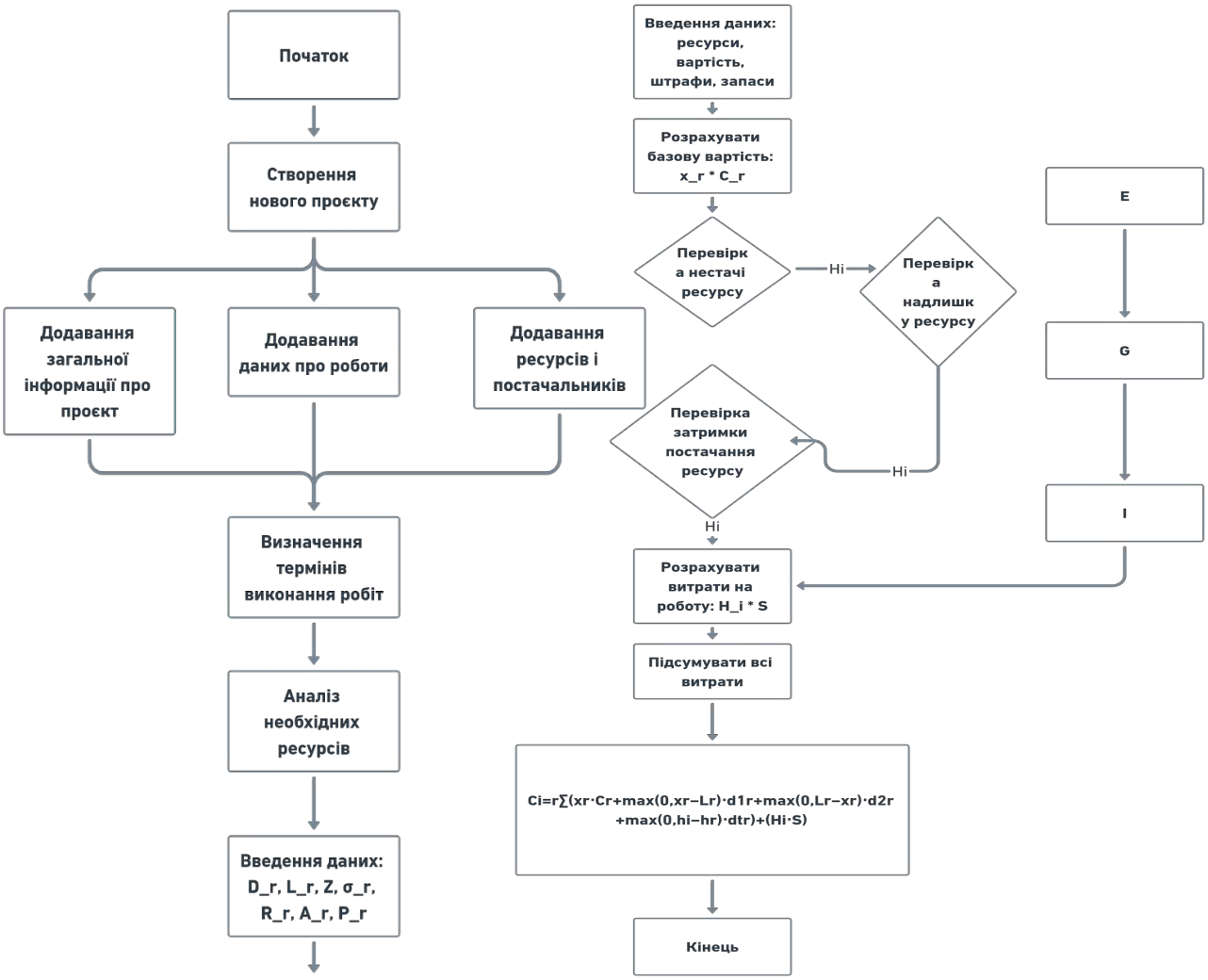


Рис. 1. Конструювання математичного інструментарію алгоритмічно-критеріального моделювання параметричної оптимізації організаційних процесів у будівництві

Дослідження зосереджене на розробці та формалізації цифрової платформи для алгоритмічно-критеріального моделювання параметричної оптимізації організаційних процесів у будівництві. Запропонований підхід спрямований на систематизацію та вдосконалення механізмів координації міжгалузевої взаємодії, що сприяє ефективному використанню матеріально-технічної бази вітчизняного ринку.

Висновки та рекомендації подальшого дослідження. Обґрунтування теоретико-методологічної та аналітичної бази оптимізації організаційних процесів у будівельному виробництві дозволяє сформувати стратегію підвищення його ефективності. Дослідження підтвердило, що модернізація управлінських механізмів, впровадження інноваційних підходів до планування та інтеграція цифрових технологій сприяють зниженню операційних витрат, підвищенню якості будівельних робіт і скороченню термінів реалізації

проєктів. Запропонована концепція оптимізації ґрунтується на комплексному підході до управління будівельними процесами, враховуючи економічні, технологічні та організаційні аспекти. Використання аналітичних платформ і прогнозних моделей дозволяє зменшити ризики, підвищити точність планування та сприяти ефективному розподілу ресурсів. Отже, запропонований підхід до оптимізації організаційних процесів формує основу для ефективного використання ресурсів, покращення взаємодії між учасниками будівельного процесу, відповідно вимогам сучасного ринку.

Література:

1. Бондар О.А., Поколенко В.О., Пилипчук О.Д., Халілов А. Аналітичний базис діяльності підрядного підприємства в сучасному цифровому середовищі. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Вип. 47, т. 1. 2021. С. 87–95. DOI:10.32347/2707-501x.2021.47(1).87-95

2. ДБН А.3.1-5-2016 Організація будівельного виробництва [Чинний від 1.01.2016]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.

3. Ковальчук В.І. Інформаційні технології в управлінні будівельними проєктами: навч. посіб. Київ: КНУБА, 2021. 212 с.

4. Терещенко Г.І., Марченко Т.Ю. Використання BIM-технологій у сучасному будівництві. *Будівельне виробництво*. 2020. №1. С. 34–40.

5. Іванова І.В. ERP-системи як інструмент управління ресурсами у будівельних підприємствах. *Економіка і управління підприємством*. 2019. №3(67). С. 85–91.

6. Паламарчук М.О. Оптимізація логістичних процесів у будівництві за допомогою цифрових платформ. Вісник КНУБА. 2022. №17. С. 102–108.

7. Ушацький С.А., Шейко Ю.П., Тригер Г.М. та ін.. Організація будівництва / за ред. С.А. Ушацького. Київ: Кондор, 2007. 521 с

8. Whyte, J., Lindkvist, C. Managing change in construction projects through digital tools: The role of building information modeling (BIM). *Construction Management and Economics.* 2020. Vol. 38(6). P. 541–556.

9. Arutiunian I., Radkevic A., Kuznetsov V., Kovalenk M., Skrzyniarz M. Setting Dynamic Problem of Logistic Support of Building Objects by Material Resources Taking into Account Random Factors Affecting Transportation Timing. *Transport Means 2021.Proceedings of 25th International Scientific Conference*. 2021. № 111. P. 1080-1084. URL: https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-Means-2021-Part-III.pdf

10. Azhar, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in*

Engineering. 2011. Vol. 11(3). P. 241–252.

11. Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., Teicholz, P. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2018. 688 p.

12. Логістика в будівництві: сучасні виклики і цифрові рішення / За ред. С.М. Блінова. Харків: ХНУБА, 2021. 147 с.

Yuriy Bylov,
Zaporizhzhya National University

MATHEMATICAL TOOLS FOR OPTIMIZATION OF ORGANIZATIONAL PROCESSES IN CONSTRUCTION

The article discusses methods of mathematical optimization of organizational processes in construction, taking into account modern information technologies. In particular, the application of mathematical models to improve the efficiency of management decisions, reduce risks and increase the accuracy of forecasts related to resource provision, planning the timing of work and coordination of the activities of participants in construction projects is analyzed. The purpose of this study is to analyze the complexity of modern construction projects, identify the main organizational problems and develop mathematical tools for optimizing organizational processes in construction using information systems. Special attention is paid to the implementation of information systems as functionality of mathematical tools that integrate data on all stages of construction. This allows you to optimize interaction between project participants, ensuring accurate accounting of resources, control over deadlines, and cost reduction. It has been determined that the mathematical tools of algorithmic-criterion modeling of parametric optimization of organizational processes in construction are an effective solution for complex balancing of all types of resources, calculation of construction terms, reduction of production cost, and estimated cost of the object as a whole, in combination with information technologies, allows to reduce the impact of stochastic factors, increasing the stability of construction processes. Thanks to such technologies, it is possible not only to carry out planning and monitoring in real time, but also to make more informed decisions at all stages of the project. The article also covers the design of mathematical tools and information systems in the conditions of modern construction, which allows you to achieve greater efficiency, economic benefits and high quality of work.

Keywords: organization of construction processes; digitalization; mathematical tools; optimization.

REFERENCES

1. Bondar O.A., Pokolenko V.O., Pylypchuk O.D., Khalilov A. Analitychnyi bazys diialnosti pidriadnoho pidpryiemstva v suchasnomu tsyfrovomu seredovyshchi. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn. Vyp. 47, t. 1. 2021. S. 87–95. DOI:10.32347/2707-501x.2021.47(1).87-95. {in Ukrainian}

2. DBN A.3.1-5-2016 Orhanizatsiia budivelnoho vyrobnytstva [Chynnyi vid 1.01.2016]. Kyiv : Minrehionbud Ukrainy, 2016. 49 s. {in Ukrainian}

3. Kovalchuk V.I. Informatsiini tekhnolohii v upravlinni budivelnymy proiektamy: navch. posib. Kyiv: KNUBA, 2021. 212 s. {in Ukrainian}

4. Tereshchenko H.I., Marchenko T.Iu. Vykorystannia BIM-tekhnolohii u suchasnomu budivnytstvi. Budivelne vyrobnytstvo. 2020. №1. S. 34–40. {in Ukrainian}

5. Ivanova I.V. ERP-systemy yak instrument upravlinnia resursamy u budivelnykh pidpryiemstvakh. Ekonomika i upravlinnia pidpryiemstvom. 2019. №3(67). S. 85–91. {in Ukrainian}

6. Palamarchuk M.O. Optymizatsiia lohistychnykh protsesiv u budivnytstvi za dopomohoiu tsyfrovykh platform. Visnyk KNUBA. 2022. №17. S. 102–108. {in Ukrainian}

7. Ushatskyi S.A., Sheiko Yu.P., Tryher H.M. ta in.. Orhanizatsiia budivnytstva / za red. S.A. Ushatskoho. Kyiv: Kondor, 2007. 521 s. {in Ukrainian}

8. Whyte, J., Lindkvist, C. Managing change in construction projects through digital tools: The role of building information modeling (BIM). *Construction Management and Economics.* 2020. Vol. 38(6). P. 541–556. {in English}

9. Arutiunian I., Radkevic A., Kuznetsov V., Kovalenk M., Skrzyniarz M. Setting Dynamic Problem of Logistic Support of Building Objects by Material Resources Taking into Account Random Factors Affecting Transportation Timing. *Transport Means 2021.Proceedings of 25th International Scientific Conference*. 2021. № 111. P. 1080-1084. URL: https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-Means-2021-Part-III.pdf. {in English}

10. Azhar, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*. 2011. Vol. 11(3). P. 241–252. {in English}

11. Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., Teicholz, P. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2018. 688 p. {in English}

12. Lohistyka v budivnytstvi: suchasni vyklyky i tsyfrovi rishennia / Za red. S.M. Blinova. Kharkiv: KhNUBA, 2021. 147 s. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.278-292
УДК 711

к.т.н., доцент **Голик Й.М.,**
g.jolana@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5135-0711,
Федорянич Т.В.,
t.fedoryanich13@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8256-0073,
Пудгородська Ю.А.,
pudgorodska.yuliia@student.uzhnu.edu.ua, ORCID: 0009-0000-8933-336X,
Ужгородський національний університет

РОЗВИТОК МЛИНАРСТВА НА ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТТЯ, ЯК ЗАКЛАД ОБСЛУГОВУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ

Об'єктом дослідження в статті є млинарство, як заклад обслуговування населення і точка прикладання людини. З історичних часів у галузі млинарства, на Закарпатті працювала чимала кількість населення. Водяний млин працював у більшості поселень регіону. Навіть у найменшому млині могло працювати двоє чи троє працівників. В індустріальний період розвитку суспільства млинарство чи борошномельна індустрія носило промисловий характер. Млинарство завжди було поширене на території України, тісно пов'язане з розвитком землеробства, і відповідно осілим способом життя. Разом із самим землеробством, воно складає константу української етнічності. Обробка зернових культур розпочалася від часу появи й поширення землеробства на українських землях. Зародившись як традиційний вид господарчої діяльності українців, млинарство з часом перетворилось у одну з найважливіших галузей харчової промисловості, яка переробляє зерно на борошно та крупи. Також поява млинів в тому чи іншому поселенні мала важливий вплив на розвиток системи розселення, зайнятість населення та розвиток міжпоселенних зв'язків.

Ключові слова: млин, система розселення, поселення, заклад обслуговування населення, точка прикладання праці.

Постановка проблеми. Об'єктом і суб'єктом соціально-економічного розвитку є людина. Від його кількісної і якісної характеристик залежать демографічні процеси у суспільстві, які мають великий вплив на багато параметрів трудового потенціалу і соціальні якості людини. Зв'язок розвитку населення із виробництвом здійснюється через трудові ресурси, через систему зайнятості. Населення – природна основа відтворення трудових ресурсів, головна похідна продуктивна сила суспільства. З часів виникнення млинарства воно було закладом обслуговування населення і точкою прикладання праці.

Млинарство виконувало соціально-економічні функції. У містах великі млини розглядалися як промислові зони, де були зайняті працею найняті працівники. А у постіндустріальний період - млинарство (борошномельне виробництво) остаточно сформувалося у виробництво харчової промисловості.

Вважається, що водяні млини з'явилися першими за вітряки. Бурхлива сила води запускала цілий механізм, вона майже не залежала від погоди, вода текла завжди. Більшість водяних млинів в Україні було розташовано на річках з "характером" - Південний Буг та Рось. Чимало було їх і на Закарпатті, яке ще в сиву давнину славилося водяними млинами, адже в період XVII – XVIII століть альтернативи їм не було. Особливо широкому розповсюдженню водяних млинів на цій території посприяла наявність значної кількості гірських потоків та невеликих річок.

Характерним для Закарпаття було те, що млин становив лише частину млинарської садиби, яка мала й інші господарські будівлі. Це різні ступи-сукновальні для биття матерії з овечої вовни, валила для відбілювання та розпушування вовняних виробів. Ці господарські споруди цікаві простими, але практичними механізмами, які приводила в рух вода.

Як свідчать документи фонду Державного архіву Закарпатської області, в 1875 році в чотирьох комітатах краю були 953 млини, з яких тільки 13 парових, 704 – малих водяних, кінних та вітряних. На них наприкінці XIX століття щороку переробляли понад півмільйона центнерів зерна. А працювало тут 2546 робітників, у тому числі 1208 мельників, 1175 помічників, 112 поденників та 75 машиністів. Проте у вік електрифікації відпала потреба використовувати такі малопродуктивні механізми, як водяні млини. Особливо прискорився їх занепад з приходом радянської влади та організацією колгоспів. Мірошників змушували покидати свою справу, у багатьох селах споруди млинів руйнували, спалювали. Покинуті млини часто нищились від паводків, адже ніхто вже не дбав про врегулювання млинівок.

Нині вцілілі млини зберігають як пам'ятки історії розвитку техніки. Деякі з них стали експонатами музеїв просто неба — скансенів, як в Україні, так і за кордоном. Усі ці пам'ятки — віхи технічного прогресу мають велику наукову та мистецьку цінність.

Метою публікації є дослідження історичних аспектів системи розселення, вплив розташування млинів для розвитку поселень, як заклад обслуговування населення, забудові сільських поселень, розвитку міжпоселенних зв'язків та зайнятості населення.

Виклад основного матеріалу.

Види млинів. Якщо поділити млини за типами, то на території України були розповсюджені наступні:

- Вітряки
- Водяні млини
- Парові млини
- Електричні
- Дизельні
- Моторні
- А ще існували такі забуті і, на жаль, вже втрачені млини на воді – ***«наплавні млини».***

Для території України характерні два типи водяних млинів – стаціонарні (гребляні) і наплавні. Наплавні млини базувалися лише на великих річках, зокрема на Дніпрі, Десні, Дністрі, Сіверському Дінці, Сеймі, Ворсклі.

Стаціонарні водяні млини на українських землях мали значно більше поширення. Початково відомі, так звані, нижньобійні млини, які встановлювалися прямо в річковому потоці. Колесо-привід оберталося під тиском течії й обслуговувало лише жорна. Враховуючи низький коефіцієнт корисної дії, таке колесо намагалися виготовляти якнайширше. Пізніше з'явились й інші, досконаліші типи. З XVII ст. поряд з архаїчними нижньобійними колами (підсубійними, підсубійниками, підслідниками, підливними) були вже поширені верхньобійні – наливні, коречні, корчаки. Коефіцієнт корисної дії цього кола був значно вищий попереднього.

За матеріалами будівництва млини можна поділити на дерев'яні, кам'яні та цегляні.

З тисяч водяних млинів, що стояли колись в Україні та на Закарпатті зокрема, сьогодні вцілілі лічені одиниці. Більшість з яких давно використовується не за призначенням. Діючий водяний млин тепер – дивина (рис.1).

Історія. Млинарство почало поширюватись ще за часів неоліту. Початковий етап розвитку технічного способу обробки зерна включав у себе використання для розмелювання зерна, зернотерок, дерев'яних ступ із спеціальними товчками. Ручні жорна становили наступний щабель розвитку млинарської техніки. Вони мають довгу і складну історію використання і тривалий час лишалися єдиними зернообробними механічними пристроями в селянських господарствах. Така ситуація зберігалася навіть із появою млинів, оскільки їхня початкова кількість і потужність не могла забезпечити всіх споживачів. Йшов час, знаряддя праці удосконалювалися, вони ставали більшими і вже не потребували важкої ручної праці. Застосовували силу тварин, а також сили природи – воду та вітер. XIX століття зі своєю промисловою революцією у вигляді індустріалізації принесло свої

удосконалення в розвиток млинарської справи: з'явилися парові млини, моторові, дизельні, а з появою електрики – електричні.

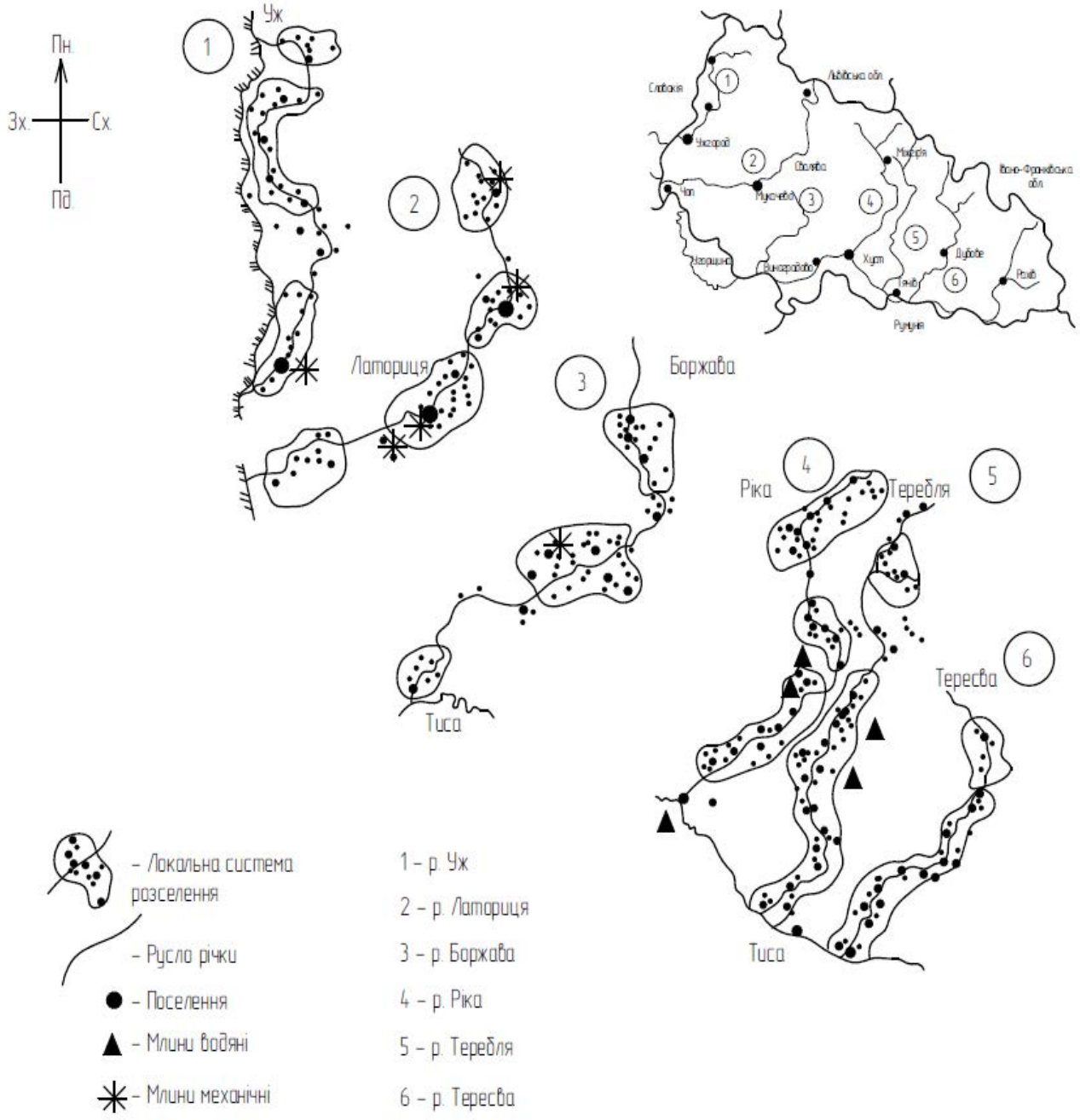


Рис.1. Схеми розміщення водяних та механічних млинів як заклади обслуговування в локальних системах розселення Закарпаття

Водяні млини з'явилися дещо раніше від вітряків і відомі з джерел від середини XIII ст., але до XVI ст. їх було мало. Наприклад, однією з найперших задокументованих згадок про водяні млини на територіях України, вважається грамота від 1266 року на володіння селом Дубяновичи, землями, сінокосами та млином, її видав Лев Данилович, князь перемиський, белзький і галицький.

Універсали українських гетьманів, ділова документація Гетьманщини налічують чимало даних про надання права власності на млини, їхню локалізацію, особливості розрахунку за помол зерна, судові справи тощо. Кінець XVIII ст. дає вже досить об'ємну писемну джерельну базу, яка засвідчує кількість млинів у різних регіонах України, їхні різновиди тощо.

Для XIX – початку XX ст. маємо вже масові найрізноманітніші писемні документи, які свідчать про бурхливий розвиток млинарства в Україні.

Стосовно Закарпаття, найбільш ранні письмові відомості про водяні млини на цій території датуються серединою XIV ст. У Березькому комітаті вони згадуються в документах 1344-1345 рр., а в Мараморошському, в селах Довгому, Задньому і Бичкові – початком XV ст.

Вже тоді водяні млини відігравали важливу роль у системі феодального господарства, були джерелом значних прибутків. Упродовж XVI – XVII ст. вони поширюються по всій території краю. В цей час практично в кожному селі був млин, два, а то й кілька. Саме тоді в окремих селах формуються своєрідні млинарські центри. Вони з успіхом обслуговували кілька навколишніх сіл. Так, у с. Боржаві об'єднання мельників відоме з XVI ст. (рис.2).

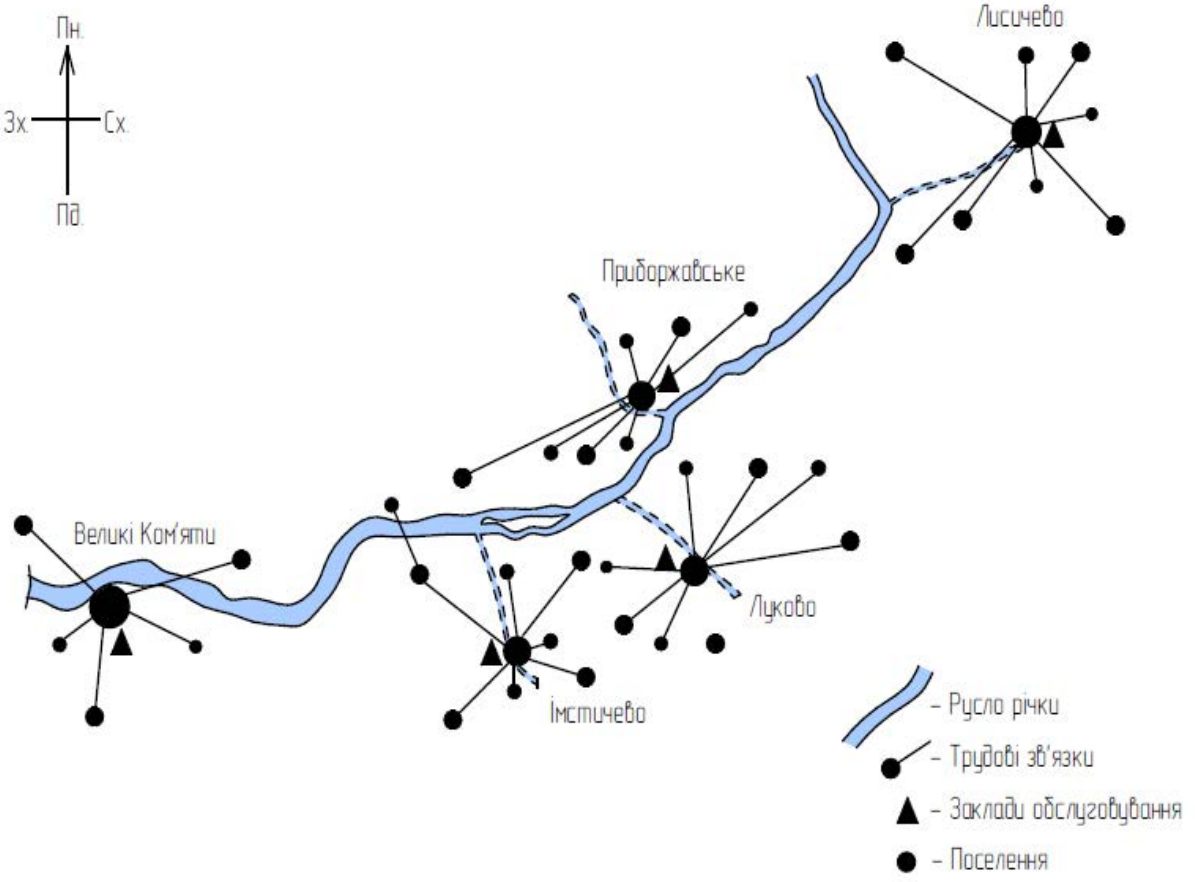


Рис.2. Схема розміщення водяних млинів верхньої частини річки Боржава у XVI-XVII ст.

Конструктивно-технічне й архітектурне вирішення будівель водяних млинів відповідало традиційним способам народного будівництва, поширеним у тій чи іншій місцевості. Відповідно до них корпус млина міг мати зрубну або каркасну конструкцію, значно рідше – мурована. Так, в українських Карпатах, на Бойківщині й Гуцульщині, найбільш поширені зрубні будівлі водяних млинів.

З індустріалізацією світу парові млини на Закарпатті почали діяти наприкінці 60-х – на початку 70-х років XIX століття. Також їх поява була спричинена тим, що млинарство у XIX – на початку XX ст на Закарпатті втягнулось в сферу товарно-грошових відносин. Саме тоді відбувся найбільш інтенсивний розвиток будівництва водяних млинів на думку багатьох дослідників. На той час на українських землях функціонувало щонайменше 10 тис. водяних млинів. Вони вже були в Мукачеві, Берегові, Виноградові, в селах Великі Береги та Великі Лучки, Шелестово, Гать, Буча, Клячаново, Варах, Мараморош-Сігет.

Альтернативу паровим млинам становили водяні. Їх було 73,8% із усіх, в окремих селах – по два й більше. У селі Вари Берегівського району, яке 1657 року сплюндрували поляки, а 1660-го – турки, селяни викупили в Софії Баторі великий млин на Боржаві. Завдяки цьому поселення почало відроджуватися. А власник с. Великі Лучки, капітан мукачівського замку Янош Балін, збудував у Рафайлівському лісі на річці Серне млин із чотирма жорнами, забезпечивши роботою п’ятеро осіб.

Водяні млини мали вплив на систему розселення, до прикладу, село Гребля на Іршавщині, перша згадка про яке датується 1490-м, виникло поблизу водяного млина на р. Боржава. Тут зробили велику дерев’яну греблю зі шлюзами, її дубові палі збереглися донині. Село Пацканьово, що на Ужгородщині, спромоглося побудувати на р.Бистра аж шість млинів, де працювало приблизно 18 робітників. Перший спорудили в 1898-му, решту – до середини XX століття. Власником цих млинів був виходець із Польщі пан Звурський (на прізвисько Матій). А ченці Мукачівського монастиря з дозволу короля Фердинанда - 1552 року побудували на Латориці водяний млин, що обслуговував монастир і навколишні села.

Особливу увагу привертає село Луково на Іршавщині. Тут майже 200-річний водяний млин і досі зберігся в робочому стані на подвір’ї родини Сенинців. Їхнє господарство – це певного роду музей, куди приходить багато відвідувачів, аби подивитися на унікальну історичну споруду.

Однак, якщо в Лукові водяний млин радує око сучасників, то 703 такі об’єкти вже давно зникли. До прикладу, в с. Медведівці, що на Мукачівщині, на початку 1700-х в урочищі Кирничина на Ферковому потоці Федір Горкій

побудував великий водяний млин на три жорна, який понад 150 років обслуговував навколишні села. А в с. Чертеж на Ужгородщині заможний господар Іван Коцак наприкінці 1800-х спорудив водяний млин на два жорна. Його колесо приводила в дію вода від штучного озера маєтку губернатора краю Костянтина Грабара (1935 – 1938).

Рис. 3. Млин у Великих Ком’ятах, збудований 1890 року

Із млинами Закарпаття пов’язано чимало цікавих історій. Зокрема в селі Лисичово, що на Іршавщині, граф Телекі побудував водяний млин, на якому в 1760 році створив підприємство з виробництва паперу. Жорна (можливо, вальці) перемелювали ганчірки та паперову макулатуру на спеціальну масу для виготовлення паперу. Ще один водяний млин із села Колочава з 1967 року продовжує свою історію як експонат у Закарпатському музеї народної архітектури та побуту. Він є зразком найбільш поширеного у нас типу млинів кінця XIX – початку XX століття. У техніці спорудження водяні млини мали спільні риси з житловим будівництвом того часу. Вони складалися з двох приміщень: одне – для механізмів млина, друге – для млинаря.

Помел зерна проходив у кам’яних жорнах. Але траплялися й такі, де використовували вальці (так звані вальцьові млини). Такий млин мав Верхній Коропець на Мукачівщині. Вальці являли собою два металічні циліндри з перехресними нарізками, що оберталися в протилежних напрямах.

Чехословацька влада продовжувала розвивати борошномельну промисловість. За її часів, у 1920 – 1930-х, збудували нові млини в селах Тересва, Іванівці, Ракошино, Кайдановo, Кальник, Новоселиця, Сторожниця,

Щасливе, Буштино, Велика Добронь, Страбичово, Гать, містах Виноградів, Чоп, Іршава та два – в Ужгороді.

За неповними даними, у 1934 р. на Закарпатті налічувалося 498 діючих млинів, з них 454 – водяних, 13 – парових, 5 – електричних, 26 – моторних. Багато млинів, що діяли в населених пунктах краю до 1944 року, в архівних та інших історичних документах не значаться. Зокрема в селах Кальник, Медведівці, Шкуратівці, Копинівці, Микулівці, Щасливе та Барбово Мукачівського району; Кибляри, Лінці, Руські Комарівці, Чертеж, Сторожниця й Анталовці Ужгородського району; Великі Ком'яти (рис.3) на Виноградівщині; Колочава на Міжгірщині; Пасіка Свалявського району; Зарічово Перечинського.

Після встановлення в краї радянської влади, з метою забезпечення потреб населення та інших споживачів борошномельної продукції створила Закарапатський обласний млиновий трест, до якого увійшло 56 підприємств. До кінця року вони переробили 24 тис. тонн зернових на 5940 тис. крб, а вже в 1946-му підприємства виробили 55290,6 тонни борошна та 333,8 тонни крупи. Мололи пшеницю, жито, ячмінь, кукурудзу, овес, гречку, сою, льон та горох.

Крім борошномельних агрегатів окремі млини мали 23 маслобійні (олійниці), які виробляли щорічно понад тисячу тонн олії. Загальна потужність усіх силових установок 56 млинів становила 4540 кінських сил. Ці підприємства в такому складі працювали до 1947-го. Того ж року було проведено реорганізацію. Тоді ліквідували 17 млинових управлінь, а на їхній базі створили 8 млинових комбінатів: Берегівський, Виноградівський, Буштинський, Іршавський, Мукачівський, Ракошинський, Страбичівський та Ужгородський, ще 14 млинів залишили на самостійному балансі. Затим у 1955-му сім млинів, які працювали збитково, передали місцевим органам сіл Великий Раковець, Вишково, Вари, Нове Давидково, Велика Добронь, Руське та Великі Лучки.

Найбільш потужним підприємством із переробки зернових був Ужгородський млиновий комбінат. До його складу входили млин-завод № 1, що був розташований на нинішній Жупанатській, млини №2 по вул. Мукачівській, 73 та №3 по вул. Станційній, 52. У складі млинового тресту в Берегові працював завод екстрактних масел. А на 26 млинах були підсобні господарства, які сотнями й десятками тонн збирали зернові, картоплю, насіння соняшнику, конопель, винограду. Крім того, млини в селах Тересва, Страбичово мали свої пилорами, продукцію яких використовували для ремонту підприємств тресту

Однак, за технічного прогресу ці крихітні сірі споруди біля швидких гірських потічків завмерли. 1956 року млиновий трест ліквідували, а його

підприємства передали Закарпатському облуправлінню промисловості продтоварів, але не надовго, адже з 1957-го вони перейшли на баланс новоствореного тресту хлібопекарної й борошномельної промисловості Закарпатського облуправління продтоварів.

З кінця 60-х років XX ст. почався адміністративний наступ проти народного млинарства, яке чиновниками розглядалося як залишок приватновласницького виробництва. На власників млинів накладалися непосильні податки, штрафи, а місцеві виконкоми домагалися їх повного знищення. Далі ці підприємства аж до 2001 року підпорядковувались управлінню хлібопродуктів, харчової промисловості агропромислового комплексу.

В архівних документах можна зайти інформацію, що з року в рік діючих млинів, які входили до системи борошномельної промисловості, ставало дедалі менше, і на початку 1982-го їх налічувалося всього 16. Із них тільки п’ять водяних. На той час сім млинів ще працювали в колгоспах.

В аграрно-промисловому секторі, починаючи з 1970-х, започаткували будівництво великих підприємств із переробки та збереження зернових. Ужгородський аграрно-промисловий комбінат, що розташований у селі Розівка на Ужгородщині, запрацював у 1980 році. Це величезний комплекс, до складу якого увійшли комбікормовий завод із силосним корпусом для зберігання сировини, два металеві елеватори, млин-завод потужністю помелу 500 тонн зернових на добу, консервний переробний цех, цехи з виробництва м’ясо-ковбасної та макаронної продукції. Крім того, комбінат мав свинокомплекс на 1500 голів. Цей гігант був одним із шести, які діяли того часу в Україні. Окрім забезпечення борошномельною продукцією, зерновими та комбікормами західного регіону, він працював на експорт у Чехословаччину, Угорщину та Румунію.

Так, упродовж кінця 60-х – початку 80-х років XX ст. було знищено величезну кількість пам’яток народного млинарства.

На початку 90-х років економічна криза охопила всі сфери життя держави. У незалежній Україні відбулася приватизація, з часом почала зменшуватися потреба в послугах борошномельних підприємств.

Так закінчилася ера борошномельної промисловості Закарпаття, яка стала частиною багатовікової історії нашого краю. На сьогодні в Закарпатті збереглося лише декілька зразків традиційних водяних млинів. Історики з сумом констатують, що трохи більше 700 млинів зникли, деякі з них в дуже плачевному та майже невпізнаному стані, а деякі з водяних млинів працюють і сьогодні. До прикладу, нині в Ужгороді замість трьох млинів, які раніше діяли,

працює тільки один. Він належить приватному підприємцю Василю Цірику й знаходиться на території старого елеватора.

Вплив ужгородського млина в систему розселення

Враховуючи, що місто було рясно посноване рукавами Великого та Малого Ужа, населення навчилося використовувати природні блага. Передовсім, встановлювали млини.

Станом на початок ХХ-го століття паровий млин в Ужгороді (рис.4), який належав акціонерному товариству, був найбільшим борошняним підприємством на території краю, а також вважався ще й найкраще оснащеним технікою. Тут працювали 64 робітники. Підприємство було обладнане паровими машинами загальною потужністю 380 кінських сил на 8 жорен. За допомогою них на ньому щороку переробляли 115 тис. центнерів зерна на 2 млн 70 тис. корун. Цей млин 1796 року побудували багаті купці. За свою 200-річну історію він працював на парі, воді Малого Ужа та електроенергії.

Величезну покинуту будівлю млина в історичному центрі Ужгорода містяни пам’ятають як якусь “коробку” без вікон, на ніхто на неї уваги не звертав. Проте ця будівля була дуже старою і цілком мала право називатися пам'яткою промислової культури Ужгорода.

Зовні здавалося, що будівля чотириповерхова, однак всередині було лише одне старезне дерев'яне перекриття, яке ділило приміщення на два поверхи. Вантажівки з зерном під'їжджали до млина з торця – з боку лінгвістичної гімназії. Зерно розвантажували вручну, а потім за допомогою електричного підіймального механізму – талі – піднімали мішки на другий поверх. Там зерно висипали у великі мукомельні ємності, знизу ж отримували вже борошно.

Рис.4. Вид на ужгородський млин на Малому Ужі

У книзі «Нариси історії Закарпаття», яку у співавторстві уклав історик Іван Гранчак**,** написано, що млин звели 1796-го року багаті купці. Інший науковець Йосип Кобаль вважає, що млин стояв ще за часів Другетів, але у XIX-му столітті його перебудували. Працював млин на енергії води, яку брав з Малого Ужа, – каналу, що протікав через місто сучасними вулицями Підградською та Фединця. Петро Сова писав, що на древньому Млинському каналі, спорудженому ще за Другетів, працювало кілька підприємств, крім млина, що належали місту: лісопилка, валяльня. Але саме млин казна продала приватним особам у 1900-му році.

На той час млин вже кілька років як почав використовувати парову енергію. За інформацією Йосипа Кобаля, сталося це влітку 1891-го року, а згодом саме на ужгородському млині вперше почали виробляти й використовувати у своїй роботі електричний струм.

Найбільше борошняне підприємство тогочасного краю фактично й дало поштовх електрифікації міста, було таким собі міні-ГЕС. У ті часи міським головою був Міхай Фінцицький. На посаду його обирали двічі: з 1890-го по 1894-ий роки та з 1904-го по 1916-ий. Тож, на думку дослідників, за його керування і за його ініціативи в Ужгороді й з’явилася електрика та водогін. Офіційною датою появи електричного освітлення в місті вважається 1902 рік, тоді, коли в іншій частині України електрика з’явилася лише після 1917 року.

Це підприємство було таким потужним і значимим, що вулицю, на якій стояв млин, офіційно так і називали – Млинською. Тягнулася вона частиною сучасної вулиці Довженка, через Поштову площу і наверх Жупанатським пагорбом аж до сучасної 4-ї школи. Місце розташування ж млина було на Маломостовій вулиці, буд. 2 позаду колишнього кафе “Молочарня”. Нині на місці старого млина, який десятиліттями стояв пусткою, у 2000-х роках звели офісний комплекс, який знаходиться на початку вулиці Жупанатської під номером 1. Однак при цьому саму будівлю млина рідко можна побачити на старих світлинах і поштових листівках.

Цей млин закрили у 1972-му році, як непотрібний. Разом з цим зупинилися ще два ужгородських млини: на вулицях Мукачівській і Станційній. А все тому, що в ті роки у Розівці відкрився потужний аграрно-промисловий комплекс з пшеничним млином та елеваторами для зберігання зерна. Нині він є філією ТзОВ “Зерно-переробна компанія “ЮМАС”, на сайті якого значиться, що млин у Розівці має застаріле обладнання, встановлене у 1960-1980-х роках минулого століття, однак потужності має великі, здатен переробити 500 тонн зерна на добу, де працюють 2 лінії переробки зерна по 250 тон. Зрозуміло, що старенький ужгородський млин не міг конкурувати з таким промисловим гігантом, тому став нерентабельним.

Саме застарілістю млина пояснюється зупинення його роботи. Сама будівля млина була на той час вже дуже слабкою. Не відомо точно, куди після закриття підприємства поділося все, що знаходилося всередині, та, скоріше за все, старе обладнання просто здали на металолом, адже нічого цінного там не було. Спочатку планували зробити у приміщенні млина виставкову залу – показати товари народного вжитку, виготовлені саме на Закарпатті. Однак фахівці, котрих відправили перевірити будівлю, сказали, що фундамент там дуже слабкий, а укріпити його коштуватиме великих грошей, яких на той час не було.

Висновки.

Таким чином, охарактеризувавши етапи розвитку млинарської справи на Закарпатті можемо констатувати, що наприкінці XIX – початку XX ст. водяні млини були обов'язковими атрибутами села. Поширенню водяних млинів на Закарпатті сприяла велика кількість гірських струмків і швидкоплинних річок, воду яких вміло використовували для господарських потреб, скеровуючи її на млинове колесо. Розташування млинів мало значний вплив на систему розселення та сполучення між поселеннями, а також на зайнятість населення. Однак, значні соціально-економічні перетворення за роки радянської влади, механізація та електрифікація сільського виробництва сприяли зникненню значної кількості традиційних водяних млинів. Тільки окремі млинарські будівлі дійшли до нашого часу. Декілька з них зберігаються як пам'ятки народної архітектури та хліборобського ремесла у музеях краю, а декотрі надзвичайно цікаві і цінні будівлі, створені талановитими народними зодчими зберегли свою красу для нащадків і діють ще й сьогодні. Є світові традиції адаптації старих будов млинів перетворювати в культурно-освітні осередки, готелі чи квартири для творчої молоді. Такі традиції має місто Прага (старий водяний млин на річці Чертовка працює як культурний осередок), в місті Цюріху (старий водяний млин на річці Ліммат працює як туристичний осередок) тощо. Проте, маємо і неприємні традиції, коли стародавні млинові комплекси були знищені.

Тема млинарства є многогранною, тому що млини з давніх часів використовували в будівництві різного характеру.

Література:

1. Добра Д. Поки крутиться колесо старого млина.... Інтернет-видання «Закарпаття онлайн Beta». Блоги. 23.01.2011. URL: https://zakarpattya.net.ua/Blogs/78305-Poky-krutytsia-koleso-staroho-mlyna

2. Духнович І. Ужгородський млин виробляв електрику вже тоді, коли Москва ще сиділа у пітьмі. Zakarpatpost.net. 24.09.2018. URL:

https://zakarpatpost.net/2018/09/24/%D1%83%D0%B6%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BC%D0%BB%D0%B8%D0%BD-%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D1%8F%D0%B2-%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA/#google_vignette

3. Копча В. Де той млин на Закарпатті, в якому легіні зацілували Марічку. Depo.ua. 04.06.2017. URL: https://zak.depo.ua/ukr/zak/de-toy-mlin-na-zakarpatti-na-yakomu-legini-zaciluvali-marichku-20170602582883

4. Коцан В., Сологуб Т. Традиційні водяні млини на Закарпатті XIX – XX ст. Український млинологічний альманах. 2014. С. 86–90.

5. Літераті Т. Втрачений Ужгород: старовинний млин на Малому Ужі. Про Захід. 30.09.2015. URL: https://prozahid.com/content-18046-html/

6. Масненко В. Млинарство, млини, мельники у часопросторі української традиційної етнокультури: перспективи для дослідження. Український млинологічний альманах. 2014. С. 14–20.

7. Масненко В.В., Ракшанов В.Б. Українська хата. Науково-популярне видання. – Черкаси: Брама–Україна, 2012. – 190 с.: іл

8. Старовинні млини України. Landmarks.in.ua. URL: https://landmarks.in.ua/interesting/old-mills-in-ukraine

9. Туряниця Ю. На Закарпатті 100 років тому було майже тисяча млинів. Інтернет-видання «Закарпаття онлайн Beta». Соціо. 13.10.2017. URL: https://zakarpattya.net.ua/News/175144-Na-Zakarpatti-100-rokiv-tomu-bulo-maizhe-tysiacha-mlyniv

Ph.D., associate professor **Yolana Holyk**,
Lecturer **Tetyana Fedoryanich,** student **Yuliia Pudhorodska**
Uzhhorod National University

DEVELOPMENT OF MILLING IN THE TERRITORY OF TRANSCARPATHIA AS AN ESTABLISHMENT OF SERVICING THE POPULATION

The object of investigation in the statistics is the ministry, as the basis of serving the population and the point of application of people. Since historical times, the Galusia Mlinary, in Transcarpathia, has had a large population. The Vodian Mlyn has reached the majority of Transcarpathian settlements. In fact, the smallest village could employ two or three priests. During the industrial period, the development of agriculture and mining industry took on an industrial character. Mlinary farming has

always been widespread in Ukraine, closely connected with the development of agriculture, and, obviously, a significant way of living. Together with agriculture itself, it creates a constant of Ukrainian ethnicity. Harvesting of grain crops began with the expansion of agriculture on Ukrainian lands. Among other industries, one of the most important, which developed on the basis of internal capital, was the boron mill. Having originated as a traditional type of government activity of the Ukrainians, ministerialism quickly transformed into one of the most important branches of the grub industry, which processes grain into beetroot and cereals. Also, the appearance of rainfall in other settlements is small and has an important impact on the development of the settlement system, employment of the population, and income between settlements.

It's important that the water flies appeared first in the wind turbines. The rushing force of the water launched a whole mechanism, it did not lie there in the weather, the water flowed forever. Most of the water lakes in Ukraine were formed on rivers with "character" - Pivdenny Bug and Ros. There were a lot of them in Transcarpathia, which was famous for its water mlins in ancient times, and even in the period of the 17th – 18th centuries there was no alternative to them. A particularly wide distribution of water lines in this territory was facilitated by the presence of a significant number of Girsky streams and small rivers.

It was characteristic of Transcarpathia that Mlin became part of the mlinarsky garden, like small other hospodars. A series of felting mortars for beating matter from sheep wool, felting for the beating and fluffing of sheep germs. These rulers' spores worked with simple, but practical mechanisms, like water brought into the river.

As to document documents to the State Archives of the Transcarpathian region, in 1875 there were 953 millenniums in four committees of the region, including 13 steam ones, 704 small water ones, water ones, and wind ones. At the end of the 19th century, they quickly processed over a million centners of grain. And there were 2,546 workers working here, including 1,208 millers, 1,175 assistant workers, 112 day laborers and 75 drivers.

Key words: mlyn; settlement system; settlement; public service institution; point of application.

REFERENCES

1. Dobra D. Poky krutytsia koleso staroho mlyna.... Internet-vydannia «Zakarpattia onlain Beta». Blohy. 23.01.2011. URL: https://zakarpattya.net.ua/Blogs/78305-Poky-krutytsia-koleso-staroho-mlyna {in Ukrainian}.

2. Dukhnovych I. Uzhhorodskyi mlyn vyrobliav elektryku vzhe todi, koly Moskva shche sydila u pitmi. Zakarpatpost.net. 24.09.2018. URL:

https://zakarpatpost.net/2018/09/24/%D1%83%D0%B6%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BC%D0%BB%D0%B8%D0%BD-%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D1%8F%D0%B2-%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA/#google_vignette {in Ukrainian}.

3. Kopcha V. De toi mlyn na Zakarpatti, v yakomu legini zatsiluvaly Marichku. Depo.ua. 04.06.2017. URL: https://zak.depo.ua/ukr/zak/de-toy-mlin-na-zakarpatti-na-yakomu-legini-zaciluvali-marichku-20170602582883 {in Ukrainian}.

4. Kotsan V., Solohub T. Tradytsiini vodiani mlyny na Zakarpatti KhIKh – KhKh st. Ukrainskyi mlynolohichnyi almanakh. 2014. S. 86–90. {in Ukrainian}.

5. Literati T. Vtrachenyi Uzhhorod: starovynnyi mlyn na Malomu Uzhi. Pro Zakhid. 30.09.2015. URL: https://prozahid.com/content-18046-html/ {in Ukrainian.

6. Masnenko V. Mlynarstvo, mlyny, melnyky u chasoprostori ukrainskoi tradytsiinoi etnokultury: perspektyvy dlia doslidzhennia.Ukrainskyi mlynolohichnyi almanakh. 2014. S. 14–20. {in Ukrainian}.

7. Masnenko V.V., Rakshanov V.B. Ukrainska khata. Naukovo-populiarne vydannia. – Cherkasy: Brama–Ukraina, 2012. – 190 s.: il {in Ukrainian}.

8. Starovynni mlyny Ukrainy. Landmarks.in.ua. URL: https://landmarks.in.ua/interesting/old-mills-in-ukraine {in Ukrainian}.

9. Turianytsia Yu. Na Zakarpatti 100 rokiv tomu bulo maizhe tysiacha mlyniv. Internet-vydannia «Zakarpattia onlain Beta». Sotsio. 13.10.2017. URL: https://zakarpattya.net.ua/News/175144-Na-Zakarpatti-100-rokiv-tomu-bulo-maizhe-tysiacha-mlyniv {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.293-307
УДК 711.4:005.52+711.58

Дзюбинська О.В.,
oksanaklimuk@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1478-8452,
Смаль М.В.,
smal.masha2017@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3333-0984,
Сунак П.О.,
sunakpavlo@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2405-3380,
Луцький національний технічний університет, м. Луцьк

РОЗВИТОК МІСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ: СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ БЛАГОУСТРОЄМ

Досліджено концепції архітектурно-планувальної ідентичності міського середовища в контексті стратегічного управління благоустроєм, з акцентом на аналізі багатошарових моделей, що формують унікальний образ сучасного міста. Актуальність дослідження зумовлена зростаючою потребою сучасних міст у формуванні впізнаваного та функціонального середовища, яке поєднує збереження історичної спадщини з інноваційними підходами до благоустрою, що дозволяє вирішувати виклики урбанізації, такі як перенаселення, екологічні проблеми та соціальна нерівність. Метою дослідження є розробка теоретико-методологічних засад для визначення та конструювання архітектурно-планувальної ідентичності міського середовища, що сприяють стратегічному управлінню благоустроєм міста. У роботі використано комплексний підхід, що включає історико-генетичний аналіз для реконструкції планувальних структур, порівняльний аналіз урбаністичних практик, а також методи просторового моделювання для оцінки естетичних і функціональних характеристик міських територій. Наукові результати свідчать про те, що модель архітектурно-планувальної ідентичності, яка включає структурно-каркасний, топонімічний, вернакулярний, орієнтирний та соціокультурний шари, є ефективним інструментом для створення унікального образу міста, однак потребує адаптації до специфіки окремих територій, зокрема через селективне використання її компонентів для невеликих або нових районів. Показано, що стратегічне управління благоустроєм, засноване на інтеграції пішохідних зон, енергоефективних технологій та озеленення, сприяє підвищенню соціальної залученості та екологічної стійкості міського середовища. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою деталізованих методик для конструювання ідентичності периферійних і новозбудованих міських зон, а також із вивченням впливу цифрових технологій, таких як розумні системи управління інфраструктурою, на формування сучасного міського ландшафту.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на аналіз міжкультурних аспектів благоустрою та їх впливу на соціальну інтеграцію в багатонаціональних містах, що сприятиме створенню універсальних моделей управління урбанізованим простором.

Ключові слова: архітектурно-планувальна ідентичність; міський благоустрій; стратегічне управління; соціокультурний шар; урбанізоване середовище; пішохідні простори.

Постановка проблеми. Процеси інтенсивної урбанізації та прояви зростаючих соціальних викликів загострюють увагу до проблеми стратегічного управління розвитком міської інфраструктури, зокрема у сфері благоустрою територій. Формування безпечного, функціонального і привабливого міського простору стає не лише індикатором ефективності місцевого самоврядування, а й одним із пріоритетів державної політики, спрямованої на покращення якості життя населення. Благоустрій як комплексна управлінська й інженерна діяльність охоплює проєктування, планування, реконструкцію й утримання елементів міського середовища з урахуванням потреб різних соціальних груп, вимог екологічної сталості, естетичних стандартів та просторової гармонії. Забезпечення гармонійного розвитку міських територій передбачає не лише інженерно-технічне вдосконалення інфраструктури, але й дотримання принципів збереження ідентичності міста, врахування історико-культурної спадщини, кліматичних умов і соціальної інклюзивності. Саме тому питання управління благоустроєм потребує стратегічного підходу, заснованого на сучасних урбаністичних концепціях, муніципальних нормах і міжнародних практиках, адаптованих до реалій українських міст.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останніх десятиліть XX століття та на початку XXI століття проблематика стратегічного управління міською інфраструктурою та благоустроєм активно досліджувалася у межах провідних урбаністичних концепцій, серед яких ключову роль відігравали наукові пошуки авторства Варвінський А. [2], Хе З., Чжао К., Фюрст К., Херспергер А. [15], що наголошували на значенні процесів перетворення просторового середовища і інфраструктури міста. Дослідження, присвячені управлінню озелененням і благоустроєм мських територій, від Бізонич Д. [1], Йігітканлар Т., Камруззаман М. [19], розкривають складну багаторівневу структуру процесу, в якому поєднуються нормативне регулювання, проєктні рішення, муніципальне адміністрування та громадська участь. У наукових працях Маркушин О. [7], Сім Д. [10], підкреслюється, що благоустрій як складова міської політики не обмежується лише підтриманням чистоти й порядку, а охоплює систематичне планування розвитку зелених зон,

реконструкцію вулично-дорожньої інфраструктури, оновлення елементів благоустрою, а також забезпечення естетичної цілісності міського ландшафту. Сучасна інтерпретація благоустрою дедалі частіше розглядається через призму створення інклюзивного та безпечного міського середовища, яке б сприяло соціальній згуртованості, мобільності та високій якості життя мешканців.

У працях від Нєшева А., Смоленніков Д., Костюченко Н. [8], Го Х. [14], що стосуються планування та розвитку міських територій, зазначається, що поняття благоустрою охоплює не лише фізичне облаштування території, але й формування стійких інфраструктурних зв'язків, розвиток системи публічних просторів, забезпечення рівного доступу до інфраструктури та збереження екологічного балансу. Незважаючи на значний обсяг наукових досліджень, присвячених міській інфраструктурі, слід зазначити, що більшість авторів акцентують увагу на вузькогалузевих аспектах функціонування окремих інфраструктурних підсистем (транспорт, житлово-комунальне господарство, екологія, енергетика тощо), залишаючи поза увагою цілісне стратегічне бачення управління благоустроєм як комплексним і багатовимірним процесом.

Формулювання цілей статті. Мета статті - дослідити концептуальні засади стратегічного управління процесами міського благоустрою відповідно до принципів сталого урбаністичного розвитку.

Завдання дослідження:

– оцінити вплив територіального, структурно-планувального та соціокультурного чинників на моделі благоустрою міських територій, а також визначити специфіку їхнього впливу на прийняття стратегічних архітектурних і організаційних рішень;

– дослідити потенціал впровадження концептуальних шарів архітектурно-планувальної ідентичності в стратегічне управління міським благоустроєм.

– розробити методичний підхід для формування просторової ідентичності міських територій через інструменти благоустрою, яка враховує його локальний контекст;

– сформулювати практичні рекомендації щодо оптимізації стратегічного управління благоустроєм у процесі трансформації міської інфраструктури, з акцентом на міждисциплінарність, ціннісну орієнтацію та децентралізацію.

Актуальність і новизна дослідження. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю комплексного переосмислення підходів до управління міським благоустроєм у контексті стратегічного розвитку інфраструктури та модернізації урбанізованих територій. Успішне функціонування міста як соціального організму прямо залежить від рівня організації просторів спільного користування: дворів, вулиць, площ, скверів, бульварів, які формують середовище життєдіяльності громадян. При цьому недостатня ефективність

існуючих механізмів планування та реалізації благоустрою, фрагментарність нормативної бази, а також слабка інтеграція інтересів різних груп населення у процесах міського розвитку створюють суттєві бар'єри для досягнення бажаного рівня якості життя.

Новизна дослідження полягає у спробі концептуалізувати стратегічне управління благоустроєм не лише як адміністративну чи технічну функцію, а як міждисциплінарний процес, що вимагає поєднання соціального прогнозування, урбаністичного аналізу, управлінських інновацій і гнучкого інструментарію регіонального планування. Запропонований підхід базується на принципах збалансованого розвитку та інтегрованого управління, що дозволяє не лише підвищити ефективність використання міського простору, а й адаптувати його до динамічних потреб населення у воєнний і повоєнний період.

Методи досліджень. Для виконання дослідження було використано комплексний підхід, що поєднує історико-генетичний аналіз, порівняльний метод, просторове моделювання та кейс-стаді. Історико-генетичний аналіз застосовано для реконструкції планувальних структур міських територій, що дозволило виявити їхню еволюцію та вплив на сучасний благоустрій. Порівняльний метод використано для зіставлення урбаністичних практик різних міст, визначаючи ефективні стратегії управління інфраструктурою. Просторове моделювання допомогло оцінити функціональні та естетичні характеристики пішохідних зон і зелених просторів, враховуючи рельєф, щільність забудови та соціокультурний контекст. Кейс-стаді конкретних міських локацій забезпечило емпіричну базу для перевірки концептуальної моделі архітектурно-планувальної ідентичності.

Результати та їх обґрунтування. Модель архітектурно-планувальної ідентичності міського середовища у науковому контексті розглядається як система взаємопов'язаних характеристик, що відображають лише ті об'єкти та просторові елементи, своєрідність і символічна значущість яких виявляється на масштабному рівні всього міста, формуючи його смисловий та образний каркас. У зв'язку з цим така модель не може в повному обсязі бути застосованою для визначення ідентичності окремих ділянок міського простору, які не мають таких репрезентативних властивостей. Серед ключових зовнішніх чинників, які формують систему міського благоустрою, особливе значення має територіальний фактор як системоутворюючий елемент просторової організації міста [17, с. 51]. На відміну від виробничих підприємств, де територіальні характеристики не мають вирішального впливу на обсяги чи асортимент продукції, у сфері благоустрою спостерігається пряма залежність кількості спеціалізованих організацій та обсягів послуг від розмірів міста, густоти населення та структури урбанізованого простору (табл. 1).

Таблиця 1

Правила та організаційні аспекти управління міським благоустроєм [1, 18]

Координація правил	Контроль робіт	Інспекція та реагування	Документування	Забезпечення якості
Встановлення норм благоустрою	Видача дозволів на земляні роботи	Проведення регулярних інспекцій	Фіксація результатів перевірок	Приймання завершених робіт
Поліпшення умов життя	Контроль відновлення територій	Виявлення порушень	Складання адмінпротоколів	Оцінка стану інфраструктури
Узгодження з громадськістю	Моніторинг змін благоустрою	Оперативне реагування	Аналіз діяльності	Контроль рекламних установок
Формування єдиного стилю	Виконання техстандартів	Класифікація порушень	Підготовка документів	Забезпечення архітектурної єдності
Систематизація діяльності	Регулювання фасадів	Мотиви відмови у заявках	Звітність за об’єктами	Нагляд за якістю елементів

Зокрема, такі параметри, як чисельність населення, норми споживання послуг благоустрою, типологія споживачів, конфігурація вулично-дорожньої мережі, площа території, характер рельєфу, щільність забудови та існуючий рівень озеленення, у сукупності обумовлюють вибір моделей управління, масштаб реалізації програм благоустрою, інженерну потужність комунікацій та складність експлуатації інфраструктурних об’єктів (рис. 1) [3, с. 45].

Рис. 1. Масштабний проект благоустрою окремої території міста з включеним водоймищем (побудовано авторами)

У межах реалізації концепції стратегічного управління благоустроєм урбанізованого середовища особливу увагу приділяється формуванню пішохідних просторів, які в сучасних містах, набули значення не лише функціонального елемента міської мобільності, а й стали важливою складовою естетичного та просторового оформлення міського ландшафту (рис. 2).

Рис. 2. Приклади рішень щодо благоустрою центральної міської площі (побудовано авторами)

Провівши комплексний аналіз основних центрів міської активності, локалізації соціально значущих зон тяжіння населення, взаємного розташування публічних просторів, а також пішохідних та транспортних маршрутів, із врахуванням потенціалу інтеграції пішохідних потоків через магістральні вулиці та транспортні артерії, проєктні рішення були спрямовані на цілісне формування міського середовища, водночас із виділенням окремих його фрагментів для індивідуального благоустрою (рис. 3) [4, с. 43].

Рис. 3. Приклади рішень щодо благоустрою пішохідних маршрутів у структурі міського середовища (побудовано авторами)

У межах просторового проєктування було враховано ключові візуальні домінанти міста, зокрема точки концентрації уваги мешканців та відвідувачів, для яких було запропоновано розміщення малої архітектурної форми: лавок, клумб, сходових маршів, а також озеленення територій шляхом висадки декоративних дерев і кущів, що сприятиме підвищенню рівня естетичної привабливості та мікрокліматичного комфорту [9, с. 316]. Окремий акцент було зроблено на впровадженні сучасних інженерно-технічних рішень у сфері

освітлення територій, що включають використання енергоефективного обладнання, стійких матеріалів та інтелектуальних систем керування світловим середовищем, які відповідають сучасним тенденціям міського дизайну та безпечного простору (рис. 4) [13, с. 391].

Рис. 4. Оновлені проекти пішохідних зон в центральній частині міста (побудовано авторами)

Водночас, концептуальна модель архітектурно-планувальної ідентичності орієнтована переважно на великі міста, що мають тривалий і багатовимірний історико-культурний розвиток, оскільки її багатошарова структура включає такі компоненти, як каркасно-просторова організація, оронимичний (рельєфно-географічний) аспект, вернакулярні уявлення, топоніміка, система візуальних орієнтирів, художньо-естетична виразність та соціокультурна наповненість [11, с. 82]. Однак слід зазначити, що не всі території мають потенціал для повноцінної репрезентації всіх цих шарів: зокрема, невеликі або новоосвоєні міські райони можуть не включати виражених форм рельєфу, історично усталеної топоніміки або помітної культурної стратифікації (рис. 5).

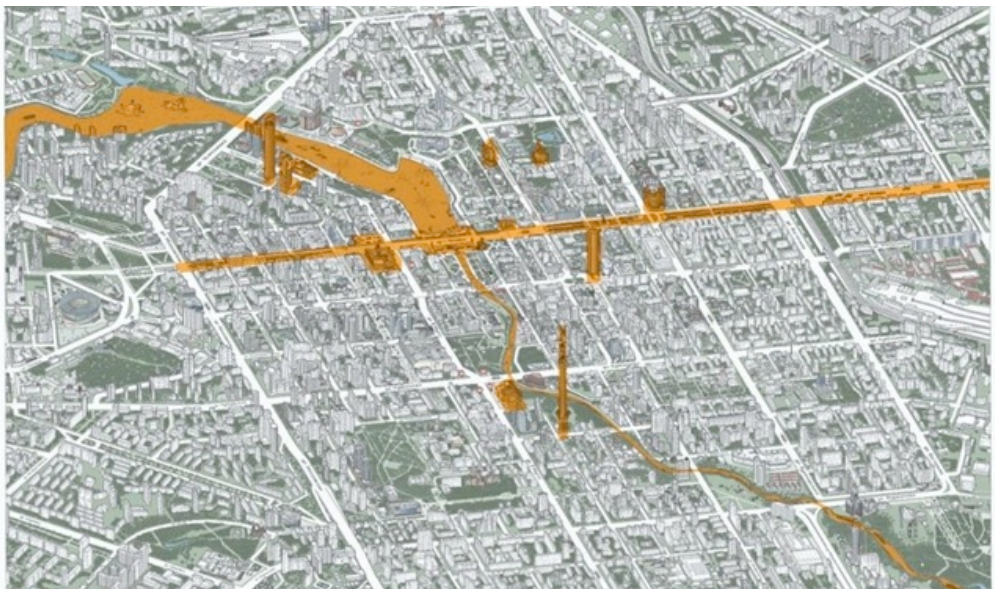


Рис. 5. Концептуальна модель зонування локацій планового благоустрою території міста [6]

У таких випадках застосування моделі передбачає селективний підхід, із використанням лише тих структурних елементів, що релевантні до просторового контексту конкретної території. Ключовою перевагою моделі є її гнучкість: вона передбачає не лише виявлення вже наявних ідентифікаційних елементів, але й потенціал для їх цілеспрямованого формування. Саме цей підхід є особливо цінним для нових районів або житлових масивів, що не мають виразного архітектурно-планувального або культурного обличчя. У таких просторах базовим елементом ідентичності може виступати структурно-каркасний шар, який вказує на особливості планувальної структури території, її розгалуження вулично-дорожньої мережі, зонування та просторову організацію [5]. У разі наявності історично сформованого планувального ландшафту, навіть якщо він частково втрачений, його реконструкція через історико-генетичний аналіз дозволяє відновити або переосмислити первинний образ району міста (рис. 6).

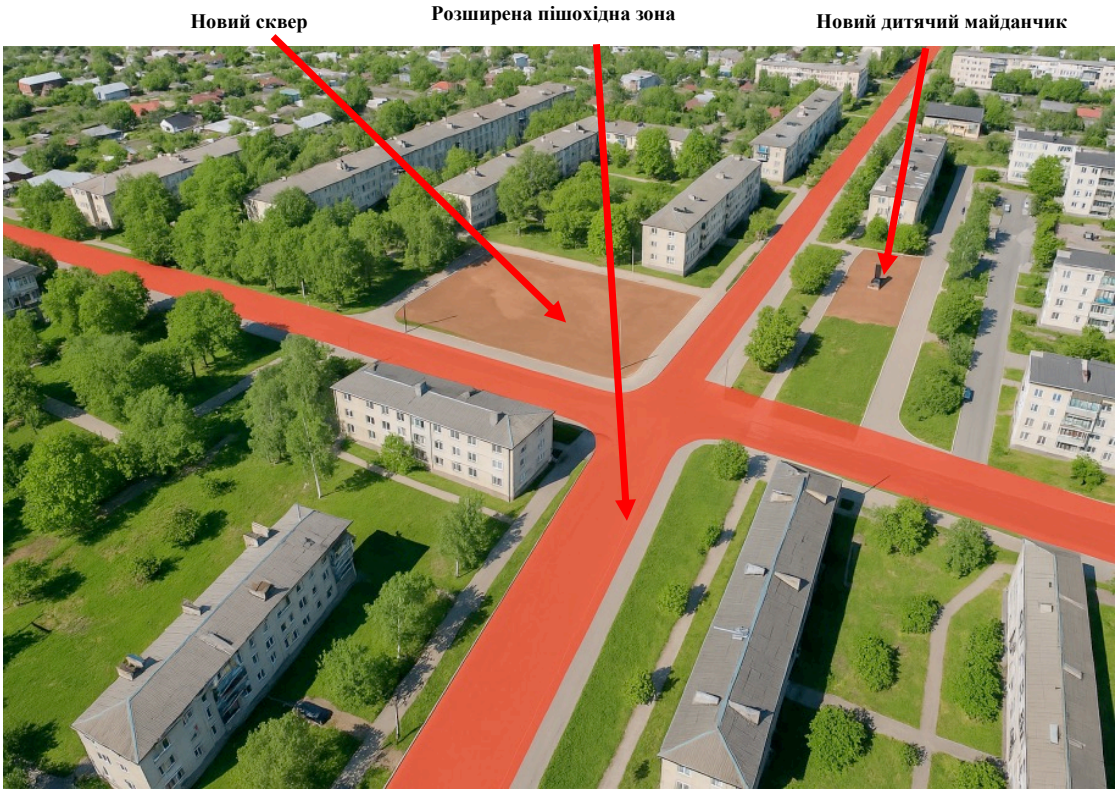


Рис. 6. Планування нових локацій замість старої забудови в межах проекту благоустрою сучасного міста (побудовано авторами)

У випадку спальних районів, сателітних поселень або периферійних урбанізованих зон, пошук ідентичності доцільно здійснювати через комбінацію вернакулярного та топонімічного шарів. Відносна ізольованість таких територій, наявність у колективній свідомості мешканців чітких меж і назв, історичне коріння або асоціативна прив’язка до конкретного підприємства,

природного об'єкта чи виду діяльності створюють умови для символічного осмислення місця. Якщо ж територія сформувалася у пізньорадянський або пострадянський період, без виразної архітектурної стилістики чи урбаністичного коду, актуалізація «забутих» назв, прихованих історій та локальних оповідей може стати основою для побудови нової ідентичності простору [16]. Для реалізації стратегічного розвитку сучасного міста необхідно впроваджувати комплексні ініціативи, які охоплюють ключові аспекти інфраструктури, від транспорту до культури, забезпечуючи їх гармонійну інтеграцію в урбанізоване середовище. В табл. 2 систематизовано стратегічні напрямки та конкретні дії для досягнення сталого прогресу розвитку інфраструктури міста [12].

Таблиця 2

Стратегічні ініціативи для розвитку міської інфраструктури (сформовано авторами)

Стратегічний напрямок	Планування та дизайн	Технологічні рішення	Екологічні ініціативи	Соціальна взаємодія
1	2	3	4	5
1. Транспортна інфраструктура	Розробка багаторівневих транспортних розв'язок для зменшення заторів у центральних районах міста	Впровадження розумних світлофорів для оптимізації руху транспорту в реальному часі	Перехід на електричний громадський транспорт для зниження викидів вуглецю	Створення зон для пішоходів і велосипедистів, що сприяють здоровому способу життя
2. Екологічна сталість	Проєктування зелених коридорів, що з'єднують парки та сквери для створення єдиної екосистеми	Використання сенсорів для моніторингу якості повітря та своєчасного реагування на забруднення	Організація систем збору дощової води для поливу міських зелених зон	Проведення просвітницьких кампаній для мешканців щодо сортування сміття та збереження природи
3. Житлова інфраструктура	Будівництво енергоефективних житлових кварталів із сучасними стандартами комфорту та безпеки	Впровадження систем «розумний дім» для управління енергоресурсами в будинках	Використання сонячних панелей на дахах будинків для забезпечення часткової автономності	Створення сусідських центрів для організації спільних заходів та зміцнення громадських зв'язків
4. Комунальна інфраструктура	Модернізація мереж водопостачання та каналізації для зменшення втрат ресурсів і підвищення надійності	Використання дронів для моніторингу стану комунальних мереж у важкодоступних зонах	Впровадження систем очищення стічних вод для збереження місцевих водойм	Проведення консультацій із мешканцями щодо покращення комунальних послуг у їхніх районах

Стратегічний напрямок	Планування та дизайн	Технологічні рішення	Екологічні ініціативи	Соціальна взаємодія
1	2	3	4	5
5. Культурна інфраструк-тура	Реставрація історичних будівель із урахуванням їхньої архітектурної цінності та сучасних потреб	Створення віртуальних турів музеями та пам’ятками для залучення туристів і молоді	Організація зелених зон навколо культурних об’єктів для створення комфортного середовища	Проведення майстер-класів і виставок для популяризації місцевих традицій та мистецтва

Отже поєднання інноваційних технологій, екологічних рішень, інклюзивного дизайну та соціальної взаємодії створює основу для розвитку комфортного, сталого та впізнаваного міського простору.

Особистий вклад авторів. Авторами запропоновано концептуальну модель архітектурно-планувальної ідентичності, що враховує кілька ключових шарів: структурно-каркасний, топонімічний, вернакулярний та соціокультурний. Розроблено гнучкий підхід до формування унікального образу міста, який спирається на історико-генетичний аналіз і враховує специфіку різних типів міських територій. Автори провели систематизацію факторів, що впливають на благоустрій, таких як чисельність населення, особливості рельєфу та щільність забудови, обґрунтувавши їхню роль у виборі ефективних моделей управління інфраструктурою. Особливу увагу приділено розробці практичних рекомендацій щодо інтеграції пішохідних зон, енергоефективних технологій та озеленення для покращення якості міського середовища.

Висновки та рекомендації подальшого дослідження. Дослідження показує, що успішність стратегічного управління благоустроєм у великій мірі обумовлена врахуванням територіального чинника як ключового системотворчого компонента. Виявлено прямий зв'язок між параметрами благоустрою та такими факторами, як забудована площа, особливості рельєфу, розміри території та історико-функціональні характеристики районів.

Проведена оцінка придатності концептуальної моделі архітектурно-планувальної ідентичності для аналізу окремих міських ділянок показала, що не кожна територія може відображати повний набір її структурних шарів. Проте, як правило, можливо виділити певні комбінації з таких рівнів, як структурно-каркасний, орієнтирний, топонімічний, вернакулярний і соціокультурний, що формує методичну основу для моделювання ідентичності до специфіки конкретного локального середовища. Створено інтегровану матрицю організаційно-управлінських механізмів, яка охоплює нормативне регулювання, громадські консультації, моніторинг стану інфраструктури,

контроль за реалізацією робіт, документальне оформлення та оцінку якості. Виділений комплексний підхід сприятиме не лише збереженню архітектурної цілісності і забезпеченню функціональності середовища, а й формуванню нової просторової ідентичності, яка базується на потребах і цінностях місцевої громади. Запропоновано багаторівневу модель стратегічного управління благоустроєм, яка враховує специфіку різних типів міських територій, від історичних центрів до нових житлових масивів, від природних рекреаційних зон до лінійних публічних просторів. Сам метод ґрунтується на інтеграції урбаністичних рішень, соціальної взаємодії та культурної спадщини для створення цілісного, впізнаваного і сталого міського середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бізонич Д.В. Проблематика сучасного стану сфери благоустрою населених пунктів України: державно-управлінський аспект. Центральноукраїнський науковий вісник. Економічні науки. 2020. № 4(37). С. 177-188. DOI: https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.4(37).177-188.

2. Варвінський А.М. Концепції розвитку міської інфраструктури. Наукові перспективи. 2024. № 7(49). С. 73-86. DOI: https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-7(49)-73-86.

3. Гуманізація транспортно-пішохідної інфраструктури крупнішого міста: монографія / М.А. Вотінов, О.В. Смірнова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. Харків, 2020. 99 с.

4. Задорожна І. Світові практики публічного управління сферою благоустрою міст. Науковий вісник: Державне управління. 2021. № 4(10). С. 38-49. DOI: https://doi.org/10.33269/2618-0065-2021-4(10)-38-49.

5. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3.

6. Маркевич К., Сіденко В. Смарт-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України. К., 2021. 400 с.

7. Маркушин О.Г. Міжнародне співробітництво як ключовий інструмент залучення інвестицій у відбудову та розвиток об’єктів міської інфраструктури. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: право, публічне управління та адміністрування. 2024. № 11. DOI: https://doi.org/10.54929/2786-5746-2024-11-02-10.

8. Нєшева А., Смоленніков Д., Костюченко Н. Управління інфраструктурою міста на засадах цілей сталого розвитку та принципів

індустрії 4.0. Економічний простір. 2023. № 187. С. 158-163. DOI: https://doi.org/10.32782/2224-6282/187-26.

9. Рубан Л.І., Древаль І.В. Наукові підходи щодо організації "блакитно-зеленої" інфраструктури міста в умовах зміни клімату. Містобудування та територіальне планування. 2023. Вип. 84. С. 309-321.

10. Сім Д. М'яке місто. Щільність забудови для щоденного життя / перекл. Я. Осетрова, О. Колодюк. 2023. 236 с.

11. Склярська О.І., Стецюк О.В. Тренди та інновації у плануванні міської інфраструктури. Державне управління та національна безпека. 2024. № 4. С. 73-86. DOI: https://doi.org/10.25313/2617-572X-2024-4.

12. Дзюбинська О.В., Дзюбинський А.В., Смаль М.В. Теоретичні аспекти планування та управління логістичними системами використання відходів на рівні територіальних громад. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Луцьк: ЛНТУ, 2023. Вип. 19. С. 51-57. DOI: https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2023-8(19)-06.

13. Azizi L., Kouddane N. The green city as a driver of sustainable development. Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture. 2024. Vol. 15. P. 384-397. DOI: https://doi.org/10.1007/s43995-024-00077-x.

14. Guo X. Exploration of Urban Development Models and Sustainable Development of Urban Economy in the Digital Process. SHS Web of Conferences. 2024. Vol. 200. Article No. 01021. DOI: https://doi.org/10.1051/shsconf/202420001021.

15. He Z., Zhao C., Fürst C., Hersperger A. M. How does the effect of urban growth management change over time and across urban land uses? Evidence from China's construction land quotas. Journal of Land Use Science. 2024. Vol. 19, No. 1. P. 239-257. DOI: https://doi.org/10.1080/1747423X.2024.2389889.

16. Jacques E. de A., Júnior A. N., de Paris S., Francescatto M. B., Nunes R. F. B. Smart City Actions Integrated into Urban Planning: Management of Urban Environments by Thematic Areas. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 8. Article 3351. DOI: https://doi.org/10.3390/app14083351.

17. Makedon V., Myachin V., Plakhotnik O., Fisunenko N., Mykhailenko O. Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. no 2(13(128)). p. 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796.

18. Metelenko N.G., Kovalenko O.V., Makedon V., Merzhynskyi Y.K., Rudych A. I. Infrastructure Security of Formation and Development of Sectoral Corporate Clusters. Journal of Security and Sustainability Issues. 2019. №9(1). pp. 77-89. http://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1(7)

19. Yigitcanlar T., Kamruzzaman M. Planning, Development and Management of Sustainable Cities: A Commentary from the Guest Editors. Sustainability. 2015. Vol. 7, No. 11. P. 14677-14688. DOI: https://doi.org/10.3390/su71114677.

Ph.D., Associate Professor **Oksana Dziubynska,**
Ph.D., Associate Professor **Mariia Smal,**
Ph.D., Associate Professor **Pavlo Sunak,**
Lutsk National Technical University

URBAN INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT: STRATEGIC MANAGEMENT OF ENVIRONMENT

The article is devoted to the study of the concept of architectural and planning identity of the urban environment in the context of strategic management of urban development, with an emphasis on the analysis of multilayer models that form a unique image of a modern city. The relevance of the study is due to the growing need of modern cities to form a recognizable and functional environment that combines the preservation of historical heritage with innovative approaches to urban development, which allows solving the challenges of urbanization, such as overpopulation, environmental problems and social inequality. The purpose of the study is to develop theoretical and methodological foundations for defining and constructing the architectural and planning identity of the urban environment, which contribute to the strategic management of urban development. The work uses a comprehensive approach that includes historical and genetic analysis for the reconstruction of planning structures, comparative analysis of urban practices, as well as spatial modeling methods for assessing the aesthetic and functional characteristics of urban areas. Scientific results indicate that the model of architectural and planning identity, which includes structural-framework, toponymic, vernacular, landmark and socio-cultural layers, is an effective tool for creating a unique image of the city, but requires adaptation to the specifics of individual territories, in particular through the selective use of its components for small or new areas. It is shown that strategic management of landscaping, based on the integration of pedestrian zones, energy-efficient technologies and landscaping, contributes to increasing social inclusion and environmental sustainability of the urban environment. Prospects for further research are related to the development of detailed methods for constructing the identity of peripheral and newly built urban areas, as well as to studying the impact of digital technologies, such as smart infrastructure management systems, on the formation of the modern urban landscape. Further research can be aimed at analyzing the

intercultural aspects of urban development and their impact on social integration in multinational cities, which will contribute to the creation of universal models of urban space management.

Keywords: architectural and planning identity; urban development; strategic management; socio-cultural layer; urban environment; pedestrian spaces.

REFERENCES

1. Bizonych, D.V. (2020). Problematyka suchasnoho stanu sfery blahoustroiu naselenykh punktiv Ukrainy: derzhavno-upravlinskyi aspekt. Tsentralnoukrainskyi naukovyi visnyk. Ekonomichni nauky, 4(37), 177-188. https://doi.org/10.32515/2663-1636.2020.4(37).177-188 {in Ukrainian}.

2. Varvinskyi, A.M. (2024). Kontseptsii rozvytku miskoi infrastruktury. Naukovi perspektyvy, 7(49), 73-86. https://doi.org/10.52058/2708-7530-2024-7(49)-73-86 {in Ukrainian}.

3. Votinov, M.A., & Smirnova, O.V. (2020). Humanizatsiia transportno-pishokhidnoi infrastruktury krupnishoho mista: monohrafiia. Kharkiv: Kharkivskyi natsionalnyi universytet miskoho hospodarstva im. O. M. Beketova. 99 s. {in Ukrainian}.

4. Zadorozhna, I. (2021). Svitovi praktyky publichnoho upravlinnia sferoiu blahoustroiu mist. Naukovyi visnyk: Derzhavne upravlinnia, 4(10), 38-49. https://doi.org/10.33269/2618-0065-2021-4(10)-38-49 {in Ukrainian}.

5. Makedon, V.V., & Bailova, O.O. (2023). Planuvannia i orhanizatsiia vprovadzhennia tsyfrovykh tekhnolohii v diialnist promyslovykh pidpryiemstv. Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriia “Ekonomichni nauky”, 47, 16-26. https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3 {in Ukrainian}.

6. Markevych, K., & Sidenko, V. (2021). Smart-infrastruktura u stalomu rozvytku mist: svitovyi dosvid ta perspektyvy Ukrainy. Kyiv. 400 s. {in Ukrainian}.

7. Markushyn, O.H. (2024). Mizhnarodne spivrobitnytstvo yak kliuchovyi instrument zaluchennia inwestytsii u vidbudovu ta rozvytok obiektiv miskoi infrastruktury. Problemy suchasnykh transformatsii. Seriia: pravo, publichne upravlinnia ta administruvannia, 11. https://doi.org/10.54929/2786-5746-2024-11-02-10 {in Ukrainian}.

8. Niesheva, A., Smolennikov, D., & Kostiuchenko, N. (2023). Upravlinnia infrastrukturoiu mista na zasadakh tsilei staloho rozvytku ta pryntsypiv industrii 4.0. Ekonomichnyi prostir, 187, 158-163. https://doi.org/10.32782/2224-6282/187-26 {in Ukrainian}.

9. Ruban, L.I., & Dreval, I.V. (2023). Naukovi pidkhody shchodo orhanizatsii "blakytno-zelenoi" infrastruktury mista v umovakh zminy klimatu. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, 84, 309-321 {in Ukrainian}.

10. Sim, D. (2023). Miake misto. Shchilnist zabudovy dlia shchodennoho zhyttia (Y. Osetrov, O. Kolodiuk, transl.). 236 s. {in Ukrainian}.

11. Skliarska, O.I., & Stetsiuk, O.V. (2024). Trendy ta innovatsii u planuvanni miskoi infrastruktury. Derzhavne upravlinnia ta natsionalna bezpeka, 4, 73-86. https://doi.org/10.25313/2617-572X-2024-4 {in Ukrainian}.

12. Dziubynska O.V., Dziubynskyi A.V., Smal M.V. (2023). Teoretychni aspekty planuvannia ta upravlinnia lohistychnymy systemamy vykorystannia vidkhodiv na rivni terytorialnykh hromad. Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi, 19, 51-57 {in Ukrainian}.

13. Azizi, L., & Kouddane, N. (2024). The green city as a driver of sustainable development. Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture, 15, 384-397. https://doi.org/10.1007/s43995-024-00077-x. {in English}.

14. Guo, X. (2024). Exploration of urban development models and sustainable development of urban economy in the digital process. SHS Web of Conferences, 200, Article 01021. https://doi.org/10.1051/shsconf/202420001021. {in English}.

15. He, Z., Zhao, C., Fürst, C., & Hersperger, A.M. (2024). How does the effect of urban growth management change over time and across urban land uses? Evidence from China's construction land quotas. Journal of Land Use Science, 19(1), 239-257. https://doi.org/10.1080/1747423X.2024.2389889. {in English}.

16. Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunenko, N., Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no 2(13(128)), 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796. {in English}.

17. Metelenko, N.G., Kovalenko, O.V., Makedon, V., Merzhynskyi, Y.K., Rudych, A.I. (2019). Infrastructure security of formation and development of sectoral corporate clusters, Journal of Security and Sustainability Issues, 9(1), 77-89. http://doi.org/10.9770/jssi.2019.9.1(7). {in English}.

18. Sotarauta, M., & Hansen, T. (2024). A competence set for sustainable urban development: framing a research agenda. Regional Studies, Regional Science, 11(1), 351-361. https://doi.org/10.1080/21681376.2024.2359910. {in English}.

19. Yigitcanlar, T., & Kamruzzaman, M. (2015). Planning, development and management of sustainable cities: A commentary from the guest editors. Sustainability, 7(11), 14677-14688. https://doi.org/10.3390/su71114677. {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.308-323
УДК 330.322:69:658.155

к.т.н., доцент **Козак А.А.,**
kozak.aa@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0002-9721-2733,
Соболь Д.В.,
soboldv@gmail.com ORCID: 0000-0001-9986-9520,
Молодько О.В.,
Oleksii.amk@gmail.com ORCID: 0009-0001-9030-9153,
Бошtан А.В.,
boshtan_av-2022@knuba.edu.ua ORCID: 0009-0000-5599-125X
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕВОЛЮЦІЯ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

У контексті активізації інвестиційної діяльності та цифрової модернізації будівельного сектора все більшої актуальності набуває перегляд існуючих методів оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проєктів. Традиційні підходи, засновані на простих фінансових індикаторах — таких як чистий приведений дохід, внутрішня норма рентабельності чи строк окупності, — демонструють обмежену здатність адекватно відображати комплексні умови реалізації сучасних проєктів. Вони не враховують динаміку ринкової кон'юнктури, волатильність ресурсів, ризики регуляторних змін та стратегічні пріоритети зацікавлених сторін. У нових економічних умовах це зумовлює необхідність трансформації системи критеріїв ефективності з урахуванням міждисциплінарного та цифрово-орієнтованого підходу.

У роботі обґрунтовано логіку еволюції підходів до оцінювання ефективності будівельних інвестицій — від лінійних моделей до комплексних систем оцінки з багаторівневою структурою параметрів. Особлива увага приділена включенню інструментів ризик-менеджменту, теорії реальних опціонів, сценарного моделювання та інституційного аналізу в практику проєктного управління. Проаналізовано переваги моделей, що дозволяють інтегрувати як фінансові, так і нефінансові критерії, зокрема соціальні, екологічні та управлінські ефекти.

У сфері будівництва, де реалізація проєктів часто супроводжується довготривалими інвестиційними циклами, багатоетапністю виконання, широкою участю стейкхолдерів і високим рівнем регуляторного ризику, зростає потреба в динамічному адаптивному інструментарії оцінки. У дослідженні запропоновано концептуальну модель багатовимірної оцінки ефективності, яка поєднує стратегічні цілі, оцінку ризиків, часові горизонти,

цифрові індикатори та контекст ринкового середовища. Зосереджено увагу на перевагах цифрових платформ, які дозволяють проводити автоматизовану аналітику, оперативну візуалізацію даних і формування сценаріїв управлінських рішень.

Отримані результати можуть бути використані як основа для перегляду підходів до інвестиційного аналізу в будівництві, сприяти формуванню адаптивних систем управління проєктами та прийняттю стратегічно обґрунтованих рішень в умовах інституційної й ринкової невизначеності.

Ключові слова: ефективність; інвестиційний аналіз; будівельні проєкти; економічна оцінка; ризик-менеджмент; цифрова трансформація; методологія оцінювання; стратегічне управління

Постановка проблеми: Питання оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проектів посідає ключове місце в системі стратегічного управління проєктною діяльністю, оскільки дозволяє не лише визначити доцільність вкладення капіталу, а й забезпечити цілісне бачення перспектив реалізації на основі багатофакторного аналізу. Проте у практиці досі переважає застосування застарілих, лінійних фінансових моделей, які не враховують впливу нестабільного інституційного середовища, динаміки ринку, змін у вартості ресурсів, соціального ефекту або ризиків довгострокових затримок. Це зумовлює потребу у формуванні нової методологічної основи, що ґрунтується на принципах адаптивності, цифрової доступності даних, ризик-орієнтованості та міждисциплінарності. Зміна підходів повинна охоплювати не лише техніко-економічні критерії, але й інституційно-організаційні, екологічні, соціальні та управлінські аспекти. У цьому контексті особливо актуальним є аналіз еволюції оцінювальних підходів – від базових моделей до складних симуляційних та цифрових алгоритмів, що дозволяють комплексно оцінювати ефективність з урахуванням сучасної складності будівельних проєктів.

Мета статті: Головна задача роботи - систематизація теоретичних і прикладних підходів до оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проєктів із урахуванням їх еволюційного розвитку, а також розробка адаптивної моделі багатовимірного аналізу ефективності, здатної відображати специфіку сучасного будівельного середовища. Основна увага зосереджена на необхідності модернізації критеріїв оцінювання через інтеграцію цифрових технологій, ризик-орієнтованого управління, методів сценарного моделювання та концепції реальних опціонів. У межах дослідження проаналізовано чинники, що впливають на ефективність інвестицій у будівництві, визначено етапи формування методологічних основ, охарактеризовано поточні виклики оцінки у

нестабільному ринковому середовищі. Практичне завдання полягає в обґрунтуванні застосування цифрових інструментів і методів комплексного аналізу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у будівельній галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Проблематика оцінки ефективності інвестицій у будівництві є предметом активного дослідження як у вітчизняному, так і в зарубіжному науковому середовищі. В опублікованих працях розкривається економічна сутність диверсифікації інвестиційної діяльності та її вплив на загальну результативність будівельних проєктів [22, 23, 24ї]. Значна увага приділяється трансформаційним змінам у підходах до оцінювання інвестиційної привабливості за умов економічної нестабільності та ризикогенності будівельного середовища. Окремі дослідження акцентують на важливості впровадження інноваційних управлінських інструментів у практику оцінювання ефективності капіталовкладень у будівництві, зокрема з позицій підвищення гнучкості, адаптивності та стратегічної керованості інвестиційних рішень [25].

Попри наявність вагомої теоретичної бази, сучасна література досі обмежено охоплює аспекти цифрової трансформації підходів до оцінювання ефективності. Зокрема, недостатньо досліджені питання інтеграції BIM-технологій, аналітики великих даних, платформ управління ризиками та методів реальних опціонів у єдину методологічну структуру. Бракує також системної класифікації критеріїв, які б відображали екологічні, соціальні та інституційні параметри в умовах трансформаційної економіки. У такому контексті важливим напрямом є дослідження еволюції підходів до оцінки, що дозволяє інтегрувати класичні моделі економічної ефективності з інноваційними технологіями управління будівельними проєктами.

Виклад основного матеріалу: Поняття оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проектів є одним із центральних у сфері інвестиційного менеджменту та будівельної економіки. Оцінка ефективності трактується як систематизована процедура визначення доцільності використання ресурсів для досягнення цілей будівельного проекту з урахуванням економічних, фінансових, соціальних та екологічних критеріїв. Теоретичні основи поняття ефективності проектів закладені в роботах західних учених, зокрема Ф. Дж. Фабоцці, який розглядав ефективність як міру здатності проекту генерувати додану вартість для інвесторів при мінімізації ризиків та вартості капіталу [1]. Він підкреслював, що ефективність не може бути обмежена лише фінансовими показниками, а повинна охоплювати також якісні результати діяльності.

Понятійна структура ефективності будівельно-інвестиційних проектів передбачає виокремлення кількох рівнів: фінансової, економічної та соціальної

ефективності. На думку Дж. Брейлі та С. Майєрса, фінансова ефективність базується на аналізі потоків грошових коштів і показниках прибутковості проекту, тоді як економічна ефективність охоплює ефекти для національної економіки [2].

Досить вагомий внесок у розробку категорії ефективності зробив також П. Самуельсон, який вважав ефективність будь-якого інвестиційного проекту результатом оптимального розподілу обмежених ресурсів у довгостроковій перспективі [3]. Самуельсон вперше акцентував увагу на необхідності обліку альтернативних витрат у процесі оцінки результативності проектних рішень. У сфері будівництва поняття ефективності конкретизувалося через розвиток концепцій інвестиційного аналізу, які пропонували багатофакторний підхід до оцінювання проектів. Зокрема, Т. Коупленд підкреслював важливість урахування ризиків, вартості капіталу та впливу макроекономічного середовища на реалізацію будівельних проектів [4]. У розвитку поняття ефективності будівельно-інвестиційних проектів важливу роль відіграло впровадження концепції життєвого циклу проекту, яке отримало обґрунтування в працях Г. Кервіна. Він запропонував оцінювати ефективність на всіх етапах життєвого циклу — від ідеї проекту до експлуатації об'єкта, підкреслюючи зміну ваги критеріїв оцінки на різних стадіях [5].

Українські дослідники, зокрема О. В. Сухоруков, розглядали ефективність будівельно-інвестиційних проектів як багатогранне явище, що поєднує фінансові, організаційні та соціальні аспекти реалізації проектної діяльності [6]. Він вказував на необхідність поєднання приватних і суспільних критеріїв оцінювання в умовах розвитку інституційного середовища. Сучасне трактування поняття ефективності суттєво доповнюється концепціями сталого розвитку. Як відзначає Д. Пірс, оцінка ефективності проектів має враховувати не лише короткострокову економічну вигоду, але й довгострокові екологічні наслідки та соціальні зміни [7].

Поступово в теоретичній площині з’явилося чітке розмежування між поняттями «ефективність проєкту» та «ефективність інвестицій». Якщо перше пов’язується з організаційними, технологічними та часовими характеристиками проєкту, то друге акцентує увагу на фінансових результатах вкладених ресурсів [8]. На ранніх етапах теоретичних досліджень, таких як праці I. G. Сіґела поняття ефективності інвестицій оцінювалося переважно через показники чистого доходу та періоду окупності [9].

Як видно з рисунка 1, концептуальні підходи до визначення ефективності будівельно-інвестиційного проєкту поділяються на три основні напрями: фінансовий, ресурсний та соціально-економічний.

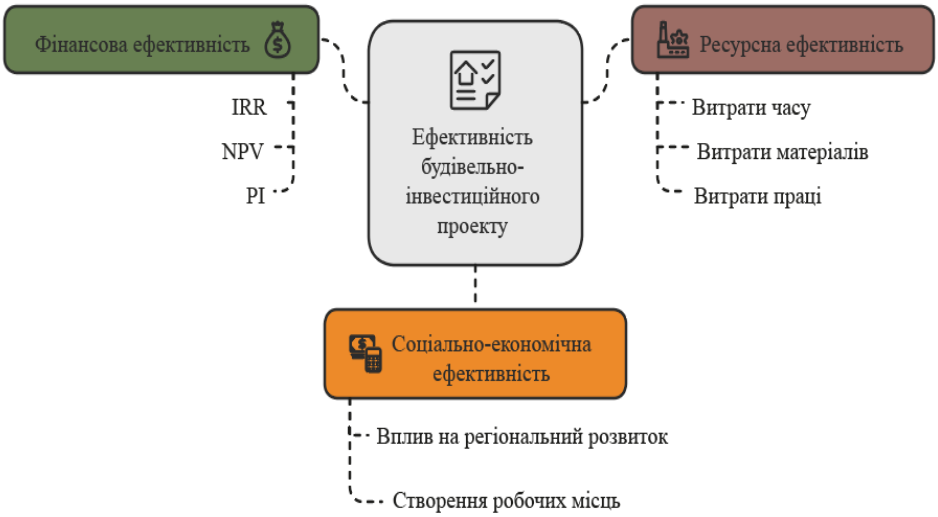


Рис. 1. Структурна схема концептуалізації ефективності будівельно-інвестиційного проекту (*розроблено авторами на основі [9]*)

Ресурсний підхід акцентує на співвідношенні між обсягом використаних ресурсів та отриманими результатами. При цьому критеріями ефективності виступають мінімізація витрат матеріалів, оптимізація використання трудових ресурсів та скорочення термінів будівництва. Як вказує J. M. Keynes, ефективне використання ресурсів визначає здатність економіки не лише забезпечувати зростання виробництва, а й підтримувати сталий розвиток [10].

Як видно з таблиці 1, сучасні методики оцінки ефективності інтегрують класичні показники з додатковими соціальними та екологічними критеріями[11].

Інвестиційна ефективність у контексті проектного управління трактується як міра досягнення найкращих фінансових результатів за рахунок оптимального використання вкладених ресурсів у рамках проекту. Цей термін відображає співвідношення між отриманими вигодами та понесеними витратами, водночас оцінюючи і рівень прибутковості, і ризики інвестування.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика класичних та сучасних критеріїв оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проектів

(*розроблено авторами на основі [11]*)

Критерій	Класичний підхід	Сучасний інтегрований підхід
Фінансова вигода	Визначення рентабельності виключно через показник чистої приведеної вартості (NPV).	Оцінка фінансової вигоди із включенням потенційних екологічних, соціальних та регуляторних ризиків, що можуть впливати на загальну вартість.
Термін окупності	Обчислення стандартного строку повернення інвестицій без урахування зовнішніх ефектів.	Розрахунок періоду окупності з інтеграцією показників соціального впливу та стійкості результатів проєкту.

Витрати ресурсів	Орієнтація на зменшення прямих витрат задля підвищення короткострокової ефективності.	Стратегічне управління ресурсами з пріоритетом їх відновлюваності та мінімізації негативного впливу на довкілля.
Соціальний вплив	Параметр залишається поза межами традиційної оцінки, орієнтація тільки на економічні вигоди.	Вимірювання впливу проєкту на зайнятість, доступність послуг, покращення умов життя для місцевих громад.
Екологічні аспекти	Не включаються у модель оцінки ефективності, навіть при очевидних ризиках для довкілля.	Проведення обов'язкової екологічної експертизи, оцінка вуглецевого сліду та розробка програм екологічної компенсації.
Технологічна інноваційність	Використання перевірених технологій без обов'язкової актуалізації технічного парку.	Впровадження інноваційних цифрових технологій, автоматизації та нових матеріалів для підвищення ефективності й гнучкості.
Гнучкість проекту	Жорстка прив'язка до початкового плану реалізації з обмеженою можливістю корекції.	Можливість адаптації проектних рішень залежно від зміни ринкових умов чи технологічних вимог у реальному часі.
Управління ризиками	Оцінка лише стандартних будівельних ризиків без активного моніторингу змін середовища.	Постійний динамічний моніторинг ризиків із застосуванням цифрових платформ для раннього виявлення і запобігання загрозам.
Репутаційний ефект	Вплив на імідж компанії не враховується у фінансових розрахунках.	Оцінка довгострокового впливу проєкту на суспільне сприйняття компанії, бренд та можливості залучення майбутніх інвесторів.
Стейкхолдерська взаємодія	Мінімальне залучення стейкхолдерів, формалізований підхід до їхньої участі.	Побудова відкритого діалогу зі всіма зацікавленими сторонами через цифрові платформи, з метою врахування їхніх потреб на різних етапах проекту.

Як підкреслює автор Д.М. Гелтнер, інвестиційна ефективність у будівельних проектах полягає не лише у прямій окупності вкладень, а й у забезпеченні стабільного довгострокового доходу через активне управління активами [12]. Таким чином, поняття має комплексний характер, охоплюючи як короткострокову результативність, так і стійкість інвестиційної стратегії у перспективі [13].

Для кращого розуміння взаємозв’язків між категоріями інвестиційної та будівельної ефективності на рисунку 2 подано узагальнену структуру процесу взаємодії між ними.

Рис. 2. Структура взаємозв'язку між інвестиційною та будівельною ефективністю (*розроблено авторами на основі [13]*)

Згідно з позицією Х. Керцнер, безпосередній зв'язок між цими категоріями проявляється у використанні спеціалізованих методологій управління проектами, таких як Earned Value Management (EVM), що дозволяє інтегрувати оцінку вартості, часу і якості у єдину систему контролю за виконанням проекту [14]. Такий підхід дає змогу не лише оперативно реагувати на відхилення, але й передбачати можливі ризики на ранніх етапах реалізації.

Ключовим чинником успіху у досягненні високої інвестиційної та будівельної ефективності є правильне управління ресурсами, що включає оптимальне планування використання робочої сили, матеріалів і технологій. За словами Д. І. Кліленд, раціональне управління ресурсами дозволяє досягти максимальної продуктивності без перевищення бюджетних обмежень, водночас забезпечуючи належну якість виконання робіт [15].

Для системного узагальнення основних характеристик інвестиційної та будівельної ефективності пропонується таблиця 2.

Таблиця 2.

Основні характеристики інвестиційної та будівельної ефективності (*розроблено авторами на основі [15]*)

Характеристика	Інвестиційна ефективність	Будівельна ефективність
Основний акцент	Зосередження на оцінці здатності інвестиційного проєкту забезпечити приріст капіталу, фінансову стабільність та довгострокову вигідність вкладень.	Фокус на бездоганному виконанні робіт відповідно до проектно-кошторисної документації, стандартів якості та в межах затверджених строків.
Інструменти оцінки	Комплексна фінансова аналітика: NPV, IRR, ROI, Payback Period, аналіз дисконтованих потоків грошових коштів, ризик-аналіз і сценарне планування.	Оцінка результативності за допомогою методологій Earned Value Management (EVM), багаторівневих KPI з контролю термінів, бюджету і відповідності нормам.
Критичні чинники	Прибутковість інвестицій, ризикованість фінансування, ліквідність активів, здатність генерувати стабільний грошовий потік, вплив макроекономічних факторів.	Точність планування робіт, дотримання календарних графіків, контроль вартості матеріалів і робіт, дотримання будівельних технологій та нормативів.

Механізми впливу	Використання інноваційних фінансових схем, залучення альтернативного фінансування, стратегічне управління активами та ризиками, оптимізація витрат.	Впровадження сучасних технологій будівництва (BIM-моделювання, автоматизація процесів), систем управління якістю, методологій Lean Construction.
Орієнтація на результат	Забезпечення повернення інвестицій у прогнозовані строки, підвищення вартості активів та досягнення цілей власників і акціонерів.	Гарантування фактичної відповідності проєктних рішень реальним виконаним роботам, своєчасна здача об'єкта в експлуатацію без перевищення бюджету.
Підхід до ризиків	Акцент на фінансову стійкість через стрес-тестування моделей, страхування інвестицій, контрактне мінімізаційне управління ризиками.	Активна превентивна робота: моніторинг технічних, логістичних і погодних ризиків, застосування систем раннього попередження про можливі відхилення.
Взаємодія учасників	Створення фінансово-інвестиційних консорціумів, підготовка інвестиційних меморандумів, співпраця із зовнішніми експертами і аудиторами.	Організація тісної взаємодії між замовником, проєктувальниками, підрядниками та технічним наглядом для досягнення узгоджених результатів.
Джерела цінності	Приріст грошового потоку, створення доданої вартості через інвестиції, зміцнення позицій підприємства на ринку капіталів.	Підвищення репутації будівельної компанії, розширення портфеля успішно реалізованих проєктів, зростання операційної ефективності підприємства.
Критерії успіху	Перевищення запланованої норми прибутковості, стійкість до змін ринкової кон'юнктури, досягнення стратегічних цілей інвесторів.	Виконання проєкту в межах запланованих витрат, строків і якості без порушень норм і вимог, забезпечення задоволення кінцевого замовника.

Ризик і ефективність будівельно-інвестиційного проєкту є взаємопов'язаними теоретичними категоріями, які вимагають глибокого концептуального аналізу. У будівельному інвестуванні ризик визначається як ймовірність виникнення небажаних подій, що здатні вплинути на хід реалізації проєкту, його строки, бюджет і кінцеву вартість. Як наголошує Н. Брукс [16], ризик в інвестиційних проєктах є не лише невизначеністю майбутніх подій, але й активним фактором, який може бути керованим через правильну стратегію управління.

Поняття ефективності у цьому контексті має подвійну природу. По-перше, воно виступає як сукупний результат реалізації проєкту відповідно до поставлених цілей. По-друге, як підкреслює А. Хартман [17], ефективність будівельно-інвестиційного проєкту неможливо оцінити без урахування змінних ризику, що супроводжують увесь життєвий цикл проєкту. Ефективність не обмежується економічними результатами, вона включає якісні показники — рівень інноваційності, стійкість до зовнішніх коливань, адаптивність управлінських рішень.

Наукове опрацювання взаємозв'язку ризику та ефективності стало об'єктом глибоких досліджень багатьох учених. Так, Б. Флайвберг [18] запропонував трактувати ризик як інтегровану складову управління ефективністю, де ризик є не зовнішнім подразником, а органічним елементом, що впливає на весь процес прийняття рішень. У зв'язку з цим доречно навести схему на рисунку 3, яка ілюструє основні взаємозв'язки ризику та ефективності в будівельно-інвестиційних проєктах.

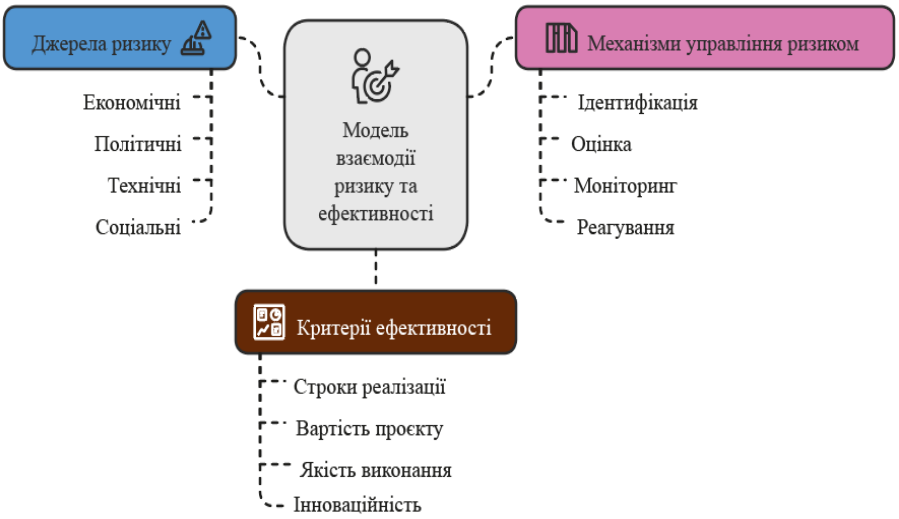


Рис. 3. Модель взаємодії ризику та ефективності будівельно-інвестиційного проєкту (*розроблено авторами на основі [18]*)

Окрему увагу необхідно приділити класифікації ризиків за їхнім впливом на ефективність проекту [19]. Перед тим як перейти до її аналізу, зауважимо на таблицю 3 нижче.

Таблиця 3.

Класифікація ризиків за впливом на ефективність будівельно-інвестиційного проекту (*розроблено авторами на основі [19]*)

Вид ризику	Характеристика впливу на ефективність	Приклади прояву
Фінансовий	Призводить до зростання загальної вартості проєкту, утворення дефіциту фінансування, затримки платежів постачальникам, підвищення вартості кредитних ресурсів.	Курсова нестабільність, інфляція, зростання відсоткових ставок, банкрутство інвесторів.
Технічний	Спричиняє затримки виконання робіт, зниження якості об'єктів будівництва, необхідність переробок, збільшення витрат на ремонт або модернізацію.	Несправність устаткування, технологічні збої, помилки проєктування, використання несертифікованих матеріалів.
Правовий	Викликає юридичні затримки в оформленні дозвільних документів, збільшення витрат на юридичний супровід або сплату штрафів, замороження проєктів.	Зміни в законодавстві, анулювання ліцензій, судові суперечки щодо прав власності чи підрядних зобов'язань.
Екологічний	Призводить до накладання штрафних санкцій, зупинки робіт через порушення норм охорони довкілля, зниження суспільної підтримки проєкту, іміджеві втрати.	Порушення екологічних норм, витік небезпечних речовин, будівництво в охоронних зонах без дозволу.
Соціальний	Може викликати громадські протести, затримки в реалізації через необхідність додаткових соціальних заходів, підвищення витрат на соціальні програми.	Протести місцевих громад, незадоволення умовами праці на будівництві, конфлікти через переселення.

Організаційний	Погіршує координацію між учасниками проєкту, веде до помилок у плануванні, затримок через неефективне управління ресурсами та інформаційними потоками.	Погана комунікація між підрядниками, зміна керівного складу в процесі реалізації, недостатня кваліфікація персоналу.
Політичний	Викликає нестабільність умов для інвестування, зміну пріоритетів фінансування або державних програм підтримки, виникнення регуляторних обмежень.	Зміна уряду, введення санкцій, обмеження на іноземні інвестиції, перегляд умов державно-приватного партнерства.

Еволюція концепцій суспільної та комерційної ефективності будівельно-інвестиційних проєктів віддзеркалює зміну соціально-економічних пріоритетів упродовж розвитку цивілізації. Поняття "суспільна ефективність" у найзагальнішому сенсі відображає ступінь відповідності результатів будівельного проєкту очікуванням і потребам суспільства, з урахуванням широкого спектра впливів: соціальних, екологічних, інфраструктурних. Як підкреслює М. Кірк [20], суспільна ефективність передбачає не лише економічну вигоду, а й сприяння довгостроковій стійкості розвитку середовища, в якому здійснюється проєкт.

Під поняттям "комерційна ефективність" мається на увазі здатність проєкту генерувати фінансові вигоди для інвестора або замовника у межах заданих економічних параметрів. За визначенням П. Едвіна [21], комерційна ефективність є первинним мірилом життєздатності проєкту в умовах ринкової економіки та конкуренції за ресурси, вказуючи на необхідність збалансування витрат, прибутковості та термінів окупності.

Нижче представлено таблицю 4, яка демонструє основні критерії суспільної та комерційної ефективності будівельно-інвестиційних проєктів. Як показано у цій таблиці, критерії суспільної та комерційної ефективності мають суттєві відмінності за акцентами і методами оцінки, що потребує розробки специфічних підходів для кожного типу аналізу.

Таблиця 4.

Критерії суспільної та комерційної ефективності будівельно-інвестиційних проектів (*розроблено авторами на основі [21]*)

Критерій	**Суспільна ефективність**	**Комерційна ефективність**
1	**2**	**3**
Основна мета	Підвищення добробуту населення, покращення інфраструктури, забезпечення стійкого розвитку громад.	Максимізація прибутку, повернення інвестицій та збільшення вартості активів.
Ключові показники	Рівень зайнятості, доступність житла, рівень екологічної	NPV, IRR, ROI, рентабельність інвестицій, період окупності.

	стійкості, показники соціальної інтеграції.	
Залучені учасники	Органи влади, громади, неурядові організації, міжнародні фонди розвитку.	Приватні інвестори, забудовники, фінансові установи, комерційні банки.
Часовий горизонт	Довгостроковий вплив: 10–30 років і більше, орієнтований на міжгенераційний ефект.	Середньострокова або короткострокова перспектива: 3–7 років для комерційного повернення.
Основні ризики	Соціальні протести, зміни суспільних потреб, репутаційні втрати, екологічні санкції.	Фінансова нестабільність, зміни ринкової кон'юнктури, валютні ризики, зростання вартості ресурсів.
Екологічний вплив	Обов'язкове врахування збереження природних ресурсів, зниження рівня забруднення та зміцнення біорізноманіття.	Екологічні стандарти враховуються лише у разі регуляторних вимог чи можливості отримання сертифікацій для підвищення вартості активів.
1	**2**	**3**
Соціальні вигоди	Підвищення рівня життя, розвиток соціальної інфраструктури, розширення доступу до базових послуг.	Непрямий вплив через створення робочих місць та економічну активізацію території.
Рівень державної підтримки	Часте залучення бюджетного фінансування, субсидій, пільг, участі у муніципальних програмах.	Може отримувати податкові стимули, однак основний акцент на приватному капіталі.
Модель управління	Багаторівневе партнерство між державними та приватними структурами, громадами та міжнародними організаціями.	Приватне управління із централізованими рішеннями, орієнтованими на швидку реалізацію.
Вимоги до прозорості	Високий рівень прозорості процесів, підзвітності перед громадськістю, доступності даних про результати.	Прозорість орієнтована здебільшого на інвесторів та кредиторів; рівень публічної звітності залежить від регуляторних вимог.
Інноваційність	Інновації спрямовані на підвищення стійкості, енергоефективності, соціальної залученості.	Інновації використовуються для оптимізації витрат, підвищення ефективності будівельних технологій та скорочення термінів реалізації проектів.
Підходи до оцінки ризиків	Комплексна оцінка довгострокових соціально-екологічних ризиків із залученням незалежних експертів.	Фокус на короткотермінові фінансові ризики, ринкові сценарії та юридичні обмеження.

Оцінка ефективності проєктів завжди була складною економічною категорією, яка трансформувалася під впливом еволюції економічної думки. На

кожному етапі розвитку суспільства змінювалися підходи до розуміння критеріїв результативності проєктної діяльності, адаптуючись до нових економічних умов і технологічних реалій. Модифікація соціально-економічних орієнтирів безпосередньо впливала на методологічні підходи до оцінювання, роблячи їх дедалі більш багатогранними.

На початкових стадіях формування економіки оцінка ефективності зводилася до простого обчислення співвідношення витрат і доходів. Домінувала логіка прямої вигоди, без урахування довгострокових наслідків чи зовнішніх факторів. Процеси оцінювання були примітивними і відповідали потребам переважно короткострокового господарювання, тоді як соціальні та екологічні аспекти не бралися до уваги.

У період домінування маржиналістських ідей акцент зміщується на аналіз граничних показників. Визначальним стає перевищення граничного доходу над граничними витратами.

На сучасному етапі, на тлі зростання значення концепцій сталого розвитку, оцінка ефективності розширила межі економічного аналізу, охопивши екологічні й соціальні аспекти. Важливими критеріями стали довгостроковий вплив на суспільство, підтримка інноваційності та відповідальне використання ресурсів, що визначає життєздатність проєктів у контексті глобальних викликів.

Новим важливим напрямом стала інтеграція цифрових технологій у процес оцінювання. Використання штучного інтелекту, аналітики великих даних і моделювання сценаріїв дозволяє точніше прогнозувати можливі результати проєктів і оперативно реагувати на зміни середовища. Цифровізація робить процес ухвалення рішень більш обґрунтованим та мінімізує ризики, сприяючи підвищенню ефективності управління проєктами в умовах невизначеності.

Література

1. Fabozzi F.J. Investment Management. — Hoboken: Wiley, 2007. — 768 p.
2. Brealey R.A., Myers S.C. Principles of Corporate Finance. — New York: McGraw-Hill Education, 2017. — 832 p.
3. Samuelson P.A. Economics: An Introductory Analysis. — New York: McGraw-Hill, 1980. — 1024 p.
4. Copeland T., Weston J. F. Financial Theory and Corporate Policy. — Boston: Pearson, 2005. — 768 p.
5. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. — Hoboken: Wiley, 2017. — 1296 p.
6. Сухоруков О.В. Інвестиційна діяльність: теорія і практика. — Київ: КНЕУ, 2008. — 520 с.
7. Pearce D.W. Blueprint 3: Measuring Sustainable Development. — London: Earthscan Publications, 1993. — 224 p.
8. Mishan E.J. Cost-Benefit Analysis: An Informal Introduction. — London: Routledge, 2007. — 352 p.

9. Chupryna I., Ryzhakova G., Chupryna K., Tormosov R., Gonchar V. (2022) Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol.1 No.13 (115), p. 6–19.

10. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481).

11. Sen A. Development as Freedom. — New York: Oxford University Press, 1999. — 384 p.

12. Geltner, D.M. Commercial Real Estate Analysis and Investments. — OnCourse Learning, 2007. — 864 p.

13. Chitkara, K.K. Construction Project Management: Planning, Scheduling and Controlling. — Tata McGraw-Hill Education, 2012. — 800 p.

14. Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. — John Wiley & Sons, 2013. — 1296 p.

15. Cleland, D.I. Project Management: Strategic Design and Implementation. — McGraw-Hill, 2006. — 416 p.

16. Brooks, N. (2003). Risk Management in Project Environments. Routledge.

17. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(13-115), 6–19.Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST).Davies, M. (2017). Managing Risk and Uncertainty in Construction Projects. Wiley-Blackwell.

18. Kirk, M. (1996). Sustainability and Project Appraisal in Developing Countries. Edward Elgar Publishing.

19. I. Chupryna, R. Tormosov, D. Abzhanova, D. Ryzhakov, V. Gonchar and N. Plys, "Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership," 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1-8

20. Момонт Т.В. Диверсифікація діяльності суб'єктів господарювання: теоретичний аспект // Вісник ЖДТУ. Серія: Економічні науки. – 2014. – № 4 (70). – С. 164–174. Ломоносова О.Є. Диверсифікація як економічна категорія і як поняття // Міжнародні економічні відносини та світове господарство. – 2020. – № 33. – С. 147–152. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/66082/1/ДИВЕРСИФІКАЦІЯ%20ЯК%20ЕКОНОМІЧНА%20КАТЕГОРІЯ.pdf

21. Манаєнко І.М., Кондратюк А.А. Теоретичні засади диверсифікації діяльності підприємства в умовах нестабільного бізнес-середовища // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. – 2018. – № 5 (29). – С. 15–19.

22. Гудима Л.О. Забезпечення конкурентоспроможності підприємств будівельної галузі на засадах інноваційного розвитку: дис. … д-ра філософії : 073 – Менеджмент / Нац. академія управління. – Київ, 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uacademic.info/ua/document/0824U002906

Ph. D., Associate Professor **Andrii Kozak,**
Denys Sobol, **Oleksii Molodko, Anatolii Boshtan,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

EVOLUTION OF APPROACHES TO THE EVALUATION OF CONSTRUCTION INVESTMENT PROJECT EFFICIENCY

In the context of intensified investment activity and the digital modernization of the construction sector, the reassessment of existing methods for evaluating the efficiency of construction investment projects is gaining increasing relevance. Traditional approaches, based on basic financial indicators—such as net present value, internal rate of return, or payback period—demonstrate a limited ability to adequately reflect the complex conditions of contemporary project implementation. These methods fail to account for market dynamics, resource volatility, regulatory risks, and the strategic priorities of stakeholders. Under the new economic conditions, this necessitates a transformation of the system of efficiency criteria, incorporating interdisciplinary and digitally oriented approaches.

This study substantiates the logic of the evolution of approaches to evaluating construction investments—from linear models to complex assessment systems with multilayered parameter structures. Particular attention is paid to the inclusion of tools such as risk management, real options theory, scenario modeling, and institutional analysis in project management practices. The advantages of models that integrate both financial and non-financial criteria—particularly social, environmental, and managerial effects—are analyzed.

In the construction domain, where project implementation is often characterized by prolonged investment cycles, multi-stage execution, broad stakeholder involvement, and high regulatory risk, there is a growing demand for dynamic and adaptive evaluation tools. This research proposes a conceptual model of multidimensional efficiency evaluation, combining strategic objectives, risk assessment, time horizons, digital indicators, and the context of the market environment. Emphasis is placed on the advantages of digital platforms that enable automated analytics, real-time data visualization, and scenario-based decision-making.

The obtained results may serve as a foundation for revising current approaches to investment analysis in construction, contributing to the development of adaptive project management systems and the adoption of strategically sound decisions under institutional and market uncertainty.

Keywords: efficiency; investment analysis; construction projects; economic evaluation; risk management; digital transformation; assessment methodology; strategic management.

REFERENCES

1. Fabozzi F.J. Investment Management. — Hoboken: Wiley, 2007. — 768 p. {in English}

2. Brealey R.A., Myers S.C. Principles of Corporate Finance. — New York: McGraw-Hill Education, 2017. — 832 p. {in English}

3. Samuelson P.A. Economics: An Introductory Analysis. — New York: McGraw-Hill, 1980. — 1024 p. {in English}

4. Copeland T., Weston J.F. Financial Theory and Corporate Policy. — Boston: Pearson, 2005. — 768 p. {in English}

5. Kerzner H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. — Hoboken: Wiley, 2017. — 1296 p. {in English}

6. Sukhorukov O.V. Investment activity: theory and practice. — Kyiv: KNEU, 2008. — 520 p. {in Ukrainian}

7. Pearce D.W. Blueprint 3: Measuring Sustainable Development. — London: Earthscan Publications, 1993. — 224 p. {in English}

8. Mishan E.J. Cost-Benefit Analysis: An Informal Introduction. — London: Routledge, 2007. — 352 p. {in English}

9. Chupryna I., Ryzhakova G., Chupryna K., Tormosov R., Gonchar V. (2022) Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol.1 No.13 (115), p. 6–19. {in English}

10. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481). {in English}

11. Sen A. Development as Freedom. — New York: Oxford University Press, 1999. — 384 p. {in English}

12. Geltner, D.M. Commercial Real Estate Analysis and Investments. — OnCourse Learning, 2007. — 864 p. {in English}

13. Chitkara, K.K. Construction Project Management: Planning, Scheduling and Controlling. — Tata McGraw-Hill Education, 2012. — 800 p. {in English}

14. Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. — John Wiley & Sons, 2013. — 1296 p. {in English}

15. Cleland, D.I. Project Management: Strategic Design and Implementation. — McGraw-Hill, 2006. — 416 p. {in English}

16. Brooks, N. (2003). Risk Management in Project Environments. Routledge. {in English}

17. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(13-115), 6–

19. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). Davies, M. (2017). Managing Risk and Uncertainty in Construction Projects. Wiley-Blackwell. {in English}

18. Kirk, M. (1996). Sustainability and Project Appraisal in Developing Countries. Edward Elgar Publishing. {in English}

19. I. Chupryna, R. Tormosov, D. Abzhanova, D. Ryzhakov, V. Gonchar and N. Plys, "Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership," 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1-8. {in English}

20. Momont T.V. Diversification of business entities: theoretical aspect // Bulletin of ZhDTU. Series: Economic Sciences. – 2014. – No. 4 (70). – P. 164–174. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ven.ztu.edu.ua/article/view/46558. {in Ukrainian}

21. Lomonosova O.E. Diversification as an economic category and as a concept // International economic relations and the world economy. – 2020. – No. 33. – P. 147–152. – [Electronic resource]. – Access mode: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/66082/1/DIVERSIFICATION%20AS%20ECONOMIC%20CATEGORY.pdf. {in Ukrainian}

22. Manaenko I.M., Kondratyuk A.A. Theoretical principles of diversification of enterprise activities in an unstable business environment // Scientific notes of V. I. Vernadsky TNU. Series: Economics and management. – 2018. – No. 5 (29). – P. 15–19. – [Electronic resource]. – Access mode: https://econ.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/29_68_5/6.pdf. {in Ukrainian}

23. Hudyma L.O. Ensuring the competitiveness of construction industry enterprises on the basis of innovative development: dissertation … doctor of philosophy: 073 – Management / National Academy of Management. – Kyiv, 2024. – [Electronic resource]. – Access mode: https://uacademic.info/ua/document/0824U002906. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.324-333
УДК 539.3

к.т.н., доцент **Кошевий О.П.,**
koshevyi.op@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7796-0443
к.т.н. **Янсонс М.О.**,
iansons.mo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-6174-0403,
Чубарев А.Г.,
chubarev_ah@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-6620-639X,
Смоленський А.О.,
smolenskyi.av@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5464-5064,
Рубінський О.І.,
rubinskyi_oi-2023@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0009-7706-5199,
Йовко М.М.,
yovko_mm@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0001-0582-4389,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИКА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ ПОШКОДЖЕНИХ ПОКРИТТІВ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОЕКТІВ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ НА ОСНОВІ ЇХ ОБСТЕЖЕННЯ

Приведено основні ідеї та можливості методики чисельного моделювання та створення комплексних моделей пошкоджених покриттів будівель та споруд на основі обстеження їх стану, з використанням BIM технологій, що дає можливості для подальшого прийняття оптимальних проєктних рішень і значно прискорює проєктні роботи. Представлені чисельні моделі пошкоджених покриттів двоповерхового житлового будинку та п'ятиповерхового учбового корпусу, створені на основі технічного обстеження стану споруд, та розроблені проєкти відновлення і реконструкції на основі висновків чисельного моделювання споруд. Результати чисельного дослідження комплексних просторових моделей і висновків про стан та міцнісні характеристики конструкцій покриттів, на основі їх обстеження, значно розширюють можливості в прийнятті проєктних рішень для створення проєктів відновлення та реконструкції і впровадження перспективних розробок в їх спорудження.

Ключові слова: комплексні чисельні просторові моделі, методика комп'ютерного моделювання, BIM технології, міцнісні характеристики, пошкоджені покриття будівель, технічне обстеження будівель, відновлення та реконструкція, впровадження перспективних розробок, оптимальний варіант проєкту.

Методика створення комплексних чисельних просторових моделей дослідження стану, залишкової міцності та жорсткості конструкцій, що враховує світовий і вітчизняний досвід проектування та відновлення конструкцій з використанням сучасних BIM технологій, спрямована на вирішення важливої соціально-економічної та наукової проблеми, яка пов'язана з питаннями будівництва нових, реконструкції та відновлення існуючих будівель та споруд. Результати досліджень дають змогу визначити стан руйнувань та пошкоджень конструкцій, оцінити можливість подальшого відновлення та експлуатації, дослідити міцність і жорсткість та створити комплексну просторову модель подальшого відновлення і реконструкції будівлі. Для забезпечення при проектуванні оптимальної матеріалоємності, із збереженням або відновленням несучої здатності конструкції, необхідно використовувати сучасні методи обстеження стану об'єкту відновлення, не стандартні підходи проектування з використанням новітніх методів та розрахункових програмних комплексів для створення просторових моделей будівель на основі BIM технологій [1,2].

У військових умовах при атаках на інфраструктурні об'єкти можливе часткове пошкодження або повне руйнування будинків та споруд, що потребує дослідження та оцінки їх стану, залишкової міцності та жорсткості конструкцій, для подальшого прийняття оптимальних проєктних рішень по їх відновленню, реконструкції та будівництву. Створення методики чисельного моделювання та дослідження стану пошкоджених конструкцій покриттів будівель та споруд значно прискорює оцінку можливостей подальшого відновлення, прийняття оптимальних проєктних рішень з використанням перспективних розробок, на основі результатів комплексного технічного обстеження будівель вцілому [3,4].

В статті розглядається чисельне моделювання стану покрівлі житлового будинку по вул. Машинобудівників, 8 в смт. Чабани, Фастівського району, Київської області (рис. 1) та даху навчального корпусу з прибудовами комунального закладу професійної (професійно-технічної) освіти «Київський професійний коледж технологій та дизайну», за адресою: м. Київ, провулок Куренівський, 4 (рис. 2), по результатам технічного обстеження стану конструкцій будівель

Проведено візуальну оцінку загального стану основних конструкцій даху житлового будинку в смт. Чабани - обстежено навколишню територію для визначення наявності сучасних інженерно-геологічних процесів на майданчику. За результатами візуального обстеження встановлено, що технічний стан об'єкту в цілому непридатний до нормальної експлуатації (категорія -3) та потребує капітального ремонту та відновлення [12,13].

Рис. 1. Загальний вигляд житлового будинку по вул. Машинобудівників, 8 в смт. Чабани, Фастівського району, Київської області.

Проведено візуальну оцінку та інструментальні дослідження загального стану покрівлі будівлі основного корпусу, їдальні та актової зали, також стін і покрівлі технічного поверху основного корпусу в КПКТД м. Київ. За результатами візуального обстеження встановлено, що технічний стан об'єкту в цілому непридатний до нормальної експлуатації (категорія -3) та потребує капітального ремонту та відновлення [14,15].

Рис.2. Загальний вигляд навчального корпусу з прибудовами комунального закладу професійної освіти «Київський професійний коледж технологій та дизайну», за адресою: м. Київ, провулок Куренівський, 4.

Для чисельного моделювання були сформовані та розглянуті просторові моделі будівель за допомогою програмних комплексів Arhicad та, Autocad, і

створена розрахункова чисельна модель для дослідження залишкової міцності та жорсткості конструкцій покриття в програмному комплексі LIRA SAPR. По результатам чисельного моделювання стану конструкцій покриття будівель були прийняті рішення по їх капітальному ремонту, на основі проведеного обстеження та розрахунків напружено-деформованого стану, оцінки міцності та жорсткості конструкцій покриття будівель, розроблені проекти капітального ремонту з використанням сучасних матеріалів та технологічних рішень [12-15].

Висновки. По результатам чисельного моделювання просторових моделей житлового будинку в смт. Чабани та навчального корпусу з прибудовами КПКТД м. Київ, на основі їх обстеження, визначений стан конструкцій покриття та проведена оцінка їх міцності та жорсткості. Визначена необхідність проведення капітальних ремонтів конструкцій покриття в обох будівлях, визначені місця підсилення та заміни зруйнованих конструктивних елементів та розроблені проекти капітального ремонту будівель [12, 14]. Проведені розрахунки енергоефективності огороджуючих конструкцій та перекриттів просторових моделей будівель для розробки проєктів по їх модернізації та підвищенню стану енергоефективності до сучасних вимог, за рахунок використання перспективних розробок та сучасних матеріалів і технологій [5,8]. На рис. 3 пердставлені конструкція вузла заміни покриття утеплення даху, на рис. 4 схема утеплення даху технічного поверху навчального корпусу з прибудовами КПКТД м. Київ, що розроблена на основі теплотехнічного розрахунку.

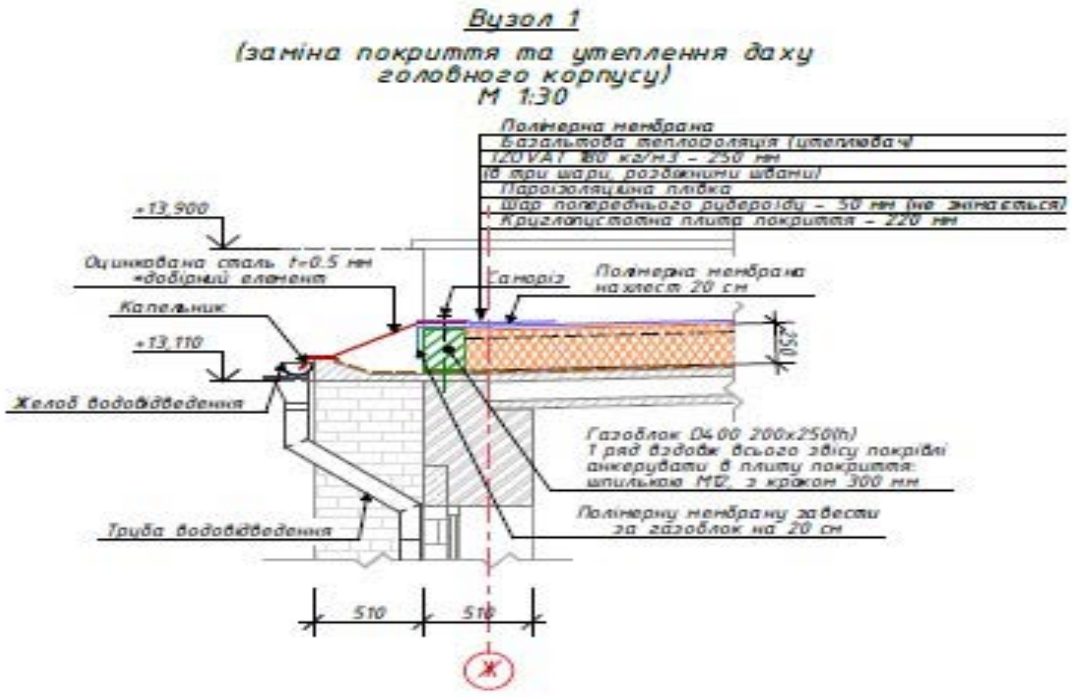


Рис.3. Конструкція вузла заміни покриття утеплення даху

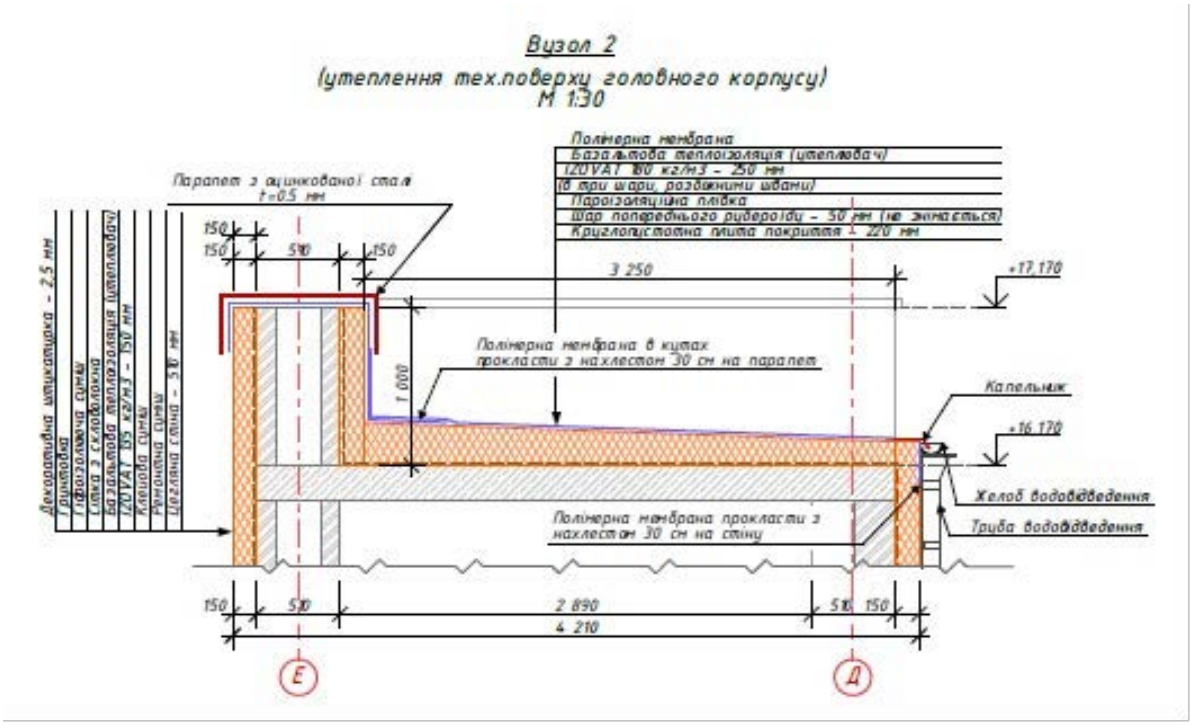


Рис. 4. Конструктивне рішення вузла утеплення даху
технічного поверху навчального корпусу.

На рис. 5-7 представлені план кроквяної системи з дерев'вяних елементів та розрізи для капітального ремонту покрівлі житлового будинку в смт. Чабани.

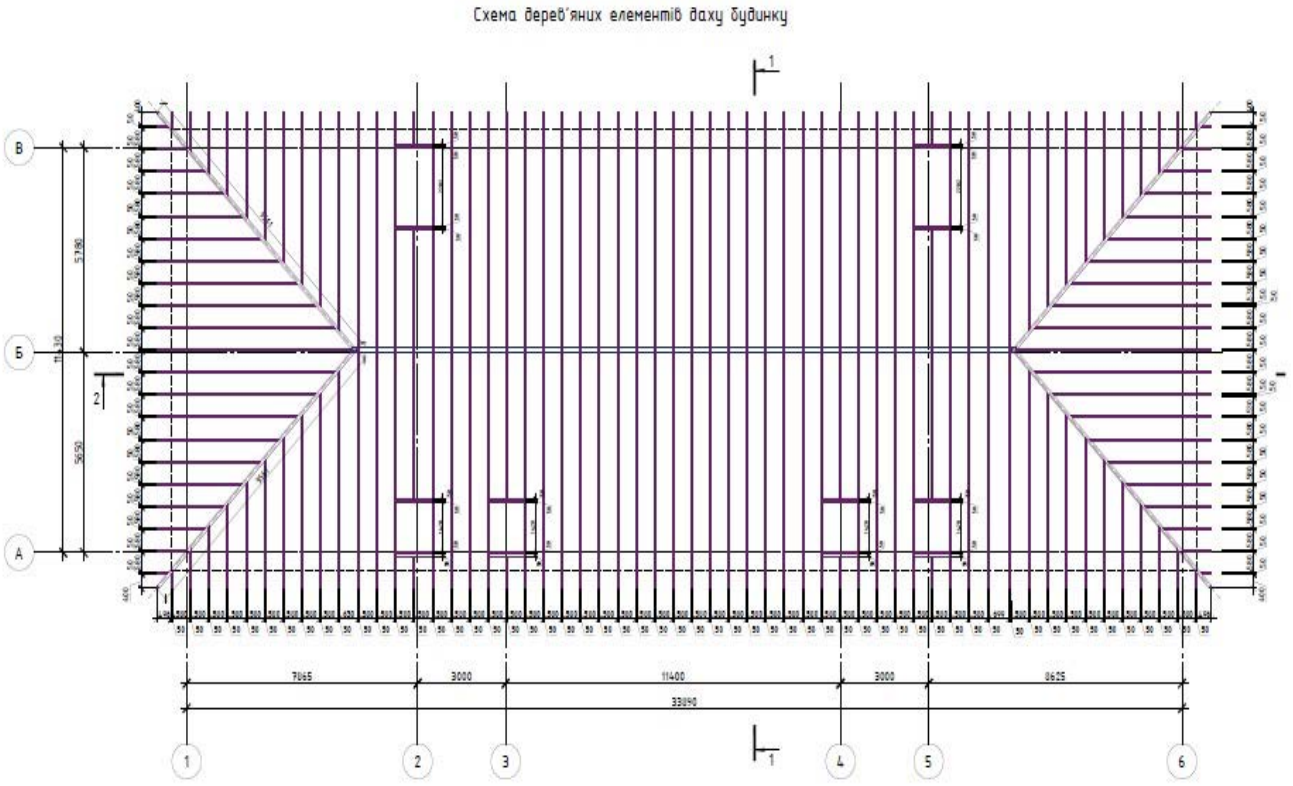


Рис.5. План кроквяної системи з дерев'яних елементів

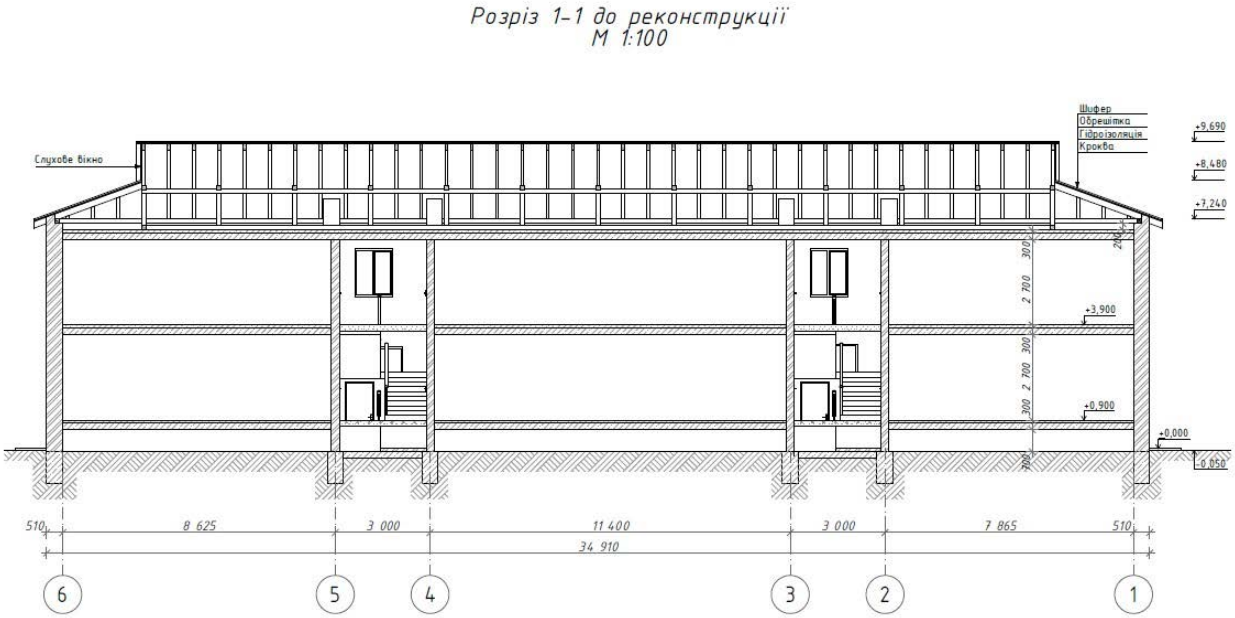


Рис.6. Поздовжній розріз житлового будинку

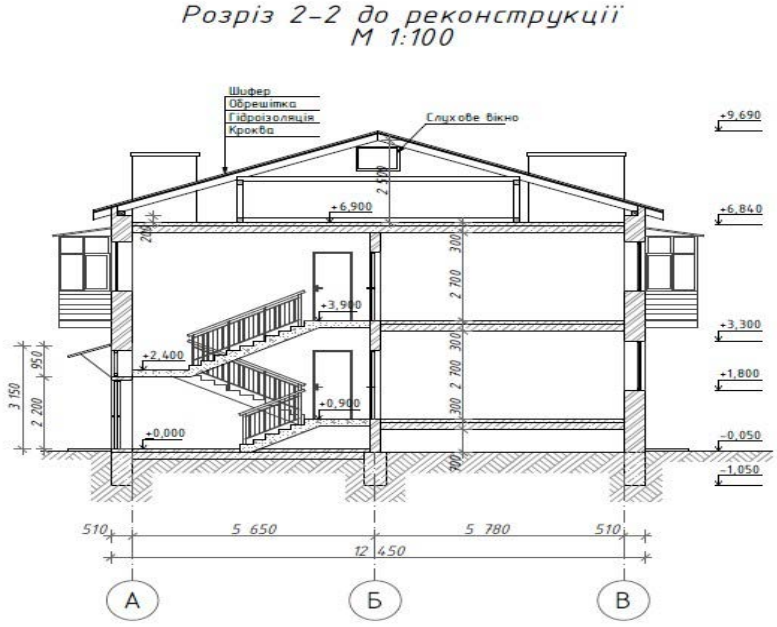


Рис.7. Поперечний розріз житлового будинку

Розроблена комплексна методика чисельного моделювання та дослідження стану пошкоджених будівель та споруд на основі використання BIM технологій, по результатам технічного обстеження, значно прискорює прийняття рішень по їх відновленню та реконструкції, що дає можливість розробки проєктів з використанням перспективних розробок, сучасних матеріалів та технологій та швидко приймати оптимальні проектні рішення [11] за рахунок комплексного та одночасного використання різних чисельних методів дослідження та проєктування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кошевий О.П., Левківський Д.В., Чубарев А.Г., Янсонс М.О. Модифікований метод прямих в статичних задачах вісесиметричних нетонких пластин/ Scientific-and-technical collected articles “Strength of materials and theory of structures”, Issue 109. – Kyiv: KNUCA, 2022. – 313 p. 342-358.

2. Кошевий О.П., Левківський Д.В.,. Янсонс М.О, Чубарев А.Г., Марчук О.С. Моделювання температурних впливів в масивних тілах за допомогою модифікованого метода прямих / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. Збірник. – Вип. 82. – Київ, КНУБА, 2023. – С. 185-197.

3. Кошевий О.П., Левківський Д.В.,.Кошева В.О., Янсонс М.О., Чубарев А.Г., Марчук О.С. Побудова комплексної моделі реконструкції шляхопроводу на основі обстеження з використанням вім-технологій/ Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. Збірник. – Вип. 83. – Київ, КНУБА, 2023. – С. 143-155.

4. Кошевий О.П., Левківський Д.В., Кошева В.О., Янсонс М.О., Чубарев А.Г., Марчук О.С. Чисельне моделювання просторової моделі шляхопроводу для оцінки міцності та жорсткості на основі обстеження з використанням розрахункового комплексу LIRA / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. Збірник. – Вип. 84. – Київ, КНУБА, 2023. – С. 171-180.

5. Кошевий О.П., Кошева В.О., Тробюк О.М. Системно графічно-інтерпретовані моделі створення енергоефективних будівель / Н.т. збірник “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. Випуск 100. Відповідальний редактор Ванін В. В. – Київ: КНУБА, 2021 р. – 230 с. 172-181.

6. Чубарев А.Г. Про застосування модифікованого метода прямих в задачах термопружності нетонких пластин // Н. т. збірник «Містобудування та територіальне планування», Випуск. 80, К.:КНУБА, 2022р. – с.486-498.

7. Кошевий О.П., Рубінський О.І., Янсонс М.О., Чубарев А.Г., Марчук О.С. Чисельне моделювання просторової моделі пошкодженого торгово-розважального комплексу з паркінгом для оцінки міцності і жорсткості констукцій та створення проєкту реконструкції / “Strength of materials and theory of structures”.Issue 113. – Kyiv: KNUCA, 2024. – 313 p. 297-304.

8. Григор’єва Л.О. Іванченко Г.М., Кошевий О.О., Кошевий О.П. Чисельне дослідження параметричної оптимізації вимушених частот коливання оболонки мінімальної поверхні на трапецевидному контурі при термосиловому навантаженні/ “Strength of materials and theory of structures”.Issue 110. – Kyiv: KNUCA, 2023. – 313 p. 430-446.

9. Чибіряков В.К., Кошевий О.П., Чубарев А.Г. Про один алгоритм для розв’язування задач термопружності на основі узагальненого метода прямих // BUILD-MASTER-CLASS-2018: Proceedings of international scientific-practical conference of young scientists. «Видавництво Ліра-К». – Вип. 74 –К.: КНУБА, 2018. – 190-191 с.

10. Кошевий О.П., Кошева В.О., Янсонс М.О., Чубарев А.Г., Марчук О.С. Чисельне моделювання температурних впливів на шляхопровід для створення просторової комп’ютерної моделі реконструкції / “Strength of materials and theory of structures”.Issue 112. – Kyiv: KNUCA, 2024. – 313 p. 161-169.

11. «Капітальний ремонт покрівлі житлового будинку по вул. Машинобудівників, 8 в смт. Чабани, Фастівського району, Київської області», PD01:8909-1925-0126-6236, https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=315101803333864807 9/optype=4

12. Експертиза проекту, «Капітальний ремонт покрівлі в житловому будинку за адресою: вул. Машинобудівників, 8, смт. Чабани, Фастівський район, Київська область.», EX01:0334-6453-5515-3398, https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=315033300329352574 9/optype=6

13. «Капітальний ремонт даху навчального корпусу з прибудовами комунального закладу професійної (професійно-технічної) освіти «Київський професійний коледж технологій та дизайну», за адресою: м. Київ, провулок Куренівський, 4», PD01:8467-2651-3728-0037, https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=326845840526567175 7/optype=4

14. Експертиза проекту, «Капітальний ремонт даху навчального корпусу з прибудовами комунального закладу професійної (професійно-технічної) освіти «Київський професійний коледж технологій та дизайну», за адресою: м. Київ, провулок Куренівський, 4», EX01:7026-9589-5682-3910, https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=327702312073245624 8/optype=6

Candidate of technical sciences, associate professor **Koshevyi Oleksandr,**
Candidate of technical sciences, associate professor **Yansons Maryna,**
Assistant **Chubarev Anton,**
PhD student **Rubinskyi Oleksii,**
Assistant **Smolenskyi Artur,**
PhD student **Yovko Mykola,**
Kyiv national university of construction and architecture

NUMERICAL MODELING METHODOLOGY FOR DAMAGED BUILDING ROOFS TO DEVELOP RECONSTRUCTION AND RESTORATION PROJECTS BASED ON STRUCTURAL INSPECTIONS

This paper presents the main ideas and capabilities of a methodology for numerical modeling and the creation of comprehensive models of damaged building roofs and structures based on their condition assessment. The use of BIM technologies enables the adoption of optimal design decisions and significantly accelerates the design process. Numerical models of damaged roofs of a two-story residential building and a five-story educational facility are presented, developed based on the results of technical inspections. Restoration and reconstruction projects were created based on conclusions drawn from the numerical modeling of these structures. The results of the numerical analysis of complex spatial models, as well as conclusions about the condition and strength characteristics of the roof structures based on the inspections, significantly expand the possibilities for making informed design decisions in reconstruction and restoration projects and contribute to the implementation of innovative developments in construction.

Keywords: complex numerical spatial models; computer modeling methodology; BIM technologies; strength characteristics; damaged building roofs; technical building inspection; restoration and reconstruction; implementation of innovative developments; optimal project solution.

REFERENCES

1. Koshevyi O.P., Levkivskyi D.V., Chubarev A.H., Yansons M.O. Modyfikovanyi metod pryiamykh v statychnykh zadachakh visesymetrychnykh netonkykh plastyn/ Scientific-and-technical collected articles “Strength of materials and theory of structures”, Issue 109. – Kyiv: KNUCA, 2022. – 313 p. 342-358. {in Ukrainian}

2. Koshevyi O.P., Levkivskyi D.V., Yansons M.O., Chubarev A.H., Marchuk O.S. Modelyuvannya temperaturnykh vplyviv v masyvnykh tilakh za dopomohoyu modyfikovanoho metoda pryamykh (Modeling temperature effects in massive bodies using of the modified method of direct lines) // Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. Zbirnyk. – Vol. 82. – Kyiv, KNUBA, 2023. – p. 185- 197. {in Ukrainian}

3. Koshevyi O.P., Levkivskyi D.V., Kosheva V.O., Yansons M.O., Chubarev A.H., Marchuk O.S. Pobudova kompleksnoyi modeli rekonstruktsiyi shlyakhoprovodu na osnovi obstezhennya z vykorystannyam vim-tekhnolohiy (Construction of a complex reconstruction model overpass based on survey using vim-technologies) // Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. Zbirnyk. – Vol. 83. – Kyiv, KNUBA, 2023. – p. 143-155. {in Ukrainian}

4. Koshevyi O.P., Levkivskyi D.V., Kosheva V.O., Yansons M.O., Chubarev A.H., Marchuk O.S. Chysel′ne modelyuvannya prostorovoyi modeli shlyakhoprovodu dlya otsinky mitsnosti ta zhorstkosti na osnovi obstezhennya z vykorystannyam rozrakhunkovoho kompleksu LIRA (Numerical modeling of a spatial model overpass to assess the strength and rigidity based on the examination of using the calculation complex LIRA) // Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. Zbirnyk. – Vol. 84. – Kyiv, KNUBA, 2023. – p. 171-180. {in Ukrainian}

5. Koshevyi O.P., Kosheva V.O., Trobiuk O.M. Systemno hrafichno-interpretovani modeli stvorennia enerhoefektyvnykh budivel / N.t. zbirnyk “Prykladna heometriia ta inshenerna hrafika”. Vol. 100. Editor-in-chief Vanin V.V. – Kyiv: KNUBA, 2021 – 230 p. 172-181. {in Ukrainian}

6. Chubarev A.H. Pro zastosuvannia modyfikovanoho metoda pryiamykh v zadachakh termopruzhnosti netonkykh plastyn // Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. Zbirnyk. Vol. 80. - Kyiv, KNUBA, 2022. – p. 486-498. {in Ukrainian}

7. Koshevyi O.P., Rubinskyi O.I., Yansons M.O., Chubarev A.H., Marchuk O.S. Chyselne modeliuvannia prostorovoi modeli poshkodzhenoho torhovo-rozvazhalnoho kompleksu z parkinhom dlia otsinky mitsnosti i zhorstkosti konstruktsii ta stvorennia proiektu rekonstruktsii / “Strength of materials and theory of structures”. Issue 113. – Kyiv: KNUCA, 2024. – 313 p. 297-304. {in Ukrainian}

8. Hryhor'yeva L.O. Ivanchenko H.M., Koshevyi O.O., Koshevyi O.P. Chysel′ne doslidzhennya parametrychnoyi optymizatsiyi vymushenykh chastot kolyvannya obolonky minimal′noyi poverkhni na trapetsevydnomu konturi pry termosylovomu navantazhenni (Numerical optimization of forced vibration frequencies of minimal surface shells under thermomechanical loading)// "Strength of materials and theory of structures".Issue 110. – Kyiv: KNUCA, 2023. – 313 p. 430-446. {in Ukrainian}

9. Chybiriakov V.K., Koshevyi O.P., Chubarev A.H. Pro odyn alhorytm dlia rozviazuvannia zadach termopruzhnosti na osnovi uzahalnenoho metoda pryiamykh // BUILD-MASTER-CLASS-2018: Proceedings of international scientific-practical conference of young scientists. «Vydavnytstvo Lira-K». – Vol. 74 – Kyiv: KNUCA, 2018. – p. 190-191.{in Ukrainian}

10. Koshevyi O.P., Kosheva V.O., Yansons M.O., Chubarev A.H., Marchuk O.S. Chyselne modeliuvannia temperaturnykh vplyviv na shliakhoprovid dlia stvorennia prostorovoi kompiuternoi modeli rekonstruktsii / "Strength of materials and theory of structures". Issue 112. – Kyiv: KNUCA, 2024. – 313 p. 161-169. {in Ukrainian}

11. «Overhaul of the roof of a residential building at 8 Mashinobudivnyky St. in the village of Chabany, Fastiv district, Kyiv region», PD01:8909-1925-0126-6236, https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=3151018033338648079/optype=4. {in Ukrainian}

12. Project examination, «Overhaul of the roof of a residential building at 8 Mashinobudivnyky St. in the village of Chabany, Fastiv district, Kyiv region», EX01:0334-6453-5515-3398, https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=3150333003293525749/optype=6. {in Ukrainian}

13. «Major repairs to the roof of the educational building with extensions of the municipal institution of professional (vocational and technical) education "Kyiv Professional College of Technologies and Design, at the address: Kyiv, Kurenivskyi Lane, 4», PD01:8467-2651-3728-0037, https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=3268458405265671757/optype=4. {in Ukrainian}

14. Project examination, «Major repairs to the roof of the educational building with extensions of the municipal institution of professional (vocational and technical) education "Kyiv Professional College of Technologies and Design, at the address: Kyiv, Kurenivskyi Lane, 4», EX01:7026-9589-5682-3910, https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=3277023120732456248/optype=6. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.334-343
УДК 539.3:378.147

Легета Я.П.,
jaroslav.legeta@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2579-3671
Ужгородський національний університет

ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ»

Здійснено всебічний аналіз можливостей інтеграції сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у процес викладання навчальної дисципліни «Опір матеріалів» у вищій технічній освіті. Автор, спираючись на багаторічний науково-педагогічний досвід, розкриває особливості впровадження інноваційних освітніх підходів в умовах цифровізації освітнього простору. Визначено основні напрями модернізації методичних засад викладання дисципліни: впровадження технологій пошуку й аналізу наукової інформації, використання електронних баз даних, організація самостійної, групової та дистанційної роботи студентів із застосуванням освітніх платформ і ресурсів мережі Інтернет, розвиток технологій кооперативного навчання та самопрезентації результатів академічної діяльності.

Показано, що реалізація моделі перевернутого навчання істотно сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу, зокрема формуванню у студентів навичок самоорганізації, самостійного планування навчальної діяльності, розвитку відповідального ставлення до оволодіння професійних знань та вмінь. Особливу увагу приділено методичному забезпеченню індивідуальних розрахунково-проєктних завдань, які, завдяки візуалізації змісту, послідовності розрахункових операцій та інтеграції теоретичних знань у практичну діяльність, сприяють кращому розумінню студентами характеристик міцності, жорсткості та надійності матеріалів.

Описано практику організації групової діяльності студентів у форматі мінігруп, що сприяє розвитку комунікативних компетентностей, умінь аргументованого висловлення власної думки, досягнення згоди у процесі колективного обговорення проблемних питань, а також навичок ефективної взаємодії у команді. Наголошено на важливості формування у студентів відповідальності за результати спільної праці, лідерських якостей, здатності до раціонального розподілу завдань і презентації командних напрацювань під час захисту лабораторних і проєктних робіт.

Ключові слова: опір матеріалів; технічна освіта; змішане навчання; цифрові технології; кооперативне навчання; Moodle; професійні компетентності.

Актуальність теми і постановка проблеми. Глобальні виклики, пов’язані з пандемією COVID-19, а також наслідки повномасштабного військового вторгнення на територію України у 2022 році, кардинально змінили умови функціонування системи вищої освіти. У цих обставинах заклади вищої освіти були змушені оперативно адаптуватися до нової реальності, що передбачала активне впровадження цифрових технологій, онлайн-платформ і гібридних форматів навчання за умов обмеженого доступу до традиційної інфраструктури, перебоїв комунікаційних мереж та загроз фізичній безпеці учасників освітнього процесу.

Переорієнтація освітньої системи на дистанційні й асинхронні моделі навчання виявила об'єктивну необхідність у комплексній модернізації підходів до підготовки здобувачів вищої освіти. Одним із ключових напрямів цієї трансформації стала індивідуалізація освітніх траєкторій, яка передбачає персоналізацію навчального процесу відповідно до індивідуальних потреб, можливостей та професійних інтересів студентів. У таких умовах особливого значення набуває формування універсальних компетентностей, зокрема інформаційної грамотності, критичного мислення, навичок самоорганізації та командної взаємодії.

Компетентність роботи з інформацією – вміння самостійно знаходити, верифікувати, аналізувати та інтегрувати інформаційні ресурси у професійній діяльності – сьогодні виступає не лише як професійна вимога, але й як необхідний елемент цифрової безпеки та стійкості особистості у кризових умовах. Водночас, здатність до ефективної комунікації в команді, управління колективною діяльністю та прийняття спільних рішень вимагають розвитку інформаційно-комунікаційної компетентності як невід’ємного компонента професійної підготовки інженера.

У контексті зазначених трансформацій зростає потреба в переосмисленні традиційних підходів до викладання дисципліни «Опір матеріалів», тому інтеграція сучасних інформаційних технологій відкриває нові перспективи для забезпечення майбутніх фахівців знаннями, необхідними для розуміння напружено-деформованого стану конструкцій та розв’язання прикладних інженерних задач.

Використання цифрових інструментів сприяє підвищенню ефективності засвоєння базових розрахункових навичок, пов'язаних із аналізом міцності, жорсткості та стійкості елементів конструкцій, водночас забезпечуючи розвиток критично важливих універсальних компетентностей. Таким чином, формування сучасного інженера передбачає синергію професійно орієнтованих знань і наскрізних навичок, що відповідають вимогам нової реальності глобального світу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Досліджень і публікацій стосовно інноваційних підходів в навчальному процесі достатньо багато. Однак переважна більшість стосується загального опису різноманітних інформаційно-комунікаційних технологій. В роботі [1] наведено систематизований огляд наукових, навчально-методичних та інформаційних джерел, присвячених сучасним освітнім технологіям, що відображають інноваційні тенденції в педагогічній теорії і практиці. Покажчик включає праці, які висвітлюють питання інтерактивного, компетентнісного, модульного, дистанційного навчання та інших актуальних підходів.

У роботі [2] висвітлено теоретичні аспекти розвитку освітніх технологій, зокрема проаналізовано сучасні тенденції інноваційного розвитку та зарубіжний досвід упровадження новітніх технологій навчання. Розкрито методологічні засади інноваційних освітніх технологій.

З точки зору предметної області, слід звернути увагу на роботу [3], в якій розглянуто нові підходи до викладання «Опору матеріалів» у сучасних умовах. Зокрема, автори пропонують інтеграцію класичних методів навчання з використанням сучасних програмних засобів, таких як ANSYS Workbench та ЛІРА-САПР, для моделювання напружено-деформованого стану конструкцій. Це дозволяє студентам краще зрозуміти поведінку матеріалів під дією навантажень та розвивати навички комп'ютерного моделювання.

Водночас слід зазначити, що, незважаючи на значну кількість публікацій, багато з них мають фрагментарний характер і зосереджуються переважно на окремих аспектах методики. Недостатньо системно представлено цілісні моделі викладання дисципліни «Опір матеріалів» з урахуванням сучасних освітніх тенденцій, оновлених вимог до результатів навчання та викликів цифровізації освітнього середовища. Таким чином, існує об’єктивна потреба у подальшому розвитку методичних засад викладання курсу «Опір матеріалів», враховуючи специфіку технічної підготовки, індивідуалізацію освітнього процесу та використання сучасних цифрових ресурсів.

Предметом дослідження є оцінка впливу сучасних цифрових інструментів та методик на розвиток ключових компетентностей студентів технічних спеціальностей, здатних забезпечити їхню конкурентоспроможність і стійкість в умовах сьогодення.

Мета дослідження. Метою цього дослідження є комплексний аналіз результатів упровадження інноваційних освітніх технологій у процес викладання дисципліни «Опір матеріалів» в сучасних умовах. Дослідження враховує специфіку кризових викликів, спричинених пандемією COVID-19 та повномасштабною війною в Україні, які істотно трансформували організаційно-методичні підходи до забезпечення якості інженерної освіти.

Виклад основного матеріалу. В ДВНЗ «Ужгородський національний університет» відповідно до освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство» та навчального плану підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» дисципліна «Опір матеріалів» є обов'язковим освітнім компонентом циклу загальної підготовки. Це означає, що її засвоєння є обов'язковим для здобувачів технічної освіти, незалежно від форми навчання, оскільки вона закладає фундаментальні знання, необхідні для опанування більш складних дисциплін циклу професійної підготовки та подальшої діяльності в галузі будівництва. В індивідуальних навчальних планах здобувачів вивчення дисципліни «Опір матеріалів» передбачене в двох семестрах протягом другого року навчання.

Відповідно до вимог Закону України «Про вищу освіту» та Стандарту вищої освіти України, затвердженого Наказом Міністерства освіти і науки України від 18.03.2021р. №333, навчальний процес був переосмислений відповідно до сучасних вимог, спрямованих на розвиток самостійності студентів, критичного мислення, навичок роботи з інформацією та вміння застосовувати знання на практиці. Розробка оновлених робочих програм та навчального плану дисципліни передбачала перерозподіл навчального навантаження, орієнтований на активізацію самостійної пізнавальної діяльності.

Відповідно до рекомендацій, приблизно 50% загального обсягу годин було виділено на самостійну роботу здобувачів, майже 25% – на лекційні заняття, 11% – на практичні заняття, а решта (приблизно 14%) – на лабораторні заняття. Такий розподіл дозволив змістити акценти з пасивного сприймання інформації до активного її опрацювання, що є ключовим принципом сучасної освіти.

Організація викладання дисципліни відбувається із активним використанням системи дистанційної підтримки навчального процесу Moodle, що стало особливо актуальним в умовах пандемії COVID-19 та першого року повномасштабної війни, коли стабільний доступ до аудиторних занять був обмежений, а студенти перебували у різних регіонах країни або навіть за її межами. Moodle забезпечив єдиний доступ до навчального контенту, зворотного зв'язку, інтерактивних матеріалів та засобів контролю знань.

На початку семестру студенти отримують повну інформацію про систему оцінювання, обсяг навчальних завдань і чітко визначені строки їх виконання відповідно до навчального плану та етапів модульного і підсумкового контролю. Такий підхід сприяє ефективному плануванню самостійної роботи та формуванню відповідального ставлення до освітнього процесу.

Для забезпечення результативного самостійного опрацювання теоретичного матеріалу в середовищі Moodle розроблено повноцінний електронний курс з дисципліни «Опір матеріалів», який містить: розширені конспекти лекцій; презентації з викладенням основних понять; посилання на рекомендовані джерела інформації; перелік контрольних запитань для самоперевірки; приклади розв'язання типових задач; завдання для виконання розрахунково-проєктувальних робіт.

Особлива увага приділяється інформаційній грамотності студентів, зокрема навчанню пошуку україномовної довідникової, навчальної та наукової літератури. Такий підхід сприяє формуванню навичок роботи з різноманітною інформацією, що є надзвичайно важливо в умовах сучасної гібридної війни, коли інформаційна безпека стає частиною професійної компетентності.

Одним з найефективніших підходів, який застосовується у викладанні дисципліни, є технологія змішаного навчання із реалізацією моделі «перевернутого класу» (flipped classroom). Вона передбачає, що студент самостійно знайомиться з теоретичним матеріалом до початку заняття, а під час аудиторної роботи акцент робиться на практичному застосуванні знань, розв’язанні задач, проведенні експериментів та обговоренні результатів.

Зазначений підхід використовується при вивченні таких тем, як «Геометричні характеристики плоских перерізів», «Теорія напруженого і деформованого стану», «Зсув. Розрахунок на зріз», «Розрахунки на міцність при повторно-змінних навантаженнях», «Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень».

Для закріплення теоретичних знань і перевірки здатності студентів самостійно застосовувати вивчений матеріал, кожен здобувач освіти повинен виконати п’ять індивідуальних завдань – розрахунково-проєктувальних робіт, пов’язаних з типовими інженерними розрахунками конструктивних елементів. Такий підхід дозволяє не лише перевірити розуміння теми, але й сформувати важливі професійні навички точності, логічності та акуратності.

Для того, щоб допомогти студентам набути навичок розв’язування таких задач розроблено методичний посібник, який містить основні теоретичні відомості, завдання та приклади виконання розрахунків на міцність стержнів при розтяганні (стисканні), валів при крученні, шарнірно-опертих балок при згині, статично невизначених рам. Приклади виконання подібних завдань детально розглядаються та аналізуються під час практичних занять, а також викладені в електронному курсі на платформі Moodle.

Результати виконання індивідуальних завдань студенти завантажують до курсу в системі Moodle, що водночас дозволяє відстежувати строки здачі, надавати зворотний зв’язок і формувати рейтингову оцінку.

У рамках реалізації технології кооперативного навчання, студенти виконують лабораторні роботи у малих групах (три команди по 5 осіб на кожному лабораторному занятті). Вони отримують методичні рекомендації з описом ходу експерименту, інструкціями з аналізу результатів та прикладами розрахунків. Такий формат сприяє розвитку навичок взаємодії, розподілу ролей, лідерства, відповідальності. Працювати в команді цікавіше і ефективніше**,** адже кожен учасник виконує свою частину завдання, що дозволяє швидше і якісніше опрацювати великий обсяг інформації. Крім того, робота в команді позитивно впливає на емоційний стан здобувачів, створюючи атмосферу підтримки, довіри та взаємодопомоги. Такий підхід особливо актуальний в умовах психологічної нестабільності, спричиненої війною, коли підтримка в освітньому середовищі набуває особливого значення.

Після виконання лабораторної роботи студенти оформлюють звіти, в яких наводять тему дослідження, методику та хід експерименту, аналіз отриманих результатів, додаткову інформацію з фахових джерел. Захист оформленого звіт є обов'язковим для кожного студента, що дає змогу розвивати комунікативні навички, впевненість у публічних виступах, вміння працювати в команді та формувати культуру наукової дискусії.

Таким чином, запропонована методика організації навчального процесу з дисципліни «Опір матеріалів» забезпечила реалізацію комплексного підходу до формування ключових компетентностей інженера, зокрема: інформаційної грамотності; цифрової компетентності; уміння до самонавчання; здатності до міжособистісної та групової комунікації; практичних навичок експериментальної діяльності; адаптивності до змін і кризових умов. Отриманий досвід слугує прикладом успішної інтеграції традиційних технічних знань і сучасних освітніх технологій в умовах трансформації системи вищої освіти України під впливом глобальних і національних викликів, що є запорукою підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів для відбудови України в післявоєнний період.

Висновки і пропозиції.

1. Інтеграція сучасних цифрових технологій у викладання дисципліни «Опір матеріалів» забезпечує якісно новий рівень професійної підготовки здобувачів інженерних спеціальностей. Завдяки використанню платформ Moodle, онлайн-бібліотек, текстових та відео лекцій студенти отримують доступ до багатовимірного навчального контенту, що дозволяє їм краще розуміти складні теоретичні поняття і бачити їхнє застосування у реальних інженерних завданнях. Це сприяє підвищенню якості технічної освіти в цілому.

2. Застосування технологій перевернутого навчання, створення презентацій своїх доробок, кооперативної взаємодії та самостійного

інформаційного пошуку забезпечує ефективне опанування складного технічного матеріалу. Такі підходи сприяють переходу від пасивного «споживання» знань до активного їх засвоєння. Студенти вчаться систематизувати інформацію, формулювати логічні зв’язки між темами, бачити причинно-наслідкові залежності у фізичних процесах і використовувати графічні інструменти як частину інженерної культури мислення.

3. Навчальна модель, побудована на принципах індивідуальних освітніх траєкторій, дозволяє враховувати особисті інтереси та професійні цілі кожного студента. Завдяки індивідуалізації студенти можуть обирати теми для додаткового вивчення, типи завдань, формат виконання, а також мають можливість формувати власний темп навчання, що особливо важливо в умовах змішаного або асинхронного навчання. Це сприяє розвитку самостійності, усвідомленості в навчанні та персональної відповідальності за результат.

4. Досвід, отриманий у період пандемії COVID-19 та під час повномасштабної війни в Україні, засвідчив доцільність розвитку гнучких моделей змішаного й дистанційного навчання. В умовах перебоїв з електроенергією, нестабільного Інтернету, вимушених переміщень студентів і викладачів – дистанційні та мобільні формати стали єдиною можливістю продовжувати освітній процес.

5. Формування мінігруп і командна робота на лабораторних заняттях та при підготовці презентацій сприяє розвитку соціально-комунікативних навичок. Робота в командах навчає студентів конструктивному діалогу, вмінню домовлятися, враховувати думку інших, розв'язувати конфлікти і ефективно організовувати спільну діяльність. Це надзвичайно важливо для майбутньої професійної інтеграції в колективах підприємств, конструкторських бюро, виробничих і дослідницьких груп.

6. Опанування цифрових інструментів для візуалізації одержаних результатів, підготовки мультимедійних звітів та презентацій – це не лише засіб засвоєння матеріалу, а й важливий компонент професійної підготовки сучасного інженера. Такі навички, як візуалізація даних, структуризація інформації, створення технічної документації і презентацій, дедалі частіше включаються до вимог роботодавців у сфері інженерії. Отже, ці елементи навчального процесу мають безпосередній вплив на конкурентоспроможність випускників на ринку праці.

7. Оскільки «Опір матеріалів» є фундаментальною та базовою дисципліною, що закладає основу для подальшого вивчення спеціалізованих технічних курсів, запропонована модель її викладання розроблена як масштабована, адаптивна та придатна для застосування в інших суміжних дисциплінах. Її універсальність забезпечує легку адаптацію до предметів на

кшталт теоретичної механіки, інженерної графіки, будівельної механіки тощо, що сприяє створенню узгодженої освітньої траєкторії із використанням сучасних освітніх технологій і послідовним формуванням міждисциплінарних компетентностей студентів.

8. Викладач у такій моделі стає не лише носієм знань, а фасилітатором освітнього процесу. Його роль полягає в організації взаємодії, наданні зворотного зв'язку, створенні умов для самостійного пошуку рішень, підтримці мотивації та наставництві. Це змінює парадигму викладання від авторитарної моделі до партнерської, що відповідає сучасним підходам до освіти дорослих.

9. Інформаційна компетентність, здобута в процесі такого навчання, має довготривале значення. Здатність ефективно шукати, перевіряти, аналізувати й інтегрувати інформацію дозволяє випускникам швидко адаптуватися до нових технологій, стандартів, ринкових змін і вимог роботодавців. Це формує основу для концепції «навчання протягом усього життя» (lifelong learning).

10. Результати дослідження підтверджують необхідність подальшого впровадження інноваційних підходів у викладання технічних дисциплін. Успішне застосування цифрових технологій, методик активного навчання, індивідуальних траєкторій дає підстави розглядати подібну модель як пріоритетну у реформуванні технічної вищої освіти в Україні. Такий підхід відповідає сучасним викликам і сприяє формуванню конкурентоспроможного, креативного, мобільного інженера нової генерації.

Список використаних джерел

1. Сучасні технології в освіті. Ч. 1. Сучасні технології навчання: наук.-допом. бібліогр. покажч. Вип. 2 / НАПН України, ДНПБ України ім. В.О. Сухомлинського; упоряд.: Т.В. Філімонова, С.В. Тарнавська, І.О. Орищенко та ін.; наук. консультант О.Є. Антонова; наук. ред. Л. Д. Березівська. – Київ, 2015. – 377 с.

2. Інноваційні технології навчання в умовах модернізації сучасної освіти: монографія / за наук. ред. Л.З. Ребухи. – Тернопіль: ЗУНУ, 2022. – 143 с.

3. Свіргун О.А., Савченко В.Б., Свіргун В.П., Чорноног А.Ю. Нові підходи до викладання дисципліни «Опір матеріалів» у сучасних умовах // Проблеми надійності та міцності машин і споруд : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 11–12 травня 2023 р. / Державний біотехнологічний університет. – Харків, 2023. – С. 35–37.

4. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів: підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; за ред. Г.С. Писаренка. – 2-ге вид., допов. і переробл. – Київ: Вища школа, 2004. – 655 с.

5. Корнілов О.А. Опір матеріалів / О.А. Корнілов. – Київ : ЛОГОС, 2005. – 552 с.

6. Рибак Т.І. Опір матеріалів: конспект лекцій (навчальний посібник) / Т.І. Рибак. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 252 с.

7. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів : підручник для студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів / В.І. Шваб'юк. – Київ: Знання, 2016. – 407 с.

8. Легета Я.П., Ковач В.В. Методичні вказівки до виконання розрахунково-проєктувальних робіт з дисципліни «Опір матеріалів». – Ужгород : УжНУ, 2023. – 78 с.

9. Подолянчук С.В. Опір матеріалів. Основні поняття і визначення : навчальний посібник / С.В. Подолянчук. – Вінниця: ВДПУ, 2024. – 30 с. DOI: https://doi.org/10.31652/620.17(075.8)-1-30.

10. Загірняк М.В., Чорний О.І. Інформаційно-комунікаційні технології у підготовці фахівців технічних спеціальностей // Вища школа. – 2013. – № 1. – С. 7–19.

Legeta Jaroslav,
Uzhhorod National University

THE USE OF INNOVATIVE METHODS IN TEACHING THE «STRENGTH OF MATERIALS» COURSE

The article presents a comprehensive analysis of the possibilities for integrating modern information and communication technologies into the teaching process of the "Strength of Materials" course in higher technical education. Drawing on extensive scientific and pedagogical experience, the author explores the specifics of implementing innovative educational approaches in the context of the digitalization of the educational environment. The main directions for modernizing the methodological foundations of teaching the course are identified, including: the introduction of technologies for searching and analyzing scientific information, the use of electronic databases, the organization of students' independent, group, and distance work through educational platforms and Internet resources, and the development of cooperative learning technologies and the presentation of academic achievements.

It is demonstrated that the implementation of the flipped learning model significantly enhances the effectiveness of the educational process, particularly by fostering students' skills in self-organization, independent planning of academic activities, and developing a responsible attitude toward mastering professional knowledge and skills. Special attention is given to the methodological support of individual calculation and design tasks, which, through visualization of content, sequencing of calculation operations, and integration of theoretical knowledge into practical activities, facilitate a better understanding of material strength, stiffness, and reliability characteristics by students.

The article also describes the practice of organizing group activities in mini-groups, contributing to the development of students' communicative competencies, the ability to express and justify their own opinions, achieve consensus during collective discussions of problem issues, and enhance teamwork skills. Emphasis is placed on the importance of fostering students' responsibility for collective outcomes, leadership qualities, the ability to rationally distribute tasks, and to present team achievements during the defense of laboratory and project work.

Keywords: strength of materials; technical education; blended learning; digital technologies; cooperative learning; Moodle; professional competencies.

REFERENCES

1. National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, V.O. Sukhomlynskyi State Scientific and Pedagogical Library of Ukraine. (2015). Modern technologies in education. Part 1. Modern learning technologies: Scientific and auxiliary bibliographic index (Issue 2; T.V. Filimonova, S.V. Tarnavska, I.O. Oryshchenko, Eds.; O.Ye. Antonova, Scientific Consultant; L.D. Berezivska, Scientific Editor). Kyiv. {in Ukrainian}

2. Rebukha, L.Z. (Ed.). (2022). Innovative learning technologies in the context of modern education modernization: Monograph. Ternopil: West Ukrainian National University. {in Ukrainian}

3. Svirgun, O.A., Savchenko, V.B., Svirgun, V.P., & Chornonoh, A.Yu. (2023). New approaches to teaching the discipline "Strength of Materials" in modern conditions. In Problems of reliability and strength of machines and structures: Materials of the All-Ukrainian scientific-practical conference (pp. 35–37). Kharkiv: State Biotechnological University. {in Ukrainian}

4. Pysarenko, H.S., Kvitka, O.L., & Umanskyi, E.S. (2004). Strength of materials: Textbook (2nd ed., revised and supplemented; H.S. Pysarenko, Ed.). Kyiv: Vyshcha Shkola. {in Ukrainian}

5. Kornilov, O.A. (2005). Strength of materials. Kyiv: Logos. {in Ukrainian}

6. Rybak, T.I. (2016). Strength of materials: Lecture notes (educational manual). Ternopil: Publishing House of Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj. {in Ukrainian}

7. Shvabiuk, V.I. (2016). Strength of materials: Textbook for students of engineering specialties of higher educational institutions. Kyiv: Znannia. {in Ukrainian}

8. Legeta, Ja.P., & Kovach, V.V. (2023). Methodological guidelines for performing calculation and design works in the discipline "Strength of Materials". Uzhhorod: Uzhhorod National University. {in Ukrainian}

9. Podolianchuk, S.V. (2024). Strength of materials. Basic concepts and definitions: Educational manual. Vinnytsia: Vinnytsia State Pedagogical University. DOI: https://doi.org/10.31652/620.17(075.8)-1-30. {in Ukrainian}

10. Zahirniak, M.V., & Chornyi, O. I. (2013). Information and communication technologies in the training of specialists in technical specialties. Higher School, (1), 7–19. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.344-357
УДК 711.4:332.1(477.83-25)
к.арх., доцент **Любицький Р.І.,**
roman.i.liubytskyi@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-8666-7743,
Національний університет «Львівська політехніка»

ЧАСОВА ДОСТУПНІСТЬ ЯК ОСНОВА ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖ ЛЬВІВСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ: АНАЛІЗ ТРИВАЛОСТІ ПОЇЗДОК ДО МІСЬКОГО ЦЕНТРУ

Досліджуються функціональні межі Львівської агломерації на основі реальної часової доступності, зокрема тривалості поїздок автомобілем із навколишніх містечок і сіл до історичного центру міста. З урахуванням того, що адміністративні межі дедалі менше відображають фактичний просторовий вплив міста, акцент зроблено на маятниковій мобільності та доступності міських сервісів для мешканців периферії. Для аналізу використано геопросторові інструменти QGIS та дані Google Distance Matrix API, що дозволило отримати реальні середньостатистичні показники часу поїздок приватним автотранспортом до міста-центру у пікові години. На основі цих даних побудовано ізохрони з інтервалом 10 хвилин у межах 50 км зони навколо Львова. З'ясовано, що в межах 40-хвилинної доступності перебувають 36 приміських населених пунктів із сумарним населенням ≈ 84 тис. осіб. Загалом у 60-хвилинній зоні перебувають 227 н.п. із ≈ 288 тис. мешканців (при населенні Львова ≈ 725 тис). Визначено основні транспортні напрями, які впливають на форму агломерації. Отримані результати мають значення для просторового планування, покращення мобільності та соціальної інтеграції периферійних громад. Необхідні подальші дослідження тривалості поїздок до міста-центру агломерації за допомогою громадського транспорту, а також порівняння часової доступності Львова із подібними за планувальною структурою європейськими містами.

Ключові слова: Львівська агломерація; транспортна доступність; маятникова мобільність; геопросторовий аналіз; Google Distance Matrix API; приміські населені пункти; малі міста-супутники; соціальна інтеграція периферії.

Постановка проблеми

У сучасних умовах просторовий контур міста дедалі менше збігається з його адміністративними межами (Idak & Lysenko, 2024). Натомість його визначають функціональні зв'язки — щоденні маятникові переміщення,

доступність міських сервісів та інфраструктури, інтенсивність взаємодії між ядром і периферією. Приклад Львова показує, що межі суміжних територіальних громад - Сокільницької, Давидівської, Мурованської, Солонківської, Зимноводівської, знаходяться у радіусі всього 5-7 км від історичного ядра Львова і їхні значні частини де-факто знаходяться в межах міста, хоча є окремими територіальними громадами.

Методика визначення «Functional Urban Area (FUA)» в ЄС базується на критерії, що 15 % зайнятого населення щоденно їздить на роботу до міста-центру (OECD, 2021). Проте вирішальним чинником для вибору місця роботи та соціальних зв'язків жителів периферії залишається часова доступність. Згідно з концепцією «антропологічної константи Маркетті», середній час, який люди витрачають на дорогу щодня, стабільний – близько 1 години (30 хв в один бік), незалежно від контексту. Цей інваріант, емпірично доведений Я. Захаві, означає, що із зростанням швидкості транспорту збільшується не тривалість поїздок, а їх просторовий радіус, що впливає на структуру агломерацій (Marchetti, 1994).

Більшість джерел вказує, що *«прийнятний»* час щоденної поїздки на роботу – близько 30 хвилин в один бік. Це підтверджує як «константа Маркетті» (Marchetti, 1994), так і британські економісти транспорту (Dargay & Hanly, 2003), які називають поїздки понад 30 хв "довгими". Європейські міста дедалі частіше планують розвиток за принципом доступності всіх важливих місць у межах 30 хв громадським транспортом, як це описано в URBACT ("Funding the "30-minutes city", 2024). У США середня тривалість ком'юту у 2024 р. становила 26.8 хв (US Census Bureau, 2024). Дослідження у Швеції вказує, що понад 5 годин на тиждень у дорозі (≈60 хв щодня) пов'язані з ризиками для здоров'я, тоді як при ≤30 хв в один бік таких ефектів не зафіксовано (Halonen et al., 2020).

Поріг *«терпимості»* часто визначають на рівні ≈45 хв: його перевищення знижує задоволення від поїздки та може впливати на рішення змінити місце проживання чи роботи. У Швеції 45 хв використовують як межу «довготривалого ком'юту» (Sandow & Westin, 2010). Подібні пороги (≈40–45 хв) згадуються і в інших європейських дослідженнях. Французьке дослідження виявило, що безробітні готові миритися з поїздкою до 43 хв або ≈29 км (Le Barbanchon, Rathelot, & Roulet, 2020). У Сіетлі межу терпимості також визначили в межах 30–45 хв (Clark, Huang, & Withers, 2003).

Поїздки понад 60 хв в один бік вважаються надмірними. Такі *«довготривалі»* ком'юти пов'язані з втомою, стресом і ризиками для здоров'я. У США їх називають *extreme commuters* – це близько 9% працівників, які у 2023

р. витрачали понад годину в один бік (US Census Bureau, 2024). Таким чином, території поза 60-хв зоною доступності є менш залежними від міста-центру.

Аналіз досліджень і публікацій

На законодавчому рівні в Україні відсутні чіткі, закріплені критерії визначення меж міських агломерацій, тому контур Львівської не є чітко окремленим, і в різних сучасних та минулих офіційних документах та проектах виглядає по різному (Дубина et al., 2008). Фундаментальною є праця присвячена Львівській агломерації, проте зміна соціально-економічних умов внесла суттєві зміни у сьогоднішній її вигляд (Русанова, 2015). Роль Львівської агломерації в територіальній організації області обґрунтовували І. Русанова та І. Склярова (Русанова & Склярова, 2011) Принципи та методи визначення меж агломерцій на прикладі "Великого Львова" аналізували М. Габрель та О. Фенчук (Габрель, Габрель, & Фенчук, 2019), які також відзначали що "у діючих проектних документах не визначено ефективних підходів і засобів визначення меж міських агломерацій, практикою недостатньо використовується світовий досвід". Крім того, автори зазначили що "за основу слід брати межі нових територіальних громад на адміністративних засадах".

Сучасний контур агломерації розглядається у Стратегії розвитку Львівської агломерації до 2027 р. (Львівська обласна державна адміністрація, 2023), втім визначені у даному документі межі являють собою включення 18 громад у адміністративних межах орієнтовно в 30-км зоні навколо Львова. Встановлення меж агломерації 30 км межею від зовнішньої адміністративної межі Львова дана Стратегія обґрунтовує даними отриманими через вивчення пересувань користувачів послуг мобільних операторів, які проводились у 2018 і 2019 роках, втім посилань на дане дослідження не надає. Також враховано результати опитування Київського міжнародного інституту соціології (2023), яке показало, що у 43 % домогосподарств цих громад хтось працює у Львові, що вказує на значну маятникову мобільність і тісні функціональні зв'язки з містом-центром.

На основі аналізу значної кількості підходів до виділення меж міських агломерацій (Кольчак, 2019), одним із найважливіших висновків є те, що міська агломерація є динамічною, і відповідно до цього, її кордони не можуть бути сталими та чіткими, проте *час на подолання відстані між містами є одним із найважливіших критеріїв.*

Мета публікації

Метою дослідження є окреслення меж Львівської агломерації покладаючись на реальний час доїзду автомобілем із навколишніх населених пунктів до "міста-центру" Львова враховуючи пікові транспортні навантаження. Такий підхід є раціональним, оскільки більшість маятникових

міграцій відбувається із метою трудових поїздок у “час пік”, що зміщує увагу із просторової віддаленості населених пунктів агломерації на час доїзду у реальних умовах трафіку.

Результатом дослідження є класифікація населених пунктів за часовою доступністю до Львова (30, 40, 50, 60 хв), побудова схеми з ізохронами, та створення підсумкової узагальнюючої таблиці із середніми показниками.

Виклад основного матеріалу

Для аналізу реальної часової доступності автомобілем використано геопросторовий інструментарій QGIS та написаний кастомний Python-скрипт, що автоматизує пакетне отримання даних із Google Distance Matrix API (Google, 2025) та запис у атрибутну таблицю відомостей про час доїзду, кілометраж та ін. у попередньо отриманий із геопросторової бази OSM точковий шар із населеними пунктами (OpenStreetMap contributors, 2025).

Вибір Google Distance Matrix API як джерела даних для дослідження реального часу доїзду зумовлений його здатністю оперувати великомасштабною базою фактичних даних, зібраних на основі GPS-трекінгу (зокрема через сервіси Google-навігація та Waze). На відміну від низки інших сервісів побудови ізохрон, які базуються переважно на топології дорожньої мережі з умовним середнім навантаженням, Google API враховує історичні середньостатистичні затримки, що дозволяє моделювати час поїздки в конкретний день і час доби. Крім того, маршрути формуються з урахуванням реального найкоротшого шляху руху по дорогах, аналогічно до роботи GPS-навігаторів, що робить розрахунки максимально наближеними до реальної поведінки водіїв. У цьому дослідженні використано параметр *“best_guess”,* який враховує типове середнє навантаження для вибраного часу. Додатково API підтримує режими *“pessimistic”* та *“optimistic”,* що дозволяють враховувати сценарії з найбільшими та найменшими очікуваними затримками відповідно. Крім реальних даних про тривалість поїздок *“duration_in_traffic”* (“час пік” – 8.00, понеділок) для порівняння також було отримано середній номінальний показник *“duration”*, який базується тільки на параметрах вулично-дорожньої мережі та середніх, незалежних від часу доби умовах трафіку.

В результаті аналізу тривалості поїздок із навколишніх населених пунктів у піковий час (час виїзду - понеділок 8.00 ранку) у 50 км зоні до історичного ядра м. Львова (кільцева вулиця навколо історичного ядра на місці розібраних середньовічних мурів (Petryshyn & Liubytskyi, 2018)) було виявлено тривалість поїздок від 29 до 98 хв та побудовано відповідні ізохрони з інтервалом 10 хв (рис. 1).

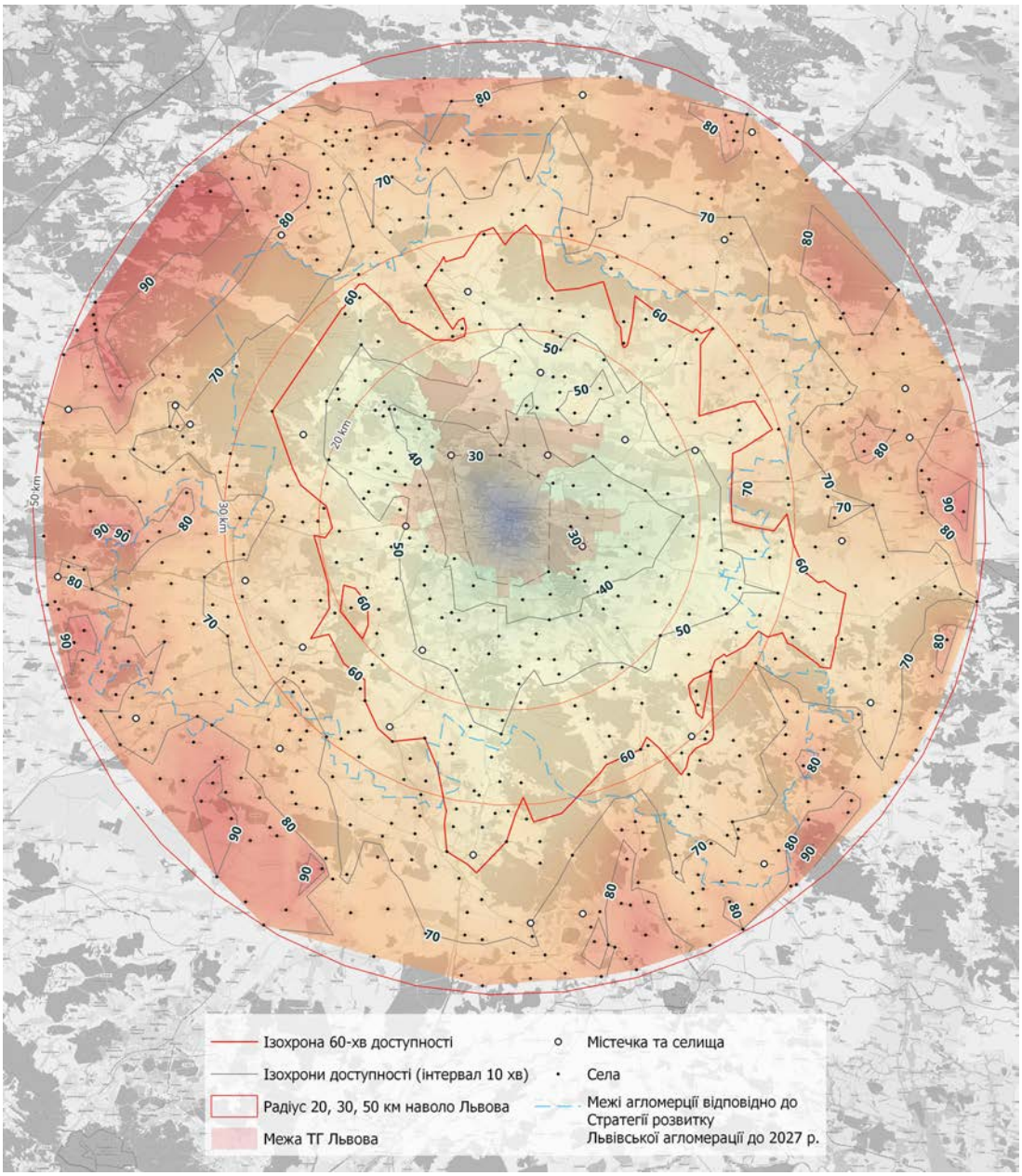


Рис. 1. Ізохрони часової доступності автомобілем від навколишніх населених пунктів до історичного ядра Львова, 8.00 ранку, понеділок (схема автора).

Виявлено що умовно *"прийнятний"* час поїздки до 40 хв включно припадає на 36 населених пунктів (сумарним населенням ≈ 84 тис мешканців), які розташовуються приблизно вздовж зовнішньої кільцевої дороги. Примітно, що в цю категорію потрапляють 4 приміські населені пункти із значною кількістю населення (5+ тис.) – Винники (29 хв, ≈18 тис. мешк.), Брюховичі (30 хв., ≈6 тис. мешк.), Сокільники (34 хв, ≈11 тис. мешк.) та Дубляни (39 хв, ≈10 тис. мешк.). У межах від 41 до 50 хв потрапляє ще 90 н.п. (населенням ≈92 тис.). Середній час поїздки складає 46 хв, що потрапляє у обґрунтований поріг *"терпимості"*. У категорію *"довготривалих"* - від 51 до 60 хв потрапили 101 н.п. (населенням ≈112 тис.) (табл. 1).

Загалом у 60 хв доступності потрапили 227 н.п. із ≈288 тис. мешканців агломерації при населенні Львова ≈ 725 тис. (дані про кількість населення відповідно даних OpenStreetMap (OpenStreetMap contributors, 2025)).

Таблиця 1

Узагальнені показники часової доступності автомобілем до міста-центру Львова із навколишніх населених пунктів агломерації

Показники	**≤30 хв**	**31–40 хв**	**41–50 хв**	**51–60 хв**
Кількість н.п.	5	31	90	101
Сумарне населення	26 867	56 737	92 212	111 977
Великих н.п. (>5 тис.)	2 (Винники, Брюховичі)	2 (Дубляни, Сокільники)	4 (Давидів, Рудне, Пустомити, Зимна Вода)	4 (Щирець, Івано-Франкове, Жовква, Миколаїв)
Середня відстань автошляхами (км)	9,6	13,9	21,0	30,1
Середня відстань по прямій (км)	7,5	10,6	16,4	24,9
Середній час поїздки реальний – 8.00, понеділок (хв)	29,8	36,7	46,0	55,8
Середній час поїздки номінальний (хв)	22,2	26,8	33,7	41,6
Середня швидкість реальна - 8.00, понеділок (км/год)	19,2	22,8	27,7	32,4
Площа ізохрони – від центру до контуру (км^2)	113,6	391,2	1140,7	2279,5

Геометричні характеристики ізохрон часової доступності до центру агломерації – Львова очікувано виглядають “зірчасто” простягаючись на більшу відстань вздовж основних автомагістралей. Більшість контуру межі 60-хв зони доступності вписується у 25-30 км радіус навколо Львова. Виняток – траса М09 у напрямок Тернополя та М06 у напрямок Стрия, де ця ізохрона покриває приблизно 35 км, та М11 у напрямок Городка де дана ізохрона простягається всього лиш на 20 км. Це відображає найбільш навантажений та найменш навантажені напрямки.

Хоча сучасний стан матеріальної структури Львова характеризується розподілом території на сім фрагментів, які зумовлені розміщенням основних магістральних вулиць (Шевченка, Городоцької, Кульпарківської, Стрийської, Зеленої, Личаківської та проспекту Чорновола сумісно із вулицями Липинського та Хмельницького) (Ідак, 2023), форма ізохронів свідчить що розміщення приміських населених пунктів вздовж основних автомагістралей не

є визначальним фактором у зменшенні тривалості поїздок у напрямку центру Львова. Наприклад, варто відмітити 40 хв доступність на відстань ≈20 км другорядними дорогами місцевого значення С142033 у напрямку с. Ясниська та С141203 до с. Нижня Білка, водночас така ж часова доступність із с. Холодновідка, яке розміщене біля автомагістралі міжнародного значення М-11 на віддалі від центру міста лише 10 км.

Побудована схема з ізохронами є доволі універсальною бо зображає доступність до історичного ядра, хоча береться до уваги що доїзд комм'ютерів може відбуватись у більш віддалені від центру міста пункти призначення. Відповідно, якщо поїздки відбуваються до більш віддалених районів сучасної забудови (які просторово знаходяться орієнтовно вздовж ізохрони 30 хв), то часова доступність до зображеної на схемі 60 хв ізохрони складе *"прийнятних"* 30-хв. Саме тому 60-хв ізохрону можна вважати репрезентативною, яка враховує можливий сценарій щоденних *"прийнятних"* 30 хв робочих поїздок до районів масової забудови із офісами та *"довготривалі"* епізодичні 60-хв до центру міста із метою соціально-культурного життя та інших послуг (які до того ж у вихідні дні будуть коротшими). Встановлене при побудові ізохрон правило для обрахунку поїздки в точку-центр міста визначило тривалість по найбільш оптимальному по часу радіальному маршруту до Львова. Такий принцип обрахунків тривалості поїздок і побудови ізохрон також може застосовуватись для інших європейських історично сформованих міст із радіально-кільцевою планувальною структурою.

На час поїздки впливає як внутрішньоміська транспортна інфраструктура, так і зовнішня, проте саме внутрішня суттєво впливає на збільшення часу поїздки. Як відомо, станом на 2025 р, Львів досі не має перехоплюючих паркінгів, тому неможливість пересадки на громадський транспорт та затори значно впливають на збільшення часу доїзду в центр (Любицький, 2017). Позитивною тенденцією із покращення пропускної здатності центральних вулиць (та зменшення часу поїздок) є розширення зон платного паркування (Zhou, Petryshyn, Liubytskyi, & Kochan, 2022). Також особливістю Львова у порівнянні з подібними містами (Liubytskyi, 2023), є те, що система внутрішньоміських транспортних кілець є незавершеною та фрагментованою, а внутрішнє кільце навколо історичного ядра Львова досі слугує транзитним (Tupis & Liubytskyi, 2016; Любицький, 2018). Тому, якщо припустити що поїздки із навколишніх населених пунктів відбуваються не в центр міста, а ще далі - на міську периферію, то з великою імовірністю маршрут пролягатиме через внутрішнє міське кільце – пр. Свободи чи вул. Підвальну. До того ж, історичний центр досі виконує значну кількість функцій (Cherkes, Fedak, & Shtendera, 2019), а функціональні міські підцентри формуються спонтанно.

Висновки

40-хв ізохрона, як проходить орієнтовно вздовж кільцевої дороги Львова, яка пролягає орієнтовно на 10 км від історичного ядра міста свідчить про те, що подолання відстані 10 км за 40 хв автомобілем є не надто ефективним способом пересування до центру м. Львова (15 км/год – прогулянкова поїздка на велосипеді) та є суттєвою проблемою мобільності та як наслідок ефективного формування єдиної спільноти мешканців Львівської агломерації. Розвиток та перехоплення приватного автотранспорту на в'їзді в місто, які станом на 2025 р. відсутні (park and ride), а також покращення функціонування мережі громадського транспорту (зокрема створення виділених смуг руху) могло б розширити реальну межу агломерації та покращити ефективність її функціонування.

Проведене дослідження має певні обмеження, що визначають напрями подальших розвідок. Зокрема, дана робота не охоплює аналіз тривалості поїздок громадським транспортом та можливостей велопересування, що обмежує комплексне розуміння транспортної доступності до центру агломерації. Подальші дослідження мають передбачати оцінку доступності всіма видами пересування. Крім того, дослідження базується на даних ранкового пікового періоду (час виїзду - 08.00, понеділок), тоді як аналіз доступності в інші часові інтервали доби дозволив би точніше оцінити варіативність мобільності. Тривалість зворотних поїздок із міста-центру до навколишніх населених пунктів також потребує подальшого дослідження. Іншою важливою темою є вивчення найбільш завантажених напрямків руху та в'їзних вузлів на периферії Львова, що мають суттєвий вплив на ефективність маятникової мобільності. Важливо зазначити, що дане дослідження орієнтується на час поїздок до історичного центру Львова, який залишається потужним функціональним ядром міста. Однак значна частина поїздок спрямована до інших, більш віддалених районів, що потенційно може зменшити середню тривалість поїздок і змінити геометрію ізохрон доступності.

Подальші дослідження та порівняння ізохрон у схожих за планувально-просторовими характеристиками великих європейських містах та алгомераціях (наприклад з Краковом, Лейпцигом та ін., які мають однакову із Львовом кількість населення, радіально-кільцеву структуру та кільцеву дорогу на ідентичній віддалі до історичного ядра (Liubytskyi, 2023) на основі реалістичних даних про час поїздок Google Distance Matrix API зможуть поглибити та уточнити висновки і надати відповідні рекомендації щодо покращення мобільності та формуванню єдиної спільноти мешканців Львівської агломерації.

Список використаних джерел

1. Cherkes, B., Fedak, A., & Shtendera, A. (2019). The Current Features of the Central Public Space Functioning in the Historical City, A UNESCO World Heritage Site. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *603*(3), 32006. https://doi.org/10.1088/1757-899X/603/3/032006

2. Clark, W. A., Huang, Y., & Withers, S. (2003). Does commuting distance matter? *Regional Science and Urban Economics*, *33*(2), 199–221. https://doi.org/10.1016/S0166-0462(02)00012-1

3. Dargay, J. M., & Hanly, M. J. (2003). The impact of land use patterns on travel behaviour. *European Transport Conference Strasbourg, France*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228915810_The_Impact_of_land_use_patterns_on_travel_behaviour

4. Funding the "30-minutes city" (2024). Retrieved from https://urbact.eu/articles/funding-30-minutes-city

5. Google (2025). Distance Matrix API overview: Google for Developers. Retrieved from https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/overview

6. Halonen, J.I., Pulakka, A., Vahtera, J., Pentti, J., Laström, H., Stenholm, S., & Hanson, L. M. (2020). Commuting time to work and behaviour-related health: A fixed-effect analysis. *Occupational and Environmental Medicine*, *77*(2), 77–83. https://doi.org/10.1136/oemed-2019-106173

7. Idak, Y., & Lysenko, O. (2024). Preservation of urban form: A critical analysis of modern development strategies and the importance of compositional integrity. *Architectural Studies*, *10*(1), 92–103. https://doi.org/10.56318/as/1.2024.92

8. Le Barbanchon, T., Rathelot, R., & Roulet, A. (2020). Gender Differences in Job Search: Trading off Commute against Wage. *The Quarterly Journal of Economics*, *136*(1), 381–426. https://doi.org/10.1093/qje/qjaa033

9. Liubytskyi, R. (2023). Development of the transport network considering the specifics of Lviv's planning structure (compared to Leipzig and Krakow). *Architectural Studies*, *9*(2), 58–71. https://doi.org/10.56318/as/2.2023.58

10. Marchetti, C. (1994). Anthropological invariants in travel behavior. *Technological Forecasting and Social Change*, *47*(1), 75–88. https://doi.org/10.1016/0040-1625(94)90041-8

11. OECD (2021). Methodology to define Functional Urban Areas (FUA). Retrieved from https://www.oecd.org/en/data/datasets/oecd-definition-of-cities-and-functional-urban-areas.html

12. OpenStreetMap contributors (2025). Key:place. Retrieved from https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:place

13. Petryshyn, H., & Liubytskyi, R. (2018). Ignacy Drexler's vision of planning development of the city of Lviv. *Przestrzeń I Forma, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny*, *33*, 173–194. https://doi.org/10.21005/pif.2018.33.C-06

14. Sandow, E., & Westin, K. (2010). The persevering commuter – Duration of long-distance commuting. *Transportation Research Part a: Policy and Practice*, *44*(6), 433–445. https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.017

15. Tupis, S., & Liubytskyi, R. (2016). Urban planning and administrative problems of parking in the center of Lviv. *Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Series of Architecture*, *856*, 145–154.

16. US Census Bureau (2024). United States Commuting at A Glance: American Community Survey 1-Year Estimates. Retrieved from https://www.census.gov/topics/employment/commuting/guidance/acs-1yr.html#:~:text=United%20States%20Commuting%20At%20A,svg

17. Zhou, C., Petryshyn, H., Liubytskyi, R., & Kochan, O. (2022). Optimization of On-Street Parking in the Historical Heritage Part of Lviv (Ukraine) as a Prerequisite for Designing the IoT Smart Parking System. *Buildings*, *12*(6).

18. Габрель, М.М., & Фенчук, О.Т. (2019). Принципи й методи визначення меж агломерації. Приклад «Великого Львова». *Сучасні Проблеми Архітектури Та Містобудування*. (55), 169–194. https://doi.org/10.32347/2077-3455.2019.55.169-194

19. Дубина, В.І., Крупа, П.І., Крупа, І.П., Пона, О.С., Мар'єв, О П., та ін., & ДП ДІПМ "Містопроект", архітектурно-планувальна майстерня №2 (2008). Кориґування генерального плану м. Львова, Архів ДП ДІПМ "Містопроект".

20. Ідак, Ю.В. (2023). Репрезентація морфологічного змісту у містобудуванні. *Вісник Національного Університету «Львівська Політехніка». Серія: «Архітектура»*, *5*(2), 53–66. https://doi.org/10.23939/sa2023.02.053

21. Київський міжнародний інститут соціології (2023). *Думки і погляди населення Львівської агломерації: Результати соціологічного дослідження*. Отримано із https://decentralization.ua/uploads/library/file/858/Report_LvivAgglomeration_March2023_ukr_fin.pdf

22. Кольчак, О.М. (2019). Основні аспекти виділення меж міської агломерації: аналіз вітчизняних і закордонних досліджень. *Наукові Записки Тернопільського Національного Педагогічного Університету Імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*, *46*(1). https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.2.13

23. Львівська обласна державна адміністрація (2023). *Стратегія розвитку Львівської агломерації до 2027 року*. Львів. Отримано із https://drive.google.com/file/d/1paEOTAaHPQI5tgKELiV4qKwSF3aAQDxK/view

24. Любицький, Р.І. (2017). Ріст рівня автомобілізації як прояв антропогенного тиску на середовище історичних міст. *Містобудування Та Територіальне Планування: Наук.-Техн. Збірник, КНУБА*, *64*, 183–192.

25. Любицький, Р.І. (2018). *Формування мережі об'єктів паркування індивідуального автотранспорту в історично сформованих містах (на прикладі м. Львова)* (Дисертація на

здобуття наукового ступеня кандидата архітектури). Національний університет “Львівська політехніка”, Львів.

26. Русанова, І.В. (2015). *Формування функціонально-планувальної структури моноцентричних міських агломерацій 60 - 80-их років XX століття (на прикладі Львівської агломерації)*. Львів: Растр-7.

27. Русанова, І.В., & Склярова, І.В. (2011). Львівська агломерація в територіальній організації області. *Досвід Та Перспективи Розвитку Міст України*, *20*, 86–95.

Ph.D. in arch., assoc. prof. **Roman Liubytskyi,**
Lviv Polytechnic National University

TRAVEL TIME ACCESSIBILITY AS A BASIS FOR DEFINING THE BOUNDARIES OF THE LVIV AGGLOMERATION: AN ANALYSIS OF TRIP DURATIONS TO THE URBAN CORE

This study examines the functional boundaries of the Lviv urban agglomeration through the lens of real-world travel time accessibility, with a particular focus on the duration of automobile trips from surrounding towns and villages to the historic centre of the city. In modern urban conditions, administrative borders increasingly fail to capture the true spatial influence of a city, as functional interactions—such as daily commuting patterns and access to services—become more critical in shaping urban regions. This research highlights the importance of travel time as a fundamental determinant of residents' engagement with the urban core, especially for peripheral communities.

To conduct the analysis, geospatial tools in QGIS were employed in conjunction with a custom Python script to extract historical average travel time data from the Google Distance Matrix API. This allowed for a realistic estimation of private vehicle travel durations during peak traffic periods, considering actual GPS-based traffic patterns rather than theoretical network speeds. Isochrone maps were generated at 10-minute intervals within a 50 km radius of Lviv. The findings reveal that 36 suburban settlements, with a combined population of approximately 84,000, fall within a 40-minute travel time zone. In total, 227 settlements encompassing about 288,000 inhabitants are located within a 60-minute isochrone, compared to Lviv’s urban population of roughly 725,000 (OpenStreetMap data).

The spatial structure of these isochrones exhibits a star-shaped pattern, extending more prominently along major highways, with variations reflecting the differing levels of congestion and infrastructure efficiency in each direction. Notably, the 40-minute isochrone closely aligns with Lviv’s outer ring road, approximately 10 km from the historic core, suggesting significant inefficiencies in urban mobility, as

such a distance corresponds to an average speed of 15 km/h. These mobility constraints represent a barrier to effective social integration across the agglomeration and hinder the development of a cohesive urban community.

The results underscore the need for targeted transport interventions, including the development of park-and-ride systems—currently absent in Lviv—and the optimization of public transport networks, particularly through the introduction of dedicated lanes. Such measures could significantly enhance real accessibility and extend the functional reach of the agglomeration.

Future research directions include analysing public transport travel times to the urban centre, assessing multi-modal mobility scenarios, and conducting comparative studies with European cities of similar size and structure, such as Krakow, which features a comparable radial-ring layout and demographic profile. Additionally, further investigation into the socio-economic impacts of travel time disparities on peripheral settlements will help refine strategies for achieving spatial equity and integrated regional development.

Keywords: Lviv agglomeration; transport accessibility; commuting mobility; geospatial analysis; Google Distance Matrix API; suburban settlements; small satellite towns; peripheral social integration.

REFERENCES

1. Cherkes, B., Fedak, A., & Shtendera, A. (2019). The Current Features of the Central Public Space Functioning in the Historical City, A UNESCO World Heritage Site. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *603*(3), 32006. https://doi.org/10.1088/1757-899X/603/3/032006 {in English}.

2. Clark, W.A., Huang, Y., & Withers, S. (2003). Does commuting distance matter? *Regional Science and Urban Economics*, *33*(2), 199–221. https://doi.org/10.1016/S0166-0462(02)00012-1 {in English}.

3. Dargay, J.M., & Hanly, M.J. (2003). The impact of land use patterns on travel behaviour. *European Transport Conference Strasbourg, France*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228915810_The_Impact_of_land_use_patterns_on_travel_behaviour {in English}.

4. Funding the "30-minutes city" (2024). Retrieved from https://urbact.eu/articles/funding-30-minutes-city {in English}.

5. Google (2025). Distance Matrix API overview: Google for Developers. Retrieved from https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/overview {in English}.

6. Halonen, J.I., Pulakka, A., Vahtera, J., Pentti, J., Laström, H., Stenholm, S., & Hanson, L.M. (2020). Commuting time to work and behaviour-related health: A

fixed-effect analysis. *Occupational and Environmental Medicine*, *77*(2), 77–83. https://doi.org/10.1136/oemed-2019-106173 {in English}.

7. Idak, Y., & Lysenko, O. (2024). Preservation of urban form: A critical analysis of modern development strategies and the importance of compositional integrity. *Architectural Studies*, *10*(1), 92–103. https://doi.org/10.56318/as/1.2024.92 {in English}.

8. Le Barbanchon, T., Rathelot, R., & Roulet, A. (2020). Gender Differences in Job Search: Trading off Commute against Wage. *The Quarterly Journal of Economics*, *136*(1), 381–426. https://doi.org/10.1093/qje/qjaa033 {in English}.

9. Liubytskyi, R. (2023). Development of the transport network considering the specifics of Lviv's planning structure (compared to Leipzig and Krakow). *Architectural Studies*, *9*(2), 58–71. https://doi.org/10.56318/as/2.2023.58 {in English}.

10. Marchetti, C. (1994). Anthropological invariants in travel behavior. *Technological Forecasting and Social Change*, *47*(1), 75–88. https://doi.org/10.1016/0040-1625(94)90041-8 {in English}.

11. OECD (2021). Methodology to define Functional Urban Areas (FUA). Retrieved from https://www.oecd.org/en/data/datasets/oecd-definition-of-cities-and-functional-urban-areas.html {in English}.

12. OpenStreetMap contributors (2025). Key:place. Retrieved from https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:place {in English}.

13. Petryshyn, H., & Liubytskyi, R. (2018). Ignacy Drexler's vision of planning development of the city of Lviv. *Przestrzeń I Forma, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny*, *33*, 173–194. https://doi.org/10.21005/pif.2018.33.C-06 {in English}.

14. Sandow, E., & Westin, K. (2010). The persevering commuter – Duration of long-distance commuting. *Transportation Research Part a: Policy and Practice*, *44*(6), 433–445. https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.017 {in English}.

15. Tupis, S., & Liubytskyi, R. (2016). Urban planning and administrative problems of parking in the center of Lviv. *Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Series of Architecture*, *856*, 145–154 {in Ukrainian}.

16. US Census Bureau (2024). United States Commuting at A Glance: American Community Survey 1-Year Estimates. Retrieved from https://www.census.gov/topics/employment/commuting/guidance/acs-1yr.html#:~:text=United%20States%20Commuting%20At%20A,svg {in English}.

17. Zhou, C., Petryshyn, H., Liubytskyi, R., & Kochan, O. (2022). Optimization of On-Street Parking in the Historical Heritage Part of Lviv (Ukraine) as a Prerequisite for Designing the IoT Smart Parking System. *Buildings*, *12*(6) {in English}.

18. Habrel, M.M., & Fenchuk, O. T. (2019). Printsypy y metody vyznachennia mezh ahlomeratsii. Pryklad "Velykoho Lvova". *Suchasni Problemy Arkhitektury Ta Mistobuduvannia*. (55), 169–194. https://doi.org/10.32347/2077-3455.2019.55.169-194 {in Ukrainian}.

19. Dubyna, V.I., Krupa, P.I., Krupa, I.P., Pona, O.S., Mar'iev, O.P., ta in., & DP DIPM "Mistoproekt", arkhitekturno-planuvalna maisternia №2 (2008). Koryhuvannia heneralnoho planu m. Lvova, Arkhiv DP DIPM "Mistoproekt". {in Ukrainian}.

20. Idak, Yu.V. (2023). Reprezentatsiia morfolohichnoho zmistu u mistobuduvanni. *Visnyk Natsionalnoho Universytetu "Lvivska Politekhnika". Seriia: "Arkhitektura"*, *5*(2), 53–66. https://doi.org/10.23939/sa2023.02.053 {in Ukrainian}.

21. Kyivskyi mizhnarodnyi instytut sotsiolohii (2023). *Dumky i pohliady naselennia Lvivskoi ahlomeratsii: Rezultaty sotsiolohichnoho doslidzhennia*. Otrymano iz https://decentralization.ua/uploads/library/file/858/Report_LvivAgglomeration_March2023_ukr_fin.pdf {in Ukrainian}.

22. Kolchak, O.M. (2019). Osnovni aspekty vydilennia mezh miskoi ahlomeratsii: analiz vitchyznianykh i zakordonnykh doslidzhen. *Naukovi Zapyzky Ternopilskoho Natsionalnoho Pedahohichnoho Universytetu Imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriia: Heohrafiia*, *46*(1). https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.2.13 {in Ukrainian}.

23. Lvivska oblasna derzhavna administratsiia (2023). *Stratehiia rozvytku Lvivskoi ahlomeratsii do 2027 roku*. Lviv. Otrymano iz https://drive.google.com/file/d/1paEOTAaHPQI5tgKELiV4qKwSF3aAQDxK/view {in Ukrainian}.

24. Liubytskyi, R.I. (2017). Rist rivnia avtomobilizatsii yak proiav antropohennoho tysku na seredovyshche istorychnykh mist. *Mistobuduvannia Ta Terytorialne Planuvannia: Nauk.-Tekhn. Zbirnyk, KNUBA*, *64*, 183–192. {in Ukrainian}.

25. Liubytskyi, R.I. (2018). *Formuvannia merezhi obiektiv parkuvannia indyvidualnoho avtotransportu v istorychno sformovanykh mistakh (na prykladi m. Lvova)* (Dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia kandydata arkhitektury). Natsionalnyi universytet “Lvivska politekhnika”, Lviv. {in Ukrainian}.

26. Rusanova, I.V. (2015). *Formuvannia funktsionalno-planuvalnoi struktury monotsentrychnykh miskykh ahlomeratsii 60 - 80-ykh rokiv XX stolittia (na prykladi Lvivskoi ahlomeratsii)*. Lviv: Rastr-7. {in Ukrainian}.

27. Rusanova, I.V., & Skliarova, I. V. (2011). Lvivska ahlomeratsiia v terytorialnii orhanizatsii oblasti. *Dosvid Ta Perspektyvy Rozvytku Mist Ukrainy*, *20*, 86–95. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.358-373
УДК 330.131.7:338.45:69

к.т.н., доцент **Малихін М.О.,**
malykhin.mo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9721-2733,
Данілов С.Ю., daniloff011@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9111-9047,
Іванина О.М., Olexandrija@i.ua, ORCID: 0009-0007-1203-4792,
Зяхор Д.О., zyakhor.d@gmail.com, ORCID: 0009-0000-4362-8613,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В КОНТЕКСТІ БУДІВНИЦТВ

У період глибоких трансформацій глобального економічного простору, коли цифровізація, зміна парадигм споживання, інвестиційна нестабільність та зростання регуляторного навантаження стають постійними атрибутами функціонування бізнесу, будівельна галузь опиняється в епіцентрі структурно-економічного тиску. Особливої актуальності в такому контексті набуває критичний перегляд існуючих економічних моделей та впровадження оновлених підходів до диверсифікації підприємницької діяльності. Сфера будівництва, яка характеризується високою вартістю реалізації проєктів, довгими інвестиційними циклами, нестабільним попитом та високою залежністю від державної політики, потребує розробки нових механізмів адаптації, що базуються на економічній гнучкості та стратегічному багатовекторному управлінні. Зокрема, в умовах зростаючої енергетичної невизначеності, нестабільного валютного середовища та підвищеної конкуренції за інвестиційні ресурси, потреба в ефективних механізмах стратегічної диверсифікації значно посилюється. В межах цієї трансформації диверсифікація вже не обмежується класичним розширенням видів діяльності, а набуває багатогранної структури: від просторової експансії до функціонального перепрофілювання, від запровадження інновацій до зміни логіки взаємодії з інституціональними стейкхолдерами. Особливу увагу приділено необхідності обліку цифрової зрілості підприємства, рівня його ресурсної забезпеченості, ступеня інтеграції в ринкові ланцюги вартості та здатності до оперативної трансформації бізнес-моделі. Актуальні концепції, такі як value-based management, adaptive strategy та risk-oriented control, відкривають можливості для побудови моделей стійкого зростання, орієнтованих на довготривалу прибутковість і зниження впливу зовнішніх шоків. У цьому контексті мета дослідження полягає в ідентифікації та систематизації ключових етапів трансформації економічних підходів до диверсифікації в будівельному секторі, з урахуванням нових викликів, цифрових

трендів та потреб галузі в умовах перманентної невизначеності. Запропонований підхід має слугувати базою для формування адаптивних бізнес-моделей, які забезпечують стійкість, гнучкість і стратегічну перспективу підприємницької діяльності у сфері будівництва.

Ключові слова: диверсифікація; економічна трансформація; будівельна галузь; підприємницька діяльність; стратегічне управління; ринкова нестабільність; інвестиційні ризики; інноваційна модель.

Постановка проблеми: У трансформаційній економіці України, що характеризується нестабільністю ринкового середовища, загостренням конкурентної боротьби та високими інституційними ризиками, особливої актуальності набуває проблема диверсифікації підприємницької діяльності, зокрема в будівельному секторі. Цей сектор одночасно є драйвером економічного зростання та одним із найвразливіших до впливу макроекономічних коливань. Застарілі економічні моделі, орієнтовані на вузькопрофільну спеціалізацію, більше не забезпечують необхідного рівня стійкості підприємств до зовнішніх шоків. Відтак, постає потреба у глибокому переосмисленні підходів до формування стратегій розвитку, у яких диверсифікація виступає не лише як інструмент мінімізації ризиків, а й як засіб забезпечення довгострокової прибутковості, адаптивності й інноваційності. Проблематика також полягає в недостатньому методологічному обґрунтуванні форм і типів диверсифікації, які є релевантними саме для будівельної галузі. Не менш важливою є відсутність уніфікованої системи оцінки економічної ефективності диверсифікаційних стратегій, що унеможливлює якісне планування та контроль трансформаційних процесів.

Мета статті: Основним завданням роботи є розгляд та теоретико-методологічне обґрунтування напрямів трансформації економічних підходів до диверсифікації підприємницької діяльності в контексті будівельної галузі, а також формування комплексної моделі реалізації диверсифікаційної стратегії, яка враховує ризик-орієнтовану логіку, ринкову динаміку, інноваційні підходи до управління та структурні зміни в економіці. Особливий акцент робиться на тому, щоб адаптувати сучасні концепції диверсифікації до умов функціонування українських будівельних підприємств в умовах кризової турбулентності та цифрової трансформації, з урахуванням специфіки галузевих ризиків і потреб інвесторів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Науковий інтерес до тематики диверсифікації підприємницької діяльності істотно зріс у зв’язку з посиленням зовнішньої нестабільності, трансформацією ринкових середовищ та потребою у стратегічній гнучкості. У працях Лук’яненка Д.Г. розглядається вплив

глобалізаційних процесів на адаптаційний потенціал економічних систем, де диверсифікація виступає як форма реагування на виклики зовнішнього середовища [14]. Шевченко Л. П. акцентує увагу на моделюванні стратегічних напрямів трансформації національної економіки із застосуванням інноваційних механізмів управління підприємницькою діяльністю [15].

З-поміж зарубіжних дослідників провідною є концепція Ігоря Ансоффа, який першим сформулював класифікацію стратегій диверсифікації та впровадив матрицю "продукт-ринок", що стала фундаментом сучасного стратегічного планування [16]. М. Портер у своїх працях про конкурентну стратегію підкреслює роль диверсифікації як способу зміцнення ринкових позицій і подолання галузевих бар'єрів [17].

У контексті будівельної галузі актуальним є внесок Оксани Мних, яка розглядає інструменти диверсифікації у будівельному бізнесі як механізми підвищення ефективності проєктної діяльності [18]/

Попри наявність фундаментальних теоретичних основ, залишається недостатньо опрацьованим прикладний аспект цифрової трансформації диверсифікаційних стратегій. Зокрема, вплив таких технологій, як BIM, CRM, ERP, електронні платформи закупівель та інноваційне фінансування, потребує подальшого системного дослідження у контексті інтеграції у структуру будівельних підприємств. Також бракує комплексної методології, яка дозволила б адаптувати диверсифікаційні моделі до потреб галузі з урахуванням ринкової волатильності, інституційної нестабільності та цифрової зрілості.

Виклад основного матеріалу: Диверсифікація підприємницької діяльності є складною економічною категорією, яка сформувалася як результат еволюційного розвитку економічної теорії та практики підприємництва. Під диверсифікацією зазвичай розуміють процес розширення спектра діяльності підприємства шляхом виходу за межі традиційного профілю, освоєння нових ринків, виробництва нових видів продукції або надання послуг. У будівельній галузі диверсифікація має свої особливості, пов'язані зі специфікою проектно-орієнтованого підходу, високою капіталомісткістю діяльності, тривалими інвестиційними циклами, залежністю від регіональних умов і нормативного середовища.

Фундаментальну основу для розуміння процесу диверсифікації заклали ще класики економічної науки, серед яких особливо варто відзначити Адама Сміта, який у своєму трактаті "Дослідження про природу і причини багатства народів" підкреслював важливість поділу праці та розширення економічних можливостей шляхом спеціалізації і адаптації виробничих структур до ринкових змін. І хоча у Сміта прямої концепції диверсифікації не було, його

ідеї про розвиток і гнучкість виробництва стали передумовами для подальших досліджень у цій сфері [1].

Теоретична база диверсифікації включає також розгляд різних її типів, серед яких найбільш поширеними є горизонтальна, вертикальна та конгломератна диверсифікація. Горизонтальна диверсифікація передбачає освоєння нових видів будівельної діяльності, споріднених з основною спеціалізацією підприємства. Наприклад, компанія, що спеціалізується на житловому будівництві, може розпочати зведення об'єктів туристичної інфраструктури. Вертикальна диверсифікація передбачає розширення діяльності вгору або вниз по ланцюгу створення вартості. У будівельній сфері це може бути, наприклад, розробка власних проектних бюро або створення виробництва будівельних матеріалів. Конгломератна диверсифікація, що є менш поширеною, передбачає вихід за межі будівельної галузі, наприклад, в інвестиційні проекти у сфері нерухомості, енергетики або логістики.

У контексті будівельної галузі, диверсифікація також розглядається як важливий елемент стратегії управління ризиками. Через високу чутливість галузі до циклічних коливань економіки, регуляторних змін, коливань вартості будівельних матеріалів і нестабільності ринку праці будівельні компанії змушені шукати механізми зниження ризиків. Одним із таких механізмів є саме диверсифікація, яка дозволяє розподіляти ризики між різними видами діяльності та ринковими сегментами. Наприклад, в умовах спаду на ринку житлового будівництва компанія, що володіє портфелем комерційних або промислових об'єктів, може зберегти фінансову стійкість.

Детальніше розглядаючи економічну основу диверсифікації в будівництві, варто звернути увагу на концепцію портфельного управління, запропоновану Гаррі Марковіцем у рамках теорії портфельних інвестицій. Вона, хоча й була розроблена для фінансових активів, стала основою для аналогічного мислення в управлінні проектними портфелями. Для будівельних компаній це означає необхідність збалансованого формування портфеля проектів за критеріями ризику, прибутковості, тривалості реалізації, а також відповідності стратегічним цілям компанії [2].

Сучасні підходи до диверсифікації дедалі більше інтегрують такі інструменти як SWOT-аналіз для визначення сильних і слабких сторін компанії щодо виходу в нові сегменти ринку, GAP-аналіз для виявлення можливостей розширення діяльності та аналіз життєвого циклу продуктів або проектів. Такі методики дозволяють будівельним компаніям приймати обґрунтовані рішення про напрямки диверсифікації на основі кількісної та якісної оцінки.

Не можна оминути увагою і роль інституціональної економіки у поясненні процесів диверсифікації. Дуглас Норт у своїх працях підкреслював

значення інституційного середовища для розвитку економічної діяльності, що цілком справедливо й для будівельної сфери. Наявність або відсутність стимулюючих регуляторних норм, доступ до земельних ресурсів, особливості тендерних процедур та податкові режими визначають привабливість тих чи інших напрямків диверсифікації для будівельних компаній [3].

Будівельна галузь також характеризується високою залежністю від інноваційних процесів, що формує окремий напрям диверсифікації — інноваційну диверсифікацію. Зокрема, застосування технологій інформаційного моделювання будівель (BIM), впровадження систем "розумного будівництва", використання екологічних технологій у будівництві відкривають нові ніші для підприємницької діяльності. Такі тренди вимагають від компаній розвитку нових компетенцій, залучення спеціалізованого персоналу та модернізації бізнес-процесів, що теж є проявом диверсифікаційної стратегії.

Особливу увагу слід приділити підходам до диверсифікації в умовах глобалізації. Відкриття нових ринків унаслідок лібералізації торгівлі, розвиток міжнародних будівельних альянсів і зростання конкуренції на глобальному рівні змушують будівельні компанії шукати шляхи інтеграції в міжнародні ланцюги створення вартості. Відповідно, диверсифікація набуває ще однієї форми — географічної диверсифікації, що передбачає вихід на нові територіальні ринки, адаптацію проектних рішень до місцевих умов та стандартів, а також розвиток експортних можливостей.

Важливо також відзначити, що економічна теорія диверсифікації у будівельній сфері постійно адаптується до нових викликів часу. Зокрема, актуальним є питання сталого розвитку, що визначає необхідність врахування екологічних, соціальних та управлінських (ESG) критеріїв при виборі напрямків диверсифікації. Це означає, що будівельні компанії змушені не лише оцінювати економічну доцільність нових видів діяльності, але й брати до уваги їхній вплив на навколишнє середовище, взаємодію з місцевими громадами та дотримання етичних норм корпоративного управління [4]. Щоб краще зрозуміти логіку розвитку концепції диверсифікації підприємницької діяльності та її адаптацію до специфіки будівельної галузі, нижче наведено рисунок 1 основних складових цього процесу.

Історичний розвиток економічних підходів до диверсифікації підприємницької діяльності загалом, і в будівельній сфері зокрема, є складним і багатогранним процесом, що проходив кілька етапів у своєму становленні. Кожен період розвитку економічної науки пропонував власне бачення потреби, способів і механізмів розширення діяльності суб'єктів господарювання, від класичного акценту на спеціалізацію до сучасного комплексного підходу, що інтегрує інновації, цифровізацію, соціальні та екологічні виміри [5].

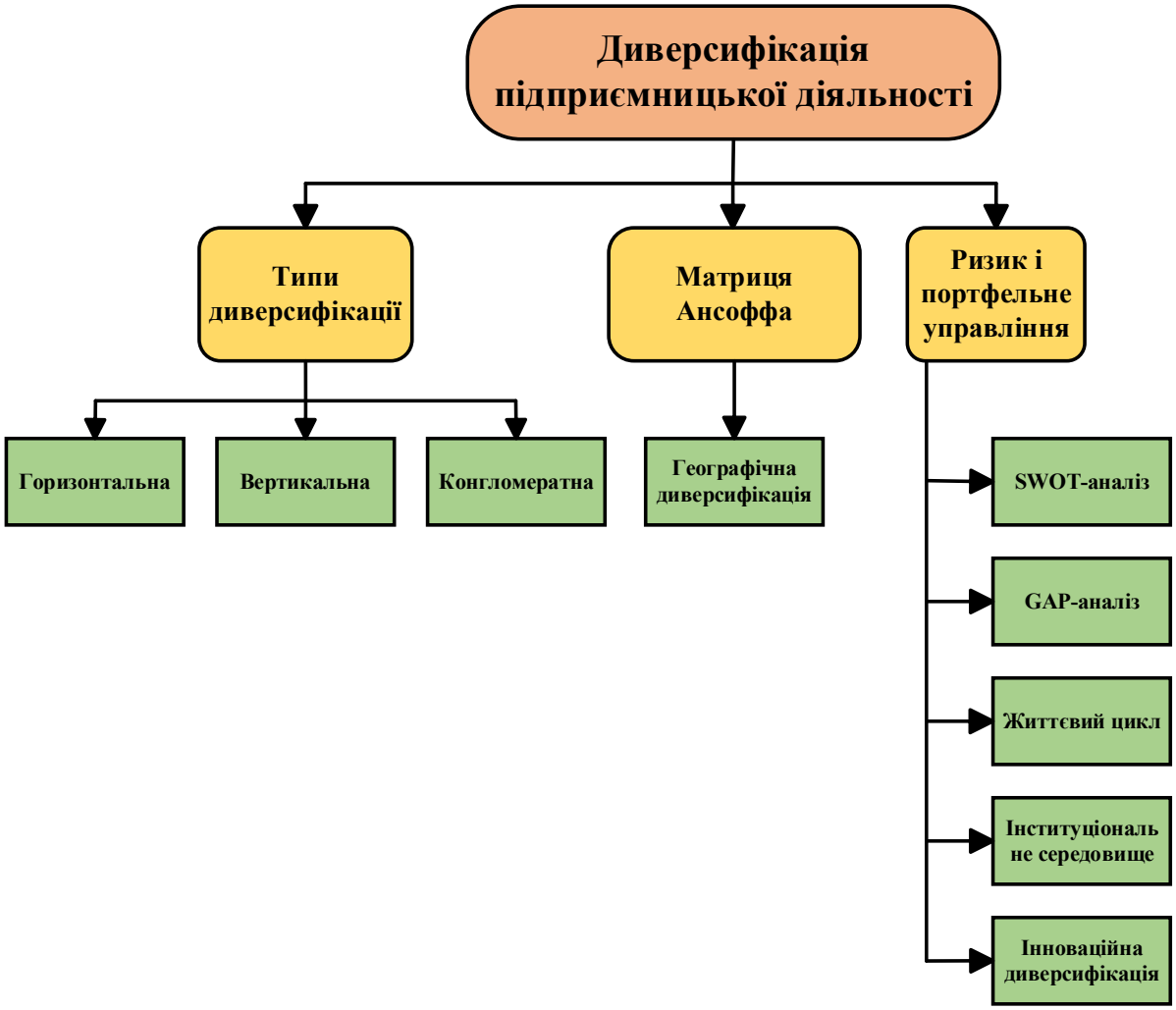


Рис. 1. Основні напрями і механізми диверсифікації підприємницької діяльності в будівництві *(розроблено авторами на основі [4])*

Початкові уявлення про диверсифікацію як явище можна простежити ще у працях Адама Сміта, який наголошував на важливості спеціалізації праці для підвищення продуктивності та добробуту суспільства. Проте навіть у цих ранніх концепціях можна вловити думку про потребу у певній гнучкості господарських суб'єктів щодо адаптації до змін зовнішнього середовища. У той час основною домінантою було поглиблення спеціалізації, що передбачало розвиток підприємств у межах вузької економічної ніші. Однак поступово з накопиченням капіталу, розширенням ринків і ускладненням економічних відносин стала очевидною необхідність захисту бізнесу від ризиків через розширення напрямів діяльності.

Бурхливий розвиток економіки XIX століття, який супроводжувався процесами індустріалізації та урбанізації, змусив підприємців задуматися про необхідність диверсифікації не тільки як засобу зростання, але й як механізму виживання у конкурентному середовищі. З'явилися перші великі компанії, які почали опановувати суміжні сфери бізнесу, особливо в будівництві:

транспортна інфраструктура, залізниці, промислове будівництво вимагали нового рівня організації бізнесу [6].

Переломним моментом в еволюції підходів до диверсифікації стала економічна думка початку XX століття, зокрема розробки Джона Мейнарда Кейнса, який у своїй теорії "загальної теорії зайнятості, відсотка і грошей" звернув увагу на нестабільність ринкових систем і необхідність активного державного та приватного втручання для стабілізації економіки. У цьому контексті диверсифікація почала розглядатися як механізм згладжування циклічних коливань і зменшення залежності підприємств від окремих видів діяльності [7].

У XXI столітті диверсифікація набуває нових вимірів у зв'язку з розвитком цифрових технологій, переходом до економіки знань і посиленням уваги до принципів сталого розвитку. Підприємства вимушені враховувати не тільки економічну доцільність, але й екологічні, соціальні та управлінські аспекти нових напрямків діяльності. Формується концепція "зеленої диверсифікації", в якій нові бізнес-напрямки повинні відповідати принципам екологічної відповідальності, ефективного використання ресурсів і соціальної орієнтації [8].

З'являються такі концепції, як "відкрита інновація" Генрі Чесбро, яка стосується диверсифікації джерел інноваційної діяльності компанії, або "економіка спільного використання", що створює нові можливості для диверсифікації бізнесу через цифрові платформи. У будівельній галузі це проявляється у впровадженні BIM-технологій, використанні IoT-рішень для управління об'єктами нерухомості, розвитку концепції "розумних міст" та інтеграції будівельних проектів у цифрові екосистеми міської інфраструктури.

Необхідно зазначити, що сучасний підхід до диверсифікації дедалі більше базується на аналізі даних і застосуванні інтелектуальних систем прийняття рішень. Будівельні компанії впроваджують системи Business Intelligence для оцінки привабливості нових ринків, прогнозування попиту на окремі види будівельних послуг, оцінювання ризиків проектів. Застосування технологій Big Data та машинного навчання дозволяє будівельним компаніям краще розуміти потреби споживачів, прогнозувати зміни ринкових трендів і своєчасно коригувати стратегії диверсифікації [9]. Глибоке розуміння еволюції концепції диверсифікації дозволяє побачити, як змінювалися економічні підходи під впливом історичних подій та трансформацій економічної думки. У таблиці 1 узагальнено основні етапи розвитку теоретичних засад диверсифікації підприємницької діяльності в будівельній галузі.

Таблиця 1.

Основні етапи розвитку економічних підходів до диверсифікації підприємницької діяльності в будівельній сфері

(розроблено авторами на основі [9])

Етап	Характеристика періоду	Основні ідеї та концепції	Вплив на будівельний бізнес
Класичний період (XVIII–XIX ст.)	Поглиблення спеціалізації, мобільність капіталу	Адам Сміт (спеціалізація праці), Давид Рікардо, Жан-Батист Сей (адаптація капіталу)	Усвідомлення необхідності адаптації до змін ринку, перші спроби освоєння суміжних видів діяльності
Індустріалізація (XIX ст.)	Розширення ринків, капіталізація, урбанізація	Формування ідеї про диверсифікацію як механізм виживання у конкуренції	Створення перших багатопрофільних компаній, освоєння транспортної та промислової інфраструктури
Початок XX ст.	Нестабільність ринкової економіки	Джон Мейнард Кейнс (необхідність державного втручання)	Диверсифікація як інструмент згладжування економічних циклів, зниження залежності від одного виду діяльності
Післявоєнний період (1950–1970-ті рр.)	Економічне зростання, міжнародна експансія	Стратегічне управління (Ігор Ансофф, матриця стратегій росту)	Розширення портфеля проєктів, зниження ризиків через диверсифікацію діяльності у будівництві
1960–1970-ті роки	Розвиток портфельного підходу	Гаррі Марковіц (теорія портфеля інвестицій)	Формування будівельних холдингів і конгломератів, об'єднання проектування, будівництва й управління
1980–1990-ті роки	Глобалізація, інформаційна революція	Концепція "розумної диверсифікації", акцент на синергію	Освоєння суміжних сфер: проектний менеджмент, девелопмент, управління нерухомістю
XXI століття	Цифровізація, економіка знань, сталий розвиток	"Зелена диверсифікація", концепція "відкритих інновацій" (Генрі Чесбро), "економіка спільного використання"	

У міру еволюції підходів до диверсифікації виникла потреба в розробці чітких моделей і критеріїв вибору напрямів розвитку, що дозволяють будівельним компаніям ефективно адаптуватися до мінливого ринкового середовища. Саме аналіз сучасних моделей диверсифікації в будівельному бізнесі стає ключовим для розуміння стратегічних можливостей галузі.

Однією з базових моделей диверсифікації, що знайшла широке застосування в будівельній галузі, є горизонтальна диверсифікація. Вона передбачає розширення сфери діяльності компанії в межах тієї ж самої галузі або суміжних ринків. Це може проявлятися у включенні до портфеля компанії нових видів будівельних послуг, наприклад, поряд із зведенням житлових будівель компанія починає займатися спорудженням торговельно-розважальних центрів або об’єктів туристичної інфраструктури. Основною перевагою горизонтальної диверсифікації є можливість використання існуючих компетенцій, технічних ресурсів та управлінського досвіду для освоєння нових

ринкових ніш без суттєвого ризику втрати ефективності. Стратегічний аналіз при виборі такого типу диверсифікації передбачає глибоке вивчення суміжних ринків, оцінку бар'єрів для входу, виявлення синергетичних ефектів і розрахунок потенційної рентабельності нових напрямів [10].

Іншим важливим типом диверсифікації є вертикальна інтеграція, що може мати два напрями: пряма і зворотна інтеграція. Пряма вертикальна диверсифікація передбачає розширення діяльності компанії на етапах подальшого життєвого циклу будівельного об'єкта, наприклад, шляхом створення підрозділів із експлуатації, технічного обслуговування або управління нерухомістю. Зворотна інтеграція передбачає освоєння попередніх етапів виробничого циклу, таких як виробництво будівельних матеріалів, проектування, інжиніринг. Стратегічним інструментом аналізу тут виступає побудова ланцюгів доданої вартості, оцінка можливостей оптимізації витрат і підвищення контролю над якістю ресурсів. Застосування моделей вертикальної інтеграції дозволяє будівельним компаніям зменшувати залежність від постачальників та субпідрядників, забезпечувати стабільність постачання матеріалів, підвищувати якість проектних рішень .

Особливе місце займає конгломератна диверсифікація, яка передбачає вихід за межі традиційної сфери діяльності компанії у абсолютно нові ринки. Для будівельного бізнесу це може бути інвестування в енергетичні проекти, розвиток логістичних послуг, створення фінансових компаній або венчурних фондів. Конгломератна диверсифікація є найризикованішою стратегією, оскільки вимагає освоєння нових компетенцій, управління невідомими ризиками і роботи в нових конкурентних середовищах. Вибір на користь цієї моделі виправданий лише тоді, коли існують істотні мотиви для виходу за межі будівельного ринку, наприклад, зменшення ринкової нестабільності, уникнення високої конкуренції або пошук джерел для довгострокового зростання прибутковості.

Для обґрунтування вибору моделі диверсифікації у будівельному бізнесі широко застосовуються аналітичні інструменти стратегічного менеджменту. Зокрема, SWOT-аналіз дозволяє виявити сильні сторони компанії, які можна використати при виході на нові ринки, а також визначити потенційні загрози і слабкості, які можуть перешкоджати успішній диверсифікації. Також широко застосовується PEST-аналіз, який оцінює політичні, економічні, соціальні та технологічні фактори зовнішнього середовища, що можуть впливати на вибір напряму розширення діяльності.

Важливим інструментом є матриця GE/McKinsey, що дозволяє класифікувати стратегічні напрямки бізнесу за привабливістю ринку та конкурентоспроможністю компанії. Для будівельних компаній, що розглядають

можливості диверсифікації, побудова такої матриці дає змогу визначити пріоритети інвестиційних рішень: в які напрямки варто інвестувати активніше, які потрібно утримувати на стабільному рівні, а від яких бажано відмовитися. Подібним інструментом є також матриця BCG, яка оцінює напрямки діяльності за критеріями зростання ринку і частки компанії на цьому ринку, що дозволяє сформувати портфель бізнесу на основі принципів збалансованості ризиків та доходів [11].

При аналізі можливостей диверсифікації важливим є також використання концепції життєвого циклу продукту або проекту. У будівельному бізнесі кожен об'єкт має свій життєвий цикл — від проектування до демонтажу або реконструкції. Відповідно, розуміння стадії життєвого циклу конкретного сегмента ринку (наприклад, житлове будівництво в певному регіоні) дозволяє ухвалювати стратегічні рішення щодо доцільності входження або виходу з цього ринку. Компанії, що здійснюють стратегічний аналіз життєвих циклів своїх проектів, краще орієнтуються у виборі перспективних напрямків диверсифікації.

Не можна не згадати про роль ресурсно-орієнтованого підходу (Resource-Based View, RBV) у виборі моделей диверсифікації. Відповідно до цього підходу, успішність диверсифікації залежить від здатності компанії використати свої унікальні ресурси та компетенції на нових ринках. У будівельному бізнесі це можуть бути досвід у реалізації масштабних інфраструктурних проектів, унікальні технології будівництва енергоефективних будівель, наявність кваліфікованого проектного персоналу або розвинені канали взаємодії із замовниками.

У сучасних умовах цифрової трансформації будівельної галузі моделі диверсифікації дедалі частіше інтегрують елементи цифровізації. Компанії інвестують у створення цифрових платформ для управління проектами, розробляють сервіси онлайн-інспекцій, впроваджують системи віртуальної реальності для демонстрації майбутніх об'єктів. Така технологічна диверсифікація дозволяє не лише відкривати нові джерела доходу, але й зміцнювати конкурентні позиції на традиційних ринках.

Іншим перспективним напрямом є диверсифікація через участь у проектах "розумних міст" (Smart Cities). Це відкриває для будівельних компаній можливості працювати у сферах інфраструктурних рішень на основі Інтернету речей, енергетичної ефективності, розвитку транспортних систем нового покоління. Таким чином, стратегічний аналіз диверсифікації має враховувати не лише поточний стан ринку, але й довгострокові тренди технологічних змін та урбаністичних трансформацій [12]. У контексті стратегічного планування будівельного бізнесу важливо систематизувати ключові моделі диверсифікації

та інструменти аналізу, що допомагають обґрунтовувати рішення щодо розширення діяльності. У таблиці 2 наведено основні типи диверсифікації та відповідні аналітичні підходи, що використовуються для їх вибору.

Таблиця 2 .

Основні моделі диверсифікації та аналітичні інструменти в будівельному бізнесі *(розроблено авторами на основі [12])*

Модель/Інструмент	Суть моделі/інструменту	Особливості застосування в будівельній галузі
Горизонтальна диверсифікація	Розширення діяльності в межах тієї ж галузі або суміжних ринків	Освоєння нових видів будівництва (торговельні центри, інфраструктурні об'єкти) без втрати базових компетенцій
Вертикальна інтеграція (пряма)	Розвиток підрозділів на етапах експлуатації та обслуговування об'єктів	Створення сервісних компаній для обслуговування зданих об'єктів, підвищення контролю над життєвим циклом будівлі
Вертикальна інтеграція (зворотна)	Освоєння попередніх етапів виробничого циклу	Відкриття власних виробництв будматеріалів, проектних бюро, інжинірингових компаній
Конгломератна диверсифікація	Вихід за межі будівельного ринку в інші сфери діяльності	Інвестиції у логістику, енергетику, фінансові сервіси для розподілу ризиків і стабілізації прибутковості
SWOT-аналіз	Оцінка сильних і слабких сторін, можливостей і загроз	Використовується для вибору напрямків диверсифікації з урахуванням внутрішніх ресурсів і зовнішніх викликів
PEST-аналіз	Аналіз політичних, економічних, соціальних та технологічних факторів середовища	Оцінка середовища для розробки стратегій виходу на нові ринки або освоєння нових напрямків
Матриця GE/McKinsey	Класифікація бізнес-напрямків за привабливістю ринку та конкурентоспроможністю	Визначення пріоритетів для інвестицій у різні сегменти будівельного бізнесу
Матриця BCG	Оцінка напрямків за зростанням ринку і часткою компанії	Формування збалансованого портфеля проектів із різним рівнем ризику і прибутковості
Аналіз життєвого циклу продукту	Визначення стадії розвитку ринку або продукту	Оптимізація стратегій виходу або утримання на ринку в залежності від життєвого циклу об'єкта будівництва
Ресурсно-орієнтований підхід (RBV)	Орієнтація на унікальні ресурси і компетенції компанії	Використання власних технологій, кадрового потенціалу та ноу-хау для входження у нові сфери будівництва
Технологічна диверсифікація	Інтеграція цифрових інновацій у бізнес-модель	Розробка цифрових платформ, впровадження BIM, віртуальної реальності, Інтернету речей для управління об'єктами
Диверсифікація у проекти "розумних міст"	Інтеграція в цифрову і екологічну міську інфраструктуру	Участь у проектах Smart Cities, створення енергоефективних об'єктів і мережевих систем міського управління

Суттєву роль у формуванні ефективних стратегій диверсифікації відіграють також зовнішні інституційні чинники, серед яких особливе значення мають державні програми підтримки інновацій, регіональні стратегії розвитку будівельного сектору, стимулювання екологічного будівництва та інвестицій у

міську інфраструктуру. Адаптація до вимог регуляторних змін, дотримання стандартів сталого розвитку і використання механізмів державно-приватного партнерства відкривають для будівельних компаній нові можливості для розширення діяльності. Саме тому сучасні диверсифікаційні стратегії вимагають тісної взаємодії з державними органами, муніципалітетами та міжнародними інституціями [13].

У майбутньому диверсифікація в будівельній галузі дедалі більше орієнтуватиметься на комплексний підхід, що передбачає інтеграцію економічної ефективності, інноваційного розвитку та екологічної відповідальності. Успішні компанії зможуть не лише адаптуватися до постійних змін ринку, але й формувати власні тренди, впливаючи на розвиток міської інфраструктури, архітектурних концепцій і будівельних технологій нового покоління.

Література

1. Момонт Т.В. Диверсифікація діяльності суб'єктів господарювання: теоретичний аспект. // Вісник ЖДТУ. Серія: Економічні науки. – 2014. – №4 (70). – С. 164–174. [Електронний ресурс]. https://ven.ztu.edu.ua/article/view/46558

2. Roman, Akselrod; Andrii, Shpakov; Galyna, Ryzhakova; Honcharenko, Tetyana; Iurii, Chupryna; Hanna, Shpakova (2022) Integration of Data Flows of the Construction Project Life Cycle to Create a Digital Enterprise Based on Building Information Modeling International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Volume 12, Issue 01 pp.40-50.

3. Гайдін О.Д. ESG – критерії в системі оцінювання сталого розвитку // Науковий вісник: Економіка та управління. – 2022. – № 3(45). – С. 112–118. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.lu/vqnynq

4. Манаєнко І.М., Кондратюк А.А. Теоретичні засади диверсифікації діяльності підприємства в умовах нестабільного бізнес-середовища. – Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління, 2018, № 5 (29). – С. 15–19. [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://econ.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/29_68_5/6.pdf

5. Сміт А. Дослідження про природу і причини багатства народів. — Лондон: W. Strahan and T. Cadell, 1776. [Електронний ресурс] — Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Wealth_of_Nations

6. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). The organization of biosphere compatibility construction: Justification of the predictors of building development and the implementation prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7(3), 545–549.

7. Кучеренко О.І. Організаційно-економічний інструментарій диверсифікації діяльності будівельних підприємств: дисертація на здобуття ступеня доктора філософії. – Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2021. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uacademic.info/ua/document/0822U100054

8. Гудима Л.О. Забезпечення конкурентоспроможності підприємств будівельної галузі на засадах інноваційного розвитку: дисертація на здобуття ступеня доктора філософії. – Київ: Приватне акціонерне товариство "Вищий навчальний заклад "Національна академія управління", 2024. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uacademic.info/ua/document/0824U002906

9. Олексін І.І. Удосконалення теоретичних положень та науково-практичних рекомендацій з диверсифікації підприємницької діяльності. – Львів: Львівський торговельно-

економічний університет, 2018. – 250 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/pidrozdily/Aspirantura/Rady/Spec_vchena_rada/Dysertacii/2018_11/Oleksin_disert.pdf

10. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481).

11. Чумаченко О.В. Інституційні аспекти розвитку будівельного комплексу в умовах глобалізації. – Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2017. – 180 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_chumachenko.pdf

12. Roman, A., Andrii, S., Galyna, R., Iurii, C., & Hanna, S. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, *12*(1), 40–50.

13. Лук'яненко Д.Г. Глобальні трансформації економіки: монографія. – Київ: Київський нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана, 2020. – 452 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://kneu.edu.ua

14. Шевченко Л.П. Стратегічне моделювання трансформаційної економіки України: монографія. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 316 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nmetau.edu.ua

15. Ansoff I. Corporate Strategy. – New York: McGraw-Hill, 1965. – 272 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/corporatestrategiansoff

16. Porter M. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. – New York: The Free Press, 1980. – 396 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=190

17. Мних О.Б. Механізми стратегічного управління розвитком будівельних підприємств: монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 238 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://lpnu.ua

18. Ястремський С.А. Антикризове управління будівельним підприємством: монографія. – Київ: НАУ, 2020. – 224 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nau.edu.ua

Associate Professor **Malykhin Mykhailo,**
Danilov Serhiy, Ivanyna Oleksandr, Zyakhor Dmytro,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

TRANSFORMATION OF ECONOMIC APPROACHES TO THE DIVERSIFICATION OF ENTREPRENEURIAL ACTIVITY IN THE CONTEXT OF CONSTRUCTION

In the era of profound transformations in the global economic environment—marked by digitalization, shifting consumption paradigms, investment instability, and increasing regulatory pressure—the construction industry finds itself at the epicenter of structural and economic tension. Within this context, a critical reassessment of existing economic models and the implementation of updated approaches to the diversification of entrepreneurial activity becomes particularly relevant. The

construction sector, characterized by high project implementation costs, lengthy investment cycles, unstable demand, and significant dependence on state policy, requires the development of new adaptation mechanisms grounded in economic flexibility and multi-vector strategic management.

In particular, under conditions of growing energy uncertainty, volatile currency markets, and intensified competition for investment resources, the need for effective mechanisms of strategic diversification is increasingly acute. Within this transformation, diversification is no longer limited to classical expansion of business activities but assumes a multifaceted structure—ranging from geographic expansion and functional repurposing to the introduction of innovations and the reconfiguration of interaction with institutional stakeholders.

Special attention is paid to the importance of accounting for a company's level of digital maturity, resource sufficiency, integration into market value chains, and ability to rapidly adapt its business model. Contemporary concepts such as value-based management, adaptive strategy, and risk-oriented control open opportunities for building models of sustainable growth focused on long-term profitability and mitigation of external shocks.

The objective of this study is to identify and systematize the key stages in the transformation of economic approaches to diversification in the construction sector, taking into account emerging challenges, digital trends, and industry needs under conditions of permanent uncertainty. The proposed approach serves as a foundation for the formation of adaptive business models that ensure resilience, flexibility, and strategic foresight in entrepreneurial activity within the construction domain.

Keywords: diversification; economic transformation; construction sector; entrepreneurial activity; strategic management; market instability; investment risks; innovation model.

REFERENCES

1. Momont T.V. Diversification of business entities: theoretical aspect. // Bulletin of ZhDTU. Series: Economic Sciences. – 2014. – No. 4 (70). – P. 164–174. [Electronic resource]. https://ven.ztu.edu.ua/article/view/46558. {in Ukrainian}

2. Roman, Axelrod; Andriy, Shpakov; Galina, Ryzhakova; Goncharenko Tetyana; Yuriy, Chupryna; Hanna, Shpakova (2022) Integration of data flows of the construction project life cycle for creating a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of New Technologies and Advanced Technology, vol. 12, issue 01, pp. 40-50. {in English}

3. Haydin O.D. ESG – criteria in the system of assessment of sustainable development // Scientific Bulletin: Economics and Management. – 2022. – No. 3(45).

– P. 112–118. [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.lu/vqnynq. {in Ukrainian}

4. Manaenko I.M., Kondratyuk A.A. Theoretical principles of diversification of enterprise activities in an unstable business environment. – Scientific notes of V.I. Vernadsky TNU. Series: Economics and Management, 2018, No. 5 (29). – P. 15–19. [Electronic resource] – Access mode: https://econ.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/29_68_5/6.pdf. {in Ukrainian}

5. Smith A. Research on the nature and causes of the wealth of nations. — London: W. Strahan and T. Cadell, 1776. [Electronic resource] — Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/The_Wealth_of_Nations. {in Ukrainian}

6. Ishchenko T., Chupryna Y., Pokolenko V. (2018). Organization of construction of biospheric compatibility: Substantiation of forecasts of construction development and prospects of implementation. International Journal of Engineering and Technologies (UAE), 7(3), 545–549. {in Ukrainian}

7. Kucherenko O.I. Organizational and economic tools for diversification of construction enterprises: dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2021. [Electronic resource] — Access mode: https://uacademic.info/ua/document/0822U100054. {in English}

8. Hudyma L.O. Ensuring the competitiveness of construction industry enterprises on the basis of innovative development: dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. – Kyiv: Private Joint-Stock Company "Higher Educational Institution "National Academy of Management", 2024. [Electronic resource] – Access mode: https://uacademic.info/ua/document/0824U002906. {in Ukrainian}

9. Oleksin I.I. Improvement of theoretical provisions and scientific and practical recommendations on diversification of entrepreneurial activity. – Lviv: Lviv University of Trade and Economics, 2018. – 250 p. [Electronic resource] – Access mode:
https://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/pidrozdily/Aspirantura/Rady/Spec_vchena_rada/Dysertacii/2018_11/Oleksin_disert.pdf. {in Ukrainian}

10. Shpakova G., Chupryna I., Ivakhnenko I., Zinchenko M., Plys N. (2024). Tools assessment of the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024, the IEEE 4th International Conference on Intelligent Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481). {in Ukrainian}

11. Chumachenko O.V. Institutional aspects of the development of the construction complex in the context of globalization. – Kyiv: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 2017. – 180 p. [Electronic resource] –

Access mode: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_chumachenko.pdf. {in English}

12. Roman A., Andriy S., Galina R., Yuriy Ch. and Hanna S. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 12(1), 40–50. {in Ukrainian}

13. Luk'yanenko D .G. Global transformations of the economy: monograph. – Kyiv: Kyiv National Economic University named after V. Hetman, 2020. – 452 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://kneu.edu.ua. {in English}

14. Shevchenko L . p. Strategic modeling of the transformational economy of Ukraine: monograph. – Dnipro: NMetAU, 2018. – 316 p. – [Electronic resource]. – Access mode: http://nmetau.edu.ua. {in Ukrainian}

15. Ansoff I. Corporate strategy. – New York: McGraw-Hill, 1965. – 272 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/corporatestrategiansoff. {in Ukrainian}

16. Porter M. Competitive strategy: Methods for analyzing industries and competitors. – New York: The Free Press, 1980. – 396 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=190. {in English}

17. Mnykh O.B. Mechanisms of strategic management of the development of construction enterprises: monograph. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2017. – 238 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://lpnu.ua. {in English}

18. Yastremsky S.A. Anti-crisis management of a construction enterprise: monograph. – Kyiv: NAU, 2020. – 224 p. – [Electronic resource]. – Access mode: http://nau.edu.ua. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.374-390
УДК 628.1.2.3

Потапенко С.П.,
psp77779827@gmail.com, ORCID: 0009-0000-4221-4048,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ПОТОЧНОГО СТАНУ ТА РОЗВИТКУ СИСТЕМ ПИТНОГО ВОДОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Пропонуються варіанти розробки та обґрунтування комплексної системи показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення в рамках проведення оптимізації систем населеного пункту. Застосовано методи системного аналізу та концептуального моделювання. Представлено логіко-математичну модель процесу формування показників, яка описує перехід від елементарних показників, що характеризують джерела, системи та споживачів, до інтегрованих показників поточного стану та розвитку. Розглянуто ключові групи показників, що включають рівень охоплення послугами, технічний стан інфраструктури, фінансово-економічні показники, соціальні аспекти, а також стійкість функціонування систем. Обґрунтовано необхідність комплексного підходу до формування показників, що охоплюють увесь життєвий цикл систем. Представлено інтегровану таблицю показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення з їх формулами розрахунку і призначенням. Результати дослідження пропонується використовувати в рамках схем оптимізації централізованих систем водопостачання та водовідведення для планування заходів з модернізації та розвитку систем, підвищення їх ефективності та забезпечення стійкості.

Ключові слова: системи питного водопостачання та водовідведення; показники поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення; модель; показник; стійкість; надійність; формула.

Постановка проблеми. Системи питного водопостачання та водовідведення є невід’ємною складовою інфраструктури будь-якого населеного пункту, що забезпечує базові потреби населення та функціонування господарського комплексу. Ефективне управління цими системами, оцінка їх поточного стану та планування розвитку є критично важливими завданнями, особливо в контексті зростаючих антропогенних навантажень, кліматичних змін та необхідності забезпечення сталого розвитку. Формування адекватної системи показників дозволяє не тільки об’єктивно оцінювати ефективність функціонування систем питного водопостачання та водовідведення, але й

ідентифікувати «вузькі місця», визначати пріоритетні напрямки модернізації та залучати інвестиції.

В Україні останнім часом приділяється значна увага питанням оптимізації та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення, що знаходить своє відображення у нових науково-методичних підходах у вигляді проєктів Порядків розроблення схем оптимізації систем централізованого водопостачання та водовідведення. Ці проєкти нормативно-правових актів підкреслюють важливість використання системи індикаторних показників для оцінки ефективності та планування розвитку.

Однак, незважаючи на наявність окремих методик та переліків показників, існує потреба в узагальненні та систематизації підходів до їх формування, що враховували б комплексність систем питного водопостачання та водовідведення як єдиного технологічного ланцюга - від джерела водопостачання до очищення стічних вод та повернення їх у навколишнє природнє середовище. Важливим аспектом є також інтеграція показників стійкості цих систем до різноманітних ризиків, які виникають на різних етапах технології [1, 2].

Аналіз останніх досліджень. В даний час в Київському національному університеті будівництва і архітектури та ТОВ «Інститут комунальної інфраструктури» здійснюються наукові дослідження із розробки нових системних науково-методичних підходів у вигляді проєктів Порядків розроблення схем оптимізації систем централізованого водопостачання та водовідведення. За цими напрямками видані наукові публікації (О. Кравченко, С. Потапенко) та ін.

Мета дослідження: Метою є розробка та обґрунтування комплексної системи показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення, адаптованої до сучасних вимог українського законодавства та міжнародних практик.

Для досягнення поставленої мети було зроблено:

- системний аналіз у вигляді розгляду систем питного водопостачання та водовідведення як складної системи, що включає джерела, мережі транспортування, споруди підготовки та очищення, а також споживачів, які до них приєднані, з метою виявлення взаємозв’язків між елементами та формуванням комплексних показників;

- концептуальне моделювання у вигляді розробки логіко-математичної моделі процесу формування показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення, що дозволяє структурувати процес переходу від елементарних даних до агрегованих оцінок;

- класифікація та групування у вигляді систематизації показників за

різними аспектами функціонування систем питного водопостачання та водовідведення (технічні, економічні, екологічні, соціальні, показники стійкості).

Інформаційною базою дослідження слугували нормативно-правові акти України, наукові публікації, а також матеріали дисертаційних досліджень, що стосуються проблематики оцінки та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення [3, 17, 18].

Основна частина. Розглянемо системи питного водопостачання та водовідведення як складні системи, що включають джерела, мережі транспортування, споруди підготовки та очищення, а також споживачів, які до них приєднані, з метою виявлення взаємозв'язків між елементами та формуванням комплексних показників.

Виконання комплексної оцінки поточного стану систем з перспективою розвитку - це перший крок на шляху до підвищення стійкості систем питного водопостачання та водовідведення.

Поточний стан систем визначається комплексом показників, які відображають технічні, економічні, соціальні та екологічні аспекти.

Поняття «стійкість систем» визначається як якість, що дозволяє системі витримувати зміни параметрів зовнішнього середовища, відмінні від розрахункових. Система може бути названа «стійкою», якщо вона в змозі впоратися з варіаціями (іноді непередбачуваними) в операційному середовищі з мінімальними: збитками, змінами або втратою функціональності [13, 19]. Тобто, це відношення або кількісний взаємозв'язок між отриманим розрахунковим результатом (вихідним показником) і вхідним показником - фактичним результатом, який враховує витримані зміни.

Стійкість систем тісно пов'язана зі структурою, надійністю та якістю наданих (спожитих) послуг централізованих водопостачання та водовідведення. З позицій системного аналізу необхідний комплексний розгляд джерела питного водопостачання або водовідведення, систем і приєднаних до них споживачів, що визначає номенклатуру показників, які характеризують поточний стан і розвиток систем питного водопостачання та водовідведення населеного пункту [4].

Кожен із зазначених елементів виконує специфічні функції, але водночас є складовою єдиної системи, у межах якої постійно відбувається обмін матеріальними, енергетичними та інформаційними потоками. Ефективність функціонування таких систем визначається не лише якістю роботи окремих компонентів, але й характером взаємозв'язків між ними. Зокрема, зміни у характеристиках одного елемента (наприклад, зниження дебіту водозабору або зростання навантаження на очисні споруди) здатні спричинити суттєві наслідки

для всієї системи, знижуючи її стійкість, енергоефективність чи надійність.

У рамках системного підходу важливим завданням є ідентифікація та кількісна оцінка основних взаємозв'язків між структурними елементами. Для цього застосовуються методи структурного моделювання, функціонально-вартісного аналізу, ієрархічного декомпонування, а також інструменти багатокритеріального оцінювання. На основі такого аналізу можливо формувати інтегральні або комплексні показники, які відображають ефективність, надійність, стійкість чи адаптивність системи в цілому. До прикладу, інтегральний показник стійкості може враховувати коефіцієнт забезпеченості питною водою, енергоємність транспортування, втрати у мережах, ефективність очищення води та рівень задоволеності споживачів.

Застосування системного аналізу дозволяє виявити «вузькі місця» у функціонуванні систем питного водопостачання та водовідведення, обґрунтувати пріоритетні напрями модернізації, забезпечити підвищення їх стійкості до зовнішніх викликів, таких як зміна клімату, зростання навантаження через релокацію, урбанізацію або дефіцит енергоресурсів. Таким чином, системний підхід виступає основою для розробки та формування показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення. Цей процес є багатоетапним, що вимагає врахування специфіки функціонування цих систем та цілей управління.

На основі проведеного аналізу пропонується концептуальний підхід, що базується на логіко-математичній моделі та ієрархічній структурі показників.

Метою цієї моделі є опис процесу, який починається з початкового стану системи питного водопостачання та водовідведення і через низку етапів розвитку (трансформацій) призводить до кінцевого бажаного стану.

Приймаємо і формулюємо ланцюг прийнятих понять і зв'язків, які визначають зміст структури предметної області, що розглядається:

S^0, S^1, S^I, S^P - початковий, перший, проміжний і кінцевий показник поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення;

0, 1, I, P - кількісна величина зміни показника у певний рівномірний період часу;

F - зовнішні фактори впливу;

A - критерії вибору показника;

L - обмеження під час вибору показника;

M - параметри показника;

ПРВП - процедура розробки вибору показника;

КБ - комплексний баланс;

ДПНЗ - діаграми причинно-наслідкових зв'язків;

МП - моделі показника;

ВПУО - вибір показника в умовах обмежень;

X_1, X_2, X_3 - безліч варіантів показників розвитку, які пов'язані з джерелом та/або системами питного водопостачання або водовідведення, і приєднаними до них споживачами (адміністративні та житлові будинки);

x_{1j}, x_{2j}, x_{3j} - елементарні показники;

$П^{(i)}$ - показник на і-ому етапі розвитку.

Логіко-математичне формулювання концептуальної моделі процесу формування показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення передбачає, що початковий показник поточного стану та розвитку характеризується вектором стану:

$$S^{(0)} = \{ S^{(0)}_1, \ldots, S^{(0)}_z, \ldots, S^{(0)}_r \}, \qquad (1)$$

де $S^{(0)}_z$ - z - тий елементарний показник на початковому етапі.

Проміжний і-тий стан характеризується вектором:

$$S^{(i)} = \{ S^{(i)}_1, \ldots, S^{(i)}_z, \ldots, S^{(i)}_r \}, \qquad (2)$$

де $S^{(i)}_1, \ldots, S^{(i)}_z, \ldots, S^{(i)}_r$ - показники стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення на етапах 0, 1, …, і, …, р.

Під час впровадження заходів з розвитку планується отримати кінцевий р-ий показник:

$$S(p) = \{ S(p)\,1, \ldots, S(p)\,z, \ldots, S(p)\,r \}, \qquad (3)$$

Зміни стану показника в процесі його розвитку на етапах 0, 1, …, і, …, р характеризується матрицею стану:

$$S = \begin{vmatrix} S_1^{(0)}, & \ldots, & S_z^{(0)}, & \ldots, & S_r^{(0)} \\ S_1^{(1)}, & \ldots, & S_z^{(1)}, & \ldots, & S_r^{(1)} \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ S_1^{(i)}, & \ldots, & S_z^{(i)}, & \ldots, & S_r^{(i)} \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ S_1^{(p)}, & \ldots, & S_z^{(p)}, & \ldots, & S_r^{(p)} \end{vmatrix} \qquad (4)$$

Зміна стану показника на кожному і-тому етапі:

$$П^{(i)}, \qquad (5)$$

Перехід показника із поточного стану в процесі розвитку до кінцевого стану характеризується формулою:

$$П=\{П^{(1)},\ldots,П^{(i)},\ldots,П^{(p)}\}, \qquad (6)$$

Показники поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення охоплюють як єдиний комплекс: джерела питного водопостачання або водовідведення, системи і приєднаних до них споживачів.

Підставою формування актуалізованих показників $П^{(i)}_a$ являються елементарні показники x_{1j} , x_{2j} , x_{3j} із множини:

$$X = X_1 \cup X_2 \cup X_3, \qquad (7)$$

де $x_{1j} \in X_1$ - елементарний j-ий показник з множини елементарних показників джерела питного водопостачання або водовідведення X_1,

$x_{2j} \in X_2$ - елементарний j-ий показник з множини елементарних показників систем питного водопостачання або водовідведення X_2,

$x_{3j} \in X_3$ - елементарний j-ий показник з множини елементарних показників приєднаних до систем питного водопостачання або водовідведення споживачів X_3.

У відповідності до розглянутого логіко-математичного формулювання концептуальної моделі процес формування показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення починається з нульового показника, продовжується p циклами трансформації його розвитку. На початковому етапі формується множина елементарних показників X. Кожен і-ий цикл включає оцінку проміжного стану показника $S^{(i)}$, формування показника $П^{(i)}$ на підставі множини елементарних показників $X = X_1 \cup X_2 \cup X_3$ з використанням процедур розробки вибору показника ПРВП і його досягнення до кінцевого значення $S^{(i+1)}$, а також з використанням комплексних балансів КБ, діаграм причинно-наслідкових зв'язків ДПНЗ, моделей показника МП.

З метою визначення факторів впливу та обмежень необхідно врахувати: зовнішні фактори впливу F, критерії вибору показника A, обмеження під час вибору показника L та параметри показника M [5, 6, 16].

Процес формування показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення є циклічним і базується на переході від одного стану системи до іншого через розробку та впровадження конкретних показників розвитку на кожному етапі.

Для забезпечення ефективного управління системами питного водопостачання та водовідведення необхідно здійснювати оцінку їх функціонування на основі цілісної системи показників, що охоплює різні аспекти їхньої діяльності. Така систематизація дозволяє здійснювати порівняльний аналіз, ідентифікувати проблемні зони, приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо підвищення ефективності та стійкості функціонування систем.

Показники доцільно групувати за п’ятьма основними напрямами: технічними, економічними, екологічними, соціальними, а також показниками стійкості.

Так, технічні показники відображають рівень технічного стану, надійність та ефективність роботи інфраструктурних елементів системи.

Економічні показники характеризують фінансову ефективність, витрати та рентабельність діяльності підприємств водопровідно-каналізаційного господарства.

Екологічні показники відображають рівень впливу систем на навколишнє природне середовище та ефективність заходів з його мінімізації.

Соціальні показники пов’язані із задоволенням потреб населення, доступністю послуг та якістю обслуговування.

Показники стійкості функціонування системи дають змогу оцінити здатність систем витримувати зовнішні та внутрішні навантаження без втрати функціональності.

Таке групування дозволяє сформувати багатовимірну модель оцінки ефективності та стійкості функціонування систем питного водопостачання та водовідведення, яка може слугувати основою для прийняття стратегічних управлінських рішень, розробки схем оптимізації та інвестиційних програм, підвищення екологічної безпеки та соціальної орієнтованості водопровідно-каналізаційного господарства [7, 8, 9].

У таблиці 1 показано інтеграцію показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення.

Таблиця 1

Інтегрована таблиця показників поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення

Показник	**Формула**	**Примітка**
1	**2**	**3**
Рівень охоплення послугами централізованого водопостачання	$\delta_{охопл} = \frac{Н_{посл}}{Н} \cdot 100\%$, де: Нпосл - кількість споживачів, яким надаються послуги з централізованого водопостачання, тис. осіб; Н - загальна кількість споживачів у населеному пункті (об’єднаній територіальній громаді), тис. спож.	Охоплення населення централізо-ваним водо-постачанням

1	2	3
Питоме питне водоспоживання	$q = \frac{Q_{р\ спож}}{365\ Н_{посл}}$, де: Qр спож - об'єм питної води, реалізованої споживачам, тис. м^3/рік; 365 - кількість днів у році; Н посл - кількість споживачів, яким надаються послуги з централізованого водопостачання, тис. спож.	Середнє споживання на одного споживача
Кількість відхилень якості питної води від чинних нормативних вимог за мікробіологічними показниками	$\delta_{відх\ м/б} = \frac{П_{відх}}{П_{заг}}$, де: Пвідх - кількість проб з відхиленнями від нормативів за мікробіологічними показниками; Пзаг - загальна кількість проб за рік.	Проби питної води, що не відповідають вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» за мікробіологічними показниками
Питомий час припинення надання послуг з централізованого водопостачання	$А_в = \frac{\sum(Н_{відкл\ і} \cdot t_{відкл\ і})}{Н_{посл}}$, де: Нвідкл і - кількість споживачів, яким було припинено надання послуг з централізованого водопостачання внаслідок і-тої аварії, тис. спож.; tвідкл і - час, протягом якого послуги з централізованого водопостачання не надавалися, при аварійній ситуації, год.; Нпосл - кількість споживачів, яким надаються послуги з централізованого водопостачання, тис. спож.	Середній час відключення питної води на одного споживача
Середній термін експлуатації систем централізованого водопостачання	$t_{експл} = \frac{\sum Т_i \cdot ПВ_i}{\sum ПВ_i}$, де: Ті – термін експлуатації, різниця між звітним роком та роком введення в експлуатацію і-го елемента систем централізованого водопостачання, рік; ПВі - початкова вартість і-го елемента, тис. грн.	Довготривалість використання систем централізованого водопостачання
Відсоток зносу систем централізованого водопостачання	$t_{зн} = \frac{\sum Зн_i}{\sum ПВ_i} \cdot 100\%$, де: Зні - сума зносу, нарахована на і-тий елемент за весь період експлуатації, тис. грн.; ПВі - початкова вартість і-го елемента, тис. грн.	Свідчить про технічний стан мереж централізованого водопостачання
Питома залишкова вартість систем централізованого водопостачання	$З_в = \frac{ЗВ_{заг}}{Н_{посл}}$, де: ЗВзаг - загальна залишкова вартість систем централізованого водопостачання на початок звітного року, тис. грн.; Нпосл - кількість споживачів, яким надаються послуги з централізованого водопостачання, тис. спож.	Середня залишкова вартість систем централізованого водопостачання на одного споживача

1	2	3
Лінійний показник аварійності централізованого водопостачання	$А_л = \frac{А_{мер}}{L}$, де: Амер - кількість аварій на розподільних мережах централізованого водопостачання за рік; L - загальна протяжність розподільних мереж централізованого водопостачання, км.	Кількість аварій на кілометр мережі централізованого водопостачання
Рівень подачі питної води	$\delta_{под} = \frac{Q_{под}}{Q_{заб}} \cdot 100\%$, де: Qпод - загальний об'єм питної води, поданої до розподільної системи централізованого водопостачання, тис. м^3/рік; Qзаб - об'єм забраної питної води, тис. м^3/рік. При використанні у системі централізованого водопостачання підземної води без «розриву струменя» Q под = Q заб та δпод = 100%.	Ефективність використання забраної води
Лінійний показник втрат питної води	$Вт = \frac{(Q_{под} - Q_р)}{L}$, де: Qпод - загальний об'єм питної води, поданої до розподільної системи централізованого водопостачання, тис. м^3/рік; Qр - загальний об'єм реалізованої питної води, тис. м^3/рік; L - загальна протяжність розподільних мереж централізованого водопостачання, км.	Втрати на одиницю довжини мережі
Рівень обліку питної води	$\delta_{под} = \frac{Q_{лiч}}{Q_р} \cdot 100\%$, де: Qліч - об'єм питної води, реалізованої за показниками лічильника, тис. м^3/рік; Qр - загальний об'єм реалізованої питної води, тис. м^3/рік.	Ефективність реалізації питної води
Рівень оплати послуг з централізованого водопостачання	$\delta_{спл} = \frac{Р_{спл\ спож}}{Р_{спож}} \cdot 100\%$, де: Рспл спож - загальна оплата послуг з централізованого водопостачання споживачами, тис. грн./рік; Рспож - загальна вартість виставлених споживачам рахунків, тис. грн./рік.	Частка оплати спожитих послуг з централізованого водопостачання
Питоме централізоване водовідведення	$q = \frac{Q_{р\ спож}}{365\ Н_{посл}}$, де: Qр спож - об'єм зібраних стічних вод від споживачів, тис.м^3/рік; 365 - кількість днів у році; Нпосл - кількість осіб, яким надаються послуги з централізованого водовідведення, тис. осіб.	Оцінка обсягу стічних вод, що утворюються на одного мешканця

1	2	3
Рівень охоплення послугами централізованого водовідведення	$\delta_{охопл} = \frac{Н_{посл}}{Н} \cdot 100\%$, де: Нпосл - кількість осіб, яким надаються послуги з централізованого водовідведення, тис. осіб; Н - загальна кількість населення у населеному пункті (об'єднаній територіальній громаді), тис. осіб.	Частка населення, що користується централізованим водовідведенням
Питомий час перебоїв надання послуг централізованого водовідведення	$А_в = \frac{\sum(Н_{відкл\,і} \cdot t_{відкл\,і})}{Н_{посл}}$, де: Нвідкл і - кількість осіб, яким було припинено надання послуг з централізованого водовідведення внаслідок і-тої аварії, тис. осіб; tвідкл і - час, протягом якого послуги з централізованого водовідведення не надавалися, при аварійній ситуації, год; Нпосл - кількість осіб, яким надаються послуги з централізованого водовідведення, тис. осіб.	Середній час припинення відкачування стоків на одного споживача
Середній термін експлуатації системи централізованого водовідведення	$t_{експл} = \frac{\sum Т_i \cdot ПВ_i}{\sum ПВ_i}$, де: Ті – термін експлуатації, різниця між звітним роком та роком введення в експлуатацію і-го елемента системи централізованого водовідведення, рік; ПВі - початкова вартість і-го елемента, тис. грн.	Довготривалість використання систем централізованого водовідведення
Відсоток зносу системи централізованого водовідведення	$t_{зн} = \frac{\sum Зн_i}{\sum ПВ_i} \cdot 100\%$, де: Зні - сума зносу, нарахована на і-тий елемент за весь період експлуатації, тис. грн.; ПВі - початкова вартість і-го елемента, тис. грн.	Свідчить про технічний стан мереж централізованого водовідведення
Питома залишкова вартість системи централізованого водовідведення	$З_в = \frac{ЗВ_{заг}}{Н_{посл}}$, де: ЗВзаг - загальна залишкова вартість системи централізованого водовідведення на початок звітного року, тис. грн.; Нпосл - кількість споживачів, яким надаються послуги з централізованого водовідведення, тис. осіб.	Середня залишкова вартість систем централізованого водовідведення на одного споживача
Лінійний показник аварійності централізованого водовідведення	$А_л = \frac{А_{мер}}{L}$, де: Амер - кількість аварій на розподільних мережах централізованого водовідведення за рік; L - загальна протяжність розподільних мереж централізованого водовідведення, км.	Кількість аварій на кілометр мережі централізованого водовідведення
Рівень обліку стоків	$\delta_{под} = \frac{Q_{лiч}}{Q_р} \cdot 100\%$, де: Qліч - об'єм стоків за лічильниками, тис. м^3/рік; Qр - загальний об'єм стоків, тис. м^3/рік.	Ефективність відкачування стоків

1	2	3
Рівень оплати послуг централізованого водовідведення	$\delta_{спл} = \frac{P_{спл\ спож}}{P_{спож}} \cdot 100\%,$ де: Рспл спож - загальна оплата послуг споживачами, тис. грн./рік; Рспож - загальна вартість виставлених споживачам рахунків, тис. грн./рік.	Частка оплати спожитих послуг з централізованого водовідведення
Коефіцієнт повторного використання очищених стоків	$К_{повт} = \frac{Q_{повт}}{Q_{оч}} \cdot 100\%,$ де: Qповт - об'єм повторно очищених стоків, тис. м^3/рік; Qоч - очікуваний об'єм стоків, тис. м^3/рік.	Оцінка обсягів очищеної води, використаної повторно
Частка державного фінансування	$F_{держ} = \frac{C_{держ}}{C_{заг}} \cdot 100\%,$ де: Сдерж - фінансування за рахунок коштів Державного бюджету заходів з оптимізації систем питного водопостачання та водовідведення, тис. грн./рік; Сзаг - загальне фінансування заходів з оптимізації систем питного водопостачання та водовідведення, тис. грн./рік.	Показує роль держави у фінансуванні інфраструктури

Представлені у таблиці 1 показники поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення можна використовувати як основу для аналізу стійкості систем питного водопостачання та водовідведення, а також для порівняння різних населених пунктів або періодів часу в рамках схеми оптимізації [10, 11, 12].

Одним із ключових аспектів є баланс між витратами на модернізацію та експлуатацію обладнання та досягненням сталого водокористування. Формування системи показників є інструментом для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, оцінки ефективності запланованих заходів та контролю досягнення стратегічних цілей. Наприклад, високий лінійний показник втрат питної води сигналізує про необхідність модернізації мереж, а зменшення втрат води у водопровідних мережах через впровадження систем диспетчеризації, контролю тиску та заміну зношених труб призводить не лише до зниження витрат води, а й зменшує обсяг стічних вод, що потребують очистки, тим самим знижуючи навантаження на каналізаційні очисні споруди.

Крім того, енергоефективність насосного обладнання прямо впливає як на собівартість подачі води, так і на обсяги шкідливих викидів в атмосферу внаслідок споживання електроенергії. Застосування частотного регулювання, автоматизованих систем управління та модернізація насосних агрегатів сприяють одночасному покращенню показників питного водопостачання та водовідведення.

Важливим є також вплив якості поданої води на склад стічних вод: зміна технологій водопідготовки може зменшити використання хімічних реагентів, що у свою чергу вплине на процеси біологічного очищення на станціях водовідведення. Отже, навіть точкові технологічні рішення в одному сегменті системи можуть мати суттєві наслідки в іншому.

Загалом, забезпечення стійкості та ефективності функціонування систем питного водопостачання та водовідведення вимагає розробки схем оптимізації, як інтегрованих стратегій управління, що базуються на аналізі взаємозалежностей ключових показників, прогнозуванні довгострокових результатів від впровадження окремих заходів та використанні інструментів цифрового моделювання для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Довготривале планування розвитку питного водопостачання та водовідведення передбачає нерозривний взаємозв'язок між діагностикою поточного стану системи, прогнозними показниками її розвитку та визначенням оптимального комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності, надійності та стійкості [14, 15].

Взаємозв'язок між показниками і заходами є двостороннім: з одного боку, саме діагностичні показники ініціюють потребу у вжитті певних заходів, з іншого - реалізація заходів безпосередньо впливає на зміну значень відповідних показників. Цей взаємозв'язок є основою для побудови адаптивної, ефективної та стійкої системи управління в сфері питного водопостачання та водовідведення.

Запропонований підхід, що базується на аналізі чинної нормативної бази, наукових розробках, концептуальному та математичному моделюванні, дозволяє систематизувати процес збору, обробки та інтерпретації даних [20].

Для систематизації впливу різних груп чинників на рівень основних показників функціонування систем питного водопостачання та водовідведення доцільно застосовувати метод діаграми причинно-наслідкових зв'язків (діаграму Ісікави). Це дозволяє виявити ключові напрями оптимізації, спрямовані на підвищення надійності, якості послуг та ефективності управління.

Нижче подано узагальнену діаграму Ісікави, де основною проблемою виступає низький рівень ефективності функціонування систем питного водопостачання та водовідведення, а гілки діаграми репрезентують головні групи факторів, що на неї впливають. Тобто, накреслений взаємозв'язок системи показників питного водопостачання та водовідведення із заходами їх оптимізації.

Рис 1. Взаємозв'язок системи показників питного водопостачання та водовідведення із заходами їх оптимізації

Висновки. Розроблено структуру системи показників, що охоплює ключові аспекти функціонування систем питного водопостачання та водовідведення, та інтегровано конкретні формули їх розрахунку.

Обґрунтовано логіко-математичну модель формування показників, яка відображає ієрархічний перехід від елементарних даних до інтегральних оцінок.

Представлено інтегровану таблицю показників з формулами розрахунків, що є практичним інструментом для оцінки поточного стану та розвитку систем питного водопостачання та водовідведення.

Органам місцевого самоврядування, підприємствам питного водопостачання та водовідведення рекомендується впроваджувати запропоновану систему показників та формул для регулярного моніторингу та підготовки схем оптимізації.

Список джерел

1. Розвиток систем водопостачання та водовідведення населених пунктів: монографія / О.М. Андрєєв, М.М. Корнєєв, І.В. Ковальчук та ін. – К.: КНУБА, 2018. – 384 с.

2. Оцінка та управління водними ресурсами: навчальний посібник / За ред. В.М. Хорєва. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 324 с.

3. Sustainability assessment of urban water systems: A review / A. Matos, J.P. Antunes, L. Santos // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Vol. 218. – P. 586-599. – Режим

доступу: https://www.researchgate.net/publication/265089188_Sustainability_assessment_of_urban_water_systems_a_case_study (дата звернення 15.05.2025).

4. Water-energy-food nexus: Current status and future directions / F. Liu, S. Chen, X. Wang et al. // Science of the Total Environment. – 2018. – Vol. 613-614. – P. 1013-1024. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/291352610_Quantifying_the_Water-Energy-Food_Nexus_Current_Status_and_Trends (дата звернення 15.05.2025).

5. О. Кравченко, С. Потапенко, Т. Куба, Т. Аргатенко. Вимоги до гідравлічного моделювання мереж водопостачання у воєнний час та для управління ризиками ХБРЯ-забруднень, Науково-технічний збірник КНУБА № 45 (2023) Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, С. 32-38.

6. Resilience of Urban Water Systems to Climate Extremes / J. Hall, R.J. Dawson, R.E. Nicholls // Journal of Hydrology, 2018, Vol. 564, P. 612-629. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.07.026.

7. Smart Technologies for Water Quality Monitoring / V. Tsakaloudi, A. Ntougias, N. Graham // Science of the Total Environment, 2020, Vol. 721, 137744. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137744.

8. The Role of Artificial Intelligence in Water Resource Management: A Review / A. Jain, V.K. Kushwaha, A. Vijayakumar // Journal of Cleaner Production, 2021, Vol. 289, 125791. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125791.

9. Decentralized Water Reuse Systems: Planning, Design, and Implementation / M.B. Hamoda // IWA Publishing, 2018. DOI: https://doi.org/10.2166/9781780408544.

10. Sustainable Sanitation and Water Management / P. Lens, G. Zeeman, G. Lettinga // IWA Publishing, 2018. DOI: https://doi.org/10.2166/9781780401873.

11. Big Data Analytics for Water Resource Management / D. Ahmed, I.N. Bajwa, A.Y. Jaszczur // Elsevier, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/C2019-0-01639-6.

12. Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition / World Health Organization (WHO), (2011). [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950 (дата звернення 15.05.2025).

13. Підвищення енергоефективності систем водопостачання / В.М. Ніколайчук, О.В. Шилюк // Вісник НУВГП, (2017), Вип. 1(77). [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://ep3.nuwm.edu.ua/xmlui/handle/123456789/10128 (дата звернення 15.05.2025).

14. Сталий розвиток водного господарства: принципи та управління / Ю.Ю. Дмитрук // Екологія і ресурси, (2016), Вип. 12. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://er.nau.edu.ua/index.php/er/article/view/11833 (дата звернення 15.05.2025).

15. Water Policy in Ukraine: Current Challenges and Future Directions / OECD, (2016). [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.oecd.org/environment/water-policy-in-ukraine-9789264252654-en.htm (дата звернення 15.05.2025).

16. Математичне моделювання систем і процесів: навчальний посібник / П.М.

Павленко, С.Ф. Філоненко, О.М. Чередніков, В.В. Трейтяк – К.: НАУ, 2017. – 392 с.

17. Основи теорії систем і системного аналізу / О. М. Горбань, В. Є. Бахрушин. – Запоріжжя: ГУ «ЗІДМУ», 2011. – 204 с.

18. Системний аналіз та теорія прийняття рішень: навчальний посібник в 3-х частинах. Частина 1: Системологія / Ю.Б. Бродський. – Електронні дані. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. – 92 с.

19. Василенко С.Л., Волков В.М. Надійність і сталість систем водопостачання як складової національної та екологічної безпеки, Науково-технічний збірник КНУБА № 28 (2017) Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, С. 53-59. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVVG_2017_28_10 (дата звернення 15.05.2025).

20. С. Потапенко, О. Кравченко. Аналіз світового досвіду та науково-методичні підходи до оптимізації систем питного водопостачання та водовідведення, Науково-технічний збірник КНУБА № 49 (2025) Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки, С. 25-37. – Режим доступу: http://wateruse.org.ua/article/view/325283 DOI: https://doi.org/10.32347/2524-0021.2025.49.25-37 (дата звернення 15.05.2025).

Potapenko Svitlana,
Kyiv National University of Construction and Architecture

FORMATION OF INDICATORS OF THE CURRENT STATE AND DEVELOPMENT OF DRINKING WATER SUPPLY AND SEWERAGE SYSTEMS

The article proposes options for the development and justification of a comprehensive system of indicators for assessing the current state and development of drinking water supply and sewerage systems within the framework of optimizing settlement-level systems. Methods of systems analysis and conceptual modeling are applied. A logical-mathematical model for the indicator formation process is presented, describing the transition from elementary indicators that characterize sources, systems, and consumers to integrated indicators of current state and development. Key groups of indicators are considered, including service coverage, technical condition of infrastructure, financial and economic indicators, social aspects, and system resilience. The necessity of a comprehensive approach to indicator formation covering the entire life cycle of the systems is substantiated. An integrated table of indicators for the current state and development of drinking water supply and sewerage systems is presented, including calculation formulas and purposes. The research results are recommended for use in the optimization schemes of centralized water supply and sewerage systems for planning modernization and development measures, improving efficiency, and ensuring system resilience.

Key words: drinking water supply and sewerage systems; indicators of the current state and development of drinking water supply and sewerage systems; model; indicator; resilience; reliability; formula.

REFERENCES

1. Rozvytok system vodopostachannia ta vodovidvedennia naselenykh punktiv: monohrafiia / O.M. Andrieiev, M.M. Kornieiev, I.V. Kovalchuk ta in. – K.: KNUBA, 2018. – 384 s. {in Ukrainian}

2. Otsinka ta upravlinnia vodnymy resursamy: navchalnyi posibnyk / Za red. V.M. Khorieva. – Kharkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova, 2017. – 324 s.

3. Sustainability assessment of urban water systems: A review / A. Matos, J.P. Antunes, L. Santos // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Vol. 218. – s. 586-599. – Rezhym dostupu: https://www.researchgate.net/publication/265089188_Sustainability_assessment_of_urban_water_systems_a_case_study (data zvernennia 15.05.2025).

4. Water-energy-food nexus: Current status and future directions / F. Liu, S. Chen, X. Wang et al. // Science of the Total Environment. – 2018. – Vol. 613-614. – s. 1013-1024. – Rezhym dostupu: https://www.researchgate.net/publication/291352610_Quantifying_the_Water-Energy-Food_Nexus_Current_Status_and_Trends (data zvernennia 15.05.2025).

5. O. Kravchenko, S. Potapenko, T. Kuba, T. Arhatenko. Vymohy do hidravlichnoho modeliuvannia merezh vodopostachannia u voiennyi chas ta dlia upravlinnia ryzykamy KhBRIa-zabrudnen, Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk KNUBA № 45 (2023) Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliky, S. 32-38. – Rezhym dostupu: http://wateruse.org.ua/article/view/292321. DOI: https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.45.32-38.

6. Resilience of Urban Water Systems to Climate Extremes / J. Hall, R.J. Dawson, R.E. Nicholls // Journal of Hydrology, 2018, Vol. 564, S. 612-629. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.07.026.

7. Smart Technologies for Water Quality Monitoring / V. Tsakaloudi, A. Ntougias, N. Graham // Science of the Total Environment, 2020, Vol. 721, 137744. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137744.

8. The Role of Artificial Intelligence in Water Resource Management: A Review / A. Jain, V.K. Kushwaha, A. Vijayakumar // Journal of Cleaner Production, 2021, Vol. 289, 125791. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125791.

9. Decentralized Water Reuse Systems: Planning, Design, and Implementation / M.B. Hamoda // IWA Publishing, 2018. DOI: https://doi.org/10.2166/9781780408544.

10. Sustainable Sanitation and Water Management / P. Lens, G. Zeeman,

G. Lettinga // IWA Publishing, 2018. DOI: https://doi.org/10.2166/9781780401873.

11. Big Data Analytics for Water Resource Management / D. Ahmed, I.N. Bajwa, A.Y. Jaszczur // Elsevier, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/C2019-0-01639-6.

12. Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition / World Health Organization (WHO), (2011). [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950 (data zvernennia 15.05.2025).

13. Pidvyshchennia enerhoefektyvnosti system vodopostachannia / V.M. Nikolaichuk, O.V. Shyliuk // Visnyk NUVHP, (2017), Vyp. 1(77). [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: http://ep3.nuwm.edu.ua/xmlui/handle/123456789/10128 (data zvernennia 15.05.2025).

14. Stalyi rozvytok vodnoho hospodarstva: pryntsypy ta upravlinnia / Yu.Iu. Dmy-truk // Ekolohiia i resursy, (2016), Vyp. 12. [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: http://er.nau.edu.ua/index.php/er/article/view/11833 (data zvernennia 15.05.2025).

15. Water Policy in Ukraine: Current Challenges and Future Directions / OECD, (2016). [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: https://www.oecd.org/environment/water-policy-in-ukraine-9789264252654-en.htm (data zvernennia 15.05.2025).

16. Matematychne modeliuvannia system i protsesiv: navchalnyi posibnyk / P.M. Pavlenko, S.F. Filonenko, O.M. Cherednikov, V.V. Treitiak – K.: NAU, 2017. – 392 s.

17. Osnovy teorii system i systemnoho analizu / O. M. Horban, V. Ye. Bakhrushyn. – Zaporizhzhia: HU «ZIDMU», 2011. – 204 s.

18. Systemnyi analiz ta teoriia pryiniattia rishen: navchalnyi posibnyk v 3-kh chas-tynakh. Chastyna 1: Systemolohiia / Yu.B. Brodskyi. – Elektronni dani. – Zhytomyr: Derzhavnyi universytet «Zhytomyrska politekhnika», 2022. – 92 s.

19. Vasylenko S.L., Volkov V.M. Nadiinist i stalist system vodopostachannia yak skladovoi natsionalnoi ta ekolohichnoi bezpeky, Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk KNUBA № 28 (2017) Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliky, S. 53-59. – Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVVG_2017_28_10 (data zvernennia 15.05.2025).

20. S. Potapenko, O. Kravchenko. Analiz svitovoho dosvidu ta naukovo-metodychni pidkhody do optymizatsii system pytnoho vodopostachannia ta vodovidvedennia, Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk KNUBA № 49 (2025) Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliky, S. 25-37. – Rezhym dostupu: http://wateruse.org.ua/article/view/325283 DOI: https://doi.org/10.32347/2524-0021.2025.49.25-37 (data zvernennia 15.05.2025).

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.391-405
УДК 330.322:69:004.9

к.т.н., доцент **Приходько Д.О.,**
prykhodko.do@knuba.edu.uaORCID: 0000-0002-4926-4790,
Кузьміч Я.Л.,
koozmichyaroslav2@gmail.com ORCID:0009-0009-7941-4890,
Коломієць В.В.,
Val1275@ukr.net ORCID: 0009-0009-6916-8374,
Штиль А.М.,
shtilam@gmail.com ORCID:0009-0007-3804-2926,
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТІВ У ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

В умовах цифрової трансформації економіки питання ефективного оцінювання будівельних проєктів набуває нової якості, обумовленої впровадженням інтелектуальних систем, автоматизованого аналізу даних та використанням цифрових платформ у сфері управління проєктами. Традиційні методи оцінювання, які базуються на статичних фінансових показниках, виявляються недостатньо гнучкими в умовах динамічного середовища, багатофакторності проєктної реалізації та високого рівня ризиків. Окрім цього, класичні підходи не забезпечують повноцінного відображення ризикових сценаріїв, енергетичних чинників, кліматичних змін і параметрів стійкого розвитку, які все частіше стають визначальними при ухваленні інвестиційних рішень. У зв'язку з цим виникає об'єктивна потреба у модернізації підходів до оцінювання ефективності будівельних проєктів із використанням цифрових інструментів, таких як BIM-моделювання, аналітика великих даних (Big Data), платформи управління життєвим циклом проєктів та технології візуалізації. У статті здійснено систематизацію сучасних підходів до оцінювання будівельних проєктів у цифровому середовищі, проаналізовано особливості застосування цифрових індикаторів та мультикритеріальних моделей прийняття рішень. Окрему увагу приділено можливостям інтелектуалізації процесу оцінювання за допомогою штучного інтелекту та машинного навчання. Обґрунтовано доцільність переходу від локальних економічних оцінок до комплексних інтегрованих систем, здатних враховувати не лише фінансову доцільність, а й соціальні, екологічні та стратегічні ефекти. Визначено фактори, що стримують впровадження цифрових рішень в оцінювальну практику, серед яких – недостатня інтеграція інформаційних систем, відсутність стандартизованих протоколів обміну даними, обмежені

компетенції персоналу та нормативно-правова невизначеність. У статті запропоновано концептуальний підхід до побудови гнучкої системи оцінювання будівельних проєктів, що поєднує економічну аналітику, цифрове моделювання та ризик-менеджмент, з урахуванням мінливості зовнішнього середовища. Практична значущість результатів полягає у формуванні методологічної бази для впровадження адаптивних цифрових систем підтримки рішень у будівельній сфері.

Ключові слова: оцінювання ефективності; будівельні проєкти; цифрове середовище; BIM; Big Data; управління проєктами; ризик-менеджмент; інтелектуальні системи

Постановка проблеми: Цифровізація будівельної галузі формує нову парадигму управління інвестиційно-будівельними проєктами, що потребує переосмислення традиційних підходів до їх оцінювання. В умовах зростання обсягів даних, інституційної складності та мультистейкхолдерної взаємодії, класичні методи оцінки, зосереджені на розрахунку економічних показників, таких як чистий приведений дохід або термін окупності, не здатні забезпечити повноцінне управлінське рішення. Вони не враховують впливу ризиків, сценарних коливань, цифрових потоків інформації, стратегічного впливу проєкту на екосистему підприємства чи міста. Крім того, традиційні системи оцінювання не інтегровані з цифровими платформами управління, що унеможливлює оперативне оновлення прогнозів і контроль за відхиленнями. Натомість цифрові технології, зокрема BIM-системи, аналітика великих даних, алгоритми штучного інтелекту, дозволяють створити нову архітектуру оцінювання, в якій процес ухвалення рішень ґрунтується на автоматизованому аналізі, візуалізації ризиків і моделюванні альтернатив. Проблема полягає в тому, що такі рішення ще не мають усталеної методології в українській практиці, а нормативне забезпечення значно відстає від темпів цифрового розвитку галузі. Тому необхідним є критичний аналіз сучасних підходів до оцінювання будівельних проєктів у цифровому середовищі з метою формування науково обґрунтованої адаптивної системи підтримки управлінських рішень.

Мета статті: Ціль роботи – це всебічне дослідження сучасних підходів до оцінювання ефективності будівельних проєктів в умовах цифрової трансформації, а також формування концептуальної основи для створення інтегрованої адаптивної системи оцінювання, яка об’єднує цифрові технології, економічні моделі та ризик-орієнтований аналіз. У межах дослідження передбачено здійснення порівняльної оцінки традиційних і цифрових інструментів, визначення потенціалу їх поєднання для підвищення точності

управлінських рішень, а також виявлення бар'єрів на шляху впровадження цифрових рішень в оціночну практику будівельної галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Оцінювання ефективності будівельних проєктів у контексті цифровізації привертає дедалі більше уваги в сучасній науковій літературі. Зарубіжні дослідники акцентують на можливостях впровадження цифрових інструментів, таких як BIM (Building Information Modeling), систем управління життєвим циклом проєкту, штучного інтелекту та машинного навчання, як базових елементів нової архітектури оцінювання [14, 15]. Особливо активно вивчаються переваги мультикритеріального аналізу, що дозволяє враховувати не лише фінансові, а й соціальні, екологічні та управлінські параметри, включаючи критерії стійкості, цифрової зрілості та адаптивності проєкту. Водночас вітчизняні автори наголошують на проблемах інституційного характеру, зокрема фрагментарності нормативного забезпечення, відсутності уніфікованих алгоритмів цифрового аналізу та недостатній підготовці персоналу до використання новітніх платформ [16].

Низка праць окреслює потребу в інтеграції класичних економічних моделей, таких як NPV, IRR, DPP, із сучасними цифровими протоколами управління даними, візуалізації результатів і формування сценаріїв. Разом з тим, у більшості робіт бракує комплексного підходу до побудови єдиної системи оцінювання, що враховує як техніко-економічні, так і стратегічні компоненти.

Виклад основного матеріалу: Оцінювання будівельних проєктів має довгу історію розвитку, яка починається з найперших спроб людства планувати будівництво, оцінюючи витрати часу, матеріалів і праці. Вже в античні часи архітектори та інженери намагалися передбачити тривалість проєкту, кількість необхідних ресурсів і кінцеву вартість об'єкта. Проте по-справжньому систематизовані методи оцінювання почали з'являтися лише в епоху індустріалізації, коли будівництво стало масштабним і потребувало точних економічних розрахунків.

У традиційному розумінні оцінювання будівельних проєктів спиралося на фінансові моделі, що базувалися на класичних економічних показниках. Серед них особливу роль відігравали методи чистої теперішньої вартості (Net Present Value, NPV), внутрішньої норми прибутковості (Internal Rate of Return, IRR), а також метод аналізу точки беззбитковості. Ці методи дозволяли оцінити економічну доцільність реалізації проєкту, передбачити можливі ризики і визначити рівень очікуваної вигоди для інвесторів.

Проте традиційні методи оцінювання мали низку обмежень, зокрема статичність розрахунків, неврахування мінливості зовнішнього середовища, обмеженість у зборі й обробці даних, а також тривалість процедур аналізу.

Наприклад, на практиці оцінювання великих будівельних проєктів тривало місяцями, а інколи й роками, що значно уповільнювало ухвалення управлінських рішень. До того ж такі оцінки часто базувалися на експертних припущеннях, які були схильні до суб’єктивізму і помилок [1].

З початком цифрової революції у 80-90-х роках XX століття почала змінюватися й сама концепція оцінювання будівельних проєктів. З'явилися перші комп’ютерні системи автоматизації проєктного менеджменту, які дозволяли швидше обробляти дані, створювати фінансові моделі і прогнозувати результати. Програми на кшталт MS Project, Primavera P6 стали основними інструментами планування й оцінювання великих проєктів у будівельній сфері.

Цифровізація оціночних процесів дала поштовх розвитку концепції "цифрового двійника" будівельного проєкту. Цифровий двійник — це точна віртуальна копія об'єкта, яка дозволяє не лише моделювати будівництво, але й прогнозувати поведінку об'єкта в майбутньому. Серед науковців, які розвивали це поняття, можна відзначити Michael Grieves, який заклав теоретичні основи концепції цифрових двійників [2].

Разом із розвитком цифрових технологій виникла й потреба у нових стандартах оцінювання будівельних проєктів у цифровому середовищі. З'явилися такі документи, як ISO 19650 — міжнародний стандарт, що регулює управління інформацією у будівництві з використанням BIM. Стандартизація дозволяє забезпечити єдиний підхід до оцінювання вартості об'єктів, незалежно від того, в якій країні реалізується проєкт.

Цифровізація оцінювання вплинула й на сам характер ризиків у будівництві. Сьогодні велику увагу приділяють аналізу кіберризиків, які пов’язані з можливістю несанкціонованого доступу до цифрових моделей проєкту або викрадення даних. Це вимагає інтеграції систем кібербезпеки у цифрові платформи оцінювання [3].

Щоб краще зрозуміти етапи еволюції оцінювання будівельних проєктів, розглянемо їх узагальнення у вигляді рисунку 1, що відображає основні історичні віхи та технологічні зміни процесу. На ньому послідовно представлено ключові етапи розвитку методів оцінювання від античності до сучасної цифрової епохи.

Оцінювання будівельних проєктів у цифровому середовищі дозволяє не лише точніше планувати бюджет, але й проводити багатофакторний аналіз різних сценаріїв розвитку подій. Наприклад, за допомогою цифрових симуляцій можна змоделювати вплив різних економічних умов (зміни вартості матеріалів, коливання курсу валют) на вартість і строки проєкту.

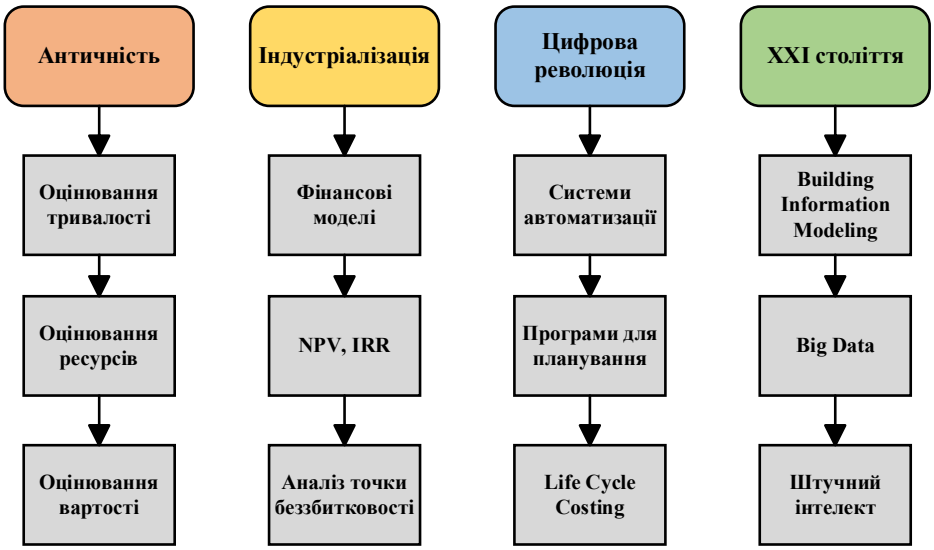


Рис.1. Еволюція методів оцінювання будівельних проєктів
(розроблено авторами на основі [3])

У міру розвитку цифрових технологій виникла потреба у принципово нових підходах до оцінювання будівельних проєктів, що поєднували б точність, гнучкість і багатовимірність аналізу. Саме на цьому етапі особливого значення набули системи Building Information Modeling (BIM), які відкрили нові можливості для цифрової трансформації процесів планування та оцінювання.

У сучасному будівельному середовищі, яке стає дедалі складнішим і багатовимірним, традиційні методи планування та оцінювання об'єктів часто виявляються недостатніми для ефективного управління проєктами. Ця проблема стала особливо очевидною на початку XXI століття, коли будівельні об'єкти почали характеризуватися значною масштабністю, підвищеною технічною складністю та необхідністю інтеграції великої кількості суміжних дисциплін. У відповідь на ці виклики було запропоновано концепцію BIM — цифрового представлення фізичних та функціональних характеристик об'єкта будівництва [4].

BIM є не просто тривимірною моделлю будівлі; це цифрова інформаційна система, що об'єднує геометричні дані, технічні характеристики матеріалів, часові аспекти виконання робіт (4D), фінансові показники (5D), дані про експлуатацію та обслуговування (6D) і навіть екологічні параметри (7D). Такий багатовимірний підхід дозволяє змоделювати життєвий цикл об'єкта від ідеї до демонтажу, а отже, і здійснити повноцінне оцінювання проєкту на всіх його стадіях.

Одним із основних переваг використання BIM у процесі оцінювання є можливість створення динамічної моделі вартості проєкту. Традиційні методи кошторисування зазвичай будувалися на статичних даних, тоді як BIM дозволяє автоматично оновлювати вартісні оцінки у разі зміни будь-яких параметрів

моделі. Наприклад, якщо змінюється площа приміщення або тип оздоблювального матеріалу, система одразу перераховує вартість без необхідності ручного втручання. Це істотно скорочує ризик помилок і пришвидшує процес ухвалення рішень.

Особливо важливою стала можливість застосування концепції 5D-BIM, яка об'єднує просторову модель об'єкта з фінансовою інформацією. У межах цього підходу формується інтерактивний бюджет будівельного проєкту, який дозволяє здійснювати оперативний аналіз вартості окремих рішень. Наприклад, зміна типу фундаменту одразу демонструє, як це вплине на загальну вартість будівництва, строки реалізації та експлуатаційні витрати в майбутньому.

Важливо зазначити, що BIM значно покращує процес управління ризиками у будівельних проєктах. Завдяки повному візуальному представленню проєкту, учасники будівельного процесу можуть заздалегідь виявити потенційні проблеми, що можуть призвести до перевищення бюджету або зриву строків. Системи координації BIM дозволяють виявляти колізії між інженерними системами, наприклад, між вентиляційними каналами і трубопроводами, ще на етапі проєктування, а не вже на будівельному майданчику, коли вартість виправлень зростає в рази [5].

Особливу увагу вчені приділяють питанню стандартизації BIM-процесів. Наприклад, існування відкритих стандартів обміну даними, таких як IFC (Industry Foundation Classes), дозволяє забезпечити сумісність між різними програмними продуктами та учасниками будівельного процесу. Це критично важливо для великих інфраструктурних проєктів, де в роботі беруть участь десятки організацій.

Не можна оминути і тему інтеграції BIM із сучасними аналітичними інструментами. Сьогодні активно розвиваються платформи, що дозволяють поєднувати BIM-моделі з даними великих обсягів (Big Data) та інструментами штучного інтелекту (AI). Це відкриває нові горизонти для оцінювання проєктів — від прогнозування дефектів до аналізу довгострокових експлуатаційних витрат будівель [6].

У практичному аспекті інтеграція BIM у процес оцінювання дозволяє знизити адміністративні витрати, покращити прозорість фінансування та забезпечити точніше управління ресурсами. Дослідження McKinsey Global Institute демонструють, що впровадження BIM може скоротити загальні витрати на реалізацію проєкту до 20% завдяки зменшенню кількості змін у проєктній документації та оптимізації планування робіт.

У рамках сучасних будівельних практик також активно розвиваються спеціалізовані модулі для оцінювання сталості проєктів на базі BIM-моделей. Зокрема, системи аналізу енергоефективності будівель (таких як Autodesk

Insight, IES VE) дозволяють на етапі проєктування визначати оптимальні варіанти інженерних систем і оцінювати вплив різних конструктивних рішень на енергоспоживання об'єкта протягом усього його життєвого циклу.

Таблиця 1.

Основні функціональні можливості BIM у процесі оцінювання будівельних проектів *(розроблено авторами на основі [7])*

Ключова функціональність BIM	Опис	Вплив на ефективність оцінювання
Цифрове моделювання об'єкта (3D)	Створення тривимірної цифрової моделі із вбудованими фізичними й функціональними характеристиками	Підвищення точності просторових розрахунків і візуалізації проєкту
Інтеграція фінансової інформації (5D)	Поєднання моделі будівлі з вартісними характеристиками кожного елемента	Миттєве оновлення бюджету проєкту при зміні параметрів
Планування строків реалізації (4D)	Зв'язування будівельних етапів із часовими графіками	Оптимізація логістики й прогнозування строків будівництва
Управління ризиками через координацію моделей	Виявлення колізій між системами ще на етапі проєктування	Зменшення витрат на переробки та виправлення помилок
Оцінка експлуатаційних характеристик (6D)	Аналіз майбутніх витрат на обслуговування й енергоспоживання	Підвищення довгострокової ефективності об'єкта
Використання стандартів IFC	Забезпечення сумісності даних між різними програмними платформами	Підвищення прозорості та координації між учасниками проєкту
Інтеграція з аналітичними інструментами (Big Data, AI)	Збагачення моделі аналітичними прогнозами і ризик-оцінкою	Формування точних сценаріїв розвитку подій та оптимізаційних рішень
Зниження адміністративних витрат	Автоматизація розрахунків і документообігу	Скорочення термінів і вартості підготовчих робіт
Підвищення довіри інвесторів через надання BIM-моделей	Використання цифрових моделей при фінансуванні проєктів	Полегшення ухвалення рішень та верифікації вартості проєктів

Не слід забувати і про юридичні аспекти використання BIM. У країнах Європи та Північної Америки вже зараз активно запроваджуються вимоги щодо обов'язкового використання BIM для державних будівельних проєктів. Наприклад, у Великій Британії відповідно до урядового плану BIM Level 2 використання BIM є обов'язковою вимогою для всіх державних контрактів із 2016 року. Це створює нову реальність, у якій оцінювання будівельних проєктів без інтеграції BIM просто стає неможливим [7]. Щоб системно узагальнити основні переваги впровадження BIM-технологій у процес оцінювання

будівельних проєктів, нижче подано таблицю 1, яка відображає ключові функціональні можливості BIM та їх вплив на ефективність управління проєктами.

Зараз будівництво поступово трансформується із традиційно інтуїтивного процесу в одну з найбільш даних-орієнтованих галузей економіки. Зростання обсягів даних, доступних для аналізу в реальному часі, стало каталізатором зміни підходів до оцінювання будівельних проєктів. Серед ключових технологічних трендів, що визначають цей процес, варто відзначити використання концепції Big Data, яка кардинально змінює способи прогнозування ефективності будівельних робіт, оцінки вартості проєктів і управління ризиками.

Одним із ключових застосувань Big Data в оцінюванні будівельних проєктів є можливість прогнозувати вартість реалізації об'єкта на основі аналізу історичних даних про аналогічні проєкти. Збір інформації про сотні завершених об'єктів, включаючи метрики вартості, тривалості будівництва, кількості працівників, використаних матеріалів, дозволяє створювати математичні моделі прогнозування, які є значно точнішими за класичні інтуїтивні оцінки [8].

Крім того, Big Data дає змогу враховувати змінність зовнішніх факторів, які суттєво впливають на будівельні проєкти. Наприклад, аналіз погодних даних, макроекономічних індикаторів, коливань вартості сировини і транспортної інфраструктури дозволяє передбачити можливі затримки або збільшення витрат задовго до початку проблем. Завдяки цим прогнозам компанії можуть приймати проактивні рішення щодо оптимізації графіків робіт, укладання контрактів на постачання або зміни технологій будівництва.

Одним із перших учених, хто звернув увагу на потенціал Big Data у будівництві, був Chris T. Hendrickson із Carnegie Mellon University. Його праці акцентували увагу на важливості використання обчислювальних технологій для оптимізації проєктного менеджменту, включаючи моделювання витрат і ризиків на основі даних.

Окремої уваги заслуговує застосування аналітики предиктивного характеру (predictive analytics), що базується на Big Data. За допомогою предиктивної аналітики можна визначати проєкти з високим ризиком затримок ще на стадії планування. Наприклад, на основі аналізу попередніх проєктів компанії можна з'ясувати, що робота з певними постачальниками часто призводила до дефіциту матеріалів, що, своєю чергою, спричиняло затримки й збільшення витрат.

Важливим напрямом використання Big Data є також оцінка безпеки будівельних майданчиків. Аналіз даних із датчиків на касках працівників, GPS-трекерів на техніці, відеоспостереження та інших джерел дозволяє виявляти

потенційні небезпеки, попереджувати травматизм і знижувати страхові витрати компаній. Зокрема, за допомогою аналізу патернів руху працівників і техніки можна оптимізувати організацію майданчика, мінімізуючи перехрещення маршрутів та зони підвищеної небезпеки [9].

Big Data відіграє критичну роль і у прогнозуванні експлуатаційних витрат об'єкта після його введення в експлуатацію. Збір даних про енергоспоживання, витрати води, частоту проведення технічного обслуговування дозволяє створювати моделі прогнозування, що допомагають у прийнятті рішень про вибір будівельних матеріалів, систем інженерного обладнання та навіть архітектурних рішень.

Ще одна проблема — це забезпечення конфіденційності та безпеки даних. Будівельні проєкти часто містять комерційно чутливу інформацію про бюджети, партнерів, постачальників. Тому захист даних від витоків і несанкціонованого доступу є ключовим завданням для компаній, що впроваджують аналітику Big Data [10].

Позитивним трендом є те, що на ринку з’являються спеціалізовані програмні рішення для обробки великих обсягів будівельних даних. Наприклад, такі платформи, як Oracle Construction and Engineering, Trimble Connect, PlanGrid активно інтегрують функції збору, аналізу та візуалізації даних у реальному часі. Це дозволяє створювати інтерактивні інформаційні панелі (dashboards), що відображають ключові метрики проєкту в режимі реального часу [11].

Ще один цікавий напрям — це застосування супутникових даних та геоаналітики для оцінювання будівельних проєктів. Компанії можуть використовувати знімки з космосу для контролю динаміки будівництва, перевірки фактичного прогресу та порівняння його з плановими графіками. Це особливо актуально для великих інфраструктурних об'єктів або проєктів, розташованих у важкодоступних районах .

Інтеграція Big Data із BIM-платформами також відкриває нові можливості для оцінювання проєктів. Наприклад, дані про фактичні обсяги використаних матеріалів, часові витрати, погодні умови інтегруються безпосередньо в модель будівлі, що дозволяє оновлювати фінансові розрахунки у реальному часі [12].

Варто також зазначити, що Big Data дозволяє будувати предиктивні моделі не лише на рівні окремого проєкту, але й для портфеля проєктів компанії. Це дає змогу ефективніше розподіляти інвестиції, планувати ресурсні потреби та оцінювати загальні ризики для організації в цілому. На основі аналізу сучасних підходів до використання Big Data в будівельній галузі сформовано таблицю 2, яка систематизує основні можливості та переваги інтеграції великих даних у процес оцінювання проєктів.

Таблиця 2.

Основні напрями застосування Big Data в оцінюванні будівельних проєктів
(розроблено авторами на основі [12])

Напрям використання Big Data	***Опис можливостей***	***Вплив на ефективність оцінювання***
Прогнозування вартості проєктів	Аналіз історичних даних про аналогічні об'єкти, створення математичних моделей	Підвищення точності бюджету, оптимізація витрат
Врахування зовнішніх факторів	Обробка даних про погодні умови, макроекономічні зміни, логістику	Раннє виявлення ризиків затримок і зростання витрат
Застосування машинного навчання та AI	Використання алгоритмів кластеризації, регресії, нейронних мереж	Виявлення прихованих закономірностей і трендів ризику
Predictive analytics	Формування прогнозів на основі моделей предиктивної аналітики	Підвищення точності планування і вибору постачальників
Оцінка безпеки будівельних майданчиків	Аналіз даних із сенсорів, відеоспостереження, GPS	Зниження виробничих травм, оптимізація організації робіт
Прогнозування експлуатаційних витрат	Моніторинг споживання ресурсів та частоти обслуговування	Раціоналізація довгострокових витрат на об'єкт
Інтеграція з BIM-моделями	Автоматичне оновлення цифрових моделей на основі фактичних даних	Актуалізація вартості, термінів та характеристик у реальному часі
Використання супутникових даних та геоаналітики	Контроль за динамікою будівництва через знімки та геодані	Підвищення об'єктивності моніторингу виконання робіт
Формування портфельних моделей оцінювання	Аналіз даних на рівні всіх проєктів компанії	Підвищення ефективності стратегічного планування інвестицій

У міру ускладнення будівельних проєктів і підвищення вимог до їх ефективності виникає необхідність у застосуванні передових технологій аналізу даних. Однією з найбільш перспективних та революційних у цьому контексті є технологія штучного інтелекту (Artificial Intelligence, AI) та його окремий напрям машинного навчання (Machine Learning, ML). Сфера будівництва, яка історично характеризувалася повільним впровадженням інновацій, наразі активно освоює потенціал AI для підвищення точності оцінювання проєктів, зменшення ризиків і оптимізації ресурсів.

Штучний інтелект у загальному розумінні — це здатність комп'ютерних систем виконувати завдання, які зазвичай потребують людського інтелекту, зокрема навчання, прогнозування, ухвалення рішень і розпізнавання шаблонів. У будівельній індустрії AI застосовується для обробки великих обсягів

інформації, автоматизації процесів планування та оцінки вартості проєктів, виявлення ризиків і навіть оптимізації проєктних рішень.

Однією з перших і найбільш очевидних сфер застосування AI у цифровій оцінці будівельних проєктів є прогнозування витрат. Традиційні методи оцінювання вартості будівництва зазвичай базуються на аналітичних моделях із обмеженою кількістю змінних. Штучний інтелект натомість здатний враховувати сотні й тисячі факторів одночасно, створюючи адаптивні моделі прогнозування, що постійно самонавчаються на нових даних. За допомогою алгоритмів регресійного аналізу, глибокого навчання (Deep Learning) і ансамблевих моделей AI може передбачати майбутню вартість проєкту з точністю, яка раніше була недосяжною [13].

Класичним прикладом є використання нейронних мереж для прогнозування бюджетних відхилень. Аналізуючи історичні дані про вартість будівельних матеріалів, строки виконання робіт, погодні умови, специфіку місцевості та особливості замовників, система штучного інтелекту може передбачити ймовірність перевищення бюджету на певному етапі реалізації проєкту. Причому такі прогнози формуються у реальному часі, що дає можливість оперативно вносити коригування.

Література

1. Трояновська О.Б., Дріль Н.В. Інвестування в будівництві: методичні вказівки для виконання контрольної роботи. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 19 с.

2. Park, M., & Peña-Mora, F. (2003). Dynamic change management for construction: Introducing the change cycle into model-based project management. System Dynamics Review, 19(3), 213–243. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://themys.sid.uncu.edu.ar/Industrial/DinamicaSistemas/Project%20Management/Park_et_al-2003-System_Dynamics_Review.pdf?utm_source=chatgpt.com

3. Advenser. (2024). ISO 19650: A Comprehensive Introduction to the Global BIM Standard. Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.advenser.com/2024/05/13/iso-19650-a-comprehensive-introduction-to-the-global-bim-standard/

4. Данилюк Н.Я., Чеверда А.М. Оцінка впливу BIM-технологій на курс розвитку нафтогазової індустрії // Вісник Східноукраїнського національн. університету імені Володимира Даля. – 2025. – №1 (287). – С. 21–29.

5. Building information modeling // Wikipedia. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling

6. Liu, Z., Lu, Y., & Peh, L. C. (2019). A Review and Scientometric Analysis of Global Building Information Modeling (BIM) Research in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry. Buildings, 9(10), 210. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://doi.org/10.3390/buildings9100210

7. McKinsey Global Institute. (2017). Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://surl.lu/qfbcsg

8. H. Shpakova, I. Chupryna, I. Ivakhnenko, A. Biloshchytskyi, M. Zinchenko and N. Plys, "Tools For Assessing The Competitiveness Of A Construction Company As A Contractor In Public-Private Partnership Projects," 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2024, pp. 473-481

9. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. In 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–9).

10. Farhadi, F. (2023). Big Data in Construction; Guide to 2024. Neuroject. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://neuroject.com/big-data-in-construction/

11. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Petrenko, H., Chupryna, I., Reznik, N. (2023). Digital Administration of the Project Based on the Concept of Smart Construction. In: Alareeni, B., Hamdan, A. (eds) Explore Business, Technology Opportunities and Challenges After the Covid-19 Pandemic. ICBT 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 495. Springer, Cham.

12. TimelapseLab. (2024). Construction Site Satellite Monitoring: A Comprehensive Overview. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://timelapselab.it/en/news/construction-site-satellite-monitoring-a-comprehensive-overview.html

13. Roman, A., Andrii, S., Galyna, R., Iurii, C., & Hanna, S. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 12(1), 40–50.

14. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2017). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. ResearchGate. [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/awswgm

15. Daniotti, B., Gianinetto, M., & Della Torre, S. (Eds.). (2020). Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built

Environment. – Cham: Springer. – 512 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-33570-0

16. Khan, K.A., & Alaloul, W.S. (2019). Adoption of Big Data Analytics in Construction: Development of a Conceptual Model. – Engineering, Construction and Architectural Management, 26(7), 1359–1376. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2018-0078

Associate Professor **Prykhodko Dmytro**,
Kuzmich Yaroslav, Kolomiiets Valerii, Shtyl Andrii,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

ANALYSIS OF MODERN APPROACHES TO THE EVALUATION OF CONSTRUCTION PROJECTS IN A DIGITAL ENVIRONMENT

In the context of the digital transformation of the economy, the issue of effective evaluation of construction projects is acquiring a new dimension due to the introduction of intelligent systems, automated data analysis, and the use of digital platforms in project management. Traditional evaluation methods, which rely on static financial indicators, prove to be insufficiently flexible under the conditions of a dynamic environment, multifactorial project implementation, and a high level of risk. Moreover, classical approaches fail to adequately reflect risk scenarios, energy factors, climate change, and sustainability parameters, which are increasingly becoming decisive in investment decision-making. Accordingly, there is an objective need to modernize the approaches to evaluating the effectiveness of construction projects through the use of digital tools such as Building Information Modeling (BIM), big data analytics, project lifecycle management platforms, and visualization technologies.

This article presents a systematization of contemporary approaches to evaluating construction projects in a digital environment and analyzes the specific features of applying digital indicators and multi-criteria decision-making models. Particular attention is given to the potential for intellectualizing the evaluation process through artificial intelligence and machine learning. The transition from localized economic evaluations to comprehensive integrated systems is substantiated, with the capacity to account not only for financial feasibility but also for social, environmental, and strategic effects.

The study identifies factors that hinder the implementation of digital solutions in evaluation practices, including the insufficient integration of information systems, the lack of standardized data exchange protocols, limited personnel competencies, and regulatory uncertainty. A conceptual approach is proposed for building a flexible

evaluation system for construction projects that combines economic analytics, digital modeling, and risk management, while taking into account the variability of the external environment. The practical significance of the results lies in forming a methodological foundation for the implementation of adaptive digital decision support systems in the construction sector.

Keywords: performance evaluation; construction projects; digital environment; BIM; Big Data; project management; risk management; intelligent systems.

REFERENCES

1. Troyanovska O.B., Dril N.V. Investment in construction: methodological guidelines for performing control work. – Kharkiv: KhNUMG named after O.M. Beketov, 2015. – 19 p. {in Ukrainian}

2. Park, M., & Peña-Mora, F. (2003). Dynamic change management for construction: Introducing the change cycle into model-based project management. System Dynamics Review, 19(3), 213–243. [Electronic resource] – Access mode: https://themys.sid.uncu.edu.ar/Industrial/DinamicaSistemas/Project%20Management/Park_et_al-2003-System_Dynamics_Review.pdf?utm_source=chatgpt.com. {in English}

3. Advenser. (2024). ISO 19650: A Comprehensive Introduction to the Global BIM Standard. Electronic resource] – Access mode: https://www.advenser.com/2024/05/13/iso-19650-a-comprehensive-introduction-to-the-global-bim-standard/.{in English}

4. Danylyuk N.Ya., Cheverda A.M. Assessment of the impact of BIM technologies on the course of oil and gas industry development // Bulletin of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. – 2025. – No. 1 (287). – P. 21–29. [Electronic resource] – Access mode: https://journals.snu.edu.ua/index.php/VisnikSNU/article/download/1024/983/1002. {in Ukrainian}

5. Building information modeling // Wikipedia. [Electronic resource] – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling. {in English}

6. Liu, Z., Lu, Y., & Peh, L. C. (2019). A Review and Scientometric Analysis of Global Building Information Modeling (BIM) Research in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry. Buildings, 9(10), 210. [Electronic resource] – Access mode: https://doi.org/10.3390/buildings9100210. {in English}

7. McKinsey Global Institute. (2017). Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. [Electronic resource] - Access mode: https://surl.lu/qfbcsg. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.391-405
УДК 330.322:69:004.9

к.т.н., доцент **Приходько Д.О.,**
prykhodko.do@knuba.edu.uaORCID: 0000-0002-4926-4790,
Кузьміч Я.Л.,
koozmichyaroslav2@gmail.com ORCID:0009-0009-7941-4890,
Коломієць В.В.,
Val1275@ukr.net ORCID: 0009-0009-6916-8374,
Штиль А.М.,
shtilam@gmail.com ORCID:0009-0007-3804-2926,
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТІВ У ЦИФРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

В умовах цифрової трансформації економіки питання ефективного оцінювання будівельних проєктів набуває нової якості, обумовленої впровадженням інтелектуальних систем, автоматизованого аналізу даних та використанням цифрових платформ у сфері управління проєктами. Традиційні методи оцінювання, які базуються на статичних фінансових показниках, виявляються недостатньо гнучкими в умовах динамічного середовища, багатофакторності проєктної реалізації та високого рівня ризиків. Окрім цього, класичні підходи не забезпечують повноцінного відображення ризикових сценаріїв, енергетичних чинників, кліматичних змін і параметрів стійкого розвитку, які все частіше стають визначальними при ухваленні інвестиційних рішень. У зв'язку з цим виникає об'єктивна потреба у модернізації підходів до оцінювання ефективності будівельних проєктів із використанням цифрових інструментів, таких як BIM-моделювання, аналітика великих даних (Big Data), платформи управління життєвим циклом проєктів та технології візуалізації. У статті здійснено систематизацію сучасних підходів до оцінювання будівельних проєктів у цифровому середовищі, проаналізовано особливості застосування цифрових індикаторів та мультикритеріальних моделей прийняття рішень. Окрему увагу приділено можливостям інтелектуалізації процесу оцінювання за допомогою штучного інтелекту та машинного навчання. Обґрунтовано доцільність переходу від локальних економічних оцінок до комплексних інтегрованих систем, здатних враховувати не лише фінансову доцільність, а й соціальні, екологічні та стратегічні ефекти. Визначено фактори, що стримують впровадження цифрових рішень в оцінювальну практику, серед яких – недостатня інтеграція інформаційних систем, відсутність стандартизованих протоколів обміну даними, обмежені

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.406-421
УДК 697.91; 622.7; 620.133

к.т.н., доцент **Човнюк Ю.В.**,
ychovnyuk@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0608-0203,
доцент **Чередніченко П.П.**,
petro_che@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7161-661X,
к.т.н., доцент **Москвітіна А.С.**,
moskvitina.as@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-3352-0646,
к.т.н., доцент **Васильєва Г.Ю.**,
anvas677@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0557-6925,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ СПОРТИВНОГО ЗАЛУ З ВРАХУВАННЯМ ПОКАЗНИКІВ КОМФОРТУ І ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ПРИ РОБІТІ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗА ПОТРЕБОЮ І ЗЕЛЕНОЇ СТІНИ

Метою дослідження є розробка та обґрунтування фізико-математичної моделі енергоефективного управління мікрокліматом фітнес-залу, яка враховує параметри комфортності та якості повітря. Це спрямовано на подальше дослідження, вдосконалення та впровадження багатопараметричних систем автоматичного керування ключовими показниками мікроклімату, такими як вологість, температура та швидкість руху повітряних мас. У роботі розглянуто сучасні вимоги до газового складу повітря в залах для занять спортом, а також методи оцінки його безпечності, які необхідно враховувати під час проєктування цих приміщень для забезпечення належного функціонування і експлуатації. Запропонований альтернативний підхід до моделювання комфортності приміщення передбачає врахування якості повітря. Оцінювання якості повітря для спортивних приміщень зазвичай базується на двох підходах: 1) порівняння концентрацій забруднювальних речовин із гранично допустимими нормами; 2) використання індексів якості повітря. У роботі наведено рівняння, їх аналітичні розв'язки та чисельні розрахунки, які описують динаміку абсолютної вологості повітря у приміщенні, взаємозв'язок між абсолютною і відносною вологістю, баланс маси повітря фітнес-залу, а також зміни температури й тиску в ньому. Виведено рівняння енергетичного балансу приміщення, яке було розв'язане аналітично. Отримані рішення дають змогу оптимізувати енергоефективність управління мікрокліматом під час експлуатації залу. Всі розглянуті в роботі залежності, диференціальні рівняння, їх чисельні та аналітичні розв'язки і складають математичну модель мікроклімату

приміщення для занять спортивною діяльністю, яка дозволяє експлуатувати дане приміщення у енергоефективному режимі з урахуванням динамічних змін надходження шкідливостей в приміщення, управління системою вентиляції та кондиціонування повітря за потребою в даний момент, тобто змінювати витрату повітря відповідно потреб. А також дозволяє інтегрувати кімнатні рослини (живу стіну) в сучасні системи забезпечення мікроклімату приміщення.

Ключові слова: якість внутрішнього повітря, клімат контроль, система живої стіни, зелена стіна, біофільтрація, енергоефективність, вентиляція, кондиціонування повітря, зелене будівництво; забрудненість приміщень викидами CO_2; інтелектуальні системи управління мікрокліматом.

Постановка проблеми. Екологічна безпека приміщень для занять спортивною діяльністю має безпосередній вплив на безпеку здоров'я та життя людей, які у них знаходяться. У цих приміщеннях має місце акумуляція шкідливих речовин в повітрі, зокрема, у фітнес-залах. Велика кількість спортивних, оздоровчих та тренувальних баз знаходиться в сільській місцевості, далеко від міст. І людина може знаходитись у вказаних приміщеннях тривалий час без перерв під впливом саме забруднювачів повітря.

Наразі для вирішення актуальних проблем соціальної безпеки людей, які займаються спортом (і, зокрема, у сільській місцевості) потребують наукового дослідження наступні проблемні завдання:

1) підтримання безпечного середовища для проведення тренувальних або спортивних занять у закритих спортивних спорудах;

2) впровадження методик оцінювання безпечності середовища для проведення фізкультурно-оздоровчих занять та тренувань з різних видів спорту;

3) впровадження новітніх, інноваційних технологій тестування мікроклімату закритих спортивних споруд за екологічними параметрами, які до того ж дозволяють забезпечити енергоефективні режими їх функціонування.

Існує два підходи для оцінки якості повітря закритих спортивних споруд: порівняння концентрацій забруднювачів з максимально допустимими концентраціями; застосування індексів якості повітря.

При застосування першого підходу для оцінки ступеню забрудненості закритої спортивної споруди (точніше, повітря в споруді) зазвичай використовують гранично допустимі концентрації (ГДК), які встановлені на міжнародному, державному та галузевому рівнях. Гранично допустимі концентрації можуть буди обов'язковими та рекомендованими, застосовуватись виключно до зовнішнього середовища (відкриті спортивні майданчики чи арени) або для повітря у закритих спортивних спорудах (спортивні або тренувальні зали,

тощо). Зокрема, до мікроклімату спортивних споруд закритого типу встановлені обмеження по температурі, вологості та швидкості руху повітря. Для систем вентиляції відсутні норми повітрообміну повітря та обмеження щодо рециркуляції для забезпечення концентрації вуглекислого газу в повітря (CO2) не вище гранично допустимої. Всі люди, які займаються оздоровлювано-лікувальною, тренувальною, спортивно-змагальною діяльністю у закритих спорудах так чи інакше знаходяться під впливом хімічних, фізичних та алергенних факторів. Хімічні фактори діють як безпосередньо при контакті з речовиною, зі спортивними знаряддями, тренажерами тощо, так і через вдихання шкідливих газів, летючих сполук, твердих частинок. Найбільшу небезпеку становить забруднення повітря закритих спортивних споруд, оскільки люди, які у них знаходяться.

Аналіз публікацій по темі досліджень. Багато країн встановили гранично допустимі концентрації шкідливостей у повітрі на державному рівні: Австралія [1], США [2-3], Німеччина [4], Індія [5], Республіка Корея [6], Канада [7] та інші. Всесвітня організація охорони здоров'я встановила орієнтовні ГДК для непромислового зовнішнього середовища та повітря приміщень [8]. Рекомендовані ГДК та тривалість перебування у концентрованому середовищі розроблені Національним інститутом безпеки та охорони здоров'я [9,10]. Американське товариство інженерів з опалення, охолодження та кондиціонування повітря (ASHRAE) запропонувало рекомендовані ГДК непромислових середовищ [11].

Мета роботи. Обґрунтувати математичну модель мікроклімату приміщення (фітнес-зали) закритої спортивної споруди, як багатозв'язної системи, яка дозволяє синтезувати багатопараметричні системи автоматичного керування комфортністю та якістю повітря й досліджувати їх ефективність.

Виклад основного матеріалу дослідження. Безпечність повітря може бути оцінена за допомогою Індексу Якості Повітря (AQI). Наразі, AQI використовується у Англії, Республіці Корея, Європейському Союзі, Мексиці, Сінгапурі, Індії, Канаді, Китаї, Гонконгу та США. У більшості згаданих вище країн регіональні агенції та філії зобов'язані щоденно звітувати AQI, що і дозволяє оцінювати динаміку забруднення повітря на державному рівні та вживати відповідних заходів для зменшення забруднення.

Зазвичай AQI розраховують за деякою шкалою, котра вказує на рівень забрудненості від низького до високого, або на рівень придатності для дихання від придатного до небезпечного. Використовують шкали індексів від 0 до 10, від 0 до 100 та від 0 до 500, де менші значення відповідають чистішому та безпечнішому повітрю, а більші – вищій концентрації забруднювачів.

Більшість країн використовують концентрації озону, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, твердих частинок різних фракцій та діоксиди азоту для визначення AQI. Для кожного зі вказаних забруднювачів розраховують відповідний частковий індекс AQI_i шляхом співвідношення короткострокового середнього значення його концентрації, найчастіше восьми або двадцяти годинного, з відповідною ГДК. AQI приймають рівним значенню найбільшого з часткових індексів забруднювачів.

$$AQI=MAX\ (AQI_i) \qquad (1)$$

Американською агенцією з захисту навколишнього середовища (US EPA) [12] встановлена наступна шкала AQI:

Таблиця 1

Шкала AQI EPA

Індекс якості повітря	Пояснення	Кольоровий код
0…50	Добре (безпечне) повітря *	Зелений
51….100	Повітря середньої якості	Жовтий
101…150	Повітря нездорове для чутливих груп	Помаранчевий
151…200	Нездорове повітря	Червоний
201…300	Дуже нездорове повітря	Фіолетовий
301…500	Небезпечне повітря	Бордовий

*Примітка:*враховується у AQI концентрація вуглекислого газу (CO_2) – ГДК та короткострокове середнє значення.*

Для розрахунку часткових індексів по кожному із забруднювачів використовують формулу:

$$\mathrm{AQI}_i = \frac{I_j - I_{j-1}}{C_{ji} - C_{(j-1)i}} \cdot \left(C_i - C_{(j-1)i}\right) + I_{j-1} \qquad (2)$$

де AQI_i - частковий індекс *i*-го забруднювача; C_i – концентрація *i*-го забруднювача, mg/m^3; C_{ji} - верхня границя інтервалу концентрацій, у який попадає C_i; $C_{(j\text{-}1)i}$ - нижня границя інтервалу концентрацій, у який потрапляє C_i; $I_{j\text{-}1}$ – значення AQI, що відповідає C_{ji}; I_j – значення AQI, що відповідає $C_{(j\text{-}1)i}$.

Залежності часткових індексів якості повітря від конценртацій забруднювачів є, по суті, неперервними кусково-лінійними функціями і можуть бути представлені у вигляді [13-14]:

$$\mathrm{AQI}_i = a_i \cdot C_i + b_i + \sum_{j=1}^{n} W_{ji}\left[C_i - C_{(j-1)i}\right], \qquad (3)$$

де $b_i \equiv I_{j-1}$, тобто AQI при C_{ji}, $W_{ji}=(k_{ji} - k_{(j-1)i})/2$, $k_{ji}=(I_j - I_{j-1})/(C_{ji} - C_{(j-1)i})$, $a_i=(k_{i0} – k_{in})/2$, при чому k_{ji} – кут нахилу сегменту j кусково-лінійної функції i-го забруднювача, m^3/mg.

Динаміка концентрації забруднювачів у повітрі приміщення закритої спортивної споруди визначається залежністю:

$$\frac{d_{i_{in}}}{dt} \cdot V + C_{i_{in}} \cdot q_{in} = C_{i_{ext}} \cdot q_{ext}, \quad (4)$$

де $C_{i_{in}}$ – концентрація i-го забруднювача повітря приміщення, mg/m^3; V – об’єм приміщення, $м^3$; q_{in} – об’ємна витрата витяжного повітря, m^3/s; q_{ext} – об’ємна витрата припливного повітря, m^3/s; $C_{i_{ext}}$ – концентрація i-го забруднювача у припливному повітрі, mg/m^3; t – час, s.

Розв’язок рівняння (4) має вид:

$$C_{i_{in}(t)} = C_{i_{in}}^{(0)} \cdot \exp\left\{-\frac{q_{in}}{V} \cdot t\right\} + \frac{C_{i_{ext}} \cdot q_{ext}}{q_{in}}, \quad (5)$$

і зображений на рис. 1.

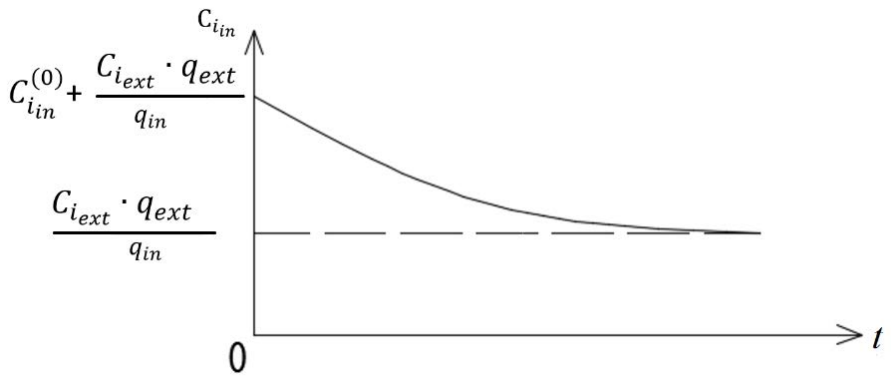


Рис.1. Залежність $C_{i_{in}}(t)$.

У виразі (5) введено позначення $C_{i_{in}}(0) = C_{i_{in}}^{(0)}$.

Для забезпечення належних умов тренування та відпочинку у закритих спортивних спорудах повітря, окрім безпечності, повинне також відповідати вимогам комфортності. Стандартом ISO 7730 для оцінки комфортності прийнято аналітичну залежність інтегрального показника комфортності PMV від параметрів повітря, метаболізму та вдягненості (у спортивну форму) людини. Згідно зі стандартом, алгоритм розрахунку показника PMV на етапі визначення температури поверхні одягу вимагає чисельного розв’язку рівняння четвертого ступеня (за алгоритмом Феррарі). Але можливий і інший підхід –

використання ітераційного алгоритму. Задля зменшення обчислювальної складності та представлення PMV у вигляді диференційованої функції можна застосувати різні методи апроксимації. Наприклад, перспективним підходом до розрахунку інтегрального показника комфортності є його апроксимація багатовимірним поліномом, для ефективного обчислення якого можна використовувати схему Горнера. Задля оцінки точності апроксимації було проведено обчислювальний експеримент на ПЕОМ із застосуванням методі багатовимірної поліноміальної регресії, який реалізований з використанням мови програмування Python та програмної бібліотеки SKIKIT-LEARN. Результати (таблиця 2) чисельного експерименту показали задовільну точність апроксимації PMV багатовимірними поліномами третього ступеня та вище:

$$\text{PMV}\,(T, T_r, v_a, \varphi, \text{MET}, \text{CLO}, W) \approx \text{p}^n\,(T, T_r, v_a, \varphi, \text{MET}, \text{CLO}, W), \qquad (6)$$

де T – температура повітря, °C; T_r – середня радіаційна температура, °C; v_a – швидкість повітря, m/s; φ – відносна вологість; MET – показник метаболізму, met (1 met=58,2 Вт/м2); CLO – показник вдягненості; W – ефективна зовнішня робота, Вт/м2; n – ступінь поліному ($n \geq 3$).

Динаміка абсолютної вологості повітря приміщення для занять спортом може бути визначена як:

$$\frac{d\alpha}{dt} \cdot \text{V} + \alpha \cdot q_{in} = \alpha_{ext} \cdot q_{ext} + \dot{m}_{in}, \qquad (7)$$

де α – абсолютна вологість повітря приміщення, г/м3; α_{ext} – абсолютна вологість припливного повітря, г/м3; $\dot{m}_{in}$ – масова витрата водяної пари від внутрішніх джерел, г/с.

Таблиця 2

Точність апроксимації PMV багатовимірним поліномом

Ступінь поліному (n)	Середньоквадратичне відхилення (σ)	Коефіцієнт детермінації (d)
2	0,236	0,9700
3	0,1153	0,9930
4	0,0589	0,9982
5	0,0329	0,9994

Розв’язок рівняння (7) має наступний вид:

$$\alpha\,(t) = \alpha_0 \cdot \exp\left\{-\frac{q_{in}}{V} \cdot t\right\} + \frac{\alpha_{ext} \cdot q_{ext} + \dot{m}_{in}}{q_{in}}, \qquad (8)$$

Залежність $\propto(t)$ зображена на рис. 2. У співвідношенні (8) введене позначення $\propto(0) = \propto_0$.

Залежність між абсолютною вологістю та відносною вологістю отримаємо, використовуючи рівняння стану ідеального газу та варіанту формули Магнуса-Тетенса для визначення тиску насиченої пари, яка була запропонована Болтоном [15]:

$$\varphi = \frac{\propto \cdot (T + 273{,}15)}{2{,}1674 \cdot 6{,}112 \cdot exp\left\{\frac{17{,}67 \cdot T}{T + 243{,}5}\right\}}. \tag{9}$$

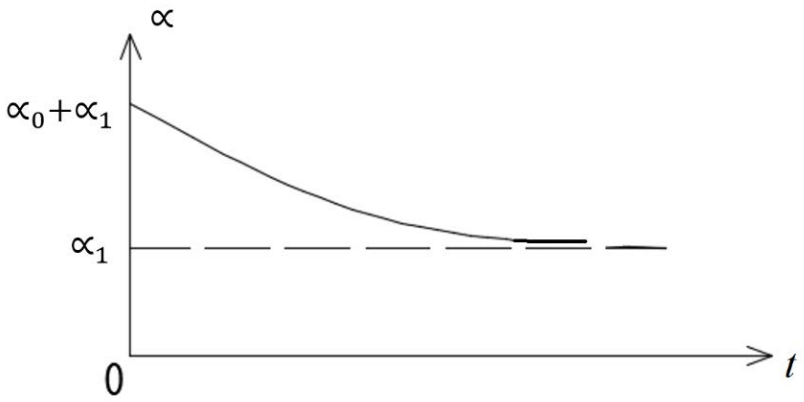


Рис.2. Залежність $\propto(t)$: $\propto_1 = \frac{\propto_{ext} \cdot q_{ext} + \dot{m}_{in}}{q_{in}}$.

Залежність масового балансу повітря приміщення, динаміки його температури й тиску має вигляд:

$$\left(\frac{1}{p} \cdot \frac{dp}{dt} - \frac{1}{T} \cdot \frac{d\tilde{T}}{dt}\right) \cdot \rho \cdot V + 10^{-3} \cdot \frac{R_{da} - R_{wp}}{R} \cdot (\propto_{ext} \cdot q_{ext} + \dot{m}_{in} - \propto \cdot q_{in}) +$$
$$+ 10^{-3} \cdot \sum_{i=1}^{N} \frac{R_{da} - R_i}{R} \cdot \left(C_{i_{ext}} \cdot q_{ext} - C_i \cdot q_{in}\right) = \rho_{ext} \cdot q_{ext} - \rho \cdot q_{in} + \tag{10}$$
$$+ 10^{-3} \cdot \dot{m}_{in},$$

де p – тиск повітря приміщення, Па; $\tilde{T}$ – температура повітря приміщення, К; ρ – густина повітря в приміщенні, кг/м^3; R_{da}, R_{wp}, R_i – індивідуальні газові сталі відповідно сухого повітря, водяної пари та i-го забруднювача, Дж/(кг·К); ρ_{ext} – густина припливного повітря, кг/м^3.

Формула енергетичного балансу приміщення має вигляд:

$$\rho \cdot C_V \cdot V \cdot \frac{d\tilde{T}}{dt} = u_{ext} \cdot \rho_{ext} \cdot q_{ext} - u \cdot \rho \cdot q_{in} + Q_{in} + Q_0, \tag{11}$$

де C_V – питома теплоємність повітря фітнес-зали, Дж/(кг· К); u, u_{ext} – відповідно питома внутрішня енергія внутрішнього та припливного повітря, Дж/кг; Q_0 – тепловий потік від огороджень (стеля, підлога ,стіни), Дж/с; Qin – тепловий потік від внутрішніх джерел, Дж/с.

Розв'язок (11) має наступний вид:

$$\tilde{T}(t) = \left\{\frac{u_{ext}\cdot\rho_{ext}\cdot q_{ext} - u\cdot\rho\cdot q_{in} + Q_{in} + Q_0}{\rho\cdot C_v\cdot V}\right\}\cdot t_t\cdot\tilde{T}_0. \quad (12)$$

Тобто $\tilde{T}$ є лінійною функцією часу (t). У (12) введено позначення $\tilde{T}_0 = \tilde{T}(0)$. Залежність $\tilde{T}(t)$ зображена на рис.3.

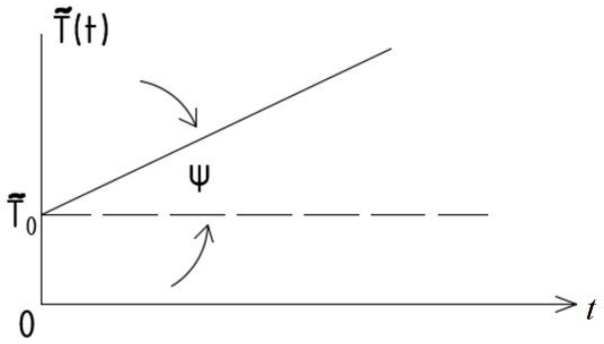


Рис. 3. Залежність $\tilde{T}(t)$: $\tilde{T}(t) = \tilde{k}\cdot t + \tilde{T}_0$,

$$\tilde{k} = tg\Psi = \frac{u_{ext}\cdot\rho_{ext}\cdot q_{ext} - u\cdot\rho\cdot q_{in} + Q_{in} + Q_0}{\rho\cdot C_v\cdot V}$$

Розглянуті вище залежності (1) - (12) складають математичну модель мікроклімату закритої спортивної споруди, яка дозволяє розглядати його як багатовимірний багатозв'яний ланцюг (рис.4) з п'ятьма вхідними параметрами (T_{ext}, φ_{ext}, C_{ext}, q_{ext}, q_{in}), п'ятьма вихідними параметрами (T, φ, C, PMV, AQI) та п'ятьма збуреннями (Q0, MET, W, m_{in}, CLO).

У операторній формі багатовимірний багатозв'язний ланцюг такого типу можна подати як матричний добуток:

$$Y(p) = \bar{W}(p)\cdot X(p), \quad (13)$$

$$\bar{W}(p) = \begin{bmatrix} \bar{W}_{11}(p) & \bar{W}_{12}(p)\cdots & \bar{W}_{1n}(p) \\ \bar{W}_{21}(p) & \bar{W}_{22}(p)\cdots & \bar{W}_{2n}(p) \\ \bar{W}_{m1}(p) & \bar{W}_{m2}(p)\ldots & \bar{W}_{mn}(p) \end{bmatrix}, \quad (14)$$

де $Y(p)$ – вектор вихідних параметрів; $X(p)$ – вектор вхідних параметрів; $\bar{W}(p)$ – матриця передаточних функцій.

На рис. 4 зображена структурна схема приміщення (фітнес-зали) як багатовимірного багатозв'язного ланцюга і введені наступні позначення: T_{ext}, φ_{ext}, - відповідно температура, відносна вологість.

Слід зазначити, що для ефективного та енергоощадного режиму функціонування приміщення необхідно використати розгалужену у закритій спортивній споруді систему датчиків (вологості, тиску, температури, CO_2 та швидкості руху повітря), які забезпечують моніторинг та регулювання параметрів, які визначають оптимальні значення останніх і підтримують у фітнес-залі комфортні умови для проведення тренувальних занять, якісний склад повітря та необхідний мікроклімат [16-17]. Також, ці датчики повинні бути пов'язані з роботою системи вентиляції та місцевим охолодженням або системою кондиціонування повітря, щоб вони працювала в динамічному режимі, у відповідності до зміни надходжень шкідливостей в приміщення. Для енергоефективного підтримання мікроклімату в приміщенні, згідно структурної схеми, наведеної на рис.4., необхідно використовувати систему вентиляції та кондиціонування повітря зі змінною витратою повітря [18-20].

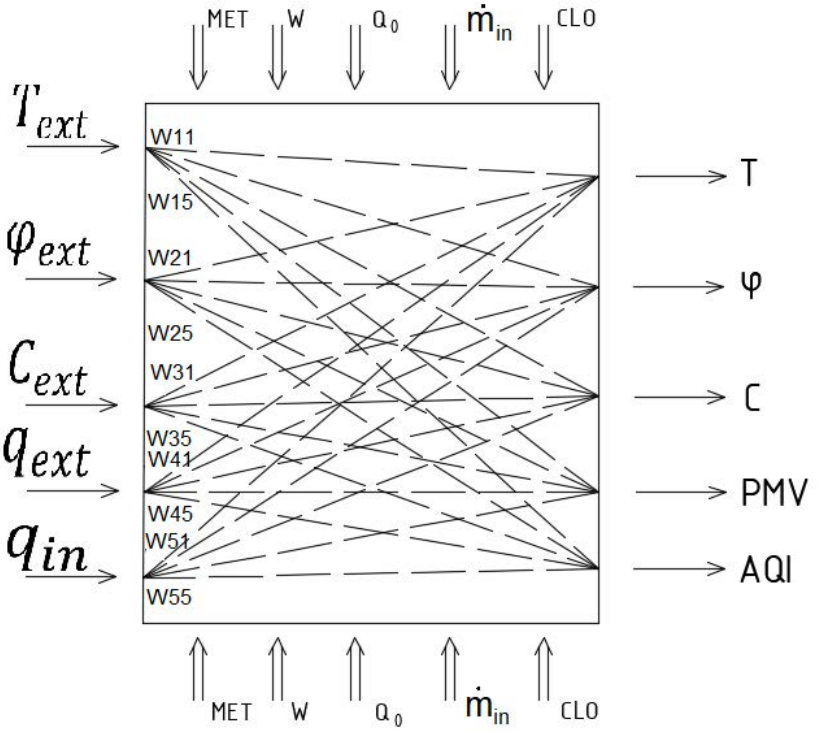


Рис. 4. Структурна схема приміщення (фітнес-зали) як багатовимірного багатозв'язного ланцюга

Ще один перспективний метод для зниження концентрації забруднюючих речовин у повітрі полягає у використанні рослин та пов'язаних з ними ґрунтових мікроорганізмів. Людське існування на Землі неможливе без функціонуючої системи життєзабезпечення, яка включає складні взаємозв'язки з рослинами та мікроорганізмами. Тому спроби ізоляції людини в герметичних

будівлях, віддалених від цієї екологічної системи, неминуче призводять до проблем. Навіть відсутність сотень синтетичних органічних хімікатів у замкненому середовищі не запобіжить появі проблем із забрудненням повітря через власні відходи людини [21 - 23]. Отже, листя, коріння, ґрунт та мікроорганізми, що пов'язані з рослинами, розглядаються як потенційний спосіб зниження забруднювачів повітря всередині приміщень.

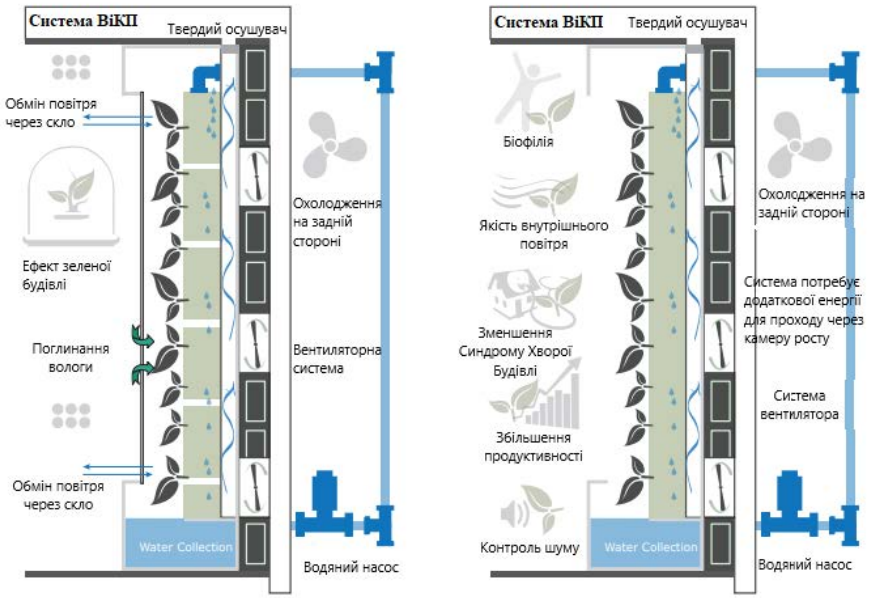


Рис. 5. Система вентиляції та кондиціонування повітря з живою стіною.

Спільні дослідження НАСА та Асоціації ландшафтних підрядників Америки (ALCA), що охоплюють два роки даних, показують можливість використання кімнатних рослин для вирішення проблем забруднення повітря в будинках, нагадуючи людям про їхню залежність від рослин для збереження життя та благополуччя на нашій планеті. Використання систем фітокондиціонуваання, живих стін потенційно може знизити навантаження на ці системи [24, 25]. Що стосується контролю температури, випаровування з рослин сприяє зниженню температури навколишнього середовища [26, 27].

Якщо додати в приміщення зелену стіну (рис.5) для підвищення енергоефективності системи та психологічного клімату в приміщенні, то процес управління вентиляцією зі змінною витратою повітря та місцевим охолоджувачем або системою кондиціонування повітря необхідно робити з урахуванням потреби необхідної кількості зовнішнього повітря та температури в приміщенні, а також з урахуванням процесів тепловологообміну в приміщенні та динаміки зміни теплонадходжень впродовж дня [28-30].

Висновки. Обґрунтована математична модель мікроклімату приміщення (фітнес-зали) закритої спортивної споруди, як багатозв’язної системи, яка дозволяє синтезувати багатопараметричні системи автоматичного керування

комфортністю та якістю повітря й досліджувати їх ефективність. Універсальність моделі дозволяє здійснювати керування газовим складом повітря за показником його якості або відповідно до ГДК, встановлених санітарними нормами для спортивних споруд закритого типу, на галузевому та державному рівнях із залученням мехатронних систем моніторингу, контролю та регулювання відповідних ключових параметрів мікроклімату подібних приміщень, а також для забезпечення комфортних умов перебування в них людей, які займаються спортивною, учбово-тренувальною та оздоровчо-лікувальною фізичною культурою. Такі системи управління відповідають вимогам управління системами вентиляції та кондиціонування повітря зі змінною витратою і вважаються системами управління з класом енергоефективності А. Це дозволяє зменшити непродуктивні втрати енергоносіїв при роботі системи саме за потребою в даний момент часу. Також зелена стіна дозволяє зменшити кількість повітря, яке подається в приміщення за рахунок біофільтрації. Що також вписується в розглянуту багатопараметричну систему автоматичного керування.

Бібліографічний список:

1. Regulation of Air Pollution: Australia. [online] [18.03.2025]. Available at: https://maint.loc.gov/law/help/air-pollution/australia.php

2. Criteria Air Pollutants. US EPA. [online] [18.03.2025]. Available at: https://surl.li/yblngn

3. Limits for air contaminants. [online] [18.03.2025]. Available at: https://surl.li/ebdvja

4. List of MAK and BAT Values. [online] [18.03.2025]. Available at: https://series.publisso.de/en/pgseries/overview/mak/lmbv/curIssue

5. India: Air Quality Standards. [online] [18.03.2025]. Available at: https://www.transportpolicy.net/standard/india-air-quality-standards/

6. INDOOR AIR QUALITY CONTROL ACT. [online] [18.03.2025]. Available at: https://elaw.klri.re.kr/eng_service/lawView.do?hseq=41231&lang=ENG

7. Canadian Ambient Air Quality Standards (CAAQS). [online] [18.03.2025]. Available at: https://ccme.ca/en/air-quality-report

8. World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. [online] [18.03.2025]. Available at: https://iris.who.int/handle/10665/345329.

9. The NIOSH Occupational Exposure Banding Process for Chemical Risk Management. [online] [18.03.2025]. Available at: https://www.cdc.gov/niosh/docs/2019-132/default.html

10. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2016. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. [online] [18.03.2025]. Available at: https://surl.li/hipnlw

11. 2024 TLVs and BEIs Based on the Documentaion of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. Amerian CGIH. 280 p.

12. Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). [online] [18.03.2025]. Available at: https://surl.li/ypxsbs

13. Yurii Chovniuk, Anna Moskvitina, Serhii Rybachov, Petro Zinych. Nonisothermal flow of nanofluid in ground heat accumulator for decentralized heat supply of rural facilities for various purposes. Contents of Proceedings of 23rd International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT.May 22-24, 2024. Vol.23. P.623-629.

14. Yurii Chovniuk, Anna Moskvitina, Mania Shyshyna, Serhii Rybachov, Olha Mykhailyk. Optimization of heat transfer processes in enclosing structures of architectural monuments located outside urban agglomeration. Contents of Proceedings of 23rd International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT.May 22-24, 2024. Vol.23. P. 615-622.

15. Bolton, D. (1980) The Computation of Equivalent Potential Temperature. Monthly Weather Review, 108, 1046-1053.

16. Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Москвітіна А.С. Моделювання та алгоритм розрахунку параметрів системи регулювання мікроклімату приміщення з елементами штучного інтелекту. Містобудування та територіальне планування. Випуск 79. К.: КНУБА. 2022. С. 446-462.

17. Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Москвітіна А.С., Золотар Л.В. Інноваційний метод дослідження динаміки зміни забрудненості та вологості повітря спортивних споруд: фітнес-зали та плавальні басейни. Містобудування та територіальне планування. Випуск 83. К.: КНУБА. 2023. С. 374–385.

18. Москвітіна А. С., Шишина М.О. Дослідження поля температур у приміщенні при роботі систем кондиціонування при змінних теплових навантаженнях приміщення. Молодий вчений - Випуск 3(79). 2020. С. 186-192.

19. Москвітіна, А.С., Шишина М.О., Корчмінський М. Техніко-економічне та екологічне обґрунтування використання систем зі змінною витратою повітря для адміністративних будівель. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: науково-технічний збірник. Випуск 36.К.: КНУБА, 2021. С.62-79.

20. Dovhaliuk V., Mileikovskyi V. New approach for refined efficiency estimation of air exchange organization. International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol. 7. №. 3. P. 591-596.

21. Wong N.H., Kwang T.AY., Chen Y., Sekar K., Tan P.Y., Chan D., et al. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. Build Environ. 2010. Vol. 45. no.3 P. 663—72.

22. Tetiana Tkachenko, Viktor Mileikovskyi, Anna Moskvitina, Iryna Peftieva, Viktoriia Konovaliuk, Adam Ujma. PROBLEMS OF STANDARDISING ILLUMINATION FOR PLANTS IN GREENHOUSES AND GREEN STRUCTURES. Contents of Proceedings of 22nd International

Scientific Conference ‘ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT’ May 24-26, 2023. P.1011-1016.

23. Ling CZ, Ghaffarian HA. Greenscaping buildings: amplification of vertical greening towards approaching sustainable urban structures. J Creative Sustain Archit Built Environ. 2012. Vol.2. P. 13-22.

24. Green horizons: Exploring the potential of vertical green walls / Jeyasurya T et al. Plant Science Today. 2024.

25. Fjeld T. The Effect of Interior Planting on Health and Discomfort among Workers and School Children. HortTechnology. 2000. Vol. 10, no. 1. P. 46–52.

26. Wolverton B.C. Interior landscape plants for indoor air pollution abatement. Stennis Space Center, Miss : National Aeronautics and Space Administration, 1989. 22 p.

27. Pease, P.; Chhabra, J.; Zolfaghari, Z. Planning for net zero by 2050, what HVAC system interventions will today’s code minimum commercial buildings require? arXiv 2021, arXiv:2111.03899.

28. Приймаченко О.В., Москвітіна А.С., Бистров Д.О. Використання нечіткої логіки для управління vav-системою кондиціонування повітря в поєднанні з зеленою стіною. Просторовий розвиток. Випуск 10. К.: КНУБА, 2024 С.389–406.

29. Davis M.M., Hirmer S. The potential for vertical gardens as evaporative coolers: An adaptation of the ‘Penman Monteith Equation’. Building and Environment. 2015. Vol. 92. P. 135–141.

30. Ottele M. The green building envelope: vertical greening [dissertation]. Delft: Delft University of Technology; 2011.

PhD, associate professor **Chovniuk Yuriy**,
Associate Professor **Cherednichenko Petro**,
PhD, Associate Professor **Moskvitina Anna**,
PhD, Associate Professor **Vasylieva Hanna**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

ENERGY-EFFICIENT MICROCLIMATE MANAGEMENT OF A GYM, TAKING INTO ACCOUNT COMFORT AND AIR QUALITY INDICATORS WHEN MAKING VENTILATION ON DEMAND AND A GREEN WALL

The study aims to develop and substantiate a physical and mathematical model of energy-efficient microclimate management of a fitness room, which takes into account the parameters of comfort and air quality. This is aimed at further research, improvement and implementation of multi-parameter automatic control systems for key microclimate indicators, such as humidity, temperature and air velocity. The paper considers modern requirements for the gas composition of air in gyms, as well

as methods for assessing its safety, which must be taken into account when designing these facilities to ensure proper functioning and operation. The proposed alternative approach to modelling indoor comfort involves taking into account air quality. Air quality assessment for sports facilities is usually based on two approaches: 1) comparing the concentrations of pollutants with the maximum permissible standards; 2) using air quality indices. The paper presents equations, their analytical solutions and numerical calculations that describe the dynamics of absolute humidity in the room, the relationship between absolute and relative humidity, the balance of air mass in the fitness room, as well as changes in temperature and pressure in it. The energy balance equation for the room was derived and solved analytically. The obtained solutions make it possible to optimise the energy efficiency of microclimate control during the operation of the gym. All the dependencies, differential equations, their numerical and analytical solutions considered in this paper constitute a mathematical model of the microclimate of a sports hall, which allows the hall to be operated in an energy-efficient mode, taking into account dynamic changes in the intake of harmful substances into the room, controlling the ventilation and air conditioning system as needed at the moment, i.e. changing the air flow rate according to the needs. It also allows the integration of indoor plants (living wall) into modern indoor climate control systems.

Key words: indoor air quality; climate control; living wall system; green wall; biofiltration; energy efficiency; ventilation; air conditioning; green building; indoor CO_2 emissions; intelligent microclimate control systems.

REFERENCE:

1. Regulation of Air Pollution: Australia. [online] [18.03.2025]. Available at: https://maint.loc.gov/law/help/air-pollution/australia.php . {in English}

2. Criteria Air Pollutants. US EPA. [online] [18.03.2025]. Available at: https://surl.li/yblngn. {in English}

3. Limits for air contaminants. [online] [18.03.2025]. Available at: https://surl.li/ebdvja

4. List of MAK and BAT Values. [online] [18.03.2025]. Available at: https://series.publisso.de/en/pgseries/overview/mak/lmbv/curIssue. {in English}

5. India: Air Quality Standards. [online] [18.03.2025]. Available at: https://www.transportpolicy.net/standard/india-air-quality-standards/.{in English}

6. INDOOR AIR QUALITY CONTROL ACT. [online] [18.03.2025]. Available at: https://elaw.klri.re.kr/eng_service/lawView.do?hseq=41231&lang=ENG. {in English}

7. Canadian Ambient Air Quality Standards (CAAQS). [online] [18.03.2025]. Available at: https://ccme.ca/en/air-quality-report. {in English}

8. World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10); ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. [online] [18.03.2025]. Available at: https://iris.who.int/handle/10665/345329. {in English}

9. The NIOSH Occupational Exposure Banding Process for Chemical Risk Management. [online] [18.03.2025]. Available at: https://www.cdc.gov/niosh/docs/2019-132/default.html{in English}

10. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2016. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. [online] [18.03.2025]. Available at: https://surl.li/hipnlw{in English}

11. 2024 TLVs and BEIs Based on the Documentaion of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. Amerian CGIH. 280 p. {in English}

12. Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). [online] [18.03.2025]. Available at: https://surl.li/ypxsbs{in English}

13. Yurii Chovniuk, Anna Moskvitina, Serhii Rybachov, Petro Zinych. Nonisothermal flow of nanofluid in ground heat accumulator for decentralized heat supply of rural facilities for various purposes. Contents of Proceedings of 23rd International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT.May 22-24, 2024. Vol.23. P.623-629. {in English}

14. Yurii Chovniuk, Anna Moskvitina, Mania Shyshyna, Serhii Rybachov, Olha Mykhailyk. Optimization of heat transfer processes in enclosing structures of architectural monuments located outside urban agglomeration. Contents of Proceedings of 23rd International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT.May 22-24, 2024. Vol.23. P. 615-622. {in English}

15. Bolton, D. (1980) The Computation of Equivalent Potential Temperature. Monthly Weather Review, 108, 1046-1053. {in English}

16. Chovnyuk YU.V., Cherednichenko P.P., Moskvitina A.S. Modelyuvannya ta alhorytm rozrakhunku parametriv systemy rehulyuvannya mikroklimatu prymishchennya z elementamy shtuchnoho intelektu. Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya. Vypusk 79. K.: KNUBA, 2022. P. 446-462. {in Ukrainian}

17. Chovnyuk YU.V., Cherednichenko P.P., Moskvitina A.S., Zolotar L.V. Innovatsiynyy metod doslidzhennya dynamiky zminy zabrudnenosti ta volohosti povitrya sportyvnykh sporud: fitnes-zaly ta plaval′ni baseyny. Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya. Vypusk 83. K.: KNUBA. 2023. P. 374–385. {in Ukrainian}

18. Moskvitina A.S., Shyshyna M.O. Doslidzhennya polya temperatur u prymishchenni pry roboti system kondytsionuvannya pry zminnykh teplovykh navantazhennyakh prymishchennya. Molodyy vchenyy - Vypusk 3(79). 2020. P. 186-192. {in Ukrainian}

19. Moskvitina, A.S., Shyshyna M.O., Korchmins′kyy M. Tekhniko-ekonomichne ta ekolohichne obgruntuvannya vykorystannya system zi zminnoyu vytratoyu povitrya dlya administratyvnykh budivel′. Ventylyatsiya, osvitlennya ta teplohazopostachannya: naukovo-tekhnichnyy zbirnyk. Vypusk 36.K.: KNUBA, 2021. P.62-79. {in Ukrainian}

20. Dovhaliuk V., Mileikovskyi V. New approach for refined efficiency estimation of air exchange organization. International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol. 7. №. 3. P. 591-596. {in English}

21. Wong N.H., Kwang T.AY, Chen Y., Sekar K., Tan P.Y., Chan D., et al. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. Build Environ. 2010. Vol. 45. no.3 P. 663—72. {in English}

22. Tetiana Tkachenko, Viktor Mileikovskyi, Anna Moskvitina, Iryna Peftieva, Viktoriia Konovaliuk, Adam Ujma. PROBLEMS OF STANDARDISING ILLUMINATION FOR PLANTS IN GREENHOUSES AND GREEN STRUCTURES. Contents of Proceedings of 22nd International Scientific Conference 'ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT' May 24-26, 2023. P.1011-1016. {in English}

23. Ling C.Z., Ghaffarian H.A. Greenscaping buildings: amplification of vertical greening towards approaching sustainable urban structures. J Creative Sustain Archit Built Environ. 2012. Vol.2. P. 13-22. {in English}

24. Green horizons: Exploring the potential of vertical green walls / Jeyasurya T et al. Plant Science Today. 2024. {in English}

25. Fjeld T. The Effect of Interior Planting on Health and Discomfort among Workers and School Children. HortTechnology. 2000. Vol. 10, no. 1. P. 46–52. {in English}

26. Wolverton B.C. Interior landscape plants for indoor air pollution abatement. Stennis Space Center, Miss : National Aeronautics and Space Administration, 1989. 22 p. {in English}

27. Pease, P.; Chhabra, J.; Zolfaghari, Z. Planning for net zero by 2050, what HVAC system interventions will today's code minimum commercial buildings require? arXiv 2021, arXiv:2111.03899. {in English}

28. Pryymachenko O.B., Moskvitina A.S., Bystrov D.O. Vykorystannya nechitkoyi lohiky dlya upravlinnya vav-systemoyu kondytsionuvannya povitrya v poyednanni z zelenoyu stinoyu. Prostorovyy rozvytok. Vypusk 10. K.: KNUBA, 2024 P.389–406. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.422-437
УДК 628.4.043:691(477)

Чубін А.І.,
chubin111@ukr.net, ORCID: 0000-0004-8920-601X,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНИХ МЕТОДІВ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ТА ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ

З огляду на потреби післявоєнної відбудови України проблема перероблення будівельних відходів набуває стратегічного значення. Масштабні руйнування призвели до утворення мільйонів тонн будівельного сміття, значна частина якого може бути перетворена у вторинну сировину. Водночас наявна система управління відходами не забезпечує ефективного ресайклінгу – багаторазового використання ресурсів шляхом повного перероблення відходів від стану сировини до готового продукту – через фрагментарність регуляторної бази, нестачу логістичних ресурсів та відсутність комплексного підходу. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оптимізації повторного використання матеріалів для зниження екологічного навантаження та підвищення економічної ефективності будівництва в умовах обмежених ресурсів. Метою дослідження є наукове обґрунтування та розроблення ефективних методів перероблення та повторного використання будівельних відходів під час післявоєнної відбудови України. Для її досягнення досліджено сучасні технології та практики ресайклінгу в Україні та світі, оцінено потенціал повторного використання матеріалів, ідентифіковано основні перешкоди впровадження інноваційних рішень. Методологічною основою дослідження є поєднання загальнонаукових методів (аналізу, синтезу, системного підходу) та спеціалізованих інструментів (порівняльного аналізу, експертного оцінювання). Це дало змогу дослідити чинники ефективності ресайклінгу, сформувати типологію бар'єрів (нормативних, логістичних, інституційних тощо) і запропонувати концептуальну модель удосконалення управління будівельними відходами з урахуванням специфіки регіону та інвестиційної привабливості. Результати дослідження засвідчують, що близько 80 % будівельного сміття в Україні може бути повторно використано, однак наявна система не забезпечує відповідної переробної спроможності. Наукова новизна полягає в розробці системного підходу до повторного використання залишок конструкцій з урахуванням техніко-економічних та екологічних чинників, а також у концептуальному обґрунтуванні застосування мобільних переробних установок для деокупованих територій. Практична цінність полягає в можливості застосування

результатів для розроблення політики відбудови, оптимізації логістичних ланцюгів та стимулювання використання вторинної сировини в будівництві.

Ключові слова: вторинна сировина; логістика відходів; стале будівництво; екологічна безпека; державне регулювання; інфраструктура перероблення.

Постановка проблеми. В умовах післявоєнної відбудови України проблема утилізації будівельних відходів постає особливо гостро. Масштабні руйнування інфраструктури та житлового фонду спричинили безпрецедентне зростання обсягів твердих відходів, що створює як екологічне, так і економічне навантаження на громади й державу загалом. Водночас будівельні відходи можуть розглядатися не лише як тягар, а і як цінний ресурс для повторного залучення в нові будівельні процеси, що узгоджується з принципами економіки замкненого циклу [1, с. 26–27; 2, с. 75–76].

Актуальність дослідження також зумовлена недостатньою інтеграцією сучасних технологій перероблення в практику українського будівельного сектору, попри наявність позитивного міжнародного досвіду. Насамперед на регіональному рівні гостро відчувається нестача ефективних систем сортування, логістики та стимулювання ресайклінгу. Це значно ускладнює формування сталих ланцюгів постачання вторинних матеріалів, які могли б зменшити залежність від первинних ресурсів та скоротити загальний вуглецевий слід у будівництві.

Проблемою є також відсутність уніфікованих методичних підходів до оцінювання потенціалу будівельних відходів у контексті різних типів руйнувань та умов перероблення. Це створює труднощі в обґрунтованому прийнятті рішень на рівні муніципалітетів та забудовників. Недостатній рівень нормативної розрізненості наявних практик управління будівельними відходами також стримують інноваційну активність і впровадження індустріальних технологій ресайклінгу.

У цьому контексті постає необхідність розроблення системного наукового підходу до перероблення й повторного використання будівельних відходів, який би поєднував екологічну доцільність, економічну ефективність та технічну реалізованість. Актуальність теми посилюється потребою швидкої та ресурсно ефективної відбудови деокупованих територій, що повинна ґрунтуватися на принципах сталого розвитку та оптимального використання наявних матеріальних залишків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика перероблення будівельних відходів активно досліджується в контексті впровадження принципів сталого розвитку, економіки замкненого циклу та екологічної

безпеки. У праці О. Корнелюк та С. Левицького обґрунтовано доцільність переходу до моделі циркулярного будівництва як механізму раціонального управління ресурсами та скорочення відходів [3]. Автори акцентують на необхідності інтеграції економічних механізмів замкненого циклу в будівельну галузь України.

Науковці М. Омер (M. Omer), Р. Рахман (R. Rahman) та С. Альмутаїрі (S. Almutairi) аналізують чинники, що визначають ефективність застосування технологій перероблення будівельних відходів, зокрема через призму зручності експлуатації обладнання [4]. Запропонована авторами концепція «usability» вказує на важливість адаптації технологій до умов будівельного майданчика, що є надзвичайно актуальним для деокупованих регіонів України.

Нормативну архітектоніку управління відходами в ЄС як передумову підвищення ефективності ресайклінгу розглядають І. Папаміхаель зі співавторами (I. Papamichael et al.) [5]. Автори пропонують базову структуру директив, що забезпечують відстежуваність і стандартизацію процесів перероблення.

У вітчизняному контексті питання енергоефективності в будівництві вивчено М. Фрідляндом, який розглядає «зелені» технології як інструмент підвищення еколого-економічної результативності інженерних рішень [6]. У дослідженні продемонстровано потенціал альтернативних матеріалів. Учені Б. Савчук і Д. Пушкарьов зосереджують увагу на технічних методах перероблення полімерних відходів, зокрема на аспектах їхнього сортування та модифікації [7].

Екологічний фокус є визначальним у статті О. Палій, яка аналізує вплив повторного використання будівельного сміття на стан довкілля [8]. Авторка наголошує на потребі очищення матеріалів від токсичних компонентів. Інноваційні технології управління будівельними відходами з урахуванням принципів циркулярної економіки висвітлюють Н. Левченко зі співавторами [9].

Національний контекст стратегічного планування охоплено в публікації Я. Нижниченко, яка здійснила порівняльний аналіз стану справ в Україні та за кордоном [10]. Дослідниця вказує на фрагментарність української політики у сфері ресайклінгу та потребу в інституційному оновленні системи управління відходами. Регіональний підхід до поводження з відходами розробили Т. Сафранов, В. Приходько та В. Михайленко [11]. Автори дослідження аналізують відмінності управлінських стратегій у різних регіонах, приділяючи особливу увагу питанням збору та утилізації відходів.

Науковці Ф. Гуо (F. Guo), Дж. Ван (J. Wang) та Ю. Сонг (Y. Song) представили економічні моделі субсидування систем перероблення, що

спрямовані на підтримку цих систем у перехідних економіках [12]. Результати моделювання свідчать про перевагу споживчих субсидій для стимулювання попиту на перероблену продукцію, що може бути цінним орієнтиром для українських умов. Інженерно-будівельний аспект проблеми висвітлили Г. Джозеф та співавтори (H. Joseph et al.), які здійснили технічну оцінку застосування будівельних залишків у новому бетоні [13]. Вони доводять можливість збереження міцності та довговічності конструкцій за умови відповідного очищення вторинної сировини.

Дослідження Т. Кваші, О. Паладченко та І. Молчанової систематизує перспективні напрями у сфері управління відходами, приділяючи увагу не лише технологічним, а й економіко-правовим аспектам [14]. Автори пропонують стратегічні орієнтири для наукової політики у сфері перероблення. Науковці В. Приходько та Т. Сафранов проаналізували ресурсоцінний складник твердих побутових відходів [15]. Хоча дослідження не фокусується безпосередньо на будівельному секторі, воно надає важливу методичну основу для класифікації вторинної сировини, що може бути застосована й до будівельних відходів.

Попри наявність значної кількості досліджень, більшість із них обмежуються вузькою проблематикою: орієнтовані переважно на екологічні або інженерно-технологічні аспекти, не охоплюють повний ланцюг управління будівельними відходами – від ідентифікації до інтеграції в нові виробничі процеси, а також не містять належного економіко-організаційного обґрунтування вибору методів ресайклінгу під час післявоєнної відбудови України. Крім того, недостатньо міждисциплінарних підходів, які б комплексно поєднували інженерно-будівельні, екологічні та економічні аспекти розв’язання зазначеної проблеми.

Мета дослідження та формулювання цілей. Метою дослідження є наукове обґрунтування та розроблення ефективних методів перероблення й повторного використання будівельних відходів в умовах післявоєнної відбудови України. Для досягнення зазначеної мети сформульовано такі завдання:

1) дослідити сучасні підходи, інструменти та технології перероблення будівельних відходів в Україні та за кордоном;

2) проаналізувати потенціал будівельних відходів для повторного використання в будівництві, зокрема на деокупованих територіях;

3) виявити перешкоди в наявній системі управління будівельними відходами, а також розробити пропозиції щодо удосконалення методів ресайклінгу з урахуванням специфіки регіону, логістичних можливостей та інвестиційної привабливості.

Методи дослідження. Дослідження ґрунтується на застосуванні комплексу загальнонаукових та спеціальних методів, що забезпечили системний підхід до вивчення проблем перероблення й повторного використання будівельних відходів у сучасних умовах післявоєнної відбудови України.

У роботі застосовано метод аналізу та синтезу, що сприяв критичному осмисленню наявних теоретичних підходів до управління будівельними відходами, систематизації типових рішень у сфері ресайклінгу та виокремленню чинників, які впливають на ефективність їхнього впровадження. Узагальнено наукові джерела, аналітичні звіти та практичні кейси, як українські, так і закордонні.

Для порівняння різних моделей управління перероблення будівельних відходів застосовано порівняльний метод, що дав змогу виокремити відмінності між національними та міжнародними практиками. Особливу увагу приділено аналізу політик ЄС щодо ресайклінгу, зокрема досвіду країн, що досягли високих показників повторного використання матеріалів.

Застосовано також системний підхід, що передбачає розгляд проблематики ресайклінгу як взаємодії екологічних, економічних, технологічних, інституційних та логістичних чинників. Цей підхід дав змогу сформулювати модель ефективного управління будівельними відходами як багатокомпонентний процес, де кожен етап – від ідентифікації до повторного використання – потребує скоординованих рішень.

Крім того, застосовано факторний аналіз для виявлення основних перешкод, що уповільнюють розвиток систем ресайклінгу (нормативні, інституційні, логістичні, техніко-технологічні, фінансові та інформаційні), на основі чого розроблено практичні рекомендації для подолання кожного з них. Окрім того, частково залучено елементи експертного оцінювання, зокрема при аналізі аналітичних оглядів для врахування регіональних відмінностей у підходах до ресайклінгу.

Застосування комплексу цих методів дало змогу сформувати цілісне бачення стану проблеми, визначити найефективніші підходи до управління відходами та обґрунтувати наукові й практичні засади для розроблення дієвої моделі ресайклінгу в українському контексті післявоєнного відновлення.

Виклад основного матеріалу. В Україні поширеними залишаються традиційні підходи до поводження з будівельними відходами: зберігання на полігонах або епізодичне використання як засипки. Проте в міжнародній практиці ефективними вважаються способи перероблення, що дають змогу знизити обсяг відходів та отримати вторинну сировину для будівництва [7, с. 73–74]. До них належать механічне дроблення, повторне сортування,

застосування спеціалізованих мобільних установок, що забезпечують гнучкість перероблення в зонах руйнувань.

У країнах ЄС та США широко впроваджуються автоматизовані системи сортування із застосуванням сенсорних технологій (оптичне, магнітне розпізнавання), а також цифрове моделювання потоків відходів, що дає змогу прогнозувати навантаження на сортувальні лінії та полігони [4; 5]. Окрім того, застосовуються мобільні контейнери із вбудованими подрібнювачами, які проводять перероблення безпосередньо на місці демонтажу, зменшуючи витрати на транспортування та зберігання.

Перехід до економіки замкненого циклу у сфері будівництва вимагає створення технологічних ланцюгів, що забезпечують збирання, сортування, перероблення й повторне використання матеріалів [9, с. 65–66; 16]. Проте в умовах обмежених ресурсів найдоцільнішими для застосування на деокупованих територіях України є саме прості моделі, які поєднують елементи ручного сортування з дробленням. Як стверджує Т. Демченко, портативні сортувальні комплекси, що поєднують ручне сортування з гідравлічним дробленням і магнітним відділенням металу, є також ефективним рішенням [17]. Такі установки потребують мінімальної інфраструктури, можуть працювати автономно та забезпечують 40–60 % виходу вторинної сировини, придатної для дорожнього й фундаментного будівництва.

Дослідники О. Маслош і В. Подкуйко акцентують на необхідності застосування комбінованих схем, які об’єднують попередню дефрагментацію матеріалів та очищення від шкідливих компонентів [1, с. 28–30]. Це сприяє досягненню прийнятної якості вторинної сировини при мінімальних витратах.

Узагальнення міжнародних досліджень свідчить, що інноваційні технології перероблення (механічне дроблення з наступним подрібненням, полімерний гідроліз, кріогенна деструкція тощо) доповнюються комплексним підходом і «зеленими» методами (наприклад, використання біополімерів, цифрове моделювання процесів). Дослідники доводять, що впровадження цих методів спрямоване не лише на зменшення обсягів відходів, а й на зниження енергетичних та екологічних витрат у будівництві. До новітніх підходів належать також біотехнології, зокрема застосування мікроорганізмів для очищення бетонного пилу від хімічних залишків і солей. Такі методи досліджуються в США та Італії та вже проходять апробацію в межах спільних проєктів ЄС. У перспективі вони істотно знизять токсичність залишків руйнувань без додаткових витрат на глибоке хімічне очищення [13; 18].

Масштабні пошкодження внаслідок воєнних дій сформували значні обсяги будівельних відходів, які містять потенційно шкідливі компоненти – важкі метали, хлориди, нітрати тощо. У складі відходів зруйнованих будівель

виявлено підвищений вміст токсичних речовин, що ускладнює процес їхньої утилізації [2, с. 75–78; 17]. Водночас при належному очищенні й сортуванні такі матеріали можуть бути повторно використані в дорожньому та опорному будівництві. Утилізація бетонних відходів сприяє зменшенню навантаження на полігони та знижує витрати на первинні матеріали.

Попри очевидні переваги повторного використання матеріалів, в Україні досі недостатньо механізмів системної інтеграції європейських підходів до локальної практики [16]. Зокрема, не реалізовано систему «зеленої сертифікації» повторно використаних будматеріалів, що унеможливлює їхній повноцінний обіг на ринку. Також не розроблено типової дорожньої карти створення пунктів перероблення в регіонах, де обсяги руйнувань критичні.

Масштабні руйнування внаслідок бойових дій призвели до утворення мільйонів тонн будівельних відходів, що, з одного боку, є екологічним тягарем, а з іншого – цінним джерелом вторинної сировини. Особливу небезпеку становлять домішки, що містяться у фрагментах зруйнованих споруд. Для з'ясування екологічних ризиків у табл. 1 систематизовано дані щодо основних шкідливих компонентів, джерел їхнього походження, впливу на довкілля та здоров'я людини.

Таблиця 1

Вплив компонентів бетонних відходів

Компонент	Джерело утворення	Наслідки для довкілля	Вплив на людину
Свинець (Pb)	Фарба, покриття, труби	Забруднення ґрунту, токсичність для рослин	Порушення нервової системи, ураження печінки
Кадмій (Cd)	Елементи арматури, фарба	Акумуляція в ґрунтах, забруднення вод	Канцерогенна дія, ураження нирок
Хром (Cr)	Цемент, бетонні домішки	Окиснення ґрунту, токсичність для мікрофлори	Подразнення шкіри, потенційно канцерогенна дія
Нафтопродукти	Покриття, гідроізоляція	Проникнення у водоносні горизонти	Ураження дихальної системи, отруєння
Нітрати	Будівельні суміші	Евтрофікація вод, загибель біоти	Порушення обміну речовин
Хлориди	Сіль з фундаментів, суміші	Засолення ґрунтів, токсичність для рослин	Порушення електролітного балансу

Джерело: сформовано автором на основі даних [5; 13; 16; 17; 18]

Наведені в табл. 1 дані підтверджують, що бетонні відходи містять значну кількість токсичних речовин, здатних завдати шкоди екосистемам і здоров'ю

населення. Відповідно, повторному використанню будівельних матеріалів повинен передувати попередній хімічний аналіз, очищення й сортування. У разі дотримання умов ці відходи можуть перетворитися на повноцінний ресурс для реконструкції інфраструктури в постраждалих регіонах.

За інформацією І. Коссе, станом на 2024 рік в Україні було накопичено понад 15 млн тонн будівельних відходів, що утворилися внаслідок пошкодження інфраструктури в процесі бойових дій [16]. Попри те, що до 80 % із них можуть бути перероблені й використані повторно, наявна логістична система та інфраструктура перероблення не забезпечують такого рівня ефективності. Для порівняння, у країнах ЄС цей показник становить понад 90 %, що вказує на критичну потребу реформування української моделі поводження з будівельними залишками.

Разом з екологічною доцільністю, використання переробленого бетону має значні економічні переваги, що проявляються в зниженні витрат на будівництво, зменшенні потреб у первинній сировині та скороченні викидів CO_2. Для наочного узагальнення ці переваги наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Основні переваги утилізації бетонних відходів

Показник	Пояснення
Зниження витрат	Вартість вторинної сировини на 10–50 % нижча
Зменшення викидів CO_2	До 70 % менше викидів при повторному використанні бетону
Енергоощадження	Зниження енерговитрат на дроблення порівняно з виробництвом цементу
Збереження природних ресурсів	Зменшення потреби у видобутку піску, гравію, цементу

Джерело: сформовано автором на основі даних [5; 13; 16; 17; 18]

Перероблення бетонних відходів є економічно виправданим, оскільки воно знижує витрати забудовників, скорочує залежність від імпортної сировини й сприяє екологічному балансу. Особливо важливо, що такий підхід сприяє налагодженню безперервного циклу матеріалів у будівництві, що узгоджується з принципами сталого розвитку та замкненої економіки.

Як зазначають Т. Жук та І. Павлій, практичне застосування ресайклінгу продемонструвало свою ефективність у пілотних проєктах. Зокрема, у Бучанському районі до 60 % конструкцій у новозбудованих об’єктах сформовано з очищених залишків попередніх споруд [18]. Такий підхід не лише

знижує вартість будівництва, але й сприяє емоційному відновленню спільнот, символізуючи перехід від руйнації до відродження.

У результаті дослідження встановлено, що сьогодні в Україні відсутня цілісна система управління будівельними відходами, яка охоплює всі етапи – від джерела утворення до повторного використання. Більшість наявних ініціатив реалізується фрагментарно, без координації та підтримки держави. Перешкоди в наявній системі управління будівельними відходами мають системний характер і охоплюють як нормативно-правову, так і інфраструктурну, організаційну, фінансову та інформаційну площини [16; 17; 18]. Для структуризації проблем та пошуку рішень у таблиці 3 сформовано основні типи перешкод, їхні конкретні прояви та відповідні пропозиції щодо подолання.

Таблиця 3

Основні типи перешкод у сфері управління будівельними відходами в Україні

Категорія перешкоди	Конкретні прояви	Пропозиції щодо подолання
Нормативно-правові	Відсутність єдиної класифікації відходів; нечітке регулювання повторного використання	Розробка технічного регламенту з урахуванням наслідків воєнних руйнувань; адаптація до умов відбудови
Інституційні	Розмежування відповідальності між центральними та місцевими органами; відсутність органів координації ресайклінгу	Створення міжмуніципальних центрів управління будівельними відходами
Логістичні	Відсутність стабільних маршрутів транспортування; нерозвинена локальна логістика	Планування логістичних маршрутів з урахуванням відстаней до полігонів, бетонних заводів та сортувальних пунктів
Техніко-технологічні	Дефіцит мобільного обладнання; низька адаптація технологій до умов польового використання	Співфінансування закупівлі мобільних дробарок коштом органів місцевого самоврядування або державних фондів
Фінансово-економічні	Висока собівартість перероблення; відсутність фінансових стимулів; нерентабельність без підтримки	Запровадження субсидій, «зелених» облігацій, податкових пільг може стимулювати підприємства використовувати вторсировину
Інформаційно-аналітичні	Відсутність електронного обліку; нестача об’єктивних статистичних даних; закритість інформації	Розробка публічного онлайн-реєстру обліку відходів і вторинної сировини

Джерело: створено автором

Результати аналізу даних, наведених у таблиці 3, дають змогу сформулювати низку важливих системних висновків щодо стану управління

будівельними відходами в Україні. Насамперед на рівні нормативного регулювання спостерігається відсутність уніфікованої класифікації, а також чітких вимог щодо їхнього повторного використання. Це особливо проблематично за наявності масових руйнувань, коли необхідні оперативні рішення щодо поводження з великими обсягами залишків конструкцій.

З інституційного погляду, в Україні поки що не сформовано стабільної моделі розподілу функцій між центральними органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування та приватними операторами у сфері ресайклінгу. Спеціалізовані міжмуніципальні або регіональні центри координації перероблення будівельних відходів на практиці не функціонують, що ускладнює оперативне управління цими процесами.

У логістичному вимірі перешкоди пов'язані з нерозвиненістю інфраструктури транспортування, відсутністю спеціалізованих транспортних засобів та дробильного обладнання. Це особливо критично для віддалених деокупованих територій, де доступ до полігонів або заводів із перероблення часто відсутній або істотно ускладнений.

В окремих регіонах, таких як Київщина, Харківщина та Миколаївщина, зафіксовано накопичення понад 500 тис. тонн будівельного сміття на громаду, що значно перевищує наявні можливості перероблення [17]. Водночас лише близько 10 % об'єднаних територіальних громад мають доступ до мобільних дробарок, що уможливлює ефективне реагування на локальні потреби. Для забезпечення регіонального балансу потужностей необхідно щонайменше в п'ять разів розширити технічну базу.

З фінансово-економічного погляду, процес ресайклінгу є недостатньо привабливим для бізнесу, оскільки його собівартість перевищує витрати на традиційне вивезення та захоронення відходів. Відсутність державних стимулів, таких як субсидії чи податкові пільги, стримує розвиток інновацій у цій сфері.

Щодо інформаційного забезпечення, необхідно констатувати фрагментарність та закритість аналітичних даних, що ускладнює планування та прийняття управлінських рішень. Відсутність публічного електронного реєстру утворених і перероблених будівельних відходів перешкоджає прозорому моніторингу ситуації на національному та регіональному рівнях.

Таким чином, реформування системи управління будівельними відходами в Україні повинно відбуватися на основі міжвідомчої координації, з урахуванням специфіки регіону. При цьому необхідно брати до уваги такі параметри, як щільність руйнувань у конкретному регіоні, наявність техніки, транспортних маршрутів і можливості залучення зовнішніх інвестицій для розвитку локальних систем перероблення.

До основних пропозицій щодо удосконалення методів ресайклінгу, сформульованих за результатами дослідження, належать запровадження державного технічного регламенту поводження з будівельними відходами, створення міжмуніципальних центрів перероблення, упровадження електронного обліку та реєстрів відходів, стимулювання підприємств до повторного використання сировини шляхом надання пільг і субсидій. Запропоновані заходи враховують регіональні особливості розвитку, рівень інфраструктурної забезпеченості та потребу в оперативній реконструкції пошкоджених об’єктів.

Висновки та рекомендації подальшого дослідження. Проблема перероблення та повторного використання будівельних відходів в Україні набула виняткової актуальності під час повоєнного відновлення інфраструктури. Масштаби руйнувань, спричинених збройною агресією, сформували безпрецедентний обсяг будівельних відходів, які, з одного боку, становлять серйозну екологічну загрозу, а з іншого – відкривають потенціал для формування замкненого циклу будівельних матеріалів.

Встановлено, що в Україні відсутня ефективна модель управління будівельними відходами, яка б охоплювала всі етапи – від ідентифікації та збору до повторного використання. Наявні практики обмежуються фрагментарними ініціативами на локальному рівні. У той час, як країни ЄС та США впроваджують автоматизовані системи сортування, цифрові моделі моніторингу та «зелене» сертифікування вторинної сировини, в Україні подібні технології або відсутні, або перебувають на стадії концептуальних напрацювань. При цьому значна частина відходів, за умови сортування та очищення, може бути придатною для повторного використання, зокрема в дорожньому, житловому та інженерному будівництві.

Дослідження підтвердило, що повторне використання відходів не лише економічно виправдане, а й сприяє досягненню цілей сталого розвитку. Економія на матеріалах, зменшення викидів CO_2, збереження природних ресурсів – усе це зумовлює доцільність інтеграції ресайклінгу в інфраструктурну політику держави. Водночас ефективність таких підходів стримується низкою перешкод – від нормативно-правової неврегульованості до відсутності технічної та логістичної спроможності. Особливо це стосується регіонів, які зазнали інтенсивних руйнувань і водночас мають обмежений доступ до ресурсів.

Подальші дослідження доцільно зосередити на створенні математичних моделей логістики відходів, економічному оцінюванні життєвого циклу вторинних матеріалів, розробленні цифрових платформ для управління

потоками будівельного сміття, а також на вивченні соціальних ефектів інтеграції ресайклінгу у відбудову постраждалих територій.

Список використаних джерел

1. Масло О., Подкуйко В. Потенціал утилізації бетонних відходів на деокупованих територіях: екологічні та економічні аспекти. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2023. № 4(280). С. 25–36. DOI: https://doi.org/10.33216/1998-7927-2023-280-4-25-36

2. Пацева І., Нонік Л. Рециклінгу відходів руйнації – крок до зменшення ризиків воєнного екоциду. *Проблеми хімії та сталого розвитку.* 2023. Вип. 3. С. 73–81. DOI: https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10

3. Корнелюк О., Левицький С. Економіка замкненого циклу та стратегії управління відходами. *Наукові інновації та передові технології. Серія «Економіка».* 2023. № 14(28). С. 679–691. DOI: https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-14(28)-679-691

4. Omer M., Rahman R., Almutairi S. Strategies for enhancing construction waste recycling: A usability analysis. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. №10. Article 5907. DOI: https://doi.org/10.3390/su14105907

5. Papamichael I., Voukkali I., Loizia P., Zorpas A. Construction and demolition waste framework of circular economy: A mini review. *Waste Management & Research*. 2023. Vol. 41. № 12. DOI: https://doi.org/10.1177/0734242X231190804

6.Фрідлянд М. Зелені технології у сучасному будівництві: аналіз відновлюваних матеріалів та ефективності енергоефективних систем. *Наукові нотатки.* 2024. № 77. С. 104–112. DOI: https://doi.org/10.36910/775.24153966.2024.77.17

7. Савчук Б., Пушкарьов Д. Способи перероблення полімерних відходів. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.* 2025. № 1(287). С. 67–76. DOI: https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-287-1-67-76

8. Палій О. Екологічні аспекти утилізації відходів руйнувань в Україні: використання переробленого матеріалу для сталого будівництва. *Екологічні науки.* 2024. № 1(52). Т. 1. С. 84–88. DOI: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.12

9. Левченко Н., Назаренко О., Березовська А., Бєлоусова П., Щемелєв М., Гаджівердієв А. Інноваційні технології в управлінні будівельними відходами згідно економіки замкнутого циклу. *Науковий вісник будівництва*. 2024. Вип. 110. С. 62–69. DOI: https://doi.org/10.33042/2311-7257.2024.110.1.9

10. Нижниченко Я. Світові тенденції управління відходами та аналіз ситуації в Україні. *Актуальні питання економічних наук*. 2024. № 5. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14187042

11. Сафранов Т., Приходько В., Михайленко В. Особливості управління та поводження з відходами від руйнувань в регіонах України. *Український*

гідрометеорологічний журнал. 2024. № 33. С. 88–98. DOI: https://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.07

12. Guo F., Wang J., Song Y. How to promote sustainable development of construction and demolition waste recycling systems: production subsidies or consumption subsidies? *Sustainable Production and Consumption*. 2022. Vol. 32. P. 407–423. DOI: https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.05.002

13. Joseph H., Pachiappan T., Avudaiappan S., Maureira-Carsalade N., Roco-Videla Á., Guindos P., Parra P. A comprehensive review on recycling of construction demolition waste in concrete. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. № 6. Article 4932. DOI: https://doi.org/10.3390/su15064932

14. Кваша Т., Паладченко О., Молчанова І. Перспективні світові наукові та технологічні напрями досліджень у сфері «Відходи»: монографія. Київ, 2020. 103 с. DOI: https://doi.org/10.35668/978-966-479-113-4

15. Приходько В., Сафранов Т. Ресурсоцінна складова твердих побутових відходів окремих регіонів України: монографія. Одеса, 2024. 101 с. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/13062/1/pryhodko_safranov_resurso_skladova_tver_pob_vidhodiv_monogr_2024.pdf (дата звернення: 06.05.2025).

16. Коссе І. Перероблення будівельних відходів: виклики та можливості для України. *VoxUkraine: вебсайт*. 2024. URL: https://voxukraine.org/pereroblennya-budivelnyh-vidhodiv-vyklyky-ta-mozhlyvosti-dlya-ukrayiny (дата звернення: 07.05.2025).

17. Демченко Т. Можливості перероблення будівельних відходів від руйнувань. *BDO Україна: вебсайт*. 2024. URL: https://www.bdo.ua/uk-ua/insights-2/information-materials/2024/opportunities-for-recycling-construction-waste-from-devastation (дата звернення: 07.05.2025).

18. Жук Т., Павлій І. Руїни знову стануть будинками: як перероблення будівельного сміття може змінити відбудову. *ГО «Хмарочос»: вебсайт.* 2023. URL: https://hmarochos.kiev.ua/2023/11/28/ruyiny-znovu-stanut-budynkamy-yak-resajkling-budivelnogo-smittya-mozhe-zminyty-vidbudovu (дата звернення: 07.05.2025).

Andrii Chubin,
Kyiv National University of Constriction and Architecture

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE METHODS FOR PROCESSING AND REUSE OF CONSTRUCTION WASTE

In the context of the post-war reconstruction of Ukraine, the problem of recycling construction waste is gaining strategic importance. Large-scale destruction has led to the formation of millions of tons of construction waste, a significant part of which can be converted into secondary raw materials. At the same time, the current

waste management system does not provide effective recycling due to the fragmentation of the regulatory framework, lack of logistical resources and the absence of an integrated approach. The relevance of the study is due to the need to optimize the reuse of materials in order to reduce the environmental load and increase the economic efficiency of construction in conditions of limited resources. The purpose of the study is to scientifically substantiate and develop effective methods of recycling and reuse of construction waste in the conditions of the post-war reconstruction of Ukraine. To achieve this, modern technologies and practices of recycling in Ukraine and the world have been studied, the potential for reuse of materials has been assessed, and key barriers to the implementation of innovative solutions have been identified. The methodological basis of the study is a combination of general scientific methods (analysis, synthesis, system approach) and specialized tools (comparative analysis, expert assessment). This allowed us to investigate the factors of recycling efficiency, form a typology of barriers (regulatory, logistical, institutional, etc.) and propose a conceptual model for improving construction waste management, taking into account regional specifics and investment attractiveness. The results of the study show that up to 80% of construction waste in Ukraine can be reused, but the current system does not provide the appropriate recycling capacity. The scientific novelty lies in the justification of a systemic approach to recycling, taking into account technical, economic and environmental factors, as well as in the proposal for the integration of mobile recycling plants for deoccupied regions. The practical value lies in the possibility of applying the results to develop reconstruction policies, optimize logistics chains and stimulate the use of secondary raw materials in construction.

Keywords: secondary raw materials; waste logistics; sustainable construction; environmental safety; state regulation; recycling infrastructure.

REFERENCES

1. Maslo, O., & Podkuiko, V. (2023). Potentsial utilizatsii betonnykh vidkhodiv na deokupovanykh terytoriiakh: ekolohichni ta ekonomichni aspekty. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia – Bulletin of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*, *4*(280), 25–36. https://doi.org/10.33216/1998-7927-2023-280-4-25-36 {in Ukrainian}.

2. Patseva, I., & Nonik, L. (2023). Retsyklingu vidkhodiv ruinatsiї – krok do zmenshennia ryzykiv voiennoho ekotsydu. *Problemy khimii ta staloho rozvytku – Problems of chemistry and sustainable development*, *3*, 73–81. https://doi.org/10.32782/pcsd-2023-3-10 {in Ukrainian}.

3. Korneliuk, O., & Levytskyi, S. (2023). Ekonomika zamknenoho tsyklu ta stratehii upravlinnia vidkhodamy. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii. Seriia*

«Ekonomika» – Scientific innovations and advanced technologies. Economy series, *14* (28), 679–691. https://doi.org/10.52058/2786-5274-2023-14(28)-679-691 {in Ukrainian}.

4. Omer, M., Rahman, R., & Almutairi, S. (2022). Strategies for enhancing construction waste recycling: A usability analysis. *Sustainability*, *14*(10), 5907. https://doi.org/10.3390/su14105907 {in English}.

5. Papamichael, I., Voukkali, I., Loizia, P., & Zorpas, A. (2023). Construction and demolition waste framework of circular economy: A mini review. *Waste Management & Research*, *41*(12). https://doi.org/10.1177/0734242X231190804 {in English}.

6. Fridliand, M. (2024). Zeleni tekhnolohii u suchasnomu budivnytstvi: analiz vidnovliuvanykh materialiv ta efektyvnosti enerhoefektyvnykh system [Green technologies in modern construction: analysis of renewable materials and efficiency of energy-efficient systems]. *Naukovi notatky – Scientific notes*, *77*, 104–112. https://doi.org/10.36910/775.24153966.2024.77.17 {in Ukrainian}.

7. Savchuk, B., & Pushkaryov, D. (2025). Sposoby pererobky polimernykh vidkhodiv [Methods of recycling polymer waste]. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia – Bulletin of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*, *1* (287), 67–76. https://doi.org/10.33216/1998-7927-2025-287-1-67-76 {in Ukrainian}.

8. Palii, O. (2024). Ekolohichni aspekty utilizatsii vidkhodiv ruinuvan v Ukraini: vykorystannia pereroblenoho materialu dlia staloho budivnytstva [Environmental aspects of demolition waste utilization in Ukraine: using recycled material for sustainable construction]. *Ekologichni nauky – Environmental Sciences*, *1*(52), 1, 84–88. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.12 {in Ukrainian}.

9. Levchenko, N., Nazarenko, O., Berezovska, A., Bielousova, P., Shchemelev, M., & Hadzhiverdiiev, A. (2024). Innovatsiini tekhnolohii v upravlinni budivelnymy vidkhodamy zghidno ekonomiky zamknenoho tsyklu [Innovative technologies in construction waste management according to the closed-loop economy]. *Naukovyi visnyk budivnytstva – Scientific Bulletin of Construction, 110*, 62–69. https://doi.org/10.33042/2311-7257.2024.110.1.9 {in Ukrainian}.

10. Nyzhnychenko, Ya. (2024). Svitovi tendentsii upravlinnia vidkhodamy ta analiz sytuatsii v Ukraini [Global trends in waste management and analysis of the situation in Ukraine]. *Aktualni pytannia ekonomichnykh nauk – Current issues in economic sciences*, *5.* https://doi.org/10.5281/zenodo.14187042 {in Ukrainian}.

11. Safranov, T., Prykhodko, V., & Mykhailenko, V. (2024). Osoblyvosti upravlinnia ta povodzhennia z vidkhodamy vid ruinuvan v rehionakh Ukrainy [Peculiarities of management and handling of waste from destruction in the regions

of Ukraine]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal – Ukrainian Hydrometeorological Journal*, *33*, 88–98. https://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.07 {in Ukrainian}.

12. Guo, F., Wang, J., & Song, Y. (2022). How to promote sustainable development of construction and demolition waste recycling systems: production subsidies or consumption subsidies? *Sustainable Production and Consumption*, *32*, 407–423. https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.05.002 {in English}.

13. Joseph, H., Pachiappan, T., Avudaiappan, S., Maureira-Carsalade, N., Roco-Videla, Á., Guindos, P., & Parra, P. (2023). A comprehensive review on recycling of construction demolition waste in concrete. *Sustainability*, *15*(6), 4932. https://doi.org/10.3390/su15064932 {in English}.

14. Kvasha, T., Paladchenko, O., & Molchanova, I. (2020). *Perspektyvni svitovi naukovi ta tekhnolohichni napriamy doslidzhen u sferi «Vidkhody»: monohrafiia [Promising global scientific and technological research directions in the field of "Waste": monograph]*. Kyiv. https://doi.org/10.35668/978-966-479-113-4 {in Ukrainian}.

15. Prykhodko, V., & Safranov, T. (2024). *Resurstsinna skladova tverdykh pobutovykh vidkhodiv okremykh rehioniv Ukrainy: monohrafiia [Resource-valuable component of solid household waste in certain regions of Ukraine: monograph]*. Odesa. Retrieved from http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/13062/1/pryhodko_safranov_resurso_skladova_tver_pob_vidhodiv_monogr_2024.pdf {in Ukrainian}.

16. Kosse, I. (2024). Pereroblennia budivelnykh vidkhodiv: vyklyky ta mozhlyvosti dlia Ukrainy [Construction waste recycling: challenges and opportunities for Ukraine]. *VoxUkraine: vebsait – VoxUkraine: website*. Retrieved from https://voxukraine.org/pereroblennya-budivelnyh-vidhodiv-vyklyky-ta-mozhlyvosti-dlya-ukrayiny {in Ukrainian}.

17. Demchenko, T. (2024). Mozhlyvosti pererobky budivelnykh vidkhodiv vid ruinuvan [Possibilities for recycling construction waste from demolition]. *BDO Ukraina: vebsait – BDO Ukraina: website*. Retrieved from https://www.bdo.ua/uk-ua/insights-2/information-materials/2024/opportunities-for-recycling-construction-waste-from-devastation {in Ukrainian}.

18. Zhuk, T., & Pavlii, I. (2023). Ruiiny znovu stanuть budynkamy: yak pererobka budivelnoho smittia mozhe zminyty vidbudovu [Ruins will become homes again: how recycling construction waste can change reconstruction]. *HO «Khmarochos»: vebsait – NGO "Skyscraper": website*. Retrieved from https://hmarochos.kiev.ua/2023/11/28/ruyiny-znovu-stanut-budynkamy-yak-resajkling-budivelnogo-smittya-mozhe-zminyty-vidbudovu {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.438-450
УДК 725.381.3(477)

Шелудько А.В.,
andrii.sheludko@igb-parking.com, ORCID: 0009-0000-5460-0077,
к.т.н. **Татаренко В.М**.,
volodymyr.tatarenko@igb-parking.com, ORCID: 0009-0002-2008-3504,
Данилко Л.А.,
danylko.l@igb-parking.com, ORCID: 0009-0004-4483-2068,
ТОВ «НВО «Інститут Гаражного Будівництва»,
д. арх., професор **Куцевич В.В.**,
vadym.kutsevych@Knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6128-7410,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ НОРМАТИВНИХ ВІДСТАНЕЙ ВІД ГАРАЖІВ ДО ІНШИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАБУДОВИ

Розглянуто питання про розташування місць локації зон шкідливого впливу на оточуюче середовище таких факторів, як викиди двигунів внутрішнього згорання та шуму на відкритих автостоянках та в гаражах різних типів для зберігання легкових автомобілів. Проаналізовано залежність кількості зон шкідливого впливу та їх розташування від типу стоянок та гаражів (відкриті автостоянки, рампові, механізовані та автоматизовані гаражі як відкритого, так і закритого типів). Виділено дві групи типів гаражів і стоянок за ознакою протяжності зон шкідливого впливу. До першої групи віднесені типи стоянок і гаражів, які характеризуються розосередженими зонами шкідливого впливу, розташованими по периметру стоянки, гаража чи рампи. До другої групи віднесені типи гаражів, які характеризуються лише зосередженими (точковими) зонами шкідливого впливу, розташованими на в'їзді/виїзді гаража. Сформульовано висновки про відносний рівень екологічності автомобільних стоянок та гаражів різних типів, про необхідність диференційованого підходу до визначення нормативних відстаней від будівель оточуючої забудови до гаражів першої та другої групи, про необхідність внесення змін до державних будівельних норм, які регламентують відстані від будівель оточуючої забудови до гаражів різних типів.

Ключові слова: типи гаражів для легкових автомобілів; локалізація зон шкідливого впливу; нормативні відстані від гаражів; державні будівельні норми.

Постановка проблеми. В умовах постійно зростаючого рівня автомобілізації мешканців великих міст все більшою проблемою стає забезпечення автовласників паркомісцями на автостоянках та в гаражах як тимчасового, так і постійного зберігання. При проєктуванні забудови для визначення нормативних розривів від стоянок, гаражів та станцій технічного обслуговування до оточуючих будинків використовується Додаток №10 до ДСП №173 [1] під назвою «Розриви від наземних, наземно-підземних гаражів, відкритих стоянок легкових автомобілів та станцій технічного обслуговування до житлових будинків і громадських будівель»

Фрагмент цієї таблиці, який стосується відстаней від гаражів та відкритих автостоянок, продубльовано також в ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [2] в таблиці 10.6 під назвою «Відстані від гаражів і відкритих автостоянок до житлових і громадських будинків». Примітка 1 до цих таблиць в обох документах уточнює, що відстань від житлових та громадських будинків слід визначати «до стін гаража або меж відкритої стоянки». Таким чином ця примітка ставить в один ряд за ступенем шкідливого впливу на оточуюче середовище як відкриті стоянки, так і гаражі будь-яких типів. Такий підхід до визначення відстані від гаражів і відкритих автостоянок до об’єктів оточуючої забудови не враховує особливостей розташування зон шкідливого впливу та їх кількість в гаражах різного типу.

Визначенню нормативних відстаней від гаражів до оточуючої забудови присвячені також деякі положення ДБН В.2.3-15:2007 [3]. Зокрема, п.6.50 визначає, що «В'їзди-виїзди з окремо розташованих підземних гаражів повинні розташовуватися від вікон житлових і робочих приміщень сусідніх будівель, ділянок закладів загальної середньої та дошкільної освіти, лікувально-профілактичних закладів, площадок відпочинку на відстані не менше ніж 15 м».

Аналіз останніх досліджень. В даний час в інститутах КИЇВЗНДІЕП та ТОВ «НВО «Інститут Гаражного Будівництва.» здійснюються наукові дослідження із вдосконалення положень ДБН щодо проєктування гаражів та нормативних параметрів машиномісць. За цими напрямками видані наукові публікації, зокрема, [5], [6] (А.В. Шелудька, В.М. Татаренка, Л.А. Данилка, В.В. Куцевича).

Мета дослідження: показати відмінність відкритих стоянок і гаражів різних типів в частині місць розташування зон шкідливого впливу та їх кількості, а також врахування цих відмінностей при нормуванні відстаней від стоянок і гаражів різних типів до оточуючої забудови; обґрунтувати необхідність внесення змін до державних будівельних норм, які регламентують відстані від будівель оточуючої забудови до гаражів різних типів.

Методи дослідження. Основним методом, застосованим у дослідженні, є аналіз нормативної бази з питань проєктування, будівництва і експлуатації гаражів різних типів для зберігання легкових автомобілів.

Об'єкти дослідження обмежені наступними типами гаражів (згідно з класифікацією Додатку К до ДБН В.2.3-15:2007 [3]) :

за ступенем відкритості до зовнішнього середовища - відкритого та закритого типу;

за способом вертикального переміщення - рампові, механізовані та автоматизовані;

за розміщенням відносно рівня землі - надземні та підземні;

за розміщенням відносно забудови – окремо розташовані, вбудовані, прибудовані, вбудовано-прибудовані.

Основна частина. Основні фактори шкідливого впливу автотранспорту на стоянках та в гаражах:

1) викиди двигунів внутрішнього згорання (вихлопні гази);

2) шум автомобілів.

Ці обидва фактори проявляються під час руху автотранспорту або під час стоянки автомобіля з працюючим двигуном, і відсутні під час стоянки або при переміщенні автомобілів механізованими засобами з вимкненим двигуном. Розглянемо, як ці фактори проявляють себе в умовах стоянок та гаражів різного типу.

Відкриті автостоянки. В умовах відкритої стоянки джерела шкідливого впливу проявляються як при в'їзді автомобіля на стоянку чи виїзді з неї, так і при переміщенні автомобіля своїм ходом по всій території стоянки до закріпленого паркомісця або в пошуках вільного паркомісця на громадських автостоянках. *Т* Отже, зоною впливу шкідливих факторів на навколишнє середовище є весь периметр території відкритої автостоянки (рис. 1).

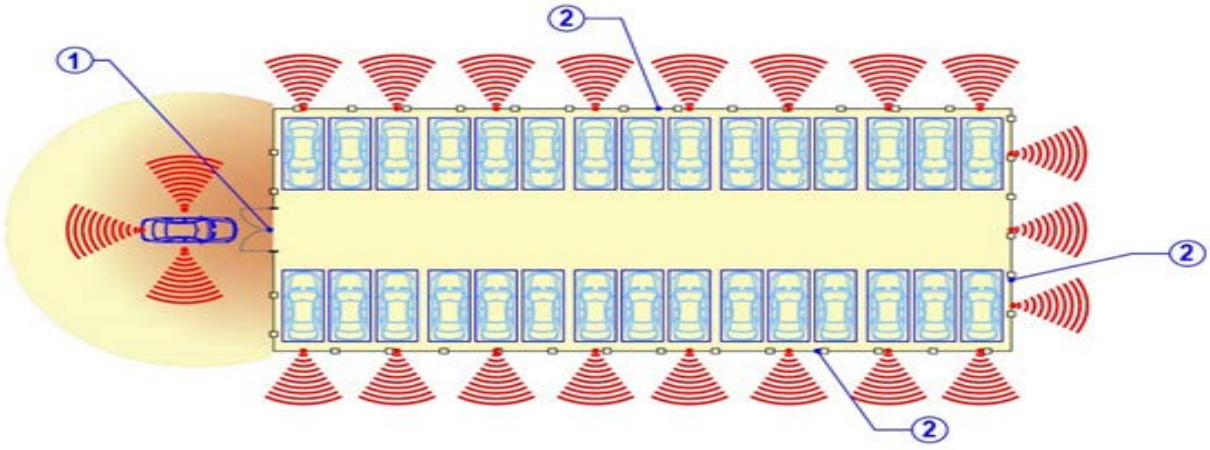


Рис. 1. Локалізаця зон шкідливого впливу на відкритій стоянці
1 - зона в'їзду; 2 – периметр території відкритої стоянки.

Рампові гаражі. В рампових гаражах джерела шкідливого впливу проявляються як при в'їзді автомобіля в гараж чи виїзді з нього, так і при переміщенні автомобіля своїм ходом по ярусу гаража. Крім того, джерела шкідливого впливу виникають на рампі при переміщенні автомобілів між ярусами.

Оскільки *надземний гараж відкритого типу*, за визначенням в Додатку Б до ДБН В.2.3-15:2007 [2], це гараж, в якому «не менше ніж 50% площі зовнішніх поверхонь зовнішніх огороджень на кожному ярусі (поверсі) складають отвори (прорізи), решта – парапети», то зоною впливу шкідливих факторів на навколишнє середовище таких гаражів є увесь периметр зовнішнього огородження, включаючи рампу та зону в'їзду/виїзду (рис. 2).

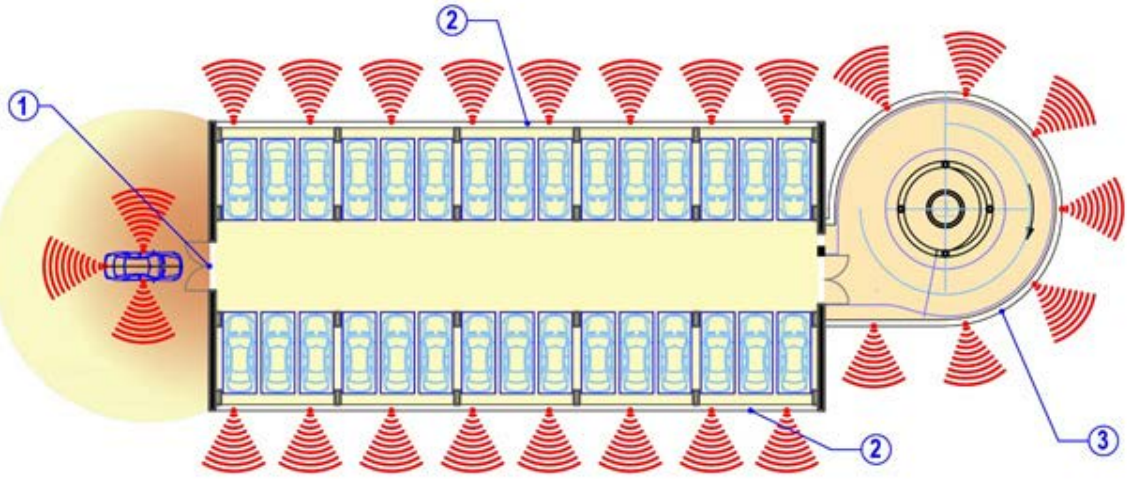


Рис. 2. Локалізація зон шкідливого впливу у надземному рамповому гаражі відкритого типу.

На відміну від гаражів відкритого типу, *надземні рампові гаражі закритого типу* ізольовані від оточуючого середовища зовнішніми огороджувальними конструкціями і фактори шкідливого впливу, які виникають всередині будівлі, не мають прямого впливу на оточуюче середовище (рис.3).

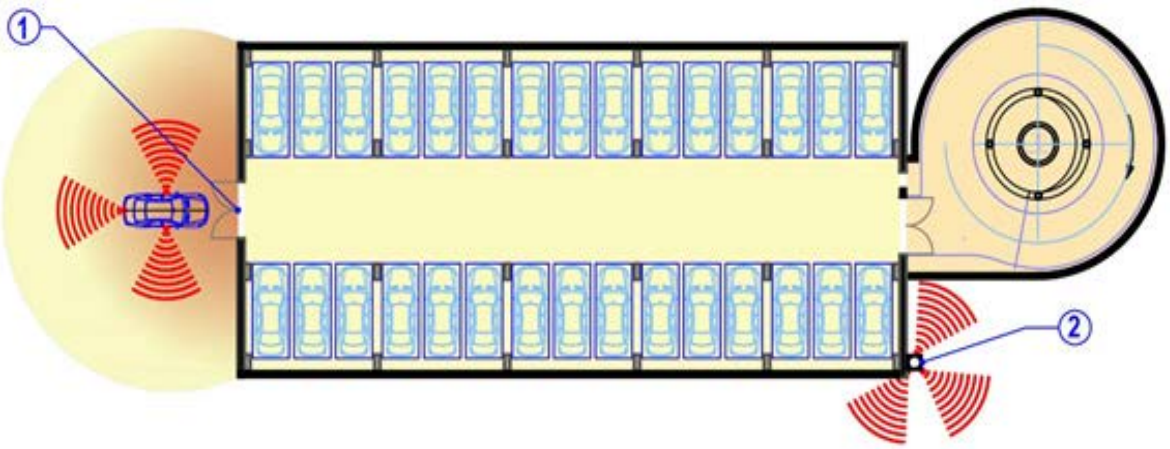


Рис. 3. Локалізація зон шкідливого впливу у надземному рамповому гаражі закритого типу: 1 – зона в'їзду/виїзду; 2 – шахта витяжної вентиляції гаража.

Вихлопні гази, які з’являються всередині будівлі гаража закритого типу та на рампі закритого типу, виводяться назовні системою примусової витяжної вентиляції через шахту або трубу вище оточуючої забудови. Отже, в надземних рампових гаражах закритого типу зони шкідливого впливу локалізуються в двох зонах: 1- зона в’їзду/виїзду та 2- зона труби витяжної вентиляції.

Підземні рампові гаражі за умовами свого розташування є ізольованими від оточуючого середовища значним шаром землі, і фактори шкідливого впливу, які виникають всередині будівлі, не мають прямого впливу на оточуюче середовище. Вихлопні гази, які з’являються всередині підземного гаража та на підземній рампі, виводяться назовні системою примусової витяжної вентиляції.

Отже, в підземних рампових гаражах зони шкідливого впливу локалізуються в двох зонах: 1- зона в’їзду/виїзду, та 2- зона труби витяжної вентиляції (рис. 4).

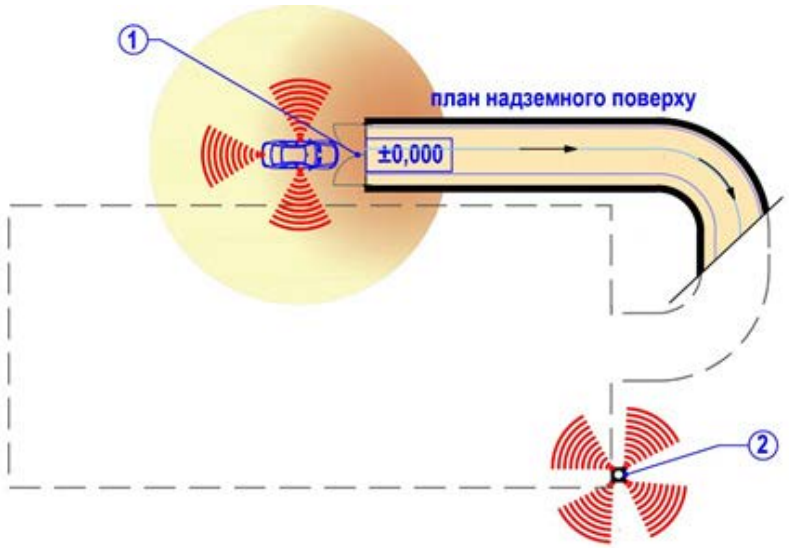


Рис. 4. Локалізація зон шкідливого впливу у підземному рамповому гаражі:
1 – зона в’їзду/виїзду; 2 – шахта витяжної вентиляції гаража.

Механізовані гаражі. В механізованих гаражах за відсутності рампи переміщення автомобілів між поверхами здійснюється за допомогою механічного обладнання гаража (підіймачів) із вимкненим двигуном автомобіля. Відповідно і зона факторів шкідливого впливу на рампі відсутня, як і сама рампа. Локалізація решти зон шкідливого впливу (в’їзд/виїзд та переміщення по ярусу) подібна до локалізації зон рампових гаражів. Джерела шкідливого впливу проявляються як при в’їзді автомобіля в гараж чи виїзді з нього, так і при переміщенні автомобіля своїм ходом по ярусу гаража. Отже, для *надземних механізованих гаражів відкритого типу* джерела шкідливого впливу на довкілля локалізуються у двох зонах: 1- зона в’їзду/виїзду та 2- на відкритих ділянках зовнішнього огородження (рис. 5).

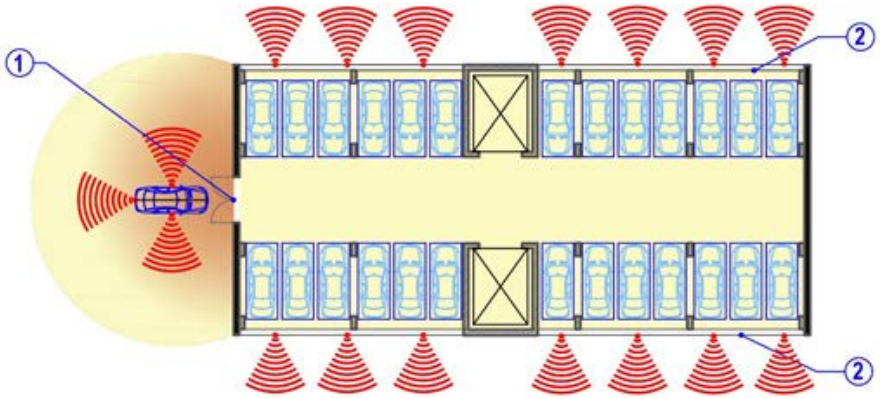


Рис. 5. Локалізація зон шкідливого впливу у надземному механізованому гаражі відкритого типу: 1 – зона в'їзду/виїзду; 2 – відкриті ділянки зовнішнього огородження гаража.

Тоді як для *надземних механізованих гаражів закритого типу* джерела шкідливого впливу на довкілля локалізуються в інших 2 зонах: 1 - у зоні в'їзду/виїзду та 2- у зоні труби витяжної вентиляції (рис.6).

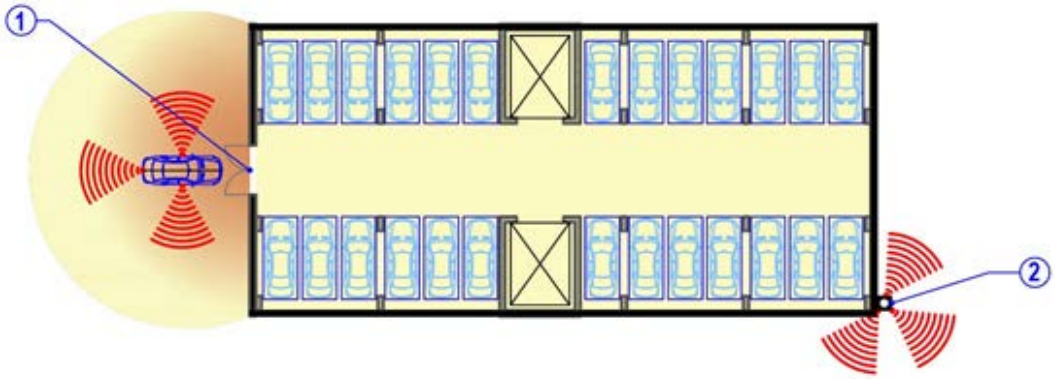


Рис. 6. Локалізація зон шкідливого впливу у надземному механізованому гаражі закритого типу: 1 – зона в'їзду/виїзду; 2 – шахта витяжної вентиляції гаража.

У *підземних механізованих гаражах* джерела шкідливого впливу на довкілля локалізуються в аналогічних 2 зонах: 1 -у зоні в'їзду/виїзду та 2- У зоні труби витяжної вентиляції (рис.7).

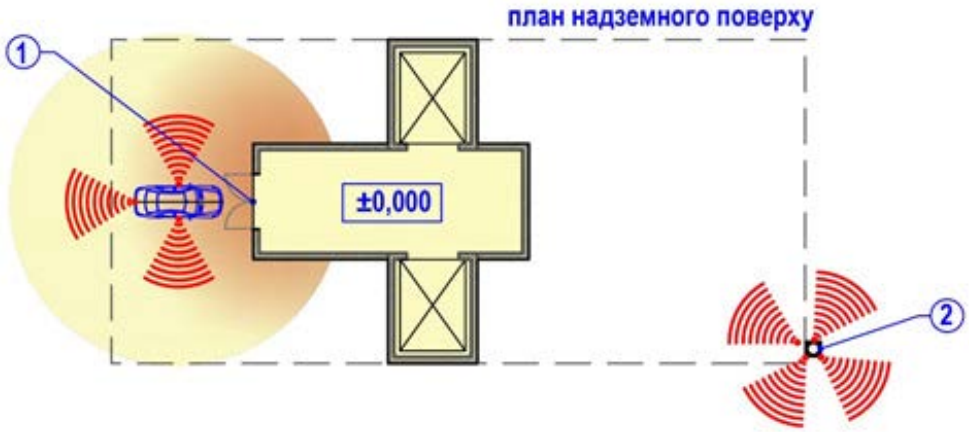


Рис. 7. Локалізація зон шкідливого впливу у підземному механізованому гаражі: 1 – зона в'їзду/виїзду; 2 – шахта витяжної вентиляції гаража.

Автоматизовані гаражі. Особливістю автоматизованих гаражів є те, що переміщення автомобіля як вертикальне (між ярусами), так і горизонтальне (від підіймача до паркомісця) виконується за допомогою механічного обладнання гаража із вимкненим двигуном автомобіля. Через відсутність джерел шкідливого впливу автомобілів у середині автоматизованого гаража відкриті ділянки зовнішнього огородження та труба витяжної вентиляції не є зонами шкідливого впливу. Єдиною зоною локалізації шкідливого впливу залишається в'їзд/виїзд як для *надземних автоматизованих гаражів відкритого типу* (рис. 8), так і для *надземних автоматизованих гаражів закритого типу* (рис.9) *та для підземних автоматизованих гаражів* (рис. 10).

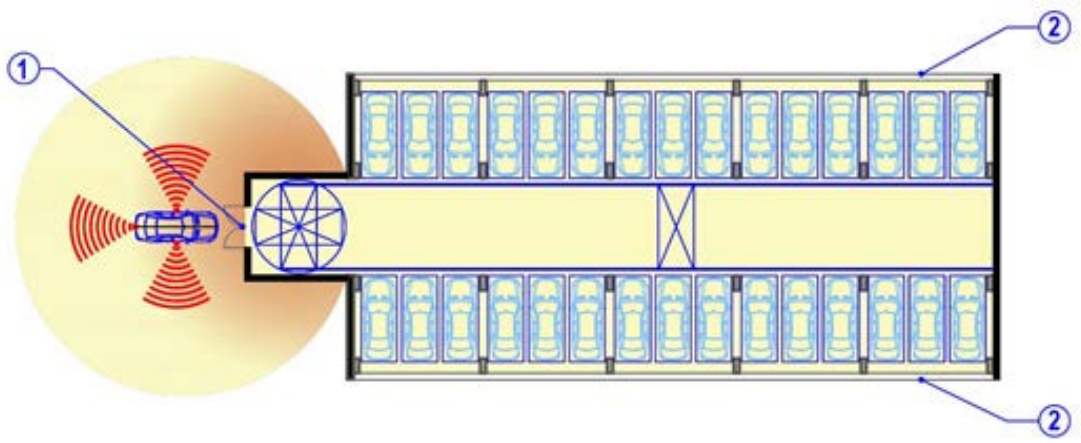


Рис. 8. Локалізація зон шкідливого впливу у надземному автоматизованому гаражі відкритого типу: 1 – зона в'їзду/виїзду; 2 – відкриті ділянки зовнішнього огородження гаража.

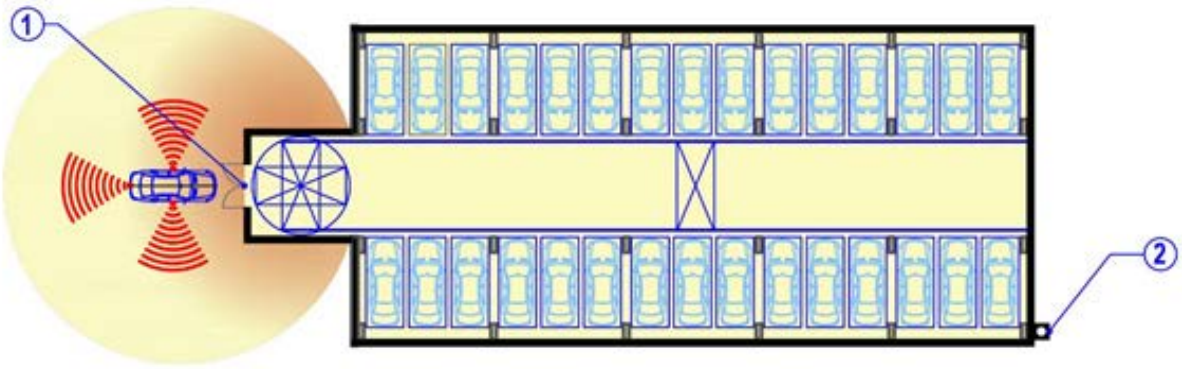


Рис. 9. Локалізація зон шкідливого впливу у надземному автоматизованому гаражі закритого типу: 1 – зона в'їзду/виїзду; 2 – шахта витяжної вентиляції гаража.

Розташування зон шкідливого впливу легкових автомобілів на стоянках та в гаражах розглянутих типів зведена в табл.1. Таблиця 1 засвідчує, що зони шкідливого впливу автомобільних стоянок і гаражів локалізуються по-різному в залежності від типу гаража. Крім того, кількість таких зон теж відрізняється в гаражах різного типу.

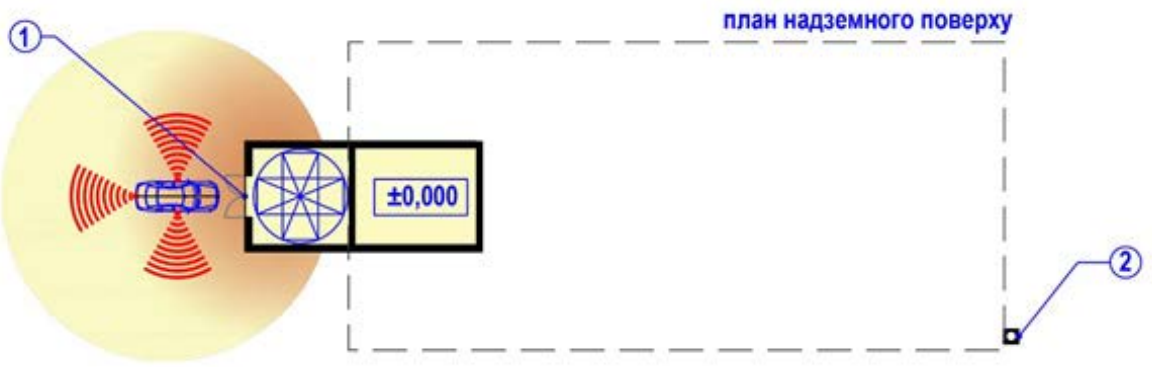


Рис. 10. Локалізація зон шкідливого впливу у підземному автоматизованому гаражі закритого типу: 1 – зона в'їзду/виїзду; 2 – шахта витяжної вентиляції гаража.

Найбільша кількість зон шкідливого впливу (три зони) - у надземних рампових гаражах відкритого типу. Це навіть більше від кількості таких зон на відкритій автостоянці (дві зони), оскільки рампові гаражі характеризуються наявністю додаткової зони шкідливого впливу на відкритій рампі. Через те, що при підйомі в надземний гараж по рампі атомобіль змушений рухатися на підвищених обертах двигуна, ця зона характеризується найбільшим рівнем шкідливого впливу. Найменша кількість зон шкідливих викидів (одна зона) властива автоматизованим гаражам як відкритого, так і закритого типів, як надземного, так і підземного розташування.

Аналіз форми зон шкідливого впливу на відкритих автостоянках та в гаражах різних типів дозволяє виявити дві групи гаражів за ознакою протяжності цих зон.

До *першої групи* віднесемо гаражі та стоянки, які серед інших включають розосереджені зони шкідливого впливу, розташовані по периметру стоянки, гаража чи рампи. До цієї групи увійдуть типи 1,2, 5 таблиці 1, а саме:

- відкрита автостоянка;
- надземний рамповий гараж відкритого типу;
- надземний механізований гараж відкритого типу.

До другої групи віднесемо типи гаражів, які не включають розосереджені зони шкідливого впливу, розташовані по периметру стоянки, гаража чи рампи, а включають лише зосереджені (точкові) зони шкідливого впливу, розташовані на в'їзді/виїзді гаража та труби (шахти) витяжної вентиляції.

До другої групи увійдуть типи гаражів 3, 4, 6, 7, 8, 9 та 10 за таблицею 1, а саме:

- рамповий надземний гараж закритого типу;
- рамповий підземний гараж;
- механізований надземний гараж закритого типу;
- механізований підземний гараж;
- автоматизований надземний гараж відкритого типу;

- автоматизований надземний гараж закритого типу;
- автоматизований підземний гараж.

Деякі представники цієї групи (№№3, 4, 6, 7) як зону шкідливого впливу мають витяжну трубу системи вентиляції. Правила розташування труби витяжної вентиляції регламентуються ДБН В.2.3-15:2007 [3] та ДБН В.2.5-67:2013 [4] і можуть розташовуватись довільно відносно власного гаража. Нормативні вимоги до відстаней між гаражами та оточуючою забудовою не враховують відстані до труб витяжної вентиляції гаражів. Через це зону витяжної вентиляційної труби як чинник, що впливає на визначення нормативної відстані між гаражем та оточуючою забудовою, далі розглядати не будемо.

Нагадаємо, що Примітка 1 до таблиці 10.6 ДБН Б.2.2-12:2019 [2] уточнює, що відстань від житлових та громадських будинків слід визначати «до стін гаража або меж відкритої стоянки» без уточнень, про які типи гаражів йдеться.

Даним дослідженням показано, що таке формулювання Примітки 1 цілком логічне для відкритих стоянок і типів гаражів першої групи. Але застосування цієї примітки для типів гаражів другої групи виглядає недоречним, через те, що зона шкідливого впливу зосереджена на в'їзді/виїзді гаража. Для цієї групи було б логічним визначати нормовану відстань до в'їзду/виїзду.

Крім цього, п.6.50 ДБН В.2.3-15:2007 регламентує відстані від *підземних гаражів* до оточуючої забудови наступним чином: «В'їзди-виїзди з окремо розташованих підземних гаражів повинні розташовуватися від вікон житлових і робочих приміщень сусідніх будівель, ділянок закладів загальної середньої та дошкільної освіти, лікувально-профілактичних закладів, площадок відпочинку на відстані не менше ніж 15 м». Але цим дослідженням показано, що всі типи гаражів *другої групи* мають однакову локацію визначальної зони шкідливого впливу на в'їзді/виїзді гаража, через що було б логічним поширити дію п.6.50 ДБН В.2.3-15:2007 на всі типи гаражів, які входять до *другої групи*.

Таблиця 1.

Локалізація зон шкідливого впливу легкових автомобілів на відкритих автостоянках та в гаражах різних типів

№ з/п	Тип гаража, стоянки	Локація зони шкідливого впливу на навколишнє середовище				
		Периметр території стоянки	Зона в'їзду/ виїзду	Відкрита рампа	Відкриті ділянки зовнішнього огородження	Витяжні вентиля-ційні шахти
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	Відкрита автостоянка	+	+	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7
2	Рамповий надземний гараж відкритого типу	-	+	+	+	-
3	Рамповий надземний гараж закритого типу	-	+	-	-	+
4	Рамповий підземний гараж	-	+	-	-	+
5	Механізований надземний гараж відкритого типу	-	+	-	+	-
6	Механізований надземний гараж закритого типу	-	+	-	-	+
7	Механізований підземний гараж	-	+	-	-	+
8	Автоматизований надземний гараж відкритого типу	-	+	-	-	-
9	Автоматизований надземний гараж закритого типу	-	+	-	-	-
10	Автоматизований підземний гараж	-	+	-	-	-

Вбудовані та прибудовані гаражі. Всі типи гаражів, які наведені в таблиці 1, за ознакою розташування відносно об'єктів забудови, згідно з Додатком К до ДБН В.2.3-15:2007, окрім окремого розташування, можуть бути також вбудованими, прибудованими чи вбудовано-прибудованими до будівель житлового чи громадського призначення. Визначення нормативної відстані для таких гаражів до оточуючої забудови нічим не відрізняється від окремо розташованих. Інша ситуація виникає при визначенні нормативних відстаней до елементів будівлі, в яку гараж вбудований чи до якої прибудований. Для вбудованих гаражів ці відстані регламентує п.6.7 ДБН В.2.3-15:2007, в якому зазначено, що «Відстань по вертикалі між верхнім краєм прорізу в'їзних–виїзних воріт вбудованих у будинки гаражів до низу віконних прорізів повинна становити не менше ніж 4 м. У разі, якщо зазначена відстань менше ніж 4 м, то слід здійснювати заповнення таких віконних прорізів протипожежними вікнами 2-го типу або передбачати козирки з класом вогнестійкості не менше ніж EI 60, при цьому ширина козирка повинна забезпечувати відстань від його консольного краю до низу віконного прорізу не менше ніж 4 м». Крім того, третій абзац п. 6.26 уточнює: «При розміщенні вбудованих гаражів під

будівлями іншого призначення відстань від в'їзду виїзду гаража до будівлі, в яку гараж вбудовується, слід виконувати згідно з 6.7».

Таким чином, регламентації підлягають надземні і підземні гаражі лише вбудованого типу. Гаражі прибудованого і вбудовано-прибудованого типу в цих нормах не зазначені, не зважаючи на те, що зони шкідливого впливу таких гаражів віднесені від будівлі, до якої прибудовуються, на більшу відстань, ніж вбудовані. Виходячи з цього, вважаєм за доцільне запропонувати поширення дії абзацу 7 п.6.7 та абзацу 3 п.6.26 на гаражі прибудованого і вбудовано-прибудованого типу.

Другий абзац п.6.3 ДБН В.2.3-15:2007 регламентує застосування різних типів гаражів як вбудованих наступним чином: «Якщо над вбудованим надземним гаражем розташовані поверхи будівлі іншого призначення з житловими чи робочими приміщеннями, то такий гараж має бути автоматизований, механізований або рамповий закритого типу. Перевагу потрібно надавати механізованим та автоматизованим гаражам». Тобто застосування рампових гаражів відкритого типу як вбудованих не дозволяється, що є цілком логічним, враховуючи кількість і форму зон шкідливого впливу (див. рис. 2).

Висновки. Аналіз кількості зон шкідливого впливу на відкритих автостоянках та в гаражах різних типів дозволяє сформулювати висновок про те, що найбільш екологічним типом гаражів для зберігання легкових автомобілів є автоматизовані гаражі як відкритого, так і закритого типів, як надземного, так і підземного розташування. На другому місці є гаражі механізовані як відкритого, так і закритого типів, рампові гаражі закритого типу та відкриті автостоянки. Третє місце займають рампові гаражі відкритого типу.

Дослідженням показано, що підхід до визначення нормативної відстані від житлових та громадських будинків до гаражів, сформульований у Примітці 1 до таблиці 10.6 ДБН Б.2.2-12:2019, не повною мірою враховує особливості розташування визначальних зон шкідливого впливу, притаманні різним типам гаражів для зберігання легкових автомобілів.

Показано також, що п.6.50 ДБН В.2.3-15:2007 має обмеження в застосуванні лише для підземних типів гаражів, тоді як цілий ряд надземних типів гаражів характеризується аналогічними показниками з розташування визначальних зон шкідливого впливу.

Встановлено, що відстані від в'їзду-виїзду гаража до будівлі, в яку гараж вбудовується, регламентуються в ДБН В.2.3-15:2007 лише для гаражів вбудованого типу. Гаражі прибудованого і вбудовано-прибудованого типу в цих нормах не зазначені.

Положення ДБН Б.2.2-12:2019 та ДБН В.2.3-15:2007 потребують внесення змін для запровадження диференційованого підходу щодо визначення відстані від гаражів різних типів до оточуючої забудови, які б враховували результати цього дослідження.

Список джерел

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96 р. N 173 Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів. Із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства охорони здоров'я N 362 (z0908-07) від 02.07.2007, N 653 (z0885-09) від 31.08.2009, N 952 (z0162-19) від 18.05.2018, 2018. 76 с.
2. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. [Чинні від 2019-10-01]. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2019. 177 с.
3. ДБН В.2.3-15:2007 Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. Актуалізована редакція зі Змінами №1, №2 і №3. [Чинні від 2022-09-01]. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2022. 53 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинні від 2014-01-01]. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2013. 141 с.
5. А.В. Шелудько, В.М. Татаренко, Л.А. Данилко, В.В. Куцевич. Питання проєктування гаражів для легкових автомобілів різного класу. Просторовий розвиток, науковий збірник, випуск 10, ISSN 2786-7269 - С.221-231, 2024.
6. А.В. Шелудько, В.М. Татаренко, ЛА. Данилко, В.В. Куцевич. Особливості організації планувальних рішень машиномісць із зарядними пристроями для електромобілів. Просторовий розвиток, науковий збірник, випуск 11, ISSN 2786-7269 - С.226-240, 2025.

Sheludko Andrii, **Tatarenko Volodymyr**, **Danylko Leonid**,
LLC «SPA «Institution of Garage Construction»,
Professor **Kutsevych Vadym**,
Kyiv national university of construction and architecture

DIFFERENTIATION OF DISTANCES FROM CAR PARKS AND GARAGES TO SURROUNDING DEVELOPMENTS

The issue of the location of zones of harmful impact of passenger vehicles on theenvironment in open parking lots and in garages of various types is considered. Emissions of internal combustion engines (exhaust gases), noise and vibration areconsidered as harmful factors. The dependence of the number of zones of harmfulimpact and their location on the type of car parks and garages (open car parks,car park ramps, mechanized and automated garages of both open and closed types) is analyzed.Two groups of types of garages and car parks are highlighted based on the length of the zones of harmful impact. The first group consists of car parks and garages haracterized by dispersed zones of harmful impact located along the perimeter of the car park, garage or car park ramp. The second group includes garages characterized only by concentrated zones of harmful impact

located at the entrance/exit of the garage. The conclusions were made: on the relative level of sustainability of car parks and garages; on the mandatory differentiated approach to determining regulatory distances from surrounding developments to garages of the first and second groups, on the need to amend state building codes that regulate the distances from buildings in the surrounding area to garages of various types.

Keywords: types of car parks and garages for passenger cars; localization of harmful impact zones; regulatory distances from car parks and garages; state building codes.

REFERENCES

1.Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ya Ukrayiny vid 19.06.96 r. N 173 Pro zatverdzhennya Derzhavnykh sanitarnykh pravyl planuvannya ta zabudovy naselenykh punktiv. Iz zminamy, vnesenymy z·hidno z Nakazamy Ministerstva okhorony zdorov'ya N 362 (z0908-07) from 02.07.2007, N 653 (z0885-09) from 31.08.2009, N 952 (z0162-19) from 18.05.2018, 76 p. {in Ukrainian}

2.DBN V.2.2-12:2019. Planuvannya ta zabudova terytoriy. Kyiv: Minrehion Ukrayiny, [Planning and development of territories]. Kyiv: DP «Ukrarkhbudinform», 2019. 177 p. {in Ukrainian}.

3.DBN V.2.3-15:2007. Sporudy transportu. Avtostoyanky i garazhi dlya legkovykh avtomobiliv. Aktualizovana redaktsiya zi Zminamy №1, №2 i №3. [Chynni vid 2022-09-01]. [Transport facilities. Parking lots and garages for cars. Updated edition with Changes #1, #2 and #3. [Effective from 2022-09-01]. Kyiv: DP «Ukrarkhbudinform», 2022. 53 p. {in Ukrainian}.

4. DBN V.2.5-67:2013. Opalennya, ventylyatsiya ta kondytsionuvannya. [Heating, ventilation and air conditioning] [Effective from 2014-01-01]. Kyyiv: DP «Ukrarkhbudinform», 2013. 141 p.{in Ukrainian}

5. Pytannya proyektuvannya harazhiv dlya lehkovykh avtomobiliv riznoho klasu. Prostorovyy rozvytok, naukovyy zbirnyk, vypusk 10, [Issues of designing garages for passenger cars of different classes. Spatial development, scientific collection, issue 10]. ISSN 2786-7269 - p.221-231, 2024, A.V. Shelud′ko, V.M. Tatarenko, L.A. Danylko, V.V. Kutsevych. {in Ukrainian}

6. Osoblyvosti orhanizatsiyi planuval′nykh rishen′ mashynomists′ iz zaryadnymy prystroyamy dlya elektromobiliv. Prostorovyy rozvytok, naukovyy zbirnyk, vypusk 11, [Issues of designing garages for passenger cars of different classes. Spatial development, scientific collection, issue 11]. ISSN 2786-7269 - p.226-240, 2025, A.V. Shelud′ko, V.M. Tatarenko, L.A. Danylko, V.V. Kutsevych {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.451-465
УДК 631.95

д.п.н., професор **Браславська О.В.,**
oksana.braslavska@udpu.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0852-686X,
к.е.н., доцент **Грицик О.М.,**
o.m.hrytsyk@udpu.edu.ua, ORCID: 0009-0001-5321-4753,
Рожі Т.А.,
tomas.rozhi.94@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6794-9662,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ В АГРАРНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Розглянуто питання використання супутникових даних для оцінки деградації ґрунтів в аграрних регіонах України. Встановлено, що основними чинниками деградації ґрунтів є водна та вітрова ерозія, зниження вмісту гумусу, засолення, ущільнення ґрунту, надмірна оранка, а також вплив зміни клімату. Традиційні методи оцінки деградації, зокрема польові дослідження, є трудомісткими та дорогими, що обумовлює необхідність застосування сучасних супутникових технологій. Використання дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволяє здійснювати оперативний моніторинг змін у ґрунтовому покриві, виявляти ерозійні процеси та прогнозувати подальший розвиток деградаційних явищ. Проаналізовано методику застосування спектральних індексів, зокрема NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDSI (Normalized Difference Soil Index), BSI (Bare Soil Index), LST (Land Surface Temperature) для аналізу змін у структурі ґрунту, його вологості та вегетаційного покриву. Запропоновано дворівневу модель моніторингу, що поєднує супутникові дані та геопросторовий аналіз. Доведено, що використання алгоритмів машинного навчання, зокрема класифікації Random Forest, дозволяє автоматизувати процеси ідентифікації деградованих земель і підвищити точність аналізу. Особливу увагу приділено впливу військових дій на стан ґрунтового покриву, зокрема наслідкам бомбардувань, механічного ущільнення ґрунтів військовою технікою та забруднення ґрунтів. Використання супутникових платформ Sentinel-2, Landsat-8/9 дозволяє оцінювати масштаби руйнувань та розробляти заходи з відновлення постраждалих територій. Висновки підкреслюють важливість впровадження супутникових технологій у систему агроекологічного моніторингу, що дає змогу покращити управління земельними ресурсами та забезпечити сталий розвиток аграрного сектору України. Подальші дослідження мають бути зосереджені на інтеграції супутникових даних із польовими вимірюваннями,

розширенні використання додаткових супутникових платформ та застосуванні штучного інтелекту для прогнозування деградаційних процесів.

Ключові слова: супутниковий моніторинг; деградація ґрунтів; дистанційне зондування; NDVI; NDSI; BSI; LST; ерозія; машинне навчання; агроекологічний моніторинг.

Постановка проблеми. Ґрунтовий покрив є одним із найважливіших природних ресурсів України, що забезпечує продовольчу безпеку та стабільність аграрного сектору. Проте останні десятиліття характеризуються інтенсивною деградацією ґрунтів, що спричинена як природними факторами, так і антропогенним впливом. Традиційні методи оцінки стану ґрунтів передбачають проведення польових досліджень і лабораторного аналізу, що є трудомістким, дорогим і не завжди дозволяє отримати оперативну картину змін на великих територіях. У зв'язку з цим виникає необхідність використання сучасних технологій моніторингу, які забезпечують швидку та точну оцінку деградаційних процесів. Супутникові дані, отримані за допомогою дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), дозволяють оцінювати стан ґрунтового покриву в режимі реального часу, аналізувати динаміку змін та розробляти ефективні стратегії управління земельними ресурсами. Використання спектральних індексів (NDVI, NDSI, BSI тощо) та температурного аналізу поверхні ґрунту (LST) відкриває нові можливості для моніторингу деградаційних процесів, а розробка ефективної методики оцінки деградації ґрунтів на основі супутникових даних, дозволить забезпечити своєчасне виявлення ризикованих зон та прийняття обґрунтованих рішень щодо їхньої відновлюваності та раціонального використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з міжнародною практикою, моніторинг деградації ґрунтів здійснюється за допомогою дистанційного зондування з використанням зображень різної просторової та радіометричної роздільної здатності, а також наземних вимірювань. Космічні знімки з низькою роздільною здатністю використовують для оцінки стану ґрунтового та рослинного покриву на національному та регіональному рівнях, тоді як знімки з високою роздільною здатністю застосовують для детального аналізу посівів та ґрунтів на рівні окремих господарств і полів [1]. Супутникові знімки Landsat відкривають широкі можливості для картографування засоленості ґрунтів, що підтверджується науковими публікаціями [2; 3].

Ефективність супутникових даних у системі агроекологічного моніторингу підтверджують О.В. Мудрак та Т.В. Морозова. Вони зазначають, що дані ДЗЗ дозволяють точно оцінити стан посівів на великих площах за допомогою індексу NDVI найважливішого показника у точному землеробстві

[4]. Логічну модель класифікації водної ерозії ґрунту за матеріалами дистанційного знімання високої просторової роздільної здатності представлено у [5]. Про цінність сучасної супутникової інформації щодо характеристики архітектоніки та біометрії рослин, у т. ч. біомаси, визначення індексу площі листків (LAI), розміру і щільності рослинності, які виражаються у коефіцієнтах відбиття на довжинах хвиль NIR писали О.Г. Тараріко, Т.В. Ільєнко, Т.Л. Кучма, Н.І. Білокінь [6]. Ряд іноземних науковців наголошують, що розвиток дистанційного зондування Землі зумовлений кількома факторами: зростанням доступності супутникової інформації, збільшенням кількості та покращенням характеристик супутників, вдосконаленням сенсорних технологій для моніторингу екосистем у реальному часі, а також розвитком вебсервісів і стандартів для обміну геопросторовими даними [7; 8].

Загалом, ці та інші дослідження підтверджують високу інформативність супутникових технологій для оцінки деградації ґрунтів, проте існує потреба у подальшому вдосконаленні методик аналізу, адаптації спектральних індексів до регіональних особливостей та розробці інтегрованих моделей моніторингу.

Цілі дослідження спрямовані на розробку ефективної методики оцінки деградації ґрунтів в аграрних регіонах України із використанням супутникових даних.

Актуальність дослідження. Ґрунтовий покрив України є критично важливим ресурсом, від якого залежить продовольча безпека та стабільність аграрного сектору. Традиційні методи моніторингу є трудомісткими та дорогими, тому використання супутникових технологій відкриває нові можливості для оперативного та точного спостереження за ґрунтовими процесами.

Новизна дослідження. Запропоновано новий підхід до оцінки деградації ґрунтів із використанням супутникових знімків Sentinel-2, Landsat-8/9 та алгоритмів машинного навчання. Проведено комплексний аналіз основних спектральних індексів (NDVI, NDSI, BSI, LST) для моніторингу ерозійних процесів та засоленості ґрунтів.

Мета дослідження є аналіз сучасних методів дистанційного зондування для оцінки деградації ґрунтів, що дозволить своєчасно ідентифікувати ризикові зони, мінімізувати наслідки негативних процесів та розробити стратегії їх відновлення.

Методи дослідження. Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) – аналіз супутникових знімків для моніторингу стану ґрунтів. Спектральний аналіз – розрахунок індексів NDVI, NDSI, BSI, LST для визначення змін у ґрунтовому покриві. Машинне навчання – застосування алгоритмів класифікації (Random Forest) для автоматичного виявлення деградованих ділянок.

Результати та їх обґрунтування. Україна, за даними Держстату, володіє значним земельним фондом у 24 мільйони гектарів, включаючи 8% світових запасів чорноземів. Інтенсивне агропромислове використання цих земель призводить до прогресуючого зниження їхньої родючості через ущільнення, структурну деградацію та погіршення водно-повітряного режиму, що спричиняє екологічні проблеми [9; 10]. Окрім зазначеного, глобальні кліматичні зміни, що характеризуються підвищенням середніх температур і зменшенням кількості атмосферних опадів, ініціюють процеси деградації ґрунтів, включаючи ерозію (вітрову та водну), забруднення, підкислення та засолення. До початку повномасштабної військової інтервенції провідною причиною деградації ґрунтів була водна ерозія, що обумовлювала щорічні втрати ґрунту в діапазоні 300-600 мільйонів тонн. Однак, внаслідок військових дій, актуальність набули руйнування ґрунтового профілю та контамінація агроценозів.

Глобальне поширення деградації та опустелювання земель актуалізує застосування технологій дистанційного зондування. Результати наукових досліджень дозволили розробити на основі емпіричних даних вегетаційні індекси (ВІ) – комбінації показників яскравості енергетичних потоків у різних спектральних діапазонах. Існує близько 160 варіацій ВІ. Найбільш інформативним є нормалізований різницевий вегетаційний індекс (NDVI), що визначає різницю яскравості у червоній та ближній інфрачервоній областях електромагнітного спектра [9].

Наведемо приклад ефективного використання супутникових даних при визначенні стану деградації ґрунтів. Оцінка ступеня деградації ріллі з використанням мультиспектральних супутникових знімків за період 2017-2024 рр. представлена на локальному рівні межах Мізоцької територіальної громади Рівненської області з урахуванням місцевого рельєфу, типу ґрунту та його фізичних властивостей. Процес обробки супутникових даних включає радіометричне калібрування, атмосферну компенсацію та розрахунок коефіцієнтів відбиття для подолання складності та невизначеності, властивих дистанційній оцінці деградації земель, застосовується інтегративний підхід, що поєднує різноманітні геопросторові дані. Цей підхід реалізується за допомогою спеціалізованої дворівневої моделі злиття растрових даних [11]. Для оцінки деградації земель було застосовано дворівневу модель. На першому рівні окремо картографувалися такі індикатори, як зміни рослинності та ерозія ґрунту, а на другому рівні ці дані зводились в інтегральну карту деградації земної поверхні.

Для визначення динаміки рослинного покриву на досліджуваній території було застосовано метод дистанційного зондування з використанням

супутникових знімків. Аналіз змін проводився на основі розрахунку нормалізованого індексу різниці рослинності (NDVI) (рис. 1).

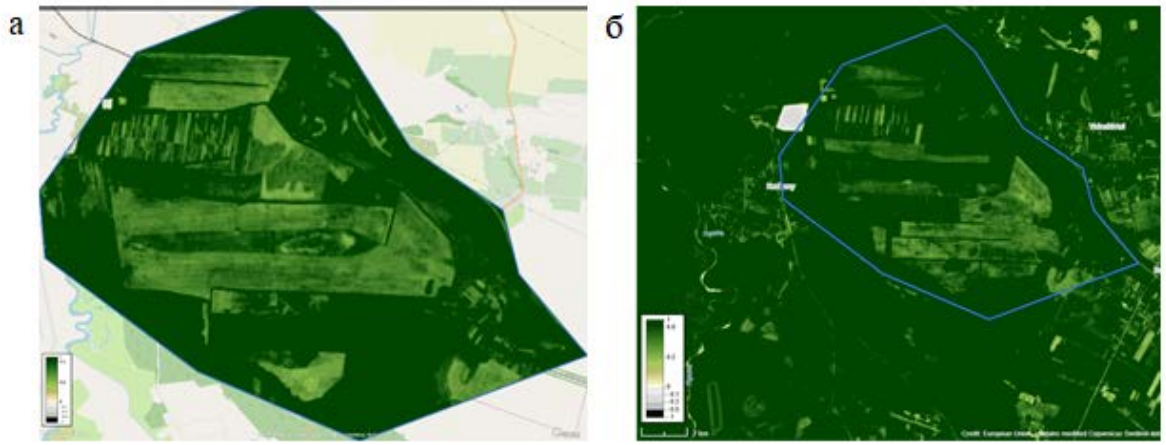


Рис. 1. Нормований різницевий індекс рослинності досліджуваної території:
а – серпень 2017 р.; б – серпень 2024 р.; межі досліджуваної території.

Кількісні значення отриманих індексів були класифіковані на сім дискретних категорій, що відображають спектр змін від інтенсивної деградації до значного покращення стану земель. Кожній категорії було присвоєно відповідний просторовий шар. Перші три категорії (значне покращення, середнє покращення, незначне покращення) демонструють позитивну динаміку змін у досліджуваному часовому інтервалі 2017-2024 рр. Візуалізація цих категорій здійснювалася з використанням шару Barren Soil Script (голого ґрунту), який використовується для картографування ґрунту, дослідження розташування зсувів або масштабів ерозії в районах без рослинності. Сценарій голого ґрунту включає індекс голого ґрунту (BSI) до червоного каналу, NIR B08 – до зеленого каналу, а SWIR-смуга B11 – до синього каналу.

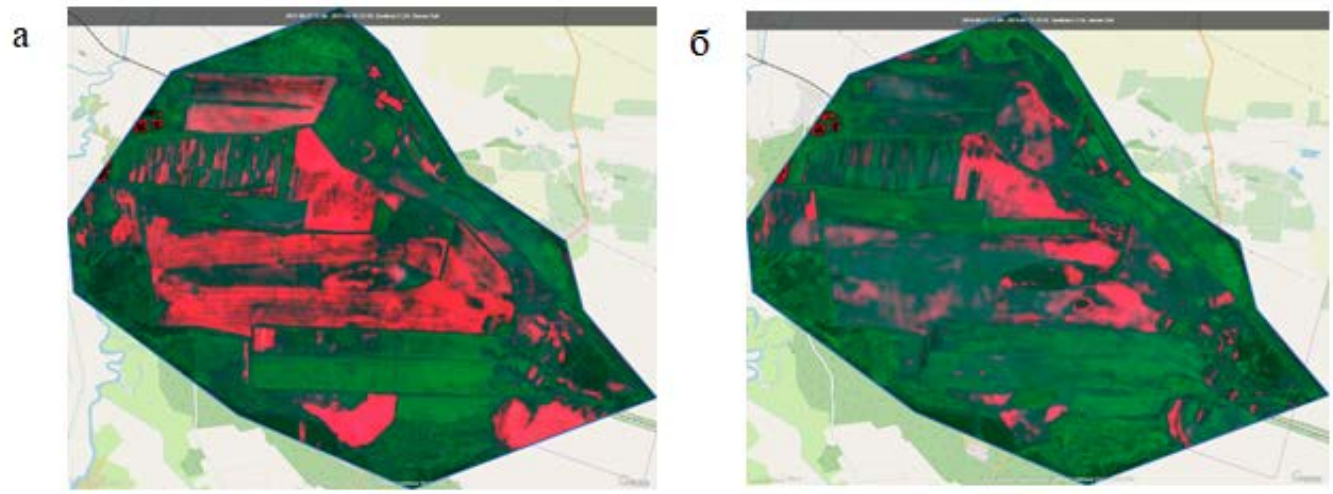


Рис. 2. Нормований індекс «голого» ґрунту досліджуваної території:
а – серпень 2017 р.; б – серпень 2024 р.; межі досліджуваної території.

Індекс множиться, щоб збільшити його яскравість. Індекс голого ґрунту для Sentinel-2:

BSI = ((B11 + B04) - (B08 + B02)) / ((B11 + B04) + (B08 + B02))

Це співвідношення є нормованою короткохвильовою інфрачервоною різницею ґрунт-волога (NSDS), що визначає вологість ґрунту через поглинання води короткохвильовим інфрачервоним способом [10].

Ще одним LST (Land Surface Temperature) – це показник температури земної поверхні, який визначають за допомогою дистанційного зондування. Він може бути використаний для вивчення кліматичних змін, деградації ґрунтів, опустелювання та інших екологічних процесів.

Комплексні прояви сольової деградації ґрунтів можуть бути нівельовані шляхом хімічної меліорації. Сучасний підхід до визначення їхніх зовнішніх ознак передбачає використання мультиспектральних супутникових знімків Landsat 8-9 для одночасного візуального детектування площ розповсюдження засолення ґрунтів та математичної оцінки ступеня засоленості на основі спектральних характеристик. Для визначення та оцінки меж засолення можна використовувати наступні індекси засоленості ґрунту [2]:

- NDSI (Normalized Difference Salinity Index), формула: NDSI = (red – NIR)/(red + NIR);
- Si1 (Salinity index 1), формула: Si1 = (red × NIR)/green;
- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), формула: NDVI = (NIR – red)/(red + NIR);
- VSSI (Vegetation Soil Salinity Index), формула: VSSI = 2 × green – 5 × (red + NIR).

Вибір перспективних індексів враховував дослідження іноземних науковців [12,13,14]. Збільшення засоленості ґрунту збільшує значення NDSI та Salinity index. Порівнюючи межі індексів, потрібно звертати увагу на густу рослинного покриву, тому індекс NDSI характеризує межі засолених ділянок інвертовано. На відміну від Salinity index 1, значення якого добре візуалізують межі та градації ступеня засоленості. Індекс засоленості ґрунту VSSI зростає пропорційно інтенсивності засолення. Дослідники Інгулецької зрошувальної системи встановили залежність ступенів засолення чорнозему південного від його NDSI [15].

Відзначається зростання вірогідності вітрової ерозії, зумовлене збільшенням у поверхневому горизонті ерозійно нестійких ґрунтових частинок розміром менш ніж 1 мм, що формуються внаслідок передпосівного обробітку під просапні культури. Пилові бурі на території України періодично фіксуються на площах до 15–20 млн га, переважно у Степовій зоні, а останнім періодом поширюються і на зону Полісся. Ідентифікація пилових бур можлива за даними

супутникових знімків Sentinel-5P UV Aerosol Index, що відображають концентрацію дрібнодисперсного пилу (рис. 3) [16].

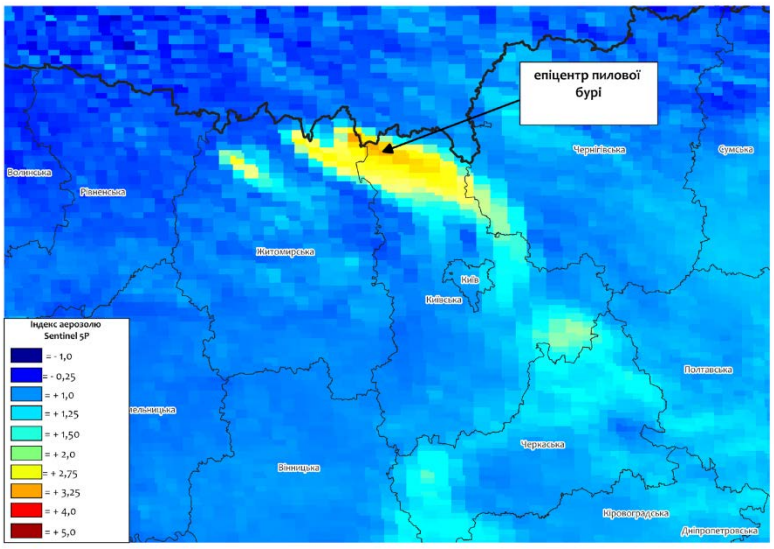


Рис. 3. Поширення пилової бурі у зоні Українського Полісся за даними супутника Sentinel-5P UV Aerosol Index (18.04.2020 р.)

Бойові дії призводять до значного руйнування природного середовища, зокрема до деградації ґрунтового покриву. Вибухи, важка техніка, пожежі та утворення вирв порушують структуру ґрунту, змінюють його хімічний склад і спричиняють ерозію. Важливим завданням є оперативне виявлення таких змін, і одним із найефективніших інструментів для цього є дистанційне зондування Землі (ДЗЗ). Супутникові знімки дозволяють виявляти зміни в ґрунтовому покриві завдяки аналізу спектральних характеристик (рис. 4) [17].

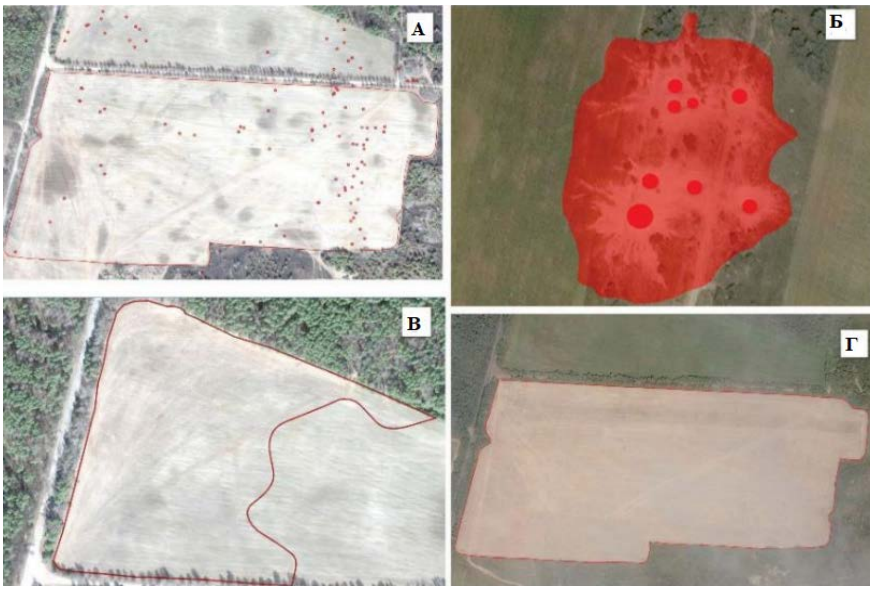


Рис. 4. Розшифровка ознак: А – орні землі, пошкоджені бойовими діями; Б – кратери та бомбтурбація; В – ущільнення ґрунту внаслідок маневрів військової техніки; Г – рілля з можливими ознаками забруднення ґрунту внаслідок війни.

Основні супутникові платформи, що використовуються для досліджень: Sentinel-2 (роздільна здатність 10-20 м, широкий спектральний діапазон); Landsat-8/9 (30 м, наявність інфрачервоних каналів); planetscope (3-5 м, висока деталізація, але платна) та MAXAR (роздільна здатність від 31 до 50 см на піксель, платна).Зазначимо, що безкоштовні дані оптичного супутника Sentinel-2 можуть не охопити всі збитки, але вони залишаються економічно ефективною та досить точною альтернативою дорогим даним MAXAR. Наприклад, дані Sentinel-2 показують 100 скупчень кратерів (виділені бірюзовим), що охоплюють 162 кратери згідно з MAXAR (виділені жовтим), що становить 62,5% від загальної кількості кратерів, ідентифікованих MAXAR (рис. 4) [18; 19].

Для аналізу руйнування ґрунту використовуються спеціальні спектральні індекси: NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – показує стан рослинності, зниження якого свідчить про деградацію; NBR (Normalized Burn Ratio) – виявляє пошкодження внаслідок пожеж або вибухів; MSAVI (Modified Soil-Adjusted Vegetation Index) – адаптований для аналізу ґрунтів із низьким рівнем рослинності.

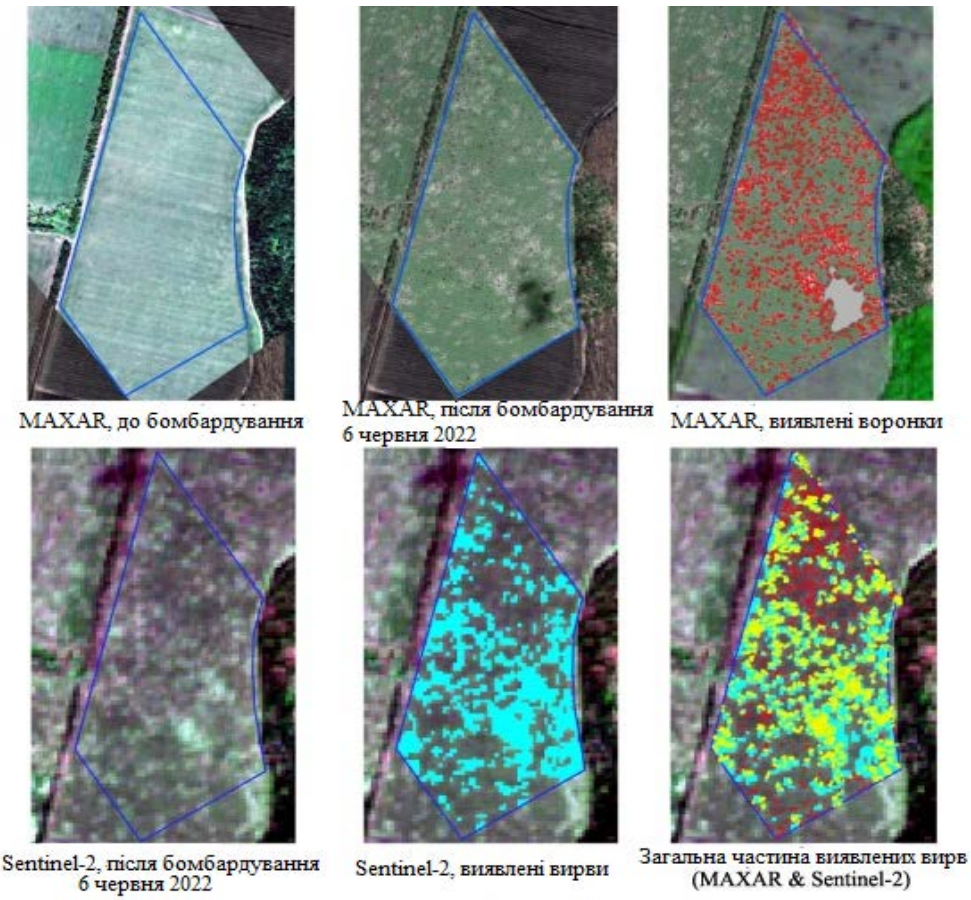


Рис. 4. Порівняння видимості ушкоджень бомбардуванням за допомогою супутникових даних Sentinel-2 і MAXAR.

Беручи до уваги великі об’єми пошкоджень, обмеження ручного виявлення та ресурсомісткість цього підходу, на сьогодні використовують автоматизований алгоритм виявлення пошкоджених ділянок на сільськогосподарських полях. Алгоритм автоматичного виявлення сільськогосподарських полів, пошкоджених військовими діями та ідентифікація пошкоджених ділянок на них, складається з трьох основних кроків [19; 20]: 1) експертне визначення пошкоджень поля для створення навчальних і тестових наборів даних; 2) використання моделі машинного навчання, зокрема класифікація Random Forest (RF), для розпізнавання пошкоджених полів; 3) ідентифікація вражених ділянок полів за допомогою порогової сегментації для виявлення аномалії.

Алгоритм ідентифікує прямі пошкодження на полях як аномалії на зображеннях Sentinel-2. Він забезпечує безперервне автоматизоване спостереження в різних регіонах і сезонах. Його ефективність становить близько 0,85. Детальна просторова інформація про постраждалі поля дозволить стратегічно спрямувати допомогу та субсидії найбільш потребуючим аграріям.

Висновки. Водна та вітрова ерозія, механічне ущільнення, засолення, зміна клімату та антропогенний вплив є головними факторами погіршення ґрунтового покриву. Використання дистанційного зондування Землі є перспективним інструментом для оцінки деградації ґрунтів, дозволяючи оперативно і точно моніторити зміни на великих територіях, що підтверджує ефективність використання супутникових технологій. Найбільш ефективними для оцінки стану ґрунтів виявилися NDVI (рослинний покрив), NDSI (засоленість), BSI (індекс «голого» ґрунту) та LST (температурний аналіз), що відносить їх ключових спектральних індексів. Використання методів машинного навчання (класифікація Random Forest) дозволяє автоматично ідентифікувати деградовані ділянки, що значно підвищує точність оцінки, впровадження автоматизацію процесів моніторингу.

Подальші дослідження повинні бути зосереджені на інтеграції даних супутникового моніторингу з польовими дослідженнями для підвищення достовірності отриманих результатів, розробці прогнозних моделей через використання штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування деградаційних процесів, дослідженню впливу військових дій на деградацію ґрунтів, включаючи аналіз змін, спричинених бойовими діями, та розробку методик відновлення пошкоджених земель.

Список використаних джерел

1. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л., Адамчук-Чала Н.І., Білокінь О.А.. Формування науково-методичних засад супутникового агроекологічного

моніторингу в Україні. *Агроекологічний журнал*, 2022. № 2. С.6-21. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263312.

2. Ковальчук В.П., Войтович О.П. Визначення засоленості ґрунтів Інгулецької зрошувальної системи за супутниковими даними у системі управлінських заходів із хімічної меліорації. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С.33-43. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240319.

3. Lyalko V.I., Romanciuc I.F., Yelistratova L.A., Apostolov A.A., Chekhniy V.M. Detection of Changes in Terrestrial Ecosystems of Ukraine Using Remote Sensing Data. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2020. № 29 (1). P.102–110.

4. Мудрак О.В., Морозова Т.В. Ефективність супутникових даних у системі агроекологічного моніторингу. *Агроекологічний журнал.* 2023. № 3. С. 53-61 DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2023.287763.

5. Petrychenko V.F., Tarariko O.H. and Syrotenko O.V. Space technologies in agri-environmental monitoring system. *Agricultural Science and Practice*. 2014. № 1. P. 3–12.

6. Тараріко О., Ільєнко Т., Кучма Т., Білокінь О. Ерозія ґрунтів як чинник опустелювання агроландшафтів України. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 6–16. DOI: https://doi.org/10.33730/ 2077-4893.3.2021.240316.

7. Kashnitskii A.V., Lupyan E.A., Balashov I.V. and Konstantinova A.M. Technology for designing tools for the process and analysis of data from very large scale distributed satellite archives. *Atmospheric and Oceanic Optics*. 2017. Vol. 30 (1). P. 84–88. DOI: https://doi.org/10.1134/S1024856017010080.

8. Ali A, Martelli R, Lupia F, Barbanti L. Assessing Multiple Years' Spatial Variability of Crop Yields Using Satellite Vegetation Indices. *Remote Sensing*. 2019; 11(20):2384. https://doi.org/10.3390/rs11202384.

9. Демченко О.В. Екологічна характеристика сільських територій України: сучасні реалії. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 66. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-20.

10. Гаврилюк А. Деградація ґрунтів в Україні набирає обертів. Agrotimes. 2021. 15 січня, 11:12. URL: https://agrotimes.ua/agronomiya/degradacziya-gruntiv-v-ukrayini-nabyraye-obertiv/

11. Parsova V., Stoiko N., Kryshenyk N., Mirzayev N. Application of remote sensing method for determination of arable land degradation. *Engineering for rural development*. 2020. P. 1712-1717. DOI:10.22616/ERDev.2020.19.TF441.

12. Khan N.M., Rastoskuev V.V., Sato Y. and Shiozawa S. Assessment of hydrosaline land degradation by usinga simple approach of remote sensing indicators. *Agricultural Water Management*. 2005. No 77. Part 1–3. P. 96–109.

13. AL-Khakani E.T., Al-Janabi W.F., Saad R.Y. and Al-Kazaali H.M. Using Landsat 8 OLI data to predict and mapping soil salinity for part of An-Najaf governorate. *Ecology, Environment and Conservation*. 2018. № 24. P. 572–578.

14. Dehni A. and Lounis M. Remote sensing techniques for salt affected soil mapping: application to the Oran region of Algeria. *Procedia Engineering*. 2012. № 33. P. 188–198.

15. Nguyen, C.T.; Chidthaisong, A.; Kieu Diem, P.; Huo, L.-Z. A Modified Bare Soil Index to Identify Bare Land Features during Agricultural Fallow-Period in Southeast Asia Using Landsat 8. *Land* 2021, 10, 231. https://doi.org/10.3390/land10030231.

16. Бережняк Є.М., Наумовська О.І., Бережняк М.Ф. Деградаційні процеси в ґрунтах України та їх негативні наслідки для довкілля. *Біологічні системи: теорія та інновації*. Вип. 13, № 3-4, 2022 https://doi.org/10.31548/biologiya13(3-4).2022.014.

17. Bonchkovskyi, O.; Ostapenko, P.; Shvaiko, V.; Bonchkovskyi, A. Remote Sensing As a Key Tool for Assessing War-Induced Damage to Soil Cover in Ukraine (the Case Study of Kyinska Territorial Hromada). *Journal of Geology, Geography and Geoecology.* 2023. №32. P. 474-487. DOI:https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112342.

18. Kussul N., Drozd S., Yailymova H., Shelestov A., Lemoine G., Deininger K. Assessing damage to agricultural fields from military actions in Ukraine: An integrated approach using statistical indicators and machine learning. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.* 2023. Vol. 125. https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103562.

19. Duncan E., Skakun S., Kariryaa A., Prishchepov A. Detection and mapping of artillery craters with very high spatial resolution satellite imagery and deep learning. *Science of Remote Sensing*. 2023. Vol.7. https://doi.org/10.1016/j.srs.2023.100092.

20. Hamedianfar, A.; Shafri, H.Z.M. Integrated approach using data mining-based decision tree and object-based image analysis for high-resolution urban mapping of WorldView-2 satellite sensor data. *J. Appl. Remote Sens*. 2016, 10, 025001.

21. Кирилюк В.П., Рожі Т.А., Дець Т.І. Проєктування протиерозійних гідротехнічних і лісомеліоративних заходів боротьби з ярами. *Містобудування та територіальне планування*: наук.-техн. Збірник. Київ: КНУБА, 2024. Вип. 86. С. 411–425. http://mtp.knuba.edu.ua/article/view/310445.

22. Шевчук С.М., Домашенко Г.Т., Рожі Т.А. Сучасні методи геодезичного картографування територій: використання GPS та ГНСС

технологій. *Просторовий розвиток,* Вип. 8, 2024. С. 506–517. http://spd.knuba.edu.ua/article/view/315889.

23. Рожі Т.А. Еколандшафтна оцінка структури землекористування Гайворонської міської територіальної громади. *Ландшафтознавство*: науково-теоретичний журнал. / головн. ред. Г. Денисик. Вінниця, ВДПУ ім. Михайла Коцюбинського, 2024. Вип. 6 (2). С. 55–64. URL: https://vspu.net/landscapescience/index.php/journal/article/view/54/60.

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor **Oksana Braslavska,**
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor **Hrytsyk Oleh,**
Lecturer **Tomas Rozhi,**
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

USING SATELLITE DATA FOR SOIL DEGRADATION ASSESSMENT IN AGRICULTURAL REGIONS OF UKRAINE

The article examines the use of satellite data to assess soil degradation in the agricultural regions of Ukraine. It has been established that the main factors contributing to soil degradation include water and wind erosion, the decline in humus content, salinization, soil compaction, excessive plowing, and the impact of climate change. Traditional methods of assessing degradation, particularly field studies, are labor-intensive and costly, necessitating the use of modern satellite technologies. The use of remote sensing (RS) enables real-time monitoring of changes in soil cover, the detection of erosion processes, and the prediction of further degradation trends. The methodology for applying spectral indices, including NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDSI (Normalized Difference Soil Index), BSI (Bare Soil Index), and LST (Land Surface Temperature), was analyzed to assess changes in soil structure, moisture content, and vegetation cover. A two-level monitoring model integrating satellite data and geospatial analysis is proposed. It has been demonstrated that the use of machine learning algorithms, particularly the Random Forest classification, allows for the automation of degraded land identification and improves the accuracy of analysis. Special attention is given to the impact of military actions on soil cover, including the consequences of bombings, soil compaction by military equipment, and soil contamination. The use of satellite platforms such as Sentinel-2, Landsat-8/9, and PlanetScope enables the assessment of destruction scales and the development of measures for the restoration of affected areas. The conclusions emphasize the importance of implementing satellite technologies in the agroecological monitoring system, which improves land resource management and ensures the sustainable development of Ukraine’s agricultural sector. Further research

should focus on the integration of satellite data with field measurements, the expansion of additional satellite platforms, and the application of artificial intelligence for predicting degradation processes.

Keywords: satellite monitoring; soil degradation; remote sensing; NDVI; NDSI; BSI; LST; erosion; machine learning; agroecological monitoring.

REFERENCES

1. Tararik, O.G., Ilienko, T.V., Kuchma, T.L., Adamchuk-Chala, N.I., Bilokin, O.A. Formuvannya naukovo-metodychnykh zasad suputnykovoho ahroekolohichnoho monitorynhu v Ukrayini. [Formation of scientific and methodological principles of satellite agroecological monitoring in Ukraine]. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological Journal]. 2, 2022, 6-21. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263312. {in Ukrainian}

2. Kovalchuk, V.P., Voytovych, O.P. Vyznachennya zasolenosti hruntiv Inhulets′koyi zroshuval′noyi systemy za suputnykovymy danymy u systemi upravlins′kykh zakhodiv iz khimichnoyi melioratsiyi [Determination of soil salinity in the Ingulets irrigation system using satellite data in the system of management measures for chemical land reclamation]. *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological Journal]. 3, 2021, 33-43. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240319. {in Ukrainian}

3. Lyalko, V.I., Romanciuc, I.F., Yelistratova, L.A., Apostolov, A.A., Chekhniy, V.M. (2020) Detection of Changes in Terrestrial Ecosystems of Ukraine Using Remote Sensing Data. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 29 (1), 102–110. {in English}

4. Mudrak, O.V., Morozova, T.V. Efektyvnist′ suputnykovykh danykh u systemi ahroekolohichnoho monitorynhu [The effectiveness of satellite data in the agroecological monitoring system] *Ahroekolohichnyy zhurnal* [Agroecological Journal]. 3. 2023. 53-61. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2023.287763. {in Ukrainian}

5. Petrychenko, V.F., Tarariko, O.H., Syrotenko O.V. (2014) Space technologies in agri-environmental monitoring system. *Agricultural Science and Practice*, 1, 3–12 . DOI: https://doi.org/10.15407/agrisp1.01.003. {in English}

6. Tarariko, O., Ilienko, T., Kuchma, T. & Bilokin, O. (2021). Eroziya gruntiv yak chynnyk opustelyuvan-nya ahrolandshaftiv Ukrayiny [Soil erosion as a fac-tor of desertification of agrolandscapes in Ukraine]. *Ahroecologichnyi zhurnal* [Agroecological journal], 3, 6–16. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240316. {in Ukrainian}

7. Kashnitskii, A.V., Lupyan, E.A., Balashov, I.V. and Konstantinova, A.M. (2017) Technology for designing tools for the process and analysis of data from very

large scale distributed satellite archives. *Atmospheric and Oceanic Optics*. 30 (1), 84–88. DOI: https://doi.org/10.1134/S1024856017010080. {in English}

8. Ali, A, Martelli, R, Lupia, F, Barbanti, L. (2019) Assessing Multiple Years' Spatial Variability of Crop Yields Using Satellite Vegetation Indices. *Remote Sensing*, 11(20) DOI:https://doi.org/10.3390/rs11202384. {in English}

9. Demchenko, O.V. (2024) Ecological characteristics of rural areas of Ukraine: modern realities. *Economy and Society*, 66 DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-66-20. {in Ukrainian}

10. Havryliuk, A. (2021) Dehradatsiia hruntiv v Ukraini nabyraie obertiv. Agrotimes. Available at: https://agro-times.ua/agronomiya/degradacziya-gruntiv-v-ukrayini-nabyraye-obertiv/ (accessed March 2, 2025). {in Ukrainian}

11. Parsova, V., Stoiko, N., Kryshenyk, N., Mirzayev, N. (2020) Application of remote sensing method for determination of arable land degradation. *Engineering for rural development*, 1712-1717. DOI:10.22616/ERDev.2020.19.TF441. {in English}

12. Khan, N.M., Rastoskuev, V.V., Sato, Y. , Shiozawa, S. (2005) Assessment of hydrosaline land degradation by usinga simple approach of remote sensing indicators. *Agricultural Water Management*, 77 (1–3), 96–109. {in English}

13. AL-Khakani, E.T., Al-Janabi, W.F., Saad, R.Y., Al-Kazaali H.M. (2018) Using Landsat 8 OLI data to predict and mapping soil salinity for part of An-Najaf governorate. Ecology, Environment and Conservation, 24, 572–578. {in English}

14. Dehni A., Lounis M. (2012) Remote sensing techniques for salt affected soil mapping: application to the Oran region of Algeria. *Procedia Engineering*, 33, 188–198. {in English}

15. Nguyen, C.T., Chidthaisong, A., Kieu Diem, P., Huo, L.-Z. A (2021) Modified Bare Soil Index to Identify Bare Land Features during Agricultural Fallow-Period in Southeast Asia Using Landsat 8. *Land*, 10, 231. https://doi.org/10.3390/land10030231 {in English}

16. Berezhnyak, E.M., Naumovska, O.I., Berezhnyak, M.F. Dehradatsiyni protsesy v gruntakh Ukrayiny ta yikh nehatyvni naslidky dlya dovkillya [Degradation processes in soils of Ukraine and their negative consequences for the environment]. Biolohichni systemy: teoriya ta innovatsiyi [Biological systems: theory and innovations]. 13, 2022, 3-4, https://doi.org/10.31548/biologiya13(3-4).2022.014. {in Ukrainian}

17. Bonchkovskyi, O.; Ostapenko, P.; Shvaiko, V.; Bonchkovskyi, A. (2023) Remote Sensing As a Key Tool for Assessing War-Induced Damage to Soil Cover in Ukraine (the Case Study of Kyinska Territorial Hromada). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 32. 474-487. DOI:https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112342. {in English}

18. Kussul, N., Drozd, S., Yailymova, H., Shelestov, A., Lemoine, G., Deininger, K. (2023) Assessing damage to agricultural fields from military actions in Ukraine: An integrated approach using statistical indicators and machine learning. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 125. https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103562. {in English}

19. Duncan, E., Skakun, S., Kariryaa, A., Prishchepov, A. (2023) Detection and mapping of artillery craters with very high spatial resolution satellite imagery and deep learning. *Science of Remote Sensing*, 7 https://doi.org/10.1016/j.srs.2023.100092. {in English}

20. Hamedianfar, A., Shafri, H.Z.M. (2016) Integrated approach using data mining-based decision tree and object-based image analysis for high-resolution urban mapping of WorldView-2 satellite sensor data. *J. Appl. Remote Sens*, 10, 025001. {in English}

21. Kyryliuk V.P., Rozhi T.A., Dets T.I. Proiektuvannia protyeroziinykh hidrotekhnichnykh i lisomelioratyvnykh zakhodiv borotby z yaramy. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*: nauk.-tekhn. Zbirnyk. Kyiv: KNUBA, 2024. Vyp. 86. S. 411–425. {in Ukrainian}

22. Shevchuk S.M., Prokopenko N.I., Rozhi T.A. Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorony pryrody. *Prostorovyi rozvytok*, Vyp. 7, 2024. S. 445–458. {in Ukrainian}

23. Rozhi T.A. Ekolandshaftna otsinka struktury zemlekorystuvannia Haivoronskoi miskoi terytorialnoi hromady. *Landshaftoznavstvo*: naukovo-teoretychnyi zhurnal. / holovn. red. H. Denysyk. Vinnytsia, VDPU im. Mykhaila Kotsiubynskoho, 2024. Vyp. 6 (2). S. 55–64. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.466-483
УДК 349.418+728:340:352

к.т.н. **Гончерюк О.М.,**
o.honcheriuk@chnu.edu.ua, ORCID: 0009-0004-0803-0105,
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

АКТУАЛЬНІСТЬ ОФОРМЛЕННЯ ЗЕМЛІ ПІД БАГАТОКВАРТИРНИМИ БУДИНКАМИ: ПРАВОВІ, ПРАКТИЧНІ ТА УПРАВЛІНСЬКІ АСПЕКТИ В УКРАЇНІ

Актуальність теми дослідження. Належне оформлення права на земельну ділянку під багатоквартирними будинками відбувається дедалі частіше і обумовлене рядом переваг для мешканців. Зокрема, виникає правова захищеність мешканців будинку від можливих зловживань з боку забудовників чи інших осіб та підстави для розпорядження сформованою прибудинковою територією. З'являються передумови для встановлення огорожі, організації та облаштування парковки, дитячого майданчику, здійснення благоустрою та озеленення території. Важливо розуміти, що процес оформлення права на землю може бути тривалим та вимагати певних фінансових витрат, але переваги від належного оформлення значно перевищують можливі незручності.

Одними із перспективних механізмів захисту при оформлені права на землю є правові інструменти, які дають можливість звернення до суду з питань знесення незаконних споруд, заборони небажаної діяльності, отримання компенсації за завдані збитки та реалізації адміністративних важелів: контролю за цільовим використанням земельної ділянки, регулювання доступу на територію.

Однак, процес оформлення правовстановлюючих документів супроводжується рядом недоліків: відсутністю чіткого механізму передачі землі у власність, відсутністю єдиного стандарту визначення конфігурації прибудинкової території, неврегульованістю спільного використання земельних ділянок в районах з щільною забудовою. Даний процес відносно новий, а тому різного роду бюрократичні перепони процесу оформлення, відсутність єдиного підходу та зловживання на місцях посилюють актуальність дослідження.

Ключові слова: земельна ділянка; об'єднання співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ); управлінські компанії (УК).

Аналіз останніх досліджень. Постановка даного питання розглядалася українськими науковцями, зокрема Платоновою (Іванова) Є.О.[1]. Науковий

внесок ґрунтується у аналізі використання земель житлової та громадської забудови комунальної форми власності. Також розглянуто правовий режим земельних ділянок під багатоквартирними будинками, як просторовий базис їх розміщення та обслуговування. Вона підкреслює, що значна частина цих земель належить територіальним громадам, і аналізує проблеми, пов'язані з їх забудовою, управлінням та приватизацією. Основний акцент ставиться на тому, що частки земельних ділянок під багатоквартирними будинками не можуть бути розподілені між власниками квартир, а їх використання регулюється органами управління об'єднань співвласників.

Беровою П.І. виявлено та запропоновано рекомендації щодо напрямів вдосконалення законодавства при оформленні прав на земельні ділянки під багатоквартирними будинками. Акцентовано увагу на відсутність оформлення у значної частини таких ділянок, що об'єктивно ускладнює їх подальше повноцінне використання та оподаткування. Відсутність належного оформлення обумовлює недоотримання місцевими бюджетами значних надходжень від плати за землю. Особливу увагу спрямовано на прибудинкові території, які є невід'ємною частиною земельних ділянок багатоквартирних будинків. Вказано на необхідність формування обґрунтованої площі цих територій із включенням до складу земельних ділянок та належним оформленням прав на земельні ділянки, що дозволить мешканцям багатоквартирних будинків самостійно визначати порядок використання прибудинкових територій та запобігати їх відведенню стороннім особам [2].

Вадімов Д.В., досліджував проблеми планування, правового регулювання та соціальної організації прибудинкових просторів у міських умовах України [3]. В свою чергу, акцентує на необхідності ревіталізації цих територій, особливо в районах старої забудови 60–70-х років, де відсутні чіткі межі та інфраструктура для комфортного проживання. Визначено, що прибудинкові території мають бути комплексними просторами для відпочинку, соціальної взаємодії та обслуговування будинків, також підкреслено роль ОСББ в управлінні цими територіями та необхідність врахування потреб мешканців. Виявлено актуальність нових форм житла (наприклад, колівінгу) у контексті сучасних економічних та соціальних викликів.

Ю. Губором та С. Главацькою запропоновано розраховувати "прибудинкову частку" для кожної одиниці нерухомості (квартири/нежитлового приміщення). Вона визначається на основі: геодезичних даних (масштаб 1:500/1:1000), кадастрових планів, площі будівель, земельних ділянок та інженерних споруд.

Формула для розрахунку площі житлового кварталу:

$$S_{житл.кв.}=S_{кварт}-S_{приват}-S_{корист}-S_{ДБН}-S_{заг} \quad S_{житл.кв.}=S_{кварт}-S_{приват}-S_{корист}-S_{ДБН}-S_{заг}.$$

Чітке зонування та розрахунки допомагають уникнути конфліктів щодо землекористування, зменшують корупцію та покращують якість життя. [4].

Білошицькою Н.І., Татарченко Г.О., Білошицьким М.В., Уваровим П.Є. проаналізовано організацію прибудинкових територій у багатоповерхових житлових комплексах, зосереджуючись на комфорті мешканців та функціональному зонуванні. На прикладі м. Сєвєродонецька та європейських міст (Данія, Фінляндія, Берлін) виявлено такі проблеми:

- дефіцит паркувальних місць і хаотичне розташування авто;
- недостатня різноманітність функціональних зон (відпочинок, ігри, господарські потреби);
- відсутність якісного благоустрою в районах старої забудови (60–70-х рр.). [5]

Пропозиції авторів: відокремлення зон входу, парковки, галасливого/тихого відпочинку, господарських майданчиків, впровадження підземних парковок, велопарковок, сортування сміття, закриті двори без авто. Реконструкція існуючих територій шляхом модернізації дитячих ігрових та спортивних майданчиків, озеленення, система освітлення. Комплексний підхід полягає в розробці дендрологічних планів, інтеграція екологічних рішень, врахування потреб різних вікових груп.

Ключовою ідеєю є те, що прибудинкові території мають бути багатофункціональними**,** безпечними та екологічно орієнтованими. Успішність залежить від планування, врахування місцевих особливостей та запозичення кращих європейських практик (наприклад, відмова від авто у дворах, акцент на велоінфраструктуру).

Дослідження підкреслює необхідність трансформації радянської забудови у сучасні комфортні простори, що відповідають вимогам містян і екологічним стандартам [5].

Постановка проблеми. Згідно закону України «Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку» термін «прибудинкова територія» – це територія навколо багатоквартирного будинку, визначена на підставі відповідної містобудівної та землевпорядної документації, у межах земельної ділянки, на якій розташовані багатоквартирний будинок і належні до нього будівлі та споруди, що необхідна для обслуговування багатоквартирного будинку та задоволення житлових, соціальних і побутових потреб власників (співвласників) та наймачів

(орендарів) квартир, а також нежитлових приміщень, розташованих у багатоквартирному будинку [7].

Приписами статті 42 Земельного кодексу України встановлено, що земельні ділянки, на яких розташовані багатоквартирні будинки, а також належні до них будівлі, споруди та прибудинкові території державної або комунальної власності, надаються в постійне користування підприємствам, установам і організаціям, які здійснюють управління цими будинками.

Земельні ділянки, на яких розташовані багатоквартирні будинки, а також належні до них будівлі, споруди та прибудинкова територія, що перебувають у спільній сумісній власності власників квартир та нежитлових приміщень у будинку, передаються безоплатно у власність або в постійне користування співвласникам багатоквартирного будинку в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України [6].

Законодавець передбачив механізм врегулювання цього питання через ухвалення профільної постанови Кабінетом Міністрів України. Однак станом на сьогодні такий документ не прийнято, більше того – навіть не оприлюднено його проекту.

Більше того, існують сумніви щодо можливості уряду вирішити це питання виключно адміністративним рішенням, оскільки урядова постанова має чітко узгоджуватися із положеннями Земельного кодексу України та не може встановлювати нові правові норми поза його межами.

Водночас чинне законодавство надає співвласникам багатоквартирних будинків певні альтернативні механізми. Зокрема, вони можуть претендувати на отримання прибудинкової території або у власність, або в постійне користування, використовуючи положення статей 89 та 92 Земельного кодексу України.

Але згідно зі статтею 89 Земельного кодексу України, земельна ділянка може належати на праві спільної сумісної власності лише громадянам, якщо інше не встановлено законом.

У спільній сумісній власності перебувають земельні ділянки:

а) подружжя;

б) членів фермерського господарства, якщо інше не передбачено угодою між ними;

в) співвласників жилого будинку;

г) співвласників багатоквартирного будинку [6].

Відповідно до статті 92 Земельного кодексу України, співвласники багатоквартирного будинку входять до кола суб'єктів, які мають право отримати земельну ділянку в постійне користування. Метою такого права є забезпечення обслуговування будинку та задоволення різнопланових потреб –

житлових, соціальних та побутових – як власників і співвласників, так і наймачів чи орендарів квартир та нежитлових приміщень у багатоквартирному будинку [6].

Редакція частини 2 статті 42 Земельного кодексу України до внесеня змін: була наступною «*У разі приватизації громадянами багатоквартирного жилого будинку відповідна земельна ділянка може передаватися безоплатно у власність або надаватись у користування об'єднанню власників»*. Таким чином, у ОСББ була можливість стати власником чи користувачем прибудинкової території. Тепер, частина 2 статті 42 Земельного кодексу України чітко визначає, що земельна ділянка під будинком і прибудинкова територія «передаються безоплатно у власність або в постійне користування співвласникам багатоквартирного будинку» [6].

Законодавство унеможливлює передачу земельної ділянки ОСББ як юридичній особі з інших передбачених Земельним кодексом України підстав. Стаття 82 кодексу дозволяє набуття земельних ділянок у власність юридичними особами, заснованими українськими громадянами або юридичними особами, виключно для підприємницької діяльності. Водночас ОСББ, за законом, є неприбутковою організацією.

Деякі правники та представники місцевого самоврядування вважають за можливе виділення земельних ділянок ОСББ, посилаючись на частину 1 статті 42 Земельного кодексу України. Ця норма передбачає надання в постійне користування земельних ділянок з розташованими на них багатоквартирними будинками, спорудами та прибудинковими територіями державної або комунальної власності підприємствам, установам і організаціям, що здійснюють управління цими будинками.

Формулювання цієї статті допускає різні тлумачення. Одні вважають, що йдеться виключно про будинки державної та комунальної форми власності, тому норма не стосується ОСББ. Інші правники наполягають, що мова йде про земельні ділянки комунальної власності, на яких розташовані будинки, споруди та прибудинкові території. Такий підхід теоретично дозволяв би наділити ОСББ правом постійного користування земельною ділянкою як суб'єкта управління будинком.

Однак норми Цивільного та Земельного кодексів чітко визначають землю під будинком, як спільну власність співвласників. Передача такої землі іншому власнику, навіть ОСББ, є неприпустимою.

Підсумовуючи, чинне законодавство фактично унеможливлює виділення прибудинкової території у власність чи постійне користування для співвласників багатоквартирного будинку.

Виклад основного матеріалу. Проблематика даного питання полягає в організації співвласників багатоквартирного будинку з даного питання, адже для оформлення правовстановлюючих документів на землю, необхідно подати спільну заяву. Коли в будинку знаходиться велика кількість квартир та інших приміщень, одержати згоду всіх мешканців та правовстановлюючі документи на належне їм нерухоме майно доволі проблематично Часто не вдається досягти спільної згоди між співвласниками щодо оформлення документів на землю, що унеможливлює вирішення цього питання.

Для спрощення законодавець передбачив створення об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ), адже для цього потрібно більше половини загальної кількості голосів усіх співвласників.

Органи місцевого самоврядування, попри відсутність від законодавця чіткого механізму виділення земельних ділянок співвласникам багатоквартирних будинків, приймають відповідні рішення про передачу земельних ділянок у власність та постійне користування ОСББ чи просто співвласникам багатоквартирного будинку. Адже, одним із основних джерел наповнення місцевих бюджетів є плата за землю.

Для порівняння обрано декілька міст обласних центрів України та досліджено механізм виділяння земельних ділянок для ОСББ (табл. №1).

Таблиця 1

Порівняльна таблиця

№	Орган місцевого самоврядування	Площа з/д у власності, га	Площа з/д у постійному користуванні, га	Площа з/д в оренді, га	Загальна площа, га
1	Ужгородська міська рада	-	50, 6892	-	50,6892
2	Житомирська міська рада	Не здійснюється виділення земельних ділянок			0
3	Кропивницька міська рада	0,4686	1,1879	-	1,6565
4	Луцька міська рада	23,5727	3,0965	-	26,6692
5	Хмельницька міська рада	13,2240	4,4992	1,3281	17,7232
6	Чернігівська міська рада	-	9,1361	-	9,1361
7	Вінницька міська рада	34,0749	-	-	34,0749
8	Чернівецька міська рада	6,6272	22,8133	2,6477	32,0882

Порівняльна таблиця відображає загальні площі земельних ділянок ділянок для об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ), які

знаходяться у власності, постійному користуванні або оренді у восьми міських радах. Основні спостереження дозволяють проаналізувати розподіл земельних ресурсів між органами місцевого самоврядування та виявити різні підходи до виділення земельних ділянок для ОСББ у різних регіонах України. Зокрема, найбільша загальна площа виділених земельних ділянок – у Ужгородській міській раді (50,6892 га), а найменша – у Кропивницькій міській раді (1,6565 га). У Житомирській міській раді виділення земельних ділянок не здійснюється, тому всі площі дорівнюють 0. У більшості міських рад земельні ділянки переважно знаходяться у власності або постійному користуванні. На власності зосередилися Луцька, Хмельницька та Вінницька міські ради, а перевагу постійному користуванню надають Ужгородська, Чернігівська та Чернівецька міські ради. Оренда земельних ділянок зафіксована лише у Хмельницькій та Чернівецькій міських радах.

Не зважаючи на відсутність чіткого механізму виділення таких земельних ділянок, міські ради все ж таки передають їх у власність чи користування ОСББ, з метою отримання плати за землю та розуміючи, що власники майна не повинні бути обмеженні у своїх правах.

Виходячи із зазначеного проаналізуємо, необхідний пакет документів для подання до органів місцевого самоврядування з метою отримання земельних ділянок (наведених в табл. 1) під багатоквартирними будинками.

В Ужгородську міську раду необхідно подати до заяви правовстановлюючі документи на юридичну особу, графічні матеріали розташування земельної ділянки із зазначенням площі та конфігурації земельної ділянки та рішення (витяг з протоколу) загальних зборів ОСББ, житлово-будівельних кооперативів (ЖБК), обслуговуючих кооперативів (ОК) про необхідність оформлення права користування земельною ділянкою [8].

Луцька міська рада приймає до заяви: довіреність (доручення); копію статуту ОСББ або обслуговуючого кооперативу та унікальний код, що дає можливість доступу до результатів надання адміністративних послуг у сфері державної реєстрації, в т.ч. до установчих документів юридичної особи на офіційному сайті Міністерства юстиції України; копію протоколу (витяг з протоколу) загальних зборів ОСББ чи кооперативу про прийняття рішення по розробленню проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки під багатоквартирним будинком та її надання у власність або постійне користування ОСББ чи кооперативу; оригінал графічних матеріалів із зазначенням місця розташування та орієнтовним розміром земельної ділянки (генплан земельної ділянки, розроблений на актуальній топографо-геодезичній зйомці (не давнішої 1 року з дати внесення Службою містобудівного кадастру та моніторингу в електронну карту Луцької міської територіальної громади) з

доданим до нього листом департаменту містобудування, земельних ресурсів та реклами Луцької міської ради про наявні обмеження у використанні земель відповідно до містобудівної документації); оригінал та/або копії технічного паспорту/паспортів на об'єкт(ти) нерухомого майна, що знаходяться на земельній ділянці або витяг(и) з технічного паспорта (якщо житловий будинок більше 4-х поверхів – без поверхових схем квартир у будинку); оригінал графічного додатку до рішення Луцької міської ради, розроблений на актуальній топографо-геодезичній зйомці (не давнішої 1 року з дати внесення Службою містобудівного кадастру та моніторингу в електронну карту Луцької міської територіальної громади) [12].

Відповідно до інформації центру надання адміністративних послуг міста Кропивницького до клопотання надаються: графічні матеріали, на яких зазначено бажане місце розташування земельної ділянки; копія статуту; копія витягу з ЄДР; копія наказу про призначення керівника підприємства; письмова згода землекористувача (у разі вилучення земельної ділянки); довіреність або нотаріально засвідчена копія довіреності (для уповноваженої особи) [9].

У Чернівецькій міській раді використовують два види заяв, одна для ОСББ, друга для співвласників багатоквартирного житлового будинку без створення ОСББ.

До першої заяви надаються копії актуальної виписки з ЄДРПОУ, статуту (чинна редакція), графічні матеріали, на яких зазначене бажане місце розташування та розмір земельної ділянки (схематичний план земельної ділянки з інвентарної справи, генплан, тощо), протоколу загальних зборів, довіреності у разі подання заяви представником, а до другої відповідно, копії паспорта, довідки про присвоєння реєстраційного номеру облікової картки платника податків з Державного реєстру фізичних осіб – платників податків (ідентифікаційний номер), графічні матеріали земельної ділянки (схематичний план земельної ділянки з інвентарної справи, генплан, фрагмент з публічної кадастрової карти, викопіювання з топографічного плану, тощо), документу, що підтверджує право власності на нерухоме майно (квартиру), яке знаходиться на вказаній земельній, довідка про склад майна і кількість квартир (ЧМКБТІ, ЧКОБТІ, сертифікований інвентаризатор), копія доручення у разі подання заяви представником [10].

Хмельницька міська рада працює по Тимчасовому порядку надання об'єднанням співвласників багатоквартирних будинків земельних ділянок у постійне користування до часу прийняття Кабінетом Міністрів України порядку передачі безоплатно у власність або у постійне користування співвласникам багатоквартирного будинку земельних ділянок. Даний порядок передбачає, що Особа, уповноважена представляти інтереси ОСББ звертається

до Хмельницької міської ради через Управління адміністративних послуг з клопотанням про надання дозволу на розроблення відповідної документації із землеустрою, із зазначенням орієнтовного розміру земельної ділянки та її цільового призначення, до клопотання додаються: протокол загальних зборів ОСББ про намір оформити земельну ділянку; правовстановлюючі документи на юридичну особу ОСББ (належним чином засвідчені копії свідоцтва (витягу) про державну реєстрацію, статуту); графічні матеріали із зазначенням місця розташування, з визначенням меж та площі земельної ділянки (кадастровий план земельної ділянки з відображенням зон обмежень, обтяжень, сервітутів – при наявності, погоджений із суміжними землевласниками та землекористувачами; каталог координат земельної ділянки; схема місця розташування земельної ділянки); акт обстеження земельної ділянки управлінням житлово-комунального господарства; топографічний план земельної ділянки в масштабі 1:500 з нанесенням інженерних мереж.

В разі надання у користування земельної ділянки, зареєстрованої в Державному земельному кадастрі відповідно до Закону України «Про Державний земельний кадастр», право власності на яку зареєстровано у Державному реєстрі речових прав на нерухоме майно, без зміни її меж та цільового призначення до клопотання додаються: протокол зборів ОСББ про намір оформити земельну ділянку в постійне користування; правовстановлюючі документи на юридичну особу ОСББ (належним чином засвідчені копії свідоцтва (витягу) про державну реєстрацію, статуту); кадастровий план земельної ділянки (земельних ділянок) з відображенням обмежень (обтяжень) у її (їх) використанні та встановлених земельних сервітутів; акт визначення меж земельної ділянки (земельних ділянок) в натурі (на місцевості); акт обстеження земельної ділянки управлінням житлово-комунального господарства; топографічний план земельної ділянки в масштабі 1:500 з нанесенням інженерних мереж.

У Вінницькій міській раді передбачений наступний перелік документів: оригінал кадастрового плану земельної ділянки, складений в поточному році; копії правовстановлюючих документів на об’єкти нерухомого майна (будівлі та споруди), які розташовані на земельній ділянці (у разі оформлення таких документів до 01.01.2013 р.), або копії документів що стали підставою для виконання будівельних робіт об’єктів, розміщених на земельній ділянці; копія технічного паспорту на будівлі та споруди, розташовані на земельній ділянці, що містить останні актуальні відомості; фотографії існуючого стану земельної ділянки та проектна пропозиція, погоджена ДАтаМ (при реконструкції/будівництві об'єкту), на електронних носіях або кольорового формату; довідка Державної податкової служби про відсутність заборгованості

по платі за землю; копії установчих документів для суб'єкта господарювання [11].

Чернігівська міська рада не розробляла спеціальний бланк для ОСББ, тому проаналізувати необхідний пакет документів немає можливості.

Специфічні вимоги за містами:

- Ужгородська міська рада орієнтується на графічні матеріали та рішення загальних зборів.
- Луцька міська рада вимагає додаткові документи, такі як графічний додаток до рішення ради, топографічні плани та інші технічні дані.
- Кропивницька міська рада додає вимогу щодо письмової згоди землекористувача у разі вилучення ділянки.
- Чернівецька міська рада розрізняє документи для ОСББ та співвласників без ОСББ, зокрема вимагає додаткові документи для фізичних осіб (копії паспортів, ідентифікаційні номери), та довідку про склад майна та кількість квартир.
- Хмельницька міська рада працює за тимчасовим порядком, вимагає акти обстеження та топографічні плани.
- Вінницька міська рада додає вимогу щодо фотографій земельної ділянки та проектної пропозиції.

Отже, більшість міських рад вимагають подібний набір документів, але є специфічні вимоги, які варто враховувати залежно від міста. Графічні матеріали, що підтверджують місцерозташування та конфігурацію меж земельної ділянки важливий елемент у всіх випадках. Рішення загальних зборів обов'язковий документ для ОСББ або кооперативів, який підтверджує одержання згоди у співвласників нерухомого майна.

Для успішного оформлення земельної ділянки рекомендується уточнювати перелік документів у конкретній міській раді, враховуючи локальні вимоги та особливості.

За дослідженнями, конфлікти інтересів між сусідніми будинками при оформленні прибудинкових територій виникають у таких аспектах:

1. Спірні території (проїзди спільного користування; дитячі майданчики; паркувальні місця; зелені зони).
2. Типові причини конфліктів (історично сформоване спільне використання території; невизначеність меж землекористування; різне бачення благоустрою; обмежений доступ до комунікацій).
3. Практичні проблеми (перекриття проїздів; встановлення огорож; розміщення сміттєвих контейнерів; облаштування паркомісць).

4. Фінансові аспекти (розподіл витрат на утримання спільних територій; різна платоспроможність мешканців; небажання брати участь у спільних витратах; різні підходи до благоустрою).

5. Організаційні складнощі (відсутність механізму спільного прийняття рішень; складність координації дій між ОСББ; проблеми з узгодженням проектів благоустрою; різні підходи до управління територією).

6. Шляхи вирішення (медіація конфліктів; розробка спільних проектів благоустрою; створення механізмів співпраці між ОСББ; чітке документальне оформлення домовленостей).

7. Правові механізми (встановлення сервітутів; укладання договорів про спільне користування; розробка регламентів використання території; судове вирішення спорів).

8. Превентивні заходи (попереднє обговорення планів благоустрою; створення спільних комісій; регулярні зустрічі представників будинків; розробка довгострокових планів розвитку території).

9. Роль місцевої влади (модерація конфліктів; надання методичної допомоги; сприяння у розробці проектів; контроль за дотриманням норм).

10. Документальне оформлення (фіксація домовленостей; розробка спіільних правил користування; оформлення прав на землю з урахуванням інтересів усіх сторін).

Слід звернути увагу на те, як оформлення земельної ділянки під багатоквартирними будинками запобігає ймовірним зловживанням з боку забудовників та інших осіб.

Види можливих зловживань:

- з боку забудовників (самовільне захоплення прибудинкової території; будівництво додаткових об'єктів без згоди мешканців; використання території для комерційних цілей; обмеження доступу мешканців до прибудинкової території);
- з боку третіх осіб (незаконне розміщення МАФів; організація стихійних парковок; самовільне будівництво; пошкодження зелених насаджень).

Важливо розуміти, що процес оформлення прав на землю може бути тривалим та вимагати певних фінансових витрат, але переваги від належного оформлення значно перевищують можливі незручності.

Дуже часто співвласники багатоквартирного житлового будинку відмовляються від створення ОСББ та оформлення документів на землю, звертаючись до комунальних чи приватних управлінських компаній щодо послуг по утриманню будинків.

Роль управлінських компаній для багатоквартирних будинків можна розглянути за такими напрямками:

1. Основні функції: утримання будинку та прибудинкової території, технічне обслуговування інженерних систем, організація надання комунальних послуг, взаємодія з постачальниками послуг, ведення документації.

2. Фінансовий менеджмент: формування кошторисів, збір платежів, розрахунки з постачальниками, планування ремонтних робіт, звітність перед мешканцями.

3. Технічне обслуговування: планові огляди; поточний ремонт; аварійне обслуговування; підготовка до опалювального сезону; модернізація обладнання.

4. Благоустрій території: прибирання, озеленення, освітлення, вивіз сміття, снігоприбирання.

5. Правові аспекти: укладання договорів, представництво інтересів будинку, робота з боржниками, вирішення конфліктів, юридичний супровід.

6. Взаємодія з мешканцями: прийом заявок, інформування, організація зборів, розгляд скарг, консультації.

7. Документальне забезпечення: ведення технічної документації, паспортний облік, бухгалтерський облік, звітність, архівування.

8. Енергоефективність: енергоаудит, розробка заходів економії, модернізація систем, контроль споживання, облік ресурсів.

9. Недоліки в роботі: низька якість послуг, непрозорість витрат, відсутність звітності, неефективне використання коштів, формальний підхід.

10. Переваги професійного управління: комплексний підхід, наявність фахівців, матеріально-технічна база, досвід вирішення проблем, кономія часу мешканців.

11. Критерії вибору компанії: досвід роботи, репутація, кваліфікація персоналу, технічне оснащення, прозорість діяльності.

12. Контроль якості: регулярна звітність, оцінка задоволеності мешканців, моніторинг виконання робіт, реагування на скарги, аудит діяльності

13. Відповідальність: за якість послуг, за збереження майна, за безпеку мешканців, за цільове використання коштів, за дотримання норм.

Незважаючи на те, що управлінські компанії (УК) відіграють важливу роль у підтримці багатоквартирних будинків, їх діяльність часто супроводжується низкою недоліків, які можуть впливати на якість наданих послуг та задоволеність мешканців. Основні недоліки управлінських компаній для багатоквартирних будинків включають:

1. Недостатня прозорість діяльності. Відсутність звітності**,** багато УК не надають мешканцям детальних звітів про використання коштів, що призводить

до недовіри. Недоступність інформації – мешканці часто не мають доступу до інформації про плани ремонтів, витрати та інші аспекти управління.

2. Низька якість послуг. Часто УК недбалісно ставляться до виконання своїх обов'язків, що призводить до поганого стану будинку та прибудинкової території. Ремонти та обслуговування часто затримуються, що створює незручності для мешканців.

3. Високі тарифи. Мешканці часто скаржаться на завищені тарифи за послуги, які не відповідають якості наданих послуг. Деякі УК включають у рахунки додаткові платежі, які не були узгоджені з мешканцями.

4. Відсутність ефективного управління. Працівники УК часто не мають необхідної кваліфікації для ефективного управління будинком. Кошти мешканців часто використовуються неефективно, що призводить до недостатнього фінансування важливих проектів.

5. Корупція та зловживання. Деякі УК можуть займатися корупційними діями, такими як завищення витрат або укладання угод із сумнівними підрядниками, зловживати своїми повноваженнями, наприклад, незаконно відводити прибудинкові території для комерційного використання.

6. Недостатня увага до енергоефективності. Багато УК не впроваджують заходи для підвищення енергоефективності будинків, що призводить до збільшення витрат на комунальні послуги. УК часто ігнорують можливості використання сучасних технологій для покращення управління будинком.

7. Складність зміни УК. Процес зміни управлінської компанії часто є складним і тривалим, що ускладнює мешканцям захист своїх інтересів. У деяких випадках мешканці не мають вибору, оскільки на ринку відсутні конкурентоспроможні альтернативи.

Недоліки управлінських компаній для багатоквартирних будинків можуть значно впливати на якість життя мешканців та стан будинку. Для покращення ситуації необхідно підвищувати прозорість діяльності УК, забезпечувати ефективне управління коштами та враховувати інтереси мешканців. Також важливо впроваджувати сучасні технології та заходи для підвищення енергоефективності та безпеки будинків.

Вибір між створенням ОСББ та укладанням договору з УК залежить від багатьох факторів, включаючи готовність мешканців до самоорганізації, наявність ресурсів для управління будинком та бажанням контролювати процеси. Наразі обидва варіанти мають свої переваги та недоліки.

Переваги ОСББ:

1. Повний контроль**:** Мешканці самостійно приймають рішення щодо управління будинком, ремонтів, вибору підрядників тощо.

2. Прозорість фінансів: Усі кошти, які сплачують мешканці, використовуються виключно на потреби будинку, що забезпечує відсутність прихованих витрат.

3. Ефективне використання коштів: ОСББ може оптимізувати витрати, вибираючи найкращі пропозиції від підрядників та постачальників послуг.

4. Юридична самостійність: ОСББ має право укладати договори, відстоювати інтереси мешканців у судах та інших інстанціях.

5. Можливість отримання державної підтримки**:** ОСББ може брати участь у програмах державної підтримки, таких як енергомодернізація або ремонти.

6. Підвищення вартості нерухомості**:** Ефективне управління через ОСББ часто призводить до покращення стану будинку, що підвищує вартість квартир.

Переваги УК:

1. Професійний підхід**:** УК мають досвід і ресурси для ефективного управління будинком, включаючи технічне обслуговування, ремонти та фінансове управління.

2. Зменшення навантаження на мешканців**:** УК бере на себе всі організаційні питання, що дозволяє мешканцям не займатися управлінням.

3. Швидке вирішення проблем**:** УК мають можливість швидко реагувати на аварійні ситуації та викликати необхідних фахівців.

Отже, ОСББ **–** це оптимальний вибір для тих, хто готовий взяти на себе відповідальність за управління будинком і бажає мати повний контроль над процесами. Це дозволяє ефективно використовувати кошти та забезпечує прозорість.

Управлінська компанія – підходить для тих, хто не бажає займатися організаційними питаннями і готовий делегувати управління іншим. Однак, важливо вибирати надійну УК з хорошою репутацією.

Враховуючи те, що значна частина земельних ділянок під багатоквартирними будинками не оформлена, плата за них не здійснюється, а власниками майна експлуатується прибудинкова територія в повному обсязі, доцільно дозволити управлінським компаніям отримувати земельні ділянки в оренду для обслуговування багатоквартирних будинків на законодавчому або муніципальному рівнях. При цьому необхідно врегулювати договірні умови з УК, з метою запобігання їх зловживань, не допустимістю будівництва чи розміщення тимчасових споруд в тому числі для комерційних цілей.

Дане вирішення питання дозволить отримувати орендну плату, що значно поповнить бюджет громад, призведе до встановлення конкретних меж земельної ділянки та усунить спірні питання щодо прибирання прилеглих територій із суміжними землекористувачами.

Висновки. Оформлення прав на землю під багатоквартирними будинками є важливим для захисту інтересів співвласників, запобігання зловживанням з боку забудовників та інших осіб, а також для благоустрою прибудинкової території. Проте цей процес супроводжується низкою труднощів, зокрема бюрократичними бар'єрами, відсутністю єдиного механізму передачі землі та проблемами з визначенням меж.

Розглянуто перелік вихідних документів, необхідних для оформлення земельних ділянок під багатоквартирними будинками. Порівняно реалізацію цього механізми у 8 обласних центрах. Встановлено подібний усталений набір текстових та графічних документів. Виявлено регіональні відмінності та тенденції щодо оформлення земельних ділянок під багатоквартирними будинками.

Наведено перелік конфліктних ситуацій та викликів, які постають перед мешканцями багатоквартирних будинків. Визначено роль та переваги різних організаційних форми, зокрема об’єднань співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ) та управляючих компаній (УК) в організації співвласників та оформленні земельної ділянки. Для вирішення таких конфліктів ефективними механізмами пропонується вважати медіацію, укладання договорів про спільне користування та встановлення сервітутів.

Однак, оформлення прав на земельні ділянки може бути тривалим і вимагати значних фінансових витрат, але переваги від належного оформлення значно перевищують можливі незручності. Крім того, плата за землю є важливим джерелом надходжень до місцевих бюджетів, що підкреслює необхідність врегулювання цього питання.

Виходячи з результатів дослідження, пропонуємо дозволити управлінським компаніям отримувати земельні ділянки в оренду для обслуговування багатоквартирних будинків, що дозволить поповнити бюджети громад та уникнути зловживань з боку УК. Також важливо врегулювати договірні умови з УК, щоб запобігти незаконному будівництву чи комерційному використанню прибудинкових територій, шляхом внесення змін до Земельного кодексу України та Закону України «Про оренду землі» чи Порядком встановлення за рішенням органів місцевого самоврядування.

Література

1. Іванова Є.О. Використання земельних ділянок комунальної власності для забудови // Актуальні проблеми держави і права. Збірник наукових праць. Випуск 25. – Одеса: «Юридична література», 2005. – С. 399 – 403.

2. Берова П.І. До проблеми реалізації прав на землю під багатоквартирними житловими будинками// Збірник наукових праць «Містобудування та територіальне планування», випуск 65. Київ, КНУБА, 2017. С. 86-90.

3. Вадімов Д.В. Особливості формування прибудинкових територій багатоквартирної житлової забудови / Д.В. Вадімов // Містобудування та територіальне планування. – 2023. – Вип. 82. – С. 53-63. – DOI: 10.32347/2076-815x.2023.82.53-63 https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/12054.

4. Губар Ю., Главацька, С. Особливості зонування території для прибудинкових територій багатоквартирних будинків. Використання й охорона земельних ресурсів та туристично-рекреаційний потенціал територій: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Дубляни, 17 травня 2023 р.–Львів: Львівський національний університет природокористування, 2023. –174 с., 2023, 86.

5. Білошицька Н.І. Прибудинкові території: тенденції організації та їх проблеми / Н.І. Білошицька, Г.О. Татарченко, М.В. Білошицький, П.Є. Уваров // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: Математичні науки.- 2019.- № 3 (251). - С. 39-47 https://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/4840/Biloshytska.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

6. Земельний кодекс України, інтернет доступ https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#n400ю.

7. Закон України «Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку» інтернет ресурс https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/417-19#Text.

8. Портал адміністративних послуг міста Ужгорода, інтернет доступ https://rada-uzhgorod.gov.ua/posluhy-tsnap/rishennya-miskoi-radi-pro-nadannya-dozvoliv-na-rozrobku-proektiv-zemleustrou-schodo-vidvedennya-zemelnih-dilyanok.

9. Центр надання адміністративних послуг міста Кропивницького, інтернет доступ https://dozvil.kr-rada.gov.ua/declamation/zemelni-resursi-ekologiya-14-02-2024/.

10. Центр надання адміністративних послуг міста Чернівці, інтернет доступ https://dozvil.city.cv.ua/zaustan/1150.

11. Офіційний сайт Хмельницької міської ради, інтернет доступ https://www.khm.gov.ua/uk/content/pro-zatverdzhennya-tymchasovogo-poryadku-nadannya-zemelnyh-dilyanok-v-postiyne-0.

12. Центр надання адміністративних послуг міста Луцьк, інтернет доступ https://www.lutskrada.gov.ua/pages/zemelni-pytannia-tsnap.

Candidate of technical science **Olesia Goncheryuk,**
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi

THE REALITY OF LAND REGISTRATION FOR MULTIPLE-FAMILY HOUSES: LEGAL, PRACTICAL AND ADMINISTRATIVE ASPECTS IN UKRAINE

Relevance of the research topic. The proper registration of the right to a land plot under an apartment building is becoming more and more frequent and has a number of advantages for residents. In particular, there is legal protection of the residents of the building from possible abuse by developers or other persons and grounds for disposal of the formed adjacent territory. The prerequisites for installing a fence, organizing and arranging a parking lot, playground, landscaping and gardening appear. It is important to understand that the process of registering land rights can be lengthy and require certain financial costs, but the benefits of proper registration far outweigh the possible inconveniences.

One of the most promising mechanisms of protection when registering land rights is legal instruments that allow to apply to the court for the demolition of illegal structures, prohibition of unwanted activities, compensation for damages and the use of administrative levers: control over the intended use of the land plot, regulation of access to the territory.

However, the process of issuing title documents is accompanied by a number of shortcomings: the lack of a clear mechanism for transferring land into ownership, the absence of a single standard for determining the configuration of the adjacent territory, and the unregulated joint use of land plots in densely built-up areas. This process is relatively new, and therefore various bureaucratic obstacles to the registration process, the lack of a unified approach and local abuses increase the relevance of the study.

Keywords: land plot; condominium associations; management companies.

REFERENCES

1. Ivanova Ye.O. Vikoristannya zemelnih dilyanok komunalnoyi vlasnosti dlya zabudovi // Aktualni problemi derzhavi i prava. Zbirnik naukovih prac. Vipusk 25. – Odesa: «Yuridichna literatura», 2005. – S. 399 – 403. {in Ukrainian}

2. Berova P.I. Do problemi realizaciyi prav na zemlyu pid bagatokvartirnimi zhitlovimi budinkami// Zbirnik naukovih prac «Mistobuduvannya ta teritorialne planuvannya», vipusk 65. Kiyiv, KNUBA, 2017. S. 86-90. {in Ukrainian}

3. Vadimov D.V. Osoblivosti formuvannya pribudinkovih teritorij bagatokvartirnoyi zhitlovoyi zabudovi / D.V. Vadimov // Mistobuduvannya ta

teritorialne planuvannya. – 2023. – Vip. 82. – S. 53-63. – DOI: 10.32347/2076-815x.2023.82.53-63 https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/12054. {in Ukrainian}

4. Gubar Yu., Glavacka, S. Osoblivosti zonuvannya teritoriyi dlya pribudinkovih teritorij bagatokvartirnih budinkiv. Vikoristannya j ohorona zemelnih resursiv ta turistichno-rekreacijnij potencial teritorij: Materiali Vseukrayinskoyi naukovo-praktichnoyi internet-konferenciyi. Dublyani, 17 travnya 2023 r.–Lviv: Lvivskij nacionalnij universitet prirodokoristuvannya, 2023.–174 s., 2023, 86. {in Ukrainian}

5. Biloshicka N.I. Pribudinkovi teritoriyi: tendenciyi organizaciyi ta yih problemi / N.I. Biloshicka, G.O. Tatarchenko, M.V. Biloshickij, P.Ye. Uvarov // Visnik Shidnoukrayinskogo nacionalnogo universitetu imeni Volodimira Dalya: Matematichni nauki.- 2019.- № 3 (251). - S. 39-47 https://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/4840/Biloshytska.pdf?sequence=1&isAllowed=y. {in Ukrainian}

6. Zemelnij kodeks Ukrayini, internet dostup https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#n400yu. {in Ukrainian}

7. Zakon Ukrayini «Pro osoblivosti zdijsnennya prava vlasnosti u bagatokvartirnomu budinku» internet resurs. {in Ukrainian}

https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/417-19#Text.

8. Portal administrativnih poslug mista Uzhgoroda, internet dostup https://rada-uzhgorod.gov.ua/posluhy-tsnap/rishennya-miskoi-radi-pro-nadannya-dozvoliv-na-rozrobku-proektiv-zemleustrou-schodo-vidvedennya-zemelnih-dilyanok. {in Ukrainian}

9. Centr nadannya administrativnih poslug mista Kropivnickogo, internet dostup https://dozvil.kr-rada.gov.ua/declamation/zemelni-resursi-ekologiya-14-02-2024/. {in Ukrainian}

10. Centr nadannya administrativnih poslug mista Chernivci, internet dostup https://dozvil.city.cv.ua/zaustan/1150. {in Ukrainian}

11. Oficijnij sajt Hmelnickoyi miskoyi radi, internet dostup https://www.khm.gov.ua/uk/content/pro-zatverdzhennya-tymchasovogo-poryadku-nadannya-zemelnyh-dilyanok-v-postiyne-0. {in Ukrainian}

12. Centr nadannya administrativnih poslug mista Luck, internet dostup https://www.lutskrada.gov.ua/pages/zemelni-pytannia-tsnap. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.484-497
УДК 528.48:658.012.011.56

Гур'янов В.І.,
hurianov.vladyslav@gmail.com, ORCID: 0009-0005-1603-7726,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СТРУКТУРА ТА ЗАВДАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО КАБІНЕТУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Наведено опис структури та завдання електронного кабінету національної інфраструктури геопросторових даних.

Національна інфраструктура геопросторових даних - взаємопов'язана сукупність організаційної структури, технічних і програмних засобів, базових та тематичних наборів геопросторових даних, метаданих, сервісів, технічних регламентів, стандартів, технічних специфікацій, необхідних для виробництва, оновлення, оброблення, зберігання, оприлюднення, використання геопросторових даних та метаданих, іншої діяльності з такими даними. Основним призначенням національної інфраструктури геопросторових даних є забезпечення оприлюднення та доступу до геоінформаційних ресурсів інфраструктури (метаданих, геопросторових даних і геоінформаційних сервісів) на основі електронної інформаційної взаємодії в мережі Інтернет з геопорталами органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування та з геопорталами інших держателів даних.

Значне місце в НІГД відведено електронному кабінету – це сучасний інструменту та сервіс, який забезпечує діяльність держателів геопросторових даних. Функціонал та сервіси електронного кабінету забезпечують зареєстрованим держателям та виробникам геопросторових даних віддалений регламентований доступ до баз даних національного геопорталу для завантаження, ведення, редагування відомостей щодо інформаційних ресурсів.

Використання електронного кабінету дозволяє значно спростити роботу не тільки для держателів та виробників даних, але й адміністратору національного порталу, шляхом налаштування інформаційної взаємодії та цифровізації ряду функцій.

Мета статті – підвищення інформаційно-технологічного рівня використання електронного кабінету національної інфраструктури геопросторових даних.

В статті наведено методику роботи з електронним кабінетом.

Ключові слова: Електронний кабінет; Національна інфраструктура геопросторових даних; ГІС; геопортали; геоінформаційні веб-сервіси; містобудівний кадастр; геопросторові дані; метадані.

Вступ.

Сучасний стан розвитку Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) характеризується активним використанням інтернет-технологій, геоніформаційних сервісів та ресурсів, геоінформаційних систем та геопорталів для реалізації та забезпечення взаємодії держателів, виробників та користувачів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів.

В складі НІГД одним з елементів забезпечення зв'язку є електронний кабінет. Електронний кабінет забезпечує функціонал завантаження в національний портал наборів геопросторових даних та метаданих по ним, які сформовані держателями і виробниками - органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування відповідно до їхніх повноважень.

Електронний кабінет національного геопорталу представляє собою сервіс у складі геопорталу національної інфраструктури геопросторових даних, який призначений для виконання таких задач:

1) подання заявок та реєстрацію держателів та виробників геопросторових даних;

2) використання зареєстрованими користувачами сервісів національного геопорталу;

3) подання заяви про оприлюднення або оновлення геопросторових даних та метаданих;

4) введення та завантаження метаданих про геопросторові дані та сервіси держателів даних;

5) завантаження наборів геопросторових даних та специфікацій геопросторових даних;

6) завантаження електронних каталогів типів об'єктів наборів геопросторових даних, їх атбитутів та класифікаторів значень атрибутів;

7) верифікації та оцінки геопросторових даних та метаданих відповідно до вимог технічних регламентів і специфікацій;

8) повідомлення про зміни/оновлення наборів геопросторових даних;

9) подання повідомленням з зареєстрованим користувачам про технічні, методологічні, програмно-апаратні помилки, виявлені в роботі національного геопорталу або в наборах геопросторових даних.

До створення геопорталу НІГД робота з геопросторовими даними здійснювалася досить розрізнено в теренах відповідних відомств, що спричинило наявність великої кількості окремих баз даних, які зазвичай не

узгоджувалися між собою, не були структуровані, регламентовані та не мали уніфікованих форматів. Вказані фактори викликали хаос та нераціональність використання ресурсів у зв'язку з відсутністю єдиної політики в сфері НІГД.

Аналіз останніх публікацій та постановка задачі.

Міжнародний досвід підтверджує тенденцію розвитку інструментарію електронних кабінетів в складі національних геопорталів. Наприклад Естонський національний геопортал (https://geoportaal.ee/) забезпечує функціонал керування метаданими. Держателі метаданих (органи державної влади, а також треті особи, які надають послуги згідно до Закону про просторові дані) збирають метадані для своїх просторових даних і послуг у середовищі керування метаданими Естонського геопортального каталогу просторових даних. Дані, які внесені на геопортал держателями даних, стають загальнодоступними для перегляду та завантаження. Головну сторінку Естонського національного геопорталу приведено на рис. 1.

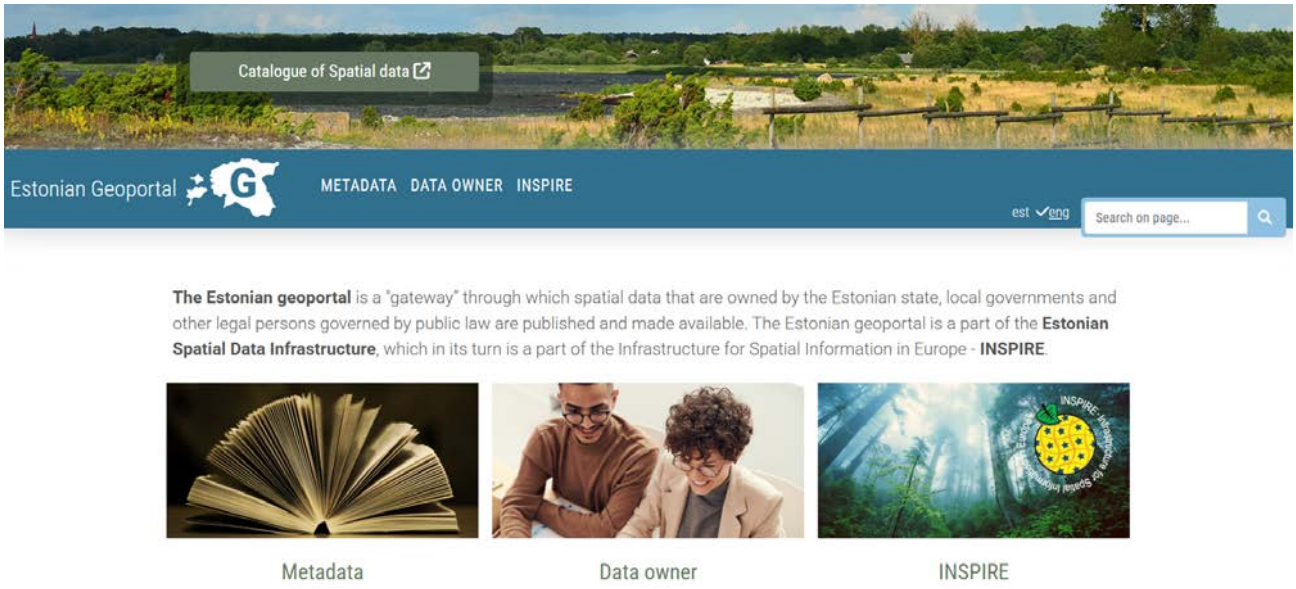


Рис. 1. Вигляд головної сторінки Естонського національного геопорталу

Щоб стати користувачем середовища керування метаданими, необхідно заповнити відповідну форму, в якій потрібно вказати реквізити заявника, його роль, назву компанії/установи тощо. Функціонал середовища керування метаданими надає право готувати метадані для опису просторових даних і наданих послуг, а також дозволяє перевірити відповідність метаданих вимогам технічної інструкції щодо метаданих, згідно до директиви INSPIRE.

Виклад основного матеріалу.

Національний геопортал є офіційним геопорталом національної інфраструктури геопросторових даних України (далі НІГД), що створений для автоматизації підтримки держателів, виробників та користувачів геопросторових даних в процесі їх діяльності з геопросторовими даними та

метаданими у відповідності до Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 26 травня 2021 р. № 532.

Основним призначенням національного геопорталу є забезпечення оприлюднення та доступу до геоінформаційних ресурсів інфраструктури (метаданих, геопросторових даних і геоінформаційних сервісів) на основі електронної інформаційної взаємодії в мережі Інтернет з геопорталами органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування та з геопорталами інших держателів даних.

Метою створення національного геопорталу є забезпечення розгортання та сталого функціонування мережі геопорталів національної інфраструктури геопросторових даних та створення умов для подальшого інтегрування НІГД в інфраструктуру географічної інформації Європейського Союзу INSPIRE.

Досягнення цієї мети оцінюється за критеріями функціональної спроможності технічних і програмних засобів НІГД забезпечувати автоматизацію основних процесів формування та використання геоінформаційних ресурсів геопорталу.

Одним з елементів інформаційної взаємодії в НІГД є саме електронний кабінет, який розроблено в складі національної інфраструктури геопросторових даних.

Електронний кабінет забезпечує діяльність держателів геопросторових даних, доступ і використання геопросторових даних у векторних форматах в режимі захищеного доступу згідно до Порядку. Електронний кабінет передбачений в архітектурі Національного геопорталу, приведено на Рис.2. [8].

Інструментарій електронного кабінету забезпечує виконання таких процесів:

- завантаження, верифікацію, введення та оновлення метаданих про набори геопросторових даних та геоінформаційні сервіси, що розміщені та доступні на геопорталах держателів даних;
- реєстрацію та/або завантаження в національний геопортал каталогів типів геопросторових об’єктів та специфікацій для наборів геопросторових даних держателів даних;
- завантаження, верифікацію та оновлення наборів геопросторових даних, які держателі даних можуть розміщати в сховищі національного геопорталу якщо вони не мають власних геопорталів;
- отримання (вивантаження) наборів базових геопросторових даних загальнодержавного рівня із сховища національного геопорталу у векторних

форматах для їх використання для створення наборів тематичних даних держателями даних.

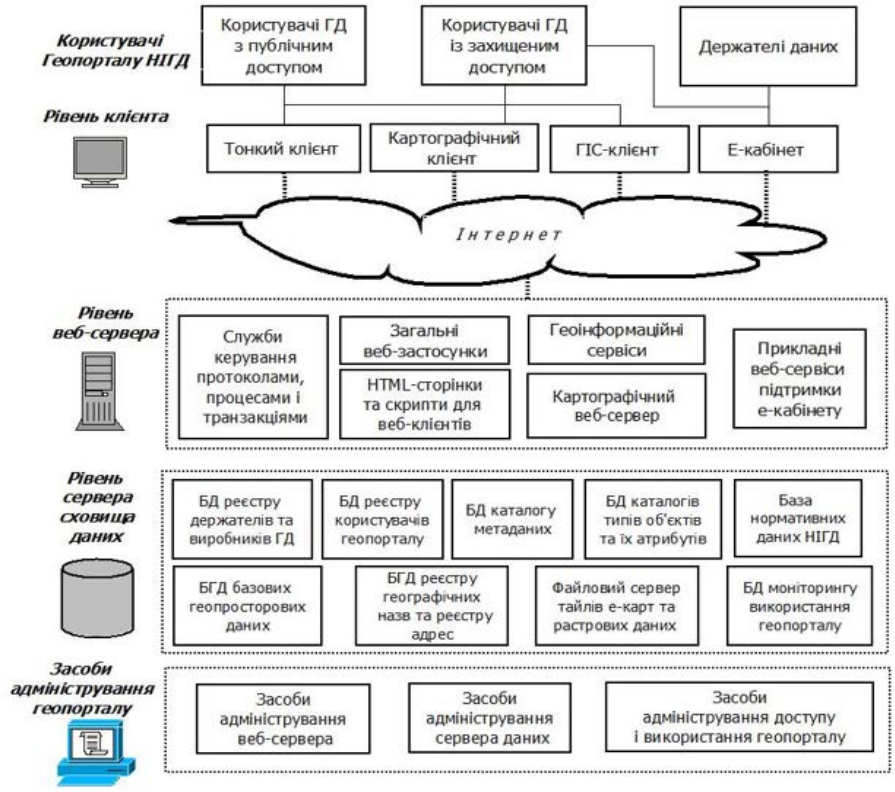


Рис. 2. Електронний кабінет в складі архітектури національного геопорталу

Функціонал електронного кабінету представлений на геопорталі національної інфраструктури геопросторових даних та стає доступним для користувача після реєстрації та авторизації. Інтерфейс сторінки авторизації приведений на рис. 3.

Інструментарій електронного кабінету забезпечує виконання таких процесів:

- завантаження, верифікацію, введення та оновлення метаданих про набори геопросторових даних та геоінформаційні сервіси, що розміщені та доступні на геопорталах держателів даних;
- реєстрацію та/або завантаження в національний геопортал каталогів типів геопросторових об’єктів та специфікацій для наборів геопросторових даних держателів даних;
- завантаження, верифікацію та оновлення наборів геопросторових даних, які держателі даних можуть розміщати в сховищі національного геопорталу якщо вони не мають власних геопорталів;
- отримання (вивантаження) наборів базових геопросторових даних загальнодержавного рівня із сховища національного геопорталу у векторних форматах для їх використання для створення наборів тематичних даних держателями даних.

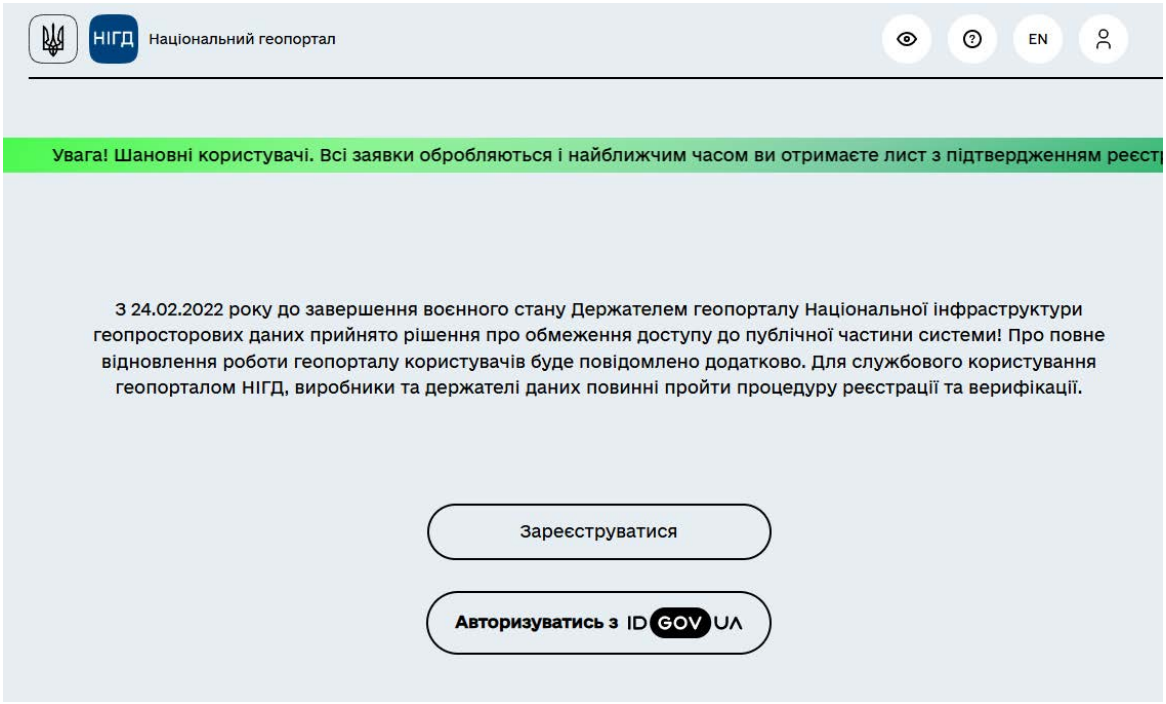


Рис. 3. Вигляд сторінки авторизації в електронний кабінет національного геопорталу (nsdi.land.gov.ua)

Форма реєстрації користувача в електронному кабінеті Національного геопорталу приведена на рис. 4.

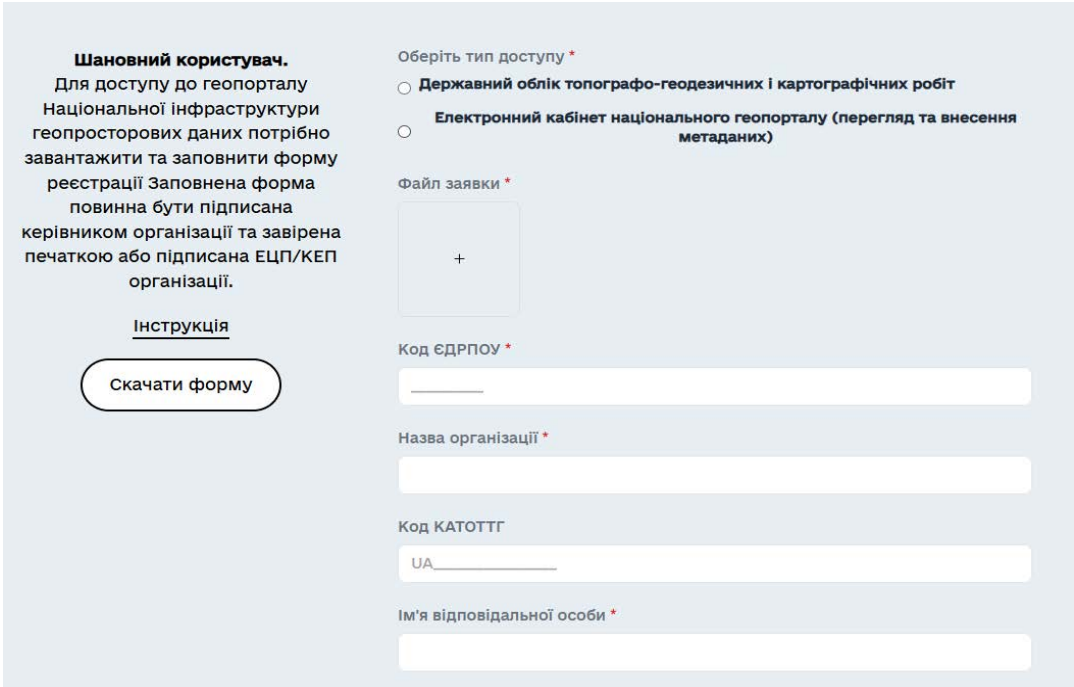


Рис. 4. Форма реєстрації в електронному кабінеті національного геопорталу

Виконання бізнес-процесу електронного кабінету складається з таких кроків:

Реєстрація та авторизація

1) Користувач заповнює форму реєстрації, отримує e-mail повідомлення з номером заявки та підтвердженням її отримання з боку національного геопорталу.

2) Адміністратор національного геопорталу розглядає отриману заявку, яка перебуває в статусі «Очікує верифікацію». Адміністратор може відхилити заявку та вказати виявленні зауваження, або в разі відсутності зауважень присвоїти заявці статус «Верифіковано», після чого користувач отримує сповіщення про успішну верифікацію.

3) Користувач авторизується на національному геопорталі із використанням заповненої електронної форми або через послугу ID GOV інтегрованої системи електронної ідентифікації користувачів - за допомогою електронного підпису (файловий носій, токен, хмарне сховище), Bank ID НБУ. Після успішної авторизації, користувач отримує доступ до роботи з національним геопорталом та може перейти в електронний кабінет для продовження роботи.

Варто зауважити, що доступ до електронного кабінету може бути анульовано адміністратором національного геопорталу за письмовим зверненням керівника органу виконавчої влади або органу місцевого самоврядування.

Отримання статусу організації

1) Після переходу в електронний кабінет реєстрації метаданих, користувач повинен обрати статус організації (держатель, виробник) та надіслати запит адміністратору. Користувач отримує сповіщення на e-mail щодо реєстрації запиту на отримання статусу організації.

Форма відправки запиту для вибору статусу організації представлена на рис. 5.

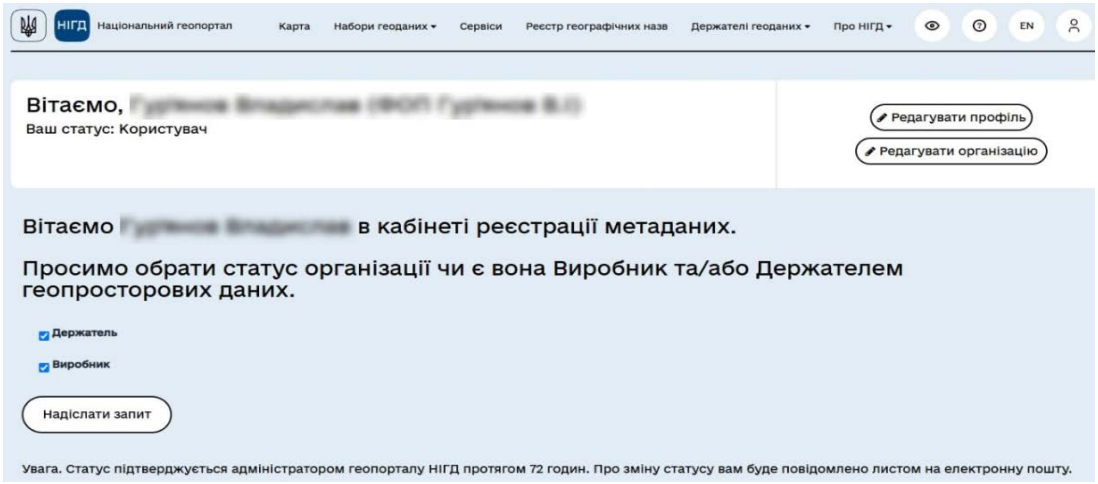


Рис. 5. Визначення статусу організації в електронному кабінеті національного геопорталу

2) Адміністратор національного геопорталу розглядає отриману заявку та присвоює обраний статус організації. В результаті, статус буде змінено зі значення «Користувач» на «Держатель» та/або «Виробник».

Робота з електронним кабінетом

По завершенню попередніх кроків з авторизації та отримання статусу, користувач отримує доступ до фунціоналу електронного кабінету. Вигляд електронного кабінету реєстрації метаданих представлено на Рис. 6. В електронному кабінеті користувач може здійснити такі операції:

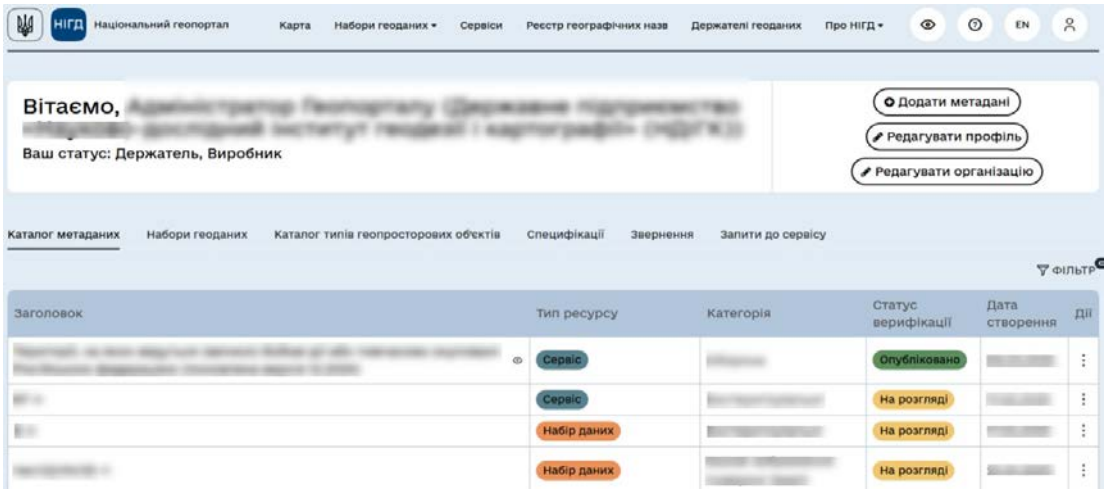


Рис. 6. Електронний кабінет реєстрації метаданих

1) Завантаження, введення та оновлення метаданих про набори геопросторових даних, комплект наборів геопросторових даних та геоінформаційні сервіси, які доступні на геопорталах держателів даних.

Форма додавання метаданих представлена на рис. 7. та складається з таких атрибутів:

Column Name	Definition	Description
1	2	3
metadata_id	text DEFAULT admin.next_id()	Id метаданих
parent_identifier	text	parent Identifier
title	text	Назва метаданих
resource_type	text DEFAULT 1	Тип метаданих
resource_language	text	Мова метаданих
md_scope	text	Опис метаданих
keywords	text[]	Ключові слова
coord_ref_system	text	Система координат
geom	geometry	Охоплення (екстент)
scale	text	Масштаб подання даних
character_encoding	text	Система кодування

1	2	3
spatial_representation	text	Подання просторових даних
frequency_update	text	Частота оновлення
resource_level	text	Рівень (міжнар, нац., місц.)
parent_lev1	text	Територіальне охоплення
links	json	Розповсюдження даних
georesource_type	text	Інформація про формат даних ресурсу
enabled	boolean DEFAULT true	
attribution_id	text[]	Масив атрибуцій
is_verify	boolean DEFAULT false	Ознака чи веріфіковано метадані
is_viewed	boolean DEFAULT true	Ознака чи можна переглядати набір на публічній частині
progress_code	text	Категорія згідно ПКМ 21/37357
topic_category	text[]	
coupling_type	text	Тип звязності геоінформаційного сервісу з набором даних
area_bound	numeric	Площа банду шар (для сортування списку)
is_available	boolean DEFAULT true	Ознака доступності
verif_status	text DEFAULT 1	Статус
identifier_service	text	Унікальний ідентифікатор сервісу
service_type	text	Тип сервісу
service_resource_desc	text	Назва повязаного набору даних
origin_resource	text	Походження ресурсу
temp_coverage_resource	text	часове охоплення ресурсу
vertical_coverage_resource	text	вертикальне охоплення ресурсу
restriction_type	text	Тип обмеження
restriction_code	text	Вид обмеження
restriction_description	text	Опис обмеження
name_specification	text	Назва специфікації або іншого документу
specification_description	text	Пояснення рівня відповідності
standards	text	Інформація про відповідність метаданих стандартам
dataset_files	text[]	Файли наборів
identifier_resource	text	Унікальний ідентифікатор ресурсу
is_specification	boolean	Відповідає специфікації

1	2	3
cdate	timestamp DEFAULT '2023-07-24 17:24:49.913679'::timestamp without time zone	
uid	text	
editor_id	text	Ідентифікатор редактора
editor_date	timestamp	
verif_commen	text	Причина відхилення

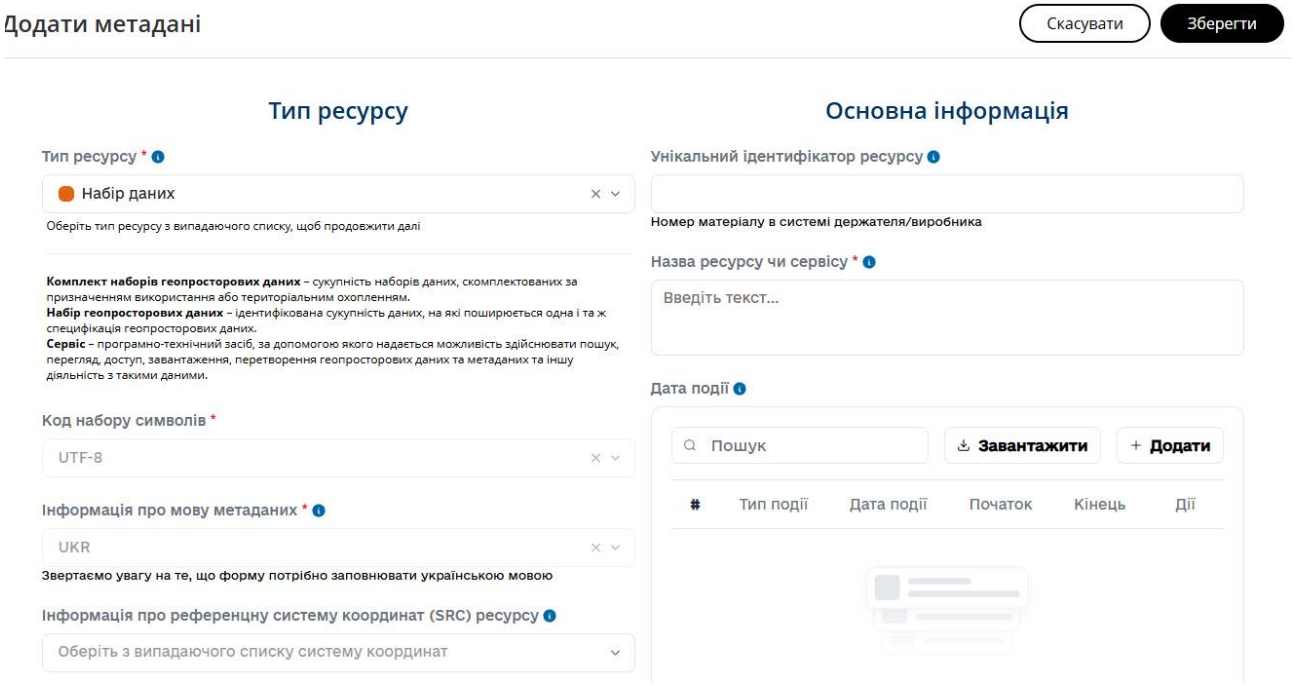


Рис. 7. Форма реєстрації метаданих

2) реєстрацію та/або завантаження в національний геопортал каталогів типів геопросторових об’єктів та специфікацій для наборів геопросторових даних держателів даних.

3) завантаження, верифікацію та оновлення наборів геопросторових даних, які держателі даних можуть розміщати в сховищі національного геопорталу якщо вони не мають власних геопорталів;

4) отримання (вивантаження) наборів базових геопросторових даних загальнодержавного рівня із сховища національного геопорталу у векторних форматах для їх використання для створення наборів тематичних даних держателями даних.

Після заповнення інтерактивних форм, всі дані відправляються на перевірку. Адміністратор національного геопорталу перевіряє вміст зареєстрованих метаданих, наборів, каталогів, специфікацій та в разі успішної верифікації забезпечує їх оприлюднення на національному геопорталі, а у випадках запиту на отримання даних – надає відповідний дозвіл за умови попередньої перевірки даного запиту.

Виконання вищезазначеної методики дій забезпечує проходження процесу роботи з електронним кабінетом, з метою подальшого ведення та оприлюднення інформації (каталогу метаданих, наборів даних, каталогу типів геопросторових об'єктів, специфікацій) на геопорталі національної інфраструктури геопросторових даних.

Висновки.

Досвід практичної використання та реалізації електронного кабінету геопорталу національної інфраструктури геопросторових даних засвідчив ефективність використання даного інструменту для держателів, виробників та користувачів - представників виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, інших держателів даних щодо організації виробництва, оновлення, оброблення, зберігання, оприлюднення, візуалізації, постачання та використання геопросторових даних та метаданих в межах національної інфраструктури геопросторових даних.

Використання електронного кабінету для реєстрації метаданих та наборів даних у національній інфраструктурі геопросторових даних є важливим елементом розвитку сучасних геоінформаційних систем. Це забезпечує системний облік, верифікацію та стандартизацію геопросторової інформації, що є запорукою для її ефективного використання на національному та міжнародному рівнях.

Реєстрація та облік вищезазначеної інформації у відповідності до міжнародних стандартів (таких як ISO 19115) забезпечує сумісність даних у глобальному інформаційному середовищі. Можливість роботи з верифікованими даними є важливим елементом для прийняття управлінських та стратегічних рішень в сферах містобудування, екології, управління ресурсами тощо. Водночас публікація верифікованих даних на геопорталі національної інфраструктури забезпечує довіру користувачів до офіційних джерел інформації.

Діюча система національної інфраструктуру геопросторових даних, станом на квітень 2025 року, вже забезпечила реєстрацію та верифікацію 39 286 метаданих та 870 сервісів, завдяки зареєстрованим та верифікованим 2049 організаціям.

Глобальні тенденції розвитку геоінформаційних систем свідчать про зростаючу популярність та потребу в інтеграції різних джерел геопросторових даних та обліку супутніх відомостей про них. В цьому контексті національна інфраструктура геопросторових даних забезпечує цей процес та сприяє підвищенню якості, інтероперабельності та можливості отримання доступу до інформації. Це забезпечує ефективність взаємодії, впорядкування та спрощення виконання робочих процесів та злагодження комунікації обміну даними між адміністратором національного геопорталу та представниками органів державної влади, органів місцевого самоврядування.

Таким чином, можна впевнено зазначити, що впровадження електронного кабінету є важливим кроком для забезпечення єдиного інформаційного поля, сталості його розвитку та інтеграції в міжнародну інфраструктуру геопросторових даних.

Список літератури

1. Закон України Про національну інфраструктуру геопросторових даних; прийнятий 13 квіт. 2020 року № 554-IX// Відомості Верховної Ради України. – 2020. – № 37. – Ст. 277.

2. Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних: Постанова Кабінету Міністрів України від 26 трав. 2021 р. № 532. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-п#Text.

3. Географічна інформація. Сервіси: ДСТУ ISO 19119:2017 (ISO:19119:2016, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».

4. Карпінський Ю.О., Лященко А.А. (2006). Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. К.:НДІГК, 106 с.

5. Карпінський Ю., Лященко А., Макаренко Д., Черін А Національна інфраструктура геопросторових даних України у світовому вимірі: стан та нагальні завдання розвитку і сталого функціонування// Львів.: Сучасні досягнення геодезич-ної науки та виробництва. – Збірник наукових праць Західного Геодезичного Товариства. – Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", випуск І(41).- 2021. – с. 104 – 112.

6. Карпінській, Ю. & Малюк О. (2024). ШЛЯХИ ІНТЕГРУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУР ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ (INSPIRE). Просторовий розвиток, (10), 458–470. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.458-470

7. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Лазоренко Н.Ю., Кінь Д.О. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних. Київ: КНУБА, 2023. – 302 с.

8. Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Лазоренко Н.Ю., Черін А.Г. (2019). АРХІТЕКТУРА ТА ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ БАЗИ ТОПОГРАФІЧНИХ ДАНИХ. Інженерна геодезія №67, 67-81. https://doi.org/10.32347/0130-6014.2019.67.67-81

9. GSDI Association. (2004). Global Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook, Ver. 2.0. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/ SDI_Cookbook_GSDI_2004_ver2.pdf.

10. OGC (2004). Open Geospatial Consortium. Geospatial Portal Reference Architecture, 23p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://portal.opengeospatial.org/files/ ?artifact_id=6669.

11. The New European Interoperability Framework [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ec.europa.eu/isa2/eif_en

12. UN. (2011). Global Geospatial Information Management. New York: United Nations. E/2011/89.

PhD Student **Hurianov Vladyslav**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

STRUCTURE AND TASKS OF THE ELECTRONIC CABINET OF THE NATIONAL GEOSPASTICAL DATA INFRASTRUCTURE

The article presents the structure and tasks of the electronic cabinet of the national geospatial data infrastructure (NSDI). An important place in the national geospatial data infrastructure is played by the electronic cabinet for metadata registration. The electronic cabinet is a modern tool and service developed on the basis of the geoportal of the national geospatial data infrastructure, which provides for the organization of updating, processing, storage, publication, visualization and use of geospatial data and metadata within the national geospatial data infrastructure.

The functionality of the electronic cabinet ensures the activities of representatives of the executive branch, local governments, and other data holders in the field of working with geospatial data and metadata.

Using the electronic cabinet for registering metadata and data sets in the national geospatial data infrastructure is an important element of the development of modern geoinformation systems. This ensures systematic accounting, verification and standardization of geospatial information, which is the key to its effective use at the national and international levels.

The purpose of the article is to familiarize the geoinformation community with the structure and tasks of the electronic cabinet, which is developed as part of the geoportal of the national geospatial data infrastructure. The article provides a methodology for working with the electronic cabinet for metadata registration.

Keywords: electronic cabinet; National infrastructure of geospatial data; GIS; geoportals; geoinformation web services; urban planning cadastre; geospatial data; metadata.

REFERENCES

1. Pro zatverdzhennia Poriadku Zakon Ukrainy Pro natsionalnu infrastrukturu heoprostorovykh danykh : pryiniatyi 13 kvit. 2020 roku № 554-IX// Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. – 2020. – № 37. – St. 277. {in Ukrainian}

2. funktsionuvannia natsionalnoi infrastruktury heoprostorovykh danykh: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 26 trav. 2021 r. № 532. – [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-p#Text. {in Ukrainian}

3. Heohrafichna informatsiia. Servisy: DSTU ISO 19119:2017 (ISO:19119:2016, IDT). – [Chynnyi vid 2017-10-01] – K: DP «UkrNDNTs». {in Ukrainian}

4. Karpinskyi Yu.O., Liashchenko A.A. (2006). Stratehiia formuvannia natsionalnoi infrastruktury heoprostorovykh danykh v Ukraini. K.:NDIHK, 106s. {in Ukrainian}

5. Karpinskyi Yu., Liashchenko A., Makarenko D., Cherin A Natsionalna infrastruktura heoprostorovykh danykh Ukrainy u svitovomu vymiri: stan ta nahalni zavdannia rozvytku i staloho funktsionuvannia// Lviv.: Suchasni dosiahnennia heodezych-noi nauky ta vyrobnytstva. –Zbirnyk naukovykh prats Zakhidnoho Heodezychnoho Tovarystva. – Vydavnytstvo Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika", vypusk I(41).- 2021. – c. 104 – 112. {in Ukrainian}

6. Karpinskii, Yu. & Maliuk O. (2024). ShLIaKhY INTEHRUVANNIa NATsIONALNOI TA YeVROPEISKOI INFRASTRUKTUR HEOPROSTOROVYKh DANYKh (INSPIRE). Prostorovyi rozvytok, (10), 458–470. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.458-470 {in Ukrainian}

7. Karpinskyi Yu.O., Liashchenko A.A., Lazorenko N.Iu., Kin D.O. Osnovy stvorennia interoperabelnykh heoprostorovykh danykh. Kyiv: KNUBA, 2023. – 302 s. {in Ukrainian}

8. Karpinskyi Yu.O., Liashchenko A.A., Lazorenko N.Iu., Cherin A.H. (2019). ARKhITEKTURA TA FUNKTsIONALNA MODEL BAZY TOPOHRAFIChNYKh DANYKh. Inzhenerna heodeziia №67, 67-81. https://doi.org/10.32347/0130-6014.2019.67.67-81 {in Ukrainian}

9. GSDI Association. (2004). Global Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook, Ver. 2.0. [Elektronnyi resurs]. –Rezhym dostupu: http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/ SDI_Cookbook_GSDI_2004_ver2.pdf. {in English}

10. OGC (2004). Open Geospatial Consortium. Geospatial Portal Reference Architecture, 23p. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://portal.opengeospatial.org/files/ ?artifact_id=6669. {in English}

11. The New European Interoperability Framework [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://ec.europa.eu/isa2/eif_en {in English}

12. UN. (2011). Global Geospatial Information Management. New York: United Nations. E/2011/89. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.498-513
УДК 528.4:528.7:004.9(477)

к.т.н., доцент **Дорожко Є.В.,**
evgeniy.dorozhko@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2894-2131,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
к.б.н., доцент **Скляр Ю.Л.,**
sul_bio@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5790-1331,
Сумський національний аграрний університет
к.с.-г.н., доцент **Шемякін М.В.,**
misha.uman@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3621-1446,
Уманський національний університет

СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЇ: ПОТЕНЦІАЛ ІНТЕГРАЦІЇ Й СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Досліджено інтеграції супутникових технологій у процеси геодезичного знімання та землеустрою, з акцентом на їх застосування для підвищення ефективності моніторингу земельних ресурсів Полтавського району Полтавської області. Актуальність дослідження зумовлена зростаючою потребою в оперативних, точних і економічно вигідних методах збору просторових даних, особливо в аграрному секторі України, де традиційні геодезичні методи є затратними та не завжди ефективними для великих територій. Інтеграція супутникових технологій відкриває можливості для системного моніторингу земель, прогнозування змін і підтримки сталого землекористування, що є критично важливим для економічного розвитку та екологічної стабільності. Мета дослідження полягала в оцінці потенціалу супутникових технологій, зокрема даних Sentinel-2, для автоматизації геодезичних вимірювань і землеустрійних процесів, а також у розробці методології аналізу змін земного покриву на основі відкритих геопросторових даних. У роботі використано супутникові знімки Sentinel-2 за 2016 та 2023 роки, оброблені в програмних середовищах QGIS 3.26.2 та GRASS GIS. Проведено кольорову корекцію, конвертацію даних у формат TIFF, автоматизовану класифікацію земного покриву без навчання, векторизацію та порівняльний аналіз супутникових знімків для виявлення змін у процесах землекористування та проведення геодезичних робіт на теренах Полтавського району. Наукові результати показали, що супутникові технології забезпечують високу точність (до 10 м) і дозволяють виявляти зміни в структурі агроландшафтів, зокрема деградацію земель і трансформацію посівних площ. Класифікація без навчання довела ефективність для швидкого картографування великих територій. Перспективи подальших досліджень

включають удосконалення алгоритмів автоматизованої класифікації, інтеграцію даних із супутників надвисокої роздільної здатності (до 40 см) та розробку адаптивних моделей прогнозування змін землекористування для підтримки цифрового кадастру й управління земельними ресурсами для України.

Ключові слова: Супутникові технології; дистанційне зондування; геодезичне знімання; землеустрій; класифікація знімків; просторовий аналіз.

Постановка проблеми. У сучасних умовах стрімкого розвитку цифрових технологій та зростаючої потреби в точному просторовому аналізі територій усе більшої значущості набуває впровадження супутникових технологій у сферу геодезії та землеустрою. Особливої актуальності ця проблема набуває для України, яка перебуває в стані активної трансформації систем просторового планування, управління земельними ресурсами та модернізації інфраструктури. У цьому контексті використання даних дистанційного зондування Землі з космосу є не лише технологічним проривом, а й необхідною умовою ефективного прийняття рішень у сферах містобудування, землевпорядкування, кадастрового обліку, сільського господарства, охорони довкілля та безпеки територій.

Одним із найважливіших видів геопросторової продукції, що ґрунтується на космічному зніманні, є високоточні цифрові знімки, створення яких потребує не лише якісних супутникових знімків із високим просторовим розрізненням, а й ретельної геодезичної прив’язки зображень до наземних опорних точок. Втім, практика показує, що у багатьох випадках кількість таких об'єктів на знімках виявляється недостатньою, особливо за наявності великих кутів нахилу або обмеженої розрізненості, що значно ускладнює процес дешифрування та позиціонування. Подібні питання формують подальшу низку технічних та організаційних викликів, пов’язаних із забезпеченням достовірності результатів геодезичних вимірювань, особливо в умовах урбанізованих територій, гірської місцевості чи зони бойових дій. Як варіант вирішення зазначених труднощів пропонується залучення лінійних об’єктів, таких як прямолінійні ділянки доріг, мости, дамби, труби, огорожі або краю будівель, які можуть бути використані як додаткові опорні елементи у процесі геодезичної прив’язки. Разом із тим, впровадження зазначених технологій вимагає подолання низки технічних, нормативних та кадрових бар’єрів, що й зумовлює актуальність і практичну цінність проведеного дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз наукових праць свідчить, що використання супутникових даних значно розширює можливості геодезичних знімань, особливо у контексті моніторингу земельних ресурсів,

визначення меж ділянок та оновлення кадастрової інформації (Друзяка Б., Оболонков Д. [1]). Дослідження, проведені Боровий В., Браславська О., Максютов А., Проценко О. [2], підтверджують, що супутникові знімки високої роздільної здатності дають технічну можливість досягати точності вимірювань на рівні 10-30 см, що є достатнім для більшості землевпорядних заходів.

Однак, як зазначають українські дослідники Шевчук С., Домашенко Г., Куришко Р. [3], основним викликом для широкого впровадження супутникових методів в Україні залишається відсутність стандартизованих процедур інтеграції ДЗЗ-даних у національні кадастрові системи. Наприклад, у роботі Белятинський А., Сорокіна К., Мамонов К., Коваленко Л. [4], підкреслюється, що автоматизована обробка супутникових знімків у відповідних програмних середовищах, значно прискорює процес класифікації земельних угідь, але виникають труднощі з верифікацією результатів через недостатню кількість референс-даних. Факторним аспектом є також застосування алгоритмів машинного навчання для аналізу супутникових зображень. Дослідження від Македон В., Мячин В. [5] демонструють високу ефективність неконтрольованих методів класифікації для виявлення змін у землекористуванні, проте їхня точність залежить від якості попередньої обробки даних. Перспективним напрямом є поєднання супутникових технологій із традиційними геодезичними методами, зокрема GNSS-вимірюваннями та фотограмметрією. Науковці Лю Ч., Лі Х., Сюе Ю., Лу В., Чжан Ч. [6], доводять, що інтеграція цих підходів дозволяє мінімізувати похибки позиціювання, особливо у районах зі слабкою інфраструктурою геодезичних мереж.

Таким чином, аналіз літератури підтверджує значний потенціал супутникових технологій для модернізації геодезичних та землевпорядних процесів в Україні, але водночас виявляє низку викликів, пов’язаних із технічною інфраструктурою, якістю даних та регулюванням. Подолання цих обмежень потребує подальших досліджень, спрямованих на розробку інтегрованих практик, адаптованих до умов України.

Мета і задачі дослідження. Мета статті – дослідження складових та ефектів поєднання супутникових технологій та геодезичного знімання для земельного фонду України з урахуванням сучасних технічних можливостей дистанційного зондування.

Завдання дослідження:

– дослідити технічні можливості сучасних супутникових знімків для виконання геодезичних робіт та питань землеустрою;

– обґрунтувати прикладні засади використання супутникових даних для моніторингу стану земельних ресурсів;

– розробити технічні рекомендації щодо вдосконалення цифрового картографування та кадастрового забезпечення на основі супутникових технологій.

Матеріали та методи. Для реалізації дослідження було здійснено аналіз території Полтавського району Полтавської області, використовуючи сучасні геоінформаційні системи, зокрема програмне забезпечення QGIS у версії 3.26.2 та GRASS GIS, які забезпечили обробку даних, отриманих із супутникових знімків Sentinel-2, що є відкрито доступними та широко застосовуються для моніторингу земної поверхні. Для порівняльного аналізу змін у землекористуванні та геодезичних характеристик обрано знімки за весняний період, а саме за березень 2016 та 2023 років, що дозволило оцінити динаміку трансформацій на території за шестирічний період. Особливу увагу в процесі дослідження приділяли вибору якісних супутникових знімків, які б відповідали вимогам геодезичної точності та відображали реальний стан території, а також визначенню оптимальної площі дослідження, що охоплювала ключові об’єкти землеустрою Полтавського району. У процесі виконання роботи було реалізовано низку послідовних етапів, спрямованих на інтеграцію супутникових даних у геодезичні та землеустрійні задачі:

1) Визначення об’єкта дослідження, що включав території з різними типами землекористування в межах Полтавського району.
2) Підбір відповідних супутникових знімків Sentinel-2, які відповідали критеріям якості та сезонності.
3) Імпорт даних у середовище QGIS для первинної обробки та подальший експорт у GRASS GIS для поглибленого аналізу.
4) Проведення класифікації знімків із застосуванням алгоритмів для виділення категорій земного покриву.
5) Постласифікаційна обробка, спрямована на усунення шумів і підвищення точності отриманих карт.
6) Векторизація растрових даних для створення геометрично точних об’єктів, придатних для землеустрійних задач.
7) Порівняльний аналіз знімків в програмному пакеті QGIS для виявлення змін у структурі землекористування.
8) Обґрунтування отриманих результатів з урахуванням геодезичних аспектів.

Результати та їх обґрунтування. У сучасному науковому та прикладному дискурсі дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) дедалі частіше розглядається як універсальний інструмент збору інформації про об’єкти, розташовані на значній відстані, без потреби у фізичному контакті з ними, що відкриває нові горизонти для розвитку геодезії, картографії, землеустрою та

управління земельними ресурсами. Суть цього методу полягає у фіксації електромагнітного випромінювання, яке відбивається або випромінюється об'єктами земної поверхні та уловлюється чутливими сенсорами супутників, у результаті чого формується зображення, що може бути проаналізоване за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Такі зображення надають змогу оперативно отримувати великі обсяги просторових даних з високим рівнем деталізації та достовірності, що особливо актуально для територій з недостатньою кількістю наземної інфраструктури спостереження.

Хоча найчастіше дані космічного знімання застосовуються у сфері дослідження природних ресурсів, проте їх інтеграція у соціально-економічні напрями, зокрема в аграрний сектор та систему землеустрою, демонструє значний потенціал щодо підвищення ефективності управління територіями, планування сільськогосподарських робіт та моніторингу стану земель. Сільське господарство, як одна з базових галузей економіки України, гостро потребує сучасних технологічних рішень для вирішення проблем, пов'язаних із контролем великих площ угідь, своєчасною оцінкою стану посівів і ґрунтів, а також прогнозуванням врожайності, з метою оптимізації витрат та підвищення рентабельності виробництва [7, с. 21]. Особливу складність становить системне отримання актуальних картографічних даних про змінність меж посівів, деградацію ґрунтів, зміни мікрокліматичних умов і вплив стихійних явищ, оскільки традиційні методи моніторингу є затратними, повільними та не завжди охоплюють віддалені ділянки. У цьому контексті супутникові технології мають значні переваги та виступають як оптимальне рішення, що дозволяє здійснювати постійний, автоматизований контроль за станом агроекосистем, а також створювати цифрові плани й кадастрові карти, які відповідають міжнародним стандартам (табл. 1).

На початковому етапі роботи супутникові знімки були завантажені в QGIS, де проводилася корекція кольорового відображення для забезпечення чіткості візуалізації, а також конвертація даних у формат TIFF, який є оптимальним для подальшої обробки в GRASS GIS. Даний етап був необхідним для підготовки знімків до класифікації, що дозволила виділити основні типи земного покриву та оцінити їх зміни в контексті геодезичних і землеустрійних завдань Полтавського району (рис. 1. та рис. 2.) [8].

Таблиця 1

Переваги та технічні можливості супутникових технологій при виконанні геодезичних робіт

Перевага	Технічна можливість	Застосування в геодезичних роботах	Ефект для виконання робіт
1. Висока точність вимірювань	Використання GNSS (GPS, Galileo) та супутникових знімків із роздільною здатністю до 10 м (наприклад, Sentinel-2)	Визначення координат точок, створення цифрових моделей рельєфу, контроль геометричної точності об'єктів	Зменшення похибок до сантиметрів, підвищення достовірності топографічних планів і карт
2. Широке покриття території	Дистанційне зондування дозволяє отримувати дані з великих площ за один сеанс знімання	Моніторинг розлогих територій, таких як Полтавський район, для інфраструктурних чи сільськогосподарських проєктів	Скорочення потреби в польових вимірах, економія часу на обстеження великих ділянок
3. Автоматизація обробки даних	Інтеграція з ГІС (QGIS, ArcGIS) та платформами обробки (Copernicus, Google Earth Engine) для аналізу супутникових знімків	Автоматизована класифікація земного покриву, побудова 3D-моделей і векторизація об'єктів	Прискорення створення геодезичних продуктів, зниження трудовитрат на обробку.
4. Доступ до відкритих даних	Безкоштовні супутникові знімки (Sentinel, Landsat) та хмарні сервіси забезпечують легкий доступ до актуальної інформації	Використання даних для регулярного оновлення топографічних карт і геодезичних баз	Зниження витрат на закупівлю даних, підвищення доступності для малих геодезичних компаній
5. Моніторинг у реальному часі	Супутники надають періодичні знімки з високою частотою (5–10 днів для Sentinel-2), дозволяючи відстежувати зміни	Виявлення деформацій рельєфу, контроль будівельних майданчиків, оцінка природних змін	Забезпечення актуальності геодезичних даних, підтримка динамічного планування проєктів

Рис. 1. Супутниковий знімок угідь Полтавського району (Полтавська обл.) зроблений супутником Sentinel-2 у 2016 р. [9]

Рис. 2. Супутниковий знімок угідь Полтавського району (Полтавська обл.) зроблений супутником Sentinel-2 у 2023 р. [9]

У процесі реалізації дослідження, присвяченого інтеграції супутникових технологій у геодезичне знімання та землеустрій, одним із важливих етапів аналізу супутникових знімків стало застосування методів автоматизованої класифікації зображень за допомогою геоінформаційної системи GRASS GIS, зокрема без використання попереднього навчання моделі. Такий підхід дає змогу поділити всю територію, зображену на супутниковому знімку, на окремі ділянки з подібними спектральними та текстурними характеристиками, що є особливо цінним у тих випадках, коли відсутні достовірні польові еталонні дані або коли обсяг території унеможливлює проведення повномасштабного натурного дешифрування (рис. 3.) [10, с. 38].

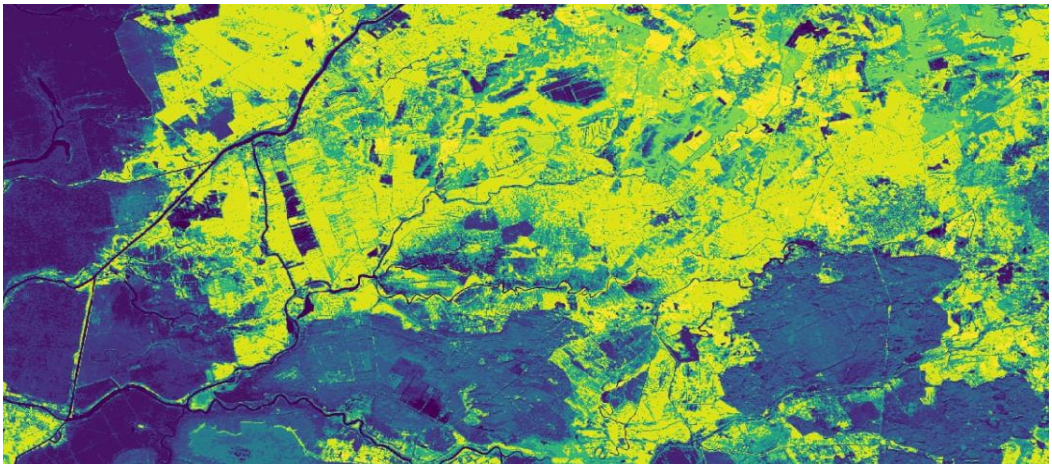


Рис. 3. Узагальнена класифікація класу «Поля» згідно з супутниковими даними 2023 року для території Полтавського району (Полтавська обл.) [9]

На відміну від методів класифікації з навчанням, які передбачають ручне виділення еталонів на зображенні та подальше їх використання для автоматизованого пошуку схожих ділянок із подібною структурою або

спектральною сигнатурою, класифікація без навчання ґрунтується на алгоритмах поділу пікселів зображення на визначену користувачем кількість кластерів. Такі алгоритми автоматично групують області з однорідною текстурою або спектром відбиття у межах заданих порогових значень, не потребуючи попередньої ідентифікації кожного класу вручну. У межах цього дослідження було обґрунтовано доцільність поділу зображення на 25 окремих класів, що дозволило створити класифіковану карту, яка за умови належного вибору параметрів здатна відображати просторову структуру землекористування на досліджуваній території [11].

Поява супутникових знімків надвисокої роздільної здатності, що дозволяють отримувати інформацію з точністю до 40 см на місцевості, суттєво трансформувала підходи до здійснення геодезичних знімань і створення великомасштабної картографічної продукції в Україні, зокрема у сфері землеустрою. Завдяки цим технологіям стає можливим не лише оперативно оновлювати наявні просторові дані, а й формувати нові планово-картографічні матеріали на основі дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що значно прискорює процеси збору, аналізу та актуалізації просторової інформації на національному рівні (рис. 4).

Рис. 4. Пошук змін стану земельних ресурсів для території виділеної земельної ділянки Полтавського району в Полтавській області (стрілками показані зони та лінії змін рельєфу) [12]

Відповідно до запропонованого підходу до геодезичної прив’язки супутникових знімків високої роздільної здатності із залученням лінійних об’єктів як опорних елементів, передбачається виконання точних вимірювань на зображенні вибраних фрагментів цих об’єктів, зокрема шляхом фіксації координат певної довільної точки, що розташована між двома кінцевими точками заданого відрізка. Така методика дозволяє суттєво розширити можливості прив’язки знімків у випадках, коли кількість доступних чітко окреслених точкових орієнтирів є обмеженою, особливо в умовах сільської місцевості або природного ландшафту [13].

На рис. 5. мовно позначено ключові елементи вимірювального процесу: точки «1» і «2» позначають кінці відрізка треку на супутниковому знімку, де «а» – точка, яку необхідно виміряти, а «а’» – фактичне місце, де було виконано вимірювання. Помилка визначення координат, що виникає у результаті зміщення точки «а’» відносно справжньої точки «а», може бути виражена у вигляді відхилень за осями координат l та S, що фіксується у пікселях і зумовлює втрату точності геодезичної прив’язки.

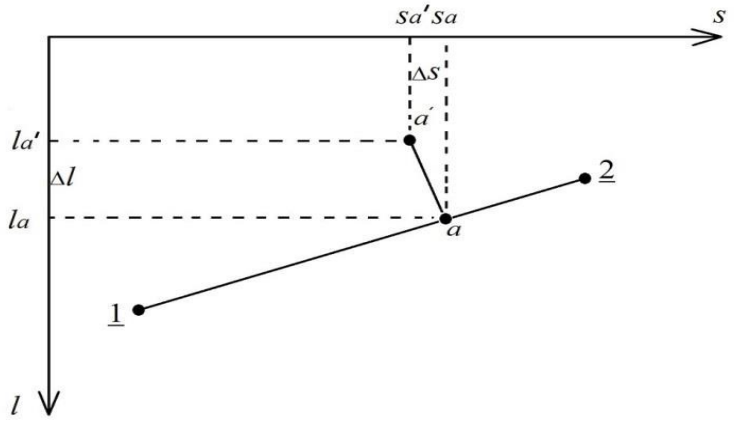


Рис. 5. Схема похибки геодезичного вимірювання точки на супутниковому знімку при використанні лінійного об’єкта як опорного відрізка (розроблено авторами)

З огляду на актуальність точного позиціонування в межах проєктів землеустрою, зокрема при встановленні меж земельних ділянок та створенні кадастрових карт, зазначене питання набуває особливого значення. Воно вказує на необхідність удосконалення алгоритмів дешифрування супутникових знімків, автоматизованого розпізнавання лінійних об’єктів та підвищення точності вимірювань у цифровому середовищі

Одним із центральних етапів землеустрою є встановлення меж земельних ділянок, або межування, яке включає визначення їх фактичних меж, точне закріплення поворотних точок і обчислення площ. У щільно забудованих міських умовах, де вимагається надвисока точність координат і дотримання юридичних норм, цей процес здійснюється виключно за допомогою інструментальних геодезичних методів, зокрема із застосуванням GNSS-обладнання, тахеометрії та лінійно-кутових вимірювань. Водночас на інших територіях, зокрема в сільській місцевості, у природоохоронних зонах чи важкодоступних гірських і прикордонних районах все ширше впроваджується фотограмметричний метод визначення меж за супутниковими або аерофотознімками з точністю в межах 20–50 см.

Окрім визначення меж, інтеграція супутникових технологій у процеси землеустрою забезпечує ефективне вирішення завдань системного моніторингу стану земельного фонду. На основі регулярної зйомки здійснюється виявлення і

просторовий аналіз явищ, пов'язаних із деградацією земель, зокрема процесів водної та вітрової ерозії, утворення ярів, заростання залежних площ, сезонних змін снігового покриву, паводків, підтоплень та інших змін, які мають суттєвий вплив на стан і функціонування агроландшафтів. Такий підхід сприяє формуванню цілісної картини змін у межах землекористування та є основою для розробки адаптивної політики землекористування [14, с. 81].

Особливо вагомим є внесок дистанційного зондування у сферу сільського господарства, де за допомогою супутникових даних можливо не лише здійснювати повноцінну інвентаризацію сільськогосподарських угідь, а й проводити багаторівневий контроль за станом посівів на різних етапах вегетації, відслідковувати динаміку росту культур, виявляти потенційні загрози (засуха, шкідники, хвороби) та прогнозувати врожайність. Завдяки спектральному дешифруванню супутникових знімків можливо класифікувати типи вирощуваних культур на полях, визначати ділянки із зниженим рівнем вегетації або ознаками стресу, що дозволяє аграріям вчасно вживати необхідних агротехнічних заходів [15]. Очікувані ефекти від поєднання супутникових технологій та геодезичних робіт показані в табл. 2.

Таблиця 2

Очікувані ефекти від інтеграції супутникових технологій в процеси геодезичного знімання та землеустрою (розроблено авторами)

Аспект впливу	Опис ефекту	Переваги для геодезичної зйомки	Переваги для землеустрою	Довгостроковий результат
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Підвищення точності даних	Використання супутникових знімків (наприклад, Sentinel-2) та GNSS-технологій забезпечує високу просторову та геометричну точність вимірювань	Отримання координат і висот з точністю до сантиметрів, що зменшує похибки при створенні топографічних планів	Точне визначення меж земельних ділянок, що знижує ризик кадастрових помилок.	Створення надійної бази геопросторових даних для регіонального планування
Скорочення часу обробки	Автоматизація обробки супутникових даних у ГІС (QGIS, GRASS GIS) прискорює аналіз великих територій	Швидке створення цифрових моделей рельєфу та карт для інфраструктурних проєктів	Прискорення підготовки землеустрійної документації та кадастрових планів	Оптимізація термінів реалізації проєктів з розвитку територій
Економічна ефективність	Використання відкритих даних (Sentinel-2, Copernicus) зменшує витрати на закупівлю комерційних знімків і польові роботи	Зниження витрат на традиційні геодезичні вимірювання завдяки дистанційним методам	Економія ресурсів на моніторинг земель та оцінку їх стану	Зменшення бюджетних витрат на геодезичні та землеустрійні роботи

1	2	3	4	5
Екологічний моніторинг	Супутникові технології дозволяють відстежувати деградацію земель, ерозію та зміни екосистем у реальному часі	Виявлення змін рельєфу для прогнозування природних ризиків (зсуви, повені)	Контроль за раціональним використанням земель та виявлення незаконних змін	Підтримка сталого розвитку та збереження природних ресурсів
Покращення управління	Інтеграція супутникових даних у ГІС забезпечує доступ до актуальної інформації для прийняття рішень	Координація геодезичних робіт на основі єдиної бази даних для різних проєктів	Покращення планування землекористування та розподілу земельних ресурсів.	Формування прозорої системи управління територіями
Доступність даних	Відкриті супутникові дані та хмарні платформи (Copernicus, Google Earth Engine) спрощують доступ до інформації	Забезпечення геодезистів актуальними знімками без необхідності спеціалізованого обладнання	Надання землевпорядникам даних для аналізу змін у землекористуванні	Створення умов для широкого використання геопросторових даних місцевими громадами

Крім того, супутникові знімки дедалі частіше застосовуються для контролю за дотриманням норм сівозміни, цільовим використанням земельних ділянок, аналізом термінів і якості виконання інженерно-будівельних і агротехнічних заходів. Такий комплексний підхід до використання супутникових технологій у системі геодезичного знімання та землеустрою України дозволяє створити високоточну, динамічну та оперативну картину змін у земельному фонді. Окреме значення має використання матеріалів супутникового знімання для ведення державного земельного кадастру, який у сучасних умовах має бути не лише інструментом юридичного оформлення прав на землю, а й ефективним засобом моніторингу використання територій, контролю за цільовим призначенням ділянок та попередження несанкціонованих змін [16, с. 526]. Саме тому інтеграція супутникових технологій у сферу геодезичного знімання та землеустрою є не лише логічним кроком у напрямі цифровізації земельних відносин в Україні.

Висновки та рекомендації. Дослідження показало, що сучасні супутникові технології та дані дистанційного зондування Землі надають широкі можливості для оптимізації геодезичних робіт і вдосконалення землеустрою. Аналіз високороздільних супутникових знімків виявив їх здатність забезпечувати геометричну точність вимірювань у межах кількох десятків сантиметрів. Ці процеси формують ефект застосування фотограмметричних методів межування в сільській місцевості та важкодоступних регіонах України,

де традиційні методи вимірювань є економічно недоцільними або технічно складними.

Було досліджено переваги використання відкритих супутникових даних (наприклад, Sentinel-2) та автоматизованих платформ обробки інформації. Окреслені інструменти істотно заощаджують ресурси, прискорюють обробку даних, підвищити точність оцінки стану земної поверхні та відстежувати ключові просторові зміни майже в реальному часі.

У ході роботи були протестовані алгоритми неконтрольованої класифікації на основі спектральних та текстурних характеристик супутникових зображень. Запропонований підхід успішно виділив різні категорії землекористування, зокрема сільськогосподарські угіддя, без необхідності попереднього еталонного навчання. Класифікація зображення на 25 класів продемонструвала високу деталізацію структури землекористування Полтавського району Полтавської області. Обґрунтовано комплексну методичну схему застосування супутникових технологій у геодезичних роботах, яка включає попередню обробку знімків у QGIS, автоматизовану класифікацію території в середовищі GRASS GIS, геодезичну прив’язку з використанням лінійних опорних об’єктів та подальше оновлення кадастрової інформації. Запропоновано використовувати супутникові технології як основний елемент сучасної моделі цифрового землеустрою України, яка базується на принципах відкритості, оперативності, автоматизації та високої точності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Друзяка Б.Ю., Оболонков Д.Ф. Сучасні засоби супутникової геодезії. Збірник наукових праць ДонНАБА. 2024. № 2 (33). С. 18-23.

2. Боровий В., Браславська О., Максютов А., Проценко О. Обґрунтування технології створення супутникової геодезичної мережі в умовах низьких широт. Природничі науки та природокористування. 2024. № 1. С. 5-12.

3. Шевчук С.М., Домашенко Г.Т., Куришко Р.В. Геодезичний моніторинг при розробці комплексних планів просторового розвитку. Географія та туризм. 2024. Вип. 76. С. 31-37. DOI: https://doi.org/10.17721/2308-135X.2024.76.31-37

4. Bieliatynskyi A., Sorokina K., Mamonov K., Kovalenko L. Geoecological monitoring of regional land use: definition and directions of formation. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 452. P. 03002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002

5. Makedon V., Myachin V., Plakhotnik O., Fisunenko N., Mykhailenko O. Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process

based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. no 2(13(128)). p. 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796.

6. Liu C., Li X., Xue Y., Lu W., Zhang C. Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. E3S Web of Conferences. 2024. No 520. P. 04018. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018

7. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3

8. Giorgi G., Schmidt T.D., Trainotti C., Mata Calvo R. Advanced Technologies for Satellite Navigation and Geodesy. Advances in Space Research. 2019. Vol. 64, No. 6. P. 1256-1273. DOI: 10.1016/j.asr.2019.06.010.

9. Sentinel-2. Colour vision for Copernicus. URL: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2

10. Краснощок С.Л., Нікіфорова Н.А., Нетеца А.М., Косячевська С.М. Використання супутникової геодезії в транспортній інфраструктурі України. Фізична металургія та термічна обробка металів. 2022. № 3(98). С. 33-41. DOI: https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.270922.33.903.

11. Папуша Д.Я., Оболонков Д.Ф. Автоматизація процесів обробки геодезичних даних за допомогою штучного інтелекту та машинного навчання. Збірник наукових праць ДонНАБА. 2024. № 1(32). С. 36-41.

12. Sentinel-2. Online. https://sentinels.copernicus.eu/copernicus/sentinel-2

13. Digital Outcrop Modelling and Geological Mapping: Shaping the Future of Geology. URL: https://www.vrgeoscience.com/shaping-the-future-of-geology/

14. Македон В.В., Холод О.Г., Ярмоленко Л.І. Модель оцінки конкурентоспроможності високотехнологічних підприємств на засадах формування ключових компетенцій. Академічний огляд. 2023. № 2 (59). С. 75-89. DOI: 10.32342/2074-5354-2023-2-59-5.

15. Шевчук С.М., Прокопенко Н.І., Рожі Т.А. Аналіз використання геодезичних даних при плануванні та моніторингу агроландшафтів: оптимізація землекористування та охорони природи. Кадастр, землеустрій та управління земельними ресурсами. 2024. № 7. С. 445-458. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458.

16. Прокопенко Н., Нестеренко С., Дорожко Є. Геодезія та землеустрій у вирішенні проблем стійкості та безпеки гідротехнічних споруд: аналіз методів моніторингу та діагностики. Просторовий розвиток. 2024. № 10. С. 519-530. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.519-530.

Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor, **Dorozhko Yevhen,**
Kharkiv National Automobile and Highway University,
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, **Skliar Yurii,**
Sumy National Agrarian University,
Ph.D. in Agricultural Sciences, Assistant Professor **Shemiakin Mykhailo,**
Uman National University

SATELLITE TECHNOLOGIES IN GEODESY AND LAND MANAGEMENT: INTEGRATION POTENTIAL AND CURRENT CHALLENGES FOR UKRAINE

The article is devoted to the study of the integration of satellite technologies into the processes of geodetic surveying and land management, with an emphasis on their application to increase the efficiency of monitoring land resources in the Poltava district of the Poltava region. The relevance of the study is due to the growing need for operational, accurate and cost-effective methods of collecting spatial data, especially in the agricultural sector of Ukraine, where traditional geodetic methods are costly and not always effective for large areas. The integration of satellite technologies opens up opportunities for systematic land monitoring, forecasting changes and supporting sustainable land use, which is critically important for economic development and environmental stability. The purpose of the study was to assess the potential of satellite technologies, in particular Sentinel-2 data, for automating geodetic measurements and land management processes, as well as to develop a methodology for analyzing land cover changes based on open geospatial data. The work used Sentinel-2 satellite images for 2016 and 2023, processed in the QGIS 3.26.2 and GRASS GIS software environments. Color correction, data conversion to TIFF format, automated land cover classification without training, vectorization and comparative analysis of satellite images were performed to detect changes in land use processes and conduct geodetic works in the Poltava district. Scientific results showed that satellite technologies provide high accuracy (up to 10 m) and allow detecting changes in the structure of agricultural landscapes, in particular land degradation and transformation of crop areas. Classification without training has proven effective for rapid mapping of large areas. Prospects for further research include improving automated classification algorithms, integrating data from ultra-high resolution satellites (up to 40 cm), and developing adaptive models for predicting land use changes to support a digital cadastre and land management for Ukraine.

Keywords: Satellite technologies; remote sensing; geodetic surveying; land management; image classification; spatial analysis.

REFERENCES

1. Druziaka, B.Yu., & Obolonkov, D.F. (2024). Suchasni zasoby suputnykovoi heodezii [Modern tools of satellite geodesy]. Zbirnyk naukovykh prats DonNABA, 2(33), 18-23. {in Ukrainian}.

2. Borovyi, V., Braslavska, O., Maksiutov, A., & Protsenko, O. (2024). Obgruntuvannia tekhnolohii stvorennia suputnykovoi heodezychnoi merezhi v umovakh nyzkykh shyrot [Justification of the technology for creating a satellite geodetic network in low latitudes]. Pryrodnychi nauky ta pryrodokorystuvannia, 1, 5-12. {in Ukrainian}.

3. Shevchuk, S.M., Domashenko, H.T., & Kuryshko, R.V. (2024). Heodezychnyi monitorynh pry rozrobtsi kompleksnykh planiv prostorovoho rozvytku [Geodetic monitoring in the development of integrated spatial development plans]. Heohrafiia ta turyzm, 76, 31-37. https://doi.org/10.17721/2308-135X.2024.76.31-37. {in Ukrainian}.

4. Bieliatynskyi, A., Sorokina, K., Mamonov, K., & Kovalenko, L. (2023). Geoecological monitoring of regional land use: Definition and directions of formation. E3S Web of Conferences, 452, 03002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002. {in English}

5. Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunenko, N., Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no 2(13(128)), 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796. {in English}

6. Liu, C., Li, X., Xue, Y., Lu, W., & Zhang, C. (2024). Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. E3S Web of Conferences, 520, 04018. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018. {in English}

7. Makedon V.V., Bailova O.O. (2023). Planuvannya i orhanizatsiya vprovadzhennya syfrovykh tekhnolohiy v diyal′nist′ promyslovykh pidpryyemstv [Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises]. Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences", Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. {in Ukrainian}.

8. Giorgi, G., Schmidt, T. D., Trainotti, C., & Mata Calvo, R. (2019). Advanced technologies for satellite navigation and geodesy. *Advances in Space Research, 64*(6), 1256-1273. https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.06.010

9. Sentinel-2. Colour vision for Copernicus (2025). URL: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2. {in English}

10. Krasnoshchok, S.L., Nikiforova, N.A., Netetsa, A.M., & Kosyachevska, S.M. (2022). Vykorystannia suputnykovoi heodezii v transportnii infrastrukturi Ukrainy [Use of satellite geodesy in the transport infrastructure of Ukraine]. Fizychna metalurhiia ta termichna obrobka metaliv, 3(98), 33-41. https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.270922.33.903. {in Ukrainian}.

11. Papusha, D. Ya., & Obolonkov, D. F. (2024). Avtomatyzatsiia protsesiv obrobky heodezychnykh danykh za dopomohoiu shtuchnoho intelektu ta mashynnoho navchannia [Automation of geodetic data processing using artificial intelligence and machine learning]. Zbirnyk naukovykh prats DonNABA, 1(32), 36-41. {in Ukrainian}.

12. Sentinel-2. Online (2025). https://sentinels.copernicus.eu/copernicus/sentinel-2. {in English}

13. Digital Outcrop Modelling and Geological Mapping: Shaping the Future of Geology. (2023). Retrieved from: https://www.vrgeoscience.com/shaping-the-future-of-geology/ {in English}

14. Makedon V.V., Kholod O.H., Yarmolenko L.I. (2023). Model′ otsinky konkurentospromozhnosti vysokotekhnolohichnykh pidpryyemstv na zasadakh formuvannya klyuchovykh kompetentsiy [The model of assessing the competitiveness of high-tech enterprises based on the formation of key competencies]. Akademichnyy ohlyad, 2(59), 75-89. DOI: 10.32342/2074-5354-2023-2-59-5. {in Ukrainian}.

15. Shevchuk, S.M., Prokopenko, N.I., & Rozhi, T.A. (2024). Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorony pryrody [Analysis of geodetic data usage in the planning and monitoring of agro-landscapes: optimization of land use and environmental protection]. Kadastr, zemleustrii ta upravlinnia zemelnymy resursamy, 7, 445-458. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458. {in Ukrainian}.

16. Prokopenko, N., Nesterenko, S., & Dorozhko, Ye. (2024). Heodeziia ta zemleustrii u vyrishenni problem stiikosti ta bezpeky hidrotekhnichnykh sporud: analiz metodiv monitorynhu ta diahnostyky [Geodesy and land management in solving the problems of stability and safety of hydraulic structures: analysis of monitoring and diagnostics methods]. Prostorovyi rozvytok, 10, 519-530. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.519-530. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.514-524
УДК 528.9

Зіненко Р.О.,
zinenko@gki.com.ua, ORCID: 0000-0002-3337-7168,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕБ СЕРВІСУ КАРТОГРАФІЧНИХ ТАЙЛІВ WMST В НАЦІОНАЛЬНОМУ ГЕОПОРТАЛІ НІГД

Розглянуто особливості використання одного з основних геоінформаційних сервісів - спеціалізованого веб-сервісу, що надається національним геопорталом національної інфраструктури геопросторових даних через інтерфейс прикладного програмування за стандартом Відкритого геопросторового консорціуму OGC (Open Geospatial Consortium) для перетворення, керування або відображення геопросторових даних, а саме веб-сервісу картографічних тайлів WMTS – геоінформаційного сервісу, що надає зображення електронних карт із файлів багаторівневої серії квадратних фрагментів растрових зображень (тайлів), що генеруються картографічним сервером у різних масштабах відповідно до визначених рівнями деталізації картографічного подання.

Ключові слова: національний геопортал національної інфраструктури геопросторових даних; картографічні тайли; стандарти OGC.

Вступ

Сервіси візуалізації геопорталів інфраструктури геопросторових даних практично у всіх країнах, зокрема INSPIRE ("Infrastructure for Spatial Information in the European Community", Директива 2007/2/ЄС Європейського парламенту та Ради Європи від 14 березня 2007 р. щодо створення інфраструктури просторової інформації ЄС) [1] створюються на основі стандартів OGC щодо функцій та прикладних інтерфейсів API для двох типів картографічних веб-серверів: картографічний веб-сервіс WMS (Web Map Service) та веб сервіс картографічних тайлів WMST (Web Map Tile Service). Згідно з вимогами Порядку [2, п. 59] і Технічними вимогами до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури [3] сервіси візуалізації національного геопорталу Національної інфраструктури геопросторових даних повинні відповідати стандартам OGC, до яких передусім належать такі два базові:

1) OGC 06-042, OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, V.:1.3.0. [4]

2) OGC 07-057r7, OGC Web Map Tile Service Implementation Standard, V.: 1.1.0. [5]

Методика дослідження

Методика дослідження ґрунтується на практичних рекомендаціях щодо застосування міжнародного стандарту ISO 19128:2005 «Geographic information – Web map server interface» та стандартів OGC для реалізації сервісів візуалізації геопорталів. Крім того використано керівництво INSPIRE: Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services, V.: 3.11. – 2013 [6].

Стандарт OGC 07-057r7 визначає веб-сервіс картографічних тайлів WMTS, який надає доступ до серверної програми, що обслуговує передачу веб-клієнту тайлів карти із просторовою прив'язкою, використовуючи ієрархічну сукупність картографічних тайлів із попередньо визначеним вмістом, екстентом і просторовим розрізненням (масштабом карти). Кожному картографічному шару відповідає набір матриць тайлів (TileMatrixSet). Кожному рівню просторового розрізнення карти відповідає одна матриця тайлів (TileMatrix).

Матриця тайлів визначає розбиття простору карти на рівні прямокутні ділянки (тайли) та їх нумерацію.

Результати досліджень

Сервіси візуалізації типу WMTS повинні надавати операції, наведені в табл.1.

Таблиця 1

Операції сервісів візуалізації типу WMTS

Операція	**Призначення**
Отримати метадані сервісу візуалізації (*GetCapabilities або GetViewServiceMetadata* за специфікацією INSPIRE)	Надає всю необхідну інформацію (метадані про сервіс, операції, підтримувані параметри та перелік доступних шарів) про сервіс і описує його можливості
Отримати тайли (*GetTile* або *GetMap* за специфікацією INSPIRE)	Надає тайл карти, що містить географічну і тематичну інформацію, отриману із доступних наборів геопросторових даних. Зображенням тайла має координатну прив'язку
Отримати інформацію про об'єкт (*GetFeatureInfo*)	Опціональна (не обов'язкова) операція, яка дозволяє отримати інформацію (атрибути) геопросторового об'єкта за введеною координатою у вікні карти

Сервіс візуалізації WMTS повинен дозволяти виконання операції «Пов'язаний сервіс візуалізації» (*LinkViewService*), що рекомендована в Технічному керівництві INSPIRE та дозволяє держателю сервісу декларувати сервіс візуалізації за допомогою мережного сервісу, підтримуючи, в той же час, візуалізацію засобами держателя даних.

Стандарт OGC 07-057r7 визначає веб-сервіс картографічних тайлів WMTS, який надає доступ до серверної програми, що обслуговує передачу веб-клієнту тайлів карти із просторовою прив'язкою, використовуючи ієрархічну сукупність картографічних тайлів із попередньо визначеним вмістом, екстентом і просторовим розрізненням (масштабом карти). Кожному картографічному шару відповідає набір матриць тайлів (*TileMatrixSet*). Кожному рівню просторового розрізнення карти відповідає одна матриця тайлів (*TileMatrix*)..

Матриця тайлів визначає розбиття простору карти на рівні прямокутні ділянки (тайли) та їх нумерацію. Матриця тайлів задається такими параметрами:

– знаменник масштабу (*ScaleDenominator*);

– координати лівого верхнього кута лівого верхнього тайла в системі координат картографічного шару (*TopLeftCorner*);

– ширина тайлів у пікселях (*TileWidth*);

– висота тайлів у пікселях (*TileHeight*);

– кількість тайлів у матриці по горизонталі (*MatrixWidth*);

– кількість тайлів у матриці по вертикалі (*MatrixHeight*).

Кожен тайл ідентифікується номером рядка (*TileRow*) та номером стовпця (*TileCol*) у матриці. Нумерація тайлів починається з лівого верхнього кута з нульового значення. Горизонтальна вісь (*TileCol*) спрямована праворуч, вертикальна вісь (*TileRow*) спрямована вниз. Простір тайлів для однієї матриці показано на рис. 1.

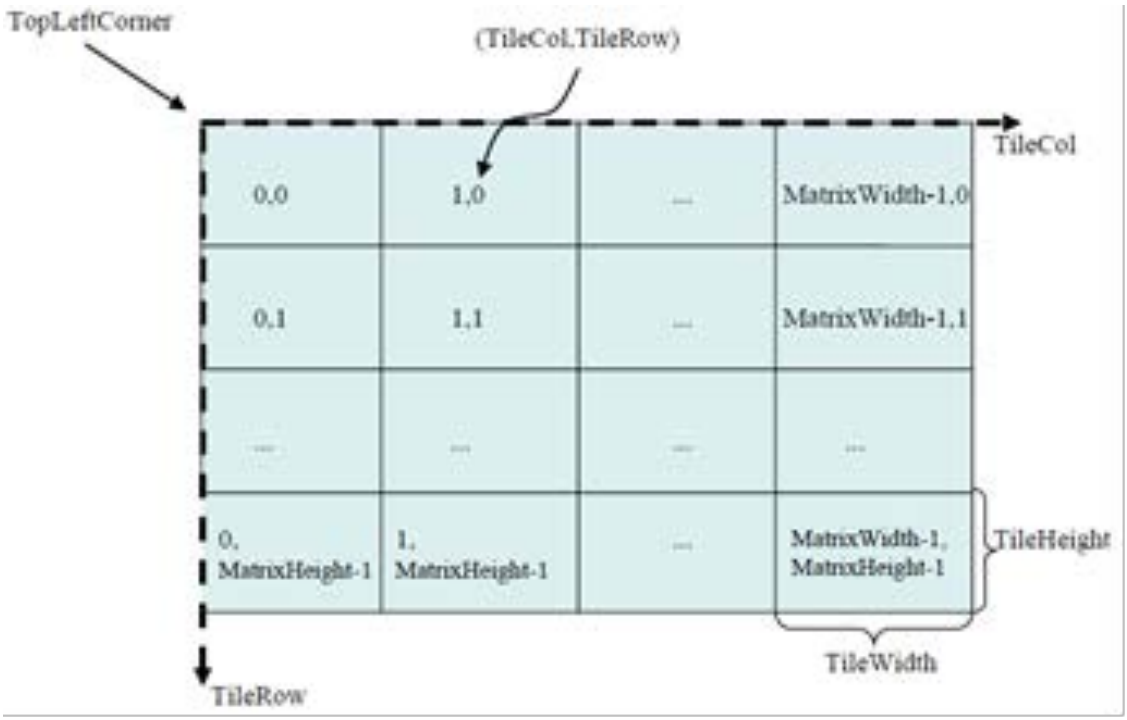


Рис. 1. Простір тайлів для однієї матриці за стандартом OGC 07-057r7

На відміну від сервісу WMS сервіс WMTS не забезпечує динамічного формування картографічним сервером із набору геопросторових даних, але використання наперед згенерованого набору матриці тайлів в різних масштабах дозволяє значно швидше надавати клієнту відповідні зображення при зміні масштабу карти на екрані клієнта. Використання технології WMTS рекомендується для візуалізації базових карт, вміст яких змінюється не так часто.

Вимоги до файл-серверу растрових зображень електронних карт, цифрових ортофотопланів та цифрових ортофотокарт

Склад та структура файл-сервера растрових зображень (тайлів) електронних карт, цифрових ортофотопланів та цифрових ортофотокарт повинні відповідати вимогам Порядку функціонування НІГД [4], Технічним вимогам до геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних [5].

Файл-сервер растрових зображень (тайлів) електронних карт, цифрових ортофотопланів та цифрових ортофотокарт, призначених для відображення на національному геопорталі, повинен передбачати такі вимоги:

− підтримувати формати растрових зображень, наприклад, PNG, JPEG, GeoTIFF, ECW або GeoPDF. Ці растрові зображення повинні бути орієнтовані у системі координат, яка зареєстрована у репозитарії EPSG;

− у запиті до тайлового сервера опція імені файлу URL адреси тайла повинна мати таку структуру /z/x/y.png, в якій: z –каталог файлів, що відповідає номеру рівня масштабування; x – підкаталог файлів відповідає номеру стовпця матриці (сітки) тайлів; y – ім’я файлу як номеру тайл у стовпці матриці;

− початок нумерації тайлів (0, 0) на будь-якому рівні масштабування завжди слід розміщувати у верхній лівій чарунці сітки тайлів карти відповідно до OGC специфікації WMTS;

− фіксовані рівнів масштабування при відображенні тайлів геоінформаційними сервісами візуалізації повинні узгоджуватися з масштабним рядом топографічних карт, який відповідає положенням Закону України «Про топографо-геодезичну діяльність», Порядку загальнодержавного топографічного картографування та Порядку функціонування НІГД (табл. 2).

Формування фіксованих рівнів масштабування здійснено з урахуванням таких міжнародних ресурсів: OpenStreetMap [7], ESRI World Imagery [8].

Таблиця 2

Перелік фіксованих рівнів масштабування

Номер (zoom level)	Фіксовані рівні масштабування	Номер (zoom level)	Фіксовані рівні масштабування
1	1:250 000 000	11	1:250 000
2	1:150 000 000	12	1:150 000
3	1:70 000 000	13	1:70 000
4	1: 35 000 000	14	1:35 000
5	1:15 000 000	15	1:15 000
6	1:10 000 000	16	1:8 000
7	1:4 000 000	17	1:4 000
8	1:2 000 000	18	1:2 000
9	1:1 000 000	19	1:1 000
10	1:500 000	20	1:500

Фрагменти тайлового зображення національного геопорталу НІГД на 12, 15, 17 рівнях масштабуваня наведені рис. 1-3.

Рис. 1. Фрагмент тайлового зображення на 12 рівні масштабування (zoom level).

Рис. 2. Фрагмент тайлового зображення на 15 рівні масштабування (zoom level).

Рис. 3. Фрагмент тайлового зображення на 17 рівні масштабування (zoom level).

Операція «Отримати метадані сервісу візуалізації»

Запит *GetCapabilities* містить параметр, що ідентифікує природну мову для вмісту відповіді на цей запит.

Відповідь на запит *GetCapabilities* містить XML опис таких відомостей:

а) метадані сервісу містять, щонайменше, елементи мінімального набору метаданих для сервісу візуалізації;

б) метадані операцій описують операції сервісу візуалізації та містять, принаймні, опис обмінних даних та мережну адресу для кожної операції;

в) два елементи для мови: параметр «Мова відповіді», який ідентифікує природну мову, що використовується у відповіді щодо метаданих сервісу візуалізації, та елемент «Підтримувані мови», який містить перелік природних мов, що підтримуються сервісом візуалізації;

г) метадані шарів електронної карти містять елементи метаданих наведені в табл.3, що повинні бути забезпечені для кожного шару.

Таблиця 3

Елементи метаданих шарів електронної карти

Елемент метаданих	**Опис**
<ows:Identifier>	Ідентифікатор шару. Текстовий рядок, який використовується для ідентифікації шару у запитах до сервісу. Обов'язковий.
<ows:Title>	Заголовок шару. Текстовий рядок, призначений для відображення користувачу.
<ows:Abstract>	Стислий опис тематики шару.
<Style>	Елемент, який визначає стиль відображення. Містить у собі дочірні елементи <ows:Identifier>, <ows:Title> та <ows:Abstract>, мають той самий сенс, що й шару. Допускається наявність кількох елементів <Style> одного шару. Обов'язковий.
<Format>	MIME-тип для форматів зображень тайлів. Допускається кілька елементів <Format>. Обов'язковий.
<InfoFormat>	Формат видачі інформації про об'єкти. Допускається наявність кількох елементів < InfoFormat >. Опціональний
<TileMatrixSetLink>	Ідентифікатор набору матриць тайлів, що містять зображення цього шару. Допускається кілька елементів <TileMatrixSetLink>. Обов'язковий
<ResourceURL>	Шаблон посилання для отримання від сервісу тайлів у стилі REST. Містить атрибути: format – MIME-тип даних, що повертаються; resourceType="tile" (для запитів отримання тайла) чи resourceType="FeatureInfo" (для запитів отримання інформації про об'єкт у точці зображення); template – шаблон посилання.

Д) кожен доступний для використання набір матриць тайлів описується елементом <*TileMatrixSet*> наведеним в табл.4.

Таблиця 4

Елемент метаданих <TileMatrixSet>

Елемент метаданих	**Опис**
<ows:Identifier>	Ідентифікатор набору матриць тайлів. Текстовий рядок, що використовується для ідентифікації набору матриць у запитах до сервісу та у властивостях картографічних шарів.
<ows:Title>	Заголовок набору матриць тайлів.
<ows:Abstract>	Короткий текстовий опис.
<ows:SupportedCRS>	Система координат, що підтримується. Допускається наявність декількох елементів <ows:SupportedCRS> для одного набору матриць. Обов'язковий.

Е) метадані кожної матриці тайлів набору тайлів подаються елементами <TileMatrix> наведеним в табл. 5.

Таблиця 5

Елементи метаданих <TileMatrix>

Елемент метаданих	**Опис**
<ows:Identifier>	Ідентифікатор матриці тайлів. Текстовий рядок, що використовується для ідентифікації матриці у запитах до сервісу
ScaleDenominator	Знаменник масштабу
TopLeftCorner	Координати верхнього лівого кута в системі координат шару. Записуються через пропуск
TileWidth	Ширина тайлів у пікселях
TileHeight	Висота тайлів у пікселях
MatrixWidth	Кількість тайлів по горизонталі
MatrixHeight	Кількість тайлів по вертикалі

Запит «Отримати тайл»

Запит *GetTile* повинен підтримувати обов'язкові параметри наведені в табл. 6.

Таблиця 6

Параметри запиту *GetTile*

Параметр	**Опис**
1	2
Service=WMTS	Найменування типу сервісу
Version=1.0.0	Версія протоколу
Request=GetTile	Тип запиту
Layer	Ідентифікатор шару
Style	Ідентифікатор стилю шару, що використовується
Format	Формат тайлів, що запитуються.

1	2
TileMatrixSet	Ідентифікатор набору матриць тайлів, що належить шару, що запитується
TileMatrix	Ідентифікатор матриці тайлів
TileRow	Номер тайла по вертикалі
TileCol	Номер тайла по горизонталі

Запит «Отримати інформацію про об'єкт»

Запит *GetFeatureInfo* призначений для отримання інформації про об'єкти картки у точці зображення є опціональним для реалізації сервісу WMTS в складі національного геопорталу.

Параметри запиту *GetFeatureInfo* за специфікацією OGC 06-042 наведені в табл. 7.

Таблиця 7

Параметри запиту GetFeatureInfo за специфікацією OGC 06-042

Параметр	**Опис**
Service=WMTS	Назва типу сервісу
Version=1.0.0	Версія протоколу
Request=GetFeatureInfo	Тип запиту
Layer, Style, Format, TileMatrixSet, TileMatrix, TileRow, TileCol	Параметри, що визначають конкретний тайл, відповідають однойменним параметрам запиту GetTile
I= *pixel_column*	j-координата піксела (номер рядка)
J= *pixel_row*	i-координата піксела (номер стовпця)
InfoFormat	Формат виведення результату

Операція «Зв'язок сервісу візуалізації»

Операція *LinkViewService* надає всю інформацію (метадані) про сервіс візуалізації держателя даних або третьої особи, що виконує положення Технічних вимог до геоінформаційних сервісів НІГД [9], дозволяючи мережному сервісу отримувати карти від сервіса візуалізації держателя даних або третьої особи та групувати їх з іншими картами.

Висновки

Використання через інтерфейс прикладного програмування за стандартами Відкритого геопросторового консорціуму OGC веб-сервісу картографічних тайлів WMTS – геоінформаційного сервісу підвищує інформаційно-технологічний рівень відображення геопросторових даних на національному геопорталі та *надає зображення електронних карт із файлів багаторівневої серії квадратних фрагментів растрових зображень (тайлів), що генеруються*

картографічним сервером у різних масштабах відповідно до визначених рівнями деталізації картографічного подання.

При реалізації національного геопорталу Національної інфраструктури геопросторових даних апробіровано та активно застосовується веб-сервіс картографічних тайлів WMTS при публікації Основної державної топографічної карти та інших інформаційних ресурсів [11,12]**.**

Важливим є те, що забезпечення інтеграції геоінформаційних ресурсів у глобальну та європейську інфраструктури геопросторових даних формальні назви операцій, структура, назви та зміст параметрів відповідей, коди та повідомлення про винятки сервісу WMTS національного геопорталу гармонізовані з рекомендаціями технічного керівництва INSPIRE [13].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Карпінський Ю.О., Лященко А.А. (2006). Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. К.:НДІГК, 106с.

2. Порядок функціонування національної інфраструктури геопросторових даних. Постанова Кабінету міністрів України від 26 травня 2021 р. № 532.

3. Технічні вимоги до метаданих для наборів геопросторових даних і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10.11.2021 № 347

4. Стандарт OGC 06-042, OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, V.:1.3.0. – 2006:
https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=14416;

5. Стандарт OGC 07-057r7, OGC Web Map Tile Service Implementation Standard, V.: 1.1.0. – 2010: http://docs.opengeospatial.org/is/13-082r2/13-082r2.html#34.

6. Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services, V.: 3.11. – 2013. https://inspire.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.0.pdf.

7. OpenStreetMap. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.openstreetmap.org/

8. ESRI World Imagery. [Електронний ресурс].
https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9

9. Карпінський Ю. Національна інфраструктура геопросторових даних України у світовому вимірі: стан та нагальні завдання розвитку і сталого функціонування / Ю. Карпінський, А. Лященко, Д. Макаренко, А. Черін // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2021. – Вип. I (41). – С. 104 – 112.

10. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних. / Ю.О. Карпінський. – Київ: КНУБА, 2023. – 302 с.

11. Карпінський Ю. Технічне завдання на створення національного геопорталу НІГД та його особливості/., Ю. Карпінськи, А. Лященко, Д. Кінь Д. //Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум-2023», 19–21 квітня 2023 р., Львів– Брюховичі. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022.«Геофорум-2023», с.. 61–64

12. Національний геопортал Національної інфраструктури геопросторових даних – Геопортал. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://nsdi.gov.ua

13. Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних». Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text {in Ukrainian}

Roman Zinenko,
Kyiv National University of Construction and Architecture

FEATURES OF USING THE WMTS CARTOGRAPHIC TILE WEB SERVICE IN THE NATIONAL GEOPORTAL OF THE NSDI

The article examines the features of implementation and use of the Web Map Tile Service (WMTS) within the structure of the National Geoportal of the National Spatial Data Infrastructure (NSDI) of Ukraine. It analyzes the technical and regulatory foundations for deploying the service in accordance with international standards of the Open Geospatial Consortium (OGC), particularly the OGC 07-057r7 standard. The functional capabilities of WMTS are defined in the context of geospatial data visualization using a multilevel system of raster image tiles, generated from pre-configured matrices with specific parameters for scale, coordinate reference, and tile indexing. Special attention is paid to the structuring requirements for raster map and orthophotos file servers compatible with the geoportal, as well as to the mechanisms for handling tile server requests (GetTile, GetFeatureInfo, GetCapabilities). The role of WMTS in enhancing the performance of electronic map visualization, especially for rarely updated base layers, is highlighted. The harmonization of WMTS specifications of the national geoportal with the INSPIRE technical guidance is emphasized, facilitating the integration of the NSDI into the European geospatial infrastructure. The research results confirm the effectiveness of WMTS in providing access to state cartographic resources and ensuring their interoperability within the digital spatial data infrastructure.

Keywords: national geoportal of the national spatial data infrastructure; cartographic tiles; OGC standards.

REFERENCES

1. Karpinskyi Yu.O., Liashchenko A.A. (2006). Stratehiia formuvannia natsionalnoi infrastruktury heoprostorovykh danykh v Ukraini. K.:NDIHK, 106s. {in Ukrainian}

2. Poriadok funktsionuvannia natsionalnoi infrastruktury heoprostorovykh danykh. Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy vid 26 travnia 2021 r. № 532. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-%D0%BF#Text {in Ukrainian}

3. Tekhnichni vymohy do metadanykh dlia naboriv heoprostorovykh danykh i heoinformatsiinykh servisiv natsionalnoi infrastruktury heoprostorovykh danykh. Nakaz Ministerstva ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy vid 10.11.2021 № 347

[Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0021-22#Text {in Ukrainian}

4. Standard OGC 06-042, OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, V.:1.3.0. – 2006 [Electronic resource]. Access mode: https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=14416 {in English}

5. Standard OGC 07-057r7, OGC Web Map Tile Service Implementation Standard, V.: 1.1.0. – 2010 [Electronic resource]. Access mode: http://docs.opengeospatial.org/is/13-082r2/13-082r2.html#34.

6. Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services, V.: 3.11. – 2013 [Electronic resource]. Access mode:

https://inspire.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.0.pdf {in English}

7.OpenStreetMap. [Electronic resource]. Access mode: https://www.openstreetmap.org/ {in English}

8. ESRI World Imagery. [Electronic resource]. Access mode:

https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9 {in English}

9. Karpinskyi Yu. Natsionalna infrastruktura heoprostorovykh danykh Ukrainy u svitovomu vymiri: stan ta nahalni zavdannia rozvytku i staloho funktsionuvannia / Yu. Karpinskyi, A. Liashchenko, D. Makarenko, A. Cherin // Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. – 2021. – Vyp. I (41). – S. 104 – 112. {in Ukrainian}

10. Osnovy stvorennia interoperabelnykh heoprostorovykh danykh. / Yu. O. Karpinskyi. – Kyiv: KNUBA, 2023. – 302 s. {in Ukrainian}

11. Karpinskyi Yu. Tekhnichne zavdannia na stvorennia natsionalnoho heoportalu NIHD ta yoho osoblyvosti/., Yu. Karpinskyi, A. Liashchenko, D. Kin //Materialy Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Heoforum-2023», 19–21 kvitnia 2023 r., Lviv– Briukhovychi. – Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky, 2022. «Heoforum-2023», s. 61–64 {in Ukrainian}

12. Natsionalnyi heoportal Natsionalnoi infrastruktury heoprostorovykh danykh – Heoportal. [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: https://nsdi.gov.ua {in Ukrainian}

13. Zakon Ukrainy «Pro natsionalnu infrastrukturu heoprostorovykh danykh» [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.525-542
УДК: 528.8:504.05:519.2

к.геол.н. **Клипа А.В.,**
klypa.andrii@gmail.com, ORCID: 0009-0006-5565-5305,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
к.геол. наук **Стахів І.Р.,**
stakhivira@gmail.com, ORCID ID: 0009-0007-3090-6988,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГІС-ОЦІНКИ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА ПРИРОДНІ КОМПОНЕНТИ ДОВКІЛЛЯ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ

Розглянуто методологічні основи ГІС-оцінки впливу антропогенних факторів на природні компоненти довкілля. Запропоновано комплексний підхід, що поєднує геоінформаційні системи, статистичні методи, машинне навчання та математичне моделювання. Проаналізовано проблеми збору, обробки та аналізу екологічних даних, запропоновано шляхи їх вирішення. Особливу увагу приділено методам просторового аналізу забруднень, валідації моделей та оцінці екологічних ризиків. Представлено підходи до використання екологічних індексів та багатофакторного аналізу для оцінки стану природних компонентів довкілля.

Ключові слова: ГІС-аналіз; екологічний моніторинг; антропогенне навантаження; статистичне моделювання; машинне навчання; просторовий аналіз; екологічні ризики; індекси забруднення; геоінформаційні технології

Постановка проблеми. Сучасні наукові та технологічні досягнення дозволяють детально досліджувати вплив антропогенних факторів, зокрема воєнних дій, на природне середовище, включно з ґрунтами, водними ресурсами та атмосферним повітрям. Проте ефективна оцінка масштабів забруднення та його наслідків вимагає застосування комплексного підходу, що поєднує методи екологічного моніторингу, статистичного аналізу, геоінформаційних систем (ГІС) та сучасних аналітичних інструментів.

Антропогенне навантаження спричиняє значні екологічні зміни, що проявляються у вигляді забруднення водних ресурсів токсичними металами, деградації ґрунтового покриву та змін у складі атмосферного повітря. Відсутність системного підходу до екологічного моніторингу та єдиної методології, яка б дозволяла інтегровано оцінювати ці впливи, створює труднощі у визначенні довгострокових наслідків та розробці стратегій реабілітації забруднених територій. Крім того, недостатність репрезентативних

даних, нерівномірне покриття територій вимірюваннями та варіативність методик оцінювання ускладнюють отримання науково достовірних результатів [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками значна кількість наукових праць присвячена дослідженням екологічних наслідків антропогенного впливу на довкілля. Особливу увагу дослідники приділяють аналізу змін у складі водних ресурсів, деградації ґрунтів та забрудненню атмосферного повітря, зокрема у зв'язку з інтенсифікацією промислового виробництва, техногенними аваріями та воєнними діями.

Наукові дослідження підтверджують, що екологічний стан територій, які зазнали збройних конфліктів, суттєво змінюється. Це спостерігається у випадках Сирії, Іраку, Афганістану, Боснії та Герцеговини, Кувейту, країн Балканського регіону [4, 5]. У досліджених регіонах зафіксовано комплексні зміни природного середовища, зокрема зростання концентрацій токсичних сполук у поверхневих водах і ґрунтах, порушення фізико-хімічної структури ґрунтового покриву внаслідок механічного та хімічного впливу, а також суттєве погіршення якості атмосферного повітря через підвищення вмісту пилу, аерозолів і продуктів згоряння.

В контексті сучасної ситуації в Україні особливої актуальності набуває досвід попередніх досліджень, адже країна стикається з безпрецедентними викликами внаслідок воєнної агресії з боку Російської Федерації. У роботах [6–9] проаналізовано вплив військових дій на різні компоненти довкілля, виявлено регіональні відмінності в екологічних наслідках, а також запропоновано перші підходи до оцінки таких змін. Деякі публікації [1–3] також підкреслюють необхідність інтегрованого моніторингу, використання геоінформаційних технологій та стандартизації методів збору даних для підвищення точності оцінок.

З методологічної точки зору, провідні сучасні дослідження спираються на інтеграцію геоінформаційних технологій з їх потужними аналітичними можливостями, методів ймовірнісно-статистичного моделювання [16, 17], а також алгоритмів машинного навчання [10, 11] і відновлення пропущених даних [13]. Така інтеграція дозволяє виявляти просторові закономірності поширення забруднень, прогнозувати ризики екологічної деградації та формувати картографічні моделі оцінки антропогенного навантаження. Поєднання цих підходів забезпечує високу гнучкість досліджень і підвищує їхню репрезентативність навіть у випадках обмеженості даних або відсутності регулярного моніторингу.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка основи для комплексної методології оцінки впливу антропогенних факторів, включаючи

воєнні дії, на довкілля. Основна увага приділяється визначенню ключових етапів дослідження, аналізу супутніх проблем та оцінці ефективності сучасних методів, таких як геоінформаційні системи (ГІС), машинне навчання, математичне моделювання та інші аналітичні інструменти.

Результати дослідження спрямовані на вдосконалення методологічного інструментарію для оцінки екологічного стану, і можуть бути використані екологами, фахівцями з геоінформаційних технологій та аналітиками під час розробки стратегій моніторингу й відновлення постраждалих територій.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети було сформовано поетапну структуру дослідження, яка охоплює ключові стадії екологічної оцінки впливу антропогенних факторів на природне середовище. Кожен із етапів відображає окремі методологічні завдання, пов'язані зі збором і обробкою даних, вибором відповідних моделей, просторовим аналізом, валідацією результатів і формуванням комплексної екологічної оцінки.

Розглянуті підходи спираються на використання геоінформаційних технологій, статистичних методів і алгоритмів машинного навчання для інтеграції та інтерпретації екологічних даних. У межах цього розділу представлено логічну послідовність дій, що дозволяє реалізувати узагальнену методологію оцінки та прогнозування екологічних змін у регіонах, які зазнали антропогенного, зокрема воєнного, впливу.

1. Постановка задачі та формування дослідницької концепції. Ефективна оцінка екологічного впливу на довкілля починається з чіткої постановки задачі та визначення ключових параметрів аналізу. На цьому етапі важливо встановити, які природні компоненти потребують оцінки (вода, ґрунти, повітря), які процеси необхідно дослідити та які джерела даних можуть бути використані. Постановка задачі передбачає не лише вибір параметрів, що характеризують стан довкілля, але й встановлення просторових і часових меж дослідження, визначення методологічного підходу та джерел інформації.

На рис. 1 представлено структурну схему постановки задачі дослідження. Вона включає основні етапи, які виконує дослідник: визначення об'єкта та регіону дослідження, встановлення просторово-часових меж, попередній аналіз літератури, формулювання гіпотези та вибір параметрів, а також визначення джерел даних.

Одним із ключових аспектів цього процесу є вибір релевантних параметрів, що відображають основні екологічні зміни. Антропогенне навантаження, особливо воєнні дії, спричиняє комплексні зміни у природних системах, і не завжди очевидно, які індикатори слід використовувати для найточнішої оцінки наслідків. Наприклад, забруднення вод може визначатися за вмістом важких металів, зміною хімічного складу або біологічними

показниками. Аналогічно, стан ґрунтів оцінюється через концентрацію забруднювачів, ерозійні процеси або зміну структури ґрунтового покриву.

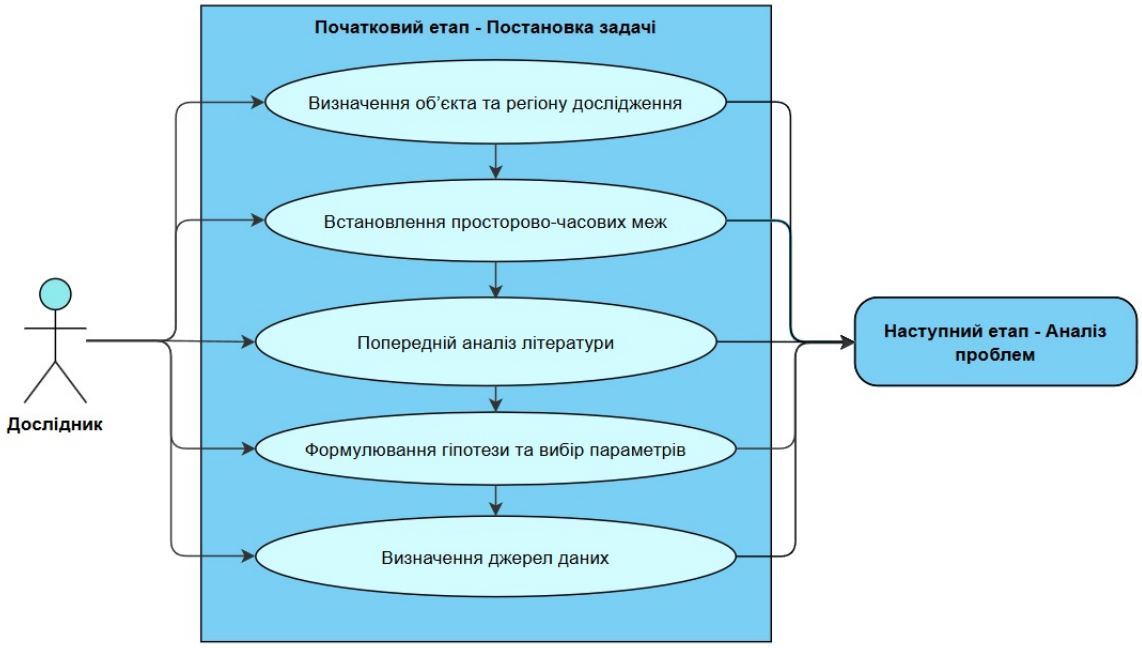


Рис. 1. Початковий етап дослідження: постановка задачі та визначення ключових параметрів.

Вибір методів аналізу визначається доступністю даних, характером забруднення та особливостями досліджуваної території. Наприклад, на урбанізованих територіях доцільно застосовувати ГІС-аналіз і супутникові дані, тоді як у лісистих районах важливими є біоіндикатори та оцінка змін рослинного покриву.

Для формування дослідницької концепції застосовуються сучасні інструменти та методи аналізу. Геоінформаційні системи (ГІС) дозволяють інтегрувати дані з різних джерел, здійснювати просторовий аналіз забруднень та будувати прогностичні моделі. Математичне моделювання та статистичний аналіз допомагають виявляти закономірності змін екологічних параметрів, а машинне навчання забезпечує можливість прогнозування подальших змін.

Окрім аналізу емпіричних даних, важливим є дослідження наукових трендів. Для цього використовується бібліометричний аналіз, що дозволяє ідентифікувати найбільш цитовані роботи, сучасні методологічні підходи та пріоритетні напрямки досліджень. Це дає змогу адаптувати дослідницьку методологію до сучасних наукових тенденцій та вибрати оптимальні методи аналізу.

2. Збір даних: проблеми і методи їх вирішення. Дослідження екологічних наслідків ґрунтується на аналізі даних про забруднення довкілля, проте їх якість і доступність значною мірою залежать від умов та методів

проведення моніторингу. Сама по собі відсутність постійних моніторингових мереж, що є актуальною проблемою не лише для України, уже створює певні проблеми на даному етапі. А у випадку бойових дій, процес збору інформації ускладнюється ще низкою чинників, що безпосередньо впливають на репрезентативність, достовірність та точність отриманих результатів. Відсутність єдиної моніторингової системи та уніфікованої методології збору даних, варіативність підходів до вимірювань, розрізненість та нерівномірність просторово-часового розподілу вихідної інформації, а також наявність похибок і неоднорідності у вхідних даних з різних джерел вимагають їх подальшої обробки, систематизації та уніфікації для забезпечення коректної інтеграції та проведення комплексного аналізу.

Однією з ключових проблем є фрагментованість даних та їх нерівномірний просторово-часовий розподіл. Польові вимірювання, як правило, мають точковий характер, що не дозволяє сформувати повноцінну картину поширення забруднювачів та оцінити динаміку екологічних змін. А обмежений доступ до територій, наприклад у зонах бойових дій, взагалі унеможливлює проведення польових досліджень на значних ділянках, що призводить до дефіциту інформації або її нерепрезентативності, особливо в регіонах із високим рівнем забруднення.

Важливою перешкодою для комплексного аналізу є також неоднорідність даних, що надходять із різних джерел, зокрема польових спостережень, дистанційного зондування та автоматизованих станцій моніторингу. Відмінності у форматах, точності та методології збору інформації ускладнюють інтеграцію цих даних у єдину систему. Окрім цього, похибки та пропуски у даних можуть виникати внаслідок технічних несправностей обладнання, несприятливих природних умов або людського фактора, що негативно позначається на точності результатів та ускладнює їх подальше використання.

Додатково слід відзначити проблему відсутності або неточності координатної прив’язки пунктів відбору проб, що є критичною для досліджень, пов’язаних із просторовим аналізом. Відсутність координат унеможливлює точне розташування точок відбору на карті та обмежує можливість проведення повторних вимірювань для моніторингу змін.

Таким чином, основними проблемами є фрагментованість та нерівномірний розподіл даних, обмежений доступ до територій дослідження, неоднорідність даних, наявність похибок і пропусків, а також відсутність або неточність координатної прив’язки. Подолання цих викликів є необхідною умовою для підвищення достовірності та репрезентативності результатів, що слугують основою для оцінки впливу антропогенних факторів на довкілля та розробки заходів щодо його відновлення.

На рис. 2 представлено основні проблеми збору та обробки даних, що виникають під час екологічного моніторингу, та підходи до їх вирішення.

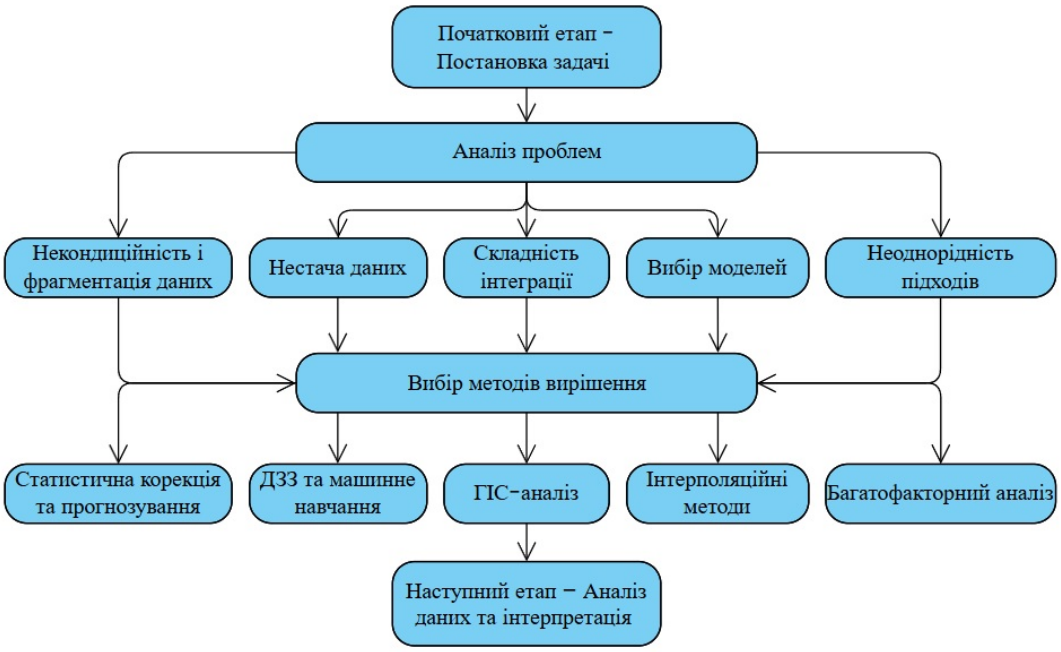


Рис. 2. Основні проблеми збору та обробки даних і методи їх вирішення

Для мінімізації впливу зазначених проблем застосовуються методи статистичної корекції, прогнозування втрачених значень, стандартизації даних та використання геоінформаційних систем (ГІС) для інтеграції та візуалізації даних.

У разі фрагментованості та нерівномірного просторово-часового розподілу даних ГІС (QGIS, ArcGIS, MapInfo) відіграють ключову роль як інструменти для збирання даних із різних джерел, їх систематизації та створення картографічних шарів, що відображають місця відбору проб та отримані результати. Використання ГІС дозволяє поєднати дані польових вимірювань, дистанційного зондування та автоматизованих станцій моніторингу, забезпечуючи їх географічну прив'язку та збереження у стандартизованих форматах (GeoPackage, OGC). Це дає змогу уникнути фрагментації даних та створює основу для подальшого аналізу [35].

Проблему обмеженого доступу до територій частково вирішує застосування дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що дозволяє отримувати інформацію без фізичної присутності на об'єкті дослідження. Для підвищення точності результатів використовуються супутникові знімки високої роздільної здатності та мультиспектральні дані, хоча їх застосування обмежується погодними умовами та необхідністю складної інтерпретації.

Для усунення неоднорідності даних, отриманих із різних джерел, використовується стандартизація форматів та методів збору інформації. Інструменти інтероперабельності, такі як GeoPackage та стандарти Open Geospatial Consortium (OGC), забезпечують сумісність даних та полегшують їх інтеграцію в єдину систему для подальшої обробки [35].

Похибки та пропуски, що виникають у процесі збору даних, усуваються за допомогою методів статистичної корекції та прогнозування втрачених значень. У разі дефіциту даних ефективними є методи машинного навчання, зокрема Random Forest та XGBoost, які дозволяють виявити закономірності в даних та заповнити прогалини з високою точністю. Додатково використовується метод Multiple Imputation by Chained Equations (MICE), що дає змогу відновити пропущені значення з урахуванням залежностей між змінними та мінімізувати вплив нерепрезентативності вибірок. Для відновлення даних про хімічний склад компонентів довкілля застосовуються методи кореляційного аналізу та лінійної регресії логарифмів досліджуваних значень, що демонструють високу точність навіть за обмеженої кількості вихідної інформації [10–15].

Проблема відсутності або неточності координатної прив’язки пунктів відбору проб вирішується шляхом використання GPS-навігаторів під час польових вимірювань та інтеграції отриманих координат у ГІС. Якщо координати неможливо визначити безпосередньо, застосовується прив’язка на основі даних про розташування об’єктів на досліджуваній території (назви вулиць, номери будинків, орієнтири тощо) із подальшим визначенням координат за допомогою картографічних сервісів, таких як Google Maps, OpenStreetMap або державні геопортали.

Таким чином, використання ГІС для інтеграції та візуалізації даних, дистанційного зондування для збору інформації, а також застосування методів машинного навчання та статистичної корекції дозволяє усунути проблеми фрагментованості, похибок і пропусків у даних. Це забезпечує достовірність і репрезентативність результатів, необхідних для подальшого аналізу та оцінки впливу антропогенних факторів на довкілля.

3. Аналіз даних, вибір моделей та інтерпретація результатів. Аналіз даних та вибір моделей є ключовим етапом оцінки деградації природних компонентів під впливом антропогенних факторів. На цьому етапі здійснюється перевірка розподілу даних, вибір відповідних методів аналізу та моделювання, а також інтерпретація отриманих результатів для встановлення просторово-часових закономірностей поширення забруднювачів.

На початковому етапі здійснюється статистичний аналіз розподілу даних, що включає оцінку основних характеристик вибірки та перевірку нормальності

розподілу за допомогою тесту Шапіро-Вілка або Колмогорова-Смирнова. Для виявлення аномальних значень використовується метод І-квартильного діапазону (IQR), який дозволяє мінімізувати вплив викидів на результати аналізу. Аналіз взаємозв'язків між показниками здійснюється за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона для лінійних залежностей та коефіцієнта Спірмена для нелінійних. Виявлення ключових закономірностей у наборі даних здійснюється за допомогою методу головних компонент (Principal Component Analysis, PCA), що дозволяє зменшити розмірність даних і визначити основні фактори впливу [16–17].

Для оцінки розподілів вмісту хімічних компонетів у воді, повітрі та ґрунтах використовується композиційно-логнормальна модель та логнормальний закон розподілу, які демонструють високу ефективність у прогнозуванні площ із перевищенням критичних границь та оцінці загального та питомого навантаження на довкілля. Композиційно-логнормальна модель дозволяє аналізувати часткові концентрації окремих компонентів, тоді як логнормальний закон описує розподіли з довгим «хвостом», характерні для концентрацій забруднювачів у природних середовищах [18–21].

Вибір моделей для просторового аналізу та прогнозування здійснюється залежно від характеру даних та поставлених завдань. Для оцінки розподілу забруднювачів використовуються методи просторової інтерполяції, такі як інверсно-зважене інтерполювання (IDW), кригінг (kriging) та триангуляція (TIN). Метод IDW дозволяє оцінювати значення в невиміряних точках на основі зваженого впливу найближчих вимірювань, тоді як кригінг забезпечує більш точне прогнозування за рахунок врахування просторової структури варіацій досліджуваних показників. Метод триангуляції базується на побудові нерегулярної трикутної мережі (TIN), що дозволяє моделювати складний рельєф поверхонь та локальні аномалії в розподілі забруднень. Застосування цих методів у ГІС забезпечує можливість візуалізації результатів та створення картографічних моделей поширення забруднювачів [22–27]. Просторовий аналіз у ГІС також дозволяє ідентифікувати зони з критичним рівнем забруднення та оцінити масштаб поширення негативних впливів, що є важливим для визначення екологічних ризиків і планування заходів з реабілітації.

Методи просторового аналізу можуть бути доповнені алгоритмами машинного навчання для підвищення точності прогнозів. Методи машинного навчання, такі як Random Forest та XGBoost, використовуються для виявлення складних нелінійних залежностей та побудови прогностичних моделей. Random Forest забезпечує високу точність прогнозів завдяки використанню ансамблю рішень дерев, тоді як XGBoost дозволяє мінімізувати похибки завдяки

градієнтному підсиленню [11,28]. Поєднання цих методів із просторовим аналізом у ГІС дає змогу створювати багатофакторні моделі поширення забруднювачів, що враховують як фізико-хімічні характеристики забруднювачів, так і природно-географічні умови території.

Для уточнення взаємозв'язків між концентраціями хімічних компонентів та виявлення головних факторів впливу можуть застосовуватися методи багатовимірного аналізу, зокрема канонічний кореляційний аналіз (Canonical Correlation Analysis, CCA), а також аналіз головних компонент (Principal Component Analysis, PCA) та аналіз надмірності (Redundancy Analysis, RDA), що дозволяють виявити взаємозв'язки між групами змінних та оцінити їхній сумарний вплив на екологічний стан території [16,17,29].

Таким чином, інтеграція статистичних методів, моделей машинного навчання та геоінформаційних технологій забезпечує комплексний підхід до аналізу та інтерпретації даних, що дозволяє не лише оцінити поточний стан природних компонентів, але й прогнозувати можливі сценарії їхньої деградації внаслідок антропогенних факторів, у тому числі і воєнних дій.

4. Валідація та перевірка достовірності результатів. Оцінка антропогенного впливу на довкілля базується на багаторівневому аналізі даних із використанням різних методів моделювання та статистичних підходів. Проте отримані результати потребують перевірки, оскільки похибки у вхідних даних, обмеження моделей та особливості методології можуть впливати на точність оцінок. Валідація є ключовим етапом дослідження, адже від її якості залежить надійність прогнозів та можливість їх практичного використання.

Однією з основних проблем є неоднорідність вхідних даних та їхня відповідність реальним умовам. Польові вимірювання, супутникові знімки та результати моделювання можуть демонструвати розбіжності через специфіку методів збору інформації, вплив кліматичних факторів або технічні особливості аналітичних інструментів. Для усунення цих невідповідностей застосовується поєднання статистичних, емпіричних та ймовірнісних методів, що дозволяє оцінити стабільність моделей, точність прогнозів та рівень невизначеності [16,17,29].

Одним із підходів, що використовується для оцінки надійності моделей, є крос-валідація, яка дає змогу перевірити стабільність алгоритмів шляхом навчання на різних підмножинах даних. Такий підхід дозволяє зменшити ризик переналаштування моделі на особливості навчальної вибірки та забезпечити її вищу здатність до узагальнення результатів, що є особливо важливим у разі обмеженого обсягу вхідної інформації.

Окрім цього, для перевірки точності моделей застосовується порівняння прогнозованих концентрацій забруднювачів із реальними польовими

вимірюваннями. Такий підхід дає змогу виявити систематичні похибки та скоригувати моделі, що підвищує їхню достовірність і дозволяє краще враховувати регіональні особливості досліджуваних територій.

Ще одним важливим елементом перевірки є оцінка невизначеності прогнозів за допомогою методу Монте-Карло. Його застосування передбачає створення численних сценаріїв, заснованих на варіації вхідних параметрів, що дає змогу визначити довірчі інтервали та оцінити ймовірність перевищення критичних рівнів забруднення.

Для узгодження результатів моделювання з іншими джерелами даних застосовується кореляційний аналіз, що дає змогу порівняти прогнози із супутниковими знімками та польовими вимірюваннями. Це дозволяє виявити системні відхилення та забезпечити підвищену узгодженість отриманих результатів.

Окрім того, важливу роль відіграє чутливісний аналіз, який дозволяє оцінити, як зміна вхідних параметрів впливає на кінцеві результати. Цей підхід дає змогу визначити ключові фактори, що найбільше впливають на прогнози, та підвищити точність моделювання шляхом відповідного коригування алгоритмів.

Валідація є критично важливим етапом дослідження, оскільки від її якості залежить достовірність прогнозів та можливість їх застосування для моніторингу й відновлення територій, що зазнали негативного впливу. Поєднання емпіричних даних, статистичних методів та ймовірнісного аналізу дозволяє суттєво підвищити надійність оцінок і забезпечує науково обґрунтовану основу для оцінки та управління екологічними ризиками.

5. Екологічна оцінка. Екологічна оцінка є завершальним етапом дослідження, що спрямований на кількісне визначення рівня забруднення природних компонентів та оцінку ступеня екологічної небезпеки. Цей процес базується на застосуванні індексних методів та багатофакторного аналізу, що дозволяють інтегрувати результати моделювання та отримати об’єктивне уявлення про стан довкілля.

Одним із ключових підходів є використання стандартизованих екологічних індексів, які забезпечують можливість порівняння територій між собою та визначення зон із підвищеним рівнем забруднення. Для оцінки якості водних ресурсів застосовується індекс якості води (Water Quality Index, WQI), що дозволяє класифікувати ступінь забруднення на основі концентрацій основних хімічних елементів та порівнювати отримані результати із нормативними показниками. Аналогічно, для визначення рівня забруднення ґрунтів використовується індекс забруднення ґрунтів (Soil Pollution Index, SPI), що допомагає ідентифікувати ділянки з небезпечним накопиченням токсичних

елементів, зокрема важких металів, та оцінити ризики для агроекосистем. Для аналізу якості атмосферного повітря застосовується індекс якості повітря (Air Quality Index, AQI), який дозволяє визначити рівень забруднення та його потенційний вплив на здоров'я населення [30-34].

Хоча екологічні індекси є ефективним інструментом оцінки, вони не завжди повною мірою відображають реальну картину екологічного стану, оскільки враховують лише обмежений набір параметрів. Тому для отримання комплекснішої оцінки використовується багатофакторний підхід, що поєднує різні показники та враховує сукупний вплив забруднювачів на природні компоненти. Багатофакторний аналіз дозволяє інтегрувати концентрації різних хімічних елементів, визначати пріоритетні фактори впливу та виявляти території з максимальним антропогенним навантаженням.

Важливу роль у цьому процесі відіграє просторовий аналіз за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). Він дозволяє не лише оцінити поточний стан довкілля, а й інтегрувати дані екологічних індексів у вигляді картографічних шарів, що забезпечує наочне відображення територіальних закономірностей поширення забруднень. Накладання просторових даних дає змогу виявити зони з критичним рівнем забруднення та оцінити їхній вплив на навколишнє середовище.

Таким чином, екологічна оцінка, що базується на індексних методах, багатофакторному аналізі та просторовому моделюванні, забезпечує всебічне розуміння рівня деградації довкілля. Отримані результати можуть використовуватися для оцінки ризиків, планування заходів із відновлення постраждалих територій та розробки ефективних стратегій екологічного моніторингу з урахуванням регіональних особливостей.

Висновки. У межах дослідження обґрунтовано комплексний підхід до оцінки впливу антропогенних факторів, включаючи воєнні дії, на природне середовище. Запропонована методологія базується на поетапному аналізі, що охоплює формулювання дослідницької задачі, збір та обробку даних, вибір аналітичних моделей, просторову інтерпретацію, валідацію результатів і комплексну екологічну оцінку. Застосування геоінформаційних технологій, статистичних підходів і алгоритмів машинного навчання забезпечує високу точність та гнучкість аналізу, навіть за умов обмеженої або фрагментованої інформації.

Особливу увагу приділено подоланню проблем, пов'язаних із якістю вхідних даних, неоднорідністю джерел, відсутністю координатної прив'язки та обмеженим доступом до територій дослідження. На кожному з етапів запропоновано конкретні рішення — від використання методів прогнозування

пропущених значень до побудови просторових моделей розподілу забруднювачів та розрахунку інтегральних екологічних індексів.

Сформована методологічна схема демонструє універсальність і придатність до застосування для різних типів природних компонентів – водних об'єктів, ґрунтів і повітряного середовища – і може бути адаптована до різних масштабів моніторингу. Загальна логіка, етапи та взаємозв'язки методології узагальнені на рис. 3, що ілюструє структурну послідовність процесу екологічної оцінки та формування висновків щодо стану довкілля. Кольорове групування блоків на схемі відображає три узагальнені логічні етапи дослідження: підготовчий (синій), аналітичний (зелений) та прикладний (помаранчевий), що сприяє візуалізації структурної послідовності процесу оцінки.

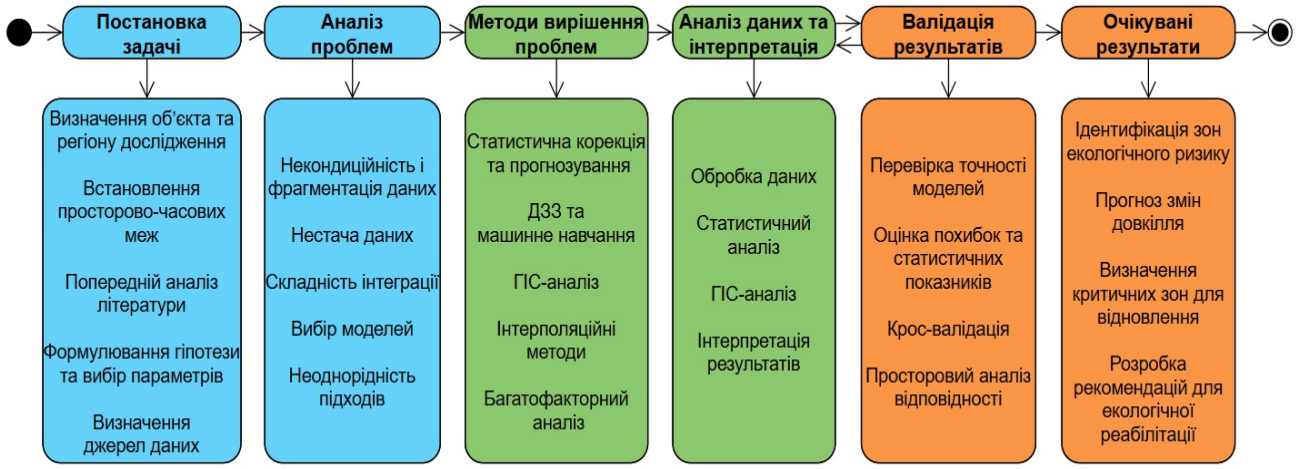


Рис. 3. Методологічний підхід до оцінки екологічних наслідків антропогенного впливу на довкілля

Отримані результати можуть бути використані для планування заходів із відновлення екосистем, управління екологічними ризиками та розробки довгострокових стратегій моніторингу територій, що зазнали впливу техногенних або воєнних чинників. Запропонований підхід має потенціал до масштабування та адаптації, що робить його перспективним для впровадження в систему інтегрованого екологічного управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васенко О.Г., Карлюк А.А., Черба О.В. Сучасний стан системи моніторингу довкілля в Україні // Екологічні науки. – 2023. – № 6 (51). – С. 73–77.
2. Рибалова О.В., Коваленко О.В. Напрями застосування системного підходу в екологічному моніторингу під час бойових дій // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Безпека. – 2023. – № 3 (63). – С. 45–56.
3. Ємець М.А. Сучасні системи екологічного моніторингу та ефективність їх функціонування // Екологія і природокористування. – 2008. – Вип. 11. – С. 159–169.

4. Клипа А.В. Вплив військових дій на природні екосистеми: наслідки, реабілітація та інтегрований підхід // Просторовий розвиток. – 2024. – № 10. – С. 471–481.
Війна у Косово: екологічні аспекти й наслідки для довкілля. Звіт Комітету з питань екології, регіонального планування та місцевого самоврядування. – 2023. – 32 с. – URL: https://rm.coe.int/the-environmental-consequences-of-the-kosovo-conflict/16807188c5.
5. Луценко А.О. Екологічна криза в Україні: Масштаби економічних збитків, вплив воєнних дій на довкілля та шляхи відновлення // Вісник Харківського національного педагогічного університету. 2024. Вип. 11. С. 22–30.
6. Кратко О.В., Головатюк Л.М., Бондаренко Т.Є. Екологічні наслідки воєнних дій в Україні // Екологічний журнал. 2023. № 2. С. 39–45.
7. Bondar O., Gandziura V., Matviienko M. The impact of military actions and its consequences on the environment of Ukraine // Ecological Sciences. 2024. Vol. 1. P. 7–15.
8. Stelmakh V., Melniichuk M., Melnyk O., Tokarchuk I. Hydro-ecological state of Ukrainian water bodies under the influence of military actions // Rocznik Ochrona Środowiska. 2023. Vol. 25. P. 174–187.
9. Міщук О.С. Нейроподібні методи та засоби прогнозування параметрів забруднення атмосферного повітря: дис. канд. техн. наук: 05.13.23 / Національний університет "Львівська політехніка". – Львів, 2021. – 200 с. – URL: https://uacademic.info/ua/document/0421U101008.
10. PM2.5 Prediction Based on Random Forest, XGBoost, and Deep Learning Using Multisource Remote Sensing Data // Atmosphere. – 2019. – Vol. 10(7). – Art. 373. DOI: 10.3390/atmos10070373
11. How to out-perform default random forest regression: choosing hyperparameters for applications in large-sample hydrology // arXiv preprint. – 2023. – arXiv:2305.07136. URL: https://arxiv.org/abs/2305.07136
12. Royston, P., & White, I. R. (2011). Multiple Imputation by Chained Equations (MICE): Implementation in Stata. Journal of Statistical Software, 45(4), 1–20.
13. Жуков М.М., Клипа А.В. Метод відновлення бази даних вмісту мікроелементів у природних водах // Науковий вісник НГУ. – 2014. – № 6. – С. 126–131.
14. Жуков М.М., Клипа А.В. Відновлення кондиційності баз даних для корекції моделей розподілів вмістів мікроелементів у природних водах // Геоінформатика. – 2014. – № 4 (52). – С. 54–60.
15. Жуков М.Н. Математична статистика та обробка геологічних даних: підруч. для студ. геол. ф-тів вищ. навч. закл. / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. – Київ: Київський ун-т, 2008. – 487 с. – ISBN 966-439-008-9.
16. Жуков М.Н. Статистичний аналіз геологічних даних. – К.: Київськ. ун-т, 1995. – 551 с.
17. Жуков М.Н. Імовірнісна оцінка забруднення природного середовища на основі моделювання розподілів вмісту хімічних елементів (на прикладі поверхневих вод Полтавської області) / М. Н. Жуков [та ін.] // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2012. – № 58. – С. 52–57.
18. Жуков М.Н., Стахів І.Р., Клипа А.В. Моделювання розподілів вмісту забруднюючих речовин в атмосфері мегаполісів (на прикладі м. Києва) // Геоінформатика. – 2013. – № 2(46). – С. 61–69.
19. Жуков М.Н., Клипа А.В., Стахів І.Р. Оцінка ефективності моделей розподілу вмісту важких металів у поверхневих водах (на прикладі Полтавської області) // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2012. – № 58. – С. 51–54.
20. Клипа А.В. Оцінка навантаження поверхневих вод важкими металами (на прикладі Полтавської області) на основі моделей композиційного розподілу їх вмісту // Тези доповідей Всеукраїнської конференції-школи «Сучасні проблеми геологічних наук», 15–19 квітня 2013 р. – Київ, 2013. – С. 12–15.
21. Liu J., Wu X., Zhang Y. Assessment of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Methods for Estimating Soil Heavy Metal Concentrations in E-Waste Recycling Area //

Environmental Health Perspectives. – 2015. – Vol. 123, No. 7. – P. 721–728. – URL: https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.5696/2156-9614-10.26.200605.

22. Singh S.K., Gupta A.K. Air Quality Index Prediction Using IDW Geostatistical Technique and Spatiotemporal Variations Analysis // Geocarto International. – 2019. – Vol. 34, No. 8. – P. 878–891. – URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19475705.2019.1683084.

23. Liao M. H., Chen C. H. Geostatistical Analysis Methods for Estimation of Environmental Pollution: A Review // Journal of Chemistry. – 2018. – Article ID 7424818. – URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2018/7424818.

24. Шипулін В.Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 313 с. – ISBN 978-966-695-144-4.

25. Павленко Л.А. Геоінформаційні системи: навчальний посібник. – Харків: ХНЕУ, 2013. – 260 с.

26. Євдокімов А.А., Манакова Н.О., Сенчук Т.С. Інфраструктура просторових даних: навч. посібник. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2023. – 159 с.

27. Fatima S., Hussain A., Amir S. B., Ahmed S. H., Aslam S. M. H. XGBoost and Random Forest Algorithms: An In-Depth Analysis // Pakistan Journal of Scientific Research. – 2023. – Vol. 3, No. 1. – P. 26–31. DOI: 10.57041/pjosr.v3i1.946.

28. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навч. посібн.. – Запоріжжя: КПУ, 2011. – 354 с.

29. Шестопалов О.В., Сакун А.О., Лізантан П.С., Кануннікова Н.О., Гайдуцек О.Г., Томашевський Р. С., Воробйов Б. В. Аналіз показників якості води: сучасні аспекти і виклики // Екологічні науки. – 2024. – № 3(54). – С. 76–82.

30. Бойчук Б.Я., Кузик А.Д., Сиса Л.В. Екологічна оцінка якості води у верхній течії річки Прут // Техногенна та екологічна безпека. Вісник ЛДУБЖД. – 2019. – № 19. – С. 108–114. DOI: 10.32447/20784643.19.2019.12.

31. Романенко В.Д., Жулинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними критеріями: затв. наказом Мінекобезпеки України від 31.01.98 р. № 44. – К.: Символ-Т, 1998. – 48 с.

32. Гололобова О.О. Оцінка поліелементного забруднення ґрунтів територій різного рівня антропогенного навантаження // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2011. – № 1-2. – С. 118–124.

33. Яковишина Т.Ф. Індекс антропогенного навантаження на ґрунт урбоекосистем внаслідок забруднення важкими металами // Геоекологічні дослідження. – 2023. – Т. 15. – № 1. – С. 224–229.

34. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Н.Ю. Лазаренко, Д.О. Кінь. – К.: КНУБА, 2023. – 302 с. – ISBN 978-966-627-248-8.

PhD **Andrii Klypa**,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
PhD **Iryna Stakhiv**,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF GIS-BASED ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACTS ON NATURAL ENVIRONMENTAL COMPONENTS: CHALLENGES AND SOLUTIONS

The article presents the methodological foundations of GIS-based assessment of anthropogenic impacts on natural environmental components. A comprehensive

approach is proposed that integrates geographic information systems (GIS), statistical methods, machine learning, and mathematical modeling. The study outlines key challenges related to the collection, processing, and interpretation of environmental data and offers practical solutions to address them. Particular attention is given to spatial analysis techniques for detecting pollution patterns, model validation strategies, and ecological risk assessment. The research also examines the use of environmental indices and multifactor analysis to assess the state and dynamics of soil, water, and air quality under anthropogenic pressure. The developed methodological framework enables spatial identification of environmentally vulnerable areas and quantitative analysis of changes over time. The results demonstrate the potential of this approach for environmental monitoring, planning of ecosystem restoration, and the development of an integrated methodology for assessing and forecasting the environmental consequences of anthropogenic activities. The proposed method can be adapted to various spatial scales and types of environmental stressors, providing decision-makers with effective tools for sustainable environmental management.

Keywords: GIS analysis; environmental monitoring; anthropogenic pressure; statistical modeling; machine learning; spatial analysis; ecological risks; pollution indices; geoinformation technologies.

REFERENCES

1. Vasenko, O.H., Karliuk, A.A., & Cherba, O.V. (2023). Suchasnyi stan systemy monitorinhu dovkillia v Ukraini. Ekologichni nauky, (6)51, 73–77. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.6-51.11 {in Ukrainian}.

2. Rybalova, O.V. & Kovalenko, O.V. (2023). Napriamy zastosuvannia systemnoho pidkhodu v ekolohichnomu monitorynhu pid chas boiovykh dii. Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Seriia: Bezpeka, (3)63, 45–56. https://security.bulletin.knu.ua/article/view/3182 {in Ukrainian}.

3. Yemets, M.A. (2008). Suchasni systemy ekolohichnoho monitorynhu ta efektyvnist yikh funktsionuvannia. Ekolohiia i pryrodokorystuvannia, 11, 159–169. {in Ukrainian}.

4. Klypa, A.V. (2024). Vplyv viiskovykh dii na pryrodni ekosystemy: naslidky, reabilitatsiia ta intehrovanyi pidkhid. Prostorovyi rozvytok, (10), 471–481. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.471-481 {in Ukrainian}.

5. Komitet z pytan ekolohii, rehionalnoho planuvannia ta mistsevoho samovriaduvannia (2023). Viina u Kosovo: ekolohichni aspekty y naslidky dlia dovkillia. Zvit. 32 p. https://rm.coe.int/the-environmental-consequences-of-the-kosovo-conflict/16807188c5 {in Ukrainian}.

6. Lutsenko, A.O. (2024). Ekolohichna kryza v Ukraini: masshtaby ekonomichnykh zbytkiv, vplyv voiennykh dii na dovkillia ta shliakhy vidnovlennia. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu, (11), 22–30. {in Ukrainian}.

7. Kratko, O.V., Holovatiuk, L.M. & Bondarenko, T.Ye. (2023). Ekolohichni naslidky voiennykh dii v Ukraini. Ekologichnyi zhurnal, (2), 39–45. {in Ukrainian}.

8. Bondar, O., Gandziura, V. & Matviienko, M. (2024). The impact of military actions and its consequences on the environment of Ukraine. Ecological Sciences, 1, 7–15. {in English}.

9. Stelmakh, V., Melniichuk, M., Melnyk, O. & Tokarchuk, I. (2023). Hydro-ecological state of Ukrainian water bodies under the influence of military actions. Rocznik Ochrona Środowiska, 25, 174–187. {in English}.

10. Mishchuk, O.S. (2021). Neiropodibni metody ta zasoby prohnozuvannia parametriv zabrudnennia atmosfernoho povitria: dysertatsiia kand. tekhn. nauk: 05.13.23. Natsionalnyi universytet “Lvivska politekhnika”. 200 p. https://uacademic.info/ua/document/0421U101008 {in Ukrainian}.

11. PM2.5 Prediction Based on Random Forest, XGBoost, and Deep Learning Using Multisource Remote Sensing Data. (2019). Atmosphere, 10(7), 373. https://doi.org/10.3390/atmos10070373 {in English}.

12. How to out-perform default random forest regression: choosing hyperparameters for applications in large-sample hydrology. (2023). arXiv preprint, arXiv:2305.07136. https://arxiv.org/abs/2305.07136 {in English}.

13. Royston, P. & White, I.R. (2011). Multiple Imputation by Chained Equations (MICE): Implementation in Stata. Journal of Statistical Software, 45(4), 1–20. {in English}.

14. Zhukov, M.M. & Klypa, A.V. (2014). Metod vidnovlennia bazy danykh vmistu mikroelementiv u pryrodnykh vodakh. Naukovyi visnyk NGU, (6), 126–131. {in Ukrainian}.

15. Zhukov, M.M. & Klypa, A.V. (2014). Vidnovlennia kondyitsiinosti baz danykh dlia korektsii modelei rozpodiliv vmistiv mikroelementiv u pryrodnykh vodakh. Heoinformatyka, 4(52), 54–60. {in Ukrainian}.

16. Zhukov, M.M. (2008). Matematychna statystyka ta obrobka heolohichnykh danykh: pidruchnyk dlia studentiv heolohichnykh fakultetiv VNZ. Kyiv: Kyivskyi natsionalnyi universytet. 487 p. ISBN 966-439-008-9 {in Ukrainian}.

17. Zhukov, M.M. (1995). Statystychnyi analiz heolohichnykh danykh. Kyiv: Kyivskyi universytet. 551 p. {in Ukrainian}.

18. Zhukov, M.M., Stakhiv, I.R. & Klypa, A.V. (2012). Imovirnisna otsinka zabrudnennia pryrodnoho seredovyshcha na osnovi modeliuvannia rozpodiliv vmistu

khimichnykh elementiv (na prykladi poverkhnevykh vod Poltavskoi oblasti). Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia, (58), 52–57. {in Ukrainian}.

19. Zhukov, M.M., Stakhiv, I.R. & Klypa, A.V. (2013). Modeliuvannia rozpodiliv vmistu zabrudniuiuchykh rechovyn v atmosferi mehapolisiv (na prykladi m. Kyieva). Heoinformatyka, 2(46), 61–69. {in Ukrainian}.

20. Zhukov, M.M., Klypa, A.V. & Stakhiv, I.R. (2012). Otsinka efektyvnosti modelei rozpodilu vmistu vazhkykh metaliv u poverkhnevykh vodakh (na prykladi Poltavskoi oblasti). Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia, (58), 51–54. {in Ukrainian}.

21. Klypa, A.V. (2013). Otsinka navantazhennia poverkhnevykh vod vazhkymy metalamy (na prykladi Poltavskoi oblasti) na osnovi modelei kompozytsiinoho rozpodilu yikh vmistu. In: Tezy dopovidei Vseukrainskoi konferentsii-shkoly "Suchasni problemy heolohichnykh nauk", 15–19 kvitnia 2013 r., Kyiv, pp. 12–15. {in Ukrainian}.

22. Liu, J., Wu, X. & Zhang, Y. (2015). Assessment of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Methods for Estimating Soil Heavy Metal Concentrations in E-Waste Recycling Area. Environmental Health Perspectives, 123(7), 721–728. https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.5696/2156-9614-10.26.200605 {in English}.

23. Singh, S.K. & Gupta, A.K. (2019). Air Quality Index Prediction Using IDW Geostatistical Technique and Spatiotemporal Variations Analysis. Geocarto International, 34(8), 878–891. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19475705.2019.1683084 {in English}.

24. Liao, M.H. & Chen, C.H. (2018). Geostatistical Analysis Methods for Estimation of Environmental Pollution: A Review. Journal of Chemistry, Article ID 7424818. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2018/7424818 {in English}.

25. Shypulin, V.D. (2010). Osnovni pryntsypy heoinformatsiinykh system: navchalnyi posibnyk. Kharkiv: KHNAMH. 313 p. ISBN 978-966-695-144-4 {in Ukrainian}.

26. Pavlenko, L.A. (2013). Heoinformatsiini systemy: navchalnyi posibnyk. Kharkiv: KhNEU. 260 p. {in Ukrainian}.

27. Yevdokymov, A.A., Manakova, N.O. & Senchuk, T.S. (2023). Infrastruktura prostorovykh danykh: navchalnyi posibnyk. Kharkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova. 159 p. {in Ukrainian}.

28. Fatima, S., Hussain, A., Amir, S.B., Ahmed, S.H. & Aslam, S.M.H. (2023). XGBoost and Random Forest Algorithms: An In-Depth Analysis. Pakistan Journal of Scientific Research, 3(1), 26–31. https://doi.org/10.57041/pjosr.v3i1.946 {in English}.

29. Bakhrushyn, V.Ye. (2011). Metody analizu danykh: navchalnyi posibnyk. Zaporizhzhia: KPU. 354 p. {in Ukrainian}.

30. Shestopalov, O.V., Sakun, A.O., Lyzantan, P.S., Kanunnikova, N.O., Haidutsekh, O.H., Tomashevskyi, R.S. & Vorobiov, B.V. (2024). Analiz pokaznykiv yakosti vody: suchasni aspekty i vyklyky. Ekologichni nauky, 3(54), 76–82. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.3-54.10 {in Ukrainian}.

31. Boichuk, B.Ya., Kuzyk, A.D. & Sysa, L.V. (2019). Ekolohichna otsinka yakosti vody u verkhnii techii richky Prut. Teknohennia ta ekolohichna bezpeka. Visnyk LDUBZhD, (19), 108–114. https://doi.org/10.32447/20784643.19.2019.12 {in Ukrainian}.

32. Romanko, V.D., Zhulynskyi, V.M., Oksiiuk, O.P. et al. (1998). Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevykh vod za vidpovidnymy kryteriiamy: zatv. nakazom Minekobezpeky Ukrainy vid 31.01.98 r. № 44. Kyiv: Symbol-T. 48 p. {in Ukrainian}.

33. Hololobova, O.O. (2011). Otsinka polielementnoho zabrudnennia ґruntiv terytorii riznoho rivnia antropohennoho navantazhennia. Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii, (1–2), 118–124. {in Ukrainian}.

34. Yakovyshyna, T.F. (2023). Indeks antropohennoho navantazhennia na ґrunt urboekosystem vnaslidok zabrudnennia vazhkymy metalamy. Heoekolohichni doslidzhennia, 15(1), 224–229. {in Ukrainian}.

35. Karpinskyi, Yu.O., Liashchenko, A.A., Lazarenko, N.Yu. & Kin, D.O. (2023). Osnovy stvorennia interoperabelnykh heoprostorovykh danykh. Kyiv: KNUBA. 302 p. ISBN 978-966-627-248-8 {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.543-559
УДК 528.94:004.6:614.2(477)

Коваленко М.А.,
kovalenko_mar-2024@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0005-1096-2910,
Київський національний університет будівництва та архітектури

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ BIG DATA ТА ГІС У СИСТЕМІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

Здійснено аналіз сучасних технологічних рішень Big Data та геоінформаційних систем (ГІС) у системі охорони здоров'я України, з акцентом на їх інтеграцію із соціальними мережами для збору, обробки та аналізу медичних даних. Розглянуто міжнародний досвід застосування цих технологій, зокрема під час пандемії COVID-19, а також використання методів штучного інтелекту для обробки великих обсягів медичної інформації. Проведено SWOT-аналіз впровадження Big Data та ГІС у вітчизняній медичній сфері. Визначено ключові виклики, серед яких – законодавчі обмеження, питання кібербезпеки та нестача фінансування. Запропоновано перспективні напрями розвитку, зокрема удосконалення механізмів інтеграції даних, підвищення рівня захисту інформації та впровадження інструментів прогнозного аналізу для прийняття рішень у сфері громадського здоров'я.

Ключові слова: Big Data; ГІС; охорона здоров'я; соціальні мережі; аналіз даних; машинне навчання.

Постановка проблеми. У сучасних умовах цифрової трансформації медичної галузі спостерігається стрімке зростання обсягів медичних даних, що надходять з різних джерел: електронних медичних записів, результатів діагностики, носимих пристроїв і соціальних мереж. Проте саме накопичення інформації ще не гарантує покращення якості медичних послуг. Основна проблема полягає у недостатній інтеграції, обмежених можливостях аналізу та неефективному використанні цих даних для прийняття управлінських рішень у сфері громадського здоров'я.

Як зазначають Квітка С. та Миргородська М., «цифрова трансформація системи охорони здоров'я створила можливості для виникнення і бурхливого розвитку цифрової медицини, цифрових методів лікування і профілактики хвороб» [1]. При цьому важливим аспектом є не лише впровадження новітніх технологій, але й забезпечення ефективної взаємодії між лікарем та пацієнтом та формування якостей «цифрового пацієнта».

Технології Big Data та ГІС відкривають нові горизонти для аналізу медичних даних, що сприяє точнішому прогнозуванню поширення захворювань, ефективнішому використанню ресурсів та обґрунтованому управлінню в охороні здоров'я. Їх використання дозволяє залучати методи штучного інтелекту та машинного навчання для глибокого аналізу епідеміологічних процесів і виявлення ризиків для здоров'я населення на ранніх етапах.

Одним із перспективних напрямів є поєднання Big Data та ГІС із соціальними мережами, що дозволяє відстежувати громадське здоров'я на основі аналізу поведінкових моделей, суспільних настроїв та потенційних епідемічних загроз. Використання таких інструментів забезпечує оперативність реагування на спалахи захворювань, сприяє оптимальному плануванню медичних послуг та розподілу ресурсів.

У 2023 році зросла кількість запитів на аналітику великих даних з боку медичної сфери [9]. Серед популярних інструментів в Україні — геоаналітика та теплові карти, які дозволяють визначати найбільш відвідувані місця, корисні для розміщення медичних установ, аптек чи мобільних пунктів допомоги. Водночас упровадження цих технологій супроводжується низкою викликів, таких як обмежене фінансування, законодавчі бар'єри, питання кібербезпеки та дефіцит кваліфікованих фахівців [11].

Таким чином, дослідження можливостей інтеграції Big Data та ГІС у сферу охорони здоров'я України є вкрай актуальним. Ефективне використання цих технологій має потенціал покращити якість медичних послуг, підвищити рівень прогнозування захворюваності та забезпечити стійкість системи охорони здоров'я в умовах криз.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання застосування технологій Big Data та геоінформаційних систем (ГІС) у сфері охорони здоров'я активно розглядається в сучасних дослідженнях у контексті цифрової трансформації медичної галузі. У роботі [10] наголошується на необхідності впровадження аналітики великих даних для розвитку персоналізованої медицини, розробки нових лікарських засобів та оптимізації процесів лікування, що може знизити витрати й підвищити ефективність медичної допомоги.

Дослідники [12] підкреслюють важливість використання аналітичних технологій в умовах цифрової економіки, особливо в контексті аналізу даних у реальному часі та інтеграції різнорідних джерел для підтримки управлінських рішень у медичній сфері. Особливу увагу приділено захисту медичних даних, що є критичним у межах цифрової трансформації охорони здоров'я [11].

У дослідженні [15] проаналізовано практичні аспекти використання Big Data та ГІС у боротьбі з пандемією COVID-19. Автори виокремили десять ключових викликів, серед яких – необхідність швидкої побудови інформаційних систем, інтеграції даних із різних джерел та реалізації динамічного картографування для ефективного контролю епідемій.

У роботі [7] зроблено акцент на комплексному підході до аналізу просторових даних із залученням інструментів data science, машинного навчання та штучного інтелекту, які дозволяють виявляти закономірності, не охоплювані традиційними методами аналізу. Це узгоджується з метою даного дослідження, яка передбачає глибоку аналітику й прогнозування епідеміологічних процесів.

Інше дослідження [6] систематизує роль соціальних медіа як джерела медичної інформації. На основі аналізу 86 наукових публікацій виділено три типи даних із соціальних мереж, які мають значення для охорони здоров'я: контекстуальні повідомлення, дані про переміщення населення та соціальні зв'язки.

У публікації [13] наголошується на перевагах ГІС у виявленні кластерів захворюваності, прогнозуванні епідеміологічної ситуації та інтеграції різнорідних джерел даних. Це підтверджує потенціал просторового аналізу як важливої складової сучасного медичного моніторингу.

Досвід практичного впровадження інтегрованих технологій демонструє дослідження [5], у якому представлено систему Geo-Insurance. Вона поєднує геопросторові дані та специфічну інформацію про страхові послуги через веб-інтерфейс, що може бути застосовано і в медичній сфері для оптимізації сервісів.

Узагальнення наукової літератури засвідчує поступовий перехід від теоретичних розробок до практичного впровадження інтегрованих рішень. Спостерігається зростання ролі штучного інтелекту, розширення спектру джерел даних та підвищення уваги до питань безпеки й конфіденційності — що повністю узгоджується із поставленими у дослідженні цілями.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є аналіз можливостей інтеграції технологій Big Data та ГІС із соціальними мережами в системі охорони здоров'я України для підвищення ефективності збору, обробки та візуалізації медичних даних на основі міжнародного досвіду, а також визначення перспектив їх впровадження в національний контекст.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах розвитку систем охорони здоров'я інтеграція геоінформаційних систем (ГІС) із технологіями Big Data відкриває принципово нові можливості для відстеження та аналізу поширення захворювань серед населення. Еволюція медичних інформаційних

систем — від перших карт хвороб до сучасних цифрових рішень — демонструє зростаючу роль цих технологій у розумінні та вирішенні проблем охорони здоров’я в глобальному масштабі.

Медичні дані сьогодення мають три ключові характеристики, що відповідають парадигмі "трьох V" Big Data: об’єм (volume) — величезні масиви даних, що генеруються щодня різними медичними й немедичними пристроями; різноманітність (variety) — різні типи даних, від структурованих електронних медичних записів до неструктурованих діагностичних зображень; швидкість (velocity) — надзвичайно швидке накопичення інформації, яка потребує оперативної обробки.

Таблиця 1.

Можливості інтеграції технологій Big Data та ГІС в системі охорони здоров'я

Напрямок застосування	**Опис можливостей**
Епідеміологічний моніторинг	Відстеження географічного поширення захворювань у режимі реального часу та проведення епідеміологічного моніторингу на різних територіальних рівнях
Оптимізація медичної інфраструктури	Оптимізація розміщення медичних закладів та розподіл ресурсів з урахуванням просторових факторів
Факторний аналіз захворюваності	Виявлення взаємозв'язків між захворюваністю та екологічними, соціально-економічними факторами
Аналіз доступності медичних послуг	Аналіз доступності медичних послуг для людей з обмеженими можливостями
Прогностичний аналіз	Прогнозування потреб у спеціалізованій інфраструктурі та медичних послугах
Інклюзивність медичної інфраструктури	Покращення навігації для осіб з інвалідністю в медичних закладах та адаптація міського середовища для забезпечення рівного доступу до охорони здоров'я

Джерело: розроблено автором на основі аналізу джерел [3], [5], [13]

До найбільш перспективних напрямів застосування інтегрованих технологій Big Data та ГІС в охороні здоров’я належать: епідеміологічний моніторинг, оптимізація медичної інфраструктури, аналіз факторів захворюваності, покращення доступності медичних послуг, прогностичний аналіз і розвиток інклюзивності медичної системи. Упровадження таких рішень потребує системного підходу з урахуванням досягнень і викликів, що спостерігаються у світовій практиці [3; 5; 13].

ГІС, як аналітичний інструмент, дозволяє вивчати взаємозв'язки між здоров'ям населення та факторами довкілля. Це особливо цінно при вивченні

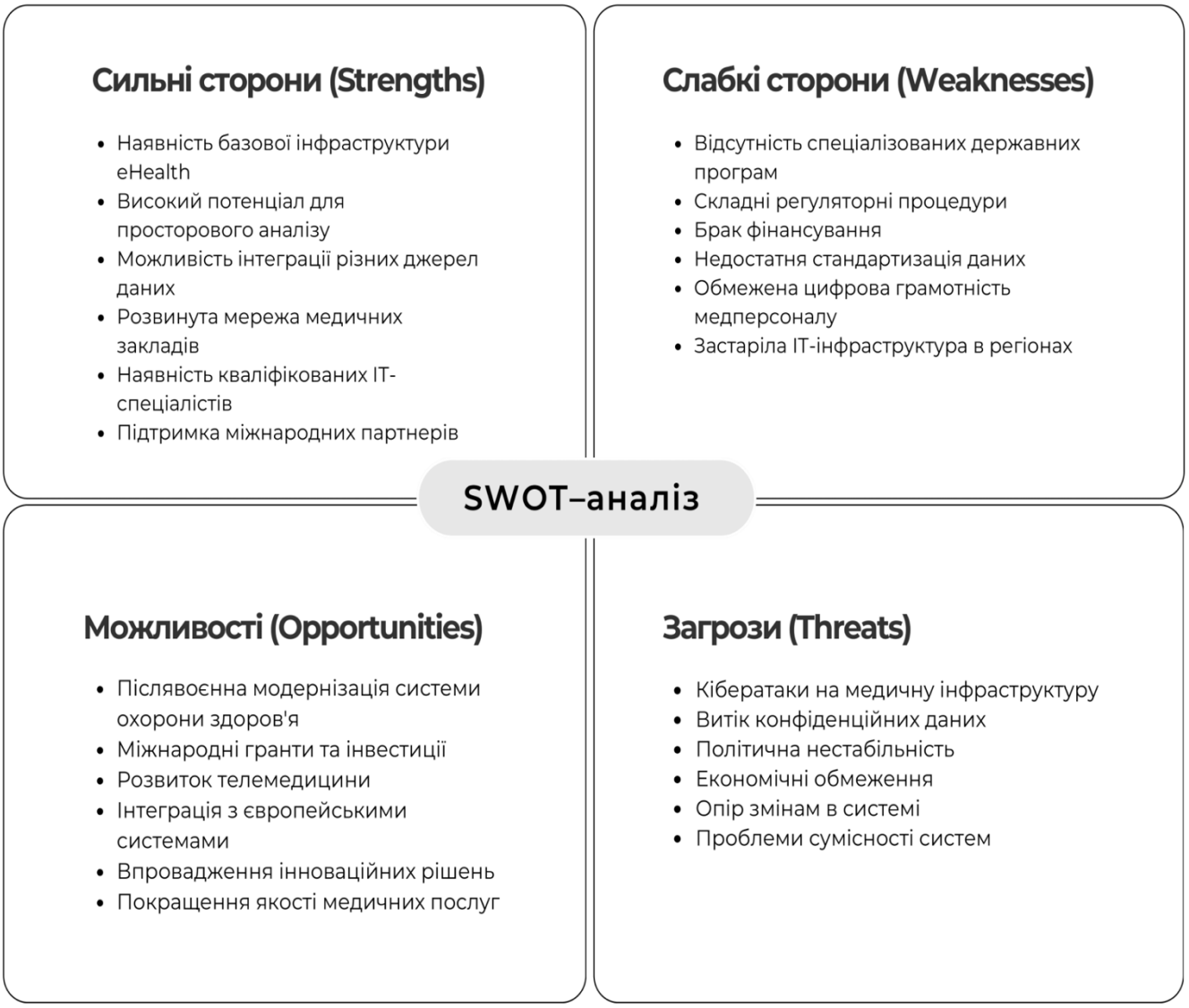
регіональних демографічних і соціально-економічних відмінностей. На основі проведеного аналізу систематизовано ключові можливості інтеграції технологій Big Data та ГІС (табл. 1), роль штучного інтелекту в їх розвитку (табл. 2), а також практичний досвід впровадження під час пандемії COVID-19 (табл. 3).

Як зазначають Срівастава Н. та Саксена Н., «геопросторовий аналіз та моделювання для екологічних додатків значно виграють від переваг, що пропонуються методами штучного інтелекту, особливо машинного та глибинного навчання, включаючи їх здатність обробляти значні обсяги географічних та часових даних з різних джерел» [16]. Це особливо актуально для аналізу поширення захворювань серед населення, де інтеграція методів штучного інтелекту з ГІС дає можливість ефективніше прогнозувати епідеміологічні ситуації.

Для комплексної оцінки перспектив та потенційних викликів інтеграції технологій Big Data та ГІС у системі охорони здоров'я України проведено SWOT-аналіз (рис. 1), який демонструє ключові сильні та слабкі сторони цих рішень, а також можливості та загрози, пов'язані з їх впровадженням у вітчизняному контексті.

Як видно з проведеного SWOT-аналізу (рис. 1), впровадження інтегрованих технологій має значний потенціал для вдосконалення вітчизняної системи охорони здоров'я, проте потребує системного підходу до подолання наявних обмежень. Медичні заклади можуть використовувати такі системи для аналізу електронних медичних записів, підвищення доступності медичних послуг, виявлення просторових закономірностей захворюваності. Ці рішення формують міст між біомедичними й соціальними науками, сприяючи картографуванню вразливих груп населення, чинників ризику та наслідків для здоров'я.

Інтеграція Big Data, ГІС і соціальних мереж створює потужну базу для вивчення громадського здоров'я. Як зазначають дослідники [14], соціальні медіа відкривають безпрецедентні можливості завдяки даним у реальному часі, географічному охопленню та багатоваріантності контенту. Однак при роботі з такими даними важливо враховувати достовірність інформації, захист приватності та культурні особливості контенту, що потребує розробки спеціалізованих аналітичних методів [7].



Джерело: розроблено на основі матеріалів [11, 12, 15, 6]

Рис. 1. SWOT-аналіз впровадження технологій Big Data та ГІС в системі охорони здоров'я України

Згідно з дослідженням [15], під час пандемії COVID-19 саме інтеграція Big Data, ГІС і соціальних мереж дозволила створити ефективні системи раннього реагування, здійснювати динамічне картографування та просторове відстеження контактів, що сприяло контролю поширення вірусу та оптимізації ресурсів у критичних зонах. Як зазначено в табл. 5, національний контекст упровадження таких систем має як переваги, так і обмеження, що потребує комплексного підходу. Технології штучного інтелекту та машинного навчання (табл. 2) виступають ключовим елементом, що забезпечує об'єднання геопросторових і медичних даних.

Таблиця 2.

Роль штучного інтелекту та машинного навчання в інтеграції ГІС та Big Data

Напрямок застосування	**Функціональні можливості**
Автоматизація обробки даних	Автоматизація обробки великих масивів просторових даних
Підвищення ефективності аналізу	Підвищення точності та швидкості аналізу медичної інформації
Виявлення прихованих закономірностей	Виявлення прихованих патернів та аномалій в поширенні захворювань
Предиктивна аналітика	Створення предиктивних моделей розвитку епідеміологічної ситуації
Персоналізована медицина	Персоналізація підходу до лікування та прогнозування ризиків захворювань
Логістична оптимізація	Оптимізація маршрутів швидкої допомоги з урахуванням завантаженості лікарень
Системи підтримки прийняття рішень	Розробка інтелектуальних систем підтримки прийняття медичних рішень
Реабілітаційна аналітика	Покращення аналізу реабілітаційних процесів та прогнозування відновлення пацієнтів

Джерело: узагальнено за результатами аналізу дослідження [16]

Дані соціальних мереж можуть виступати раннім індикатором спалахів захворювань і відображати суспільне сприйняття проблем охорони здоров’я. Зокрема, аналіз повідомлень у Twitter дозволяє виявити симптоматику ще до офіційної фіксації випадків. Як зазначено в [10], поєднання Big Data з ГІС відкриває нові підходи до діагностики й лікування. Зведені приклади — у табл. 4.

У роботі [11] звертається увага на кібербезпеку як на критичний виклик при впровадженні цифрових рішень. Згідно з наведеними даними, після початку повномасштабного вторгнення кількість кібератак на медичні установи в Україні зросла на 50 %, що створює серйозні загрози для чутливих персональних медичних даних і потребує надійних механізмів захисту.

Таблиця 3.

Застосування та виклики впровадження інтегрованих рішень Big Data та ГІС

Аспект	**Досвід використання під час COVID-19**	**Виклики впровадження**
Інформаційні системи	Швидка побудова інформаційних систем моніторингу поширення вірусу	Забезпечення захисту конфіденційних даних пацієнтів
Картографування та аналіз	Багаторівневе картографування епідемічної ситуації	Необхідність стандартизації та інтеграції даних з різних джерел
Прогнозування	Прогнозування розвитку епідеміологічної ситуації та моделювання сценаріїв подальшого розвитку пандемій	Потреба у високопродуктивних обчислювальних системах
Розподіл ресурсів	Оптимізація розподілу медичних ресурсів у критичних умовах	Високі вимоги до кваліфікації фахівців для роботи з цими технологіями
Оцінка ефективності заходів	Аналіз ефективності карантинних заходів у різних регіонах	Етичні питання використання персональних медичних даних
Факторний аналіз	Оцінка впливу соціально-економічних факторів на рівень захворюваності	Ризики кібератак на медичну інфраструктуру та електронні реєстри
Виявлення ризиків	Автоматизація процесу виявлення контактних осіб та зон високого ризику	Складнощі в адаптації до національної нормативно-правової бази та фінансові обмеження

Джерело: сформовано на основі систематизації даних пандемічного досвіду [19] та наукових праць [6], [13]

Таким чином, синергія технологій Big Data, соціальних мереж і ГІС формує потужну аналітичну екосистему для прийняття обґрунтованих управлінських рішень в охороні здоров’я, що є особливо актуальним в умовах динамічної епідеміологічної ситуації.

Таблиця 4.

Переваги та виклики інтеграції технологій Big Data, ГІС та соціальних мереж

Переваги	**Виклики**
Комплексний аналіз епідеміологічної ситуації	Проблеми кібербезпеки та захисту даних
Оперативне виявлення нових спалахів захворювань	Високі вимоги до обчислювальних ресурсів
Моніторинг ефективності профілактичних заходів	Забезпечення конфіденційності персональних даних
Оптимізація розподілу медичних ресурсів	Стандартизація даних з різних джерел
Підтримка прийняття управлінських рішень	Інтеграція різнорідних систем та платформ

Джерело: систематизовано на основі досліджень [4], [2]

Таблиця 5.

Фактори впливу на впровадження технологій Big Data та ГІС в системі охорони здоров'я України

Стримуючі фактори	**Сприятливі фактори**
Відсутність спеціалізованих державних програм підтримки розвитку інноваційних технологій в e-Health	Активний розвиток національної системи eHealth та цифрових медичних сервісів
Складний та бюрократичний механізм отримання дозволів і ліцензій для інноваційних рішень	Зростання цифрової грамотності медичного персоналу та пацієнтів
Відсутність спеціалізованих дослідницьких фондів та програм підтримки інновацій	Підвищення уваги до питань цифровізації на державному рівні
Брак регуляторної пісочниці для тестування нових технологічних рішень	Розвиток соціальних мереж як додаткового джерела даних для аналізу
Обмежене фінансування проєктів цифровізації охорони здоров'я	Міжнародна підтримка проєктів цифрової трансформації медичної галузі
Проблеми стандартизації та інтеграції даних з різних джерел	Успішний досвід впровадження цифрових рішень в інших секторах економіки

Джерело: авторське узагальнення на основі аналізу цифровізації медичної сфери України [7], [8], [10]

У цьому контексті доцільно розглянути поточний стан інтеграції таких технологій в Україні. Незважаючи на успішне впровадження базових цифрових компонентів системи eHealth (електронні медичні картки, реєстрація пацієнтів, електронні рецепти), аналіз свідчить про розрив між технологічним потенціалом і практичним застосуванням [8]. Відсутність інструментів просторової аналітики та прогнозування обмежує ефективність національної системи охорони здоров'я.

Особливу увагу слід приділити питанням кібербезпеки. Як уже зазначалося [11], кількість атак на критичну інфраструктуру зросла на 50 %, причому медичні заклади стали однією з основних цілей. Це створює додаткові бар'єри для безпечного використання сучасних цифрових технологій у медичній сфері.

В умовах післявоєнного відновлення України модернізація охорони здоров'я має стати стратегічним пріоритетом. За даними [11], впровадження Big Data-рішень може забезпечити значне підвищення ефективності функціонування медичної системи навіть за умов обмежених ресурсів.

Таблиця 6.

Інформаційно-аналітичні можливості та виклики впровадження технологій Big Data та ГІС у системі охорони здоров'я

Потенційні можливості	**Ключові виклики**
Визначення непомітних раніше закономірностей та зв'язків	Забезпечення конфіденційності та безпеки даних пацієнтів
Прогнозування завантаженості лікарень та оптимізація ресурсів	Вирішення етичних питань використання медичної інформації
Забезпечення ранньої ідентифікації захворювань	Подолання проблем інтероперабельності систем
Впровадження персоналізованого лікування	Необхідність міждисциплінарної співпраці
Аналіз доступності медичних послуг для різних груп населення	Розвиток відповідної інфраструктури
Прогнозування спалахів епідемій та ефективне реагування	Формування нормативно-правової бази для медичних даних

Джерело: укладено на основі комплексного аналізу джерел [2], [9], [12]

Для подолання виявлених обмежень доцільно реалізувати комплексний підхід, що включає:

- створення державних програм підтримки впровадження Big Data та ГІС у медичній сфері;
- розробку нормативно-правової бази щодо збору, обробки та захисту медичних даних;
- формування регуляторної пісочниці для апробації інноваційних рішень;
- розвиток державно-приватного партнерства для залучення інвестицій;
- впровадження міжнародних стандартів інтероперабельності.

Комплексна реалізація зазначених заходів дозволить максимально ефективно використати потенціал Big Data та ГІС у системі охорони здоров'я України.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведене дослідження демонструє, що інтеграція технологій Big Data та ГІС у системі охорони здоров'я відкриває нові можливості для аналізу та управління медичними даними. Як систематизовано в Таблиці 6, ці технології дозволяють не лише виявляти приховані закономірності та прогнозувати епідеміологічні тенденції, але й також стикаються з низкою викликів, пов'язаних із захистом даних та розвитком відповідної інфраструктури. Врахування цих факторів є критично важливим для успішного впровадження інтегрованих технологічних рішень у вітчизняній системі охорони здоров'я.

Аналіз сучасного стану електронної системи охорони здоров'я України показав наявність значного потенціалу для впровадження інтегрованих технологій Big Data та ГІС, але водночас виявив обмеження існуючої інфраструктури та нормативно-правової бази. Хоча національна система eHealth успішно впроваджує базові компоненти цифровізації, відсутність розвинених аналітичних інструментів обмежує можливості для комплексного аналізу даних та їх використання для покращення якості медичних послуг.

Для структурованого розуміння поточного стану та перспектив впровадження технологій Big Data та ГІС в системі охорони здоров'я України був проведений SWOT-аналіз, який демонструє комплексну картину сильних та слабких сторін, можливостей та загроз цього процесу. Результати SWOT-аналізу підтверджують наявність значного потенціалу для інтеграції цих технологій, особливо з урахуванням готовності медичного персоналу до впровадження інновацій та наявності міжнародної підтримки цифрової трансформації. Візуальне узагальнення результатів представлено на рис. 1. Водночас, виявлені слабкі сторони, зокрема обмежене фінансування та відсутність комплексної стратегії впровадження, вимагають системного підходу до їх подолання.

У ході дослідження було систематизовано основні можливості інтеграції технологій Big Data та ГІС (табл. 1), роль технологій штучного інтелекту в їх розвитку (табл. 2), а також зіставлено практичний досвід використання під час пандемії COVID-19 з наявними викликами впровадження (табл. 3).

Особливої актуальності впровадження цих технологій набуває в контексті післявоєнного відновлення України, де модернізація системи охорони здоров'я є критично важливою для забезпечення ефективного медичного обслуговування всіх категорій населення, включаючи осіб з обмеженими можливостями, кількість яких, на жаль, значно зросте внаслідок війни.

Аналіз можливостей соціальних мереж як джерела даних (табл. 4) показав їх значний потенціал для збору інформації про стан громадського здоров'я. Інтеграція цих даних з традиційними медичними джерелами та їх візуалізація за допомогою ГІС (табл. 5) створює перспективну основу для комплексного моніторингу системи охорони здоров'я.

Майбутні тенденції розвитку інтеграції технологій Big Data та ГІС у системі охорони здоров'я включають:

- поширення безперешкодної інтеграції з використанням штучного інтелекту та машинного навчання;
- розвиток аналітики в реальному часі для оперативного реагування на зміни епідеміологічної ситуації;
- впровадження носимих технологій для збору персоналізованих даних про здоров'я;
- розширення використання даних соціальних мереж для аналізу громадської думки та потреб пацієнтів;
- покращення геопросторової візуалізації медичних даних для прийняття управлінських рішень.

У цьому контексті виникає потреба у вирішенні низки невирішених наукових завдань, які потребують подальших досліджень:

- розробка методології інтеграції соціальних, медичних і геопросторових даних для комплексного моніторингу громадського здоров'я;
- створення моделей аналізу поведінкових сигналів у соціальних мережах із геолокаційною прив'язкою;
- формування критеріїв достовірності та релевантності соціальних даних для систем охорони здоров'я;
- побудова інтерфейсів динамічної візуалізації просторових ризиків захворюваності;
- адаптація аналітичних моделей до потреб осіб з інвалідністю;
- оцінка ефективності застосування запропонованих технологічних рішень у процесі прийняття управлінських рішень;

- дослідження моделей інклюзивної медичної інфраструктури на основі ГІС-аналізу;
- розробка механізмів забезпечення конфіденційності та безпеки медичних і соціальних даних при їх інтеграції;
- вивчення економічної доцільності та інституційних моделей впровадження Big Data у різних сегментах медичної галузі.

Інтеграція аналітики Big Data і ГІС є не лише технологічним досягненням, але й шляхом до більш ефективного, персоналізованого і справедливого прийняття рішень у сфері охорони здоров'я, що в кінцевому підсумку сприяє поліпшенню громадського здоров'я та оптимізації розподілу медичних ресурсів в Україні. Подальший розвиток цього наукового напрямку має велике практичне значення для розбудови сучасної системи охорони здоров'я, орієнтованої на потреби кожного громадянина.

Список використаних джерел

1. Квітка С., Миргородська М. Цифрова трансформація системи охорони здоров'я: фактори впливу на якість життя населення. *Аспекти публічного управління*. 2024. Т. 12, № 1. С. 14-21. DOI: https://doi.org/10.15421/152402.

2. Kılınç M. Data-Driven Analytical Techniques in Geographic Information Systems. *Current Studies in Data Science and Analytics* / за ред. M. HanefiCalp, R. Bütüner. ISRES Publishing, 2024. С. 1-19. URL: https://www.researchgate.net/publication/387377623_Data-Driven_Analytical_Techniques_in_Geographic_Information_Systems#fullTextFileContent (дата звернення: 12.05.2025).

3. Digital Health Strategy 2020–2025. World Health Organization. URL: https://www.who.int/docs/default-source/documents/gs4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf (дата звернення: 12.05.2025).

4. Тимченко С. Геоінформаційні системи в управлінні дорожньою інфраструктурою: виклики та рішення для України. *Економіка та суспільство*. 2025. № 71. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-154.

5. Asabere N.Y., Asare I.O., Lawson G., Balde F., Duodu N.Y., Tsoekeku G., Afriyie P.O., Ganiu A.R.A. Geo-Insurance: Improving Big Data Challenges in the Context of Insurance Services Using a Geographical Information System (GIS). *Human Behavior and Emerging Technologies*. 2024. 9015012. 21 p. DOI: https://doi.org/10.1155/2024/9015012.

6. Sauid M.K., Mustakim N.A., Mokhtar N., Mohamad Roseli N.H., Abdul Karim Z.H., Sauid Z., Romaiha N.R. Integration of Big Data Analytics with Social

Media: Theoretical Foundations, Applications and Implications. *Information Management and Business Review*. 2024. Vol. 16, № 4. P. 272-279. DOI: https://doi.org/10.22610/imbr.v16i4(S)I.4318.

7. Jing F., Li Z., Qiao S., Zhang J., Olatosi B., Li X. Using geospatial social media data for infectious disease studies: a systematic review. *International Journal of Digital Earth*. 2023. Vol. 16, № 1. P. 130–157. DOI: https://doi.org/10.1080/17538947.2022.2161652.

8. Карчевич М. Інтерв'ю про розвиток електронної системи охорони здоров'я. *Міністерство охорони здоров'я України*. 2023. URL: https://moz.gov.ua/article/interviews/ (дата звернення: 12.05.2025).

9. Зростає кількість запитів на аналітику великих даних від медичної сфери. *Київстар*. 2024. URL: https://kyivstar.ua/news/id140220241030 (дата звернення: 12.05.2025).

10. Лазебник Ю.О. Аналітика великих даних у сфері охорони здоров'я. *Проблеми економіки*. 2018. № 3. С. 232-239.

11. Вакшинська Н.Ю., Шандрівська О.Є. Специфіка розвитку ринку BIG DATA для потреб відновлення економіки України в повоєнний період. *Management and Entrepreneurship in Ukraine: The Stages of Formation and Problems of Development*. 2023. № 2. С. 244–256. DOI: https://doi.org/10.23939/smeu2023.02.244.

12. Вовк О., Стець О., Лазаренко І. Особливості застосування інформаційно-аналітичних технологій BIG DATA в умовах цифрової економіки. *Підприємництво та інновації*. 2024. № 33. С. 7-12.

13. EFSA (European Food Safety Authority), Jijón A.F., Costa R., Nicova K., iDATA, PLANTS, Furnari G. Review of the Use of GIS in Public Health and Food Safety. *EFSA supporting publication*. 2022. Vol. 19, № 11. 80 p. DOI: 10.2903/sp.efsa.2022.EN-7639.

14. Nicholas K., Sarah A. Using Big Data to Predict Trends in Public Health: A Social Science Perspective under Mulago Hospital. *Metropolitan Journal Of Medical and Health Research*. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/388451092_Pages_114_-124_Effectiveness_of_Village_Health_Teams_VHTs_in_Promoting_Primary_Healthcare_in_Rural_Communities_of_Uganda_A_Case_Study_Ministry_of_Health_Uganda_-Village_Health_Team_Program (дата звернення: 12.05.2025).

15. Zhou C., Su F., Pei T. et al. COVID-19: Challenges to GIS with Big Data. *Geography and Sustainability*. 2020. Vol. 1, № 1. P. 77-87. DOI: 10.1016/j.geosus.2020.03.005.

16. Srivastava N., Saxena N. Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Geospatial Data. *Emerging Trends, Techniques, and*

Applications in Geospatial Data Science / за ред. L. Gaur, P. Garg. IGI Global Scientific Publishing, 2023. С. 196-219. DOI: https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7319-1.ch010.

postgraduate student **Kovalenko Mykola,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE IMPLEMENTATION OF BIG DATA AND GIS TECHNOLOGIES IN THE HEALTHCARE SYSTEM OF UKRAINE

This article explores the integration of Big Data, GIS technologies, and social networks into Ukraine's healthcare system to improve the efficiency of medical data collection, processing, and visualization. Drawing on international experience, the study evaluates national prospects for implementation, identifying both significant potential and existing barriers, particularly in infrastructure and regulation. A comprehensive analysis of Ukraine's digital healthcare landscape reveals opportunities for applying integrated technologies in epidemiological monitoring, optimization of medical infrastructure, analysis of disease determinants, accessibility enhancement, and predictive analytics. The role of artificial intelligence and machine learning is emphasized, especially in automated data processing, pattern recognition, and predictive modeling.

The COVID-19 pandemic provided practical evidence of the effectiveness of combining these technologies in early response systems, dynamic mapping, and spatial contact tracing. A SWOT analysis is employed to assess the strengths, weaknesses, opportunities, and threats associated with such integration, with a focus on cybersecurity, data interoperability, and financial constraints. To address these challenges, the paper proposes a set of strategic measures including the development of regulatory frameworks, adoption of international standards, state support initiatives, and public-private partnerships.

The findings contribute to a better understanding of how integrated technological solutions can support informed decision-making, enhance public health outcomes, and ensure more efficient allocation of healthcare resources in Ukraine.

Keywords: Big Data; Geographic Information Systems (GIS); public health; digital transformation; social networks; data analysis; artificial intelligence; machine learning.

REFERENCES

1. Kvitka, S., & Myrhorodska, M. (2024). Tsyfrova transformatsiia systemy okhorony zdorovia: faktory vplyvu na yakist zhyttia naselennia. *Aspekty publichnoho upravlinnia*, 12(1), 14–21. https://doi.org/10.15421/152402 {in Ukrainian}.

2. Kılınç, M. (2024). Data-Driven Analytical Techniques in Geographic Information Systems. In M. Hanefi Calp & R. Bütüner (Eds.), *Current Studies in Data Science and Analytics* (pp. 1–19). ISRES Publishing. https://www.researchgate.net/publication/387377623_Data-Driven_Analytical_Techniques_in_Geographic_Information_Systems#fullTextFileContent {in English}.

3. World Health Organization. (2020). *Digital Health Strategy 2020–2025*. https://www.who.int/docs/default-source/documents/gs4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf {in English}.

4. Tymchenko, S. (2025). Heoinformatsiini systemy v upravlinni dorozhnioiu infrastrukturoiu: vyklyky ta rishennia dlia Ukrainy. *Ekonomika ta suspilstvo*, (71). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-71-154 {in Ukrainian}.

5. Asabere, N.Y., Asare, I.O., Lawson, G., Balde, F., Duodu, N.Y., Tsoekeku, G., Afriyie, P.O., & Ganiu, A.R.A. (2024). Geo-Insurance: Improving Big Data Challenges in the Context of Insurance Services Using a Geographical Information System (GIS). *Human Behavior and Emerging Technologies*, Article ID 9015012, 21 p. https://doi.org/10.1155/2024/9015012 {in English}.

6. Sauid, M.K., Mustakim, N.A., Mokhtar, N., Mohamad Roseli, N.H., Abdul Karim, Z. H., Sauid, Z., & Romaiha, N. R. (2024). Integration of Big Data Analytics with Social Media: Theoretical Foundations, Applications and Implications. *Information Management and Business Review*, 16(4), 272–279. https://doi.org/10.22610/imbr.v16i4(S)I.4318 {in English}.

7. Jing, F., Li, Z., Qiao, S., Zhang, J., Olatosi, B., & Li, X. (2023). Using geospatial social media data for infectious disease studies: a systematic review. *International Journal of Digital Earth*, 16(1), 130–157. https://doi.org/10.1080/17538947.2022.2161652 {in English}.

8. Karchevych, M. (2023). Interv'iu pro rozvytok elektronnoi systemy okhorony zdorovia. *Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy*. https://moz.gov.ua/article/interviews/ {in Ukrainian}.

9. Zrostaie kilkist zapytiv na analityku velykykh danykh vid medychnoi sfery. (2024). *Kyivstar*. https://kyivstar.ua/news/id140220241030 {in Ukrainian}.

10. Lazebnyk, Yu. O. (2018). Analityka velykykh danykh u sferi okhorony zdorovia. *Problemy ekonomiky*, (3), 232–239. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2018_3_31 {in Ukrainian}.

11. Vakshynska, N. Yu., & Shandrivska, O. Ye. (2023). Spetsyfika rozvytku rynku BIG DATA dlia potreb vidnovlennia ekonomiky Ukrainy v poviennyi period. *Management and Entrepreneurship in Ukraine: The Stages of Formation and Problems of Development*, (2), 244–256. https://doi.org/10.23939/smeu2023.02.244 {in Ukrainian}.

12. Vovk, O., Stets, O., & Lazarenko, I. (2024). Osoblyvosti zastosuvannia informatsiino-analitychnykh tekhnolohii BIG DATA v umovakh tsyfrovoi ekonomiky. *Pidpryiemnytstvo ta innovatsii*, (33), 7–12. https://doi.org/10.32782/2415-3583/33.1 {in Ukrainian}.

13. EFSA (European Food Safety Authority), Jijón, A.F., Costa, R., Nicova, K., iDATA, PLANTS, & Furnari, G. (2022). Review of the Use of GIS in Public Health and Food Safety. *EFSA Supporting Publication*, 19(11), 80 p. https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2022.EN-7639 {in English}.

14. Nicholas, K., & Sarah, A. (2024). Using Big Data to Predict Trends in Public Health: A Social Science Perspective under Mulago Hospital. *Metropolitan Journal Of Medical and Health Research*. https://www.researchgate.net/publication/388451092_... {in English}.

15. Zhou, C., Su, F., Pei, T., et al. (2020). COVID-19: Challenges to GIS with Big Data. *Geography and Sustainability*, 1(1), 77–87. https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.03.005 {in English}.

16. Srivastava, N., & Saxena, N. (2023). Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Geospatial Data. In L. Gaur & P. Garg (Eds.), *Emerging Trends, Techniques, and Applications in Geospatial Data Science* (pp. 196–219). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7319-1.ch010 {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.560-578
УДК 528.4
канд. тех. наук, доцент **Лазоренко Н.Ю.,**
lazorenko.niu@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1572-4947,
Київський національний університет будівництва та архітектури

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ І ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СВІТІ ТА УКРАЇНІ

«Неможливо досліджувати новий світ, користуючись старою картою», – Національна геопросторова стратегія Сполученого Королівства Великої Британії і Північної Ірландії «Unlocking the power of location» 2020 – 2025.

Метою статті є дослідження основних стратегічних підходів до розвитку геопросторових даних та геоінформаційних технологій у провідних країнах світу, визначення спільних тенденцій, інноваційних напрямків та потенційних викликів, а також виявлення глобальних спільних та відмінних рис під час аналізу їх національних геопросторових стратегій та формування рекомендацій для геопросторової стратегії України.

Провідні країни світу: США, Велика Британія, ЄС, Австралія, Сінгапур, Південна Корея, Норвегія, Індія, Мексика та Франція вже ухвалили та реалізують довгострокові геопросторові стратегії. Усі досліджувані стратегії демонструють перехід від традиційних ГІС до геоінформаційних платформ, поєднуючи технології штучного інтелекту і машинного навчання, хмарні та edge-обчислення, Інтернет речей, використання високоточних глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) і даних лазерного сканування LiDAR та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), цифрових близнюків.

Ключові слова: геопросторові дані; геоінформаційні технології; геопросторові стратегії; штучний інтелект; ШІ; цифрові близнюки; інфраструктура просторових даних.

Постановка проблеми. Сучасна світова економіка швидко переходить до парадигми, у якій геопросторові дані та похідні аналітичні продукти стають критично важливими для стратегічного планування, управління ризиками й розвитку інноваційних галузей. Провідні країни світу: США, Велика Британія, Європейський Союз (ЄС), Австралія, Сінгапур, Південна Корея, Норвегія, Індія, Мексика та Франція вже ухвалили та реалізують довгострокові геопросторові стратегії, що поєднують: штучний інтелект (ШІ), крайові- (edge-) та хмарні обчислення, Інтернет речей (IoT), лазерне сканування (LiDAR) і дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з відкритими стандартами та

принципами FAIR (findability – знаходжуваності, accessibility – доступності, interoperability – інтероперабельності та reusability – повторного використання) [1 – 10]. Ці стратегії демонструють поєднання інноваційних технологій і формують міжгалузеві ринки «геопросторових даних-як-сервісу», забезпечуючи прийняття рішень у реальному часі, широке використання цифрових близнюків і високоточних тривимірних моделей місцевості.

Натомість в Україні, попри наявність законодавчо визначеної національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) [11, 12], зберігаються фрагментарність базових наборів, відсутність єдиної системи управління, недостатня інтеграція штучного інтелекту та 3D-технологій, а також недостатня кількість фахівців у сферах НІГД, топографо-геодезичної та картографічної діяльностей. Це створює перешкоди для ефективного просторового планування, цифровізації економіки, адаптації до кліматичних змін і післявоєнної відбудови і розбудови критичної інфраструктури [13].

Таким чином, проблема полягає у відсутності в Україні цілісної, інноваційно орієнтованої геопросторової стратегії, що спиралася б на світові найкращі практики та забезпечувала: системне впровадження ШІ-підходів, аналітики big data (великих даних), хмарних та edge-платформ для збирання, опрацювання й поширення даних у режимі реального часу; якісне ядро базових геопросторових даних, сумісне з міжнародними стандартами ISO 19100, OGC та специфікаціями INSPIRE; міжгалузеву інтероперабельність і можливості комерціалізації через національні та міжнародні ринки даних; масштабну програму розвитку людського капіталу (від шкільної освіти до професійних сертифікацій) для формування достатньої кількості фахівців з геоінформатики; інноваційні механізми фінансування (державно-приватні партнерства, пілотні проєкти, акселераційні програми), здатні прискорити трансфер технологій у всі галузі економіки.

Отже, постає науково-практичне завдання: на підставі системного аналізу національних геопросторових стратегій країн із різним рівнем економічного розвитку визначити спільні тенденції, інноваційні напрями й потенційні виклики, виявити універсальні та унікальні елементи цих стратегій, а також сформувати ґрунтовні рекомендації щодо змісту, архітектури та механізмів реалізації майбутньої геопросторової стратегії України.

Аналіз досліджень та публікацій по темі дослідження. Зазначені проблемні питання у світі досліджуються не одне десятиліття, оскільки з розвитком нових технологій з’являються нові можливості та рішення, впровадження яких забезпечує підвищення якості геопросторових даних, реалізацію законодавчої, організаційної, технічної та інформаційної інтероперабельності [14]. Розроблення національних геопросторових стратегій

потребує ґрунтовного та комплексного дослідження, що підтверджується значною кількістю публікацій за даними Elsevier Scopus у розрізі країн, стратегії яких досліджені у цій роботі (рис. 1, рис. 2).

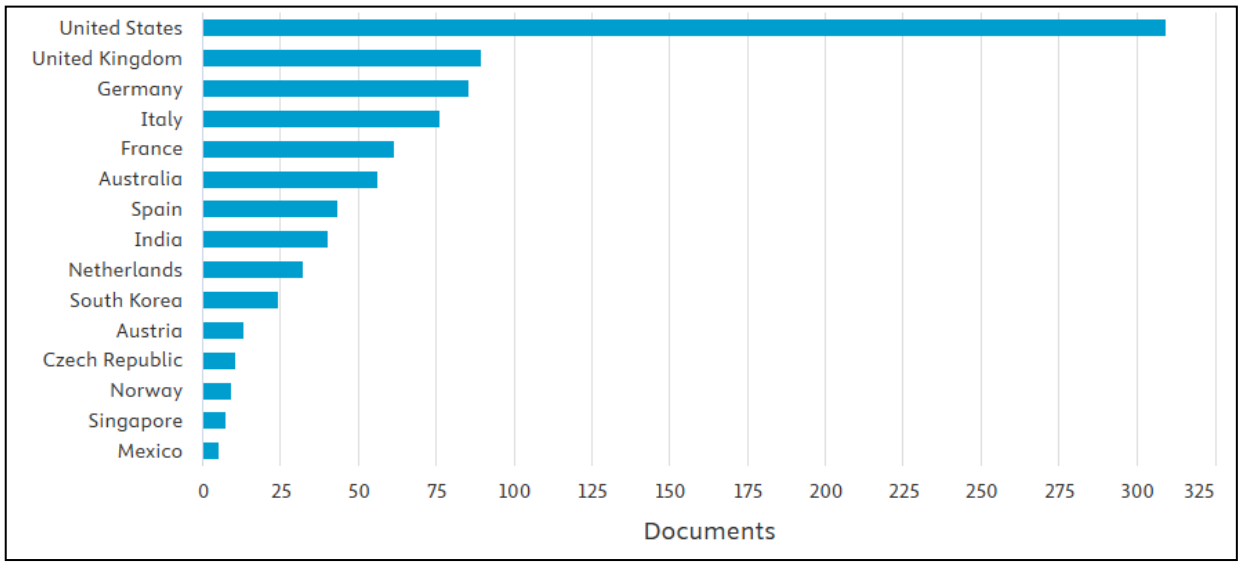


Рис. 1. Кількість публікацій, які використовують інформацію геопросторових стратегій за країнами (за допомогою сервісу Elsevier Scopus)

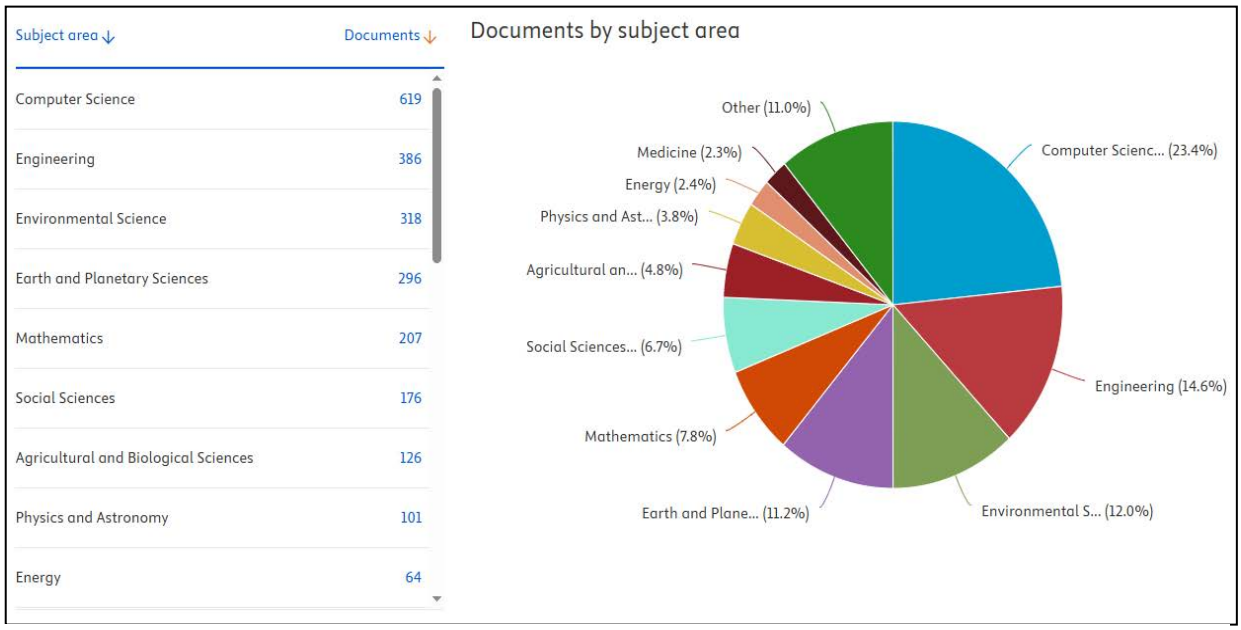


Рис. 2. Кількість публікацій, які використовують інформацію геопросторових стратегій за предметними сферами (за допомогою сервісу Elsevier Scopus)

Питання розвитку національної інфраструктури геопросторових даних в Україні, сучасних методів збирання геопросторових даних, технологій їх моделювання, аналізу та оприлюднення у геоінформаційному середовищі досліджуються у наукових працях [13, 15 – 18]. У монографії [15] систематично та комплексно проаналізовано стан щодо створення та використання геопросторових даних в Україні на початку 2000-их років, що стало основою для реалізації компонентів НІГД у подальшому.

Метою статті є дослідження основних стратегічних підходів до розвитку геопросторових даних та геоінформаційних технологій у провідних країнах світу, визначення спільних тенденцій, інноваційних напрямків та потенційних викликів, а також виявлення глобальних спільних та відмінних рис в аналізу їх національних геопросторових стратегій та формування рекомендацій для геопросторової стратегії України.

Виклад основного змісту дослідження. Для досягнення поставленої мети було відібрано 10 національних геопросторових стратегій країн з розвиненою та з високим доходом економіками та середнім рівнем економічного розвитку: Австралія, Індія, Норвегія, Мексика, Південна Корея, Сінгапур, Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії, Сполучені Штати Америки, Європейський Союз, а також окремо розглянута Франція.

«Building the Geospatial Future Together – The NSDI Strategic Plan 2025–2035», Сполучені Штати Америки. Ця стратегія передбачає досягнення трьох цілей: впровадження національної системи управління; модернізація інфраструктури та максимальне використання переваг передових технологій; формування кваліфікованих та інклюзивних кадрів у сфері геопросторових даних для сталого майбутнього. Одним із основних завдань стратегії в США є створення національної управлінської структури для НІГД, що охоплює всі рівні влади та приватний сектор, для розроблення, підтримки та впровадження НІГД, забезпечення належного використання геопросторових даних та геоінформаційних технологій; формування партнерств; сприяння обміну, збереженню та використанню геопросторових даних; забезпечення захисту та національної безпеки. Визначення та залучення фінансових й інших ресурсів, які необхідні для реалізації та досягнення цілей і завдань цього стратегічного плану НІГД, планується здійснювати за допомогою міжгалузевих інвестицій. У документі зазначено, що наявність ресурсів залежить від доступного фінансування [7]. З цього випливає необхідність створення ефективної управлінської структури НІГД з чітко визначеними повноваженнями, ролями та відповідальністю, яка представляє всі галузі економіки; а також наявні якісні та доступні базові геопросторові дані для всіх категорій користувачів, забезпечуючи можливість послідовного, рівноправного та якісного прийняття рішень. Слід зазначити, що одними із результатів стратегії є геопросторова грамотність населення та включення концепції геопросторових даних і технологій у навчальні програми середньої та вищої освіти в США [7].

«UK Geospatial Strategy 2030» Unlocking the power of location, Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії містить три місії: впровадження передових технологій для прискорення геопросторових інноваційних рішень; сприяння ширшому застосуванню цих рішень та

аналітики в усіх галузях економіки; формування довіри до майбутньої геопросторової екосистеми. Також слід зазначити, що провідну роль у просуванні інновацій відіграють заклади вищої освіти Сполученого Королівства, які забезпечують незалежні дослідження та ефективні партнерства з державними та приватними організаціями. Розробники стратегії наголосили, що розвиток кадрового потенціалу у сфері геоінформатики критично важливий для перетворення інновацій у прикладні галузеві рішення [6].

«A European strategy for data», Європейський Союз. Положення цієї стратегії визначають розвиток не лише геопросторових даних та їх інфраструктуру в регіоні, а і даних загалом [8, 20]. Ця особливість дає можливість забезпечити розвиток даних практично в усіх сферах діяльностей для вирішення прикладних завдань і задоволення потреб бізнесу та органів влади. Основними елементами цієї стратегії є функціонування міжгалузевої системи врядування щодо доступності та використання даних; залучення інвестицій у розвиток інфраструктур даних та забезпечення їх інтероперабельності; розширення прав та можливостей громадян, залучення інвестицій в розвиток їх навичок і підтримка малого й середнього бізнесу; загальноєвропейські простори даних у всіх галузях економіки; відкритий та проактивний підхід до міжнародних потоків даних [8]. Франція, яка входить до складу Європейського Союзу, має власну національну геопросторову стратегію від Національного географічного інституту. Однією із особливостей цієї стратегії є програма «HD LiDAR для території всієї Франції» для підвищення точності даних і можливості їх використання, планується створення тривимірної моделі місцевості для всієї Франції як основи для «цифрових близнюків», поглибленого аналізу території та моделювання явищ [9].

«National geospatial strategy towards 2025. «Everything happens somewhere»», Норвегія. Місії у цій стратегії стосуються геопросторових даних, технологій, інструментів та їх взаємодії. Особливостями очікуваних результатів є врахування потреб суспільства у доступних геопросторових даних; використання краудсорсингових даних у завданнях, де це доречно; національний геопортал забезпечує ефективний потік даних між галузями та рівнями; створені рішення для оптимізації, зберігання та управління геопросторовими даними; відповідність вимогам кібербезпеки; використання технологій великих даних та підтримка тривимірних даних; якісна взаємодія та співпраця уряду, бізнесу; створені відповідні платформи для партнерства; моделі співпраці адаптовані до всіх учасників інфраструктури; наявна експертиза у сфері геоінформатики та інфраструктури геопросторових даних [10].

«Geoscience Australia. Strategy 2028», Австралія, зорієнтована на досягнення таких цілей: максимізація користі для суспільства від мінеральних та енергетичних ресурсів; посилення стійкості до природних загроз; оптимізація та раціональне використання водних ресурсів; підтримка сталого використання морського середовища та територіальних вод; прийняття управлінських рішень, що базуються на місцезнаходженні, за допомогою сучасних технологій геоінформаційного картографування, дистанційного зондування Землі і ГНСС; зберігання, підтримка та подання значних за обсягом масивів даних, щоб забезпечити уряд, громадян та бізнес геопросторовими даними для прийняття обґрунтованих рішень [1].

«Programa Estratégico del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) 2022-2046», Мексика. Більшість стратегій мають середньострокову перспективу (5–10 років), тоді як SNIEG орієнтується на довготривалий розвиток і стабільну еволюцію інфраструктури, пов'язану з національним баченням розвитку Мексики. Слід зазначити, що цей документ включає відомості про планування досягнення цілей із системою моніторингу і оцінки, що здійснюється кожні 6 років з проміжним аналізом кожні 3 роки. Візія програми на 2046 рік: «*Консолідувати SNIEG як екосистему даних, яка стимулює виробництво, поширення, використання і збереження статистичної та географічної інформації на основі системного, інклюзивного підходу та культури інновацій*». SNIEG не лише зосереджується на уряді, а й відкрито залучає приватний сектор, академічні установи та громадськість як рівноправних виробників і користувачів інформації. На додаток до технічної модернізації, стратегія включає розвиток цифрових навичок у користувачів, створення простору для впровадження інновацій (інкубатори, пілотні проєкти) [2].

«Geospatial Strategy For new India», Індія, включає конкретні результати у середньостроковій перспективі, наприклад, до 2025 року передбачається оновити Національну геодезичну систему, застосовуючи сучасні технології позиціонування та забезпечити онлайн-доступ до неї; створити геоїд високої точності для всієї країни. До 2030 року планується виконання високоточної деталізованої топографічної зйомки та картографування території країни, створення цифрової моделі рельєфу високої точності на всю країну; розроблення інфраструктури геопросторових знань. До 2035 року передбачається отримання високоточних батиметричних геопросторових даних територіальних та внутрішніх вод; виконання зйомки підземних інженерних комунікацій у населених пунктах; створення національного цифрового близнюка для середніх, великих та значних міст за кількістю населення [3].

«Singapore Geospatial Master Plan 2024-2033» Сінгапур. Однією із цілей зазначеної стратегії є максимізація потенціалу геоінформаційних технологій за допомогою їх впровадження у сфери діяльності: соціальній сфері, охороні здоров'я та економіці, а їх реалізація має бути спрямована на інклюзивність, профілактичну медицину та інновації. Також зосереджено увагу на розроблення та удосконалення освітніх програм, індивідуальних освітніх траєкторій і підготовку фахівців у сфері геоінформатики [4].

«Enabling Data-Driven Innovation, Learning from Korea's Data Policies and Practices for Harnessing AI», Південна Корея. Одними із основних місій цієї стратегії є підтримка розроблення навчальних наборів даних для штучного інтелекту; створення спеціалізованих центрів великих даних з метою покращення аналітики та ефективного використання даних; створення сприятливих умов для розробки нових сервісів, підтримка комерціалізації та забезпечення захисту прав інтелектуальної власності для малих і середніх підприємств. Інфраструктура великих даних Південної Кореї включає 16 платформ державного і приватного секторів для забезпечення критично важливих даних та розвитку суміжних галузей. Для підтримки цих платформ було розширено інфраструктуру до 21 центру, які створено приватними компаніями, а також функціонують 108 центрів опрацювання даних, створених органами влади та місцевого самоврядування [5].

Проаналізувавши національні геопросторові стратегії країн, були визначені тренди інноваційних технологій і сфери діяльності, на розвиток яких впливає стратегія (див. табл. 1, рис. 3).

Переважна більшість досліджуваних стратегій містить положення, де наголошено на потребі висококваліфікованих кадрів у сфері геоінформатики та розвитку геопросторової грамотності суспільства, а також у впровадженні геоінформаційних технологій у соціальні сфери, що забезпечить набуття ширшого і вагомішого значення геопросторовим даним. Спільною особливістю розглянутих стратегій є зосередження уваги на розвитку і підтримці наборів базових геопросторових даних, які мають бути доступними, якісними, актуальними і офіційними для всіх учасників інфраструктури, оскільки вони є основною для розроблення та впровадження інноваційних геоінформаційних технологій та рішень. Слід зазначити, що усі досліджені стратегії включають місію або завдання щодо впровадження інноваційних технологій та використання сучасних методів збирання геопросторових даних з метою створення високоточних тривимірних цифрових моделей місцевості для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Загальною тенденцією у національних геопросторових стратегіях є розвиток геоінформаційних технологій на основі штучного інтелекту, особливо

з метою автоматизації дешифрування зображень (супутникові знімки, дані з БПЛА), інтеграції даних з відкритих джерел та ресурсів, опрацювання великих масивів даних, розроблення прогнозованих моделей процесів та явищ.

Таблиця 1

Країна	Назва стратегії	Термін впровадження	Інноваційні напрямки та технології	Сфери діяльності на розвиток яких впливає стратегія
Австралія	Geoscience Australia. Strategy 2028	2018 – 2028	Прийняття рішень на основі просторових даних завдяки інтеграції цифрового картографування, дистанційного зондування Землі та технологій високоточного позиціонування і даних.	Геологічна розвідка та раціональне використання мінеральних і енергетичних ресурсів. Зміцнення стійкості до природних небезпек і катастроф. Оцінка та управління водними ресурсами. Моніторинг та збереження морського середовища. Реалізація наукових дослідницьких програм в Антарктичному регіоні.
Мексика	Programa Estratégico del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica 2022-2046. Mexico's National Strategy for the Territorial Management	2022 – 2046 2020 – 2040	ГІС кадастрових систем, 3D-моделювання та цифрові близнюки (digital twins) територій, інтегровані платформи для планування, геоінформаційні сервіси, ДЗЗ.	Урбаністика та просторове планування. Раціональне використання земель. Екологічна безпека та збереження природних екосистем. Сільське господарство та управління сільськими територіями. Інфраструктура та інженерно-транспортне планування. Управління ризиками. Інтеграція заходів запобігання та адаптації до змін клімату. Програми соціального та економічного розвитку.

Продовження таблиці 1

Країна	Назва стратегії	Термін впровадження	Інноваційні напрямки та технології	Сфери діяльності на розвиток яких впливає стратегія
Індія	Geospatial Strategy For new India	2022 – 2030	Використання сучасних методів збирання геопросторових даних для розвитку топографічного картографування та сучасних технологій батиметрії. Цифрові близнюки національного рівня. ГНСС, технології IoT, хмарні технології, LiDAR, ДЗЗ, георадари, тепловізійних детекторів тощо. Розвиток інфраструктури геопросторових знань.	Стратегія стимулює топографічне, батиметричне картографування для розвитку сільського господарства, управління лісовими та водними ресурсами, планування територій, будівництва й утримання доріг та ліній зв'язку, а також розвиток «блакитної» економіки (морський сектор).
Сінгапур	«Singapore Geospatial Master Plan 2024-2033»	2024 – 2033	Інтеграція різнорідних даних, ШІ, машинне навчання, IoT, big data, цифрові близнюки.	Містобудування і безбар'єрну навігацію, транспорт і логістику (оптимізація маршрутів вантажівок, громадського й автономного транспорту), морську економіку та портові операції (digital twin порту, GeoSpace-Sea), а також моніторинг довкілля й кліматичної стійкості, що включає контроль прибережної ерозії, міського теплового острова й біорізноманіття.

Продовження таблиці 1

Країна	Назва стратегії	Термін впровадження	Інноваційні напрямки та технології	Сфери діяльності на розвиток яких впливає стратегія
Південна Корея	- Enabling Data-Driven Innovation Learning from Korea's Data Policies and Practices for Harnessing AI; - Data Vouchers: Korea case study for revitalizing the data ecosystem	2018 – 2025	Інтеграція геопросторових даних, інтернету речей та хмарних технологій; Штучний інтелект та IV Індустріальна революція; Екосистеми даних та розвиток інфраструктур.	Стратегія стимулює розвиток цифрової економіки та інформаційно-комунікаційних технологій (AI-сервіси, хмарні й IoT-платформи на базі 5G/6G), розвиток індустрії 4.0, роботизації та створення «розумних» фабрик, а також створення потужної інфраструктури, забезпечення консалтингової підтримки й захисту інтелектуальної власності для малих і середніх підприємств та стартапів.
Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії	«UK Geospatial Strategy 2030» Unlocking the power of location	2023 – 2030	Дані реального часу (real-time data). Масове поширення недорогих датчиків позиціонування. Хмарні та крайові обчислення (edge computing). Штучний інтелект. Застосування FAIR принципів для посилення координації роботи з базовими наборами геопросторових даних державного сектору держави.	Стратегія охоплює модернізацію критичної інфраструктури, підвищення ефективності транспорту, оптимізацію планування житлового фонду й стале управління довкіллям, а також підтримують охорону здоров'я й оперативне реагування на надзвичайні ситуації. Водночас відкриває нові можливості для розвитку блакитної економіки, формує точні аналітики для роздрібної торгівлі та покращує фінансові сервіси завдяки інтеграції просторових даних.

Продовження таблиці 1

Країна	Назва стратегії	Термін впровадження	Інноваційні напрямки та технології	Сфери діяльності на розвиток яких впливає стратегія
Сполучені Штати Америки	Building the Geospatial Future Together—The NSDI Strategic Plan 2025–2035	2025 – 2035	big data та аналітика; відкриті дані й співпраця; інтеграція просторової аналітики; конфіденційність і безпека; дизайн, орієнтований на користувача; інтероперабельність і стандарти; ринки геопросторових даних.	Стратегія стимулює розвиток управління надзвичайними ситуаціями й реагування на катастрофи, побудову «розумних» міст і цифрових близнюків, точного землеробства, планування та реагування у сфері охорони здоров'я, автономного транспорту, оптимізації ланцюгів постачання, наукових досліджень і моніторингу, а також й просторового планування.
Європейський Союз	A European strategy for data	2020 – 2030	Розбудова спільних європейських інфраструктур геопросторових даних, енергоефективної й надійної периферійної та взаємопов'язаної хмарної інфраструктури (Infrastructure-as-a-Service, Platform-as-a-Service і Software-as-a-Service), екосистем штучного інтелекту, цифрових близнюків, даних ДЗЗ	Стратегія спрямована на цифрову трансформацію промисловості та виробництва, енергетики, аграрного сектора, фінансових систем і державного управління. Вона також посилює здатність Європейського Союзу протидіяти змінам клімату, досягати нульового рівня забруднення, охороняти біорізноманіття й

Продовження таблиці 1

Країна	Назва стратегії	Термін впровадження	Інноваційні напрямки та технології	Сфери діяльності на розвиток яких впливає стратегія
				запобігати зникненню лісів, а через розвиток публічного адміністрування, освіти та систем підготовки кадрів формує стійку екосистему даних і аналітики для всіх галузей економіки.
Франція	«IGN Geo Strategy 2025»	2021 – 2025	Штучний інтелект, LiDAR	Стратегія підтримує запобігання природним стихійним лихам, сталий розвиток і управління лісовим і аграрним секторами економіки, містобудування та просторове планування, оптимізацію енергетичних мереж, охорону біорізноманіття й моніторинг кліматичних змін.
Норвегія	National geospatial strategy towards 2025 «Everything happens somewhere»	2018 – 2025	Інтернет речей (IoT). Intelligent Transport Systems (ITS). Сенсорні технології для автоматизованого знімання за допомогою БПЛА. Big-data аналітика – опрацювання великих обсягів різнорідних геопросторових даних у режимі близькому до реального часу для підтримки рішень.	Стратегія стимулює розвиток критично важливих галузей: морської навігації, систем захисту від повеней та зсувів, будівництва й цивільної інженерії, аварійно-рятувальних служб і планування надзвичайних ситуацій,

Продовження таблиці 1

Країна	Назва стратегії	Термін впровадження	Інноваційні напрямки та технології	Сфери діяльності на розвиток яких впливає стратегія
			Використання алгоритмів ШІ для автоматичного опрацювання та аналізу геопросторових даних. Національні хмарні сервіси для зберігання, опрацювання й поширення геопросторової інформації (cloud-based management solutions). 3D-моделювання та інтеграція BIM/CAD. Сервісно-орієнтована архітектура Geonorge з відкритими API (WMS, WFS, WCS, CSW) для ефективного обміну геопросторовими даними між галузями. Краудсорсингові та добровільні платформи збирання даних як додаткове джерело просторової інформації. Супутникові дані програми Copernicus та інші міжнародні ініціативи ДЗЗ.	оборонно-геополітичної безпеки, міжнародної торгівлі та співпраці, а також цифрового ефективного державного управління та пов'язаних із ним інформаційних сервісів. Водночас вона формує умови для адаптації до кліматичних і екологічних змін, раціонального управління природними ресурсами й зростання нових економічних секторів: рибальства, аквакультури, «блакитної» економіки, біоекономіки, чистої енергетики, туризму, креативних індустрій, охорони здоров'я та добробуту, «розумних» міст, транспорту й енергоефективних міських систем, підсилюючи урбанізацію, підвищення енергоефективності та досягнення цілей сталого розвитку.

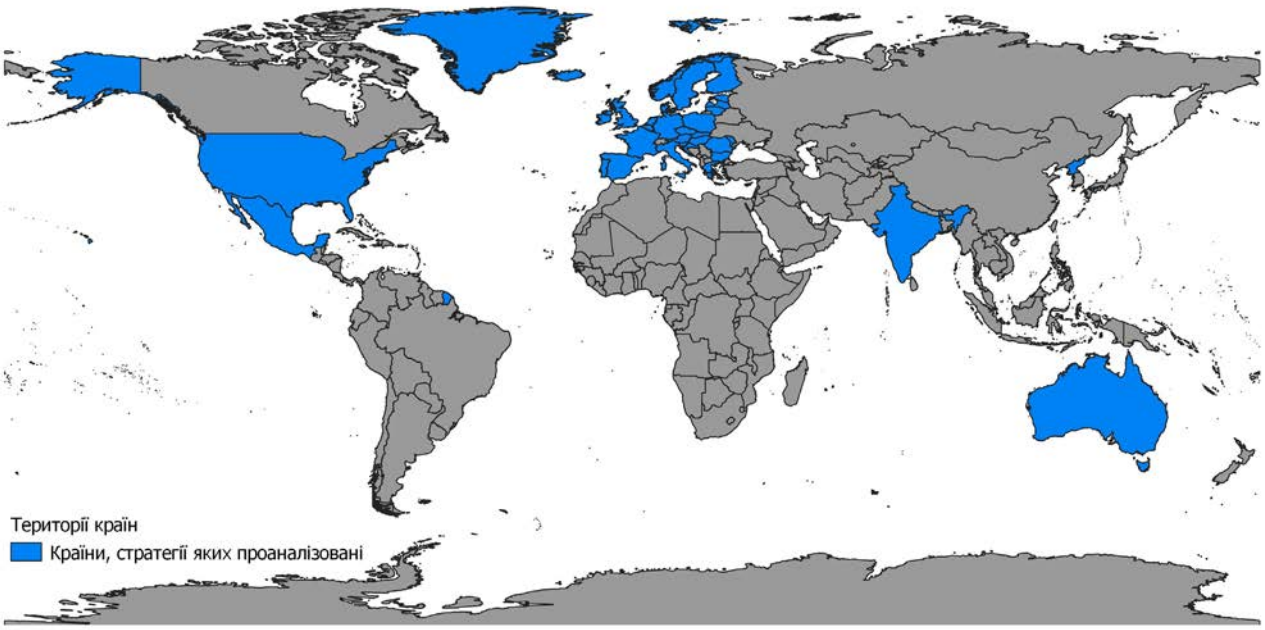


Рис. 3. Країни, стратегій яких були проаналізовані у дослідженні

Висновок. Усі досліджувані стратегії демонструють перехід від традиційних ГІС до геоінформаційних платформ, поєднуючи технології: штучного інтелекту і машинного навчання, хмарні та edge-обчислення, Інтернету речей, високоточних ГНСС і дані LiDAR та ДЗЗ, цифрових близнюків. Це дає можливість отримувати дані у реальному часі, автоматично їх аналізувати (big-data/ streamed analytics) і візуалізувати у тривимірному та/або віртуальному середовищах. Акцент на відкритих стандартах та принципах (WMS/WFS, FAIR, API) та національних інфраструктурах геопросторових даних забезпечує міжгалузеву інтероперабельність і швидке масштабування інновацій.

Більшість програм передбачають прямі інвестиції у формування ринків геопросторових даних-як-послуг і запуск ринків наборів даних. Відкриття ресурсів, наприклад, Copernicus (ЄС), LiDAR HD (Франція), Digital Atlas (Австралія) чи GeoHub (Індія) перетворює офіційні геопросторові дані на «паливо» для комерційних застосунків. Одночасно майже всі стратегії інтегрують вимоги конфіденційності та безпеки даних, підсилюючи довіру до екосистеми геопросторових даних і знань.

Слід зазначити, що геоінформаційні технології переходять від допоміжного інструмента до ядра цифрових бізнес-моделей та державного управління. Водночас стратегії закладають масштабні освітні ініціативи: наприклад, підготовка 50 000 дата-спеціалістів у Кореї, 250 000 цифрових фахівців у ЄС, масові курси підвищення кваліфікації у Сполученому Королівстві та Digital Earth в Австралії. Таким чином зміцнюється «трикутник»:

дані, технології, кваліфіковані кадри, який необхідний для сталого розвитку НІГД та економіки в цілому. Підсумовуючи, ці національні стратегії демонструють глобальну тенденцію до створення єдиних геопросторових інфраструктур, де обмін даними між галузями відбувається в реальному часі.

На основі досліджених стратегічних підходів до розвитку геопросторових даних та геоінформаційних технологій у провідних країнах світу сформовано рекомендації для геопросторової стратегії України:

1) передбачити створення інтегрованої системи управління НІГД на всіх рівнях: державному, регіональному та місцевому, забезпечити чіткий розподіл повноважень і відповідальності між органами влади згідно з урахуванням чинного законодавства у сфері національної інфраструктури геопросторових даних;

2) описати механізми систематичного оновлення, контролю якості, оприлюднення базових геопросторових даних у відповідності до вимог національних та міжнародних стандартів серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика» [19], OGC та специфікацій INSPIRE, а також відповідно до FAIR принципів для посилення координації роботи з даними;

3) запровадити використання штучного інтелекту в автоматизації збирання, опрацювання та аналізу геопросторових даних, у тому числі для геоінформаційного топографічного картографування;

4) запропонувати національну платформу тривимірних цифрових моделей місцевості для міст і регіонів з метою забезпечення безпеки і оборони, просторового планування, управління ризиками, моніторингу природних і техногенних об’єктів та явищ;

5) удосконалити освітні програми з геодезії та землеустрою, геоінформаційних систем і технологій у вищій освіті, та інтегрувати навчальні курси із зазначених освітніх програм у програми загальної середньої освіти;

6) забезпечити врахування потреб різних користувачів, підтримувати зворотний зв’язок з ними щодо функціоналу, актуальності та якості геоінформаційних сервісів;

7) врахувати ризики та розробити механізми захисту геопросторової інформації в умовах гібридних загроз;

8) запропонувати державну підтримку для запуску хмарних геоінформаційних платформ, сервісів, що функціонують у реальному часі;

9) передбачити конкретні показники досягнення цілей стратегії з періодичним їх переглядом, моніторингом та звітністю (наприклад, щорічно).

Список джерел

1. Geoscience Australia. Strategy 2028. Earth sciences for Australia’s future. URL: https://www.ga.gov.au/strategy-2028 (дата звернення: 19.05.2025).

2. Instituto Nacional De Estadística Y Geografía. Programa Estratégico del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica 2022-2046. SNIEG. URL: https://www.snieg.mx/Documentos/CONSEJO/sesiones/doc_12023/pesnieg_2022-2046.pdf (дата звернення: 19.05.2025).

3. Geospatial World Analysis. Geospatial Strategy for National Development. URL: https://un-ggim-ap.org/sites/default/files/media/docs/Geospatial-Strategy-for-National-Development-2022.pdf (дата звернення: 19.05.2025).

4. The Singapore Land Authority, the Maritime and Port Authority of Singapore. Singapore Geospatial Master Plan 2024-2033. URL: https://file.go.gov.sg/singapore-geospatial-master-plan-2024.pdf (дата звернення: 19.05.2025).

5. Zaki B. Khoury; Ko, Yoon-seok; Eom, Seok-Jin; Park, Keon Chul; Park, Jung-Eun; Cho, Bora; Jisoo Lee; Yulia Lesnichaya. Enabling Data-Driven Innovation: Learning from Korea's Data Policies and Practices for Harnessing AI (English). WBG Korea Office Innovation and Technology Notes; No. 11 Washington, D.C.: World Bank Group.

6. The Geospatial Commission. UK Geospatial Strategy 2030. URL: https://www.gov.uk/government/publications/uk-geospatial-strategy-2030/uk-geospatial-strategy-2030 (дата звернення: 19.05.2025).

7. Federal Geographic Data Committee. Building the Geospatial Future Together—The NSDI Strategic Plan 2025–2035. URL: https://www.fgdc.gov/nsdi-plan/nsdistrategicplan2035 (дата звернення: 19.05.2025).

8. The European Commission. A European strategy for data. URL: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data (дата звернення: 19.05.2025).

9. The National Institute of Geographic and Forest Information. IGN, scale up. Strategic Framework. URL: https://www.ign.fr/files/default/2022-02/ign_strategic_framework_english.pdf (дата звернення: 19.05.2025).

10. Ministry of Local Government and Regional Development. National geospatial strategy towards 2025 - Everything happens somewhere. URL: https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/national-geospatial-strategy-towards-2025/id2617560/?ch=1 (дата звернення: 19.05.2025).

11. Закон України Про національну інфраструктуру геопросторових даних: прийнятий 13 квіт. 2020 року № 554-IX// Відомості Верховної Ради України. – 2020. – № 37. – Ст. 277. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text

12. Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних: Постанова Кабінету Міністрів України від 26 трав. 2021 р. № 532. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-п#Text

13. Карпінський Ю.О. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних. / Ю.О. Карпінський та ін. – Київ: КНУБА, 2023. – 302 с.

14. Crompvoets J., Vancauwenberghe G., Ho S., Masser I, Timo de Vries W. (2018). Governance of national spatial data infrastructures in Europe. IJSDIR, Vol.13, pp. 253-285, DOI: 10.2902/1725-0463.2018.13.art 16.

15. Карпінський Ю.О., Лященко А.А. (2006). Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. К.: НДІГК, 106 с.

16. Карпінський Ю.О. Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Н.Ю. Лазоренко-Гевель. – К.: КНУБА, 2021. – 152 с.

17. Карпінський Ю. Національна інфраструктура геопросторових даних України у світовому вимірі: стан та нагальні завдання розвитку і сталого функціонування / Ю. Карпінський, А. Лященко, Д. Макаренко, А. Черін // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2021. – Вип. I (41). – С. 104–112.

18. Yurii Karpinskyi Yurii, Lazorenko-Hevel Nadiia. The system model of topographic mapping in the national spatial data infrastructure in Ukraine. Interdepartmental scientific and

technical review "Geodesy, Cartography and Aerial Photography". - Volume 92, 2020. – 24-36 p. https://doi.org/10.23939/istcgcap2020.92.024

19. Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних ДСТУ 8774:2018 – [Чинний від 2019-07-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».

20. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). Режим доступу: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj

Ph. D., Associate Professor **Lazorenko Nadiia**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

GLOBAL DEVELOPMENT TRENDS OF GEOSPATIAL DATA AND GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AND LESSONS FOR UKRAINE

"You can't use an old map to explore a new world." – The UK's Geospatial Strategy Unlocking the Power of Location (2020 – 2025).

The paper investigates strategic approaches to the development of geospatial data and geoinformation (GIS) technologies adopted by leading economies such as Australia, India, Norway, Mexico, the Republic of Korea, Singapore, the United Kingdom, the United States, the European Union and France. All reviewed geospatial strategies demonstrate a transition from conventional GIS to integrated geospatial platforms that fuse artificial intelligence (AI), machine learning (ML), cloud- and edge-computing, Internet-of-Things (IoT) sensor networks, high-precision GNSS, LiDAR and Earth-observation data, as well as national-scale digital twins.

Global geospatial strategies converge on four pillars. Data ecosystems: open, FAIR-compliant core datasets and cross-sector "data-as-a-service" marketplaces.

Technological convergence: real-time data and streaming analytics, automated image interpretation, VR/AR visualization and scalable API-first architectures ensuring interoperability (OGC, ISO 19100, INSPIRE).

Human capital: large-scale up-skilling programs (50,000 AI specialists in Korea, 250,000 digital talents in the EU, UK Data-Digital-Diversity initiative) that embed geospatial literacy from secondary school to postgraduate level.

Application domains include infrastructure and smart transport, precision agriculture and forestry, clean energy and climate resilience, public health, emergency response, the blue economy, and supply-chain optimization. These move geospatial intelligence from a supporting tool to the core of digital business and public-sector decision-making.

Despite the statutory establishment of a National Spatial Data Infrastructure (NSDI), Ukraine still faces fragmented core datasets, limited integration of artificial intelligence and 3-D technologies, inadequate interoperability, and a marked shortage of geospatial professionals. These imbalances hinder the digital transformation of the

national economy, complicate spatial planning for post-war reconstruction, and diminish the country's resilience to climatic and security challenges. Consequently, there is an urgent scientific and practical need to conduct a systematic review of global geospatial strategies, to identify both the universal and the context-specific components of their innovation landscapes, to evaluate associated risks, and to develop recommendations for an integrated, innovation-oriented geospatial strategy for Ukraine – one that incorporates international best practice into the Ukrainian NSDI and secures the nation's long-term socio-economic and environmental sustainability.

Keywords: geospatial data; GIS technologies; national geospatial strategies; artificial intelligence; digital twins; FAIR principles; NSDI.

REFERENCES

1. Geoscience Australia. Strategy 2028. Earth sciences for Australia's future. URL: https://www.ga.gov.au/strategy-2028 {in English}

2. Instituto Nacional De Estadística Y Geografía. Programa Estratégico del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica 2022-2046. SNIEG. URL: https://www.snieg.mx/Documentos/CONSEJO/sesiones/doc_12023/pesnieg_2022-2046.pdf {in English}

3. Geospatial World Analysis. Geospatial Strategy for National Development. URL: https://un-ggim-ap.org/sites/default/files/media/docs/Geospatial-Strategy-for-National-Development-2022.pdf. {in English}

4. The Singapore Land Authority, The Maritime and Port Authority of Singapore. Singapore Geospatial Master Plan 2024-2033. URL: https://file.go.gov.sg/singapore-geospatial-master-plan-2024.pdf. {in English}

5. Zaki B. Khoury; Ko, Yoon-seok; Eom, Seok-Jin; Park, Keon Chul; Park, Jung-Eun; Cho, Bora; Jisoo Lee; Yulia Lesnichaya. Enabling Data-Driven Innovation: Learning from Korea's Data Policies and Practices for Harnessing AI (English). WBG Korea Office Innovation and Technology Notes; No. 11 Washington, D.C.: World Bank Group. {in English}

6. The Geospatial Commission. UK Geospatial Strategy 2030. URL: https://www.gov.uk/government/publications/uk-geospatial-strategy-2030/uk-geospatial-strategy-2030. {in English}

7. Federal Geographic Data Committee. Building the Geospatial Future Together— The NSDI Strategic Plan 2025–2035. URL: https://www.fgdc.gov/nsdi-plan/nsdistrategicplan2035. {in English}

8. The European Commission. A European strategy for data. URL: https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/strategy-data. {in English}

9. The National Institute of Geographic and Forest Information. IGN, scale up. Strategic Framework. URL: https://www.ign.fr/files/default/2022-02/ign_strategic_framework_english.pdf. {in English}

10. Ministry of Local Government and Regional Development. National geospatial strategy towards 2025 - Everything happens somewhere. URL: https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/national-geospatial-strategy-towards-2025/id2617560/?ch=1. {in English}

11. The Law of Ukraine On the National Infrastructure of Geospatial Data: adopted on April 13. 2020 No. 554-IX// Information of the Verkhovna Rada of Ukraine. – 2020. – No. 37. – 277. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text. {in Ukrainian}

12. On the approval of the Procedure for the functioning of the national infrastructure of geospatial data: Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated May 26. 2021 No. 532. {in Ukrainian}

13. Karpinskyi Y.O. Fundamentals of creating interoperable geospatial data/ Y.O. Karpinsky et al. Kyiv: KNUBA, 2023. 302 p. {in Ukrainian}

14. Crompvoets J., Vancauwenberghe G., Ho S., Masser I, Timo de Vries W. (2018). Governance of national spatial data infrastructures in Europe. IJSDIR, Vol.13, pp. 253-285. {in English}

15. Karpinskyi Y.O., Liashchenko A.A. (2006). Strategy for the formation of national geospatial data infrastructure in Ukraine. K.: NDIGK, 106 p. {in Ukrainian}

16. Karpinsky, Y.O., Lyashchenko, A.A., & Lazorenko-Gevel, N. (2021). Fundamentals of GIS. Standardization of geographic information. Kyiv National University of Construction and Architecture {in Ukrainian}.

17. Karpinskyi Y., Liashchenko A., Makarenko D., Cherin A. (2021) National geospatial data infrastructure of Ukraine in the global dimension: state and urgent tasks of development and sustainable functioning. Modern achievements of geodetic science and production: collection of scientific works, Issue I (41), 2021, pp. 104-112. {in Ukrainian}

18. Yurii Karpinskyi Yurii, Lazorenko-Hevel Nadiia. The system model of topographic mapping in the national spatial data infrastructure in Ukraine. Interdepartmental scientific and technical review "Geodesy, Cartography and Aerial Photography". - Volume 92, 2020. – 24-36 p. {in English}

19. The National Standard of Ukraine DSTU 8774:2018 “Geographic information. Geospatial data modeling rules”. {in Ukrainian}

20. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). Режим доступу: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.579-597
УДК 338.2:352

к.т. н., доцент **Міхно П.Б.,**
mikhno1982@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8045-6478,
к.т.н., доцент **Шелковська І.М.,**
selkovskaya291@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0986-381X,
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Крисанова Ю.Г., fkm11@ukr.net, ORCID: 0009-0003-7312-2412,
Олександрійська міська рада,
к.с.-г.н., доцент **Шемякін М.В.,**
misha.uman@gmail.com, ORCID 0000-0002-3621-1446,
Уманський національний університет

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ РОЗВИТКУ ОЛЕКСАНДРІЙСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

Розглядаються особливості застосування методу експертних оцінок для розроблення стратегії розвитку Олександрійської територіальної громади Кіровоградської області. Залучені експерти на основі аналізу соціально-економічного стану Олександрійської громади оцінили її характеристики за 5-ти бальною шкалою. На підставі аналізу можливостей і сильних сторін встановлено та оцінено порівняльні переваги цієї громади, можливостей і слабких сторін – виклики, загроз і слабких сторін – ризики, а також заходи стримування загроз за рахунок використання сильних сторін. Визначено інтегральні оцінки значимості можливих напрямків розвитку громади.

Ключові слова: стратегія розвитку; метод експертних оцінок; Олександрійська громада.

Постановка проблеми. Стратегії розвитку територіальних громад в Україні належать до документів стратегічного планування державної регіональної політики [1]. Прогнозні документи щодо соціально-економічного розвитку регіону розробляють на підставі комплексного аналізу трудових ресурсів, природного, виробничого, науково-технічного потенціалу, стану економіки, демографічної ситуації, соціальної сфери та інфраструктури регіону, з урахуванням очікуваного впливу зовнішніх політичних, економічних та інших чинників [2]. Виконувати такий аналіз при розробленні стратегій розвитку територій (сільськогосподарських підприємств, міст, територіальних громад і окремих регіонів) допомагає SWOT-аналіз із залученням експертів і представників громадськості [4, 5].

Розроблення короткострокових (1-2 роки), середньострокових (3–5 років) чи довгострокових (більше 5 років) стратегій розвитку територіальних громад регламентують Закон України «Про засади державної регіональної політики» [1] та Методичні рекомендації щодо порядку розроблення, затвердження, реалізації, проведення моніторингу та оцінювання реалізації стратегій розвитку територіальних громад [6]. Ці методичні рекомендації передбачають застосування SWOT-аналізу і залучення експертів, проте не визначають порядок застосування та опрацювання експертних оцінок.

Стратегії розвитку територій визначаються парною комбінацією внутрішніх та зовнішніх чинників [7], тому в умовах воєнного стану рішення щодо стратегічного планування розвитку територіальних громад повинні не лише задовольняти нормативні вимоги, а також бути науково обґрунтованими.

Актуальність та новизна. Проблеми розроблення стратегій та програм розвитку на регіональному рівні є важливими та актуальними також для Олександрійської міської територіальної громади Кіровоградської області. Для визначення пріоритетної стратегії розвитку громади застосовано метод експертних оцінок.

Мета роботи. Стратегічне планування розвитку Олександрійської громади із застосуванням та опрацюванням експертних оцінок.

Методи дослідження. Застосовано метод експертних оцінок, що включає анкетування експертів щодо важливості внутрішніх і зовнішніх характеристик Олександрійської громади для її розвитку. Умовою ефективного використання методу експертних оцінок є достатня обізнаність експерта з досліджуваної проблеми, високий рівень освіченості, здатність давати вичерпні відповіді без попередньої підготовки.

Аналіз досліджень і публікацій. SWOT-аналіз передбачає умовний поділ чинників, що характеризують стан та визначають перспективу подальшого розвитку території, на внутрішні ознаки територіального утворення та зовнішні чинники [8–11]. При його проведенні необхідно коректно відносити досліджувані характеристики до сильних і слабких сторін, можливостей і загроз [10], а також встановлювати їх відносну важливість для формулювання стратегічних цілей і завдань.

Простим і зручним способом визначення важливості порівнюваних чинників є бальна оцінка. В містобудуванні бальна оцінка застосовується для оцінки території міст і регіонів [12].

Для оцінювання значимості досліджуваних чинників (балами або рангами) застосовують метод експертних оцінок. Особливістю цього методу є вираження впливу чинника на прийняття рішення судженням (оцінкою) людини, що за певними критеріями вважається експертом у відповідній галузі.

Експерти встановлюють шкалу оцінювання, фактори впливу на прийняття рішень та оцінюють їх у спеціальних анкетах. Для визначення значимості чинників, оцінювання статистичної узгодженості експертних суджень та достовірності отриманих результатів найчастіше застосовують метод рангової кореляції [13].

Критерієм оцінки узгодженості експертних суджень слугує коефіцієнт конкордації, що залежить від кількості експертів, кількості оцінюваних чинників, кількості зв'язаних (однакових) рангів, відхилень суми рангів окремого чинника від середнього арифметичного значення рангів, встановлених кожним експертом. Значущість коефіцієнта конкордації перевіряється за критерієм Пірсона, залежно від рівня значущості та числа ступенів свободи [14].

Судження експертів неузгоджені за значень коефіцієнта конкордації від 0 до 0,2, слабо узгоджені – (0,2–0,4), помітно узгоджені – (0,4–0,6); добре узгоджені – (0,6–0,8), сильно узгоджені – (0,8–0,9), і характеризуються дуже високою узгодженістю за значень цього коефіцієнта від 0,9 до 1,0 [13].

Дослідники [15–18] для аналізу поточного стану та визначення орієнтирів розвитку конкретних об'єктів пропонують різні варіанти опрацювання експертних оцінок.

На якість SWOT-аналізу та достовірність експертних оцінок впливає кваліфікація залучених експертів із земельних відносин, їх досвід, фаховість, обізнаність з досліджуваною проблемою [18]. Для всебічної оцінки проблеми можуть бути залучені представники громадськості, бізнесу та науки. Тому можливі як недооцінка, так і переоцінка деяких чинників, суб'єктивність оцінювання. Деякі дослідники [16] пропонують враховувати вплив на надійність оцінок неоднорідності експертів (за теоретичною підготовкою, практичним досвідом, посадою).

У статті [19] SWOT-аналізом встановлено характеристики Олександрійської громади, можливі напрямки розвитку цієї громади, розроблено очікувані сценарії її розвитку в сучасних умовах.

Результати дослідження. Олександрійська громада розташована у степовій зоні, в центральній частині України на сході Кіровоградській області. Адміністративний цент громади (м. Олександрія) знаходиться на перетині автошляхів міжнародного значення, залізничних магістралей [3]. Чисельність населення становить більше 90 тис. осіб. Клімат помірно континентальний. У складі земельного фонду переважають землі сільськогосподарського призначення. Серед ґрунтів переважають чорноземні. Природно-кліматичні умови сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур, розвитку садівництва і овочівництва.

Природно-мінеральні ресурси вирізняються значними покладами бурого вугілля з родовищ і розрізів Дніпровського буровугільного басейну. Промисловий потенціал представлений підприємствами машинобудування і харчової промисловості. Буровугільна промисловість наразі перебуває у кризовому стані [20].

Сильні сторони і зовнішні можливості позитивно впливають на сталий розвиток територіальної громади. Відповідно, слабкі сторони і зовнішні загрози впливають на нього негативно. Зв'язки між характеристиками громади, що визначають основні напрямки її розвитку, відображені на рисунках 1–4.

Для оцінки важливості характеристик Олександрійської громади залучено 10 експертів (рис. 5), які виконували оцінювання незалежно та неупереджено, спираючись на власний досвід роботи у сфері землеустрою та знання актуальних проблем територіальних громад. Серед експертів переважають представники бізнесу та органів місцевого самоврядування. Посадові особи органів місцевого самоврядування в своїх судженнях враховували існуючі програми, зокрема, Програму економічного і соціального розвитку Олександрійської громади [20].

Експертам у спеціальних анкетах пропонувалося оцінити за 5-ти бальною шкалою характеристики Олександрійської громади, які: є сильними сторонами цієї громади, що вирізняють її серед інших громад України; є слабкими сторонами громади, що визначають наявні проблеми; позитивно впливають на розвиток земельних відносин, економічну, екологічну та соціальну сфери, і є можливостями для розвитку; негативно впливають на розвиток земельних відносин Олександрійської територіальної громади, економічну, екологічну та соціальну сфери, а тому є загрозами для розвитку [19].

У шкалі оцінок бали позначають: 5 – великий (найбільш відчутний) вплив оцінюваної характеристики на розвиток громади; 4 – суттєвий, значний вплив на розвиток громади; 3 – помірний, середній вплив на розвиток громади; 2 – малий, незначний вплив на розвиток громади; 1 – найменший або мінімально можливий вплив.

Отримані експертні оцінки були опрацьовані (із визначенням середніх оцінок кожної з характеристик громади (рис. 6) і ваг (табл. 1)) та розподілені апріорним ранжуванням за рангами у порядку вагомості (табл. 2–5). Середні оцінки характеристик громади (рис. 6) відображають їх помірний, суттєвий або великий вплив на розвиток громади, і відсутність характеристик, якими можна знехтувати. Вагу середньої оцінки окремої характеристики визначено за часткою відповідної оцінки у загальній сумі середніх оцінок усіх характеристик у межах відповідної групи (сильні сторони, слабкі сторони, можливості, загрози).

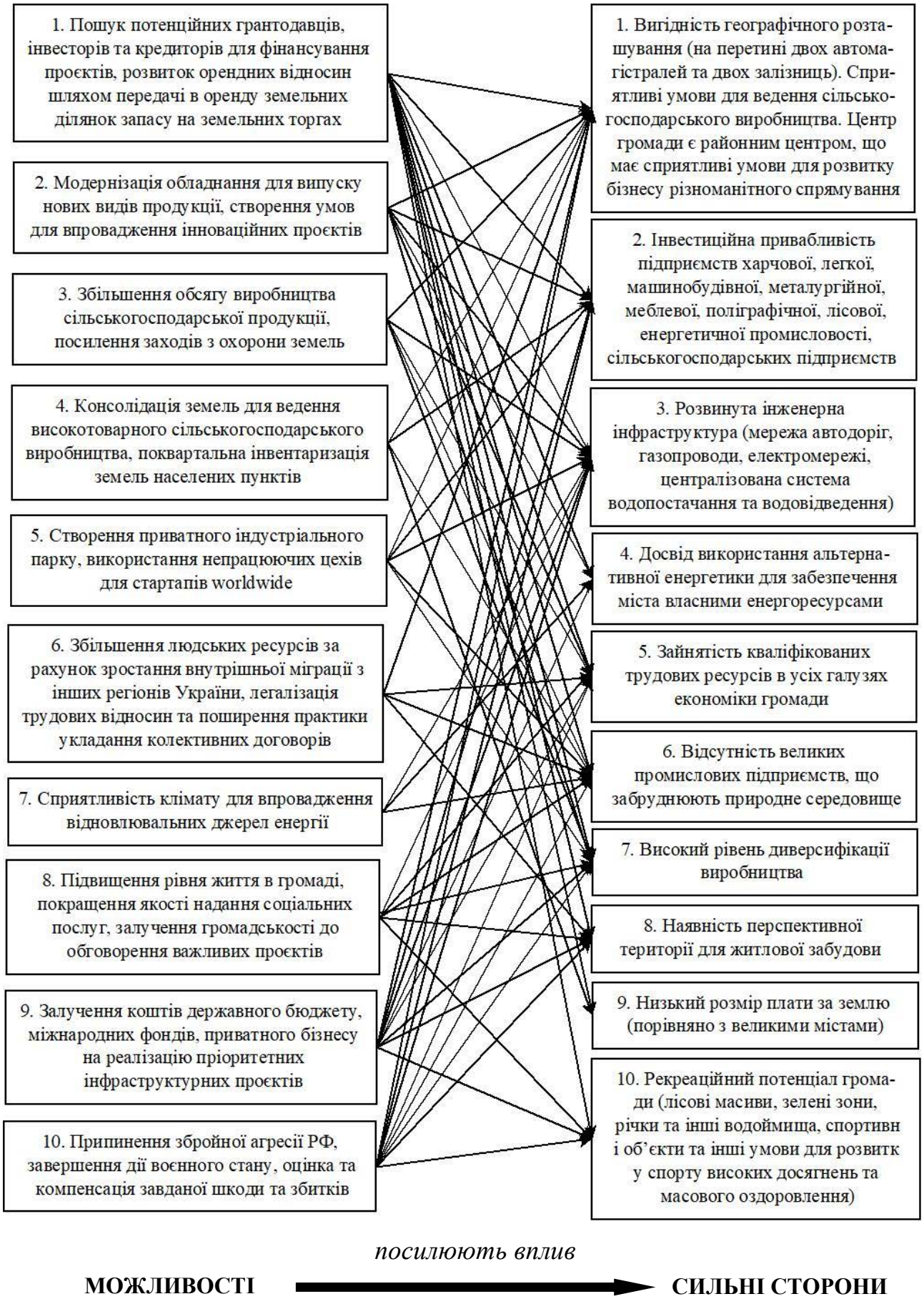


Рис. 1. Схема зв'язків між можливостями та сильними сторонами

Рис. 2. Схема зв'язків між можливостями та слабкими сторонами

Рис. 3. Схема зв'язків між загрозами та сильними сторонами

Рис. 4. Схема зв'язків між загрозами та слабкими сторонами

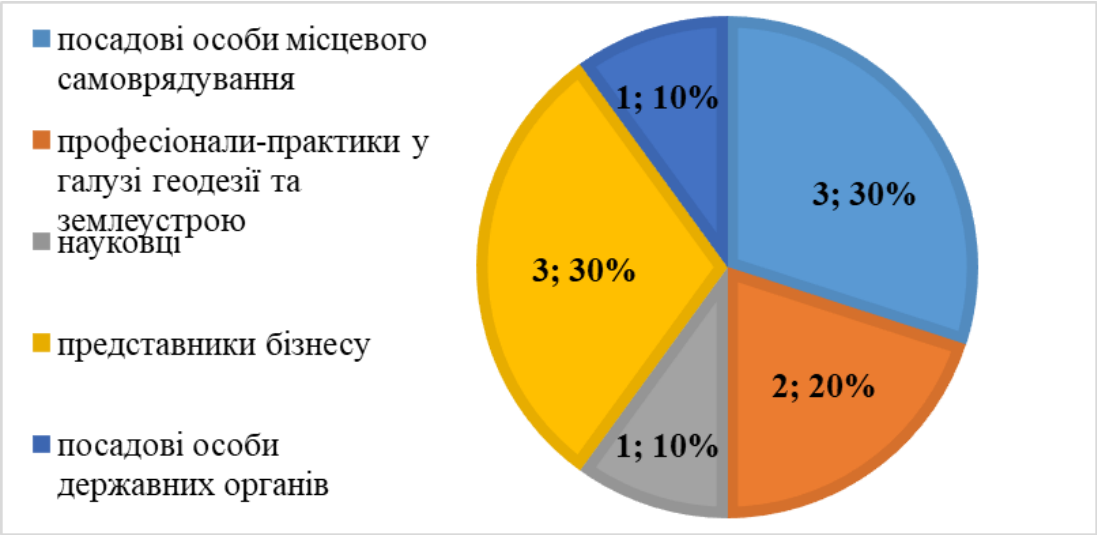


Рис. 5. Діаграма розподілу експертів за сферами професійної діяльності

Рис. 6. Діаграма середніх експертних оцінок характеристик Олександрійської громади

Умовний розподіл характеристик за значимістю (табл. 2–5) у межах кожної окремої групи виконаний за середніми рангами рівномірно залежно від загальної кількості характеристик: найбільш значимі мають ранги 1–4, значимі – 4,1–7, найменш значимі – 7,1–10.

Таблиця 1.

Ваги характеристик Олександрійської громади

Характеристики	Сильні сторони		Слабкі сторони		Можливості		Загрози	
	Серед--ні оцінки	Ваги середніх оцінок	Середні оцінки	Ваги середніх оцінок	Середні оцінки	Ваги середніх оцінок	Середні оцінки	Ваги середніх оцінок
1	5,000	0,131	3,800	0,102	4,200	0,106	5,000	0,126
2	4,100	0,107	3,300	0,089	4,100	0,103	4,100	0,104
3	3,800	0,099	2,600	0,071	3,800	0,095	4,500	0,114
4	3,100	0,079	3,400	0,092	3,000	0,075	4,400	0,111
5	3,100	0,079	4,500	0,121	3,400	0,085	3,300	0,084
6	4,100	0,107	3,200	0,086	4,300	0,108	3,700	0,094
7	3,500	0,089	3,900	0,105	4,300	0,108	3,700	0,094
8	3,900	0,102	4,000	0,108	3,800	0,095	3,600	0,091
9	3,600	0,094	4,400	0,118	4,000	0,1	3,800	0,096
10	4,300	0,113	4,000	0,108	5,000	0,125	3,400	0,086

Таблиця 2.

Матриця рангів сильних сторін Олександрійської громади

Сильні сторони	Ранги оцінок експертів										Середній ранг	Значимість
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
1	1,5	2,5	1	1	2	2	2	1	1,5	2,5	1,7	найбільш значима
2	5,5	7	4,5	3,5	2	9	6	4	4	2,5	4,8	значимі
3	5,5	2,5	4,5	8	5,5	5,5	9,5	8,5	6	2,5	5,8	
4	9,5	7	4,5	8	5,5	9	9,5	8,5	9	8,5	7,9	найменш значимі
5	9,5	10	9	8	9	5,5	6	8,5	9	6	8,0	
6	5,5	2,5	4,5	3,5	5,5	5,5	6	4	4	6	4,7	значимі
7	5,5	7	4,5	8	2	9	6	8,5	9	6	6,6	
8	5,5	7	9	3,5	9	2	2	4	7	2,5	5,2	
9	5,5	7	9	8	5,5	5,5	6	4	4	10	6,4	
10	1,5	2,5	4,5	3,4	9	2	2	4	1,5	8,5	3,9	найбільш значима

Таблиця 3.

Матриця рангів слабких сторін Олександрійської громади

Слабкі сторони	Ранги оцінок експертів										Середній ранг	Значимість
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
1	4,5	2,5	8,5	5	1	4	7,5	8,5	3,5	8	5,3	значимі
2	7,5	2,5	4	9	7	8	7,5	8,5	3,5	8	6,6	
3	9,5	8,5	4	9	9,5	8	7,5	10	8,5	10	8,4	найменш значима
4	7,5	5,5	10	7	7	8	10	3,5	3,5	2	6,4	значима

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
5	1,5	5,5	4	2	3,5	1,5	1,5	3,5	8,5	2	3,4	найбільш значима
6	9,5	8,5	4	9	9,5	8	4	3,5	3,5	8	6,8	значимі
7	4,5	2,5	4	5	3,5	8	7,5	3,5	8,5	5	5,2	
8	4,5	8,5	8,5	2	3,5	4	4	3,5	8,5	2	4,9	
9	1,5	2,5	4	2	7	1,5	1,5	7	3,5	5	3,6	найбільш значима
10	4,5	8,5	4	5	3,5	4	4	3,5	3,5	5	4,6	значима

Таблиця 4.

Матриця рангів можливостей для розвитку громади

Можли-вості	Ранги оцінок експертів										Середній ранг	Значимість
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
1	3,5	3,5	8	3,5	5	4	4,5	7	8	2	4,9	значимі
2	3,5	3,5	4	7	5	4	4,5	7	4	7	5,0	
3	7	8	8	7	9,5	4	4,5	7	1,5	7	6,4	
4	9,5	10	8	9,5	9,5	9	10	7	4	9,5	8,6	найменш значимі
5	9,5	3,5	8	9,5	5	4	4,5	10	8	9,5	7,2	
6	3,5	8	1,5	3,5	5	4	4,5	2,5	8	4,5	4,5	значимі
7	3,5	3,5	4	3,5	5	9	4,5	2,5	4	4,5	4,4	
8	7	8	8	7	5	9	9	2,5	8	2	6,6	
9	7	3,5	4	3,5	5	4	4,5	7	8	7	5,4	
10	1	3,5	1,5	1	1	4	4,5	2,5	1,5	2	2,2	найбільш значима

Таблиця 5.

Матриця рангів загроз для розвитку громади

Загро-зи	Ранги оцінок експертів										Середній ранг	Значимість
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
1	1	2,5	2,5	1	2,5	2,5	3	3	3	1	2,2	найбільш значима
2	3	6,5	9,5	3	2,5	2,5	3	7	8	5,5	5,0	значима
3	3	6,5	2,5	3	2,5	2,5	3	3	8	2,5	3,6	найбільш значимі
4	3	9,5	2,5	3	2,5	2,5	3	3	3	5,5	3,8	
5	7,5	2,5	9,5	9	7,5	7,5	9,5	9,5	3	9	7,4	найменш значима
6	7,5	6,5	6,5	6	10	7,5	7	7	3	2,5	6,4	значимі
7	7,5	2,5	6,5	6	7,5	7,5	7	7	8	5,5	6,5	
8	7,5	9,5	6,5	6	7,5	7,5	7	3	8	5,5	6,8	
9	7,5	2,5	2,5	9	5	7,5	3	9,5	3	9	5,8	
10	7,5	6,5	6,5	9	7,5	7,5	9,5	3	8	9	7,4	найменш значима

Загальна узгодженість експертних суджень щодо характеристик, що впливають на розвиток Олександрійської громади (табл. 6), оцінена за

відомими формулами розрахунку коефіцієнта конкордації Кендала та критерію Пірсона [13, 14]. За результатами аналізу узгодженості експертних оцінок (табл. 6) спостерігається помітна узгодженість щодо оцінки сильних сторін, можливостей та загроз. Щодо слабких сторін узгодженість слабка, що можна пояснити різними категоріями представників експертної групи (бізнес, фахівці з землеустрою, посадовці), погляд котрих на слабкі сторони може суттєво відрізнятися залежно від цілей професійної діяльності. Водночас для всіх характеристик значення критерію Пірсона перевищує табличне (табл. 6). Тому слабку узгодженість експертних суджень можна вважати прийнятною, а висновки достовірними. Можливості, як і загрози, нерівномірно взаємодіють із сильними та слабкими сторонами громади.

Таблиця 6.

Результати оцінювання узгодженості експертних суджень

Характеристики	Суми рангів			
	Сильні сторони	Слабкі сторони	Можливості	Загрози
1	17	53	49	22
2	48	65,5	49,5	50,5
3	58	84,5	63,5	36,5
4	79	64	86	37,5
5	80,5	33,5	71,5	74,5
6	47	67,5	45	63,5
7	65,5	52	44	65
8	51,5	49	65,5	68
9	64,5	35,5	53,5	58,5
10	39	45,5	22,5	74
Коефіцієнт конкордації, W	*0,470*	*0,315*	*0,429*	*0,411*
Характеристика ступеня узгодженості	*Помітна узгодженість*	*Слабка узгодженість*	*Помітна узгодже-ність*	*Помітна узгодже-ність*
Критерій Пірсона, χ^2	*42,259*	*28,323*	*38,602*	*37,019*
Табличне значення, $\chi^2_{табл}$	*16,921*	*16,921*	*16,921*	*16,921*

Для встановлення найбільш вірогідної стратегії розвитку громади використаний підхід (табл. 7–10), що враховує ваги характеристик і кількість їх зв’язків із характеристиками інших груп у попарних комбінаціях можливостей та загроз із сильними та слабкими сторонами, подібний до застосованого у дослідженні [17]. Наявність зв’язку між характеристиками громади позначена «1», його відсутність – «0». Інтегральна оцінка визначається як добуток ваги можливості (загрози) (табл. 1) і кількості взаємодій із сильними (слабкими) сторонами (табл. 7–10).

Інтегральні оцінки в останніх стовпцях матриць (табл. 7–10) виражають стратегічну значимість окремих характеристик для розвитку громади, а їх суми

– важливість можливих стратегій розвитку.

Таблиця 7.

Матриця переваг для Олександрійської громади
(взаємодій можливостей із сильними сторонами)

Можливості	Сильні сторони										Кількість взаємодій	Інтегральна оцінка
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1,060
2	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	6	0,618
3	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	5	0,475
4	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	4	0,300
5	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5	0,425
6	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	4	0,432
7	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	0,324
8	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	6	0,570
9	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	0,800
10	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	1,000
Сума	8	6	8	4	7	8	7	5	2	4	59	6,004

Таблиця 8.

Матриця викликів для Олександрійської громади
(взаємодій можливостей зі слабкими сторонами)

Можливості	Слабкі сторони										Кількість взаємодій	Інтегральна оцінка
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*		
1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	7	0,742
2	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	5	0,515
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,095
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,075
5	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	4	0,340
6	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0,216
7	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0,216
8	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6	0,570
9	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	8	0,800
10	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	7	0,875
Сума	5	4	1	1	6	5	7	3	6	5	43	4,444

Таблиця 9.

Матриця стримування для Олександрійської громади
(взаємодій загроз із сильними сторонами)

Загрози	Сильні сторони										Кількість взаємодій	Інтегральна оцінка
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*		
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	1,134
2	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	6	0,624
3	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	5	0,570
4	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	6	0,666
5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0,252

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
6	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	4	0,376
7	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	5	0,470
8	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	5	0,455
9	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0,288
10	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	5	0,430
Сума	9	7	2	2	4	3	5	6	6	7	51	5,265

Таблиця 10.

Матриця ризиків для розвитку Олександрійської громади
(взаємодій загроз із слабкими сторонами)

Загрози	Слабкі сторони										Кількість взаємодій	Інтегральна оцінка
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1,260
2	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	4	0,416
3	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	6	0,684
4	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	4	0,444
5	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	6	0,504
6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,188
7	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	7	0,658
8	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	8	0,728
9	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	5	0,480
10	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	5	0,430
Сума	7	5	4	5	5	6	7	6	6	6	57	5,792

Згідно із ними найбільш перспективним напрямком розвитку Олександрійської громади є використання наявних переваг громади.

За песимістичного сценарію розширення агресії, нестабільність або повне припинення підтримки України з боку країн-партнерів, може спричинити виникнення нових загроз та змінити існуючий баланс слабких і сильних сторін, можливостей та загроз у бік значного погіршення наявної соціально-економічної ситуації, земельних відносин та стану навколишнього середовища в громаді [21]. У такому випадку загрози загальнонаціонального значення переважатимуть можливості для розвитку, а сильні сторони громади не здатні компенсувати слабкі сторони і сталий розвиток не є можливим.

За реалістичного сценарію позитивні та негативні процеси на національному та місцевому рівнях відбуватимуться за інерцією.

Висновки. Відображено зв’язки між характеристиками Олександрійської громади, що визначають основні напрямки її розвитку. Проведено опитування експертів щодо важливості внутрішніх і зовнішніх характеристик Олександрійської громади Кіровоградської області у контексті планування розвитку цієї територіальної громади. Встановлено, що експертні судження є переважно помітно узгодженими. За вагами середніх експертних оцінок та

кількістю зв'язків між характеристиками громади встановлено, що найкращим варіантом регіонального розвитку для Олександрійської громади є використання зв'язків сильних сторін з можливостями у рамках стратегії реалізації наявних переваг регіонального потенціалу громади. Особливості прояву зовнішніх можливостей та загроз багато в чому залежать від невизначеностей, пов'язаних із протистоянням збройній агресії РФ. Припинення збройної агресії РФ посилить сильні сторони громади та зменшить вагомість слабких сторін. Натомість, розширення збройної агресії РФ може критично нівелювати абсолютно всі сильні сторони громади, значно посилити слабкі сторони та інші загрози.

Список використаних джерел

1. Про засади державної регіональної політики: Закон України від 05.02.2015. № 156-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/156-19#Text (дата звернення: 07.03.2025).

2. Тимошенко І.О. SWOT-аналіз як фактор стратегічного програмування сталого розвитку на регіональному рівні. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»*. 2011. Вип. 17. С. 144–151.

3. Стратегія сталого розвитку міста Олександрії до 2030 року. URL: https://olexrada.gov.ua/doc/eco/strategy2030_uk.pdf (дата звернення: 07.03.2025).

4. Civil participation in decision-making toolkit. Council of Europe, Centre of Expertise for Good Governance. 2020. URL: https://rm.coe.int/civil-participation-in-decision-making-toolkit-/168075c1a5 (дата звернення: 07.03.2025).

5. Strategic municipal planning. Council of Europe. Centre of Expertise for Good Governance. 2022. URL: https://rm.coe.int/smp-strategic-municipal-planning/16807470ea (дата звернення: 07.03.2025).

6. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо порядку розроблення, затвердження, реалізації, проведення моніторингу та оцінювання реалізації стратегій розвитку територіальних громад: Наказ Міністерствf розвитку громад та територій Екраїни від 21.12.2022 № 265. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0265914-22#Text (дата звернення: 07.03.2025).

7. Денисенко Н.О., Супрун О.А. Використання SWOT-аналізу території при розробці проектних рішень. *Містобудування та територіальне планування*. 2019. Вип. 70. С. 187–198.

8. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П., Гусєва К. Д. SWOT-аналіз екологічної складової урбанізованої території (на прикладі міста Одеса). *Ukrainian hydrometeorological journal*. 2019. № 23. С. 121–134.

doi: 10.31481/uhmj.23.2019.11.

9. Парфентьєва І.О., Сокур Т.Д. Містобудівний swot-аналіз смт. Луків Волинської області. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. 2021. Вип. 16. С. 129–134.

10. Смирнова С.М., Бірюкова О.О. Стратегії розвитку сільськогосподарського землекористування на основі SWOT-аналізу. *Інвестиції: практика та досвід*. 2021. № 1. С. 53–58.

11. Marko Šarić, Bojan Rosi. SWOT Analysis for the Cities of Hamburg and Rijeka. Scholars Journal of Arts, Humanities and Social Sciences. 2020. P. 508–513. DOI: https://doi.org/10.36347/sjahss.2020.v08i09.012.

12. Карпенко П.Ю. Основні методи містобудівної оцінки території. *Містобудування та територіальне планування*. 2010. Вип. 37. С. 188–202.

13. Перович І. Достовірність експертних суджень в оцінці нерухомості. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2013. Вип. 77. С. 20–23.

14. Домашенко Г.Т., Міхно П.Б., Артамонов В.В., Рудоман Ю.А. Особливості застосування експертних оцінок для стратегічної екологічної оцінки генеральних планів населених пунктів. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. Том 30 (69), ч. 2. № 6. С. 208–214. DOI: https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.6-2/36.

15. Переверза К.В. Методологія побудови сценаріїв розвитку складних соціальних систем із використанням морфологічного та SWOT-аналізу. Частина 1. *System Research & Information Technologies*. 2012. № 4. С. 124–137.

16. Попов С., Сенча І. SWOT-аналіз як інструмент із визначення стратегічних орієнтирів інноваційного розвитку системи державного управління. *Ефективність державного управління*. 2013. Вип. 37. С. 114–122.

17. Бочко О.Ю., Фалович В.А. SWOT-аналіз західного ринку молочної продукції. *Scientific Notes of Lviv University of Business and Law*. 2018. № 18. С. 16–21.

18. Данкевич В.Є. SWOT та PESTEL-аналіз сучасного стану земельних відносин в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 7. С. 93–103.

19. Міхно П.Б., Крисанова Ю.Г., Козарь В.І. Застосування SWOT-аналізу у стратегічному плануванні розвитку Олександрійської територіальної громади. *Просторовий розвиток*. 2024. Вип. 10. С. 507–518.

20. Про Програму економічного і соціального розвитку Олександрійської територіальної громади на 2024 рік: Рішення Олександрійської міської ради від 22 грудня 2023 року № 764. URL: https://olexrada.gov.ua/zakon/rmr.php (дата звернення: 09.03.2025).

21. Krysanova Y., Mikhno P. SWOT analysis of land resources of the Oleksandriia territorial community. *Science and Global Challenges in the Modern*

World: Proceedings of the International Scientific Conference (2024, November 4). Leicester, UK: Bookmundo. P. 14–17.

Candidate of science, Associate Professor **Mikhno Pavlo**,
Candidate of science, Associate Professor **Shelkovska Inna**,
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University,
Krysanova Yuliia, Oleksandriia City Council,
Candidate of agricultural sciences, Associate Professor **Shemiakin Mykhailo**
Uman national university

APPLICATION OF THE METHOD OF EXPERT ASSESSMENTS ON STRATEGIC DEVELOPMENT PLANNING OF THE OLEKSANDRIIA TERRITORIAL COMMUNITY

For the strategic planning of the development of the Oleksandriia territorial community of the Kirovohrad Oblast, the method of expert assessments was applied. The interconnections between opportunities and strengths, opportunities and weaknesses, threats and weaknesses, and threats and strengths are graphically represented, showing respectively strategies for comparative advantage, challenges, risks and threat containment for the community.

Experts were engaged to analyze the natural, industrial, scientific, and technological potential of the Oleksandriia community, along with its economic conditions, social sphere, environment, and other factors. The experts represent government agencies, local governments, the agricultural sector, geodesy and land management, and academia. Using a 5-point scale, the experts assessed the strengths and weaknesses of this community, opportunities and threats during the period of martial law. Average scores and weights were calculated for each of the community characteristics. The ranks of community characteristics were determined by a priori ranking. The consistency of expert judgments was assessed using the coefficient of concordance and Pearson's criterion.

To evaluate potential community development strategies, an approach was applied that considers the weights of opportunities and threats, as well as the number of their linkages with strengths and weaknesses in relevant pairwise combinations. The integral scores that express the strategic importance of individual characteristics for community development are determined. Based on the total integral assessments, the most promising strategic direction for the development of the Oleksandriia community is leveraging its existing advantages.

Key words: development strategy; expert assessment method; Oleksandriia community.

REFERENCES

1. On the Principles of State Regional Policy: The Law of Ukraine of 05 February 2015 No. 156-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/156-19#Text. {in Ukrainian}

2. Tymoshenko I.O. SWOT analysis as a factor of strategic programming of sustainable development at the regional level. *Scientific notes of Ostroh Academy National University, «Economics» series*. 2011. Issue. 17. P. 144–151. {in Ukrainian}

3. The city of Oleksandriia Strategy of sustainable development until 2030. URL: https://olexrada.gov.ua/doc/eco/strategy2030_uk.pdf. {in Ukrainian}

4. Civil participation in decision-making toolkit. Council of Europe, Centre of Expertise for Good Governance. 2020. URL: https://rm.coe.int/civil-participation-in-decision-making-toolkit-/168075c1a5. {in English}

5. Strategic municipal planning. Council of Europe. Centre of Expertise for Good Governance. 2022. URL: https://rm.coe.int/smp-strategic-municipal-planning/16807470ea. {in English}

6. On approval of the Methodological Recommendations on the Procedure for Developing, Approving, Implementing, Monitoring and Evaluating the Implementation of Territorial Community Development Strategies: Order of the Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine of 21.12.2022 No. 265. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0265914-22#Text. {in Ukrainian}

7. Denysenko N., Suprun O. Use of SWOT-analysis of territory in development of project decisions. *Urban Development and Spatial Planning*. 2019. Vol. 70. P. 187–198. {in Ukrainian}

8. Safranov T.A., Prykhodko V.Yu., Shanina T.P., Husieva K.D. SWOT analysis of the urbanized area environmental component (using the example of city of Odesa). *Ukrainian hydrometeorological journal*. 2019. No 23. P. 121–134. doi: 10.31481/uhmj.23.2019.11. {in Ukrainian}

9. Parfentieva I.O., Melnyk Yu.A., Sokur T.D. Urban planning SWOT-analysis of settlement Lukiv of Volyn region. *Modern Technologies and Methods Calculations in Construction*. 2021. Vol. 16. P. 129–134. {in Ukrainian}

10. Smyrnova S., Biriukova O. The strategies of development of agricultural landscaping is on the basis on SWOT-analysis. *Investments: Practice and Experience*. 2021. No 1. P. 53–58. DOI: 10.32702/2306-6814.2021.1.53. {in Ukrainian}

11. Marko Šarić, Bojan Rosi. SWOT Analysis for the Cities of Hamburg and Rijeka. *Scholars Journal of Arts, Humanities and Social Sciences*. 2020. P. 508–513. DOI: https://doi.org/10.36347/sjahss.2020.v08i09.012. {in English}

12. Karpenko P.Yu. Main methods of urban planning assessment of the territory. *Urban Development and Spatial Planning*. 2010. Issue. 37. P. 188–202. {in Ukrainian}

13. Perovych I. Reliability of expert opinions in real estate valuation. *Geodesy, Cartography and Aerial Photography*. 2013. Issue. 77. P. 20–23. {in Ukrainian}

14. Domashenko H.T., Mikhno P.B., Artamonov V.V., Rudoman Yu.A. Features of the use of expert assessments for strategic environmental assessment of general plans for settlements. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriia: Tekhnichni nauky*. 2019. Vol 30 (69), 2. No 6. P. 208–214. DOI: https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.6-2/36. {in Ukrainian}

15. Pereverza K.V. Methodology for building scenarios for the development of complex social systems using morphological and SWOT analysis. Part 1. *System Research & Information Technologies*. 2012. No 4. P. 124–137. {in Ukrainian}

16. Popov S., Sencha I. SWOT-analysis as a tool of strategic orientations definition of innovation development of public administration system. *Efficacy public administration*. 2013. Issue 37. P. 114–122. {in Ukrainian}

17. Bochko O.Yu., Falovych V.A. SWOT analysis of the western dairy market. *Scientific Notes of Lviv University of Business and Law*. 2018. No 18. P. 16–21. {in Ukrainian}

18. Dankevych V.Ye. SWOT and PESTEL analysis of the current status of land relations in Ukraine. *EKONOMIKA APK*. 2018. No 7. P. 93–103. {in Ukrainian}

19. Mikhno P., Krysanova Y., Kozar V. Application of SWOT analysis in strategic development planning of the Oleksandriia territorial community. *Spatial development*. 2024. Issue. 10. P. 507–518. {in Ukrainian}

20. About the Program of Economic and Social Development of the Alexandria Territorial Community for 2024: Decision of the Oleksandriysk City Council of December 22, 2023 No 764. URL: https://olexrada.gov.ua/zakon/rmr.php. {in Ukrainian}

21. Krysanova Y., Mikhno P. SWOT analysis of land resources of the Oleksandriia territorial community. *Science and Global Challenges in the Modern World: Proceedings of the International Scientific Conference (2024, November 4). Leicester, UK: Bookmundo*. P. 14–17. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.598-617
УДК 504.064.36

канд. техн. наук, доцент **Патракеєв І.М.**,
ipatr@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0448-8790,
канд. фіз.-мат. наук, доцент **Нафєєв Р.К.**,
donrkn@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2721-9718,
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
канд. техн. наук, доцент **Зіборов В.В.**,
ziborov@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4397-1782,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ БІНАРНИХ МОДЕЛЕЙ: ЛОГІТ ТА ПРОБІТ АНАЛІЗ

Вивчається процес прийняття рішень в умовах невизначеності, використовуючи теорію очікуваної корисності (ТОК). Основна увага приділяється аналізу впливу ймовірнісного шуму на процеси вибору альтернатив. Для моделювання невизначеності використовуються логіт та пробіт моделі, які дозволяють враховувати стохастичний характер рішень експертів та проаналізувати вплив випадкових факторів на ймовірність вибору певної альтернативи.

Проведено аналіз математичних основ логіт та пробіт моделей, показано їх відмінності в підході до розподілу випадкових факторів. Порівняльний аналіз моделей був проведений на прикладі вибору альтернатив "низьковуглецевого" сценарію розвитку міського середовища. Моделюючи ймовірність вибору альтернатив, було визначено домінуючу альтернативу, яка має найбільш очікувану корисність. Отримані дані дозволяють оцінювати вплив випадкових факторів на вибір експертів та регулювати параметри моделей імовірного вибору альтернатив залежно від умов рішення проблем.

Результати дослідження можуть бути використані для розробки експертних систем прийняття рішень, прогнозування поведінкових моделей в економіці, містобудуванні та екології.

Ключові слова: теорія очікуваної корисності; логіт модель; пробіт модель; невизначеність; стохастичний шум; імовірнісне моделювання; прийняття рішень; альтернативний вибір; сталий розвиток міст.

Постановка проблеми. Теорія прийняття рішень має нормативне застосування: її використовують для підвищення якості ухвалених рішень. У сфері теорії управління та дослідження операцій рекомендується орієнтуватися на альтернативу з максимальною очікуваною корисністю. Проте найбільшу

цінність теорія очікуваної корисності (ТОК) має під час моделювання поведінки особи, яка приймає рішення (ОПР), особливо в умовах невизначеності.

Очікувану корисність слід розуміти як міру переваги одного результату над іншим на основі переконань і вподобань ОПР. Використання теорії ймовірностей створює формальну основу для оцінки рівня невизначеності та ухвалення раціональних рішень у ситуаціях ризику.

ТОК виникла як розвиток теорії ігор і на сьогодні є основою ухвалення рішень у різних сферах людської діяльності, особливо в умовах невизначеності. Вона широко застосовується для аналізу альтернатив управлінських рішень, де ОПР відіграє центральну роль, але змушена ухвалювати рішення за недостатньої визначеності. ТОК стає особливо корисною у випадках, коли немає однозначного лідера з максимальною корисністю. У такій ситуації теорія дозволяє оцінити ймовірності реалізації кожної альтернативи та визначити їхню очікувану корисність.

Важливим аспектом моделювання процесу ухвалення рішень є врахування ймовірного шуму. У загальному випадку кожна альтернатива має набір характеристик, що визначають її ефективність. У програмах муніципального розвитку, спрямованих на забезпечення сталого розвитку міського середовища (МС), такі характеристики можуть відображати показники функцій корисності, які дозволяють оцінювати різні сценарії розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теорія очікуваної корисності (ТОК) є основою для багатьох моделей прийняття рішень в різних сферах, включаючи медицину, інженерію, психологію та в багатьох інших. Література з цієї теми охоплює широкий спектр досліджень, від аксіоматичних формулювань ТОК, таких авторів як фон Нейман і Моргенштерн [15], Севідж [19], Анскомб та Ауманн [6], до емперічних досліджень, які оцінюють її математичну форму та застосування [10]. Одним з ключових досліджень в медицині [7] роглядає ТОК, як норматив для прийняття рішень, тоді як в дослідженні [10] автори розглядають застосування очікуваної корисності для прийняття рішень на основі даних моніторингу навколишнього середовища. В психології та соціальних дослідженнях ТОК використовується для аналізу процесу прийняття рішень, включаючи аксіоми транзитивності, незалежності та повноти [20].

Автор в досліджені [12] висвітлює питання використання ТОК для формального моделювання рішень в умовах, коли підсумкові результати невизначено. Оскільки невизначеність є звичайним явищем при ухваленні управлінських рішень, використання ТОК має велике значення при побудові моделей інтерпретації емпіричних результатів. В дослідженні [14] розглянуто

нормативні та описові аспекти прийняття рішень. Показано, що ТОК є домінуючою нормативною теорією прийняття рішень в сучасних умовах, коли особа, яка приймає рішення (ОПР), виробляє висновок на основі різних ознак, таких як контекст, спогади та емоції. В статті [16] розглядаються історичні аспекти теорії прийняття рішень, теорії корисності, перспективи застосування ТОК, її застосуванні у реальному житті. Показано, що ТОК є важливою частиною теорій прийняття рішень, а також теорії перспектив. Відповідно до теорії перспектив та ТОК, ОПР можуть приймати рішення, ґрунтуючись на відносній важливості прогнозованих сценаріїв, альтернатив, а евристики можуть значно впливати на їх вибір.

Серед вітчизняних публікацій на тему застосування очікуваної корисності при виборі альтернатив можна назвати роботу М. Довбенка [1] та епізодичне застосування елементів теорії очікуваної корисності фон Неймана-Моргенштерна в рамках дослідження окремих економічних проблем можна додати дослідження [4, 5]. В роботі [2] автором запропоновано розповсюдження теореми про очікувану корисність на ситуації прийняття рішень з випадковими наслідками. В статті [3] розглянуто сутність невизначеності у процесі прийняття управлінських рішень та причини її виникнення.

Мета статті. Метою статті є підвищення обґрунтованості прийняття рішень експертами при виборі альтернатив умовах невизначеності. Для досягнення цієї статті розглянуто застосування теорії очікуваної корисності для оцінювання та порівняння потенційних довгострокових вигід та компромісів, пов’язаних з кожною з можливих альтернатив.

Викладення основного матеріалу дослідження. Сьогодення процеси прийняття рішень частіше моделюються з використанням теорії очікуваної корисності (ТОК). Теорія очікуваної корисності постала як доповнення до теорії ігор. ТОК має широке застосування у всіх сферах діяльності, де особа, яка приймає рішення (ОПР), виконує важливу та домінуючу роль, але має прийняти рішення в умовах невизначеності.

ТОК може бути корисною у випадку, якщо нема однозначного лідера з максимальним значенням корисності. У цьому випадку ТОК дозволяє оцінити ймовірність виникнення кожної альтернативи та їхню очікувану корисність на підставі цих ймовірностей. Таким чином, можна вибрати найбільш оптимальну альтернативу на основі комбінації ймовірності її успішної реалізації та очікуваної корисності. При моделюванні прийняття рішень важливим питанням є врахування ймовірного шуму.

Аксіоматика ТОК ґрунтується на існуванні чотирьох аксіом:

– ***аксіома повноти***. Для довільних альтернативA_i, A_j выполняется условие $A_i > A_j$, $A_j > A_i$ або $A_i = A_j$, тобто при виборі альтернатив A_i та A_j ОПР повинен або віддати перевагу A_i, або віддати перевагу A_j, або повинно бути все одно;

– ***аксіома транзитивності***. Якщо $A_{i-1} > A_i \;\&\; A_i > A_{i+1} \Rightarrow A_{i-1} > A_{i+1}$. Тобто, якщо для ОПР альтернатива A_{i-1} здається краще ніж A_i, а A_i краще, ніж A_{i+1}, то буде обрано альтернативу A_{i-1};

– ***аксіома незалежності***. При умові, що $A_{i-1} > A_i$ та вірогідністю $p \in (0,1]$ для будь-якого A_{i+1} виконується умова – $pA_{i-1} + (1-p)A_{i+1} > pA_i + (1-p)A_{i+1}$. Тобто, якщо для ОПР альтернатива A_{i-1} краще, ніж A_i, то ОПР віддасть перевагу заміні A_i на A_{i-1} (з тією ж вірогідністю p), незалежно від третьої альтернативи A_{i+1};

– ***аксіома безперервності***. При виконанні умові $A_{i-1} > A_i > A_{i+1}$ можна подати A_{i+1} у вигляді $pA_{i-1} + (1-p)A_{i+1}$, де $p \in (0,1]$. Тобто, якщо ОПР віддає перевагу альтернативі A_{i-1} ніж альтернативі A_i , а A_i має перевагу більше ніж A_{i+1} то існує така вірогідність p що ОПР буде все одно, чи отримає альтернативу A_i гарантовано, або буде покладатись на випадок, який надає більш корисну альтернативу A_{i-1}, ніж альтернатива A_i з негарантованою ймовірністю p, або менш корисну альтернативу A_{i+1}.

Визначені аксіоми дозволяють розглядати переваги ОПР через функцію корисності, отже вибір найкращого варіанта зводиться до вибору варіанта з найвищою очікуваною корисністю [9, 8]. В контексті МС ці принципи можуть допомогти оцінити різні стратегії та проекти на основі їх очікуваної корисності для досягнення стійкого розвитку та досягнення благополуччя міст.

Процеси ухвалення рішень часто моделюються з використанням теорії очікуваної корисності. Теорія очікуваної корисності ґрунтується на припущенні, що кожній можливій альтернативі у процесі прийняття рішень відповідає значення її корисності, і що вибір кращої альтернативи відповідає найвищому значенню її корисності.

Для врахування багатьох джерел невизначеності, які можуть впливати на процес прийняття рішень, до корисностей додається випадковий шум перед прийняттям рішення. Цей випадковий компонент у вигляді шуму робить процес прийняття рішень ймовірнісним, що за певних умов ймовірність P_i вибору альтернативи A_i подано, як:

$$P_i = \frac{\exp(\beta \cdot U_i)}{Z(\beta)}, \tag{1}$$

де P_i – ймовірність вибору $i-$ ї альтернативи;

U_i – значення корисності $i-$ ї альтернативи;

β – показник, який модулює вплив корисності U_i на ймовірність вибору $i-$ ї альтернативи P_i;

$Z(\beta)$ – нормалізуюча константа, яка визначається наступним чином: $Z(\beta) = \sum_i^m \exp(\beta \cdot U_i)$, де $i = \overline{1,m}$.

Чим менше показник β, тим сильніший вплив випадкового шуму на прийняття рішення, що робить такий процес більш детермінованим.

Моделювання процесу прийняття рішення полягає в визначенні функцій корисності U_i для кожної доступної альтернативи A_i. При моделювання процесів прийняття рішень облік шуму (β) має вирішальне значення. Врахування шуму вносить ймовірний характер в процеси прийняття рішень. З метою врахування такої випадкової величини (ВВ), як шум в процес прийняття рішень застосовуються регресійні моделі *пробіт* модель та *логіт* модель. Такі регресійні моделі дозволяють виконати врахування впливу значення отриманих показників корисності альтернатив на імовірність їх вибору. *Пробіт* та *логіт* моделі є засобами включення такої вірогідної величини, як шум в моделі прийняття рішень. Ці моделі передбачають певні розподіли шуму, які описуються відповідно нормальним та логістичним законом розподілу випадкової величини.

На рис. 1 подано графіки, які характеризують відмінності між щільністю ВВ (ξ) за а) нормальним та логістичним законами, б) розподілом випадкової величини за відповідними законами. В якості ξ в статті розглядається шум, який може враховуватись в процесі прийняття рішень.

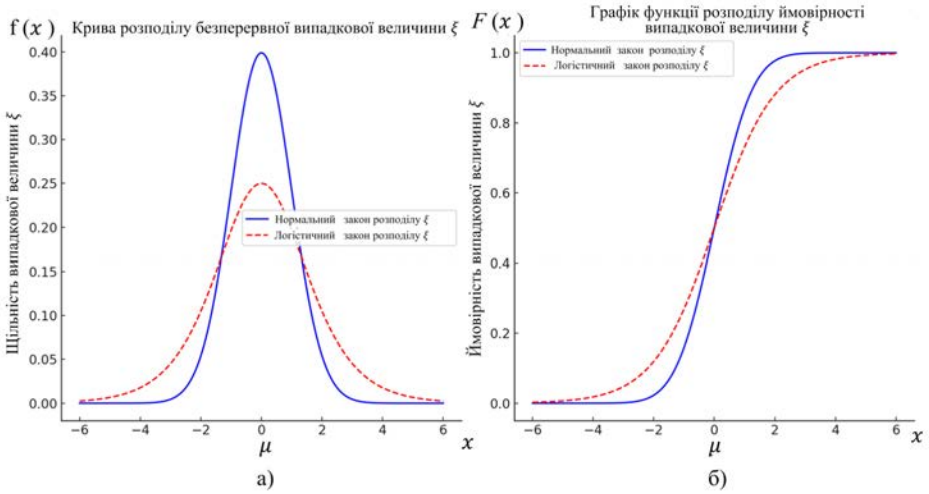


Рис. 1. Відмінності між нормальним та логістичним законами розподілу випадкової величини ξ

Графіки логістичного та нормального розподілу такої випадкової величини, як шум (ξ) мають подібності, але й мають ключові відмінності в таких елементах як форма кривих, хвостів та швидкості їх зміни. Основні відмінностями є:

– графік щільності розподілу випадкової величини ξ за нормальним законом має симетричну колоподібну форму, хвости графіка функції розподілу безперервної випадкової величини спадають експоненціально, що робить екстремальні значення маловірогідними. Під екстремальними значеннями розуміються такі значення випадкової величини ξ, які значно відрізняються від середніх значень, або з'являються тільки на краях функції розподілу;

– графік щільності розподілу ВВ (ξ) за логістичним законом також має симетричну форму, але піки «гостріші», а хвости графіка спадають більш повільніше ніж при нормальному законі, що означає ймовірність отримання екстремальних значень вище, ніж за нормальним законом розподілу ВВ.

Логіт модель передбачає, що ξ має логістичний закон розподілу:

$$F(x) = \frac{e^x}{1+e^x},$$

та однакову дисперсію σ_j^2 для кожної альтернативи A_j.

В такому випадку імовірність вибору *j*-ї альтернативи визначається формулою: $P_j = \frac{\exp(\beta \cdot U_j)}{\sum_{j=1}^{n} \exp(\beta \cdot U_j)}$,

де U_j – корисність *j*-ї альтернативи A_j, $j = \overline{1,n}$;

n – кількість альтернатив.

β – параметр, який обернено пропорційний дисперсії випадкової величини шуму, $\beta = 1/\sigma^2$.

Пробіт модель передбачає, що ВВ шуму має нормальний закон розподілу:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{\frac{-x}{2}} dx,$$

та може мати не однакову дисперсію σ_j^2 для кожної з можливих альтернатив A_j: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \cdots \neq \sigma_k^2$,

де k – кількість альтернатив A_j ($j = \overline{1,k}$).

В цьому випадку ймовірність вибору *j*-ї альтернативи визначається формулою:

$$P_j = \Phi\left(\frac{U_j - U_k}{\sqrt{\sigma_j^2 - \sigma_k^2}}\right),$$

де U_j та U_k – корисності відповідно *j*-ї та *k*-ї альтернативи, $j = \overline{1,n}$, $k = \overline{1,n}$, $j \neq k$;

σ_j^2 , σ_k^2 – дисперсії шуму відповідно *j*-ї та *k*-ї альтернативи, *j* $=\overline{1,n},\ k = \overline{1,n},\ j \neq k$;

n – кількість альтернатив.

Φ – функція стандартного нормального розподілу випадкової величини шуму.

Логіт та пробіт моделі є фундаментальними методами дискретного вибору, дозволяючи враховувати вплив випадкових факторів та невизначеності в процесі прийняття рішень.

Обговорення результатів дослідження. Сьогодні актуальною для України є стратегічна мета – перехід до енергосистеми з використанням джерел енергії з низьким вмістом вуглецю, розвиток чистих джерел електрики та тепла, підвищення енергоефективності та економії енергії у всіх секторах економіки. ООН пропонує дорожню карту для стійкого зеленого відновлення та більш тісної інтеграції з країнами Європейського Союзу. За даними ООН, відновлювані джерела енергії можуть забезпечити майже 80% економіки України до 2050 року. В роботах [13, 18, 17] пропонується показник ефективності (KPI – Key Performance Indicators) на основі індикаторів речовино-енергетичних потоків МС. Показник ефективності ґрунтується на логічних правилах, які забезпечують отримання значення KPI в інтервалі від 0 до 100.

Емпіричний зміст показника полягає в тому, що KPI може використовуватися як симулятор процесу прийняття рішень групою експертів. Експерти обирають найбільш бажаний сценарій розвитку з кількох альтернатив, орієнтуючись на принципи сталого розвитку МС.

Альтернативи – це варіанти схвалюваних рішень. Альтернативи є невід'ємною частиною процесу прийняття рішень. Критерії є засіб опису характеристик варіантів рішень, відображає відмінності між альтернативами з точки зору вподобань експерта.

У таблиці 1 подано три гіпотетичні альтернативи сценарію "низьковуглецевого" розвитку МС.

Таблиця 1

Сценарій "низьковуглецевого" розвитку міського середовища	
Порядковий номер альтернативи	Зміст альтернативи
Альтернатива 1	Збільшення частки відновлювальних джерел енергії в структурі енергоспоживання міста
Альтернатива 2	Збільшення частки перероблюваних відходів в структурі міського господарства
Альтернатива 3	Комплексний розвиток "без вуглецевого" громадського та приватного транспорту

На рис. 2 подано результати досліджень [13, 17, 18], які показують зміни показника ефективності МС в залежності від:

– викидів CO_2 від громадського та приватного автотранспорту, що є одним з основних джерел забрудннення повітря в МС;

– частки перероблюваних відходів життєдіяльності населення та викидів парникових газів, вимірюваних в CO_2-еквіваленті;

– частки відновлюваної та загальної кількості спожитої енергії в енергетичній структурі міста.

Отримані поверхні можна інтерпретувати, як а) ландшафт показника ефективності МС в просторі двох змінних для відповідних альтернатив. Було побудовано карти ліній однакового рівня ефективності МС. Показано, що максимальне зростання ефективності відбувається, якщо рухатися в ортогональному напрямку відповідно контурних ліній. На основі цих карт побудовано функції корисності б) для кожної з розглянутих альтернатив.

Оцінювання багатокритеріальних альтернатив на основі характеристик функцій корисності. Функція корисності дозволяє визначити переваги експертів на множині допустимих альтернатив, а обчислені значення функції допомагають упорядкувати такі альтернативи за ступенем переваги для експертів. В статті використовується кардиналістичний підхід при оцінювання корисності:

– *махітит* функції корисності: це точка на графіку, в якій функція корисності досягає свого максимального значення в просторі заданих змінних;

– *мінімит* функції корисності: це точка на графіку, в якій функція корисності досягає свого мінімального значення в просторі заданих змінних;

– *загальна корисність* (*total utility*) э вся корисність, яку отримує ОПР за умови зміни незалежних аргументів. Загальна корисність характеризує підсумок всіх граничних корисностей:

$$\int_a^b u(x)dx \approx h \cdot \left[\frac{u(x_0)+u(x_n)}{2} + u(x_1) + u(x_2) + \cdots + u(x_{n-1})\right],$$

де $h = \frac{(b-a)}{n}$ – довжина кожного кроку інтегрування;

– *середня похідна функції* характеризує швидкість зміни функції корисності.

$$\langle u'(x)\rangle = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{u(x_{i+1})-u(x_i)}{h_i}\right)}{k},$$

де h_i – крок диференціювання;

k – кількість інтервалів диференціювання.

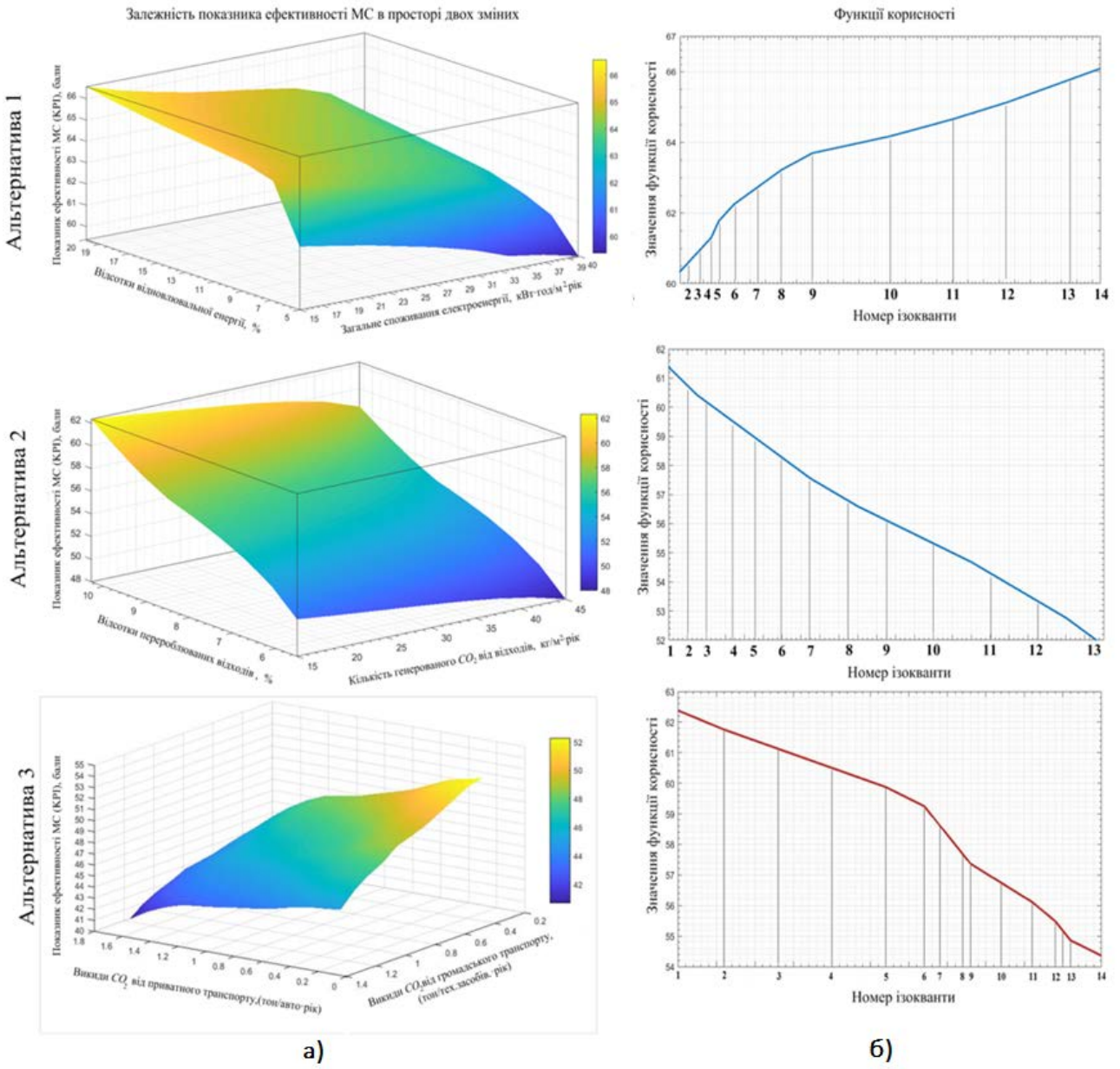


Рис. 2. Порівняльний аналіз альтернатив сценарію "низьковуглецевого" розвитку МС на основі багатофакторного моделювання

Результати обчислення характеристик функцій корисності подано в табл. 2 та, для наочності, у вигляді гістограм (рис. 3).

Таблиця 2

Обчислені характеристики функцій корисності альтернатив

Номер альтернативи	*Max* функції корисності C1	Повна похідна функції корисності C2	Загальна корисність C3	*Min* функції корисності C4
A1	66,0844	0,2451	263,640	58,409
A2	61,3761	0,2056	206,580	48,943
A3	51,5054	0,1875	303,760	42,255

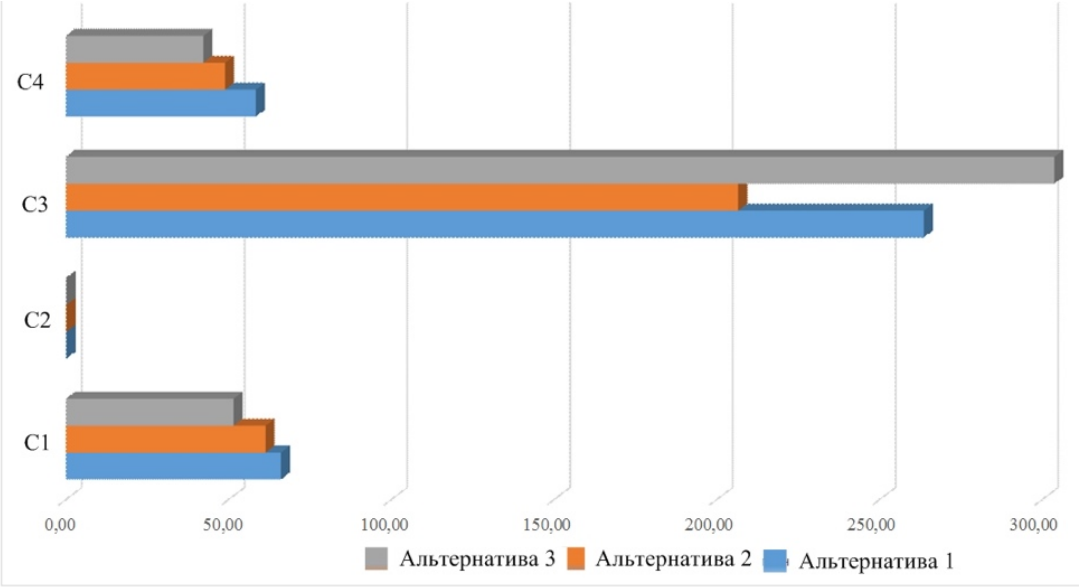


Рис. 3. Гістограми характеристик функцій корисності відповідних альтернатив

Для отримання скалярної величини функції корисності з векторах характеристик, які мають різний масштаб, застосовано метод виваженої суми з попередньою нормалізацією характеристик функцій корисності. Нижче наведено загальний двоетапний підхід.

1. Для порівняння та агрегування значень різних характеристик мало сенс, кожну характеристику (критерій) слід призвести до безрозмірної форми. Одним із найпоширеніших методів нормалізації є *min-max* нормалізація, коли кожному критерію *j* для кожної альтернативи *i* обчислюються:

$$f(c_{ij}) = \frac{max_i\{c_{ij}\} - c_{ij}}{max_i\{c_{ij}\} - min_i\{c_{ij}\}}, f(c_{ij}) \in [0,1]$$

Отримані результати нормалізованих характеристик функцій корисності наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Нормалізовані характеристики функцій корисності

Номер альтернативи	Max функції корисності C1	Повна похідна функції корисності C2	Загальна корисність C3	Min функції корисності C4
A1	1,0000	1,0000	0,591	1,000
A2	0,6800	0,3210	0,010	0,420
A3	0,0100	0,0100	1,000	0,010

2. При визначені вагових коефіцієнтів пріоритет надано швидкості зміни функції корисності (C2) та загальній корисності (C3), що дозволить отримати інструмент визначення не лише найвигідніших на даний момент альтернатив,

але й альтернатив де спостерігається динаміка зростання та високий потенціал для подальшого розвитку. Такий підхід підвищує якість прийняття рішень, особливо в умовах, які швидко змінюються. Це сприяє прийняттю рішень, здатних забезпечити стійкий розвиток МС в довгостроковій перспективі.

Скалярне значення функції корисності для кожної альтернативи з урахуванням вагових коефіцієнтів визначається:

$$U_i = \sum_{j=1}^{m} w_j \cdot f(C_{ji}),$$

де U_i – скалярна величина функції корисності для альтернативи A_i, яка відображає сукупну оцінку альтернативи;

w_j – ваговий коефіцієнт критерію *j*;

$f(x_{ij})$ – нормалізоване значення критерію *j* для альтернативи A_i;

m – загальна кількість критеріїв.

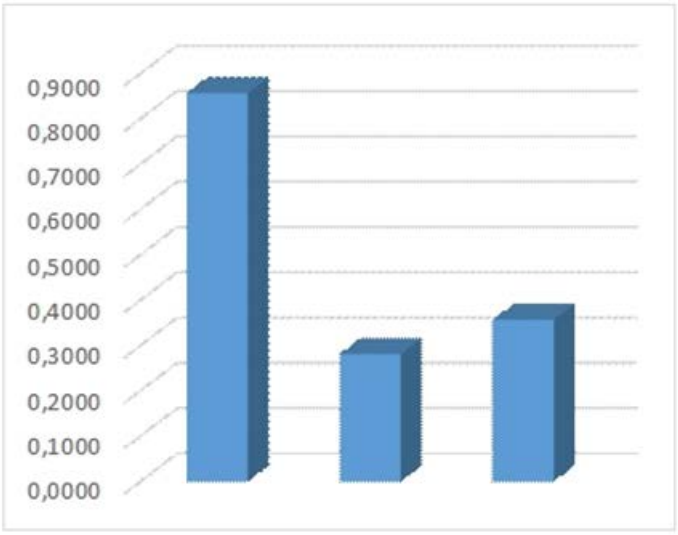
З урахуванням визначених вагових коефіцієнтів

$$W = \{w_{c1} = 0{,}15; w_{c2} = 0{,}35;\ w_{c3} = 0{,}35; w_{c4} = 0{,}15\}$$

отримано скалярні значення функцій корисності для кожної альтернативи. На рис. 4 показано: агреговані скалярні величини U_i кожної альтернативи, розраховані як зважені суми нормалізованих значень характеристик відповідних функцій корисності; та їхнє графічне подання у вигляді гістограм.

Номер альтернативи	Агрегована скалярна величина U_i
A1	0,8570
A2	0,2810
A3	0,3570

а)



б)

Рис. 4. Обчислені а) агреговані скалярні величини U_i кожної альтернативи та їх б) графічне подання показників функцій корисності у вигляді гістограм.

1. Нормалізація імовірностей. Обчислення суми експонент всіх альтернатив, яка застосовується у знаменнику виразу (2):

$$Z(\beta) = \sum_j^3 \exp(\beta \cdot U_j);$$

2. Обчислення імовірності вибору альтернатив. Обчислюється імовірномті відповідно з виразом:

$$P_j^{logit} = \frac{\exp(\beta \cdot U_j)}{Z(\beta) = \sum_j^3 \exp(\beta \cdot U_j)}, j = \overline{1,3}. \quad (2)$$

У таблиці 4 подано результати розрахунку ймовірностей вибору альтернатив *A1, A2, A3* при зміні параметра чутливості β в діапазоні $\beta \in [1;5]$ з кроком $\Delta\beta = 0{,}2$, відповідно до формули (1).

Таблиця 4

	A1	A2	A3
1.0	0.4611	0.2592	0.2797
1.21	0.4893	0.2436	0.2671
1.42	0.5175	0.2282	0.2543
1.63	0.5456	0.2132	0.2413
1.84	0.5733	0.1984	0.2282
2.05	0.6006	0.1841	0.2152
2.26	0.6273	0.1704	0.2023
2.47	0.6532	0.1571	0.1896
2.68	0.6783	0.1445	0.1772
2.89	0.7023	0.1326	0.1652
3.11	0.7252	0.1212	0.1535
3.32	0.747	0.1106	0.1423
3.53	0.7676	0.1007	0.1317
3.74	0.787	0.0915	0.1215
3.95	0.8052	0.0829	0.1119
4.16	0.8222	0.075	0.1028
4.37	0.838	0.0677	0.0943
4.58	0.8526	0.061	0.0864
4.79	0.8661	0.0549	0.079
5.0	0.8786	0.0493	0.0721

На рис. 5 подано графіки імовірного вибору альтернатив *A1*, *A2*, *A3* в умовах застосування *логіт* моделі. Графік ілюструє залежність імовірності вибору альтернатив від параметру β.

Графік демонструє, як рівень невизначеності (шуму) впливає на ймовірність вибору альтернатив експертами та прийняття ними рішень. У випадку, якщо параметр $\beta \approx 0$ (три лінії знаходяться на одному рівні, ~33%), то шум значно більше впливає на процеси прийняття рішень експертами. Зі збільшенням показника β шум значно знижується і експерти починають приймати більш певні рішення та імовірність вибору найкращої альтернативи стає домінуючою. Розуміння впливу шуму під час прийняття рішень особливо важливо під час проектування експертних систем, оскільки допомагає моделювати поведінку експертів під час прийняття рішень.

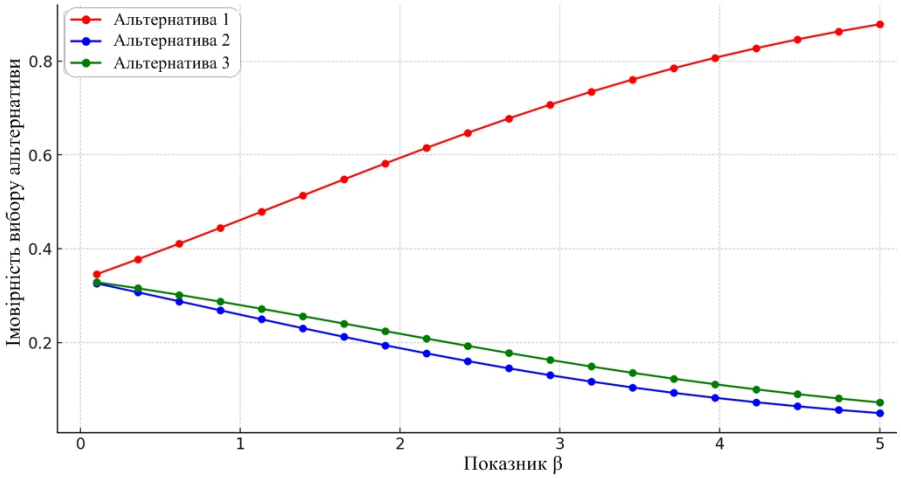


Рис. 5. Зміна імовірності вибору альтернативи в умовах застосування *логіт* моделі

Моделювання імовірності вибору альтернатив в умовах нормального розподілу шуму (Пробіт модель). Основні етапи обчислення:

1. Масштабування корисності з метою адаптації агрегованих показників корисності до нормального закону:

$$Z_j = \beta \cdot U_j ,$$

де Z_j – перетворене значення j-ї корисності;

U_j – вихідна корисність j-ї альтернативи;

β – параметр чутливості до різниці корисностей.

2. Обчислення значень кумулятивної функції нормального розподілу. Для кожного показника Z_j обчислюється таким чином:

$$P_j = \Phi(Z_j), \qquad (3)$$

де $\Phi(Z_j)$ визначається через стандартний нормальний розподіл ВВ – шуму. Вираз (3) показує залежність: чим більше значення Z_j, тим вища імовірність вибору відповідної альтернативи.

3. Нормалізація ймовірностей вибору альтернатив:

$$P_j^{norm} = \frac{\Phi(\beta \cdot U_j)}{\sum_{k=1}^{3} \Phi(\beta \cdot U_j)}, j = \overline{1,3}. \qquad (4)$$

Вираз (4) аналогічний до виразу визначення імовірності вибору альтернатив щодо *логіт*-моделі, але використовує нормальний розподіл шуму, що робить зміну ймовірностей більш плавною.

В табл. 5 подано результати розрахунку ймовірностей вибору альтернатив *A1, A2, A3* при зміні параметра чутливості β в діапазоні $\beta \in [1;5]$ з кроком $\Delta\beta = 0{,}2$, відповідно до формули (3).

Таблиця 5

	A1	A2	A3
1.0	0.3915	0.2972	0.3113
1.21	0.3954	0.2944	0.3102
1.42	0.397	0.2928	0.3102
1.63	0.3969	0.2922	0.3109
1.84	0.3953	0.2925	0.3122
2.05	0.3926	0.2934	0.3139
2.26	0.3892	0.2948	0.3159
2.47	0.3854	0.2966	0.3181
2.68	0.3812	0.2985	0.3202
2.89	0.3771	0.3006	0.3223
3.11	0.373	0.3027	0.3243
3.32	0.369	0.3049	0.3261
3.53	0.3653	0.3069	0.3277
3.74	0.3619	0.309	0.3291
3.95	0.3587	0.3109	0.3304
4.16	0.3559	0.3127	0.3314
4.37	0.3532	0.3145	0.3323
4.58	0.3509	0.3161	0.333
4.79	0.3488	0.3177	0.3336
5.0	0.3469	0.3191	0.334

На рис. 5 подано графіки імовірного вибору альтернатив *A1*, *A2*, *A3* в умовах застосування *Пробіт*-моделі. Графік ілюструє залежність імовірності вибору альтернатив від параметру β.

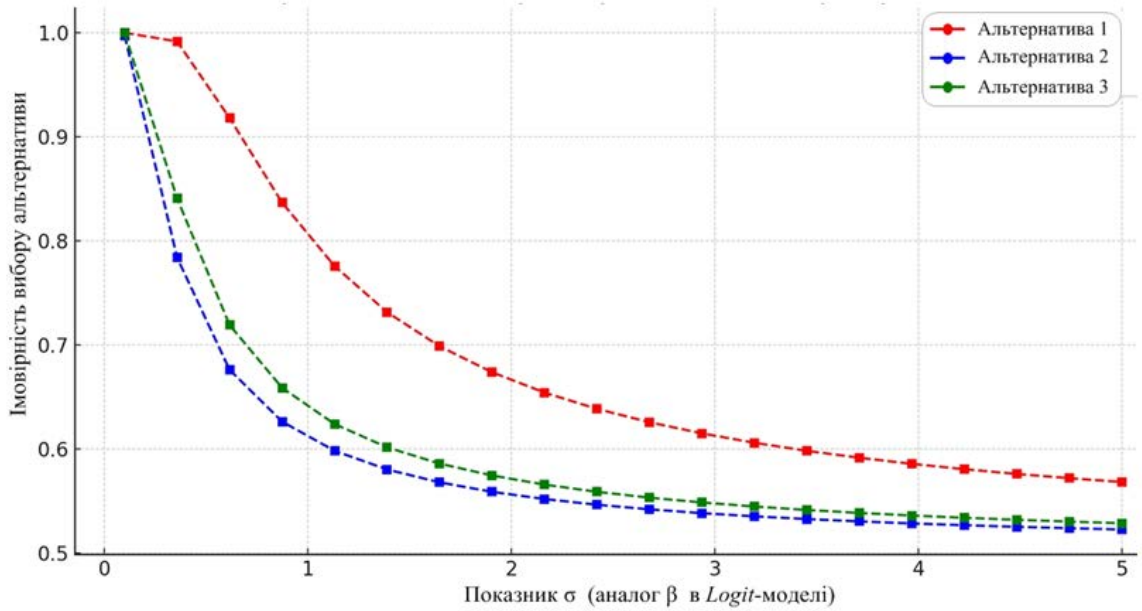


Рис. 5. Зміна імовірності вибору альтернативи в умовах застосування *Пробіт* моделі

Графік демонструє, як імовірність вибору альтернатив *A1*, *A2*, *A3* змінюється в залежності від параметра σ , який є аналогом β в *логіт* моделі. При малих значеннях σ (шум мінімальний, $\sigma \approx 0$), тобто випадковість вибору альтернатив мінімальна, то експерти завжди обирають найкращу альтернативу. Це відповідає ідеальній ситуації, коли рішення приймаються на основі чітких даних та логіки без впливу суб'єктивних факторів (невизначеність, зовнішні фактори тощо):

– альтернатива *A1* (червона крива) має найвищу імовірність вибору (~100%);

– альтернативи *A2* та *A3* мають значно нижчі ймовірності, що означає одностайний вибір експертами альтернативи з найбільшим значенням функції корисності.

При зростанні σ рівень невизначеності у виборі зростає, але імовірність вибору альтернативи *A1* має перевагу. При великих значеннях ($\sigma \approx 5$) вибір стає випадковим, оскільки шум повністю "затьмарює" корисність альтернатив, що означає повну невизначеність у прийманні рішень.

На рис. 6 представлено 3D-гістограма ймовірностей вибору альтернатив, отримані на основі застосування *логіт* та *пробіт* моделей, які враховують вплив випадкових факторів (шуму) у процесі прийняття рішень. 3D-гістограма ілюструє той факт, що альтернатива *A1* має найвищу імовірність вибору, як у *логіт*, так і в *пробіт* моделі. Це означає, що альтернатива *A1* є найпривабливішою з точки зору очікуваної корисності, в обох моделях вона має найвищий стовпець, що підтверджує, що експерти майже одностайно обирають цю альтернативу. Альтернативи *A2*, *A3* мають нижчі імовірності вибору, але відмінності між моделями можуть бути помітними. Побудована гістограма 3D-гістограма підтверджує ефективність теорії очікуваної корисності – експерти обирають альтернативи з найвищою очікуваною корисністю.

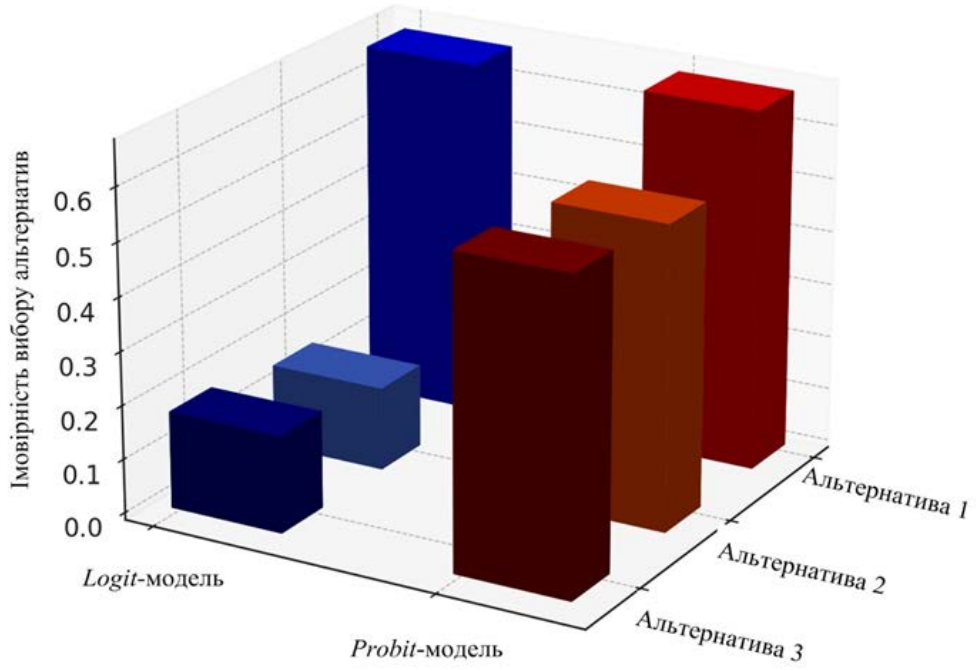


Рис. 6. Імовірності вибору альтернатив на основі очікуваних корисностей із застосуванням логіт та пробіт моделей

Таким чином, у результаті запропонованих у статті розрахунків, виконаних на основі теорії очікуваної корисності, було обрано альтернативу *A1*

сценарію розвитку "низьковуглецевого" МС є збільшення частки відновлюваних джерел енергії в структурі енергоспоживання міста.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших досліджень.

В статті проведено аналіз процесу вибору альтернатив на основі *логіт* та *пробіт* моделей, які враховують вплив випадкових факторів у рамках теорії очікуваної корисності. Отримані результати дозволяють зробити висновки:

– формально підтверджена гіпотеза, що вибір альтернатив залежить від її очікуваної корисності та надано математичне її обґрунтування. Показано, що використання *логіт* та *пробіт* моделей дозволяє оцінити, наскільки суттєво випадковість (шум) впливає на прийняття рішень експертами або особою, яка приймає рішення;

– проведено оцінювання ефективності застосування *логіт* та *пробіт* моделей в умовах випадкових впливів. При незначній зміні показника корисності якоїсь альтернативи *логіт* модель забезпечує значне зростання імовірності її вибору. *Пробіт* модель забезпечує більш плавніше зростання імовірності вибору альтернатив. Отримані результати свідчать про те, що дві моделі вибору альтернатив в умовах впливу невизначеності дають схожі результати, але при умовах інтерпретації вагових коефіцієнтів (наприклад, уподобання експертів) та умовах мінливості показників *логіт* модель – переважніше.

– проведено аналіз прийняття рішень з вибору альтернатив сценарію розвитку МС залежно від параметра чутливості β *логіт* моделі та стандартного відхилення σ у *пробіт* моделі. Показано критичні значення відповідних параметрів, за яких вибір альтернатив стає майже випадковим або, навпаки, повністю детермінованим;

– на основі дослідження обґрунтовано можливість практичного застосування при розробці експертних систем підтримки прийняття рішень, а також прогнозуванні поведінки експертів при прийнятті рішень з формування політики сталого розвитку МС;

– в статті показано, що незважаючи на інтуїтивну зрозумілість того, що зазвичай експерти обирають найкращу альтернативу, проведене дослідження дозволяє кількісно оцінювати процеси прийняття рішень, враховувати рівень невизначеності залежно від впливу випадкових факторів та враховувати переваги експертів.

Проведене в статті дослідження підтверджує ефективність використання логіт та пробіт моделей для моделювання вибору, особливо в умовах невизначеності. Основним недоліком цих моделей є обмежена кількість альтернатив, яку вони можуть коректно обробляти. При збільшенні числа альтернатив понад 10 доцільно застосовувати мультиномиальні логіт моделі

або пробіт-моделі з довільною коваріацією, що дозволяють точніше враховувати взаємозв'язки між варіантами вибору.

Отримані результати мають практичну цінність для прийняття рішень в сферах розроблення програм та вибору напрямів енергоефективного розвитку МС, розвитку "безвуглецевого" транспорту, розвитку соціальної інфраструктури міста. Дозволяють прогнозувати поведінку громадян та розробляти ефективні програми, орієнтовані на реальні потреби населення.

Список джерел:

1. Довбенко М. Теорія перспектив // Економіка України. – 2004. – №6. С. 87–91. https://www.monographies.ru/ru/book/section?id=4239

2. Іваненко В.І., Пасічніченко І.О. Очікувана корисність у ситуаціях прийняття рішень з випадковими у широкому сенсі наслідками / В.І. Іваненко, І.О. Пасічніченко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2015. – № 2. – С. 51-58. http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/116053

3. Матвєєва О.М., Бондаренко О.М. Дуксенко О.П. Дослідження ризику у процесі прийняття управлінських рішень / О.М Матвєєва, О.М. Бондаренко О.П.Дуксенко // Економіка та управління підприємствами. Випуск 52. 2021 – С. 94–98. https://doi.org/10.32843/infrastruct52-16

4. Момот О.І., Кашура С.І. Обґрунтування використання теорії корисності при прийнятті управлінських рішень щодо інноваційної діяльності підприємства // Наукові праці ДонНТУ. Серія: економічна. 2008, Випуск 35, С. 132–136. http://ea.donntu.ru:8080/handle/123456789/12469

5. Форкун І., Фрадинський О. Економіко-математичне моделювання девіантної поведінки суб'єктів господарювання (на прикладі сплати податку на прибуток) // Наука молода. – №5. – 2006. – С. 88–92. https://www.problecon.com/article/?year=2024&abstract=2024_1_0_44_51

6. Anscombe, F.J., & Aumann, R.J. (1963). A Definition of Subjective Probability. Annals of Mathematical Statistics, 34(1), 199–205. https://pages.stern.nyu.edu/~dbackus/Exotic/1Ambiguity/AnscombeAumann%20AMS%2063.pdf

7. Brian Jeffrey Cohen.(1996) Is Expected Utility Theory Normative for Medical Decision Making. Medical Decision Making, 16(1), pp. 1–6. https://doi.org/10.1177/0272989X9601600101

8. Buchak, L. (2013). Risk and Rationality, Oxford: Oxford University Press. https://academic.oup.com/book/9439

9. Conte, Anna; Hey, John D.; Moffatt, Peter G. (2011).Mixture models of choice under risk. Journal of Econometrics. 162(1): pp. 79–88. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2009.10.011

10. David R.J., & Hikaru Hanawa Peterso (2010). Is Expected Utility Theory Applicable? A Revealed Preference Test. American Journal of Agricultural Economics. Vol. 92, No. 1 (2010), pp. 16–27. https://www.jstor.org/stable/40647963

11. Kemal, O. (2023) Expected utility, independence, and continuity Theory and Decision. An International Journal for Multidisciplionary Advances in Decsision Science, Volume 96, Issue 4, pp. 24–35. https://doi.org/10.1007/s11238-023-09964-6

12. Linde, J. (2020). Expected Utility and Political Decision Making. In Oxford Research Encyclopedia of Politics Oxford University Press, New York. Press. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228637.013.885

13. Lyashchenko, A., Patrakeyev, I., Ziborov, V., Datsenko, L., Mikhno, O. Assessment and management of urban environmental quality in the context of inspire requirements. Theoretical and Empirical Researches in Urban Management this link is disabled, 2021, 16(2), pp. 55–71. http://um.ase.ro/no162/4.pdf

14. Maarten, S., David R. Shanks. (2013). Decision Making. The Oxford Handbook of Cognitive Psychology. Pp. 682–703. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195376746.013.0043

15. Neumann, J. von, & Morgenstern, O. (2007). Theory of Games and Economic Behavior: 60th Anniversary Commemorative Edition (Princeton Classic Editions). Princeton University Press,776 p. https://www.jstor.org/stable/j.ctt1r2gkx

16. Pai Liu. (2023). Decision-making and Utility Theory. Advances in Economics Management and Political Sciences. Proceedings of the 2023 International Conference on Management Research and Economic Development. Pp. 313–320. https://doi.org/10.54254/2754-1169/26/20230590

17. Patrakeyev, I., Ziborov, V., Mikhno, O. Estimation of metabolic flows of urban environment based on fuzzy expert knowledge. Geodesy and Cartography (Vilnius), 2020, 46(1), pp. 8–16. https://doi.org/10.3846/gac.2020.8560

18. Patrakeyev, I., Ziborov, V., Mikhno, O. Intelligent technology for estimating of urban environment quality. Geographia Technicathis link is disabled, 2020, 15(2), pp. 147–160. http://doi.org/10.21163/GT_2020.152.15

19. Savage, L. J. (1954). The Foundations of Statistics. New York: Wiley, Inc., 1954, 294 pp. https://doi.org/10.1002/nav.3800010316

20. Tsalatsanis A, Hozo I, Kumar A, Djulbegovic B (2015) Dual Processing Model for Medical Decision-Making: An Extension to Diagnostic Testing. PLoS ONE 10(8): e0134800. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134800

Ph.D, Docent **Igor Patrakeyev**, Ph.D, Docent **Rovil Nafeev**,
State University of Information and Communication Technologies,
Ph.D, Docent **Victor Ziborov**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

THE MODELING SYSTEM ADOPTS ADVANCED BINARY MODELS: LOGIT AND PROBIT ANALYSIS

The article studies the decision-making process under uncertainty using the expected utility theory (EUT). The main focus is on the analysis of the influence of probabilistic noise on the processes of choosing alternatives. To model uncertainty, logit and punched models are used, allowing to take into account the stochastic nature of expert decisions and analyse the influence of random factors on the probability of choosing a certain alternative.

The analysis of mathematical foundations of logit and probit models is carried out, their differences in the approach to the distribution of random factors are shown. A comparative analysis of the models was carried out on the example of choosing alternatives of the "low-carbon" scenario for the development of the urban environment. By modelling the probability of choosing alternatives, a dominant alternative was determined that has the most expected utility. The obtained data allow us to assess the influence of random factors on expert choice and adjust the parameters of models of possible choice of alternatives depending on the conditions for solving problems.

The research results can be used to develop expert decision-making systems, as well as to predict behavioral models in economics, urban development and ecology.

Keywords: expected utility theory; logit model; probit model; uncertainty; stochastic noise; probabilistic modeling; decision making; alternative choice; sustainable urban development.

REFERENCES

1. Dovbenko M. Theory of prospects // Economy of Ukraine. - 2004. - Issue 6. P. 87–91. https://www.monographies.ru/ru/book/section?id=4239. {in Ukrainian}

2. Ivanenko V.I., Pasichnichenko I.O. Expected utility in decision-making situations with random consequences in the broad sense / V.I. Ivanenko, I.O. Pasichnichenko // System Research and Information Technologies. - 2015. - No. 2. – P. 51–58. http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/116053.{in Ukrainian}

3. Matveeva O.M., Bondarenko O.M. Duksenko O.P. Risk research in the process of making management decisions / O.M. Matveeva, O.M. Bondarenko O.P. Duksenko // Economics and Enterprise Management. Issue 52. 2021 – pp. 94–98. https://doi.org/10.32843/infrastruct52-16. {in Ukrainian}

4. Momot O.I., Kashura S.I. Justification of the use of utility theory in making management decisions regarding the innovative activity of an enterprise // Scientific works of DonNTU. Series: economic. 2008, Issue 35, pp. 132–136. http://ea.donntu.ru:8080/handle/123456789/12469. {in Ukrainian}

5. Forkun I., Fradynskyi O. Economic and mathematical modeling of deviant behavior of business entities (on the example of paying income tax) // Young Science. – No. 5. – 2006. – P. 88–92. {in Ukrainian} https://www.problecon.com/article/?year=2024&abstract=2024_1_0_44_51. {in English}

6. Anscombe, F.J., & Aumann, R.J. (1963). A Definition of Subjective Probability. Annals of Mathematical Statistics, 34(1), 199–205. https://pages.stern.nyu.edu/~dbackus/Exotic/1Ambiguity/AnscombeAumann%20AMS%2063.pdf. {in English}

7. Brian Jeffrey Cohen.(1996) Is Expected Utility Theory Normative for Medical Decision Making. Medical Decision Making, 16(1), pp. 1–6. https://doi.org/10.1177/0272989X9601600101. {in English}

8. Buchak, L. (2013). Risk and Rationality, Oxford: Oxford University Press. https://academic.oup.com/book/9439. {in English}

9. Conte, Anna; Hey, John D.; Moffatt, Peter G. (2011).Mixture models of choice under risk. Journal of Econometrics. 162(1): pp. 79–88. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2009.10.011. {in English}

10. David R.J., & Hikaru Hanawa Peterso (2010). Is Expected Utility Theory Applicable? A Revealed Preference Test. American Journal of Agricultural Economics. Vol. 92, No. 1 (2010), pp. 16–27. https://www.jstor.org/stable/40647963. {in English}

11. Kemal, O. (2023) Expected utility, independence, and continuity Theory and Decision. An International Journal for Multidisciplionary Advances in Decsision Science, Volume 96, Issue 4, pp. 24–35. https://doi.org/10.1007/s11238-023-09964-6. {in English}

12. Linde, J. (2020). Expected Utility and Political Decision Making. In Oxford Research Encyclopedia of Politics Oxford University Press, New York. Press. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228637.013.885. {in English}

13. Lyashchenko, A., Patrakeyev, I., Ziborov, V., Datsenko, L., Mikhno, O. Assessment and management of urban environmental quality in the context of inspire requirements. Theoretical and Empirical Researches in Urban Management this link is disabled, 2021, 16(2), pp. 55–71. http://um.ase.ro/no162/4.pdf. {in English}

14. Maarten, S., David R. Shanks. (2013). Decision Making. The Oxford Handbook of Cognitive Psychology. Pp. 682–703. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195376746.013.0043. {in English}

15. Neumann, J. von, & Morgenstern, O. (2007). Theory of Games and Economic Behavior: 60th Anniversary Commemorative Edition (Princeton Classic Editions). Princeton University Press,776 p. https://www.jstor.org/stable/j.ctt1r2gkx. {in English}

16. Pai Liu. (2023). Decision-making and Utility Theory. Advances in Economics Management and Political Sciences. Proceedings of the 2023 International Conference on Management Research and Economic Development. Pp. 313–320. https://doi.org/10.54254/2754-1169/26/20230590. {in English}

17. Patrakeyev, I., Ziborov, V., Mikhno, O. Estimation of metabolic flows of urban environment based on fuzzy expert knowledge. Geodesy and Cartography (Vilnius), 2020, 46(1), pp. 8–16. https://doi.org/10.3846/gac.2020.8560. {in English}

18. Patrakeyev, I., Ziborov, V., Mikhno, O. Intelligent technology for estimating of urban environment quality. Geographia Technicathis link is disabled, 2020, 15(2), pp. 147–160. http://doi.org/10.21163/GT_2020.152.15. {in English}

19. Savage, L.J. (1954). The Foundations of Statistics. New York: Wiley, Inc., 1954, 294 pp. https://doi.org/10.1002/nav.3800010316. {in English}

20. Tsalatsanis A, Hozo I, Kumar A, Djulbegovic B (2015) Dual Processing Model for Medical Decision-Making: An Extension to Diagnostic Testing. PLoS ONE 10(8): e0134800. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134800. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.618-630
УДК 528.7:69.001.7

Томашевський В.В.,
tomashevskyi_vv-2024@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0000-3866-8821,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

В епоху цифрової трансформації будівельна галузь активно впроваджує інноваційні підходи для підвищення ефективності, стійкості та безпеки об'єктів протягом їхнього життєвого циклу. Концепція цифрових двійників (ЦД) є одним із ключових драйверів цієї трансформації, пропонуючи динамічну віртуальну репрезентацію фізичної будівлі чи споруди, інтегровану з даними реального часу. У статті проаналізовано фундаментальну роль геоінформаційних методів та систем (ГІС) у процесах створення, оновлення та використання цифрових двійників будівель. Детально розглянуто сучасні методи збору геопросторових даних, зокрема наземне та мобільне лазерне сканування (НЛС, МЛС), фотограмметрію (включаючи використання БПЛА), як основні джерела отримання точної 3D геометрії існуючих об'єктів. Висвітлено важливість інтеграції ГІС та BIM для створення комплексних цифрових двійників, що поєднують детальну внутрішню модель об'єкта з його зовнішнім просторовим контекстом. Розглянуто інтеграцію даних з IoT-сенсорів для моніторингу стану конструкцій та параметрів середовища в реальному часі. Проаналізовано міжнародний досвід впровадження ЦД у будівництві (Велика Британія, Сінгапур, Німеччина). Визначено ключові переваги використання ЦД на різних етапах життєвого циклу – від проєктування до експлуатації та демонтажу. Окреслено основні виклики та перспективні напрями подальших досліджень, включаючи автоматизацію процесів, інтероперабельність даних, масштабування до рівня міських ЦД, застосування штучного інтелекту та забезпечення кібербезпеки. Стаття доводить, що геоінформаційні методи є невід'ємною технологічною основою для реалізації повного потенціалу цифрових двійників у будівельній галузі.

Ключові слова: цифровий двійник; будівлі та споруди; геоінформаційні системи (ГІС); лазерне сканування; фотограмметрія; BIM; управління життєвим циклом; Інтернет речей (IoT); Scan-to-BIM.

Вступ

Галузь архітектури, інженерії та будівництва (AEC - Architecture, Engineering, Construction) є однією з найбільших та найважливіших у світовій економіці, проте традиційно характеризується відносно низьким рівнем цифровізації, фрагментацією процесів та інформації, що призводить до перевитрат коштів, зривів термінів та неефективного управління об'єктами на етапі експлуатації [1]. Сучасні виклики, такі як зростаюча складність проєктів, вимоги до сталого розвитку, енергоефективності та безпеки, потребують кардинально нових підходів до управління всім життєвим циклом будівель та споруд – від концепції до демонтажу.

Одним з найбільш перспективних рішень, що відповідають цим викликам, є концепція цифрових двійників (Digital Twins - DTs). Запозичена з аерокосмічної та промислової індустрії [2], вона передбачає створення динамічної, високоточної віртуальної моделі фізичного об'єкта або системи, яка постійно оновлюється даними з реального світу, найчастіше за допомогою сенсорів та інших джерел даних [3, 4]. Цифровий двійник будівлі (Building Digital Twin - BDT) – це не просто статична 3D модель; це інтегрована система, що поєднує геометрію, семантичну інформацію, дані реального часу та аналітичні інструменти, дозволяючи моделювати, аналізувати та оптимізувати процеси протягом усього життєвого циклу будівлі [5].

Створення точного та функціонального цифрового двійника, особливо для вже існуючих будівель, неможливе без застосування сучасних геоінформаційних технологій. Саме вони забезпечують збір високоточних просторових даних про геометрію об'єкта та його оточення, їх обробку, інтеграцію з іншими даними та візуалізацію. Геоінформаційні системи (ГІС), технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), зокрема лазерне сканування та фотограмметрія, методи обробки та аналізу просторових даних формують технологічний фундамент для побудови цифрових двійників в AEC галузі.

Метою даної статті є комплексний аналіз ролі та застосування геоінформаційних методів для створення та використання цифрових двійників будівель та споруд на різних етапах їхнього життєвого циклу, та розгляд варіантів майбутніх досліджень.

Завдання дослідження:

- Розкрити сутність концепції цифрового двійника будівлі, його компонентів та функціональних можливостей.
- Детально проаналізувати ключові геоінформаційні методи збору первинних даних (лазерне сканування, фотограмметрія) для створення ЦД.
- Розглянути процеси обробки геопросторових даних та їх інтеграції з BIM та IoT даними.

- Оцінити поточний стан та перспективи використання ЦД для моніторингу та управління життєвим циклом будівель.
- Проаналізувати міжнародний досвід та стандартизацію в цій сфері.
- Визначити основні проблеми та окреслити перспективні напрями подальших наукових досліджень.

Об’єкт дослідження: сучасні методи створення та використання цифрових двійників та міжнародний досвід їх використання.

Предмет дослідження: пошук перспектив та подальших можливостей досліджень геоінформаційних методів створення та використання цифрових двійників будівель та споруд

Стаття структурована наступним чином: спочатку надається огляд літератури щодо концепції ЦД та пов'язаних технологій. Розглядаються гіоінформаційні технології, що лежать в основі. Далі аналізується поточний стан та перспективи використання ЦД. Наприкінці обговорюються майбутні напрями досліджень та формулюються висновки.

Огляд літератури

Концепція цифрового двійника бере свій початок від програми NASA Apollo, де використовувалися фізичні дублікати космічних апаратів для моделювання ситуацій на Землі. Термін "Digital Twin" був формалізований Майклом Грівзом у 2002 році стосовно управління життєвим циклом продукту (PLM) [2]. Загальне визначення описує ЦД як систему, що складається з трьох частин: фізичного об'єкта в реальному просторі, віртуального об'єкта у віртуальному просторі та зв'язків даних і інформації, що їх поєднують [3].

В контексті AEC галузі, визначення ЦД часто пов'язують з еволюцією Інформаційного Моделювання Будівель (BIM). Якщо BIM здебільшого фокусується на статичній інформації для проєктування та будівництва, то ЦД додає динамічний компонент, інтегруючи дані реального часу з фізичного активу [5, 6]. Деякі дослідники пропонують багаторівневі моделі ЦД, що включають фізичний актив, віртуальну модель, сервіси (аналітика, симуляція), дані (що пов'язують фізичний і віртуальний світи) та з'єднання [4, 7].

Статичний цифровий двійник будівлі представляє віртуальну модель об’єкта в певний момент часу [3]. Він містить детальну 3D-модель, інформацію про геометрію, матеріали, конструкції та інженерні системи. Основним призначенням такого близнюка є візуалізація, виявлення конфліктів, планування та створення інформаційної моделі будівлі (BIM).

З іншого боку, динамічний цифровий двійник — це жива віртуальна копія будівлі, яка постійно оновлюється даними з реального об’єкта в режимі реального часу [27]. Він використовує інформацію від датчиків, пристроїв Інтернету речей і систем управління будівлями для відображення поточного

стану, споживання енергії, умов навколишнього середовища та інших параметрів. Такий двійник використовується для моніторингу, прогнозування, оптимізації експлуатації будівлі, підвищення комфорту та безпеки, дозволяє моделювати та приймати обґрунтовані рішення на основі актуальних даних.

Використання ЦД охоплює весь життєвий цикл будівлі:

- **Проєктування:** Покращена візуалізація, виявлення колізій на ранніх стадіях, симуляція різних сценаріїв (наприклад, освітлення, енергоспоживання) [8].
- **Будівництво:** Моніторинг прогресу робіт шляхом порівняння стану "як будується" (отриманого скануванням) з проєктною BIM-моделлю, контроль якості, управління логістикою [9].
- **Експлуатація та обслуговування:** Це найперспективніша сфера застосування ЦД. Моніторинг стану конструкцій та інженерних систем (за допомогою IoT сенсорів, інтегрованих в ЦД), предиктивне обслуговування, оптимізація енергоспоживання, управління простором та активами, планування ремонтів [10, 11].
- **Реконструкція та демонтаж:** Точне документування стану "як є" для планування робіт, управління відходами [12].

Ключовим етапом є створення точної віртуальної моделі, особливо для існуючих будівель. Традиційні методи обмірів є трудомісткими та не завжди забезпечують необхідну повноту даних. Сучасні геоінформаційні методи, такі як лазерне сканування та фотограмметрія, стали де-факто стандартом для швидкого та точного збору 3D даних [13, 14]. Лазерне сканування забезпечує високу геометричну точність, тоді як фотограмметрія дозволяє отримувати фотореалістичні текстури [15].

В основі методу лежить випромінювання лазерного імпульсу та точне вимірювання часу, необхідного для його повернення після відбиття від поверхні об'єкта. Цей час, у поєднанні зі швидкістю світла, дозволяє з високою точністю визначити відстань до точки відбиття. Процес сканування відбувається дуже швидко, генеруючи мільйони окремих вимірювань, які утворюють так звану хмару точок, що є дискретним представленням поверхні об'єкта [13].

Повітряне лазерне сканування [3] використовується для збору даних з повітряних платформ, таких як літаки та гелікоптери, і застосовується переважно для великомасштабного картографування. Основною метою ПЛС (ALS) є створення точних цифрових моделей рельєфу (DTM) та цифрових моделей місцевості (DTM), а також отримання інформації про рослинність, інфраструктуру та інші елементи земної поверхні. Системи ПЛС зазвичай включають в себе високоточні системи глобального позиціонування (GPS) та інерціальні навігаційні системи (INS) для точного визначення положення та

орієнтації сканера в момент кожного вимірювання. Це дозволяє прив'язувати отримані точки до географічної системи координат.

Наземне лазерне сканування [3], на відміну від повітряного, здійснюється з наземних станцій. Сканер встановлюється на штативі або іншій стабільній основі і сканує об'єкти, що знаходяться в його полі зору. Основною перевагою НЛС (TLS) є можливість отримання надзвичайно детальних 3D-моделей з високою щільністю точок. Це робить наземне сканування незамінним інструментом у таких галузях, як архітектура та будівництво, промисловість, культурна спадщина, та гірнича справа (моніторинг кар'єрів та шахт). Наземні сканери можуть бути стаціонарними або мобільними, що розширює їхні можливості застосування.

Рис. 1 Хмара точок (геоінформаційна основа)

Інтеграція даних є ще одним викликом. BIM (часто у форматі IFC - Industry Foundation Classes) слугує семантичним ядром ЦД, надаючи інформацію про об'єкти та їх властивості [6]. ГІС доповнює BIM, надаючи геопросторовий контекст, можливість аналізу взаємозв'язків з оточенням та інструменти для управління великими територіями чи кампусами [16, 17].

Інтеграція даних з IoT сенсорів вимагає стандартизованих протоколів та платформ для обробки потоків даних реального часу [11, 18].

Міжнародні ініціативи, такі як "Digital Built Britain" [19] та "Virtual Singapore" [20], демонструють стратегічне бачення та практичне впровадження ЦД на національному та міському рівнях, підкреслюючи важливість стандартів (наприклад, Принципи Gemini [21]) та інтероперабельності даних. Розробляються також міжнародні стандарти, наприклад, в рамках ISO (зокрема, ISO 23247 - Digital Twin framework for manufacturing) [22], які можуть бути адаптовані і для будівельної галузі.

Аналіз: Сучасний стан та перспективи використання ЦД в управлінні життєвим циклом будівель

Застосування цифрових двійників, створених за допомогою геоінформаційних методів, надає значні переваги на всіх етапах життєвого циклу будівлі.

- **Проєктування та будівництво:**
  - Точне проєктування реконструкцій: Лазерне сканування існуючої будівлі створює точну модель "як є" (as-built/as-is), що є основою для проєктування реконструкції чи модернізації, мінімізуючи ризики колізій та непередбачених робіт [12].
  - Контроль якості та прогресу будівництва: Регулярне сканування будівельного майданчика дозволяє порівнювати фактичний стан з проєктною BIM-моделлю, виявляти відхилення, контролювати обсяги виконаних робіт та оновлювати виконавчу документацію [9].
- **Експлуатація та обслуговування:**
  - Моніторинг стану конструкцій (SHM): Інтеграція даних з геодезичних вимірювань, лазерного сканування (для виявлення деформацій) та датчиків (вібрації, нахилу) в ЦД дозволяє відстежувати стан несучих конструкцій та завчасно виявляти потенційні проблеми [10].
  - Оптимізація експлуатації інженерних систем: ЦД, що інтегрує BIM-модель інженерних мереж (ОВіК, електрика, водопостачання) та дані з IoT-сенсорів (температура, тиск, витрати), дозволяє аналізувати роботу систем, оптимізувати енергоспоживання, прогнозувати відмови та планувати технічне обслуговування (предиктивне обслуговування) [11, 24].
  - Управління простором та активами: ЦД надає актуальну інформацію про планування приміщень, їх використання (за даними датчиків присутності), розташування активів (меблі, обладнання), що спрощує інвентаризацію та управління нерухомістю.

- Підвищення безпеки: Моделювання сценаріїв надзвичайних ситуацій (пожежа, затоплення) на базі ЦД, аналіз шляхів евакуації, інтеграція з системами контролю доступу та відеоспостереження [28].

- **Міжнародний досвід:**

Огляд міжнародного досвіду створення та використання цифрових двійників будівель та споруд, створених за допомогою лазерного сканування, демонструє значний прогрес у цій галузі та широкі можливості застосування цієї технології. Лазерне сканування, завдяки своїй високій точності та деталізації, стало незамінним інструментом для створення точних цифрових копій реальних об'єктів, які використовуються на різних етапах життєвого циклу будівлі – від проєктування до експлуатації та знесення.

- Велика Британія: Програма "Digital Built Britain" та Центр цифрового будівництва Британії (CDBB) активно просувають використання ЦД. Принципи Gemini [21] закладають основу для створення національного цифрового двійника інфраструктури. Лазерне сканування та BIM є стандартними вимогами для багатьох державних проєктів.
- Сінгапур: Проєкт "Virtual Singapore" [20] є яскравим прикладом міського цифрового двійника, де детальні 3D моделі будівель (частково створені за допомогою аерофотозйомки та лазерного сканування) інтегровані в єдину ГІС-платформу для міського планування, аналізу та управління.
- Німеччина: Ініціатива "Industrie 4.0" стимулює впровадження ЦД. Багато компаній використовують сканування для створення ЦД промислових об'єктів та оптимізації виробничих і логістичних процесів.
- Після руйнівної пожежі в соборі Паризької Богоматері у 2019 році [26], лазерне сканування відіграло ключову роль у його відновленні. Завдяки детальним 3D-сканам, виконаним професором Ендрю Таллоном у 2010 році, реставратори отримали точні дані про архітектурні деталі собору. Ці скани стали основою для створення цифрового двійника Нотр-Даму, що дозволило відтворити його первісний вигляд з високою точністю.
- У США лазерне сканування широко застосовується в будівництві для створення "as-built" моделей. Ці моделі відображають фактичний стан збудованої будівлі та використовуються для контролю якості виконання робіт, управління експлуатацією та обслуговуванням, а також для вирішення спорів між підрядниками та замовниками.

Майбутні напрями досліджень та перспективи розвитку

Незважаючи на значний прогрес, потенціал цифрових двійників будівель, заснованих на геоінформаційних методах, ще далеко не вичерпаний. Ключові напрями подальших досліджень включають:

- **Автоматизація Scan-to-BIM:** Розробка надійних та ефективних алгоритмів (зокрема, на основі глибокого навчання) для автоматичного розпізнавання об'єктів у хмарах точок та їх перетворення на семантично насичені BIM-моделі з мінімальним ручним втручанням [23].
- **Семантична інтероперабельність:** Розробка та впровадження відкритих стандартів та онтологій для забезпечення безшовної інтеграції даних з різних джерел (BIM, GIS, IoT, бази даних експлуатації) та різних платформ [6, 16]. Розвиток Linked Data підходів.
- **Динамічне оновлення ЦД:** Створення методів для автоматичного або напівавтоматичного оновлення геометрії та семантики ЦД на основі даних регулярного моніторингу (повторне сканування, дані з дронів, мобільних пристроїв) та даних реального часу з IoT.
- **Масштабування до міських ЦД (Urban Digital Twins):** Розробка архітектур та технологій для створення та управління ЦД на рівні районів, міст та регіонів. Це вимагає ефективних рішень для обробки, зберігання та візуалізації величезних обсягів гетерогенних просторових даних [17, 20].
- **Інтелектуальний аналіз та симуляція:** Розвиток алгоритмів штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML) для аналізу даних ЦД: предиктивне обслуговування, виявлення аномалій, оптимізація енергоспоживання, моделювання складних процесів (поширення забруднень, транспортні потоки, поведінка натовпу) [10, 24].
- **Покращена візуалізація та взаємодія:** Розробка інтуїтивних інтерфейсів на основі веб-технологій, віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності для ефективної взаємодії користувачів з комплексними даними ЦД [25].
- **Кібербезпека та етика:** Дослідження та розробка надійних механізмів захисту даних ЦД, забезпечення приватності та вирішення питань власності на дані, особливо при інтеграції великої кількості IoT пристроїв та зовнішніх сервісів.

Висновки

Цифрові двійники репрезентують парадигмальний зсув у підходах до проєктування, будівництва та експлуатації будівель і споруд, пропонуючи інтегроване та динамічне уявлення про фізичний об'єкт протягом усього його життєвого циклу. Геоінформаційні методи та технології, зокрема лазерне сканування, фотограмметрія та ГІС, відіграють незамінну роль у цьому процесі, забезпечуючи точний збір просторових даних, створення детальних 3D моделей та їх інтеграцію з іншими джерелами інформації (BIM, IoT).

Аналіз сучасного стану показує значні переваги використання ЦД для підвищення ефективності, контролю якості, оптимізації експлуатаційних витрат,

покращення безпеки та підтримки прийняття обґрунтованих рішень. Міжнародний досвід підтверджує стратегічну важливість та практичну цінність цієї технології.

Водночас існують виклики, пов'язані з автоматизацією створення моделей, інтероперабельністю даних, обробкою великих даних, забезпеченням оновлення в реальному часі та кібербезпекою. Подолання цих викликів через подальші наукові дослідження та технологічні розробки в галузі геоінформатики, комп'ютерних наук та інженерії дозволить повністю реалізувати трансформаційний потенціал цифрових двійників для створення більш стійкого, ефективного та безпечного збудованого середовища. Геоінформаційні методи залишатимуться ключовим інструментом на цьому шляху.

Список літератури

1. McKinsey Global Institute. (2017). Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity.

2. Grieves, M. (2014). Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication.

3. Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems.

4. Tao, F., Sui, F., Liu, A., Qi, Q., Zhang, M., Song, B., ... & Nee, A. Y. C. (2018). Digital twin-driven prognostics and health management for complex equipment, 67(1), 169-172.

5. Lu, Q., Parlikad, A. K., Woodall, P., Donus, F., & Schooling, J. M. (2020). Developing a Digital Twin at building and city levels: A case study of the West Cambridge campus. 173(1), 37-52.

6. Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., & Rezgui, Y. (2020). Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. *Automation in Construction*, 114, 103179.

7. Tao, F., & Zhang, M. (2017). Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing. *IEEE Access*, 5, 20418-20427.

8. Opoku, D. G. J., Perera, S., Osei-Kyei, R., & Rashidi, M. (2021). Digital twin application in the construction industry: A literature review. *Journal of Building Engineering*, 40, 102726.

9. Bosché, F., Ahmed, M., Guerriero, A., & Rezgui, Y. (2020). The value of integrating Scan-to-BIM and energy simulation: A case study. *Automation in Construction*, 113, 103060.

10. Logothetis, S., Radwan, A., et al. (2021). A BIM-Based Digital Twin Framework for Advanced Monitoring and Predictive Maintenance of Buildings, 13(11), 6239.

11. Tang, S., Shelden, D. R., Eastman, C. M., Pishdad-Bozorgi, P., & Gao, X. (2019). A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends, 101, 127-139.

12. Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs, 38, 109-127.

13. Vosselman, G., & Maas, H. G. (Eds.). (2010). Airborne and terrestrial laser scanning.

14. Remondino, F., & Campana, S. (Eds.). (2014). *3D recording and* modelling in archaeology and cultural heritage: Theory and best practices.

15. Nex, F., & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. *Applied geomatics*, 6(1), 1-15.

16. Liu, X., Wang, X., Wright, G., Cheng, J. C., Li, X., & Liu, R. (2017). A state-of-the-art review of the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(2), 53.

17. Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., & Çöltekin, A. (2015). Applications of 3D city models: State of the art review. *ISPRS international journal of geo-information*, 4(4), 2842-2889.

18. Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. *IEEE Access*, 8, 108952-108971.

19. Centre for Digital Built Britain (CDBB). URL: https://www.cdbb.cam.ac.uk/

20. National Research Foundation, Prime Minister's Office, Singapore. (n.d.). *Virtual Singapore*. URL: https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore

21. Bolton, A., et al. (2018). *The Gemini Principles: Guiding values for the national digital twin and information management framework*. CDBB.

22. ISO. (n.d.). *ISO 23247: Automation systems and integration — Digital twin framework for manufacturing*. URL: https://www.iso.org/standard/78376.html

23. Ochmann, S., Vock, R., & Klein, R. (2019). Automatic reconstruction of parametric building models from indoor point clouds. *Computers & Graphics*, 82, 122-133.

24. Zhao, J., Zhen, Z., Liu, Y., & He, Y. (2021). A review of digital twin technology applications in building energy management. *Energy and Buildings*, 250, 111307.

25. Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.

26. The Vital Role of Laser Scanning in Heritage Conservation, URL: https://globalsurvey.co.nz/surveying-gis-news/the-vital-role-of-laser-scanning-in-heritage-conservati

27. Richter, R & Knospe, F & Trapp, M & Döllner, J. (2023). Dynamic Digital Twins: Challenges, Perspectives and Practical Implementation from a City's Perspective.

28. Watson, C., et al. (2020). Digital twins for the built environment: learning from manufacturing. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Smart Infrastructure and Construction*, 173(2), 83-92.

Tomashevskyi Vladyslav,
Kyiv National University of Construction and Architecture

CREATION AND USE OF DIGITAL TWINS OF BUILDINGS AND STRUCTURES: CURRENT STATUS AND DEVELOPMENT PROSPECTS

In the era of digital transformation, the construction industry is actively implementing innovative approaches to enhance the efficiency, sustainability, and safety of facilities throughout their lifecycle. The concept of digital twins (DTs) is one of the key drivers of this transformation, offering a dynamic virtual representation of a physical building or structure, integrated with real-time data. The article analyzes the fundamental role of geoinformation methods and systems (GIS) in the processes of creating, updating, and using digital twins of buildings. Modern methods of geospatial data collection are examined in detail, including terrestrial and mobile laser scanning (TLS, MLS), photogrammetry (including the use of UAVs), as the main sources for obtaining accurate 3D geometry of existing objects. The importance of integrating GIS and BIM for creating comprehensive digital twins that combine a detailed internal model of the object with its external spatial context is highlighted. The integration of data from IoT sensors for real-time monitoring of structural conditions and environmental parameters is considered. International experience in the implementation of DTs in construction (Great Britain, Singapore, Germany) is analyzed. The key advantages of using DTs at various stages of the lifecycle – from design to operation and demolition – are identified. The main challenges and promising areas for further research are outlined, including process automation, data interoperability, scaling to the level of urban DTs, the application of artificial intelligence, and ensuring cybersecurity. The article proves that geoinformation methods are an integral technological foundation for realizing the full potential of digital twins in the construction industry.

Keywords: digital twin; buildings and structures; geographic information systems (GIS); laser scanning; photogrammetry; BIM; lifecycle management; Internet of Things (IoT); Scan-to-BIM.

REFERENCES

1. McKinsey Global Institute. (2017). Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. {in English}

2. Grieves, M. (2014). Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. {in English}

3. Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. {in English}

4. Tao, F., Sui, F., Liu, A., Qi, Q., Zhang, M., Song, B., ... & Nee, A. Y. C. (2018). Digital twin-driven prognostics and health management for complex equipment, 67(1), 169-172. {in English}

5. Lu, Q., Parlikad, A. K., Woodall, P., Donus, F., & Schooling, J. M. (2020). Developing a Digital Twin at building and city levels: A case study of the West Cambridge campus. 173(1), 37-52. {in English}

6. Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., & Rezgui, Y. (2020). Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. *Automation in Construction*, 114, 103179. {in English}

7. Tao, F., & Zhang, M. (2017). Digital Twin Shop-Floor: A New Shop-Floor Paradigm Towards Smart Manufacturing. *IEEE Access*, 5, 20418-20427. {in English}

8. Opoku, D. G. J., Perera, S., Osei-Kyei, R., & Rashidi, M. (2021). Digital twin application in the construction industry: A literature review. *Journal of Building Engineering*, 40, 102726. {in English}

9. Bosché, F., Ahmed, M., Guerriero, A., & Rezgui, Y. (2020). The value of integrating Scan-to-BIM and energy simulation: A case study. *Automation in Construction*, 113, 103060. {in English}

10. Logothetis, S., Radwan, A., et al. (2021). A BIM-Based Digital Twin Framework for Advanced Monitoring and Predictive Maintenance of Buildings, 13(11), 6239. {in English}

11. Tang, S., Shelden, D. R., Eastman, C. M., Pishdad-Bozorgi, P., & Gao, X. (2019). A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends, 101, 127-139. {in English}

12. Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs, 38, 109-127. {in English}

13. Vosselman, G., & Maas, H. G. (Eds.). (2010). Airborne and terrestrial laser scanning. {in English}

14. Remondino, F., & Campana, S. (Eds.). (2014). *3D recording and* modelling in archaeology and cultural heritage: Theory and best practices. {in English}

15. Nex, F., & Remondino, F. (2014). UAV for 3D mapping applications: a review. *Applied geomatics*, 6(1), 1-15. {in English}

16. Liu, X., Wang, X., Wright, G., Cheng, J. C., Li, X., & Liu, R. (2017). A state-of-the-art review of the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(2), 53. {in English}

17. Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., & Çöltekin, A. (2015). Applications of 3D city models: State of the art review. *ISPRS international journal of geo-information*, 4(4), 2842-2889. {in English}

18. Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. *IEEE Access*, 8, 108952-108971. {in English}

19. Centre for Digital Built Britain (CDBB). URL: https://www.cdbb.cam.ac.uk/.{in English}

20. National Research Foundation, Prime Minister's Office, Singapore. (n.d.). *Virtual Singapore*. URL: https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore. {in English}

21. Bolton, A., et al. (2018). *The Gemini Principles: Guiding values for the national digital twin and information management framework*. CDBB. {in English}

22. ISO. (n.d.). *ISO 23247: Automation systems and integration — Digital twin framework for manufacturing*. URL: https://www.iso.org/standard/78376.html. {in English}

23. Ochmann, S., Vock, R., & Klein, R. (2019). Automatic reconstruction of parametric building models from indoor point clouds. *Computers & Graphics*, 82, 122-133. {in English}

24. Zhao, J., Zhen, Z., Liu, Y., & He, Y. (2021). A review of digital twin technology applications in building energy management. *Energy and Buildings*, 250, 111307. {in English}

25. Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons. {in English}

26. The Vital Role of Laser Scanning in Heritage Conservation, URL: https://globalsurvey.co.nz/surveying-gis-news/the-vital-role-of-laser-scanning-in-heritage-conservati. {in English}

27. Richter, R & Knospe, F & Trapp, M & Döllner, J. (2023). Dynamic Digital Twins: Challenges, Perspectives and Practical Implementation from a City's Perspective. {in English}

28. Watson, C., et al. (2020). Digital twins for the built environment: learning from manufacturing. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Smart Infrastructure and Construction*, 173(2), 83-92. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.631-644
УДК 528.44:347.235(477)

к.е.н., доцент **Удовенко І.О.,**
irinaudovenko8@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5971-8365,
Уманський національний університет садівництва,
доктор філософії, доцент **Молнар Д С.С.,**
molnar.d.istvan@kmf.org.ua, ORCID: 0000-0003-2959-9136,
Закарпатський угорський інституту ім. Ференца Ракоці ІІ,
к.н. з держ. упр. **Чувпило В.В.,**
vadym.chuvpylo@pdau.edu.ua, ORCID: 0000-0001-9102-7396
Полтавський державний аграрний університет

ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ІННОВАЦІЙ У КАДАСТРОВІЙ СФЕРІ НА ПРОСТОРОВУ ТОЧНІСТЬ І ПОВНОТУ ГЕОДЕЗИЧНОГО СУПРОВОДУ ЗЕМЛЕУСТРОЮ В УКРАЇНІ

Зроблено аналізу впливу цифрових інновацій у кадастровій сфері на просторову точність і повноту геодезичного супроводу землеустрою в Україні. Дослідження фокусується на застосуванні сучасних геодезичних технологій для створення тривимірних цифрових моделей урбанізованих територій, що відповідають міжнародним стандартам. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю модернізації кадастрових систем в умовах цифрової трансформації, що сприяє підвищенню точності, достовірності та доступності інформації про земельні ресурси. Впровадження автоматизованих геоінформаційних систем є ключовим для ефективного управління землею та забезпечення прозорості земельних відносин в Україні. У межах дослідження використано комбінацію методів ЛС та аерофотознімання для збору геопросторових даних, що забезпечують створення щільних хмар точок із високим рівнем деталізації. Встановлено, що розмір пікселя на місцевості (GSD) має бути не більшим за половину мінімального розміру об'єкта моделювання для забезпечення точного об'єднання гетерогенних даних. Використовувалися ГІС-платформи, такі як MapInfo, для обробки та інтеграції просторової і табличної інформації, а також аналізу відповідності даних вимогам офіційних кадастрових систем. Отримані результати демонструють, що цифровізація земельного кадастру забезпечує структурну модернізацію даних, підвищуючи їх повноту, точність і наочність. Впровадження тривимірних моделей сприяє точній просторово-правовій фіксації земельних ділянок, що є основою для ефективного управління земельними ресурсами. Застосування ЛС та БПЛА дозволяє створювати деталізовані цифрові моделі, які враховують складну структуру урбанізованих

територій, включаючи багаторівневі та підземні об'єкти. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розширенням використання тривимірних кадастрових даних для створення 3D-кадастру, підтримки систем 3DLAS та реалізації концепції «розумного міста». Подальша інтеграція даних у формати CityGML сприятиме підвищенню сумісності геопросторової інформації та вдосконаленню інструментів просторового планування й управління територіями.

Ключові слова: цифровізація земельного кадастру; геодезичне забезпечення; землеустрій; просторові дані; геоінформаційні технології; автоматизація кадастрових процесів.

Постановка проблеми. У сучасних умовах цифрової трансформації державного управління, що охоплює усі ключові сфери функціонування суспільства, особливого значення набуває модернізація системи ведення земельного кадастру, яка безпосередньо впливає на ефективність геодезичного забезпечення землеустрою, особливо в Україні, де питання точності просторових даних та повноти кадастрової інформації мають стратегічне значення для сталого використання земельних ресурсів. Розширення національних програм цифровізації державних сервісів зумовлюється нагальною потребою в підвищенні прозорості, точності та оперативності функціонування кадастрової системи, особливо в умовах урбанізованих територій з високою концентрацією інфраструктурних об'єктів, де виникає складність просторової організації, правових відносин та управлінських рішень щодо землекористування.

На тлі зростання суспільного запиту на прозоре, інтегроване та орієнтоване на інновації управління земельними ресурсами, впровадження цифрових рішень у сфері кадастрового обліку потребує переосмислення підходів до геодезичного супроводу землеустрою, адже саме точність просторових вимірів, їх тривимірна деталізація, здатність відображати багаторівневі інженерні об'єкти, підземні й надземні споруди та складні правові межі формують основу для комплексного та обґрунтованого управління територіями. Світовий досвід засвідчує, що перехід до тривимірного цифрового кадастру є передумовою для створення повноцінної платформи «розумного міста», де управлінські, екологічні та правові аспекти землекористування отримують новий рівень якості завдяки високоточній, актуальній та інтегрованій просторовій інформації.

Попри досягнення окремих країн у впровадженні 3D-картографування та автоматизації кадастрових процесів, в Україні залишається невирішеною низка проблем, пов'язаних із відсутністю науково обґрунтованих методик

геодезичних вимірювань, недостатнім рівнем технічного оснащення, неузгодженістю нормативної бази та відсутністю єдиних стандартів цифрового кадастру. Саме тому дослідження, спрямоване на оцінювання впливу цифровізації земельного кадастру на якість геодезичного забезпечення землеустрою, є вкрай актуальним як з точки зору наукової новизни, так і з погляду практичної доцільності для забезпечення раціонального використання земель та ефективного територіального управління в умовах цифрової трансформації держави.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Протягом останніх десятиліть значно активізувались наукові дослідження, присвячені різноманітним аспектам функціонування та розвитку системи державного земельного кадастру в Україні. У науковому дискурсі чітко окреслились кілька тематичних напрямів досліджень. Один із них стосується вдосконалення нормативно-правового регулювання у сфері ведення земельного кадастру, що знайшло відображення у працях таких дослідників, як Ямелинець Т. [1], Кочеригін Л. Ю., Кімейчук І. В. [2]. Їхні роботи аналізують правові підвалини функціонування кадастрової системи та пропонують шляхи удосконалення законодавчої бази у відповідь на виклики сучасного землекористування.

Інший важливий вектор досліджень охоплює технічні засади функціонування кадастру, зокрема питання автоматизації кадастрових процесів, розробки програмного забезпечення та технічної підтримки геоінформаційних систем. Вагомий внесок у цьому напрямі зробили Білятинський А., Сорокіна К., Мамонов К., Коваленко Л. [3] які акцентували увагу на практичних аспектах автоматизації земельно-кадастрових робіт і впровадження новітніх технологій збору просторової інформації. Окрема група дослідників, серед яких 4. Чабанюк В., Поливач К. [4], зосередила увагу на методологічних основах земельно-оцінної діяльності, формуванні підходів до оцінювання земельних ресурсів та обґрунтуванні геодезичних вимірювань як складової комплексного землеустрою. Варто також звернути увагу на праці Ліу С. [5], Македон В. В., Байлова О. О. [6], які висвітлюють питання порівняльного аналізу моделей ведення земельного кадастру в зарубіжних країнах, а також особливості організації та доступності земельно-кадастрової інформації в Україні. Їхні дослідження спрямовані на виявлення потенціалу для імплементації кращих міжнародних практик у вітчизняну практику.

Попри наявність значної кількості фундаментальних і прикладних досліджень, розвиток земельного кадастру в Україні залишається динамічним і водночас проблемним процесом, що постійно стикається з викликами, пов’язаними із частими змінами законодавства, нестабільністю інституційного середовища та недостатнім рівнем інформаційного забезпечення. Зокрема,

низка сучасних проблем виникає через розбалансованість у сфері взаємодії між Державною службою з питань геодезії, картографії та кадастру України та іншими реєстраційними органами.

Мета і задачі дослідження. Мета статті – дослідити процес розгортання цифровізації земельного кадастру та визначити його вплив якість геодезичного забезпечення землеустрою в Україні шляхом аналізу сучасних геоінформаційних технологій, оцінювання ефективності впровадження автоматизованих систем кадастрового обліку.

Задачі дослідження:

– дослідити сучасні тенденції цифровізації земельного кадастру в Україні та визначити їхній вплив на якість геодезичного забезпечення землеустрою.

– оцінити ефективність використання новітніх геодезичних технологій, зокрема лазерного сканування та аерофотознімання з БПЛА, у контексті автоматизації кадастрових процесів.

– обґрунтувати доцільність переходу до інтегрованої моделі цифрового кадастру з урахуванням тривимірного відображення об'єктів та правових меж.

– сформувати методичний підхід до забезпечення високої точності, узгодженості та актуальності кадастрових даних у межах геодезичного супроводу землеустрою.

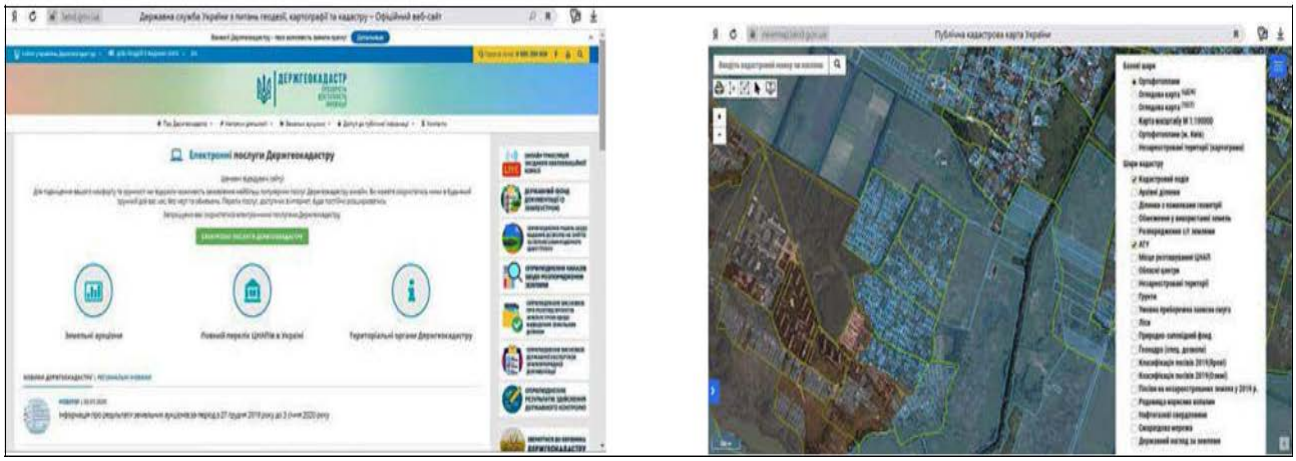
Матеріали та методи. У межах дослідження, присвяченого аналізу впливу цифровізації земельного кадастру на якість геодезичного забезпечення землеустрою в Україні, було здійснено комплексне вивчення сучасних геодезичних технологій збору просторових даних, орієнтованих на формування тривимірних цифрових моделей урбанізованих територій, які відповідають міжнародним форматам просторового представлення, зокрема IFC (Industry Foundation Classes) та CityGML (City Geography Markup Language). При цьому враховувалися вимоги до точності, встановлені для реєстраційних даних в офіційних кадастрових системах, а також рівні деталізації моделей, що відповідають стандартам LoD3 та LoD4.

Для збору високоточної геопросторової інформації було обрано дві найбільш ефективні та технічно доступні технології: наземне лазерне сканування (ЛС) та аерофотознімання за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Комбінація цих методів дозволяє отримувати щільні хмари точок з високим рівнем просторової деталізації, що є необхідною умовою для моделювання складної кадастрової структури об’єктів нерухомості, зокрема у щільно забудованих міських середовищах, де наявні багаторівневі, підземні та інженерні споруди. У ході дослідження було встановлено, що для забезпечення

високої точності об'єднання даних ЛС і БПЛА, розмір пікселя на місцевості (GSD) повинен бути не більшим ніж половина мінімального розміру об'єкта моделювання, що допомагає досягнути надійного злиття гетерогенних даних та забезпечити узгодженість кадастрової інформації в межах єдиного цифрового простору.

Результати та їх обґрунтування. У процесі трансформації земельного кадастру важливим завданням постає не лише оцифрування існуючих кадастрових даних, але і їх структурна модернізація для забезпечення повноти, точності та наочності інформації про земельні ділянки, що використовуються у системі землеустрою. ключовим завданням державного земельного кадастру виступає точна просторово-правова фіксація земельних ділянок різного функціонального призначення та форми власності, що слугує базою для ефективного управління землею як на місцевому, так і на загальнодержавному рівнях. У цьому контексті особливої ваги набуває удосконалення геодезичного забезпечення землеустрою, зокрема шляхом впровадження автоматизованих систем на базі геоінформаційних технологій, які дозволяють суттєво підвищити оперативність, достовірність і повноту кадастрової інформації [7].

Історично склалося так, що в Україні, як і в багатьох інших країнах пострадянського простору, цифровізація кадастрових процесів починалася зі впровадження західних програмних продуктів для створення й редагування картографічних матеріалів, зокрема таких, як ArcInfo, MapInfo, Intergraph та AutoCAD. При цьому вибір конкретного програмного забезпечення здебільшого залежав від внутрішніх організаційних рішень, наявних фінансових ресурсів, а також рівня професійної підготовки операторів, які здійснювали введення та обробку кадастрових даних (рис. 1.) [8].



а) б)

Рис. 1. Оприлюднення інформації в системі Державного земельного кадастру України: а) офіційний вебсайт Держгеокадастру; б) публічна кадастрова карта України [9]

Після запуску державних програм, орієнтованих на створення автоматизованих систем ведення кадастру, почалася розробка спеціалізованого національного програмного забезпечення, яке дозволило адаптувати процес обліку земель до нормативно-правових реалій і специфіки територіального устрою. Серед широко використовуваних ГІС-платформ можна виокремити такі як MapInfo, яка забезпечує картографування, просторовий і статистичний аналіз, створення звітів і друк карт, та орієнтована на інтеграцію просторової і табличної інформації для забезпечення комплексного підходу до кадастрової діяльності.

Зважаючи на складність кадастрових процедур та різноманітність джерел даних, що потребують інтеграції, надзвичайно актуальним є забезпечення ефективної взаємодії користувача з системою, що передбачає інтерфейсну зручність, розвинене лінгвістичне середовище і можливості автоматичного навчання персоналу роботі з геоінформаційними системами. Такий підхід дозволяє мінімізувати людські помилки при введенні інформації, забезпечити єдність даних і створити основу для їх багаторазового використання у межах інтегрованих реєстрів.

Основною метою цих змін є забезпечення користувачів – від державних органів до власників земельних ділянок – своєчасною та достовірною інформацією про просторову організацію об'єктів, що можуть бути пов’язані з відповідними правами користування землею, обтяженнями або інженерною інфраструктурою, яка перетинає межі окремих ділянок (рис. 2.).

Назва колонки (name)	Заголовок колонки (title)	Опис значень (description)	Тип даних (datatype)	Вимога заповнення (required)
identifier	Ідентифікатор	Реєстраційний номер або будь-який інший ідентифікатор адреси. 2019-345/п.	Текст (string)	Істина (true)
authorityName	Назва органу	Назва уповноваженого органу. Наприклад: Департамент містобудування та архітектури Дніпровської міської ради.	Текст (string)	Істина (true)
authoritytIdentifier	Ідентифікатор органу	Код ЄДРПОУ уповноваженого органу. Наприклад: 01234567.	Текст (string)	Істина (true)
applicantName	Ім'я або назва заявника	Прізвище, ім'я, по батькові або назва юридичної особи заявника. Наприклад: Супрун Олександр Іванович.	Текст (string)	Істина (true)
applicantIdentifier	Ідентифікатор заявника	Код ЄДРПОУ заявника. Наприклад: 01234567. У випадку ФОП дані про РНОКПП знеособлюються.	Текст (string)	Істина (true)
decisionTitle	Назва рішення	Повна назва рішення про присвоєння адреси. Наприклад: Про присвоєння адрес.	Текст (string)	Хибність (false)
decisionNumber	Номер рішення	Номер рішення про присвоєння адреси (без знака N°). Наприклад: 410.	Текст (string)	Істина (true)
decisionIssued	Дата рішення	Дата рішення у форматі ISO 8601 (рррр-мм-дд). Наприклад: 2014-05-30.	Дата (date)	Хибність (false)
decisionURL	Посилання	Посилання на рішення, оприлюднене в мережі Інтернет. Посилання має починатися з http:// або https://. Наприклад: https://www.example.gov.ua/example.doc.	Текст (string)	Істина (true)
parcelNumber	Кадастровий номер	Кадастровий номер земельної ділянки, на якій розміщується об'єкт будівництва. Наприклад: 01234567890:01:012:0123.	Текст (string)	Істина (true)

Рис. 2. Вікно цифрового реєстру кадастру об’єктів земельної власності [9]

Цифровізація земельного кадастру не обмежується лише переходом на електронний облік — вона передбачає впровадження інноваційних інструментів, таких як автоматизоване заповнення супровідної документації, генерація таблиць, звітів та інших супутніх файлів, які синхронізуються між собою та дозволяють уникнути дублювання введення інформації. Крім того, електронний документообіг, можливість віддаленої перевірки та підпису даних, інтеграція з іншими державними реєстрами (зокрема з системами Мін'юсту, Держгеокадастру, ДІЯ тощо) значно спрощують взаємодію суб’єктів земельних відносин з державними органами (рис. 3.) [10].

Рис. 3. Візуалізація геопорталу кадастру при проведенні земельної інвентаризації [11]

Цифровізація кадастрової системи дозволяє значно підвищити рівень деталізації та функціональності кадастрових записів, розширивши можливості правової і технічної фіксації об'єктів у межах єдиної геоінформаційної платформи. Удосконалення обліку земельних ресурсів передбачає створення умов для повноцінного відображення всіх зареєстрованих прав і пов'язаних з ними територіальних обмежень, а також забезпечення взаємозв’язку між просторовими і семантичними даними в цифровому середовищі кадастру. Одним із головних напрямів розвитку кадастрових технологій є розширення інструментарію реєстрації даних про об'єкти нерухомості з урахуванням їх фактичного розміщення, конфігурації та функціонального використання, особливо у випадках, коли декілька об'єктів інфраструктури чи будівель розміщуються на обмеженій території (рис. 4.).

Рис. 4. Схематичне відображення взаємозв'язку інженерної інфраструктури та поверхневого землекористування в умовах цифровізації земельного кадастру [12]

З цією метою впроваджується можливість додавання до реєстраційної інформації посилань на цифрові документи, технічні креслення, плани та матеріали обстеження, що містять уточнення параметрів об'єктів, їх координатне положення, глибину або висоту залягання. Запровадження електронного кадастрового обліку, заснованого на сучасних технологіях збору, обробки та аналізу просторових даних, таких як аерофотознімання або лазерне сканування, дозволяє значно покращити точність геодезичного забезпечення землеустрою. Зокрема, дані про місцеперебування об'єктів можна інтегрувати в цифрові кадастрові карти, що забезпечує однозначність тлумачення правових меж та запобігання можливих конфліктів щодо землекористування.

Разом із цим, одним із методів підвищення ефективності кадастрового адміністрування є використання так званих семантичних тегів або цифрових анотацій, які дозволяють зазначити особливі умови, пов'язані з тією чи іншою земельною ділянкою, наприклад, наявність ліній комунікацій, обтяжень або обмежень використання певних зон (рис. 5).

Рис. 5. Фрагмент картограми агровиробничих груп ґрунтів у межах формування земельного кадастру [13]

Водночас, існує потреба у впровадженні єдиного підходу до представлення даних у кадастрі, що дозволить забезпечити узгодженість інформації про різні категорії об’єктів, а також спростити процедуру запитів і пошуку відомостей про об’єкти нерухомості в межах територіальних реєстрів. Важливою перевагою такого підходу є можливість інтеграції кадастрових систем з іншими державними реєстрами й геоінформаційними платформами, що сприятиме прийняттю обґрунтованих управлінських рішень на державному і місцевому рівнях [14].

Отримані в результаті застосування сучасної методики тривимірного геодезичного сканування просторові дані, які були детально розглянуті в попередньому розділі дослідження, відкривають широкі можливості для їх багатофункціонального використання в системі землеустрою, особливо в умовах активної цифровізації земельного кадастру в Україні [16]. З урахуванням світових практик та орієнтації на впровадження інформаційного моделювання у сфері просторового планування й управління територіями, можна виокремити низку перспективних напрямів використання кадастрових даних у форматі тривимірного представлення, зокрема для формування 3D-кадастру, підтримки функціонування систем 3DLAS та створення цифрових основ для реалізації концепції «розумного міста» (рис. 6).

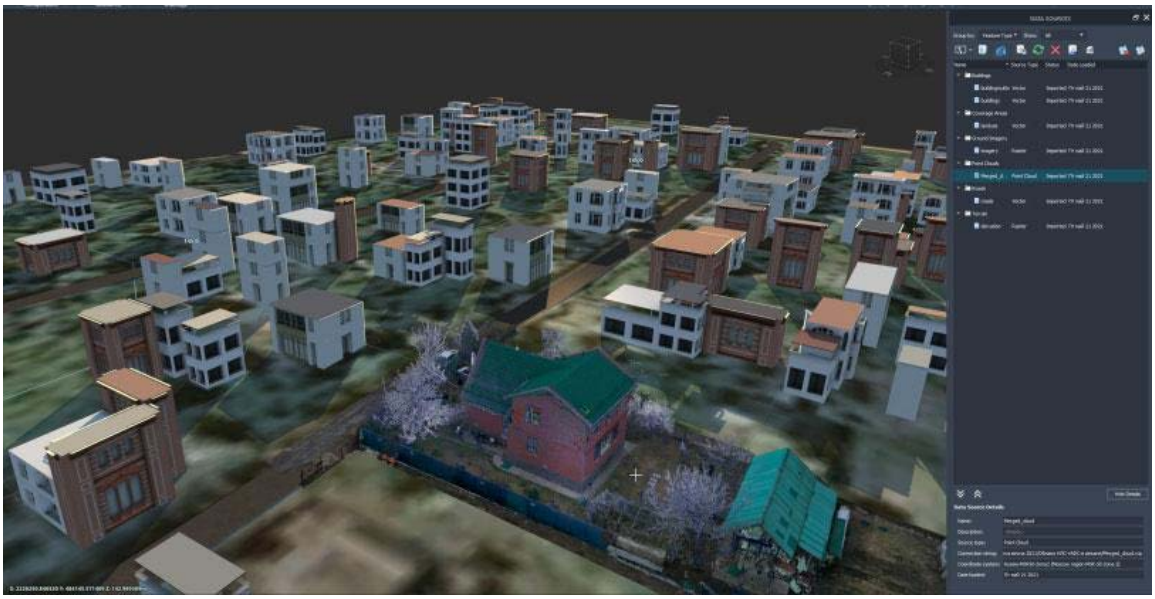


Рис. 6. Візуалізація тривимірної моделі урбанізованої території як елементу цифрового кадастру в межах геодезичного забезпечення землеустрою [16]

У межах парадигми цифрового урбанізму та просторової трансформації земельних відносин, практична апробація побудованої моделі для конкретного об'єкта показала ефективність її інтеграції в земельно-інформаційні системи нового покоління, зокрема на основі формату CityGML, який дозволяє забезпечити сумісність геопросторових даних і максимально точне візуальне

представлення об'єктів нерухомості [17]. Це, своєю чергою, створює якісно нове підґрунтя для реалізації завдань просторового аналізу, територіального планування, управління об'єктами інженерної інфраструктури та правового регулювання землекористування.

Використання вдосконаленого цифрового формату геодезичних вимірювань дозволяє підвищити деталізацію картографічної основи, актуалізувати інформацію про конфігурацію меж земельних ділянок, багаторівневі споруди та підземні об’єкти, що в комплексі сприяє зростанню якості геодезичного забезпечення землеустрою [18].

Висновки та рекомендації. Виявлено, що модернізація кадастрової системи за рахунок інноваційних геоінформаційних технологій та автоматизованих процесів суттєво підвищує точність, повноту та швидкість обробки просторових даних. Це створює основу для ефективного управління земельними ресурсами на рівні окремих територій і держави в цілому. Аналіз сучасних методів, таких як наземне лазерне сканування та аерофотознімання за допомогою БПЛА, показав їхню ефективність у формуванні деталізованих тривимірних моделей об’єктів нерухомості. Ці технології забезпечують високу точність просторових даних, що критично важливо для створення надійної кадастрової інформації в умовах складної забудови міст. Проаналізовано перехід вітчизняної кадастрової системи від імпортних програм до власних рішень на основі геоінформаційних платформ (MapInfo, ObjectLand) і самі системи стали основою для цифрового середовища земельного обліку, що відповідає сучасним потребам. Встановлено, що автоматизоване заповнення документації, інтеграція з державними реєстрами та генерація семантичних тегів зменшують кількість помилок і забезпечують логічну узгодженість даних. Це підвищує надійність кадастрової інформації.

Запропоновано стандартизацію формату подання даних, яка забезпечить узгодженість між просторовими, правовими та технічними характеристиками земельних ділянок, що також сприятиме інтеграції кадастру з іншими системами, зокрема платформами «розумних міст» та екологічними геопорталами. Розроблено підходи до об’єднання гетерогенних даних, які базуються на оптимізації параметрів знімання (наприклад, значення GSD) і алгоритмах просторової узгодженості коли підвищується якість геодезичного забезпечення в урбанізованих зонах. Запропоновано модель, яка враховує багаторівневу структуру землекористування, обтяження, підземну інфраструктуру та складні правові межі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ямелинець Т. Інформаційне ґрунтознавство: монографія. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 352 с.

2. Кочеригін Л.Ю., Кімейчук І.В. Геоінформаційний моніторинг змін вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок Черкаської області за радарними даними. Вісник Малинського фахового коледжу: наукове видання. 2023. Вип. 2. С. 157–174.

3. Bieliatynskyi A., Sorokina K., Mamonov K., Kovalenko L. Geoecological monitoring of regional land use: definition and directions of formation. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 452. P. 03002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002

4. Chabaniuk V., Polyvach K. Critical properties of modern geographic information systems for territory management. Cybernetics and Computer Engineering. 2020. No. 3(201). pp. 5–32. DOI:10.15407/kvt201.03.005

5. Liu C., Li X., Xue Y., Lu W., & Zhang C. Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. E3S Web of Conferences. 2024. No 520. 04018. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018

6. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3

7. Цепенда М., Данілова О., Заблотовська Н. Застосування ГІС-технологій для оцінювання лісорекреаційних площ урбанізованих територій. Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2024. № 849. С. 154–163. DOI: https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.154-163

8. Foster A., Rahimzadeh-Bajgiran P., Daigneault A., Weiskittel A. Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. Forests Monitor. 2024. 1(1):66–98. https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14

9. Шевчук С.М., Прокопенко Н.І., Рожі Т.А. Аналіз використання геодезичних даних при плануванні та моніторингу агроландшафтів: оптимізація землекористування та охорони природи. Кадастр, землеустрій та управління земельними ресурсами. 2024. № 7. С. 445–458. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458.

10. Blender 4.1 Reference Manual. URL: https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html

11. Ситник О., Безлатня Л. Аналіз сучасних методів і засобів для обстеження та виконання великомасштабного геодезичного знімання меліорованих земель. Природничі науки та природокористування. 2024. Вип. 1. С. 112–113.

12. Landsat-8/LDCM. URL: https://www.eoportal.org/satellite-missions/landsat-8-ldcm

13. NASA. Landsat Science. URL: https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/

14. GIS for Land Administration – Esri. URL: www.esri.com/ industries/cadastre/

15. Македон В.В., Валіков В.П., Федьора С.С. Удосконалення управління промисловими підприємствами на основі стратегій інноваційного розвитку. Європейський вектор економічного розвитку. 2019. №1. С. 108–125. DOI: 10.32342/2074-5362-2019-1-26-8.

16. Trysnyuk V., Demydenko O., Trysnyuk T., Horoshkova L., Khlobystov Ie., Holovan Y. GIS technologies for monitoring forest plantations. Geoinformatics. 2021. Volume 2021. pp. 1–6. https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062

17. Xing J., Sun S., Huang Q., Chen Z., Zhou Z. Application of Geoinformatics in Forest Planning and Management. Forests. 2024. 15(3). pp. 439. https://doi.org/10.3390/f15030439

18. Makedon V., Myachin V., Plakhotnik O., Fisunenko N., Mykhailenko O. Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. no 2(13(128)). p. 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor **Udovenko I.O.,**
man National University of Horticulture,
PhD, Associate Professor **Monar D S.S.,**
Ferenc Rákóczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education,
Candidate of Science in Public Administration **Chuvpylo V.V.,**
Poltava State Agrarian University

THE IMPACT OF DIGITAL INNOVATIONS IN THE CADASTRAL SPHERE ON THE SPATIAL ACCURACY AND COMPLETENESS OF GEODETIC SUPPORT FOR LAND MANAGEMENT IN UKRAINE

The article analyzes the impact of digital innovations in the cadastral sphere on the spatial accuracy and completeness of geodetic support for land management in Ukraine. The study focuses on the application of modern geodetic technologies to create three-dimensional digital models of urbanized territories that meet international standards. The relevance of the study is due to the need to modernize cadastral systems in the context of digital transformation, which contributes to increasing the accuracy, reliability and accessibility of information about land resources. The implementation of automated geographic information systems is key to effective land management and ensuring transparency of land relations in Ukraine. The study used a combination of LS and aerial photography methods to collect geospatial data, which ensure the creation of dense point clouds with a high level of detail. It was established that the pixel size on the terrain (GSD) should be no more than half of the minimum size of the modeling object to ensure accurate merging of heterogeneous data. GIS platforms such as MapInfo were used to process and integrate spatial and tabular information, as well as analyze the compliance of data with the requirements of official cadastral systems. The results obtained demonstrate that the digitalization of the land cadastre provides structural modernization of data, increasing their completeness, accuracy and visibility. The introduction of three-dimensional models contributes to the accurate spatial and legal fixation of land plots, which is the basis for effective land management. The use of LS and UAVs allows you to create detailed digital models that take into account the complex structure of urbanized areas, including multi-level and underground objects. Prospects for further research are related to the expansion of the use of three-dimensional cadastral data to create a 3D cadastre, support for 3DLAS systems and the implementation of the concept of a "smart city". Further integration of data into CityGML formats will contribute to increasing the compatibility of geospatial information and improving spatial planning and territory management tools.

Keywords: digitalization of land cadastre; geodetic support; land management; spatial data; geoinformation technologies; automation of cadastral processes.

REFERENCES

1. Yamelynets, T. (2022). Informatsiyne gruntoznavstvo: monohrafiya [Informational soil science: monograph]. Lviv: LNU named after Ivan Franko. {in Ukrainian}.

2. Kocherihin, L.Yu., Kimeichuk, I.V. (2023). Heoinformatsiinyi monitorynh zmin vkrytykh lisovoiu roslynistiu lisovykh dilianok Cherkaskoi oblasti za radarnymy danymy [Geoinformation monitoring of changes in forest-covered areas of Cherkasy region based on radar data]. Visnyk Malynskoho Fakhovoho Koledzhu: Naukove Vydannia [Bulletin of Malyn Vocational College: Scientific Journal], 2, 157–174. {in Ukrainian}.

3. Bieliatynskyi, A., Sorokina, K., Mamonov, K., & Kovalenko, L. (2023). Geoecological monitoring of regional land use: Definition and directions of formation. E3S Web of Conferences, 452, 03002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002. {in English}

4. Chabaniuk, V., Polyvach, K. (2020). Critical properties of modern geographic information systems for territory management. Cybernetics and Computer Engineering, No. 3(201), 5–32. DOI:10.15407/kvt201.03.005 {in English}

5. Liu, C., Li, X., Xue, Y., Lu, W., & Zhang, C. (2024). Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. E3S Web of Conferences, 520, 04018. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018 {in English}

6. Makedon V.V., Bailova O.O. (2023). Planuvannya i orhanizatsiya vprovadzhennya syfrovykh tekhnolohiy v diyal′nist′ promyslovykh pidpryyemstv [Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises]. Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences", Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. {in Ukrainian}.

7. Tsependa, M., Danilova, O., Zablotovska, N. (2024). Zastosuvannia HIS-tekhnolohii dlia otsiniuvannia lisorekreatsiinykh ploshch urbanizovanykh terytorii [Application of GIS technologies for assessing forest recreation areas in urbanized territories]. Naukovyi Visnyk Chernivetskoho Universytetu: Heohrafiia [Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Geography], 849, 154–163. https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.154-163. {in Ukrainian}.

8. Foster, A., Rahimzadeh-Bajgiran, P., Daigneault, A., & Weiskittel, A. (2024). Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. Forests Monitor, 1(1), 66–98.

https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14. {in English}

9. Shevchuk, S.M., Prokopenko, N.I., & Rozhi, T.A. (2024). Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorony pryrody [Analysis of the use of geodetic data in planning and monitoring of agro-landscapes: Optimization of land use and nature conservation]. Kadastre, zemleustrii ta upravlinnia zemelnymy resursamy - Cadastre, Land Management, and Land Resource Administration, 7, 445–458. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458 {in Ukrainian}.

10. Blender 4.1 Reference Manual. Retrieved from: https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html {in English}

11. Sytnyk, O., & Bezlatnia, L. (2024). Analiz suchasnykh metodiv i zasobiv dlia obstezhennia ta vykonannia velykomasshtabnoho heodezychnoho zniattia meliorovanykh zemel [Analysis of modern methods and means for surveying and performing large-scale geodetic surveying of reclaimed lands]. Pryrodnychi nauky ta pryrodokorystuvannia [Natural Sciences and Nature Management], (1), 112–113. {in Ukrainian}

12. Landsat-8/LDCM. (2024). Retrieved from: https://www.eoportal.org/satellite-missions/landsat-8-ldcm {in English}

13. NASA. Landsat Science. (2024). Retrieved from: https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/ {in English}

14. GIS for Land Administration – Esri. Retrieved from: www.esri.com/ industries/cadastre/ {in English}

15. Makedon, V.V., Valikov, V.P., Fedyora, S.S. (2019). Udoskonalennya upravlinnya promyslovymy pidpryyemstvamy na osnovi stratehiy innovatsiynoho rozvytku [Improving the management of industrial enterprises based on innovative development strategies]. European vector of economic development, No.1, pp. 108–125. DOI: 10.32342/2074-5362-2019-1-26-8.

16. Trysnyuk, V., Demydenko, O., Trysnyuk, T., Horoshkova, L., Khlobystov, I., & Holovan, Y. (2021). GIS technologies for monitoring forest plantations. Geoinformatics, 2021, 1–6. https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062. {in English}.

17. Xing, J., Sun, S., Huang, Q., Chen, Z., & Zhou, Z. (2024). Application of geoinformatics in forest planning and management. Forests, 15(3), 439. https://doi.org/10.3390/f15030439. {in English}.

18. Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunenko, N., Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no 2(13(128)), 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.645-661
УДК: 528.4:711.4(477)

Шелкова І.С.,
irinagunko98@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2562-2175,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
к.е.н., **Прокопенко Н.І.,**
bilanp79@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5046-6122,
Сумський національний аграрний університет,
к.е.н., доцент, **Фоменко В.А.,**
ph.d.fomenko@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4815-0813,
Одеський державний аграрний університет

ЗНАЧЕННЯ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ В ПРОЦЕСАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ: УКРАЇНСЬКИЙ ПРАКТИЧНИЙ ВИМІР

Зроблено аналіз ролі геодезії та землеустрою у відновленні інфраструктури України після збройних конфліктів, акцентуючи на їх стратегічному значенні для просторового планування та соціально-економічної реабілітації. У контексті безпрецедентних руйнувань, спричинених повномасштабною війною, геодезія та землеустрій набувають ключового значення для створення достовірної геопросторової бази, необхідної для відновлення інфраструктури, забезпечення прав власності та інтеграції міжнародної допомоги. Метою статті є визначення стратегічних напрямів модернізації геодезичного та землеустрійного забезпечення в умовах післявоєнної відбудови України, а також обґрунтування їх ролі у формуванні цілісної системи управління просторовими даними для реконструкції інфраструктури. Дослідження базується на системному аналізі просторово-ресурсної геоінформаційної моделі, яка інтегрує цифрові топографічні дані, кадастрову інформацію та відомості про природні ресурси. Використовувалися сучасні геоінформаційні платформи, технології обробки супутникових знімків, методи просторового моделювання та поточна правова база у сфері землекористування. Якісне топографо-геодезичне забезпечення сприяє ефективній реалізації державної політики у сфері земельних відносин, містобудування та екологічного менеджменту, створюючи передумови для цифрової трансформації. Український досвід демонструє, що геодезія та землеустрій є основою для відновлення транспортної, енергетичної та житлової інфраструктури, а також гуманітарного розмінування й верифікації меж. Дослідження виявило необхідність модернізації технічної бази, оновлення нормативно-правових актів та зниження залежності від

зовнішніх постачальників геоданих. Подальші дослідження мають зосередитися на розробці національної платформи геопросторових даних, гармонізації стандартів з європейськими нормами, посиленні міжвідомчої координації та підготовці фахівців. Важливим є створення інноваційної інфраструктури для обробки даних у реальному часі, що сприятиме сталому просторовому розвитку України.

Ключові слова: геодезія; землеустрій; інфраструктура; відновлення; збройний конфлікт; геопросторові дані

Постановка проблеми. У контексті масштабних збройних конфліктів, які супроводжуються руйнацією критично важливої інфраструктури, порушенням просторової організації територій та дезінтеграцією систем управління земельними ресурсами, особливого значення набуває роль геодезії та землеустрою як стратегічних інструментів просторового відновлення. Український досвід боротьби за територіальну цілісність та незалежність після повномасштабного вторгнення російської федерації у 2022 році продемонстрував, що саме якісне топографо-геодезичне і землеустрійне забезпечення є критично важливою складовою ефективної реалізації відновлювальних проєктів, як у містах, так і в сільських громадах. Геодезія і землеустрій у цьому контексті постають не лише як технічні галузі, але як системоутворюючі компоненти управлінської, правової та економічної політики постконфліктної відбудови, що охоплює картографування пошкоджених об'єктів, ідентифікацію меж земельних ділянок, відновлення кадастрової інформації та створення умов для повернення внутрішньо переміщених осіб. Актуальність обраної теми обумовлена безпрецедентним масштабом руйнувань інфраструктури на території України внаслідок збройної агресії, що поставила перед державою виклик відновлення фізичного простору, транспортної та комунальної мережі, житлового фонду та сільськогосподарських угідь. У таких умовах геодезія та землеустрій виконують ключову функцію у створенні достовірної геопросторової бази даних, яка є підґрунтям для ухвалення управлінських рішень, проєктування відбудовчих заходів та реалізації програм міжнародної технічної допомоги.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В ряді наукових праць підкреслюється виняткова важливість інтеграції геодезичних технологій у процеси управління територіями, зокрема в контексті відновлення просторової структури після збройних конфліктів. Зокрема, Чабанюк В. та Полівач К. акцентують на тому, що сучасні геоінформаційні системи мають критично важливі функціональні властивості, які дозволяють ефективно управляти територіями в умовах нестабільності, зокрема забезпечуючи цілісність бази

просторових даних, адаптивність до змін навколишнього середовища та можливість інтеграції з іншими державними реєстрами [1]. У свою чергу, Редді Г.П.О. та Сінгх С.К. у монографії, присвяченій геопросторовим технологіям у картографуванні, моніторингу та управлінні земельними ресурсами, обґрунтовують необхідність застосування комплексного підходу до збирання, аналізу та візуалізації просторових даних у рамках управлінських стратегій. Автори зазначають, що лише через впровадження ГІС можна досягти ефективного контролю над використанням земельних ресурсів, що є особливо актуальним у періоди реінтеграції територій після конфліктів [2].

Питання точності й достовірності вхідних даних, отриманих шляхом дистанційного зондування, досліджують Мао В., Чжао Х., Хан В., Ту Х. та Гао В. Вони звертають увагу на необхідність стандартизації процедур контролю якості результатів моніторингу земель сільськогосподарського призначення. У роботі підкреслюється, що в умовах повоєнного відновлення якісна інформація про стан територій є критично важливою для ухвалення обґрунтованих рішень щодо відновлення інфраструктури, зокрема водогонів, доріг та житлової забудови [3]. У контексті внутрішнього українського досвіду, Могильний С. П., Хайнюс Д.В., Виноградeнко С.В. та Сопов Д.О. детально розглядають практику геодезичного моніторингу полезахисних лісосмуг, акцентуючи на їх екосистемній та протиерозійній функції. У статті наголошується, що в післявоєнний період особливо важливо забезпечити збереження таких природних об’єктів, які водночас виконують роль природного бар’єру й орієнтира при відновленні територіальної структури сільських громад [4].

Питання використання геодезичних технологій у процесі моніторингу об’єктів енергетичної інфраструктури розкрито в роботі Лашка С.П., Шелковської І.М., Міхна П.Б. та Козаря В.І., які дослідили можливості дистанційного моніторингу земель, що були відведені під сонячні електростанції. Автори вказують, що такі технології забезпечують постійний контроль за цільовим використанням земель і дозволяють ефективно реагувати на зміни, пов’язані з експлуатацією енергетичних об’єктів у постконфліктний період [5].

У свою чергу, Судзукі Т., Такахаші Й представили підхід до визначення точного положення та орієнтації безпілотних літальних апаратів (БПЛА) шляхом використання кількох приймачів GNSS, що дозволяє формувати високоточні 3D-карти місцевості. Така технологія особливо цінна в умовах, коли проведення традиційного геодезичного знімання є неможливим або небезпечним через наявність мінних полів або зруйнованої інфраструктури [6]. Нарешті, Семенюк М., Федонюк М., Вовк О., Федонюк В. та Мерленко І. у своєму міждисциплінарному дослідженні розглядають динаміку

землекористування на прикордонних територіях. Їх аналіз базується на оцінці змін у землекористуванні, зумовлених не лише природними, а й соціально-політичними факторами, що актуалізує необхідність гнучких, адаптивних інструментів просторового планування, зокрема в прикордонних або конфліктних регіонах [7].

Мета і задачі дослідження. Мета статті – сформувати напрямки використання інструментів геодезії та землеустрою у процесах очікуваного відновлення інфраструктури України після закінчення військових дій.

Завдання дослідження:

– дослідити технічні, організаційні та правові механізми системи геопросторових даних, що забезпечують точність, прозорість і ефективність планування відновлення територій;

– сформувати шляхи оновлення інституційних та нормативних основ геодезії та землеустрою, виходячи з глобального досвіду та очікувань повоєнного відновлення;

– виявити перспективні напрями удосконалення геодезичного забезпечення, зокрема розвиток відкритих геоданих, поглиблення міжвідомчої координації, підвищення кваліфікації фахівців та технічне переозброєння галузі.

Матеріали та методи. Основною дослідницькою конструкцією виступає просторово-ресурсна геоінформаційна модель, що репрезентує собою цілісну систему взаємопов’язаних геоданих, методичних засобів та технологічних рішень, які забезпечують повний цикл обробки, інтеграції й візуалізації інформації про природні ресурси та стан інфраструктурних об’єктів у зонах, що зазнали руйнувань внаслідок бойових дій.

Системний аналіз структурного наповнення геоінформаційного простору досліджуваних регіонів дозволив виділити ключові компоненти, що забезпечують ефективну реалізацію геодезичних і землеустрійних заходів у контексті відбудови. Насамперед, це інформаційна основа, яка охоплює цифрову топографічну базу на відповідну територію, а також актуальні просторові дані щодо природних ресурсів (водні об’єкти, землі сільськогосподарського призначення, лісові масиви) та пов’язаних із ними інфраструктурних об’єктів. Другим елементом є науково-методична база, яка включає принципи збору, систематизації, інтеграції та аналізу різнотипних просторових даних, а також методи їхнього картографічного представлення у вигляді інтерактивних або статичних картографічних моделей.

Технологічна складова методології включає використання сучасних геоінформаційних платформ, хмарних сервісів, технологій автоматизованої обробки супутникових знімків та інструментів просторового моделювання, що

дозволяють трансформувати великі обсяги даних у придатну для планування форму. Для забезпечення легітимності процесів збору, обробки та використання геоданих застосовувалась юридична база, яка базується на чинному законодавстві України у сфері землеустрою, геодезії, містобудування та охорони навколишнього середовища. Центральною методичною одиницею дослідження стала природно-ресурсна геоінформаційна модель постконфліктного регіону, яка використовується для просторового аналізу, відтворення до- і післявоєнного стану території, визначення рівня деградації ресурсів та пріоритетів їх відновлення. Побудова цієї моделі здійснювалася на основі базових геодезичних та кадастрових даних, які були адаптовані відповідно до державних стандартів і періодично оновлювались з урахуванням актуальної ситуації.

Результати та їх обґрунтування. Якісне топографо-геодезичне забезпечення дозволяє забезпечити ефективну реалізацію державної політики у сфері земельних відносин, містобудування, охорони навколишнього природного середовища, а також створює передумови для цифрової трансформації просторового планування на регіональному та національному рівнях. Досвід України в цьому аспекті може бути використаний не лише для власних потреб, а й слугувати взірцем для інших держав, що переживають або потенційно можуть зіткнутися з наслідками масштабних деструкцій. Водночас, роль геодезії та землеустрою виходить за межі суто технічного виміру, стаючи невід'ємною частиною системного підходу до післявоєнного відновлення, із забезпеченням прав власності, прозорості управління територіями, збереженням природного середовища та інтеграцією воєнної, соціальної та економічної реабілітації [8].

Дослідження сучасного стану, основних тенденцій розвитку та світового досвіду країн із великою територією в галузі топографо-геодезичного та картографічного забезпечення дало змогу визначити стратегічні напрями модернізації цієї сфери в умовах зростаючої потреби у високоточних, оперативних та актуальних геопросторових даних, інтенсивного впровадження цифрових технологій та забезпечення технічної й технологічної автономії держав. У випадку України, яка перебуває в активній фазі відновлення інфраструктури після широкомасштабної воєнної агресії, значення геодезії та землеустрою набуває не лише технічного, а й стратегічного виміру, адже саме завдяки цим інструментам забезпечується ефективне планування, реалізація та моніторинг процесів реконструкції зруйнованих територій (рис. 1.).

Рівень соціально-економічного відновлення та безпекової стабілізації держави, що постраждала від воєнних дій, значною мірою залежить від якісного та системного топографо-геодезичного й землеустрійного

забезпечення. Український практичний досвід свідчить, що саме ця сфера лежить в основі розроблення просторових даних, необхідних для відновлення транспортної інфраструктури, енергетичних мереж, систем водопостачання, житлової забудови та аграрних угідь. Зокрема, у процесі гуманітарного розмінування, верифікації меж населених пунктів, створення цифрових кадастрів і супроводу регіональних планів відбудови саме геодезичні заходи дозволяють гарантувати точність, правову визначеність і просторову логіку планових дій [9].

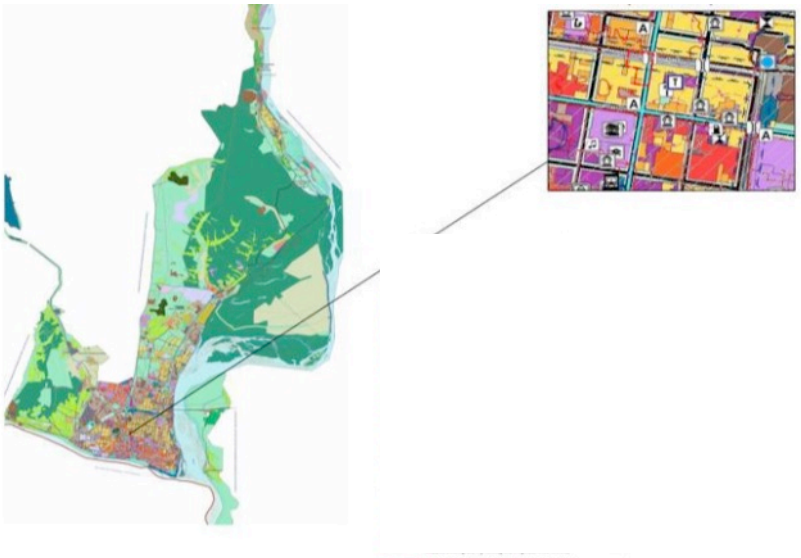


Рис. 1. Функціональне вікно вебсервісу кадастрової карти України з прикладом візуалізації просторового пошуку на території постконфліктного регіону [1]

Політичні й економічні трансформації, що відбуваються в Україні у відповідь на наслідки військової агресії, актуалізували питання посилення національної спроможності до самостійного вироблення й обробки геопросторових даних, зниження залежності від зовнішніх постачальників картографічної продукції, а також розвитку власної просторової інфраструктури на засадах відкритості, взаємодії державних і приватних суб'єктів та інтеграції до європейського геоінформаційного простору.

Водночас, на тлі зниження фінансування у попередні десятиліття, галузь геодезії та землеустрою в Україні зазнала значного технологічного зношення, кадрового відтоку та нестачі оновленої нормативно-правової бази, що в умовах воєнного стану лише загострило наявні диспропорції. У результаті, питання модернізації геодезичної й картографічної інфраструктури, підготовки фахівців, цифровізації державних кадастрів та забезпечення публічного доступу до просторових даних стали критично важливими елементами державної політики в умовах післяконфліктної відбудови (рис. 2.) [10, с. 149].

Рис. 2. Схема ескізу забудови земельної ділянки з кадастровим номером у межах території, що підлягає відновленню після збройного конфлікту [10]

Фундаментом системи геодезичного та землеустрійного забезпечення в умовах повоєнного відновлення мають стати науково-дослідні ініціативи, оновлена освітня політика у сфері геодезії, а також створення сучасного виробничого середовища для виконання геопросторових робіт – від створення базових геодезичних і гравіметричних мереж до виготовлення масштабних топографічних карт і формування інтегрованих цифрових платформ. Важливим елементом цієї системи має стати формування єдиного відкритого простору, що дозволяє споживачам – органам місцевого самоврядування, бізнесу, іноземним донорам і громадянам – отримувати актуальні просторові дані для прийняття ефективних рішень у сфері відновлення, землекористування, екологічного моніторингу та розвитку громад.

Одним із базових елементів національної системи геопросторового забезпечення, яка має вирішальне значення для відбудови територій після збройних конфліктів, є державне геодезичне забезпечення, що охоплює встановлення державних систем координат, висотних реперів та гравіметричних вимірювань, а також формування розгалужених геодезичних, нівелірних і гравіметричних мереж, які забезпечують просторову точність і достовірність подальших інженерних та проєктних рішень. У післявоєнних умовах України саме ці системні елементи забезпечують основу для оновлення топографічної інформації, відновлення кадастрів, моніторингу екологічного стану територій та належної реалізації інфраструктурних проєктів у зонах, що зазнали руйнувань (рис. 3.) [11, с. 116].

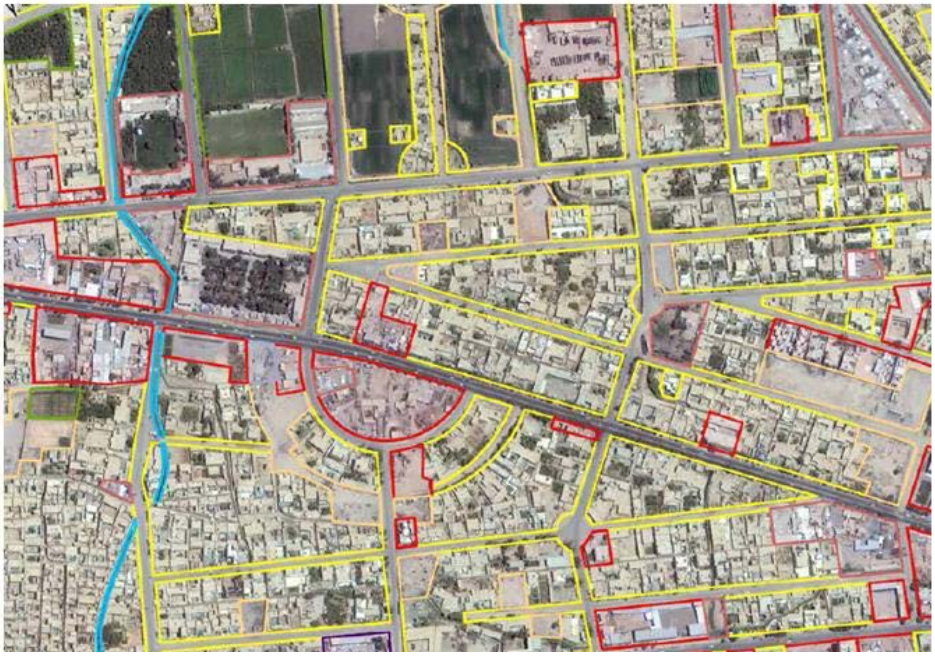


Рис. 3. Фрагмент ортофотоплану з візуалізацією меж земельних ділянок та елементів кадастрової інфраструктури для потреб відновлення забудови зруйнованої частини міста [12]

Проблематика збереження та відновлення геодезичних пунктів, підтримання їх щільності та періодичності повторних вимірювань у воєнний і повоєнний період безпосередньо впливає на якість топографічних карт і планів, ефективність просторового планування та реалізацію будівельно-відновлювальних програм, особливо в умовах необхідності оперативної реакції на виклики безпеки, техногенної загрози чи стихійних процесів. До того ж, порушення структури державної геодезичної мережі суттєво ускладнює функціонування систем сейсмічного моніторингу, оцінки ризиків, а також забезпечення правової визначеності при поверненні або відновленні права власності на пошкоджені чи заново сформовані земельні ділянки [13].

На сучасному етапі розвитку геодезії в Україні, актуалізованому потребами відбудови інфраструктури після повномасштабної війни, спостерігається нагальна потреба у формуванні високоефективної, інноваційно орієнтованої системи геодезичного та картографічного забезпечення, яка ґрунтується на використанні сучасних технологій збору, обробки та інтеграції просторових даних у режимі реального часу. Така система повинна бути спрямована на всебічне забезпечення потреб органів державної влади, військового управління, місцевого самоврядування, громад та приватного сектору – через відкриту інфраструктуру геопросторових даних, яка повинна акумулювати достовірну, деталізовану інформацію про стан територій, ресурси та об’єкти, що підлягають відновленню або реконструкції [14; 15].

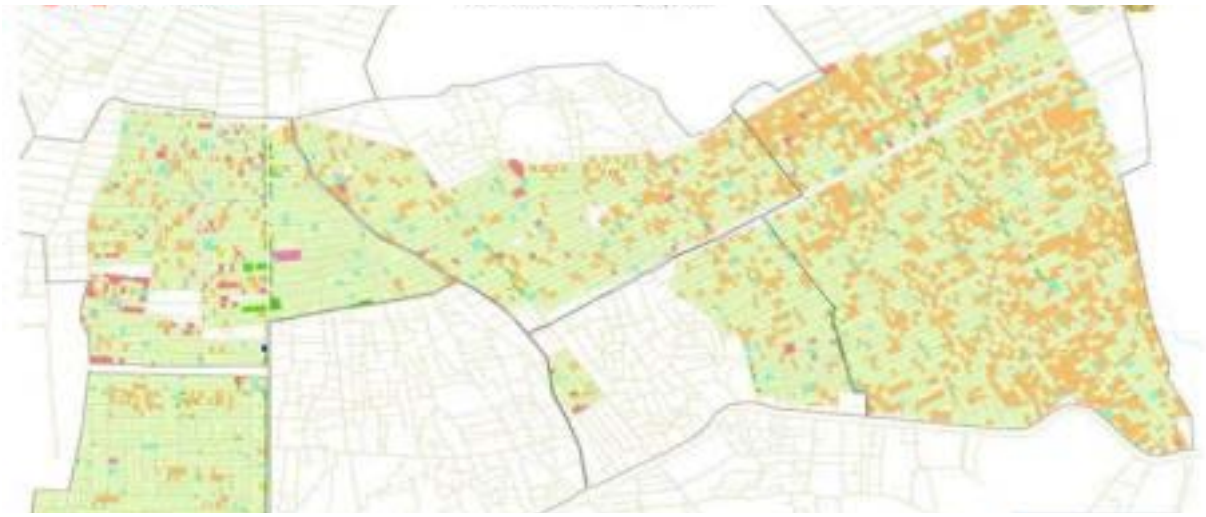


Рис. 4. Тематична карта землекористування з класифікацією функціонального призначення ділянок на території, що підлягає відновленню після збройного конфлікту [16]

Реалізація стратегічної мети створення цілісної геодезично-картографічної системи в Україні можлива лише за умови вирішення низки ключових завдань, які включають поглиблення інтеграції науки, освіти та виробництва, розвиток державного управління у сфері просторових даних, модернізацію технічної бази, а також посилення міжвідомчої та міжгалузевої координації в рамках національної політики відновлення. Відновлення й розвиток галузі геодезії та землеустрою на засадах інновацій, відкритості та безпекової стійкості не лише сприятимуть швидшій післявоєнній реконструкції, а й стануть запорукою формування сучасної, функціонально збалансованої системи управління простором в Україні [17].

Одним із головних напрямів удосконалення державної системи управління у сфері геодезії та землеустрою в умовах повоєнної відбудови України є посилення координаційної ролі центрального органу виконавчої влади, відповідального за формування та реалізацію політики у сфері геопросторової інформації. З урахуванням викликів, пов’язаних із масовими руйнуваннями об'єктів інфраструктури, внутрішнім переміщенням населення та зміною адміністративно-територіального устрою, надзвичайно важливим є чітке функціональне розмежування повноважень між центральними та регіональними органами влади, забезпечення міжвідомчої узгодженості в питаннях планування, фінансування та здійснення топографо-геодезичних і землеустрійних робіт, а також формування єдиної державної просторової основи.

Відповідно до цих завдань, на практиці доцільним є поділ геопросторового забезпечення на три взаємопов’язані рівні: державний, галузевий і регіональний, з одночасним закріпленням функцій стратегічного планування, нормативного регулювання, контролю та ведення Національного

геодезичного фонду за уповноваженим державним органом. У рамках угод про міжрегіональне співробітництво доцільно реалізовувати принципи співфінансування регіональних геодезичних програм, особливо в зонах, де відбудова після збройних дій потребує додаткової точності у визначенні меж земель, відновленні правовстановлюючої документації та координації будівельно-відновлювальних заходів [18].

З метою ефективного функціонування державного геодезичного нагляду в Україні необхідно відновити систему реєстрації результатів топографо-геодезичних робіт, з обов'язковим прийняттям рішень щодо включення цих матеріалів до Державного геодезичного фонду. Оптимізація просторово розподіленої структури обслуговування споживачів геоданих на регіональному рівні має базуватися на створенні інтегрованої мережі наукових, виробничих, освітніх та архівних установ, які забезпечують безперервне оновлення, збереження та трансляцію просторової інформації.

Не менш важливим кроком є модернізація нормативно-правової бази у сфері геодезії та землеустрою. Потреба в уніфікації правових положень, гармонізації стандартів із міжнародними нормами та впровадженні регламентів, що відповідають сучасним цифровим технологіям, є особливо актуальною у зв'язку з широким впровадженням в Україні геоінформаційних систем, супутникової навігації, дистанційного зондування Землі та інших перспективних інструментів.

Також необхідне формування єдиної національної платформи обробки та зберігання геопросторових даних, яка має об'єднати всі державні, відомчі та регіональні геодезичні й картографічні ресурси, забезпечити вільний доступ до даних у режимі, максимально наближеному до реального часу, з використанням національного геопорталу й мережі територіальних вузлів поширення інформації [19]. У напрямі удосконалення механізмів державного контролю та нагляду за геодезичною діяльністю, важливими є такі заходи, як включення топографо-геодезичних робіт до переліку видів господарської діяльності, що підлягають повідомній процедурі; обов'язкова сертифікація державної картографічної продукції, зокрема навчальних карт; встановлення державного нагляду за створенням муніципальних геодезичних фондів, диференційованих GPS-мереж і виконанням кадастрових робіт. Окремо слід підкреслити важливість адміністративної відповідальності за порушення у сфері просторового відображення, особливо в частині розміщення на картах неточних або політично маніпулятивних назв, які суперечать офіційним міжнародно-правовим позиціям України щодо її територій, кордонів і топоніміки (табл. 1) [20].

Таблиця 1

Напрями практичного використання геодезії та землеустрію для повоєнного відновлення України (сформовано авторами)

Напрям діяльності	Основні завдання	Практичний досвід України	Виклики та обмеження	Перспективи розвитку
Топографо-геодезичне забезпечення	Створення та оновлення геодезичних мереж, встановлення систем координат і висотних реперів	Використання геодезичних даних для відновлення кадастрів і планування інфраструктури в постконфліктних регіонах	Технологічне зношення обладнання, нестача фахівців, пошкодження геодезичних пунктів	Модернізація технічної бази, впровадження супутникових технологій, створення єдиної геопросторової платформи
Землеустрій та кадастрова діяльність	Верифікація меж, створення цифрових кадастрів, забезпечення прав власності	Застосування вебсервісів кадастрових карт для просторового пошуку та планування відбудови	Недостатнє фінансування, брак оновленої нормативної бази	Уніфікація правових стандартів, інтеграція з європейським геоінформаційним простором
Просторове планування	Розробка планів відбудови, моніторинг територій, інтеграція соціально-економічних даних	Використання ортофотопланів і тематичних карт для відновлення транспортної та житлової інфраструктури	Обмежений доступ до актуальних даних, кадровий дефіцит	Розвиток відкритої інфраструктури геоданих, міжвідомча координація
Гуманітарне розмінування	Геодезична підтримка для точного визначення зон розмінування	Застосування геопросторових даних для верифікації меж і супроводу розмінування	Порушення геодезичних мереж, брак високоточних інструментів	Впровадження дистанційного зондування, автоматизація збору даних
Екологічний моніторинг	Оцінка стану територій, підтримка природоохоронних ініціатив	Використання геодезичних даних для моніторингу земель і водних ресурсів у зонах конфлікту	Недостатня інтеграція екологічних і геодезичних даних	Розробка цифрових платформ для екологічного менеджменту, залучення міжнародних партнерів
Цифрова трансформація	Створення інтегрованих геоінформаційних систем, забезпечення публічного доступу до даних	Розробка національного геопорталу, інтеграція регіональних геоданих	Обмежена технологічна автономія, залежність від зовнішніх постачальників	Формування національної платформи геоданих, розвиток власного виробництва картографічної продукції

Підсумовуючи, можна зазначити, що стратегічне бачення розвитку сфери геодезії та землеустрою в Україні має ґрунтуватися на системному підході до модернізації інституцій, технологій і нормативної бази, що забезпечить не лише ефективне відновлення країни після збройного конфлікту, а й стане основою для сталого просторового розвитку в умовах післявоєнного перезавантаження держави.

Висновки та рекомендації. У результаті дослідження встановлено, що геодезія та землеустрій у сучасних умовах відновлення України після війни виступають ключовими інструментами просторового управління. Вони забезпечують точність, правову певність та обґрунтованість реалізації проєктів відновлення інфраструктури на всіх рівнях, від локального до державного. Особливо наголошено на значенні інтегрованих геопросторових даних, які, збираючись на цифрових платформах, стають основою для ефективних управлінських рішень щодо реконструкції територій, пошкоджених бойовими діями, зокрема міських агломерацій, сільськогосподарських земель та об’єктів транспортної, інженерної та соціальної інфраструктури. Досліджено структуру природно-ресурсної геоінформаційної моделі постконфліктних регіонів, яка поєднує цифрову топографічну основу, кадастрові дані, супутникові знімки та результати дистанційного зондування Землі. Це дозволяє підвищити точність визначення меж, планування зон розмінування та розробки регіональних стратегій відновлення.

Обґрунтовано потребу створення високотехнологічної системи геодезично-картографічного забезпечення України, заснованої на принципах цифрової трансформації, відкритості, інтеграції наукової та освітньої сфер та розвитку технічної бази. Підкреслено важливість спільних дій між центральними й місцевими органами влади, бізнесом, міжнародними партнерами та громадськими організаціями, об’єднаними єдиною платформою просторових даних із прозорими правилами користування. Розроблено типологію напрямів застосування геодезії та землеустрою в процесі повоєнного відновлення, включаючи топографо-геодезичне забезпечення, кадастрове обслуговування, просторове планування, гуманітарне розмінування, екологічний моніторинг та цифрову трансформацію управління. Запропоновано практичні рішення для модернізації галузі: впровадження супутникових технологій для оновлення геомереж, розвиток національного геопорталу як єдиного джерела актуальних даних, гармонізацію кадастрових стандартів з європейськими, розширення повноважень держнагляду та посилення відповідальності за порушення у сфері просторового обліку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Chabaniuk V., Polyvach K. Critical properties of modern geographic information systems for territory management. Cybernetics and Computer Engineering. 2020. No. 3(201). pp. 5–32. DOI:10.15407/kvt201.03.005.

2. Reddy G.P.O., Singh S.K. (Eds.). Geospatial technologies in land resources mapping, monitoring and management. Springer, 2018. 638 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78711-4

3. Mao W., Zhao H., Han W., Tu H., Gao W. Quality inspection of remote sensing farmland resource monitoring data achievements. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2021. Vol. XLIII-B3-2021. pp. 741–746. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2021-741-2021

4. Могильний С.П., Хайнюс Д.В., Виноградeнко С.В., Сопов Д.О. Геодезичний моніторинг полезахисних лісосмуг. Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology. 2023. Т. 8, № 1. С. 226–232. DOI: https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-1-33

5. Лашко С.П., Шелковська І.М., Міхно П.Б., Козарь В.І. Геодезичний і дистанційний моніторинг земель, відведених під сонячні електростанції. Технічні науки та технології. 2021. № 2(24). С. 257–264.

6. Suzuki T., Takahashi Y., Amano Y. Precise UAV Position and Attitude Estimation by Multiple GNSS Receivers for 3D Mapping. Waseda University, Japan. URL: http://taroz.net/paper/IONGNSS2016_UAV.pdf

7. Semeniuk M., Fedoniuk M., Vovk O., Fedoniuk V., Merlenko I. Assessment land use dynamics in the border areas of Ukraine and Poland: a case study of Ratne Territorial Community and Lenchna County. GeoTerrace-2023. 2023. №87. pp. 1–6. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002

8. Ng A. H.-M., Ge L., Chang H.-C., Du Z. (Eds.). Geodetic Monitoring for Land Deformation. MDPI, 2023. 316 p. ISBN 978-3-0365-6442-5. https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-6443-2

9. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3

10. Могильний С.Г., Хайнус Д.Д., Виноградeнко С.О. Аналіз точності кадастрових зйомок із застосуванням БПЛА. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 1. С. 146-151.

11. Македон В.В., Валіков В.П., Федьора С.С. Удосконалення управління промисловими підприємствами на основі стратегій інноваційного розвитку. Європейський вектор економічного розвитку. 2019. №1. С. 108–125.

12. ГІС Карти: Види Та Застосування Цифрової Картографії. URL: https://eos.com/uk/blog/gis-karty/

13. Makedon V., Myachin V., Plakhotnik O., Fisunenko N., Mykhailenko O.

Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. no 2(13(128)). p. 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796.

14. Шевчук С.М., Прокопенко Н.І., Рожі Т.А. Аналіз використання геодезичних даних при плануванні та моніторингу агроландшафтів: оптимізація землекористування та охорони природи. Кадастр, землеустрій та управління земельними ресурсами. 2024. № 7. С. 445–458.

15. Ситник О., Безлатня Л. Аналіз сучасних методів і засобів для обстеження та виконання великомасштабного геодезичного знімання меліорованих земель. Природничі науки та природокористування. 2024. Вип. 1. С. 112–113.

16. GIS for Land Administration – Esri. URL: www.esri.com/ industries/cadastre/

17. Bieliatynskyi A., Sorokina K., Mamonov K., Kovalenko L. Geoecological monitoring of regional land use: definition and directions of formation. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 452. P. 03002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002

18. Ямелинець Т. Інформаційне ґрунтознавство: монографія. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 352 с.

19. Домбровська О. А. Інтелектуальна власність у сфері землеустрою, геодезії та кадастру. Journal of Management, Economics and Technology. 2024. № 2. С. 120. DOI: https://doi.org/10.69803/2312-3427-2024-2-120

20. Мамонов К.А., Паламар А.Ю., Вяткін Р.С. Просторове забезпечення використання нерухомості регіонів для розробки геоінформаційних моніторингових карт. Геодезія, картографія і аерофотознімання. 2024. № 115(2). С. 199–206. DOI: https://doi.org/10.33744/0365-8171-2024-115.2-199-206

Assistant **Shelkova Iryna,**
Kharkiv National Automobile and Highway University,
PhD **Prokopenko Nataliia,**
Sumy National Agrarian University,
PhD, Associate Professor **Fomenko Viacheslav,**
Odessa State Agrarian University

THE IMPORTANCE OF GEODESY AND LAND MANAGEMENT IN THE PROCESSES OF POST-WAR INFRASTRUCTURE RECONSTRUCTION: UKRAINIAN PRACTICAL DIMENSION

The article is devoted to the analysis of the role of geodesy and land management in the restoration of Ukraine's infrastructure after armed conflicts, emphasizing their strategic importance for spatial planning and socio-economic rehabilitation. In the context of unprecedented destruction caused by a full-scale war,

geodesy and land management are of key importance for creating a reliable geospatial base necessary for the restoration of infrastructure, ensuring property rights and integrating international assistance. The purpose of the article is to determine the strategic directions of modernization of geodetic and land management in the conditions of post-war reconstruction of Ukraine, as well as to substantiate their role in the formation of a holistic spatial data management system for infrastructure reconstruction. The study is based on a systematic analysis of the spatial-resource geoinformation model, which integrates digital topographic data, cadastral information and information on natural resources. Modern geoinformation platforms, satellite image processing technologies, spatial modeling methods and the current legal framework in the field of land use were used. High-quality topographic and geodetic support contributes to the effective implementation of state policy in the field of land relations, urban planning and environmental management, creating the prerequisites for digital transformation. Ukrainian experience demonstrates that geodesy and land management are the basis for the restoration of transport, energy and housing infrastructure, as well as humanitarian demining and border verification. The study revealed the need to modernize the technical base, update regulatory legal acts and reduce dependence on external geodata suppliers. Further research should focus on the development of a national geospatial data platform, harmonization of standards with European norms, strengthening interdepartmental coordination and training of specialists. It is important to create an innovative infrastructure for real-time data processing, which will contribute to the sustainable spatial development of Ukraine.

Keywords: geodesy; land management; infrastructure; recovery; armed conflict; geospatial data

REFERENCES

1. Chabaniuk, V., Polyvach, K. (2020). Critical properties of modern geographic information systems for territory management. Cybernetics and Computer Engineering, No. 3(201), 5–32. DOI:10.15407/kvt201.03.005 {in English}

2. Reddy, G.P.O., & Singh, S.K. (Eds.). (2018). *Geospatial technologies in land resources mapping, monitoring and management*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78711-4. {in English}

3. Mao, W., Zhao, H., Han, W., Tu, H., & Gao, W. (2021). Quality inspection of remote sensing farmland resource monitoring data achievements. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B3-2021*, 741–746. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2021-741-2021. {in English}

4. Mohylnyi, S.P., Khainius, D.V., Vynohradenko, S.V., & Sopov, D.O.

(2023). Heodezychnyi monitorynh polezakhysnykh lisosmu [Geodetic monitoring of field-protective forest strips]. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology, 8(1)*, 226–232. https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-1-33 {in Ukrainian}.

5. Lashko, S.P., Shelkovska, I.M., Mikhno, P.B., & Kozar, V.I. (2021). Heodezychnyi i dystantsiinyi monitorynh zemel, vidvedenykh pid sonyachni elektrostantsii [Geodetic and remote monitoring of lands allocated for solar power plants]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii - Technical Sciences and Technologies, 2(24)*, 257–264. https://doi.org/10.25140/2411-5363-2021-2(24)-257-264 {in Ukrainian}.

6. Suzuki, T., Takahashi, Y., Amano, Y. (2016). Precise UAV Position and Attitude Estimation by Multiple GNSS Receivers for 3D Mapping. Waseda University, Japan. Available at: http://taroz.net/paper/IONGNSS2016_UAV.pdf. {in English}

7. Semeniuk, M., Fedoniuk, M., Vovk, O., Fedoniuk, V., & Merlenko, I. (2023). Assessment of land use dynamics in the border areas of Ukraine and Poland: A case study of Ratne Territorial Community and Lenchna County. *GeoTerrace-2023, 87*, 1–6. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002. {in English}

8. Ng, A. H.-M., Ge, L., Chang, H.-C., & Du, Z. (Eds.). (2023). *Geodetic monitoring for land deformation*. MDPI. https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-6443-2. {in English}

9. Makedon V.V., Bailova O.O. (2023). Planuvannya i orhanizatsiya vprovadzhennya syfrovykh tekhnolohiy v diyal′nist′ promyslovykh pidpryyemstv [Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises]. Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences", Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. {in Ukrainian}.

10. Mohylnyi, S.H., Khainus, D.D., & Vynohradenko, S.O. (2024). Analiz tochnosti kadastrykh zjomok iz zastosuvanniam BPLA [Analysis of the accuracy of cadastral surveys using UAVs]. Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky ta tekhniky [Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology], 9(1), 146–151. https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-1-24. {in Ukrainian}

11. Makedon, V.V., Valikov, V.P., Fedyora, S.S. (2019). Udoskonalennya upravlinnya promyslovymy pidpryyemstvamy na osnovi stratehiy innovatsiynoho rozvytku [Improving the management of industrial enterprises based on innovative development strategies]. European vector of economic development, No.1, pp. 108–125. DOI: 10.32342/2074-5362-2019-1-26-8. {in Ukrainian}.

12. GIS Maps: Types and Applications of Digital Cartography. Retrieved from: https://eos.com/uk/blog/gis-karty/ {in Ukrainian}.

13. Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunenko, N., Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no 2(13(128)), 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796. {in English}.

14. Shevchuk, S.M., Prokopenko, N.I., & Rozhi, T.A. (2024). Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorony pryrody [Analysis of the use of geodetic data in planning and monitoring of agro-landscapes: Optimization of land use and nature conservation]. *Kadastre, zemleustrii ta upravlinnia zemelnymy resursamy - Cadastre, Land Management, and Land Resource Administration, 7*, 445–458. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458 {in Ukrainian}.

15. Sytnyk, O., & Bezlatnia, L. (2024). Analiz suchasnykh metodiv i zasobiv dlia obstezhennia ta vykonannia velykomasshtabnoho heodezychnoho zniattia meliorovanykh zemel [Analysis of modern methods and means for surveying and performing large-scale geodetic surveying of reclaimed lands]. Pryrodnychi nauky ta pryrodokorystuvannia [Natural Sciences and Nature Management], (1), 112–113. {in Ukrainian}

16. GIS for Land Administration – Esri. Retrieved from: www.esri.com/industries/cadastre/ {in English}

17. Bieliatynskyi, A., Sorokina, K., Mamonov, K., & Kovalenko, L. (2023). Geoecological monitoring of regional land use: Definition and directions of formation. *E3S Web of Conferences, 452*, 03002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002

18. Yamelynets, T. (2022) Informatsiyne gruntoznavstvo: monohrafiya [Informational soil science: monograph]. Lviv: LNU named after Ivan Franko. {in English}. {in Ukrainian}.

19. Dombrovska, O.A. (2024). Intelektualna vlasnist u sferi zemleustroiu, heodezii ta kadastru [Intellectual property in the field of land management, geodesy, and cadastre]. *Journal of Management, Economics and Technology, 2*, 120. https://doi.org/10.69803/2312-3427-2024-2-120 {in Ukrainian}.

20. Mamonov, K.A., Palamar, A.Yu., & Vyatkin, R.S. (2024). Prostorove zabezpechennia vykorystannia nerukhomosti rehioniv dlia rozrobky heoinformatsiinykh monitorynhovykh kart [Spatial support for the use of regional real estate for the development of geo-information monitoring maps]. *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimannia - Geodesy, Cartography, and Aerial Photography, 115(2)*, 199–206. https://doi.org/10.33744/0365-8171-2024-115.2-199-206 {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.662-673
УДК 330.341.1:69

к.е.н., доцент **Іванова Т.М.,**
ivanova.tm@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0001-8883-7881,
к.е.н., доцент **Мостовенко О.О.,**
mostovenko.oo@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0009-1632-3510,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНТЕГРОВАНИЙ ПІДХІД У ДОСЛІДЖЕННІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНО-ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Розглянуто методологічні підходи до оцінки інтелектуально-інноваційного розвитку будівельної галузі з акцентом на інтегрований (системний) підхід, який виступає універсальним інструментом для вивчення складних багатовимірних процесів. Актуальність дослідження обумовлена зростаючою роллю інновацій у післявоєнному відновленні та трансформації економіки України, а будівельна галузь виступає ключовим елементом інфраструктурної модернізації, цифрової трансформації та екологізації просторового розвитку. У роботі обґрунтовано необхідність синтезу різнорівневих методів дослідження: системного, інституційного, статистичного, регіонального, якісного у межах єдиної аналітичної моделі, який дозволяє оцінити стан інноваційного потенціалу будівельної галузі та розкрити механізми його реалізації в умовах нестабільності, технологічних змін та дефіциту ресурсів.

Інтегрований підхід охоплює багатогранне вивчення взаємозв'язків між суб'єктами інноваційної діяльності, інфраструктурою підтримки, державним регулюванням, людським і фінансовим капіталом. Акцент зроблено на взаємозалежності таких чинників, як цифровізація процесів проєктування (BIM), інституційна підтримка інновацій, зелена та енергоефективна модернізація будівництва, а також інтеграція інновацій у міське середовище через концепції Smart City. У роботі враховано провідний міжнародний досвід, зокрема країн ЄС, Великої Британії, Південної Кореї та Сінгапуру, який дозволяє ідентифікувати найкращі інноваційні практики для імплементації в українських умовах.

Окрему увагу приділено побудові інформаційної моделі оцінювання інноваційного розвитку, яка ґрунтується на багаторівневому аналізі показників, адаптованих до національної статистичної бази, та принципах відкритості даних. Запропоновано використання геоінформаційних систем, цифрових технологій і аналітичних платформ для візуалізації динаміки інноваційних процесів у будівельній галузі за регіональним принципом.

Результати дослідження можуть бути використані для формування регіональних та державних стратегій підтримки інновацій у будівництві, розробки цільових програм відновлення та залучення інвестицій у високотехнологічні проєкти. Запропоновано концептуальні напрями вдосконалення інформаційно-аналітичного забезпечення прийняття управлінських рішень, які ґрунтуються на динамічному моніторингу, багаторівневому аналізі та моделюванні сценаріїв розвитку галузі. Враховуючи масштаб завдань, які стоять перед українською будівельною галуззю у воєнний і повоєнний періоди, представлений підхід може стати основою національної моделі стійкого інноваційного розвитку.

Ключові слова: системний підхід; інновації в будівництві; інтелектуальний капітал; інноваційний розвиток; відбудова.

Постановка проблеми.

Сучасні трансформаційні процеси в національній економіці України, обумовлені викликами повоєнного відновлення та необхідністю адаптації до глобальних технологічних змін зумовлюють переосмислення ролі будівельної галузі в системі сталого розвитку. Особливої актуальності набуває вивчення інтелектуально-інноваційного потенціалу галузі, який виступає фактором зростання конкурентоспроможності та інструментом модернізації інфраструктурного простору країни. У цьому контексті традиційні дослідницькі підходи, які орієнтуються на окремі аспекти (економічні, технологічні, управлінські), потребують доповнення та інтеграції в єдину методологічну основу.

Проблема дослідження полягає у відсутності цілісного методологічного підходу, який би забезпечував всебічне охоплення багатовимірної природи інтелектуально-інноваційного розвитку будівельної галузі. Існуючі моделі переважно фрагментарні, не враховують взаємозалежність інституційної підтримки, регіональної специфіки, інтелектуального потенціалу, рівня цифрової трансформації та екологічних орієнтирів. Все це ускладнює формування ефективної політики стимулювання створення та впровадження інновацій та прийняття обґрунтованих управлінських рішень як на державному, так і на місцевому рівнях, особливо в умовах післявоєнного відновлення України.

Інтегрований підхід, який синтезує системний, інституційний, економіко-статистичний, регіональний та якісний аналіз, дозволяє комплексно досліджувати динаміку, структуру, механізми формування та напрями розвитку інновацій у будівельній галузі та дозволяє оцінити поточний стан та виявити взаємозалежності між суб’єктами інноваційної діяльності, ресурсною базою,

інституційним середовищем та регіональними умовами. Центральне значення в цьому процесі набуває врахування людського капіталу, цифрової трансформації, екологічної компоненти та впливу державної політики.

Умови, в яких перебуває сьогодні вітчизняна будівельна галузь – зруйнована інфраструктура, вимушене переміщення інтелектуального капіталу, нестача інвестицій, проте, водночас, високий запит на відбудову – формують унікальне середовище для запровадження інноваційних рішень. Для забезпечення їхньої ефективності та сталості необхідна науково обґрунтована методика, яка здатна охопити багаторівневу структуру галузі, її взаємозв'язки з іншими секторами економіки та міжнародний досвід. Саме інтегрований підхід є тим інструментом, який забезпечує цілісне розуміння процесів інтелектуально-інноваційного розвитку та виступає надійною основою для формування ефективних стратегій галузевої та макроекономічної політики.

Аналіз останніх досліджень.

Питанням розвитку будівельної галузі присвячено праці багатьох науковців: Бородіна М., Васильєва О., Гринька П. [9; 10], Денеки В., Касич А., Лазара П., Лазебної А., Микитюка П. [13], Присяжнюка А. [14] та інших, які зробили суттєвий внесок в дослідження інноваційного розвитку будівельної галузі та розробку механізмів для удосконалення методологічних підходів. Проте питання системного підходу дослідження інтелектуального капіталу та формування та впровадження інновацій в будівництві в процесі відбудови України потребують подальшого дослідження та удосконалення.

Метою дослідження виступає обґрунтування та методичне забезпечення інтегрованого підходу до аналізу інтелектуально-інноваційного розвитку будівельної галузі, що передбачає комплексне врахування економічних, інституційних, технологічних, регіональних та соціальних чинників з метою формування ефективної системи управління інноваційними процесами в умовах повоєнної трансформації та відбудови національної інфраструктури.

Виклад основного матеріалу.

Трансформація будівельної галузі відіграє стратегічну роль у відбудові економічного потенціалу держави та вимагає впровадження інтелектуальних рішень, інноваційних технологій, цифрових інструментів для підвищення ефективності виробничих процесів.

Методологічне підґрунтя дослідження інтелектуально-інноваційного розвитку будівельної галузі має ґрунтуватися на системному підході, який синтезує економічні, управлінські, соціальні та технологічні аспекти та охоплює такі елементи, як: системний підхід, інституційний аналіз, методичний інструментарій, регіонально-державний розріз та врахування найкращих міжнародних практик впровадження інновацій в будівництво, які дозволять

Україні більш швидкими темпами відновити країну та адаптуватися до нових умов інноваційної економіки.

Системний підхід у дослідженні інноваційного розвитку розглядає будівельну галузь як складну динамічну систему, яка складається з численних підсистем, які взаємодіють між собою: технічна, економічна, соціальна, екологічна та управлінська. Його використання дозволяє комплексно аналізувати вплив інновацій на всі елементи будівельної галузі, визначати взаємозв'язки між внутрішніми і зовнішніми факторами, виявляти ключові точки зростання та «вузькі місця» в інноваційних процесах, забезпечуючи повноту та узгодженість у формуванні стратегій інноваційного розвитку.

За допомогою інституційного аналізу дослідження фокусується на оцінці впливу формальних (законодавство, податкова система, стандарти) і неформальних (традиції, ділова культура, соціальні норми) інституцій на інтелектуально-інноваційну активність будівельних підприємств. Він дозволяє визначити, наскільки поточне інституційне середовище є сприятливим для впровадження новітніх технологій, чи існують бар'єри регуляторного характеру, та які механізми підтримки інтелектуального капіталу та інновацій найбільш ефективні на практиці.

Використання методичного інструментарію економіко-статистичного аналізу дозволяє кількісне вимірювання рівня інноваційної активності будівельної галузі. Кореляційно-регресійний аналіз дозволяє встановлювати залежності між інвестиціями в інновації та результативними показниками діяльності будівельних підприємств; дисперсійний аналіз допомагає порівнювати рівень інноваційного розвитку в регіональному розрізі для виявлення диспропорцій та розробки урядових програм з метою підтримки з боку держави; побудова індексів і рейтингових оцінок інноваційного потенціалу сприяє виявленню тенденцій, формуванню прогнозів та обґрунтуванню управлінських рішень.

Методи економіко-статистичного аналізу доцільно доповнювати інформацією, отриманою за допомогою якісних методів дослідження, які охоплюють глибинні інтерв'ю з керівниками будівельних підприємств, фокус-групи з експертами будівельного ринку, аналіз кейсів успішного впровадження інновацій. Вона допомагають врахувати суб'єктивні чинники, мотивацію, бар'єри та очікування учасників ринку. SWOT-аналіз надає можливість комплексно оцінити внутрішній інтелектуально-інноваційний потенціал будівельного підприємства та зовнішнє середовище, а метод сценарного прогнозування допомагає моделювати різні варіанти розвитку подій залежно від обраної інноваційної стратегії [8].

Ефективне дослідження інтелектуально-інноваційного розвитку будівельної галузі потребує використання методів багаторівневого моделювання, що дозволяють оцінювати взаємозв'язки між показниками на мікро-, мезо- та макрорівнях.

Використання регіонально-державного виміру під час проведення оцінки інноваційного розвитку будівельної галузі дозволяє проводити аналіз впливу як національної економічної політики, так і регіональних ініціатив на інноваційний розвиток галузі [7]. Дослідження на цьому рівні охоплює просторові диспропорції, доступ до інфраструктури, освітніх і наукових центрів, регіональні програми стимулювання НДДКР, а також взаємодія між регіональними адміністраціями, органами місцевого самоврядування та центральною владою щодо координації інноваційних процесів, що дозволяє формувати політику, адаптовану до специфіки кожного регіону з урахуванням його особливостей та диспропорцій, що особливо актуально під час військової агресії.

Інтеграція національного досвіду з кращими міжнародними практиками в процесі відбудови дозволить враховувати досвід інших країн, які успішно використовують інновацій в будівництві, проте їх впровадження в Україні потребує адаптації до національних умов і створення гнучкої політики підтримки інноваційних проєктів у будівництві. Так, у країнах Європейського Союзу (Німеччина, Нідерланди, Швеція) активно впроваджуються принципи «зеленого» та енергоефективного будівництва, які супроводжуються державною підтримкою інновацій у сфері матеріалів і технологій [5]. У Великій Британії обов'язковим є використання BIM (Building Information Modeling) у державних проєктах, які забезпечують прозорість, ефективність витрат і зменшення проєктних ризиків [4]. У Південній Кореї та Сінгапурі цифрове будівництво інтегрується з розумними міськими платформами, де поєднуються технології штучного інтелекту, IoT та автоматизованого управління [9]. США активно розвивають систему державно-приватного партнерства для комерціалізації будівельних інновацій [6]. Всі ці успішні приклади демонструють важливість комплексного підходу до інституційної підтримки, цифровізації та стандартизації інноваційних рішень у будівельній галузі.

У контексті трансформаційних процесів в Україні, спричинених потребами повоєнного відновлення, надзвичайно важливим стає вивчення кращих міжнародних практик у сфері інноваційного розвитку будівельної галузі. Системний порівняльний аналіз дозволяє виявити ефективні моделі впровадження технологічних новацій, механізмів державної підтримки та стратегічних підходів до формування сталого міського середовища.

На рисунку представлено порівняння впровадження міжнародних практик інновацій в будівельній галузі, яка узагальнює оцінки п'яти країн – Німеччини, Великої Британії, США, Сінгапуру та Південної Кореї за чотирма ключовими критеріями: рівень розвитку цифрового будівництва (зокрема, впровадження BIM-технології), наявність інституційної підтримки інновацій, ступінь інтеграції екологічних та енергоефективних підходів у будівельній галузі та відповідність концепції «розумного міста» (Smart City). Кожен критерій оцінювався за шкалою від 1 (мінімальний рівень) до 5 (максимальний рівень) балів на основі відкритих звітів міжнародних організацій, аналітичних оглядів, наукових публікацій і національних програм розвитку будівництва.

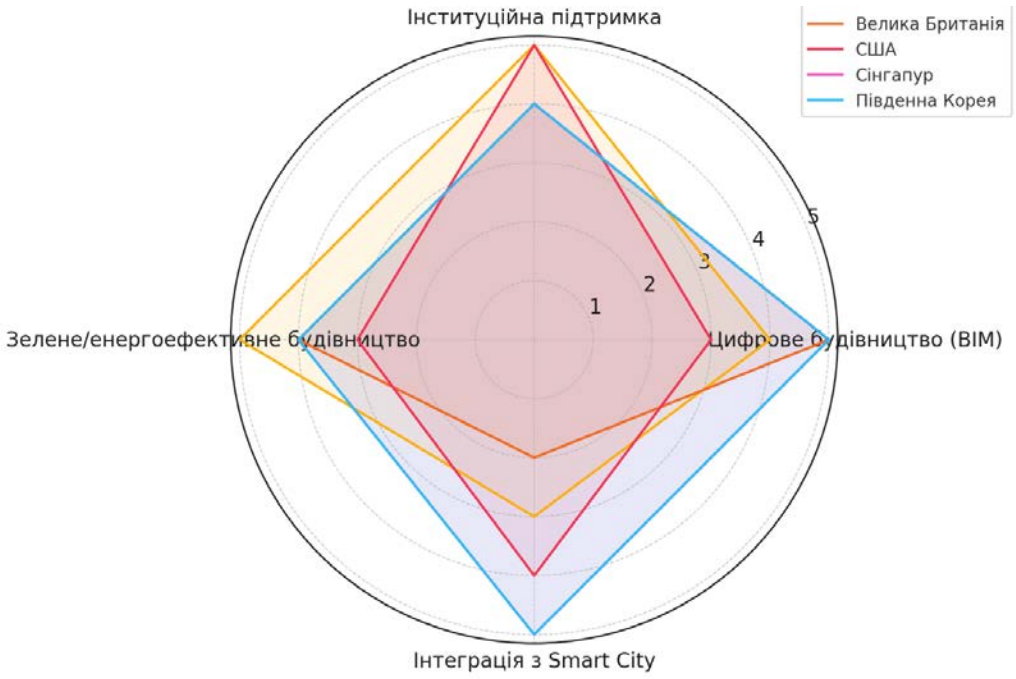


Рис. 1. Міжнародні практики інноваційного розвитку в будівельній галузі [розроблено авторами за 1-4; 6]

На основі отриманих оцінок можна виділити кілька важливих тенденцій у застосуванні інновацій в будівельній галузі на світовому просторі.

Цифрове будівництво (BIM) є найкраще розвиненим у Сінгапурі, Південній Кореї та Великій Британії, що свідчить про високий рівень технологічної зрілості галузі. У зазначених країнах використання BIM є обов'язковим для державних проєктів або активно стимулюється через нормативні акти та пільгові програми. Великобританія першою в Європі впровадила BIM як обов'язкову вимогу у сфері публічного будівництва, що стало інституційним каталізатором цифрової трансформації галузі [9].

Інституційна підтримка виявляється найбільш потужною у США та Німеччині, де реалізуються масштабні програми державного стимулювання інновацій у формі субсидій, грантів, пільгового оподаткування й державно-

приватного партнерства. Особливістю американського підходу є децентралізована система фінансування через місцеві програми розвитку міст.

«Зелене» (енергоефективне) будівництво – один із ключових пріоритетів уряду Німеччини, має найвищі стандарти енергоефективності та сталого розвитку. Завдяки системі стандартів, національній політиці сталого будівництва та активному залученню банків розвитку, країна стала лідером у впровадженні екологічно дружніх технологій. У свою чергу, Південна Корея і Сінгапур розвивають «зелену» інфраструктуру паралельно з цифровими інноваціями, забезпечуючи їхню інтеграцію в міське середовище [13].

Інтеграція з концепцією Smart City найбільш системно реалізується в Сінгапурі та Південній Кореї [14], які демонструють максимальний рівень інтеграції будівельної галузі з цифровими міськими платформами, що є прикладом синергії між інфраструктурою та цифровими технологіями, а міста не лише включають інтелектуальні системи управління ресурсами (енергія, вода, трафік), а й активно взаємодіють з будівельною галуззю через смарт-інфраструктурні рішення. Впровадження IoT (інтернету речей), штучного інтелекту та цифрових двійників (digital twins) формує нові стандарти якості життєвого простору [10].

Аналіз міжнародного досвіду впровадження інновацій в будівельну галузь України в процесі післявоєнної відбудови дозволяє сформувати основні напрямки державної та регіональної підтримки.

Задля забезпечення прозорості процесів, зниження ризиків та оптимізації ресурсів необхідно запровадження обов’язкового використання BIM у державних проєктах на законодавчому рівні для проектування і реалізації інфраструктурних проєктів, які фінансуються з державного та місцевого бюджетів.

Наступним напрямком впровадження інновацій в будівництві є формування та реалізація національної політики «зеленого» будівництва для проєктів, що відповідають критеріям енергоефективності та екологічності шляхом розробки системи мотивацій (податкові пільги, пріоритетність у тендерах, пільгове фінансування) з урахуванням інтеграції європейських стандартів до українського нормативного середовища [11].

Запровадження прозорих механізмів залучення внутрішніх та зовнішніх інвесторів до реалізації інноваційних проєктів у будівництві сприятиме розвитку державно-приватного партнерства у сфері інновацій та утворенню консорціумів за участю держави, бізнесу та наукових установ, які спільно реалізують НДДКР у галузі [12].

Інтеграція будівельної галузі до концепції Smart City сприятиме модернізації простору міст та забезпеченню стійкості до майбутніх викликів

через стимулювати впровадження інновацій у міське середовище – створення розумних житлових комплексів, використання сенсорики, автоматизованих систем управління ресурсами (енергія, вода, безпека) [15].

Створення на базі університетів і центрів професійної освіти спеціальних програм підготовки кадрів для інноваційного будівництва (BIM-менеджери, фахівці зі «зелених» технологій, експерти зі Smart-рішень) та впровадження державних програм перекваліфікації кадрів, які повернулися з-за кордону або втратили роботу через війну дозволить стимулювати розвиток інтелектуального капіталу країни.

Наступним кроком в повоєнній відбудові країни на основі впровадження міжнародного досвіду інновацій в будівельній галузі є розробка єдиної цифрової платформи для збору, обробки та моніторингу інноваційної активності в будівельній галузі, яка буде охоплювати аналітику, відкриті дані, реєстри проєктів і дозволів, інтегровані з реєстрами Мінрегіону, Держстату, громад тощо.

Ці напрями реалізації міжнародного досвіду сприятимуть не лише модернізації будівельної галузі, а й формуванню умов для стійкого економічного зростання, високої якості відбудови та посилення позицій України в глобальному інноваційному середовищі.

Висновки. Методологія дослідження інтелектуально-інноваційного розвитку будівельної галузі повинна базуватись на системному, міждисциплінарному та інтегрованому підходах, ключовими компонентами яких мають бути поєднання кількісних та якісних методів аналізу, урахування інституційного середовища, регіональних відмінностей та міжнародного досвіду. Важливо створити ефективну інформаційну платформу для збору та аналізу даних, яка стане дієвим інструментом для прийняття обґрунтованих управлінських рішень на державному й регіональному рівнях. Розробка цілісної методології дозволить сформувати науково обґрунтовані механізми стимулювання інновацій у будівництві, що сприятиме відбудові економіки України в умовах посткризового відновлення.

Проведений аналіз міжнародного досвіду впровадження інноваційних технологій в будівельній галузі дозволяє зробити наступні висновки. Комплексне поєднання інноваційних критеріїв (цифровізація, екологічність, інституційна підтримка та міська інтеграція) спостерігається в країнах, які мають довгострокові державні стратегії розвитку будівництва як частини національної інноваційної політики. Міжнародний досвід підтверджує необхідність системного підходу, в якому інновації в будівництві не ізольовані, а інтегруються в ширший контекст державної стратегії сталого розвитку, цифрової трансформації та економічної відбудови.

Україна має змогу адаптувати успішні міжнародні практики, зокрема у сфері нормативного впровадження BIM, створення системи «зелених» стимулів, формування інституційних кластерів підтримки інновацій, а також розбудови Smart-рішень у контексті міського планування.

Інтеграція успішних міжнародних практик інновацій в українську модель відбудови має базуватись на адаптації до локального контексту, підтримці інституційних змін, цифровізації проєктного управління та екологізації будівельної галузі. Міжнародний досвід підтверджує ефективність поєднання цифрових, екологічних та управлінських інновацій, що мають стати основою сталого відновлення української інфраструктури.

Список використаних джерел

1. European Commission. Smart City Best Practices. (2021). Brussels: EU Publications. URL: https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu

2. Frost & Sullivan Institute. 8 Smart City Initiatives. URL: https://frostandsullivaninstitute.org

3. OECD. (2023). Fostering innovation in construction for productivity and sustainability: OECD Policy Report. Paris: OECD Publishing. URL: https://www.oecd.org/

4. Revizto. National BIM Programs. URL: https://revizto.com/en/national-bim-programs

5. World Bank. Building Smart: Harnessing Technology for the Construction Sector. (2023). Washington: The World Bank. URL: https://www.worldbank.org/

6. WorldGBC. Global Status Report for Buildings and Construction. (2022). URL: https://www.worldgbc.org

7. Бензарь, А., & Пєстова, О.А. (2021). Інноваційна спроможність регіонів україни в контексті глобальних економічних процесів. *Економічний простір*, (175), 94-103.

8. Вініченко, І., Полегенька, М., Дьяченко, Н. (2025). Методологічні аспекти інноваційного розвитку бізнес-процесів підприємств. *Економіка та суспільство.* №71.

9. Гринько П.Л. Управління інноваційним розвитком бізнесу в умовах цифрової економіки: теорія, методологія, практика: монографія. Х.: Видавництво Іванченка І. С., 2020. 342 с.

10. Грінько А.П., Гринько П.Л. Інноваційний розвиток бізнесу як основа цифрової економіки. Modern Economics, 2019. № 17. URL: https://modecon.mnau.edu.ua

11. Державна стратегія регіонального розвитку на 2021-2027 роки: постанова Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 р. №695. URL: https://mtu.gov.ua

12. Лаврухіна, К., Титок, В., Кравчук, О. (2024). Інноваційні підходи та рішення вітчизняних будівельних компаній для відновлення повоєнної України. *Будівельне виробництво.* №77. С. 85-91.

13. Микитюк, П.П., Крисько, Ж.Л., Овсянюк-Бердадіна, О.Ф., Скочиляс, С.М. Інноваційний розвиток підприємства: навч. посіб. Тернопіль: ТНЕУ, 2021. 264 с.

14. Присяжнюк А.Ю. Сингулярність кластерного розвитку національної економіки : монографія. Київ : Держ. торг.-екон. ун-т, 2022. 248 с.

15. Соколова, Н., Штулер, Ю. (2023). Інноваційні технології в діяльності будівельних підприємств та підвищення ефективності їх впровадження в умовах конкуренції та динамічних змін. *Актуальні проблеми економіки*. №10. Том 2 (268/2). С. 65-71.

PhD of Economic Sciences, Associate Professor **Tetiana Ivanova,**
PhD of Economic Sciences, Associate Professor **Oleksii Mostovenko,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

INTEGRATED APPROACH TO RESEARCHING INTELLECTUAL AND INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY

The article explores methodological approaches to assessing the intellectual and innovative development of the construction sector, with a focus on the integrated (systemic) approach, which serves as a universal tool for studying complex multidimensional processes. The relevance of the study is determined by the growing role of innovation in the post-war recovery and transformation of Ukraine's economy, where the construction industry acts as a key element in infrastructure modernization, digital transformation, and the ecological development of spatial environments. The paper substantiates the necessity of synthesizing multi-level research methods – systemic, institutional, statistical, regional, and qualitative – within a unified analytical model that enables a comprehensive assessment of the innovative potential of the construction sector and uncovers the mechanisms of its implementation under conditions of instability, technological shifts, and resource constraints.

The integrated approach encompasses a multifaceted analysis of the interrelations among innovation actors, support infrastructure, public regulation, human and financial capital. Particular attention is given to the interdependence of

such factors as digitalization of design processes (BIM), institutional support for innovation, green and energy-efficient modernization of construction, as well as the integration of innovations into the urban environment through Smart City concepts. The study incorporates leading international experience, particularly from the EU, the United Kingdom, South Korea, and Singapore, enabling the identification of best innovation practices for adaptation in the Ukrainian context.

Special focus is placed on developing an information model for evaluating innovation development, based on multi-level indicator analysis adapted to the national statistical framework and guided by principles of data transparency. The use of geographic information systems (GIS), digital technologies, and analytical platforms is proposed for visualizing innovation dynamics in the construction sector on a regional basis.

The findings of this research can be applied in the formation of regional and national strategies for supporting innovation in construction, the development of targeted recovery programs, and the attraction of investment in high-tech projects. Conceptual directions are proposed for enhancing the information and analytical support of decision-making processes, based on dynamic monitoring, multi-level analysis, and scenario modeling. Considering the scope of challenges facing Ukraine's construction industry in both wartime and post-war periods, the proposed approach may serve as a foundation for a national model of sustainable innovation-driven development.

Keywords: systemic approach; construction innovation; intellectual capital; innovation development; reconstruction.

REFERENCES

1. European Commission. Smart City Best Practices. (2021). Brussels: EU Publications. URL: https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu. {in English}

2. Frost & Sullivan Institute. 8 Smart City Initiatives. URL: https://frostandsullivaninstitute.org. {in English}

3. OECD. (2023). Fostering innovation in construction for productivity and sustainability: OECD Policy Report. Paris: OECD Publishing. URL: https://www.oecd.org/ {in English}

4. Revizto. National BIM Programs. URL: https://revizto.com/en/national-bim-programs. {in English}

5. World Bank. Building Smart: Harnessing Technology for the Construction Sector. (2023). Washington: The World Bank. URL: https://www.worldbank.org/ {in English}

6. WorldGBC. Global Status Report for Buildings and Construction. (2022). URL: https://www.worldgbc.org. {in English}

7. Benzar, A., & Piestova, O.A. (2021). Innovatsiina spromozhnist rehioniv ukrainy v konteksti hlobalnykh ekonomichnykh protsesiv [Innovative capacity of Ukrainian regions in the context of global economic processes]. *Ekonomichnyi prostir – Economic space,* (175), 94-103. {in Ukrainian}

8. Vinichenko, I., Polehenka, M., Diachenko, N. (2025). Metodolohichni aspekty innovatsiinoho rozvytku biznes-protsesiv pidpryiemstv [Methodological aspects of innovative development of business processes of enterprises]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and society.* №71. {in Ukrainian}

9. Hrynko P.L. (2020). *Upravlinnia innovatsiinym rozvytkom biznesu v umovakh tsyfrovoi ekonomiky: teoriia, metodolohiia, praktyka [Management of innovative business development in the conditions of the digital economy: theory, methodology, practice*]. Kh.: Vydavnytstvo Ivanchenka I. S., 342. {in Ukrainian}

10. Hrinko A.P., Hrynko P.L. (2019). Innovatsiinyi rozvytok biznesu yak osnova tsyfrovoi ekonomiky [Innovative business development as the basis of the digital economy] *Modern Economics – Modern Economics*, 17.{in Ukrainian}

11. Derzhavna stratehiia rehionalnoho rozvytku na 2021-2027 roky [State Strategy for Regional Development for 2021-2027]: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy 05.08.2020. №695. URL: https://mtu.gov.ua. {in Ukrainian}

12. Lavrukhina, K., Tytok, V., Kravchuk, O. (2024). Innovatsiini pidkhody ta rishennia vitchyznianykh budivelnykh kompanii dlia vidnovlennia povoiennoi Ukrainy [Innovative approaches and solutions of domestic construction companies for the restoration of post-war Ukraine]. *Budivelne vyrobnytstvo – Construction production* 77, 85-91. {in Ukrainian}

13. Mykytiuk, P.P., Krysko, Zh.L., Ovsianiuk-Berdadina, O.F., Skochylias, S.M. (2021). Innovatsiinyi rozvytok pidpryiemstva: navch. posib. [Innovative development of the enterprise]. Ternopil: TNEU, 264. {in Ukrainian}

14. Prysiazhniuk A.Yu. (2022). Synhuliarnist klasternoho rozvytku natsionalnoi ekonomiky : monohrafiia [Singularity of cluster development of the national economy]. Kyiv : Derzh. torh.-ekon. un-t, 248. {in Ukrainian}

15. Sokolova, N., Shtuler, Yu. (2023). Innovatsiini tekhnolohii v diialnosti budivelnykh pidpryiemstv ta pidvyshchennia efektyvnosti yikh vprovadzhennia v umovakh konkurentsii ta dynamichnykh zmin [Innovative technologies in the activities of construction enterprises and increasing the efficiency of their implementation in conditions of competition and dynamic changes]. *Aktualni problemy ekonomiky – Current problems of economy*. 10. Tom 2 (268/2), 65-71. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.674-687
УДК 725.21:624.131.7:005.934

доцент **Петруха Н.М.,**
petrukha.nm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3805-2215,
Кузмін Т.Р.,
tk6230809@gmail.com, ORCID: 0009-0004-6170-7197,
Молодько О.В.,
Oleksii.amk@gmail.com, ORCID: 0009-0001-9030-9153,
Сокуров А.В.,
artemsok2005@yahoo.com, ORCID: 0009-0002-0816-3173
Київський національний університет будівництва і архітектури

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ПОШКОДЖЕНЬ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Реконструкція громадських будівель в умовах сучасної урбанізаційної динаміки є не лише архітектурним або інженерним завданням, а й складною міждисциплінарною проблемою, що охоплює аспекти безпеки, функціональної адаптивності, енергоефективності та соціальної доцільності. Концептуальні основи реконструкції потребують глибокого теоретичного переосмислення з урахуванням нових викликів – зміни клімату, старіння інфраструктури, ризику техногенних руйнувань, а також трансформації суспільних потреб. Центральною складовою реконструктивного процесу є ідентифікація та класифікація пошкоджень, яка слугує відправною точкою для обґрунтування технічних рішень, вибору методів відновлення та проєктування заходів з підвищення стійкості об'єкта до повторних впливів. У фокусі дослідження — критичний аналіз підходів до розмежування пошкоджень за ознаками їхнього походження (фізичні, хімічні, біологічні, антропогенні), глибини ураження конструкцій (поверхневі, глибинні), темпів розвитку (інерційні, прогресуючі), а також масштабу наслідків (локальні, системні). Пропонується багаторівнева класифікація, яка поєднує структурно-технічну оцінку з функціональним та соціальним аналізом наслідків ушкоджень. Особливу увагу приділено методам діагностики, візуальному обстеженню, інструментальним методикам (ультразвукова, електромагнітна, вібраційна діагностика), а також цифровим підходам — створенню інформаційних моделей пошкоджень на основі технологій сканування та моніторингу. Узагальнюються теоретичні засади реконструкції на основі принципу мінімального втручання, збереження автентичності об'єкта, комплементарності нових і старих конструктивів, а також ресурсної ефективності. Висвітлюється взаємозв'язок між пошкодженнями та експлуатаційними режимами будівлі, а також роль

середовищного контексту в розвитку критичних зон. Зазначається, що успішна реконструкція передбачає створення інтегрованої аналітичної бази, на основі якої здійснюється вибір методів втручання — від локального підсилення елементів до повномасштабної перебудови конструктиву. Окреслено основні напрямки подальших досліджень, пов'язані з розробкою адаптивних систем класифікації, підвищенням точності прогнозування динаміки ушкоджень та створенням цифрових платформ для супроводу реконструкційних проєктів у режимі реального часу.

Ключові слова: реконструкція; пошкодження; громадські будівлі; діагностика; класифікація; стійкість; інструментальні методи; цифрове моделювання.

Постановка проблеми: Громадські будівлі, як об'єкти підвищеної соціальної значущості, потребують своєчасного обстеження, оцінки технічного стану та реалізації реконструкційних заходів у разі виявлення пошкоджень. В умовах старіння будівельного фонду, змін кліматичних навантажень, а також зростання експлуатаційних навантажень, питання класифікації пошкоджень набуває особливої актуальності. Відсутність уніфікованої методології оцінки глибини, масштабів і джерел пошкоджень ускладнює прийняття рішень щодо типу та обсягу реконструкції. Крім того, існуючі підходи до реконструкції часто ігнорують фактори взаємозв'язку між технічним станом конструкцій та змінами в соціально-функціональному навантаженні на об'єкт. Підвищена складність діагностики, брак інформації про історію експлуатації об'єкта, відсутність актуальної документації та недостатнє застосування цифрових інструментів моніторингу створюють перешкоди для ефективного управління реконструкцією. Тому постає потреба в розробці концептуально узгодженої моделі реконструкції, яка поєднує структурну, функціональну та середовищну аналітику.

Метою статті є розкриття концептуальних засад реконструкції громадських будівель з урахуванням системної класифікації пошкоджень як ключового інструмента прийняття управлінських та інженерних рішень. Особлива увага приділяється визначенню категорій пошкоджень, які найчастіше виникають в умовах сучасного техногенного навантаження, та їх взаємозв'язку з режимами експлуатації будівель. У рамках статті розроблено багаторівневу типологію пошкоджень, що враховує як інженерно-конструктивний, так і соціально-функціональний аспект ушкоджень. Аналізуються сучасні технології діагностики, цифрового моделювання та прогнозування динаміки ушкоджень, що дає змогу перейти до гнучкої реконструкційної політики на основі реальних параметрів об'єкта. У статті

пропонуються науково обґрунтовані підходи до створення інтегрованих стратегій реконструкції для забезпечення стійкості, безпеки та ресурсоощадності громадських будівель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Тематика реконструкції будівель активно розглядається у вітчизняній та зарубіжній науковій літературі, однак найбільша увага приділяється технічним аспектам підсилення несучих конструкцій, проєктним нормам та енергоефективним рішенням. У працях останніх років простежується тенденція до розширення рамок реконструкції з урахуванням інженерної, соціальної, функціональної та екологічної складових. Окремі автори акцентують на діагностичних методиках і цифрових технологіях моделювання стану будівлі. Водночас класифікація пошкоджень часто залишається на рівні фрагментарного опису або базується на застарілих типологіях. Недостатньо розробленими залишаються підходи до комплексного аналізу пошкоджень, які враховують динаміку розвитку ушкоджень, залежність від умов експлуатації та впливу середовища. Актуальним є також питання створення цифрових платформ, що поєднують дані моніторингу з геопросторовими інформаційними системами. Наявні дослідження демонструють потребу в міждисциплінарному синтезі — архітектури, будівельної інженерії, урбаністики, ІТ та соціальних наук — для формування нового покоління моделей реконструкції, орієнтованих на стійкість і прогнозованість результатів.

Виклад основного матеріалу: Реконструкція будівель виступає важливою складовою підтримки та розвитку інфраструктури, вона включає комплекс заходів, котрі спрямовані на відновлення, модернізацію та покращення будівель, що в результаті дозволяє забезпечити ефективне функціонування, підвищити та зберегти експлуатаційні характеристики. Реконструкція виступає важливим етапом у життєвому циклі будівель, особливо в умовах швидкої урбанізації, зростання вимог до екологічності та енергоефективності та змін норм будівництва [1].

Мета реконструкції будівель полягає в продовженні терміну служби та забезпеченні підвищення функціональності, комфорту та безпеки для користувачів. Реконструкція спрямована на зниження експлуатаційних витрат, модернізацію інженерних систем відповідно до нових стандартів, вимог та покращення естетичних якостей будівлі. Цілі реконструкція різні від повернення до початкового стану до створення нових функціональних можливостей, таких як зміна призначення об’єкта, адаптація під нові технології та збільшення площ [2].

Методи реконструкції визначають за характером пошкоджень та необхідними змінами. Одним із методів є повна реконструкція, будівля зазнає

кардинальних змін, розбираються старі реконструкції, пере оснащуються інженерні мережі та будуються нові елементи, які включають в себе повну перебудову або заміну старих реконструкцій на нові, котрі відповідають сучасним вимогам енергоефективності та безпеки. Іншим методом виступає часткова реконструкція, коли оновлюється окремі елементи будівлі, замінюється покрівля, оновлюються фасади або модернізують інженерні мережі [3].

Етапи реконструкції включають в себе декілька фаз, початковим етапом виступає проектування та планування, вона включає в себе оцінку поточного стану будівлі, обсягів робіт та визначення видів, розробку проекту реконструкції, підготовку дозвільної документації, наступним етапом є підготовка будівлі до робіт, які включають демонтаж пошкоджених, застарілих конструкцій та підготовку об'єкта до втілення проекту. Основний етап реконструкції передбачає виконання будівельних робіт, модернізацію або зміну конструктивних елементів, встановлення нових інженерних систем та ремонт. Завершальним етапом є облаштування та здачі об'єкта в експлуатацію, він включає в себе перевірку виконаних робіт, забезпечення необхідних сертифікації та тестування нових інженерних систем [5].

На нижче наведені таблиці 1 демонструється класифікація пошкоджень громадських будівель за типами пошкоджень та ступенем впливу на їхню структурну цілісність. Підхід визначає, які пошкодження потребують негайного втручання та які можуть бути відновлені шляхом незначних ремонтних робіт. Врахування типу пошкоджень та відповідних заходів для усунення є важливим етапом при плануванні реконструкції та технічного обслуговування будівель.

Таблиця 1.

Класифікація пошкоджень громадських будівель за типами пошкоджень і ступенем впливу *(розроблено автором на основі [7, 8, 9])*

Тип пошкодження	**Опис**	**Ступінь впливу**	**Заходи**	**Приклади**
Механічні	Вплив ударів, стиснення, перегрузок	Високий	Ремонт або заміна	Тріщини, зламування
Фізичні	Волога, корозія, температура	Середній	Ізоляція, відновлення	Руйнування фасадів, корозія
Технологічні	Збої в інженерних системах	Середній / Високий	Модернізація, перевірка	Перевантаження, збої систем
Екологічні	Стихійні лиха: землетруси, повені	Дуже високий	Реставрація, зміна проєкту	Руйнування після катастроф
Експлуатаційні	Неправильне використання	Низький / Середній	Огляд, інструктаж	Пошкодження від перевантаження
Біологічні	Вплив грибка, плісняви, шкідників	Низький / Середній	Антисептика, заміна	Пліснява, деформація дерева

На рисунку 1 відображена схема етапів реконструкції громадських будівель, що залежить від типу пошкоджень. Схема ілюструє послідовність робіт, розпочинаючи з оцінки стану будівлі та класифікації пошкоджень, через проектування, планування до виконання основних будівельних робіт і здачі об’єкта в експлуатацію. Підхід систематично та ефективно вирішує питання відновлення будівлі в залежності від характеру пошкоджень, забезпечує безпеку та функціональність у майбутньому [12].

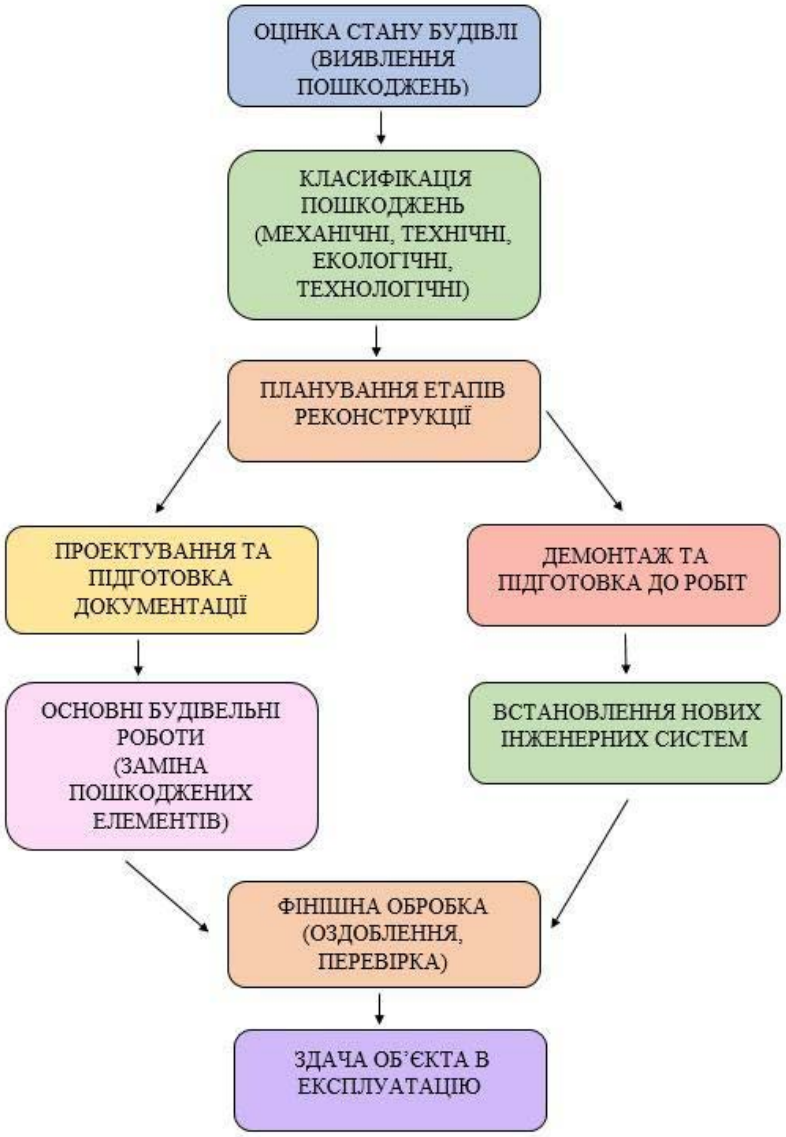


Рис. 1. Схема етапів реконструкції громадських будівель в залежності від типу пошкоджень *(розроблено автором на основі [12])*

Технології відновлення будівельних конструкцій дозволяють продовжувати термін служби будівлі та підвищувати експлуатаційні характеристики, забезпечуючи безпеку та комфорт для користувачів. Врахування сучасних методів оцінки, котрі базується на новітніх матеріалах і

технологіях є основою для ефективної реконструкції та підтримки високого рівня функціональності громадських будівель [11].

Використання новітніх матеріалів та технологій у реконструкцій громадських будівель є важливим аспектом, він дозволяє значно підвищувати ефективність відновлення, зменшувати витрати та забезпечувати високу надійність і довговічність конструкцій. Сучасні будівельні технології, які ґрунтуються на новітніх матеріалах, дають змогу покращувати механічні та фізичні властивості матеріалів, підвищувати енергоефективність будівель, зменшувати експлуатаційні витрати, забезпечувати комфорт користувачів та робити процес реконструкції більш швидким і менш витратним.

Одним з основних досягнень у галузі будівництва виступає використання композитних матеріалів, вони поїдуть до собі високі механічні властивості та легкість у використанні. Армовані пластикові матеріали чи стеклопластик використовують для зміцнення стін, перекриттів та інших конструкцій. Матеріали мають високу корозійностійкість, здатність витримувати великі навантаження та не потребує частої заміни, що робить їх ідеальними для довготривалого використання.

Технології 3D-друку застосовують в реконструкцію будівель, коли потрібно виготовити складні деталі або форми. За допомогою 3D-друку виготовляють елементи конструкції, котрі складні для традиційного виробництва, наприклад, елементи декору, фасадні панелі, частини інженерних систем. Метод скорочує витрати на виробництво та монтаж елементів та знижує кількість відходів при виробництві [4].

Значне поширення в реконструкцій громадських будівель отримала сонячні панелі та геотермальні системи опалення та охолодження, вони сприяють зниженню витрат на енергоспоживання та забезпечують будівлям стали і екологічно чисте джерело енергії. Використання сонячних колекторів для нагріву води та ветрогенераторів для додаткового електроживлення дозволяє знижувати залежність від централізованих постачальників і енергії та зменшувати викиди в атмосферу [6].

У процесі реконструкції все більше використовується розумні технології для управління будівлею, BIM-технології (Building Information Modeling). Дані технології створюють віртуальну модель будівлі, яка інтегрує всю інформацію про конструктивні елементи, матеріали, інженерні мережі та системи управління. За допомогою BIM можна оптимізувати процес проектування, точніше визначити необхідні матеріали та ресурси, знижувати витрати на будівництво та зменшувати ризики помилок під час реконструкції [13].

На нижче наведеній таблиці 2 продемонстровано порівняння основних методів реконструкції громадських будівель за технологічної складністю та

витратами. Завдяки різним методом та відновленням, таблиця демонструє оптимальний підхід до реконструкції в залежності від технічних характеристик будівлі, бюджету та обсягу необхідних робіт.

Таблиця 2.

Порівняння методів реконструкції громадських будівель за технологічною складністю і витратами *(розроблено авторами на основі [13])*

Метод рекон-струкції	**Техно-логічна складність**	**Витрати на матеріали та роботу**	**Переваги**	**Недоліки**
Повна реконструкція	Висока	Високі	Комплексний підхід, що охоплює всі елементи будівлі	Високі витрати, тривалий час виконання, потребує великої кількості ресурсів
Часткова реконструкція	Середні	Середні	Швидкість виконання, зменшені витрати порівняно з повною реконструкцією	Можливість неповного усунення проблем з конструкцією
Заміна окремих елементів конструкцій	Середня	Середні до низьких	Оновлення або за-міна конкретних елементів збере-ження решти структури	Може не вирішити основні проблеми будівлі
Армування та зміцнення конструкцій	Висока	Високі	Підвищення міцності конструкцій без повної заміни елементів	Потребує спеціаль-них матеріалів та висококваліфікован их робітників
Модернізація інженерних систем	Середня	Середні до високих	Підвищення енер-гоефективності, зниження експлуа-таційних витрат	Потребує високих витрат на нові технології і обладнання
Технологія «відновлення старих матеріалів»	Низька	Низькі до середніх	Відновлення старих матеріалів без їх заміни, низькі витрати	Може не гаранту-вати довговічність та надійність конструкцій
Енергетична модернізація (теплоізоляція)	Середня	Середні до високих	Покращення енер-гоефективності, зменшення витрат на опалення та охолодження	Високі витрати на утеплювальні матеріали та обладнання
Біо- та екологічна реконструкція	Висока	Середні до високих	Сучасні екоматері-али, що сприяють сталому розвитку	Високі витрати на спеціалізовані еко-логічно чисті матеріали

Використання сучасних технологій в реконструкції виступає ключовим фактором, які вирішує багато проблем та підвищує ефективність робіт. Однією з найважливіших технологій є BIM (Building Information Modeling), технологія дозволяє створювати цифрову модель будівлі, включаючи всі конструктивні елементи, інженерні системи та інші компоненти. Використання BIM знижує ризики помилок на етапах проектування та реконструкції, спрощує координацію між різними учасниками процесу, що дозволяє більш точно планувати етапи робіт, оцінювати необхідні ресурси, витрати, забезпечує можливість моделювання різних варіантів реконструкції та оцінки їх ефективності [14].

Важливою технологією є 3D-сканування, яке використовують для того, щоб створювати тривимірні моделі існуючих будівель, воно здійснює точну оцінку стану, виявляє дефекти, пошкодження та будує модель для подальших робіт. Технологія 3D-сканування отримує дані про будівлю з, що важливо для старих будівель, де традиційні методи недостатньо точні. В результаті значно підвищується якість та швидкість реконструкцію, зменшується ризик помилок та досягається кращий результат.

Перспективи вдосконалення процесів реконструкції будівель з урахуванням екологічних стандартів та стандартів безпеки набувають актуальності в умовах зростаючих вимог до збереження навколишнього середовища, здоров’я людей та сучасного розвитку технологій. У зв’язку з глобальними змінами клімату, зростанням енергетичних потреб та погіршенням екологічної ситуації в багатьох містах, необхідність впровадження екологічно чистих, безпечних технологій у будівництві та реконструкції стає невід’ємною частиною сучасної практики.

Екологічні стандарти більше приділяють увагу використання екологічно чистих та перероблених матеріалів. Екологічно чисті фарби, матеріали з низьким викидом легких органічних сполук, перероблений бетон та деревина, сертифікована за стандартами FSC (Forest Stewardship Council) набувають популярності. Вибір даних матеріалів забезпечує зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище під час будівництва, покращує якість повітря в приміщеннях та зменшує забруднення навколишнього середовища [15].

Зростає потреба в інтеграції зелених дачних технологій в реконструкцію, таких як зелені дахи та зелені стіни, вони зменшують температуру навколишнього середовища, покращують якість повітря, зберігають біорізноманіття в міських умовах, використовуються для збору дощової води та зберігання вуглецю.

Участь системи контролю та моніторингу за станом будівель в реальному часі набуває популярності, інтелектуальні системи моніторингу,

котрі включають сенсори, датчики та автоматизовані системи для збору даних про стан конструкцій бо являють проблеми на ранніх етапах та забезпечують мвоєчасне технічне обслуговування. Вони оптимізують процес реконструкції та підвищують безпеку будівель в процесі експлуатації.

Стосовно стандартів безпеки, увага приділяється захисту від пожежі, структурні безпеці та відповідності сучасним вимогам щодо доступності для людей з обмеженими можливостями. Відновлення, модернізація будівель враховує всі аспекти, які включають в себе впровадження сучасних систем протипожежного захисту, зміцнення несучих конструкцій з урахуванням сеймостійкості та інших факторів. Інтеграція адаптивних систем освітлення та механізмів доступності для людей з обмеженими можливостями є важливою частиною процесу реконструкції для забезпечення комфортних та безпечних умов для всіх користувачів будівлі.

Перспективи вдосконалення процесів реконструкції будівель з урахуванням екологічних стандартів та стандартів безпеки полягають у інтеграції інноваційних технологій, матеріалів, які забезпечують ефективність, сталість та безпеку процесу реконструкції. Важливою складовою є активне використання технологій для моніторингу, управління, забезпечення комплексного підходу до збереження природних ресурсів, зниження витрат на енергію та створення комфортних умов для майбутніх користувачів будівель [16].

На нижче наведені таблиці 3 відображено перспективи використання сучасних технологій в реконструкції громадських будівель.

Таблиця 3.

Перспективи використання сучасних технологій в реконструкції громадських будівель *(розроблено автором на основі [16])*

Технологія	**Опис**	**Переваги**	**Недоліки**	**Перспективи**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
BIM	3D-модель будівлі для управління	Точність, економія, аналітика	Вартість, складність впровадження	Інтеграція на всіх етапах
3D-сканування	Лазерне вимірювання існуючих будівель	Точність, швидкість	Дороге обладнання	Використання в реконструкціях
Сонячні панелі	Генерація енергії з сонця	Економія, екологічність	Вартість, потреба у площі	Стандарт для енергоефективності
Вітрові турбіни	Альтернативне енергозабезпечення	Незалежність, зменшення витрат	Клімат, площа	Інтеграція в комплекси
Інтелектуальні системи	Автоматизація клімату, освітлення, моніторинг	Економія, комфорт, безпека	Вартість, техобслуговування	IoT-інтеграція в ЖКГ

1	2	3	4	5
Композитні матеріали	Сучасні легкі й міцні матеріали	Легкість, стійкість	Ціна, спецтехнології	Заміна традиційних матеріалів
Геотермальні системи	Використання тепла землі	Ефективність, стабільність	Вартість, умови встановлення	У сталому будівництві
Автоматизація реконструкції	Роботизація будівельних процесів	Точність, швидкість	Вартість, обслуговування	Масштабне впровадження
Розумні дахи і фасади	Інтеграція для тепла, води, енергії	Енергоефек-тивність, економія	Вартість, залежність від погоди	Використання в міському середовищі

Рисунок 2 відображає схему інноваційних підходів до реконструкцію громадських будівель з урахуванням технічних та екологічних стандартів. Схема відображає інтеграцію новітніх технологій, екологічних рішень на різних етапах реконструкції, починаючи від аналізу стану будівлі до впровадження енергоефективних систем та використання екологічно чистих матеріалів. Підхід забезпечує високий рівень безпеки, довговічність будівель, відповідає сучасним вимогам сталого розвитку та енергоефективності [17].

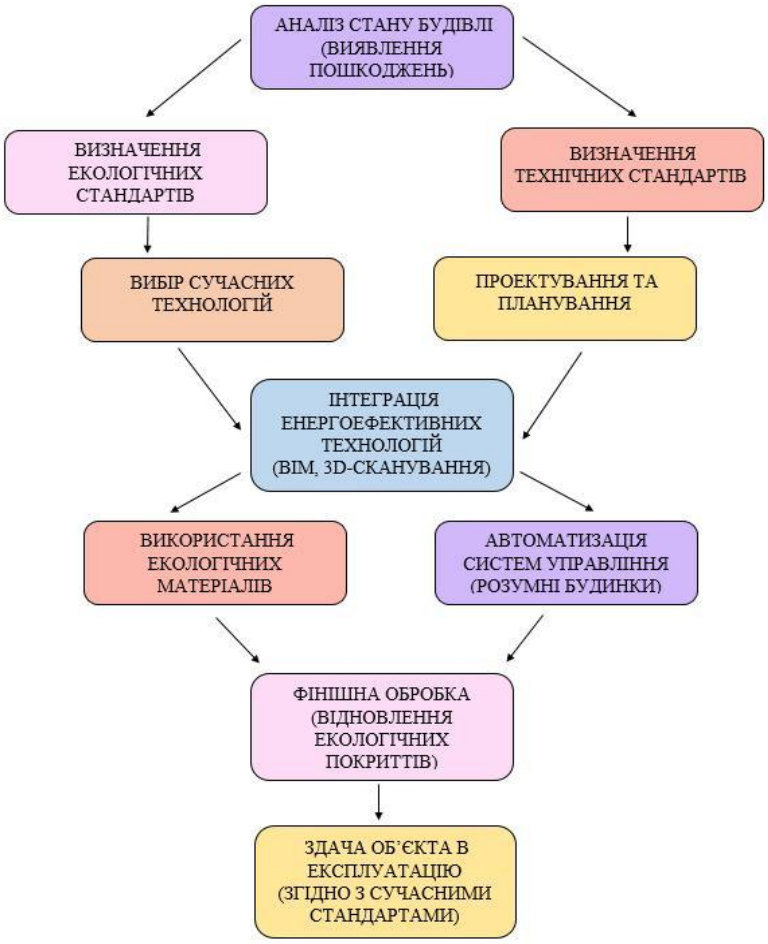


Рис. 2. Схема інноваційних підходів до реконструкції громадських будівель з урахуванням екологічних та технічних стандартів *(розроблено авторами на основі [17])*

Література

1. ЗДУ. "Методика аналізу та оцінки інвестиційних проектів". — ЗНУ. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi67/0049268.pdf.

2. КНУ ім. В.Н. Каразіна. "Реконструкція та відновлення будівель: новітні підходи та практики". — КНУ ім. В.Н. Каразіна. — Харків, 2020. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://surl.li/axovot

3. Київський національний університет будівництва і архітектури. "Розвиток систем управління будівельними проектами в умовах цифровізації". — КНУБА. — Київ, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c025ce8e-36c1-44b8-9eee-14d0ad39929b/content.

4. Demontazh Podgorny. "Демонтаж будівель: професійні послуги". — Demontazh Podgorny. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://surl.li/zwlogd

5. Андрєюк В.К. "Сучасні підходи до управління проектами в умовах цифрової трансформації". — ZNU. — Запоріжжя, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://surl.lt/qkabxw

6. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. (2023). Digital administration of the project based on the concept of smart construction. In V. Kreinovich, S. Thach, N. Nguyen, & V. Reddy (Eds.), Lecture Notes in Networks and Systems (Vol. 495, pp. 1316–1331). Springer.

7. ZNU. "Методичні рекомендації". — ZNU. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://surl.li/rppade

8. WNU. "Інноваційні підходи до управління проектами в умовах глобалізації". — WNU. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://dspace.wunu.edu.ua/retrieve/19690/.

9. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. In 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–9).

10. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). The organization of biosphere compatibility construction: Justification of the predictors of building development and the implementation prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7*(3),* 545–549.

11. Смаль С., Сунак В. "Тести для вивчення матеріалу". — Львівський національний технічний університет. — Львів, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://surl.li/aqytko

12. Автори не вказані. "Інновації в управлінні проектами в умовах глобалізації". — Core. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://core.ac.uk/download/pdf/33756455.pdf.

13. Верховна Рада України. "Про затвердження Порядку організації та здійснення державного нагляду (контролю) за додержанням законодавства про охорону праці". — Законодавчі акти України. — Київ, 2022. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0065914-22#Text.

14. ZNU. "Лекція 3: Методи та інструменти управління проектами". — ZNU. — Запоріжжя, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/934797/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%203.pdf.

15. КНУБА. "Розвиток методів управління будівельними проектами в умовах змін". — КНУБА. — Київ, 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/201348.pdf.

16. Чуприна Ю.А., Петренко Г.С., Гриненко І.М., Поколенко В.О. Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесно-орієнтованого менеджменту в сучасній системі будівельного девелопменту // Управління розвитком складних систем. – 2021. – № 48. – с. 125-134

17. Plast Lom. "Використання пластику в будівництві". — Plast Lom. — 2023. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://plast-lom.com.ua/vikoristannya-plastiku-v-budivnitstvi/.

Associate Professor **Petrukha Nina,**
Kuzmin Tymur, Molodko Oleksii, Sokurov Artem,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF RECONSTRUCTION AND CLASSIFICATION OF DAMAGES IN PUBLIC BUILDINGS

The reconstruction of public buildings under the conditions of modern urban dynamics is not only an architectural or engineering challenge but also a complex interdisciplinary issue encompassing aspects of safety, functional adaptability, energy efficiency, and social relevance. The conceptual foundations of reconstruction require profound theoretical reconsideration in light of emerging challenges—climate change, infrastructure aging, risks of man-made destruction, and transformations in public needs. A central component of the reconstruction process is the identification and classification of damages, which serves as the starting point for substantiating technical decisions, selecting restoration methods, and designing measures to enhance the structure's resilience against recurring impacts.

The research focuses on a critical analysis of approaches to differentiating damages by their origin (physical, chemical, biological, anthropogenic), the depth of structural degradation (surface-level or deep), development rates (gradual or progressive), and the scale of consequences (local or systemic). A multi-level classification is proposed, combining structural and technical assessment with a functional and social analysis of damage outcomes. Special attention is given to diagnostic methods, visual inspections, instrumental techniques (ultrasonic, electromagnetic, vibrational diagnostics), as well as digital approaches—developing information models of damage based on scanning and monitoring technologies.

The theoretical principles of reconstruction are summarized around the notions of minimal intervention, preservation of the object's authenticity, complementarity of new and existing structural elements, and resource efficiency. The correlation between damages and operational modes of buildings is explored, along with the role of environmental context in the development of critical zones. It is emphasized that

successful reconstruction involves the creation of an integrated analytical base, from which intervention methods are selected—ranging from local strengthening of elements to large-scale structural redevelopment.

The study outlines key directions for future research, including the development of adaptive classification systems, enhancing the accuracy of damage dynamics forecasting, and building digital platforms for real-time support of reconstruction projects.

Keywords: reconstruction; damage; public buildings; diagnostics; classification; resilience; instrumental methods; digital modeling.

REFERENCES

1. ZNU. Guidelines for the Analysis and Evaluation of Investment Projects. – Zaporizhzhia National University, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi67/0049268.pdf. {in English}

2. V.N. Karazin Kharkiv National University. Reconstruction and Restoration of Buildings: Advanced Approaches and Practices. – Kharkiv: Karazin University, 2020. – [Electronic resource]. – Access: https://surl.li/axovot. {in Ukrainian}

3. Kyiv National University of Construction and Architecture. Advancement of Construction Project Management Systems in the Context of Digitalization. – Kyiv: KNUCA, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c025ce8e-36c1-44b8-9eee-14d0ad39929b/content. {in English}

4. Demontazh Podgorny. Building Demolition Services: Professional Expertise. – Demontazh Podgorny, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://surl.li/zwlogd. {in Ukrainian}

5. Andriuk, V.K. Modern Project Management Approaches in the Era of Digital Transformation. – Zaporizhzhia National University, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://surl.lt/qkabxw. {in Ukrainian}

6. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. (2023). Digital project governance under the smart construction paradigm. In V. Kreinovich et al. (Eds.), Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 495, pp. 1316–1331. Springer. {in English}

7. ZNU. Methodological Guidelines for Project Management. – Zaporizhzhia National University, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://surl.li/rppade. {in Ukrainian}

8. WNU. Innovative Project Management Strategies Amid Globalization. – West Ukrainian National University, 2023. – [Electronic resource]. – Access: http://dspace.wunu.edu.ua/retrieve/19690/. {in Ukrainian}

9. Tormosov, R. et al. (2021). Establishing a Rational Economic and Analytical Framework for Multisector Projects Integrated into a Sustainable Energy Development Program. In 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), pp. 1–9. {in Ukrainian}

10. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). Structuring Biosphere-Compatible Construction: Predictors and Development Prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7(3), 545–549. {in Ukrainian}

11. Smal, S., & Sunak, V. Test Materials for Academic Training. – Lviv National Technical University, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://surl.li/aqytko. {in Ukrainian}

12. No Author Indicated. Innovations in Project Management under Globalization. – Core, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://core.ac.uk/download/pdf/33756455.pdf. {in Ukrainian}

13. Verkhovna Rada of Ukraine. Approval of the Procedure for Organizing and Conducting State Supervision of Occupational Safety Compliance. – Kyiv: Legislative Acts of Ukraine, 2022. – [Electronic resource]. – Access: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0065914-22#Text. {in Ukrainian}

14. ZNU. Lecture 3: Methods and Tools for Project Management. – Zaporizhzhia National University, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/934797/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%203.pdf. {in Ukrainian}

15. KNUCA. Enhancing Project Management Techniques in a Changing Construction Environment. – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/201348.pdf. {in Ukrainian}

16. Chupryna, Y.A., Petrenko, H.S., Hrynenko, I.M., & Pokolenko, V.O. Methodological Regulation and Analytical Support for Process-Oriented Management in Modern Construction Development. – Management of Complex Systems Development, 2021, No. 48, pp. 125–134. {in Ukrainian}

17. Plast Lom. The Use of Plastic in Construction Projects. – Plast Lom, 2023. – [Electronic resource]. – Access: https://plast-lom.com.ua/vikoristannya-plastiku-v-budivnitstvi/.{in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.688-701
УДК 69.059:001.891:624.042

доцент **Приходько Д.О.,**
prykhodko.do@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4926-4790,
Верченко В.М.,
vvm2209@ukr.net, ORCID: 0009-0009-9510-960X,
Гроголь В.Я.,
cosmotrade@krasa.kiev.ua, ORCID: 0009-0007-7642-4132,
Герасимчук О.Л.,
leopold-007@ukr.net, ORCID:0009-0006-2430-3040,
Київський національний університет будівництва і архітектури

НАУКОВО-КАТЕГОРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОНЯТЬ ВІДНОВЛЕННЯ, ПОШКОДЖЕННЯ ТА ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ ЦИВІЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Сучасна теорія управління відновленням цивільних об'єктів вимагає комплексного переосмислення категоріального апарату, що охоплює поняття «відновлення», «пошкодження» та «часові характеристики життєвого циклу». У контексті підвищеної складності міської інфраструктури, зростання частоти екстремальних подій, техногенних аварій і військових впливів, обґрунтоване використання цих понять є необхідною передумовою для формування адекватної моделі оцінювання стану об'єктів і стратегій їх реконструкції. Науково-категоріальний аналіз дає змогу виокремити межі застосування кожного терміна, розкрити зв'язки між фізичним станом об'єкта та його функціональним потенціалом, а також побудувати структуру інтерпретації ушкоджень із урахуванням часового фактору. У роботі систематизовано підходи до трактування ушкоджень за глибиною, масштабом, швидкістю поширення та функціональними наслідками, що уможливлює створення адаптивної типології сценаріїв реагування. Особливу увагу приділено синхронізації термінології з нормативно-технічними документами, а також її узгодженню із сучасними цифровими моделями управління життєвим циклом. Запропоновано концепцію багаторівневої інтерпретації пошкоджень — від технічного дефекту до соціально-функціонального порушення. Визначено часові маркери критичності, що вказують на переломні фази між підтримуваною функціональністю та необхідністю капітального втручання. Підкреслено необхідність обліку кумулятивного ефекту пошкоджень, а також ролі системного моніторингу у визначенні допустимих меж деградації. Результати дослідження можуть бути використані як основа для побудови інтегрованих моделей відновлення

об'єктів цивільного призначення та формування критеріїв їхньої пріоритизації в межах відновлювальних програм.

У цьому контексті важливо враховувати, що поняття «відновлення» не є однозначним і набуває різних смислових відтінків залежно від сфери застосування — технічної, соціальної, правової або екологічної. У будівельному секторі воно охоплює як локальні ремонтні втручання, так і повноцінну реконструкцію, зміну функціонального призначення чи навіть повторну інтеграцію об'єкта в змінене міське середовище. Таким чином, категоріальний апарат має бути гнучким і водночас стандартизованим, щоб забезпечити ефективну комунікацію між усіма учасниками процесу — інженерами, архітекторами, замовниками, органами влади.

Ключові слова: відновлення; пошкодження; життєвий цикл; деградація; категоріальний апарат; моніторинг; часові характеристики; цивільні об'єкти.

Постановка проблеми: У контексті системного оновлення інфраструктурного фонду, особливо в умовах підвищеної руйнації будівель внаслідок надзвичайних ситуацій, виникає потреба в чіткому визначенні понятійного поля, що регулює наукову та практичну площину відновлювальних процесів. Термінологічна невизначеність щодо понять «пошкодження», «відновлення», «дефект», «функціональна втрата» або «часове вікно реконструкції» ускладнює не лише діагностику поточного стану об'єкта, а й формування рішень щодо обсягу втручань, їхнього пріоритету та технологічної послідовності. Наявність численних підходів до класифікації ушкоджень без урахування їхньої функціональної значущості й динамічної природи призводить до фрагментарності стратегій відновлення. Ба більше, сучасні цифрові системи моніторингу й моделювання життєвого циклу вимагають уніфікованої категоріальної бази для забезпечення сумісності між експертною оцінкою, нормативними актами та алгоритмами автоматизованого планування. Усе це обумовлює актуальність побудови науково-категоріального аналізу понять, які фіксують ключові фази і характеристики фізичного зносу та функціональної вразливості об'єкта. Водночас відсутність таких уніфікованих моделей зменшує ефективність стратегічного планування відновлення, унеможливлює порівняння між об'єктами та ускладнює прийняття рішень у кризових ситуаціях.

Метою статті є формування системного науково-категоріального аналізу ключових понять, пов'язаних із відновленням цивільних об'єктів, зокрема «пошкодження», «життєвий цикл», «дефект», «деградація» та «часові характеристики». Основним завданням є розроблення інтегрованої структури класифікації пошкоджень, узагальнення часових фаз функціонального

зниження та встановлення граничних меж для прийняття рішень щодо відновлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Сучасна література в галузі будівництва та архітектури демонструє значне розмаїття підходів до трактування понять, пов'язаних із деградацією та відновленням цивільних об'єктів. Більшість робіт концентруються на технічних аспектах діагностики ушкоджень, приділяючи увагу матеріальним дефектам, параметрам тріщиноутворення, деформаціям і вібраційним впливам. Разом з тим, бракує міждисциплінарного підходу до класифікації ушкоджень, який враховував би як технічні, так і соціальні наслідки. Також не всі дослідження надають належну увагу часовим характеристикам, таким як темпи розвитку пошкоджень, інерційність деградації або порогові значення втрати функціональності. Частина публікацій зосереджена на впровадженні систем моніторингу та інструментальної діагностики, зокрема методів лазерного сканування, акустичного зондування, структурного здоров'я (SHM), проте навіть у таких працях не завжди синхронізовано понятійний апарат з нормативно-технічною базою. У сфері управління життєвим циклом об'єкта спостерігається тенденція до цифрового моделювання ушкоджень, однак у таких моделях часто бракує гнучкої системи категоризації дефектів. Крім того, велика кількість досліджень розглядає лише кінцеві стадії руйнування без аналізу проміжних фаз і кумулятивного ефекту.

Виклад основного матеріалу: У будівельній галузі терміни «відновлення», «пошкодження», «витривалість» та «стійкість» є важливими концепціями, котрі взаємопов'язані та безпосередньо впливають на процеси проектування, будівництва та експлуатації об'єктів. Розуміння понять є основою для розробки ефективних стратегій управління життєвим циклом будівельних проектів, їх надійності та безпеки. Кожен із термінів має конкретне значення, котре визначає його роль в оцінці та прогнозуванні поведінки об'єкта на всіх етапах його існування [1].

Термін «відновлення» у контексті будівництва позначає процес відновлення функціональних характеристик і фізичного стану об'єкта після того, як він зазнав пошкоджень чи руйнувань. Відновлення включає відновлення зовнішнього вигляду, внутрішньої структури будівлі та її експлуатаційних властивостей, як енергетична ефективність, безпека, комфорт для користувачів. Процес відновлення включає ремонт, реконструкцію або капітальний ремонт, передбачає повне або часткове відновлення з урахуванням актуальних стандартів і вимог.

Відновлення є важливим етапом у життєвому циклі будівельних об'єктів, продовжує їх використання та функціонування після серйозних пошкоджень

або старіння будівельних елементів. Важливим аспектом відновлення є своєчасне виявлення необхідності в таких роботах, що вимагає системи моніторингу стану будівлі та прогнозування можливих пошкоджень на основі аналізу даних [7].

Класифікація пошкоджень буває різною залежно від їх природи та ступеня впливу на будівлю. Вони можуть бути механічними, викликаними фізичними силами, або хімічними, зумовленими корозією або впливом агресивних середовищ. Пошкодження бувають структурними, коли вони порушують цілісність конструкцій і незначними, як тріщини в обробці або дефекти в оздобленні, котрі не впливають на загальну безпеку [2].

Витривалість будівельного об’єкта визначає як здатність будівлі або конструкції витримує різноманітні навантаження та впливи протягом певного періоду без значного пошкодження чи втрати функціональності. Витривалість включає характеристики, як здатність матеріалів витримувати механічні навантаження, термічні зміни, вплив вологи та інших екологічних факторів, котрі спричиняють корозію та зношування. Вона залежить від конструктивних особливостей будівлі, рівня технологій, котрі використовуються в будівництві та якості матеріалів [3].

Стійкість будівельного об’єкта є загальною характеристикою, котра визначає здатність будівлі витримувати різні пошкодження та швидко відновлювати свої функціональні характеристики після зовнішніх впливів. Стійкість має на увазі фізичну, економічну та екологічну стійкість. Вона враховує здатність будівель до адаптації до змінних умов середовища, як зміни кліматичних умов, економічні коливання чи зміни у вимогах до будівництва [4].

На нижче наведеному рисунку 1 представлена схема взаємозв'язку між пошкодженням та відновленням у будівництві.

Життєвий цикл будівельного об'єкта можна поділити на кілька основних етапів, кожен з яких має свої часові параметри. Проектування включає в себе всі роботи, пов'язані з розробкою плану, архітектурного проекту, технічних рішень, візуалізацій та документації. Процес проектування займає від кількох місяців до кількох років, залежно від складності об'єкта та вимог до нього. Часовий параметр проектування визначається специфікою нормативних процедур, необхідністю узгодження з органами влади, екологічними та іншими вимогами [6].

Будівництво передбачає всі роботи, пов'язані зі зведенням будівлі або іншого об'єкта. Часові параметри будівництва залежатимуть від розміру, складності конструкції, використовуваних технологій та матеріалів. Для складних та великих об'єктів, як багатоповерхові будівлі, торгові центри чи

інфраструктурні проекти, етап триває від кількох місяців до кількох років. Важливим чинником, котрий впливає на тривалість будівництва є погодні умови, котрі затримують виконання робіт [10].

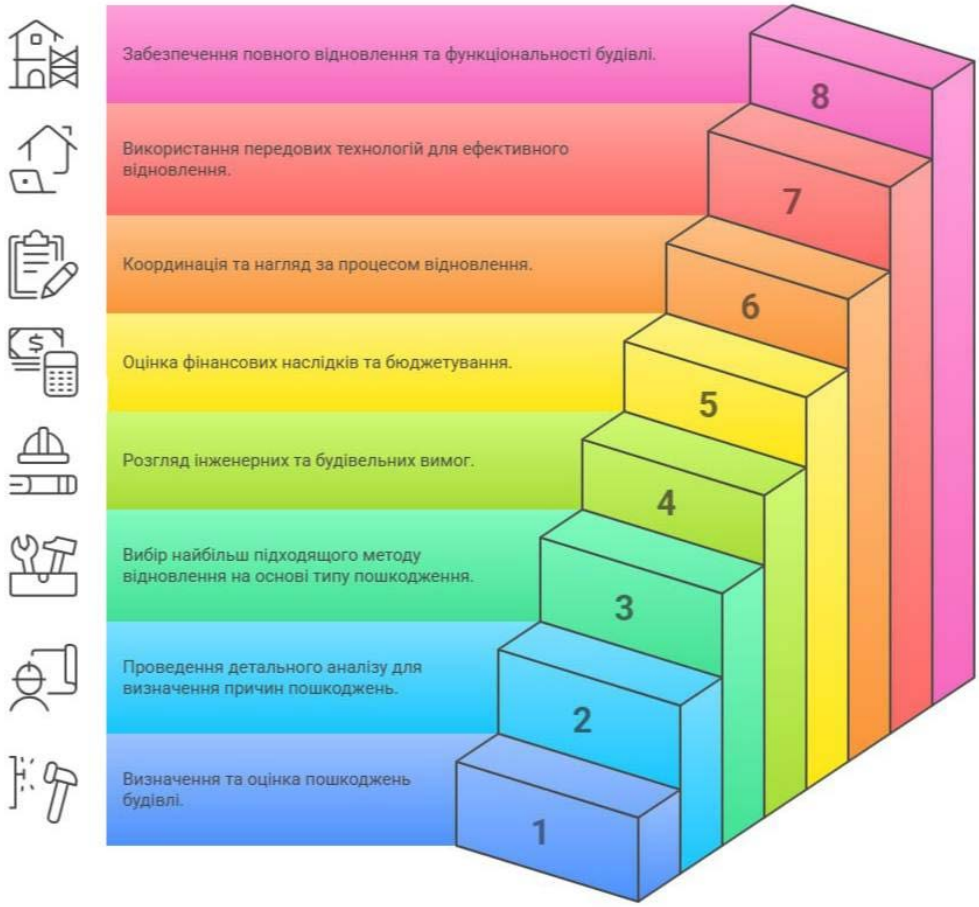


Рис. 1. Модель процесу пошкодження та відновлення цивільних об'єктів
(розроблено авторами на основі [8])

В таблиці 1 представлено порівняння різних типів пошкоджень цивільних об'єктів та методів їх відновлення.

Таблиця 1.

Порівняння видів пошкоджень цивільних об’єктів та методів їх відновлення
(розроблено авторами на основі [9])

Тип пошко-дження	**Характе-ристика**	**Метод відновлення**	**Економічна доцільність**	**Технічні вимоги**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Механічні пошко-дження	Пошкодження, спричинені фізичними силами (деформація, тріщини, обрушення)	Ремонт, армування, заміна пошкоджених елементів	Залежить від масштабів пошкодження	Високі вимоги до якості матеріалів та точності виконання

1	2	3	4	5
Технологічні пошко-дження	Пошкодження через дефекти в технологічному процесі або неправильне використання (наприклад, тріщини в бетоні, корозія)	Використання нових матеріалів, інноваційні методи ремонту	Середні витрати на ремонт	Висока точність діагностики і застосування новітніх технологій
Природні пошко-дження	Пошкодження через природні фактори (повені, землетруси, урагани, мороз)	Комплексний ремонт або реконструкція, адаптація до нових умов	Залежить від масштабу катастрофи	Вико-ристання стійких до природних катаклізмів матеріалів
Корозія і зношування	Пошкодження, спричинені довготривалим впливом вологи, хімічних речовин або високих температур	Антикорозійна обробка, заміна конструкти-вних елементів	Високі витрати на довго-строковий період	Примен-шення впливу негативних факторів, стабільність матеріалів
Технічне старіння	Пошкодження через природний знос матеріалів, усталення будівельних елементів	Модернізація, заміна старих матеріалів, капітальний ремонт	Високі витрати на капітальний ремонт	Вимагає високих інвестицій у новітні матеріали та технології

Експлуатація після завершення будівництва і введення в експлуатацію об'єкта розпочинається його основний етап функціонування. Часові параметри експлуатації включають періоди, протягом яких будівля або інфраструктурний об'єкт знаходиться в експлуатації, надаючи різноманітні послуги або функції. Тривалість етапу залежить від якості будівельних матеріалів, конструкцій та від того, як активно використовується об'єкт. Для сучасних будівель і інфраструктури період коливається від кількох десятиліть до понад століття. Важливо, що з часом настане необхідність в оновленні або модернізації систем та інфраструктури, що визначатиме часові параметри життєвого циклу.

Реконструкція і модернізація з часом, через старіння конструкцій та зміни в вимогах до об'єкта, виникає потреба в реконструкції або значній модернізації. Етап є важливим для продовження життєвого циклу об'єкта, покращення його функціональності та підвищення ефективності експлуатації.

Часові параметри етапу залежать від масштабів змін та складності реконструкції. Реконструкція проведена на основі сучасних технологій, як BIM-моделювання, робить процес більш ефективним і швидким [11].

Демонтаж та знос, коли об'єкт досягає кінця свого життєвого циклу або більше не відповідає вимогам, настає етап демонтажу або зносу. Процес є останнім етапом у життєвому циклі будівлі чи інфраструктурного об'єкта. Часовий параметр етапу визначається відновлювальною або демонтажною технологією та умовами навколишнього середовища. Знос або реконструкція на основі нових вимог займає від кількох місяців до кількох рокі [12].

Оцінка витрат часу на відновлення і пошкодження в контексті будівельних об'єктів є важливою складовою процесу управління життєвим циклом будівлі. Відновлення пошкоджень має різні масштаби та складність залежно від характеру і типу пошкоджень, впливає на час, необхідний для виконання ремонтних або реконструкційних робіт. Правильна оцінка часу, необхідного для відновлення, керує проектами, визначає їхні терміни, розраховує бюджет та мінімізує ризики. Вона приймає обґрунтовані рішення щодо того, чи варто проводити відновлення, чи буде дешевше збудувати об'єкт заново [5].

Час на відновлення пошкоджень обчислюється залежно від таких факторів, як тип пошкодження, доступність необхідних матеріалів, кількість робітників, використання сучасних або традиційних методів відновлення, погодні умови та інші зовнішні фактори. Для відновлення пошкоджень на об'єкті використовують новітні технології, як 3D-сканування для точного визначення дефектів та BIM-моделювання для планування всіх етапів ремонту, скорочує час на етапі підготовки до відновлення та безпосередньо на етапі виконання робіт [13].

Одним з основних факторів, котрий впливає на час відновлення, є запаси матеріалів і ресурсів. У разі дефіциту необхідних матеріалів або обладнання час відновлення значно збільшується. Погодні умови відіграють важливу роль у швидкості виконання робіт, екстремальні температури або вологість впливають на швидкість висихання матеріалів, можливість використання певних технологій чи методів [14].

Оцінка витрат часу на пошкодження та відновлення є важливим інструментом для планування робіт та для фінансового планування. Чим більше часу потребує відновлення, тим вищими будуть витрати на роботу, матеріали, оренду обладнання та оплату праці. Прогнозування часу на відновлення визначає, чи варто ремонтувати існуючу будівлю або, можливо, буде дешевше збудувати нову [15].

На нижче наведеному рисунку 2 представлена схема процесу оцінки часу на відновлення пошкоджень будівельних об'єктів, котра враховує різні типи пошкоджень та методи їх усунення.

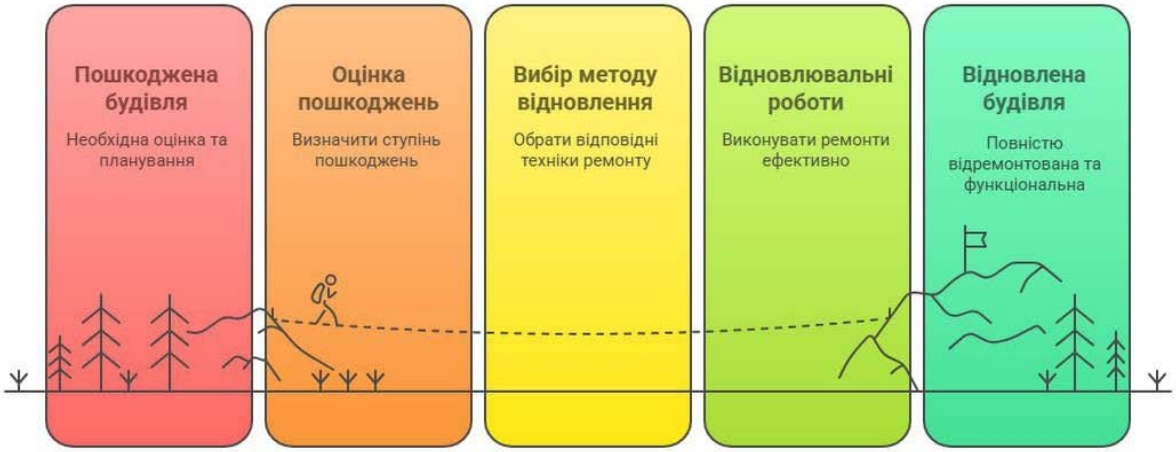


Рис. 2. Часові параметри у життєвому циклі цивільного об'єкта
(розроблено авторами на основі [16])

Основою для категоріального аналізу є класифікація пошкоджень за різними критеріями: типами пошкоджень, ступенем їх серйозності, місцем виникнення (структурні чи неструктурні) та за природою пошкоджень (механічні, фізичні, технологічні чи природні). Кожен з критеріїв має велике значення для правильного вибору методів відновлення і технічних рішень. Категоріальний аналіз чітко відокремлює види пошкоджень, обирає оптимальні стратегії їх усунення, передбачає, чи потрібно проводити комплексні роботи з реконструкції або можна обмежитися простими ремонтами.

У таблиці 2 представлено порівняння типів пошкоджень будівель і об'єктів та відповідних методів відновлення з урахуванням часу, необхідного для їх усунення.

Практичні підходи до відновлення та пошкодження на основі категоріального аналізу є важливим інструментом для управління життєвим циклом будівельних об'єктів. Категоріальний аналіз систематизує пошкодження та відповідні методи відновлення, оцінює вплив різних факторів на процеси відновлення та забезпечує точність і ефективність управлінських рішень у процесах.

Класифікація пошкоджень є важливим етапом у категоріальному аналізі. Вона систематизує дефекти будівлі та оцінює їхні наслідки для функціональності об'єкта. Класифікація визначає, чи є пошкодження критичними для безпеки будівлі або вони не становлять прямої загрози для експлуатації. Тріщини в стінах або незначне порушення фасаду класифікують

як незначні дефекти, котрі не потребують капітального ремонту, в той час як серйозні пошкодження, як порушення фундаменту чи тріщини в несучих конструкціях, вимагають негайного втручання та відновлення з високими витратами [16].

Таблиця 2.

Порівняння типів пошкоджень та методів їх відновлення з урахуванням часу *(розроблено авторами на основі [15])*

Тип пошкодження	Метод відновлення	Час усунення	Технічні вимоги	Екон. доцільність
Механічні	Армування, заміна, ремонт тріщин	1–3 дні	Точність, сталеві матеріали, контроль	Вигідно при малих дефектах
Технологічні	Заміна обладнання, капремонт	3–10 днів	Нові технології, якість	Помірні витрати, потреба в інвестиціях
Природні	Реконструкція, адаптація	1–6 місяців	Стійкі матеріали, екостандарти	Високі витрати через масштабність
Корозія, зношення	Обробка, заміна, техобслуговування	3–7 днів	Спецпокриття, контроль конструкцій	Економно, але з частими витратами
Технічне старіння	Реконструкція, оновлення	6–12 місяців	Модернізація систем	Висока вартість, ефективність у майбутньому

Економічна доцільність відновлення є ще одним важливим аспектом, котрий оцінюють за допомогою категоріального аналізу. Порівняння витрат на відновлення та можливих втрат від тривалого простою будівлі визначає, чи варто проводити відновлення, чи не дешевше збудувати нову будівлю. Оцінити витрати та визначає терміни, в яких об'єкт може бути знову введений в експлуатацію.

Однією з найбільш значущих технологій є 3D-сканування та лідарне сканування, котрі отримують точні тривимірні моделі будівлі або її частини. Технології визначають масштаби пошкоджень у важкодоступних місцях, створюють точні моделі для подальшого проектування відновлення. 3D-сканування дає змогу зберігати точну геометрію конструкцій, яка необхідна для підготовки проекту ремонту та реконструкції. Використання інструментів уникає помилок при визначенні дефектів та мінімізує необхідність в ручних вимірюваннях [17].

Іншою технологією, котра активно використовується у відновленні та ремонті будівель є BIM-моделювання (Building Information Modeling). Технологія створює цифрову модель будівлі, яка містить всю необхідну інформацію про її конструктивні особливості, матеріали, інженерні системи та

можливі пошкодження або дефекти. BIM-моделювання ефективно оцінює пошкодження, створює стратегії відновлення, котрі максимально ефективно використовують наявні ресурси.

Інтеграція новітніх технологій покращує процеси відновлення, підвищує стійкість і довговічність будівель, особливо важливо в умовах швидких змін на ринку та постійних економічних та екологічних викликів [18].

На нижче наведеному рисунку 3 представлена схема інтеграції сучасних технологій у процеси відновлення та пошкодження будівельних об'єктів.

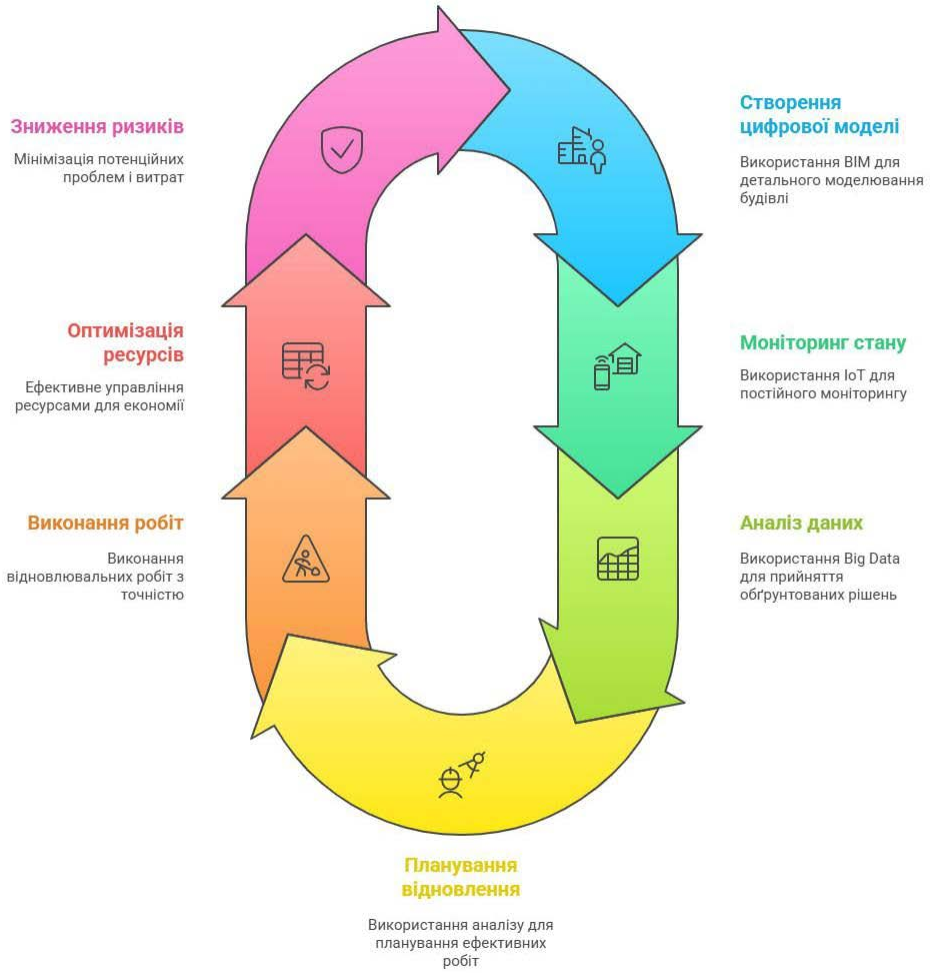


Рис. 3. Система моніторингу пошкоджень та відновлення цивільних об'єктів з використанням технологій *(розроблено авторами на основі [18])*

Література

1. Гуменна, І.В. Механізми управління інвестиційною діяльністю в будівництві: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / І. В. Гуменна. – Київ: Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., 2025. – 190 с. – Режим доступу: https://surl.lu/zxvmdy.

2. Невідомий автор. Розроблення системи автоматизації для енергетичних об’єктів / [б.в.]. – Київ: Ін-т автоматики та енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 35 с. – Режим доступу: https://iate.kpi.ua/uploads/p_21_54259438.pdf.

3. Україна. ДБН В.1.2-2:2006. 3.Навантаження і впливи. Норми проектування / [б.в.]. – Київ, 2006. – 94 с. – Режим доступу: https://surl.li/lpdeai.

4. Програма та тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Ефективні технології в будівництві», 15–16 вересня 2022 р., Київ / [редкол.: В. А. Тимошенко та ін.]. – Київ: КНУБА, 2022. – 120 с. – Режим доступу: https://surli.cc/fleynb.

5. ДСНС України. Землетрус – небезпека природного характеру / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. – [б. м.], [б. р.]. – Режим доступу: https://dsns.gov.ua/abetka-bezpeki-1/nebezpeki-prirodnogo-xarakteru/zemletrus.

6. Вісник юридичного факультету УжНУ. – 2025. – Вип. 88, ч. 4(1). – 175 с. – Режим доступу: https://visnyk-juris-uzhnu.com/wp-content/uploads/2025/05/88-part-4_1.pdf.

7. PromScan3D. 3D-моделювання об'єктів промисловості / PromScan3D. – [б. м.], 2024. – Режим доступу: https://promscan3d.com/3dmodel/.

8. Рибалко, І.В. Управління розвитком будівельних підприємств: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / І. В. Рибалко. – Київ: Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., 2025. – 180 с. – Режим доступу: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2025/04/dysertacziya_rybalko_i.v.pdf.

9. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(13-115), 6–19.

10. СНУ ім. В. Даля. Збірник наукових праць за результатами будівельної конференції, грудень 2023 р. / Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля. – Сєвєродонецьк, 2023. – 98 с. – Режим доступу: https://snu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/12/bud_2023.pdf.

11. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. (2023). Digital administration of the project based on the concept of smart construction. In V. Kreinovich, S. Thach, N. Nguyen, & V. Reddy (Eds.), Lecture Notes in Networks and Systems (Vol. 495, pp. 1316–1331). Springer.

12. Flexi Project. Життєвий цикл проєкту: етапи та ключові аспекти управління / [б.в.]. – Київ: Flexi Project, 2025. – Режим доступу: https://flexi-project.com/uk/життєвий-цикл-проекту-етапи-та-ключов/.

13. Чуприна Ю.А. , Федорова Я., Рижакова Г. Аналітичні компоненти та базові функціонали управління підприємством в сучасній системі будівельного девелопменту / Ю.А. Чуприна, Я. Федорова , Г. Рижакова, Г. Петренко, І. Гриненко, М. Ніколаєва // Управління розвитком складних систем, – К.: КНУБА, 2021. – №47. –с.130–137

14.Дембицька, О.І. Теоретичні основи управління інноваційним розвитком підприємств: монографія / О.І. Дембицька. – Вінниця: ВНТУ, 2024. – 156 с. – Режим доступу: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Dembitska_2022_156.pdf.

15. БукЛіб. Економіка підприємств: навчальний посібник / [б.в.]. – [б. м.]: [б.в.], 2025. – Режим доступу: https://buklib.net/books/28311/.

16. Електронний архів КПІ. Аналіз впливу цифровізації на ефективність управління підприємствами / [б.в.]. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f10814f3-44d4-4558-b79b-b763120e293a/content.

17. Чуприна, Ю., Петренко, Г., Гриненко, І., Ніколаєва, М., Поколенко, В., & Савчук, Т. (2021). Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесно-орієнтованого менеджменту в сучасній системі будівельного девелопменту. Управління розвитком складних систем, (48), 125–134

18. The Problems of Economy. Thematic search: Economics and Enterprise Management / [б.в.]. – [б. м.]: [б.в.], 2025. – Режим доступу: https://www.problecon.com/thematic-search/?theme=economics-and-enterprise-management.

Associate Professor **Prykhodko Dmytro**,
Verchenko Valerii, Hrohol Viktor, Herasymchuk Oleksandr,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

SCIENTIFIC AND CATEGORIAL ANALYSIS OF THE CONCEPTS OF RESTORATION, DAMAGE, AND TEMPORAL CHARACTERISTICS IN THE LIFE CYCLE OF CIVIL STRUCTURES

Modern theories of managing the restoration of civil infrastructure demand a comprehensive rethinking of the categorical framework, which includes the concepts of “restoration,” “damage,” and “temporal characteristics of the life cycle.” In the context of increasing urban complexity, the rising frequency of extreme events, technogenic accidents, and wartime impacts, the justified application of these terms is a prerequisite for building adequate models for evaluating the condition of structures and planning their reconstruction strategies. A scientific and categorial analysis makes it possible to delineate the application boundaries of each term, uncover the relationships between a structure's physical condition and its functional potential, and construct an interpretative framework of damage considering temporal factors.

This study systematizes approaches to damage classification based on depth, scale, propagation speed, and functional consequences, enabling the formation of adaptive typologies for response scenarios. Particular emphasis is placed on aligning terminology with normative and technical documentation and synchronizing it with modern digital models of life cycle management. A multilevel concept of damage interpretation is proposed—from technical defects to socio-functional disruptions. Critical temporal markers are defined to identify turning points between sustained functionality and the necessity for major intervention. The importance of accounting for the cumulative effect of damage and the role of systematic monitoring in determining acceptable degradation thresholds is highlighted. The findings of this study may serve as a foundation for developing integrated models for the restoration of civil facilities and establishing criteria for their prioritization within recovery programs.

In this regard, it is essential to recognize that the concept of “restoration” is not univocal and acquires different nuances depending on the domain—technical, social, legal, or environmental. In the construction sector, it encompasses both minor repair interventions and full-scale reconstruction, repurposing, or even reintegration of the structure into a transformed urban landscape. Therefore, the categorical framework must be both flexible and standardized to ensure effective communication among all process participants—engineers, architects, clients, and government bodies.

Keywords: restoration; damage; life cycle; degradation; categorical framework; monitoring; temporal characteristics; civil structures.

REFERENCES

1. Humenna, I.V. Mechanisms for Managing Investment Activities in Construction: PhD Thesis in Economics (08.00.04). – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2025. – 190 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.lu/zxvmdy. {in English}

2. Unknown author. Development of an Automation System for Energy Facilities / [no data]. – Kyiv: Institute of Automation and Energy of Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2021. – 35 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://iate.kpi.ua/uploads/p_21_54259438.pdf. {in Ukrainian}

3. Ukraine. DBN B.1.2-2:2006. Loads and Impacts. Design Standards / [no data]. – Kyiv, 2006. – 94 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/lpdeai. {in English}

4. Program and Abstracts of the IV International Scientific and Technical Conference “Efficient Technologies in Construction”, September 15–16, 2022, Kyiv / [ed. by V.A. Tymoshenko et al.]. – Kyiv: KNUBA, 2022. – 120 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surli.cc/fleynb. {in Ukrainian}

5. SES of Ukraine. Earthquake – A Natural Hazard / State Emergency Service of Ukraine. – [no place], [no year]. – [Electronic resource]. – Access mode: https://dsns.gov.ua/abetka-bezpeki-1/nebezpeki-prirodnogo-xarakteru/zemletrus. {in Ukrainian}

6. Bulletin of the Faculty of Law, UzhNU. – 2025. – Issue 88, part 4(1). – 175 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://visnyk-juris-uzhnu.com/wp-content/uploads/2025/05/88-part-4_1.pdf. {in English}

7. PromScan3D. 3D Modeling of Industrial Facilities / PromScan3D. – [no place], 2024. – [Electronic resource]. – Access mode: https://promscan3d.com/3dmodel/.{in Ukrainian}

8. Rybalko, I.V. Enterprise Development Management in Construction: PhD Thesis in Economics (08.00.04). – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2025. – 180 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2025/04/dysertacziya_rybalko_i.v.pdf. {in Ukrainian}

9. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(13-115), 6–19. {in Ukrainian}

10. East Ukrainian National University named after V. Dal. Collection of Scientific Works Based on the Construction Conference Results, December 2023. – Sievierodonetsk, 2023. – 98 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://snu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/12/bud_2023.pdf. {in Ukrainian}

11. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. (2023). Digital administration of the project based on the concept of smart construction. In V. Kreinovich, S. Thach, N. Nguyen, & V. Reddy (Eds.), Lecture Notes in Networks and Systems (Vol. 495, pp. 1316–1331). Springer. {in Ukrainian}

12. Flexi Project. Project Life Cycle: Stages and Key Management Aspects / [no data]. – Kyiv: Flexi Project, 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: https://flexi-project.com/uk/життєвий-цикл-проекту-етапи-та-ключов/. {in Ukrainian}

13. Chupryna, Y.A., Fedorova, Y., Ryzhakova, G., Petrenko, G., Grynenko, I., Nikolaeva, M. Analytical Components and Basic Functionals of Enterprise Management in the Modern Construction Development System. Development Management of Complex Systems, – Kyiv: KNUBA, 2021. – No. 47. – pp. 130–137. {in Ukrainian}

14. Dembytska, O.I. Theoretical Foundations of Innovation Development Management of Enterprises: Monograph. – Vinnytsia: VNTU, 2024. – 156 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2024/Dembitska_2022_156.pdf. {in English}

15. BukLib. Economics of Enterprises: Textbook / [no data]. – [no place]: [no data], 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: https://buklib.net/books/28311/. {in Ukrainian}

16. KPI e-Archive. Analysis of the Impact of Digitalization on Enterprise Management Efficiency / [no data]. – Kyiv: Igor Sikorsky KPI, 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f10814f3-44d4-4558-b79b-b763120e293a/content. {in Ukrainian}

17. Chupryna, Y., Petrenko, G., Grynenko, I., Nikolaeva, M., Pokolenko, V., & Savchuk, T. (2021). Methodological Regulation and Analytical-Informational Support of Process-Oriented Management in the Modern Construction Development System. Development Management of Complex Systems, (48), 125–134. {in Ukrainian}

18. The Problems of Economy. Thematic Search: Economics and Enterprise Management / [no data]. – [no place]: [no data], 2025. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.problecon.com/thematic-search/?theme=economics-and-enterprise-management. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.702-715
УДК 331.1:69.003

д.е.н., професор **Рижакова Г.М.,**
ryzhakova.gm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7875-9768,
Матвеїв В.В.,
wwmatveevw@gmail.com, ORCID: 0009-0002-6455-4152,
Івінський Є.М.
evgen.ivinskyy@gmail.com, ORCID: 0009-0002-3454-4738,
Якимчук Т.В.,
Zamora.hmuruy@gmail.com, ORCID: 0009-0003-2443-2393,
Київський національний університет будівництва і архітектури

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ТА СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ РОЛІ МОТИВАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПЕРСОНАЛУ В БУДІВЕЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

Розглянуто економічну природу та функціональну структуру мотиваційної системи персоналу, акцентуючи увагу на її критичній ролі у підвищенні організаційної ефективності у будівельному секторі. Особлива увага приділяється складовим мотиваційного механізму, що формує фундамент взаємодії між працівником і роботодавцем, зокрема матеріальним і нематеріальним стимулам. Матеріальні стимули охоплюють заробітну плату, бонусні системи, премії, соціальні пакети, страхування, а також участь у прибутку. Нематеріальні ж елементи включають соціальне визнання, кар'єрне просування, залучення до прийняття рішень, розвиток корпоративної культури та персональну відповідальність за результат.

Описано структурно-системну модель мотиваційної архітектури, яка базується на чотирьох елементах: визначенні мотиваційної бази (внутрішні потреби, пріоритети, емоційні очікування), механізмах реалізації (заробітна плата, премії, кар'єрна траєкторія), моделюванні процесу мотивації (цифрові рішення, індивідуалізація стимулів, гейміфікація), а також системі оцінювання (KPI, рівень залученості, індекси задоволеності). Такий підхід дозволяє забезпечити цілісну взаємодію між організаційною метою та особистими очікуваннями працівника.

Розкрито взаємозв'язок між високим рівнем мотивованості персоналу та ключовими результатами діяльності компанії. Зокрема, доведено, що належним чином налаштована мотиваційна система знижує показник плинності кадрів, підвищує продуктивність праці, зменшує кількість порушень виробничої дисципліни та оптимізує витрати на реалізацію проектів. При цьому врахування психологічного клімату, емоційного добробуту

співробітників, відкритої комунікації та можливості самореалізації є важливими елементами нематеріальної мотивації, яка нерідко має вищий стимулюючий ефект, ніж виключно фінансові чинники.

Показано, що результативність мотивації значною мірою залежить від організаційної структури підприємства та рівня цифрової трансформації. Цифрові HR-платформи, мобільні застосунки, системи візуалізації досягнень і гейміфікація стимулюють активну участь працівників у виробничих процесах. Гейміфікаційні інструменти, зокрема, створюють середовище визнання, де співробітник бачить результат своєї праці не лише в цифрах, а й у вигляді віртуальних винагород, рейтингу, командних перемог. Це особливо ефективно в умовах багатостадійного будівельного процесу, де мотивація часто втрачається через рутину чи відсутність швидкого зворотного зв'язку. Окремо підкреслено значення KPI-орієнтованого підходу, за якого система мотивації прив'язується до чітких, вимірюваних показників: строки виконання, якість робіт, економія ресурсів, відсутність простоїв, безпечність процесу. Прозора система оцінювання результатів дозволяє виявляти сильні та слабкі місця в команді, здійснювати справедливу компенсацію, адаптувати інструменти стимулювання до змін в умовах ринку.

Ключові слова: мотивація персоналу, економічна роль, будівельні організації, стимулювання, продуктивність, KPI-системи, мотиваційна структура, компенсація.

Постановка проблеми: Будівельна індустрія характеризується високою залежністю від людського ресурсу: якість виконання, дотримання термінів та управління ризиками безпосередньо залежать від рівня залученості працівників. Проте в умовах нестабільного ринку, перегрітої конкуренції за кваліфікований персонал і обмежених фінансових можливостей традиційні підходи до мотивації стають недостатньо ефективними. Часто практики побудовані на разових бонусах, ігнорують глибинні потреби працівників та не враховують стратегічну мету компанії. Це призводить до демотивованості, зростання плинності кадрів, втрати професійних компетенцій і зниження якості робіт. Відтак постає нагальна потреба в системному науковому дослідженні сутності мотивованості, побудові її організаційної структури та визначенні механізмів, що дозволять створити стабільну мотиваційну систему.

Метою статті є визначення сутнісного змісту мотивації персоналу в будівельних організаціях, аналіз її структурних компонентів і встановлення економічної ролі мотивованості у забезпеченні продуктивності та ефективності підприємств. В межах дослідження ставиться завдання розробити структурно-системну модель мотиваційної системи, що забезпечує взаємозв'язок між

цілями організації, мотиваційними інструментами та економічними результатами. Результатом є методичне обґрунтування рекомендацій для практичного впровадження мотиваційної системи, спрямованої на підвищення конкурентоспроможності будівельної компанії в умовах обмежених ресурсів та зміни ринкових умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасного наукового дискурсу свідчить про зростаючу актуальність досліджень мотиваційної системи як ключового елементу ефективного управління трудовими ресурсами в будівництві. Багато авторів наголошують на необхідності адаптації класичних мотиваційних концепцій до специфіки проектно-орієнтованої діяльності, характерної для будівельної галузі. Зокрема, у працях українських дослідників акцент зроблено на переосмисленні ролі мотивації у контексті змін організаційної культури, підвищення конкурентостійкості та цифрової трансформації бізнес-середовища. Ряд публікацій присвячено аналізу впливу мотиваційних факторів на продуктивність праці, рівень задоволеності персоналу та інтенсивність плинності кадрів.

Виклад основного матеріалу: Поняття вмотивованості персоналу є однією з найважливіших категорій сучасного управління, яка безпосередньо впливає на ефективність діяльності підприємства, зокрема у будівельній галузі, де людський ресурс залишається центральним чинником продуктивності. Питання мотивації працівників досліджується вже понад століття, але лише з розвитком організаційної поведінки як окремого напрямку менеджменту воно отримало системну інтерпретацію, яка дозволяє інтегрувати психологічні, соціологічні, економічні та управлінські підходи до розуміння процесів стимулювання. Будівельна галузь, маючи специфічні особливості, потребує адаптованого аналізу цих моделей у межах власного виробничого контексту.

Класичні теорії мотивації початку XX століття, зокрема роботи Тейлора, Файоля, Вебера, ґрунтувалися на підході до працівника як до раціонального виконавця, поведінка якого може бути спрогнозована і спрямована за допомогою матеріального стимулювання. У класичній парадигмі мотивація розглядалася як пряма залежність між винагородою і продуктивністю. Однак така редукціоністська модель почала втрачати актуальність із виникненням неокласичних підходів, які враховували соціальні та психологічні потреби працівника. Яскравим прикладом такого зрушення стали роботи Е. Мейо, який в експериментах на фабриці "Хоторн" довів, що увага до працівника як особистості, визнання його внеску, якість взаємин із керівництвом і колегами можуть мати значно більший вплив на ефективність праці, ніж виключно фінансові стимули [1].

Найвідомішим втіленням гуманістичного підходу є ієрархія потреб А. Маслоу, яка запропонувала поетапну схему задоволення потреб людини — від фізіологічних до потреб у самореалізації. Згідно з Маслоу, лише після задоволення базових потреб працівник буде прагнути до творчої віддачі і максимальної ефективності.

У зв'язку з цим значно практичнішими для будівельної сфери виявилися двофакторна теорія мотивації Ф. Герцберга та теорія потреб Д. МакКлелланда. Герцберг розділив фактори на мотиваційні (внутрішні) і гігієнічні (зовнішні), показавши, що відсутність останніх викликає незадоволення, але їх наявність ще не гарантує підвищення мотивації. У будівельних організаціях до гігієнічних факторів можна віднести умови праці, техніку безпеки, зарплатню, а до мотиваційних — перспективи кар'єрного зростання, самостійність у прийнятті рішень, можливість професійного розвитку. Теорія Герцберга дозволяє будівельним компаніям ідентифікувати, чому навіть при гідній оплаті праці працівники залишають проєкт або не демонструють ініціативності. МакКлелланд, у свою чергу, запропонував більш гнучкий підхід, що базується на домінуючих потребах у досягненні, владі чи приналежності [2].

Сучасні дослідження мотивації персоналу відходять від лінійних моделей і все частіше розглядають мотивацію як динамічну, контекстну і взаємозалежну систему факторів. Значний внесок у це розуміння зробили концепції самодетермінації (Раян і Десі), які стверджують, що мотивація має внутрішню і зовнішню природу, і лише автономна, внутрішня мотивація веде до стабільних результатів.

У практичному вимірі, мотивованість персоналу в будівництві набуває специфічних форм залежно від типу організації (підрядна компанія, генпідрядник, проектний офіс), її розміру, ступеня автоматизації, тривалості проєктів та рівня взаємодії з субпідрядниками. Наприклад, у міжнародних будівельних компаніях (таких як Skanska або Balfour Beatty) впроваджуються комплексні програми мотивації, що включають гнучкі бонусні схеми, програми безпеки, визнання досягнень та соціальні пакети.

Особливе значення в сучасному контексті має також цифровізація трудових процесів і її вплив на мотивацію. У будівельному секторі поступове впровадження Building Information Modeling (BIM), мобільних рішень для управління об'єктами, цифрових табелів обліку часу і CRM-систем впливає на зміну характеру праці і, відповідно, на мотиви працівників. Завдання сучасного управління полягає в тому, щоб ці інструменти інтегрувались у мотиваційні стратегії з урахуванням психологічної адаптації працівників до цифрового середовища [3].

У будівельних організаціях, які функціонують у динамічному середовищі високої ризиковості, жорсткої конкуренції, технологічної багатоваріантності та регуляторної нестабільності, структура мотивованості персоналу виступає не лише як об'єкт управлінського впливу, але як стратегічна передумова стабільного функціонування, якісного проєктного виконання та збереження кадрового потенціалу. Мотивованість працівника у цьому контексті не є одновимірним явищем, а формує багаторівневу, взаємопов'язану структуру, що акумулює в собі як суб'єктивні внутрішні спонукання, так і зовнішні організаційні стимули [4].

Внутрішній вимір мотивованості охоплює ті чинники, які формуються в межах особистісної системи працівника: його переконання, уявлення про самореалізацію, рівень професійної ідентичності, ставлення до колективу, потребу в належності, автономії та досягненнях. У будівництві цей вимір особливо залежить від досвіду працівника, його попередніх проєктів, участі у великих об'єктах, рівня технічної підготовки та здатності адаптуватися до частої зміни умов. ми праці.

Зовнішній вимір мотивованості в будівельній організації визначається сукупністю інституційних, економічних, організаційних та соціокультурних факторів. До них належать система оплати праці, організація трудового процесу, рівень безпеки, соціальні гарантії, культура управління, прозорість процедур оцінювання, можливості для професійного розвитку, а також зовнішнє визнання (премії, нагороди, участь у знакових проєктах). Особливої актуальності набуває проблема узгодження між цими факторами, оскільки нерідко компанії забезпечують високу заробітну плату, але нехтують зворотним зв'язком, що створює відчуття ізольованості працівника і підриває його залученість.

Поняття структури мотивованості персоналу передбачає також її горизонтальну і вертикальну сегментацію. Горизонтальна стосується відмінностей між категоріями працівників: робітники, інженерно-технічні працівники, проєктувальники, логістичні спеціалісти, адміністративний персонал. Для кожної з цих категорій домінують свої мотиватори: для одних — стабільність, для інших — технологічні виклики, для третіх — вплив і участь в управлінні. Вертикальна сегментація стосується рівня ієрархії: топменеджмент має інтерес до стратегічного впливу, середня ланка — до автономії та довіри, базовий персонал — до гарантованої зайнятості та своєчасних виплат [5].

Важливим компонентом сучасної структури мотивованості є цифрові аспекти взаємодії: використання мобільних платформ для зворотного зв'язку, систем управління компетенціями, дашбордів для оцінки ефективності, електронних систем оплати та преміювання. Якщо раніше мотивація

вимірювалася насамперед розміром заробітної плати і фізичними умовами, то сьогодні важливими стають фактори довіри до системи, зручності у спілкуванні з HR-службою, можливості електронного навчання, об’єктивності оцінки результатів.

Досвід компаній, що реалізували комплексну модель мотивованості, свідчить, що критично важливо не лише запровадити систему матеріального стимулювання, а й структурувати внутрішні процеси таким чином, щоб кожен працівник відчував зв'язок між своїм внеском і загальним результатом [6]. Для кращого розуміння багаторівневої природи мотивованості персоналу в будівництві доцільно систематизувати ключові виміри цього поняття, їх характерні риси та управлінське значення , які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Структура мотивованості персоналу в будівельних організаціях

(розроблено авторами на основі [6])

Вимір мотивованості	Основні характеристики	Вплив на управління персоналом
Внутрішній	Формується через особисті переконання, самореалізацію, професійну ідентичність, досвід і адаптивність	Сприяє індивідуалізації підходів до стимулювання і розвитку персоналу
Зовнішній	Складається з умов праці, рівня безпеки, соціальних гарантій, прозорості оцінювання, організаційної культури	Вимагає балансу між оплатою праці та нематеріальними стимулами
Горизонтальна сегментація	Відмінності мотивів між робітниками, інженерами, проєктувальниками, логістами, адміністративним персоналом	Дозволяє точніше налаштовувати системи мотивації залежно від професійної групи
Вертикальна сегментація	Відмінності за рівнем ієрархії: топменеджмент – стратегічний вплив; середня ланка – автономія; базовий персонал – стабільність і соціальні гарантії	Забезпечує адаптацію мотиваційних схем до рівня відповідальності працівника
Цифрова інтеграція	Очікування працівників на прозорість, простоту, доступність цифрових сервісів, електронну взаємодію, навчання, оцінку й визнання результатів	Створює умови для побудови цифрових моделей мотивації, які базуються на даних і зворотному зв’язку

Економічна ефективність будь-якого будівельного підприємства, незалежно від його масштабів, структури чи типу реалізованих об'єктів, формується не лише через витрати ресурсів та обсяги доходів, але й через рівень внутрішньої узгодженості, дисципліни, продуктивності й відповідальності персоналу [7].

У будівельному виробництві, де проєкти часто мають тимчасовий характер, протяжну логістику, міжфазову залежність та суворе дотримання регламентів, навіть незначне зниження внутрішньої мотивації може спричинити порушення графіків, перевищення бюджетів і недосягнення запланованих техніко-економічних показників. Окремої уваги заслуговує зв'язок між мотивованістю персоналу і якістю виконання будівельних робіт. У системах якості, які впроваджуються за стандартами ISO серії 9001 або в рамках проектного управління згідно з PMI/PMBOK, мотивація персоналу трактується як системна змінна, що прямо впливає на дотримання специфікацій, своєчасність реакції на технічні відхилення, виконання процедур контролю. Мотивовані працівники не лише точніше виконують нормативи, а й ініціюють локальні вдосконалення, повідомляють про дефекти, забезпечують міжзмінну передачу знань і зменшують кількість помилок, які у будівництві мають високу вартість усунення.

Фінансові показники, що найчіткіше фіксують вплив мотивованості, включають зміну коефіцієнта прибутковості об'єкта, скорочення тривалості будівельного циклу, зниження питомої вартості трудового ресурсу на одиницю продукції (наприклад, квадратний метр житлової площі) та скорочення витрат на повторне виконання робіт. У міжнародній практиці застосовуються також складні мультифакторні моделі, які дозволяють співвіднести рівень задоволеності працівника (employee satisfaction index) з його продуктивністю, частотою відсутностей, кількістю виробничих інцидентів і навіть впливом на командну ефективність. Так, компанія Skanska, яка активно застосовує індикатори soft performance в управлінні будівництвом, довела прямий зв’язок між залученістю персоналу (engagement index) і прибутковістю проєкту на 12–15% вищою, ніж в аналогічних проєктах з нижчим рівнем мотивованості [8].

Зрештою, мотивація визначає гнучкість компанії у кризових ситуаціях. У випадках затримок з постачанням, зміни клієнтських вимог, інфляційного тиску або несподіваних регуляторних змін саме мотивований персонал здатний зберігати темп, шукати альтернативні рішення, швидко переналагоджувати процеси [14].

Демотивовані ж працівники в таких ситуаціях здатні лише до реакції, але не до адаптації, що знижує шанс підприємства вийти із кризи з мінімальними втратами. Економічно це проявляється у втраті ринку, непередбачених штрафах, відмовах замовників, зростанні кредитного навантаження, яких можна було уникнути за умови гнучкого, ініціативного кадрового середовища [9]. Враховуючи викладений матеріал, у таблиці 2 узагальнено основні напрями впливу рівня мотивованості персоналу на ключові економічні показники

ефективності будівельного підприємства, що дозволяє наочно простежити взаємозв'язок між залученістю кадрів і результативністю проектів.

Таблиця 2

Вплив рівня мотивованості персоналу на економічну ефективність будівельного підприємства *(розроблено автором на основі [9])*

Напрям впливу	Зміст впливу	Очікувані економічні результати
Продуктивність і дисципліна	Мотивовані працівники демонструють більшу зосередженість, ініціативність і дотримання регламентів	Зростання віддачі праці, скорочення втрат часу, стабільність темпів будівництва
Якість виконання робіт	Зацікавлені виконавці ретельніше контролюють технологічний процес і фіксують відхилення	Зменшення кількості дефектів, зниження витрат на переробки, покращення якості об'єктів
Терміни реалізації проєктів	Висока мотивація сприяє мобільності, проактивному управлінню часом і оперативному вирішенню локальних проблем	Скорочення будівельного циклу, зменшення накладних витрат і логістичних витрат
Витратна ефективність	Мотивовані працівники потребують менше адміністративного контролю й сприяють оптимізації внутрішніх процесів	Зменшення адміністративних витрат, підвищення гнучкості управління
Інвестиційна привабливість	Високий рівень мотивації формує позитивну репутацію роботодавця та зменшує проєктні ризики	Зростання довіри інвесторів, стабільність партнерств, легший доступ до фінансування
Кризова стійкість	У складних умовах мотивований персонал здатен швидко адаптуватися, мобілізувати ресурси і приймати нестандартні рішення	Зменшення втрат від збоїв, зниження ймовірності зриву контрактів або втрати ринку
Комплексна фінансова результативність	Загальний рівень залученості працівників корелює з коефіцієнтом прибутковості, зниженням собівартості та ефективністю команди	Підвищення прибутковості, зниження питомої вартості продукції, покращення командної продуктивності

Будівельні організації, які прагнуть до збереження й розвитку кадрового потенціалу, мають трансформувати власні підходи до мотивації, орієнтуючись на стратегічне планування і персоналізовані механізми впливу. Розробка таких стратегій починається з усвідомлення того, що мотивація не є універсальною і незмінною категорією: вона формується в динаміці, залежно від віку, ролі в компанії, минулого досвіду працівника, його ціннісної системи, рівня інтеграції в колектив, стадії проєкту, а також зовнішніх змін — включаючи кризові явища, інфляцію, технологічні новації та кадрову мобільність [10].

Стратегія підвищення мотивованості має враховувати також зміну структури очікувань працівників. Якщо раніше основним пріоритетом була заробітна плата, то сьогодні все більшої ваги набирають аспекти гнучкого графіку, можливості навчання, інституціонального визнання, здорового балансу між роботою і життям, а також участі у прийнятті рішень.

Особливої актуальності набуває застосування підходів employee journey mapping — побудови карти досвіду працівника у межах організації. Це дозволяє ідентифікувати критичні точки демотивації, моменти зростання залученості, слабкі зони у внутрішній комунікації або підтримці [11]. Узагальнене бачення сучасних стратегій підвищення мотивованості персоналу в умовах цифрової трансформації будівельної сфери подано в рисунку 1, де відображено основні етапи, інструменти та напрямки адаптації мотиваційної політики до нових реалій.

Окремим елементом стратегій у цифровому середовищі є візуалізація досягнень. Системи управління проектами, що використовуються в будівництві дозволяють фіксувати внесок окремих працівників або команд у прогрес об'єкта. Візуальні дашборди, де працівники можуть бачити прогрес своїх дій, порівняння з минулими проєктами, виконання стандартів безпеки або зниження помилок, мають потужний вплив на внутрішню відповідальність.

Рис.1. Стратегії підвищення мотивованості персоналу в умовах цифрової трансформації будівельної галузі *(розроблено авторами на основі [11])*

Урахування змін на ринку праці вимагає трансформації не лише мотиваційного змісту, а й принципів його реалізації. Мобільність персоналу, збільшення частки фрилансу, підрядного типу роботи, поява нових професій у будівництві (наприклад, оператори дронів, BIM-координатори, фахівці з

енергоефективності), створюють нову типологію працівників, для яких необхідно розробляти окремі системи стимулювання [13].

Загалом, стратегія підвищення мотивованості персоналу в умовах цифровізації та змін ринку праці не може бути одномоментною або уніфікованою. Вона потребує модульної побудови, гнучкості, постійного аналізу ефективності та адаптації. В межах цієї стратегії повинні співіснувати програми розвитку, цифрові системи контролю та підтримки, регулярна оцінка очікувань працівників, сегментовані системи стимулів і нові форми соціального визнання [12].

Література

1. Грищенко А.В. Формування системи мотивації на підприємствах будівельної сфери: магістерська дипломна робота. – Київ: КНЕУ ім. Вадима Гетьмана, 2023. – 85 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/43133

2. Маляренко М.С. Формування системи мотивації праці персоналу підприємства: кваліфікаційна робота. – Запоріжжя: ЗНУ, 2019. – 74 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dspace.znu.edu.ua/jspui/bitstream/12345/2401/1/Маляренко%20М.С._кваліф_робота_.pdf

3. Дуб Б.С. Розвиток системи економічної безпеки підприємств у контексті сучасних досліджень : дисертація. – Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2021. – 220 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://library.krok.edu.ua/media/library/category/disertatsiji-avtoreferati-vidguki/dub_2021-disertatsija.pdf

4. Ільїн Є.П. Мотивація і мотиви. – Санкт-Петербург: Питер, 2002. – 512 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/35354/1/103Л%20Тексти%20лекцій%20Мотивація%20персоналу%20м%20печ%202013.pdf

5. Системи мотивації персоналу на підприємстві // Молодий вчений. – 2019. – № 1 (65). – С. 506–510. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/378348069_SISTEMI_MOTIVACII_PERSONALU_NA_PIDPRIEMSTVI

6. Мотивація персоналу: навчальний посібник / за ред. О. І. Кравчука. – Київ: КНЕУ, 2017. – 256 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/43133

7. Бурмака О.В. Удосконалення системи управління розвитком будівельних підприємств: автореф. дис. … канд. екон. наук: 08.00.04 / О. В.

Бурмака. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 22 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/21884/1/54_aref_Burmaka.pdf.

8. Сотнікова І.М. Теоретико-методичне забезпечення системи управління персоналом для підвищення конкурентоспроможності будівельного підприємства: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / Харківський національний економічний університет імені С. Кузнеця. – Харків, 2019. – 20 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/Sotnikova-I.M.-Avtoreferat-Vchenna-rada-D-64.055.01-2020.pdf.

9. Гончар О.І. Мотиваційні аспекти адаптивного управління потенціалом підприємства // Науковий вісник Полісся. – 2016. – № 2(6). – С. 79–84. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/04/Yaniieva_Dis.pdf.

10. Taiwo, R., Wang, K.C., Olanrewaju, O.I., Tariq, S., Abimbola, O.T., Mehmood, I., & Zayed, T. (2022). An Analysis of Employee Motivation in the Construction Industry: The Case of Hong Kong. Engineering Proceedings, 22(1), Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.3390/engproc2022022011

11. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). The organization of biosphere compatibility construction: Justification of the predictors of building development and the implementation prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7(3), 545–549.

12. Procore. The Future of Visualisation in Construction Allows you to Step Into Your Design. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.procore.com/jobsite/the-future-of-visualisation-in-construction-allows-you-to-step-into-your-design

13. Чуприна Ю.А. Залучення прикладних переваг bim-технологій до методики і практики формування життєвого циклу проектів в складі державних цільових програм, які втілюються будівельним кластером // «Економіка та держава» // 2019. – № 3. – С. 67-70.

14. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST).

Doctor of Economics, Professor **Ryzhakova Galyna,**
Matveiev Vasyl, Ivinskyi Ievgen, Yakymchuk Taras,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

CONCEPTUAL FOUNDATIONS AND STRUCTURAL ANALYSIS OF THE ECONOMIC ROLE OF THE MOTIVATION SYSTEM OF PERSONNEL IN CONSTRUCTION ORGANIZATIONS

The study explores the economic nature and functional structure of the personnel motivation system, emphasizing its critical role in improving organizational efficiency within the construction sector. Particular attention is given to the components of the motivational mechanism that establish the basis for interaction between the employee and the employer, including both material and non-material incentives. Material incentives encompass wages, bonus systems, rewards, social packages, insurance, and profit-sharing. Non-material elements include social recognition, career advancement, involvement in decision-making, development of corporate culture, and personal responsibility for outcomes.

A structural-systemic model of motivational architecture is presented, built upon four elements: the definition of the motivational base (internal needs, priorities, emotional expectations), implementation mechanisms (wages, bonuses, career trajectory), modeling of the motivation process (digital solutions, individualized incentives, gamification), and an evaluation system (KPIs, engagement levels, satisfaction indices). This approach enables a holistic alignment between organizational goals and employees' personal expectations.

The correlation between a high level of employee motivation and key company performance outcomes is disclosed. It has been proven that a properly adjusted motivation system reduces staff turnover, increases labor productivity, decreases violations of production discipline, and optimizes project implementation costs. At the same time, the consideration of psychological climate, emotional well-being, open communication, and opportunities for self-realization are vital elements of non-material motivation, which often exert a more powerful stimulating effect than purely financial factors.

It is shown that the effectiveness of motivation largely depends on the organizational structure of the enterprise and the level of digital transformation. Digital HR platforms, mobile applications, achievement visualization systems, and gamification foster active participation of employees in production processes. Gamified tools, in particular, create a recognition environment where employees can see the results of their work not only in numbers but also in the form of virtual rewards, rankings, and team victories. This is especially effective in the context of

multistage construction processes, where motivation may fade due to routine or lack of immediate feedback. The significance of a KPI-oriented approach is highlighted, whereby the motivation system is tied to clear, measurable indicators: deadlines, work quality, resource savings, downtime elimination, and process safety. A transparent results evaluation system allows for identifying strengths and weaknesses in the team, ensuring fair compensation, and adapting incentive tools to changes in market conditions.

Keywords: employee motivation; economic role; construction organizations; incentives; productivity; KPI systems; motivational structure; compensation.

REFERENCES

1. Hryshchenko A.V. Formation of a Motivation System at Construction Enterprises: Master's Thesis. – Kyiv: Vadym Hetman Kyiv National Economic University, 2023. – 85 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/43133. {in Ukrainian}

2. Maliarenko M.S. Development of a Labor Motivation System for Enterprise Personnel: Qualification Paper. – Zaporizhzhia: Zaporizhzhia National University, 2019. – 74 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://dspace.znu.edu.ua/jspui/bitstream/12345/2401/1/Маляренко%20М.С._кваліф_робота_.pdf. {in Ukrainian}

3. Dub B.S. Development of the Economic Security System of Enterprises in the Context of Modern Research: Dissertation. – Kyiv: University of Economics and Law "KROK", 2021. – 220 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://library.krok.edu.ua/media/library/category/disertatsiji-avtoreferati-vidguki/dub_2021-disertatsija.pdf. {in Ukrainian}

4. Il'in Ye.P. Motivation and Motives. – Saint Petersburg: Piter, 2002. – 512 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://eprints.kname.edu.ua/35354/1/103Л%20Тексти%20лекцій%20Мотивація%20персоналу%20м%20печ%202013.pdf. {in Ukrainian}

5. Personnel Motivation Systems at the Enterprise // Young Scientist. – 2019. – No. 1 (65). – P. 506–510. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/378348069_SISTEMI_MOTIVACII_PERSONALU_NA_PIDPRIEMSTVI. {in Ukrainian}

6. Personnel Motivation: Textbook / Ed. by O.I. Kravchuk. – Kyiv: KNEU, 2017. – 256 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/43133. {in Ukrainian}

7. Burmaka O.V. Improvement of the Management System for the Development of Construction Enterprises: Author’s Abstract of the Dissertation … PhD in Economics: 08.00.04. – Kharkiv: KhNAMG, 2010. – 22 p. – [Electronic

resource]. – Access mode: https://eprints.kname.edu.ua/21884/1/54_aref_Burmaka.pdf. {in Ukrainian}

8. Sotnikova I.M. Theoretical and Methodological Support of the Personnel Management System to Increase the Competitiveness of a Construction Enterprise: Dissertation … PhD in Economics: 08.00.04. – Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics. – Kharkiv, 2019. – 20 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/Sotnikova-I.M.-Avtoreferat-Vchenna-rada-D-64.055.01-2020.pdf. {in Ukrainian}

9. Honchar O.I. Motivational Aspects of Adaptive Management of Enterprise Potential // Scientific Bulletin of Polissia. – 2016. – No. 2(6). – P. 79–84. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/04/Yaniieva_Dis.pdf. {in Ukrainian}

10. Taiwo, R., Wang, K. C., Olanrewaju, O. I., Tariq, S., Abimbola, O. T., Mehmood, I., & Zayed, T. (2022). An Analysis of Employee Motivation in the Construction Industry: The Case of Hong Kong. Engineering Proceedings, 22(1). – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.3390/engproc2022022011. {in English}

11. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). The Organization of Biosphere Compatibility Construction: Justification of the Predictors of Building Development and the Implementation Prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7(3), 545–549. {in English}

12. Procore. The Future of Visualisation in Construction Allows You to Step Into Your Design. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.procore.com/jobsite/the-future-of-visualisation-in-construction-allows-you-to-step-into-your-design. {in English}

13. Chupryna Y.A. Application of BIM-Technologies in the Methodology and Practice of Life Cycle Formation of Projects within the Framework of State Target Programs Implemented by the Construction Cluster // Economy and State. – 2019. – No. 3. – P. 67–70. {in Ukrainian}

14. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.716-728
УДК 502.17:69.059
д.ек.н, професор **Чуприна Х.М.,**
chupryna.khm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5518-3607,
Ніколайко Д.М.,
greenfuelua@gmail.com, ORCID: 0009-0001-4118-442X,
Гура Є.Д.,
Gura_e_d@ukr.net, ORCID: 0009-0001-7143-2252,
Бородавка О.Д.,
djaggernaut03@gmail.com ORCID: 0009-0002-8671-0339,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ІНВАЙРОНМЕНТАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ В СУЧАСНОМУ БУДІВЕЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Інвайронментальна безпека в будівельному середовищі постає як багатогранна категорія, що охоплює не лише екологічний вимір, а й соціально-економічні, технічні й технологічні аспекти просторового розвитку. Концепція передбачає системне управління ризиками, зумовленими будівельною діяльністю, з метою формування безпечного, здорового та адаптивного середовища для життя. У фокусі дослідження – визначення основних джерел загроз інвайронментального характеру, що виникають на етапах планування, будівництва й експлуатації об'єктів, а також розробка інструментів для їх ідентифікації, моніторингу й нейтралізації.

Розкриваються принципи інтеграції екологічної складової у процес проєктування, матеріалознавства, логістики та технічної експлуатації, з урахуванням тенденцій діджиталізації та переходу до циркулярної економіки. Висвітлено необхідність перегляду класичних підходів до екологічного нормування та регулювання в бік адаптивності та гнучкості моделей управління, що дозволяє враховувати динаміку зовнішнього середовища. Наведено типологію ризиків за ступенем оборотності, джерелом виникнення та масштабом впливу. Представлено концепт екобалансування як метод системного оцінювання взаємодії об'єкта з довкіллям на всіх стадіях життєвого циклу, що забезпечує цілісне бачення екологічних наслідків рішень у сфері проєктування, будівництва та експлуатації. Цифрові інструменти, такі як BIM-моделювання, геоінформаційні системи, сенсорні платформи та IoT, розглядаються як ефективні засоби управління інвайронментальною безпекою в реальному часі. Їх застосування дозволяє здійснювати глибоку аналітику впливу будівельних процесів на навколишнє середовище, створювати сценарії розвитку, передбачати критичні навантаження та виявляти неочевидні

взаємозв'язки між системами. Інструменти штучного інтелекту й машинного навчання інтегруються у систему інвайронментального моніторингу як засіб виявлення аномалій, формування прогнозів та підтримки прийняття рішень.

Підкреслюється необхідність міждисциплінарного підходу, що поєднує урбаністику, екологію, будівельну інженерію та інформатику, як базову умову для створення життєстійких екосистем у містах. Пропонується формування єдиної нормативно-методичної основи, яка б уніфікувала екологічні вимоги до будівельних об'єктів, забезпечуючи їхню прозорість, вимірюваність та адаптаційність до змінних умов середовища. Практичне значення дослідження виявляється у формуванні методичних орієнтирів для розробників нормативних документів, забудовників і муніципалітетів у напрямку забезпечення сталого розвитку територій та підвищення екологічної резильєнтності об'єктів забудови. Зростає потреба в залученні громадськості, формуванні екологічної культури серед учасників будівельного процесу, а також розвитку механізмів зеленого інвестування як ключового інструменту трансформації індустрії в напрямку стійкого розвитку.

Ключові слова: інвайронментальна безпека; будівельне середовище; екологічні ризики; урбанізація; сталий розвиток; цифровий моніторинг; проєктне планування; екобалансування.

Постановка проблеми: Сучасне будівельне середовище формується в умовах надмірної урбанізації, екологічного виснаження, змін клімату та соціального тиску щодо покращення якості життя в містах. Зростаюча кількість інфраструктурних об'єктів, збільшення енергоспоживання, використання матеріалів із високим екологічним слідом та недостатня інтеграція принципів екологічного проєктування призводять до формування кризових ситуацій, які безпосередньо впливають на безпеку середовища існування. Інвайронментальна безпека у будівельній сфері набуває нової актуальності як не лише екологічне, а й техніко-економічне та соціальне явище. Недостатній рівень оцінювання ризиків, відсутність комплексного підходу до планування та моніторингу, фрагментарність законодавства щодо екологічних аспектів будівництва – усе це створює перешкоди для впровадження стійких рішень. На тлі посилення європейських вимог та ESG-стандартів, українська будівельна галузь потребує глибокого осмислення своєї екологічної відповідальності. Проблема полягає у відсутності сформованого теоретико-прикладного підґрунтя, що дозволило б визначити параметри інвайронментальної безпеки, розробити структурно-функціональні рішення для її впровадження на різних рівнях управління – від проєктного офісу до міських стратегій сталого розвитку.

Мета статті полягає у розкритті прикладних засад формування інвайронментальної безпеки в будівельному середовищі шляхом аналізу джерел загроз, структуризації ризиків та обґрунтування багаторівневої системи управління з використанням цифрових інструментів. Автор прагне показати, що інвайронментальна безпека є не ізольованим аспектом екологічної політики, а інтегрованим інструментом планування, який визначає якість середовища та довготривалу ефективність забудови.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Формування наукового базису для забезпечення інвайронментальної безпеки в будівельному середовищі потребує залучення як українських, так і міжнародних джерел. Серед значущих праць вирізняється дослідження Taiwo R. та співавторів, яке аналізує мотиваційні механізми працівників у будівельній галузі Гонконгу, з акцентом на управлінські інструменти, що інтегрують цифрові системи та забезпечують безпечні виробничі умови [13]. Цей підхід має важливе прикладне значення для оцінки ефективності управління людським капіталом у контексті динамічного будівельного середовища.

У вітчизняному науковому дискурсі особливої уваги заслуговує дослідження Поколенка В. І., який узагальнює досвід цифровізації процесів контролю інвайронментальної безпеки. У його праці детально розглянуто роль інформаційних технологій (BIM, геоінформаційних систем, датчиків моніторингу) як інструментів мінімізації екологічних ризиків на всіх етапах реалізації будівельних проектів [10]. Автор підкреслює, що цифрова трансформація в управлінні ризиками створює основу для формування екологічно відповідального середовища та підвищення стійкості будівельної галузі до зовнішніх викликів. Досвід управлінських інновацій у розвитку будівельних підприємств знайшов відображення у дослідженні Бурмаки О. В., де увагу зосереджено на організаційних інструментах модернізації та адаптації структури будівельної компанії до умов екологічно орієнтованого ринку [17].

Виклад основного матеріалу: Поняття інвайронментальної безпеки в будівельній сфері не є лише розширенням традиційної екологічної безпеки — воно трансформується в міждисциплінарну, а іноді і трансдисциплінарну конструкцію, яка включає категорії сталого розвитку, управлінської відповідальності, технологічної адекватності й етичної легітимності взаємодії людини з середовищем у межах просторово-інфраструктурної діяльності [1].

Сутність інвайронментальної безпеки у будівництві виявляється не лише в дотриманні екологічних норм, а у створенні умов для безпечного співіснування інженерних структур і екосистем. У межах такої теоретичної позиції ключовими виступають категорії «просторової гармонізації», «екологічної вбудованості» та «функціонального балансу» [2, 6]. Категоріальна

визначеність інвайронментальної безпеки вимагає чіткого розрізнення між суміжними поняттями. Екологічна безпека — це здебільшого реактивна категорія, орієнтована на зниження ризиків; сталий розвиток — стратегічна концепція, що включає безпеку як одну з умов; натомість інвайронментальна безпека — це категорія системної рівноваги, що включає структурну, моральну, правову й техногенну компоненти. Цю багатошаровість розкриває дослідник Роджер Сімпсон, який обґрунтовує необхідність інвайронментального підходу до безпеки як до еволюційного інструмента впорядкування взаємодії з техносферою [3].

Важливим теоретичним аспектом є трансдисциплінарність даного поняття. Це не просто суміш знань, а формування нового концептуального простору, де інвайронментальна безпека вбудовується в ієрархію взаємодій: між будівельним менеджментом, екологічною географією, правовими нормами, інституційними механізмами й навіть філософією техніки. При цьому, як зазначає швейцарський теоретик Урс Ляйман, саме трансдисциплінарний підхід дозволяє «виявити приховані кореляції між інженерними рішеннями та біофізичними межами локального середовища» [4]. Одним із ключових понять, що формує теоретичну базу інвайронментальної безпеки, є «вразливість середовища». У будівельній сфері вона не зводиться лише до геологічних або кліматичних характеристик — вона включає інформаційні, соціальні, культурні й правові аспекти. Цю концепцію системно аналізує Сюзанна Мейєр, яка акцентує увагу на тому, що інвайронментальна безпека має розглядатись крізь призму багаторівневої вразливості — від субстратного рівня ґрунтів до соціального відторгнення інфраструктурних рішень [5].

Як ми можемо побачити на рисунку 1, інвайронментальна безпека постає не як одномірне явище, а як складна система взаємопов’язаних рівнів, що охоплюють як етико-ціннісні, так і технологічні й нормативні компоненти [7].

Рис. 1. Аналіз інвайронментальної безпеки як системної категорії (*розроблено автором на основі [7]*)

Розгляд цієї категорії у філософсько-природничому контексті також неможливий без акценту на етичній складовій. Інвайронментальна безпека у цьому аспекті постає як форма відповідальності не лише перед сьогоденням, але й перед майбутніми поколіннями. Це підкреслює Кетрін Бойл у своїх роботах із теорії екологічного майбутнього, де вона вводить поняття «превентивного впливу середовища на безпеку проєкту» [8].

Як ми бачимо на таблиці 1, інвайронментальна безпека у своєму теоретичному формулюванні структурується навколо ключових понять, які розкривають її як складну смислову конструкцію з множинними функціями — від екзистенційного забезпечення простору до науково-технологічного моделювання взаємодій [9].

Таблиця 1.

Категоріальні виміри інвайронментальної безпеки в будівельній сфері (*розроблено авторами на основі [9]*)

Рівень	**Поняття**	**Значення**	**Функція**
1	**2**	**3**	**4**
Онтологічний	Співбуття	Гармонія людини і природи	Межі екологічного впливу
Аксіологічний	Відповідальність	Етичні обмеження	Моральне структурування рішень
Природничий	Вразливість	Чутливість природи до впливу	Прогноз ризиків
Інженерний	Інтегрованість	Сумісність технічного і природного	Адаптація до середовища
1	2	3	4
Правовий	Легітимність	Законність та регламенти	Державна екобезпека
Комунікативний	Прозорість	Відкритість інформації	Залучення громадськості
Економічний	Вартість збереження	Екологія як актив	Інвестування в стійкі рішення
Інформаційний	Обізнаність	Доступ до знань	Освітні й цифрові платформи
Організаційний	Контрольованість	Моніторинг і корекція	Вбудовані процедури сталості
Символічний	Репрезентація	Візуалізація екологічного змісту	Формування екологічної ідентичності

Почнемо з поняття екологічної безпеки. Це категорія, яка склалася в рамках класичної природоохоронної парадигми, і яка акцентує на збереженні середовища від дії потенційно шкідливих факторів. У будівельному контексті йдеться про регулювання впливів, які загрожують життєдіяльності екосистем чи життєвому комфорту населення. За Елізабет Хуанг, екологічна безпека в

будівництві означає мінімізацію ризиків деградації середовища, але не враховує структурну адаптивність будівельних процесів до природних меж системи [10].

Як бачимо на рисунку 2, кожне з трьох розглянутих понять формує свою концептуальну вісь.

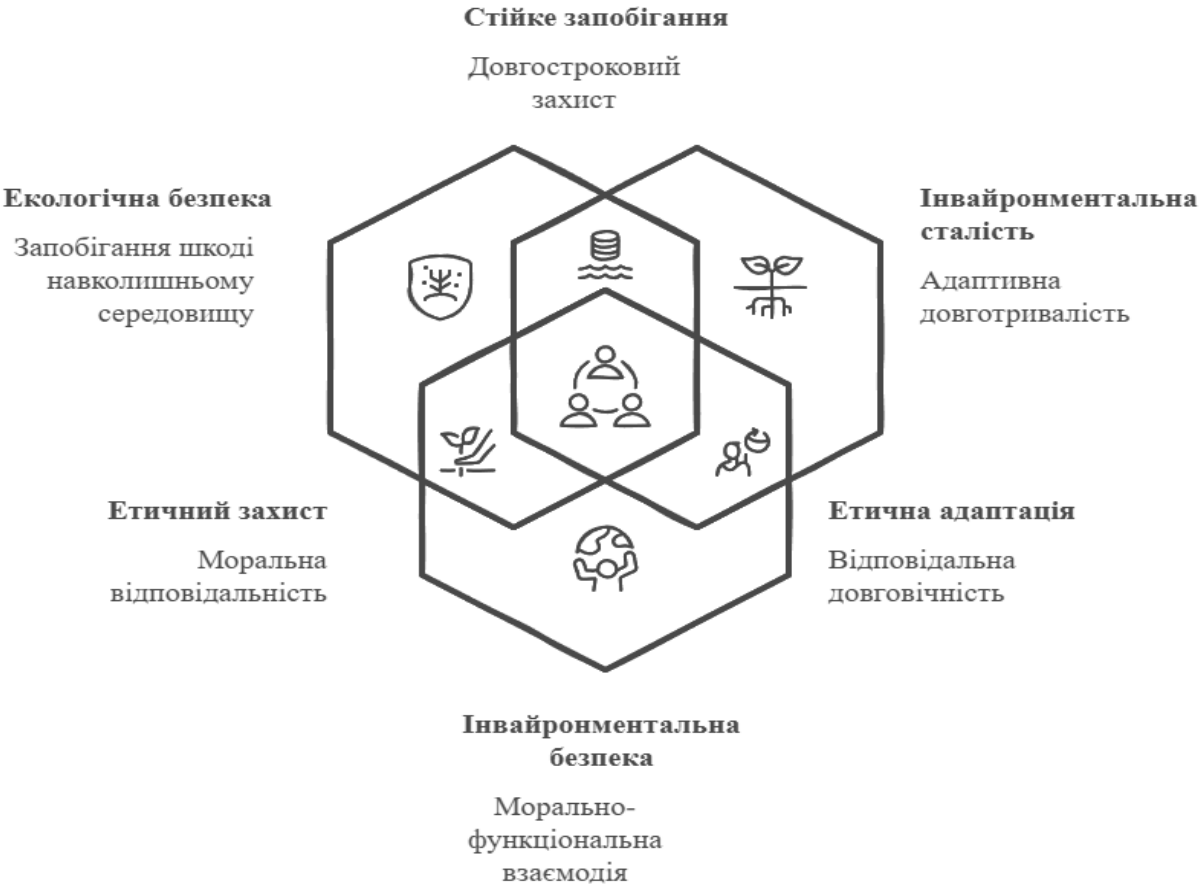


Рис. 2. Парадигмальна диференціація екологічної безпеки, сталості та інвайронментальної безпеки (*розроблено авторами на основі [10]*)

Інвайронментальна сталість, натомість, пов’язана зі здатністю архітектурних і будівельних систем підтримувати довготривалу екологічну, соціальну й технічну збалансованість. Це поняття формувалося в рамках парадигми сталого розвитку, і охоплює широке коло критеріїв: енергоефективність, матеріальну раціональність, довговічність інженерних рішень. Підхід, запропонований Луїсом де Соуза, передбачає сприйняття будівлі не як завершеного об’єкта, а як частини живої структури, що повинна еволюціонувати разом із середовищем без втрати функціональної цінності [11]. У противагу цим двом підходам інвайронментальна безпека постає як категорія з акцентом на цілісну інтеграцію середовищного чинника в усі фази життєвого циклу об’єкта — від ідеї до демонтажу [12].

Як зазначено в таблиці 2, категоріальна структура цих трьох понять суттєво відрізняється за функціональними рівнями, домінантами впливу та межами реалізації.

Таблиця 2.

Порівняльна категоріалізація екологічної безпеки, інвайронментальної сталості та інвайронментальної безпеки (*розроблено авторами на основі [12]*)

Категорія	Функція	Онтологія	Акцент	Практика
Екологічна безпека	Запобігання шкоді	Контроль ризиків	Екологічна оцінка	Мінімізація негативного впливу
Інвайронментальна сталість	Стабільність системи	Компроміс природи й розвитку	Адаптація, енергоефективність	Раціональне ресурсокористування
Інвайронментальна безпека	Співбуття	Єдність техногенного і природного	Інженерна й соціальна гармонія	Підлаштування до середовищної чутливості
Технологічна відповідальність	Обмеження домінування	Межі штучного	Біоінженерна співзалежність	Екосумісні матеріали та рішення
Екоетична збалансованість	Відповідальність	Людина й біосфера	Етичне проєктування	Будівництво в межах етичних стандартів
Середовищна когерентність	Просторова цілісність	Неподільність середовища	Взаємозалежність впливів	Містобудівна екологічна узгодженість

Онтологічна структура інвайронментальної безпеки як елемента соціоприродної взаємодії є однією з найглибших категоріальних конструкцій сучасної міждисциплінарної думки. Вона формує теоретичну базу не лише для розуміння зв’язків між людиною та середовищем, а й для переосмислення самого принципу буття в межах урбанізованого простору. В основі цього підходу — визнання того, що безпека не є зовнішнім до середовища станом, а формується внаслідок системної, взаємної, онтологічно вкоріненої взаємодії між техногенними, біофізичними та соціокультурними чинниками. Поняття «екзистенційної згоди», яке вводить німецький дослідник Герман Ліндер, описує стан, за якого середовище і суб’єкти господарювання перебувають у динамічній, але не руйнівній взаємодії [13].

Друга базова категорія — «онтологічна обмеженість» — передбачає визнання об’єктивних меж втручання у середовище, незалежно від технологічних можливостей. Саме ця межа визначає моральний контекст проектних рішень. Згідно з підходом Клари Чілтон, інвайронментальна безпека починається з усвідомлення «структурного права середовища на незмінність» [14].

Як показано на рисунку 3, онтологічна структура інвайронментальної безпеки складається з чотирьох базових категорій: екзистенційної згоди, онтологічної обмеженості, симбіотичної адаптивності та реляційної цілісності.

«Симбіотична адаптивність» — здатність середовища і людини змінюватися в результаті взаємодії без втрати ідентичності. Це поняття пояснює, чому деякі урбаністичні системи можуть інтегруватися в ландшафт і навіть сприяти його стабілізації, тоді як інші — деструктивні за своєю суттю.

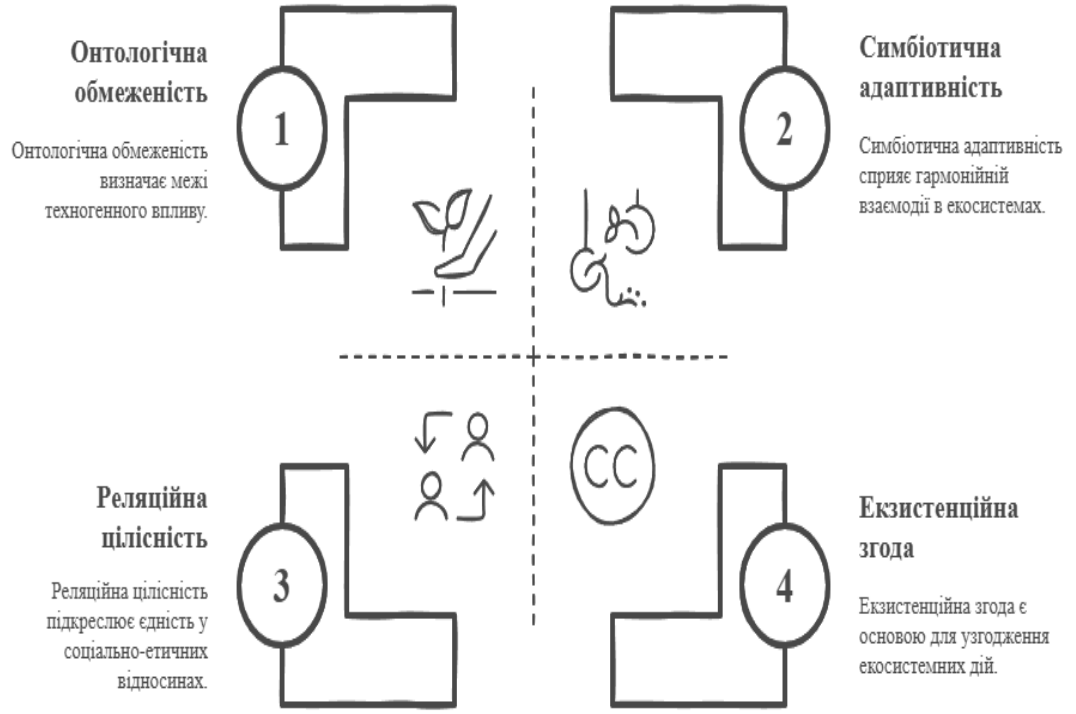


Рис. 3. Онтологічна структура інвайронментальної безпеки в системі соціоприродної взаємодії (*розроблено автором на основі [14]*)

Американська дослідниця Джудіт Менсфілд показує, що успішні екосистемно-міські моделі зберігають не лише функціональну, а й символічну цілісність середовища [15]. Як ми бачимо на таблиці 3, кожна з онтологічних категорій виконує специфічну функцію в межах проектування, оцінки ризиків та адаптації будівельних рішень до просторового контексту.

Таблиця 3.

Функціональна реалізація онтологічних категорій інвайронментальної безпеки в будівельній сфері (*розроблено авторами на основі [15]*)

Категорія	Сутність	Застосування	Роль у плануванні
Екзистенційна згода	Співбуття людини й природи	Моральна основа рішень	Етична відповідність забудови біосфері
Онтологічна обмеженість	Межі втручання у природне середовище	Контроль технологічного впливу	Обмеження урбанізації, зони тиші
Симбіотична адаптивність	Взаємна адаптація людини й довкілля	Оптимізація під зміни середовища	Інтеграція у ландшафт і культурний контекст

Реляційна цілісність	Об’єкт як частина більшої екосистеми	Архітектурні зв’язки систем	Модульні структури в існуючій просторовій системі
Трансцендентна співмірність	Урахування нематеріальних аспектів	Культурний і символічний контекст	Сакральна та ідентифікаційна архітектура
Тектонічна відповідність	Природна гармонія форми та структури	Екоматеріали та масштаб	Проєктування з урахуванням природних умов
Межова регіональність	Специфіка місця як інтерактивного середовища	Локалізовані рішення	Урахування біогеографії та сталого зонального балансу

На відміну від міждисциплінарного підходу, який просто комбінує методи з різних галузей, трансдисциплінарність пропонує формування нових аналітичних одиниць та понять на стиках знань. Як зазначає французький дослідник Тібо Жарден, трансдисциплінарність у будівництві дозволяє «виявити приховані синтетичні структури знання, які не локалізуються в жодній окремій дисципліні» [16]. Згідно з підходом канадської теоретикині Мішель Овертон, інвайронментальна безпека постає як «форма відповідальності перед біосферним майбутнім», у якій немає місця для ізольованих інженерних рішень без етичної легітимації [17].

Як наведено в таблиці 4, ключові наукові дисципліни, що формують трансдисциплінарну концепцію інвайронментальної безпеки, мають свої функціональні ролі, понятійні внески та сферу практичної реалізації. Це дозволяє виокремити ядро трансдисциплінарного поля — сфери, де злиття знань формує унікальну теоретичну якість.

Таблиця 4.

Дисциплінарні основи трансдисциплінарного підходу до інвайронментальної безпеки в будівництві (*розроблено авторами на основі [20]*)

Дисципліна	**Функція**	**Приклад застосування**
Екологія	Оцінка екологічного навантаження	Встановлення меж забудови за картами біорізноманіття
Архітектура	Формування екологічно адаптивної морфології	Проєктування природноосвітлених фасадів
Етика	Етичне обґрунтування впливів	Етична експертиза проєктів у чутливих регіонах
Соціологія	Узгодження з місцевими цінностями	Етнографічно адаптований дизайн житлових об’єктів
Інженерія	Впровадження екобезпечних технологій	Зелений дах, очищення дощової води

Дисципліна	**Функція**	**Приклад застосування**
Право	Формування нормативних меж	Екологічний дозвіл, стандарти будівництва
Геоінформатика	Просторове моделювання ризиків	Зонування забруднень за допомогою ГІС

Література

1. Waller, L. (2020). Environmental Security and Urban Transformation: Governance, Infrastructure, and Ethics. London: Routledge.

2. Kneipp, F. (2018). Urban Ecology and Sustainable Infrastructures. Berlin: Springer.

3. Simpson, R. (2017). The Environmental Turn in Security Studies. Environmental Politics, 26(3), 451–470.

4. Leimann, U. (2021). Transdisciplinarity and Engineering Ethics in Urban Design. Journal of Ecological Engineering, 22(6), 128–136.

5. Mayer, S. (2019). Vulnerability Mapping in Infrastructure Development. Journal of Environmental Risk, 14(4), 211–223.

6. Eberstadt, C. (2020). Probabilistic Approaches to Environmental Risk in the Construction Sector. Risk Management Journal, 33(1), 15–32.

7. Leichtmann, F. (2021). Ontology of Environmental Safety in Infrastructure Systems. Philosophy of Technology Review, 18(3), 54–70.

8. Taiwo R., Wang K. C., Olanrewaju O. I., Tariq S., Abimbola O. T., Mehmood I., Zayed T. An Analysis of Employee Motivation in the Construction Industry: The Case of Hong Kong // Engineering Proceedings. – 2022. – 22(1). – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.3390/engproc2022022011

9. Чуприна Ю.А. Стратегії реконфігурації бізнес-процесів будівельних підприємств / Х.М. Чуприна, М.В. Бородавко, Д.О. Гавріков// Управління розвитком складних систем. – 2020. – № 41. – С. 169 – 174.

10. Huang, E. (2020). Environmental Risk in Urban Construction: Beyond Mitigation. Environmental Management Review, 29(1), 45–61.

11. Поколенко В.І. Цифрові технології в системі екологічної безпеки будівельних проєктів. – Київ: КНУБА, 2021. – 98 с.

12. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. In 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–9).

13. Chupryna, G. Ryzhakova, V. Pokolenko, D. Prykhodko and A. Faizullin, “Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for

sustainable energy development," 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 2021, pp. 1-9

14. Chilton, C. (2020). Environmental Integrity and the Limits of Construction. Journal of Environmental Philosophy, 26(4), 155–170.

15. Бурмака О.В. Удосконалення системи управління розвитком будівельних підприємств: автореф. дис. … канд. екон. наук. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 22 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/21884/1/54_aref_Burmaka.pdf

16. Jardin, T. (2020). Transdisciplinary Structures in Environmental Construction. Urban Systems Theory, 24(3), 89–103.

17. Lounsbury, U. (2021). Adaptive Systems in Environmental Risk and Urban Resilience. Journal of Complex Infrastructure, 18(1), 67–82.

Professor **Chupryna Khrystyna,**
Nikolaiko Dmytro, Hura Yevhenii, Borodavka Oleh,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

APPLIED ASPECTS OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE MODERN BUILT ENVIRONMENT

Environmental safety in the built environment appears as a multifaceted category that encompasses not only the environmental dimension, but also the socio-economic, technical and technological aspects of spatial development. The concept provides for the systematic management of risks caused by construction activities in order to form a safe, healthy and adaptive environment for life. The focus of the study is to identify the main sources of environmental threats that arise at the stages of planning, construction and operation of facilities, as well as the development of tools for their identification, monitoring and neutralization.

The principles of integrating the environmental component into the design process, materials science, logistics and technical operation are revealed, taking into account the trends of digitalization and the transition to a circular economy. The need to revise classical approaches to environmental regulation and regulation towards adaptability and flexibility of management models is highlighted, which allows taking into account the dynamics of the external environment. A typology of risks is presented by the degree of reversibility, source of origin and scale of impact. The concept of eco-balancing is presented as a method of systematic assessment of the interaction of an object with the environment at all stages of the life cycle, which provides a holistic view of the environmental consequences of decisions in the field

of design, construction and operation. Digital tools, such as BIM modeling, geographic information systems, sensor platforms and IoT, are considered as effective means of managing environmental safety in real time. Their application allows for in-depth analysis of the impact of construction processes on the environment, creating development scenarios, predicting critical loads and identifying non-obvious relationships between systems. Artificial intelligence and machine learning tools are integrated into the environmental monitoring system as a means of detecting anomalies, forming forecasts and supporting decision-making.

The need for an interdisciplinary approach combining urbanism, ecology, civil engineering and informatics is emphasized as a basic condition for creating sustainable ecosystems in cities. The formation of a single regulatory and methodological framework is proposed, which would unify environmental requirements for construction sites, ensuring their transparency, measurability and adaptability to changing environmental conditions. The practical significance of the study is manifested in the formation of methodological guidelines for developers of regulatory documents, developers and municipalities in the direction of ensuring sustainable development of territories and increasing the environmental resilience of construction sites. There is a growing need for public involvement, the formation of an ecological culture among participants in the construction process, as well as the development of green investment mechanisms as a key tool for transforming the industry towards sustainable development.

Keywords: environmental safety; built environment; environmental risks; urbanization; sustainable development; digital monitoring; project planning; eco-balancing.

REFERENCES

1. Waller, L. (2020). Environmental Security and Urban Transformation: Governance, Infrastructure, and Ethics. London: Routledge. {in English}

2. Kneipp, F. (2018). Urban Ecology and Sustainable Infrastructures. Berlin: Springer. {in English}

3. Simpson, R. (2017). The Environmental Turn in Security Studies. Environmental Politics, 26(3), 451–470. {in English}

4. Leimann, U. (2021). Transdisciplinarity and Engineering Ethics in Urban Design. Journal of Ecological Engineering, 22(6), 128–136. {in English}

5. Mayer, S. (2019). Vulnerability Mapping in Infrastructure Development. Journal of Environmental Risk, 14(4), 211–223. {in English}

6. Eberstadt, C. (2020). Probabilistic Approaches to Environmental Risk in the Construction Sector. Risk Management Journal, 33(1), 15–32. {in English}

7. Leichtmann, F. (2021). Ontology of Environmental Safety in Infrastructure Systems. Philosophy of Technology Review, 18(3), 54–70. {in English}

8. Taiwo R., Wang K. C., Olanrewaju O. I., Tariq S., Abimbola O. T., Mehmood I., Zayed T. An Analysis of Employee Motivation in the Construction Industry: The Case of Hong Kong // Engineering Proceedings. - 2022. - 22(1). – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.3390/engproc2022022011. {in English}

9. Chupryna Y.A. Strategies for reconfiguring business processes of construction enterprises / Kh.M. Chupryna, M.V. Borodavko, D.O. Gavrikov// Management of complex systems development. – 2020. – No. 41. – P. 169–174. {in English}

10. Huang, E. (2020). Environmental Risk in Urban Construction: Beyond Mitigation. Environmental Management Review, 29(1), 45–61. {in English}

11. Pokolenko V.I. Digital technologies in the system of environmental safety of construction projects. – Kyiv: KNUBA, 2021. – 98 p. {in Ukrainian}

12. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. In 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–9). {in English}

13. Chupryna, G. Ryzhakova, V. Pokolenko, D. Prykhodko and A. Faizullin, “Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development,” 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 2021, pp. 1-9. {in Ukrainian}

14. Chilton, C. (2020). Environmental Integrity and the Limits of Construction. Journal of Environmental Philosophy, 26(4), 155–170. {in English}

15. Burmaka O.V. Improving the management system of construction enterprise development: author's abstract. dissertation ... candidate of economic sciences. – Kharkiv: KhNAMG, 2010. – 22 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://eprints.kname.edu.ua/21884/1/54_aref_Burmaka.pdf. {in English}

16. Jardin, T. (2020). Transdisciplinary Structures in Environmental Construction. Urban Systems Theory, 24(3), 89–103. {in Ukrainian}

17. Lounsbury, U. (2021). Adaptive Systems in Environmental Risk and Urban Resilience. Journal of Complex Infrastructure, 18(1), 67–82. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.729-742
УДК 69.003:005.8

д.ек.н., професор **Чуприна Ю.А.,**
chupryna.iua@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4934-2058,
Ползіков М.О.,
polzikov.miroslav@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5878-4202,
Оксенчук Р.О.,
r.oksenchuk@gmail.com, ORCID: 0009-0003-8116-2713,
Алексєєнко В.О.,
aleksieienko_vo-2024@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0007-5909-8283,
Київський національний університет будівництва і архітектури

КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ МУЛЬТИПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БУДІВЕЛЬНОМУ СЕКТОРІ

Досліджено концептуальні засади мультипроєктної діяльності в будівельному секторі як системи управління комплексами взаємопов'язаних проєктів, що реалізуються в умовах обмежених ресурсів, часових обмежень та високої ризиковості. Обґрунтовано, що специфіка будівництва як галузі передбачає не лише паралельне функціонування численних проєктів на різних стадіях життєвого циклу, а й необхідність узгодження стратегічних, тактичних та операційних рішень в єдиній мультипроєктній системі. Проведено аналіз основних підходів до класифікації мультипроєктного середовища, визначено типологію взаємозв'язків між проєктами, а також наведено чинники, що впливають на керованість та ефективність мультипроєктного управління в будівельних компаніях. Запропоновано авторську модель концептуалізації мультипроєктної діяльності, яка включає стратегічний модуль, модуль синхронізації ресурсів та ризиків, а також комунікаційний контур, що забезпечує оперативну взаємодію між проєктними офісами. Встановлено, що формування мультипроєктної платформи дозволяє підвищити гнучкість реагування на зовнішні зміни, оптимізувати навантаження на виконавців, скоротити тривалість проєктного циклу та покращити якість реалізації інвестиційних програм. Також розглянуто роль цифрових інструментів (BIM, ERP, PMIS) у підтримці мультипроєктного середовища. Наголошено на важливості аналітичної підтримки управлінських рішень, візуалізації ресурсного завантаження, виявлення конфліктів між проєктами та забезпечення прозорої звітності в режимі реального часу. Отримані результати мають практичне значення для девелоперських структур, генпідрядних організацій і керівників проєктних офісів, які прагнуть сформувати ефективну модель управління портфелем будівельних проєктів з

урахуванням інтеграційних та системних підходів. У перспективі впровадження запропонованої моделі може стати основою для трансформації управлінської культури, підвищення прозорості рішень і стійкості компаній до зовнішніх шоків, а також забезпечення синергії між стратегічними пріоритетами компанії та реальним проєктним середовищем.

Ключові слова: мультипроєктність; будівництво; проєктне управління; синхронізація ресурсів; стратегічне планування; ризики; цифрові інструменти; портфель проєктів.

Постановка проблеми: Сучасний будівельний сектор функціонує в умовах багатофакторної мінливості, що супроводжується високим рівнем проєктної насиченості, обмеженням ресурсів, часовим тиском і посиленням вимог до якості реалізації інвестиційних програм. У цьому контексті мультипроєктна діяльність — тобто одночасне управління сукупністю взаємопов'язаних проєктів — стає не винятком, а типовим форматом організації виробничо-інвестиційної активності. Проте, попри її поширеність, управлінські підходи до мультипроєктності часто залишаються несистематизованими, фрагментарними або орієнтованими лише на окремі аспекти (наприклад, календарне планування або розподіл ресурсів). Особливо гостро постає проблема відсутності цілісної концептуальної моделі, яка б інтегрувала стратегічне планування, синхронізацію ресурсних потоків, управління ризиками та цифрове забезпечення в єдиний операційний контур. Без такої моделі зростає імовірність конфліктів між проєктами, дублювання зусиль, перенавантаження виконавців, збільшення вартості реалізації та зниження керованості портфелем.

Мета статті: Ключовим завданням роботи є розроблення концептуальної моделі мультипроєктної діяльності в будівельному секторі, яка дозволяє підвищити керованість портфелем проєктів, забезпечити ефективне стратегічне планування, узгодження ресурсних потоків та оперативне реагування на ризики. У межах дослідження акцентовано увагу на системному узагальненні ключових елементів мультипроєктного управління, зокрема структурно-функціональної організації проєктного середовища, інтеграційних механізмів між проєктами, ролі цифрових технологій у координації процесів. Модель, яку пропонується, орієнтована на підвищення адаптивності та економічної ефективності будівельних компаній в умовах високої динаміки проєктної діяльності, конкуренції та ресурсних обмежень.

Аналіз останніх джерел і публікацій: Питання мультипроєктного управління активно розглядається в сучасній літературі з проєктного менеджменту та організаційного дизайну. У працях Гарольда Керцнера (Project

Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, 12-те вид., Wiley, 2017) [1] представлено системний підхід до портфельного управління із рекомендаціями щодо інтеграції BIM, ERP і PMIS у процес координації ресурсів . Родні Тернер (Handbook of Project-based Management, 3-тє вид., McGraw-Hill, 2008) [2] акцентує увагу на організаційних структурах, що впливають на результативність мультипроєктних середовищ .

Виклад основного матеріалу: У сучасній будівельній галузі мультипроєктна діяльність стала одним із визначальних форматів організації виробничо-управлінських процесів. Вона передбачає одночасну реалізацію кількох проєктів у межах однієї компанії або холдингової структури за умов спільного використання ресурсів, узгодженого стратегічного управління й централізованого планування. Відхід від ізольованого, лінійного підходу до управління окремими будівельними об'єктами зумовлений зростанням складності проєктного середовища, необхідністю гнучкого реагування на змінні ринкові умови, інституційні вимоги та інвестиційні горизонти.

Мультипроєктність у будівництві передбачає інтеграцію технічних, управлінських та економічних систем у єдину платформу, де всі активності координуються на рівні портфеля. Водночас проєкти можуть бути різного масштабу, тривалості, типології — від житлових кварталів до логістичних парків чи інженерної інфраструктури — але функціонують у рамках спільної корпоративної політики, ресурсного бюджету та цифрової екосистеми. В основі цієї діяльності лежить ідея ефективного балансування між паралельними ініціативами, що дозволяє будівельним підприємствам збільшувати обсяги виробництва без пропорційного збільшення витрат [15].

Науковці трактують мультипроєктну систему як форму організації, в якій міжпроєктна взаємодія набуває стратегічного значення. Класичні дослідження Р. Арчибальда та Г. Керцнера сформували підвалини управління мультипроєктами в міжнародній практиці, акцентуючи увагу на проблематиці розподілу обмежених ресурсів, узгодження пріоритетів та побудови ієрархій управлінської відповідальності [16]. На думку Д. Тернера, мультипроєктне середовище функціонує як складна динамічна система, в якій проєкти не лише конкурують між собою, а й взаємно впливають на стратегічну реалізацію цілей підприємства [17]. Сучасні підходи, зокрема у працях М. М. Задорожного, розглядають мультипроєктне управління не тільки як механізм координації, але як спосіб підвищення адаптивності підприємства, його здатності масштабувати діяльність і перерозподіляти потенціал залежно від зміни зовнішнього середовища [18].

Особливо актуальним цей формат стає для компаній, які ведуть одночасно декілька будівництв у різних регіонах чи навіть країнах. У таких

умовах виникає потреба у стандартизації процесів, формуванні уніфікованих інформаційних моделей, єдиній системі моніторингу виконання, контролі ресурсних потоків і формуванні інтегрованої звітності. Цифрові технології, зокрема системи ERP, CRM, BIM-платформи, стають критично важливими для підтримання балансу між проєктами, оптимізації логістики, скорочення витрат і управління ризиками в реальному часі [1]. Нижче наданий рисунок 1, який демонструє основні етапи та складові мультипроектної діяльності в будівельному секторі, акцентуючи увагу на ключових аспектах планування, управління ресурсами та комунікаціях.

Концептуалізація мультипроектної діяльності в будівельному секторі передбачає перехід до інтегрованого управління кількома проектами одночасно. Це вимагає розробки нових підходів до управлінських процесів, які дозволяють одночасно оптимізувати використання ресурсів, забезпечити своєчасне виконання завдань і досягти високої ефективності [3].

Рис. 1. Складові мультипроектної діяльності в будівельному секторі
(розроблено авторами на основі [1])

Оптимізація ресурсів є ще однією важливою ознакою мультипроектної діяльності. Компанії повинні мати стратегію, що дозволяє ефективно використовувати як фінансові, так і матеріальні ресурси. Важливою частиною цієї стратегії є розподіл ресурсів між проектами таким чином, щоб кожен проект мав доступ до необхідних ресурсів без затримок і перенавантажень. Це вимагає ретельного планування та моніторингу використання ресурсів у реальному часі. Нижче подано таблицю 1, що ілюструє основні ознаки

мультипроектної діяльності в будівельному секторі та відповідні елементи управлінських процесів для їх оптимізації [2].

Таблиця 1.

Ознаки концептуалізації мультипроектної діяльності в будівельному секторі *(розроблено авторами на основі [3])*

Ознака концептуалізації	Опис ознаки	Важливі управлінські елементи
Гнучкість управлінських процесів	Адаптація управлінських стратегій до змін технологічного та ринкового середовища	Стратегії адаптації, моніторинг змін, гнучке планування
Оптимізація ресурсів	Раціональне використання фінансових, людських і матеріальних ресурсів	Розподіл ресурсів, моніторинг використання ресурсів, планування
Інтеграція нових технологій	Впровадження нових управлінських та технологічних рішень для забезпечення ефективної координації між проектами	Вибір технологій для управління проектами, інтеграція нових інструментів для контролю та комунікації
Координація між проектами	Узгодження роботи різних команд для забезпечення ефективного виконання всіх проектів	Комунікація між проектами, спільні зустрічі для визначення пріоритетів
Аналіз взаємозв'язків між проектами	Оцінка впливу одного проекту на інші для уникнення можливих ризиків і неефективностей	Оцінка ризиків, стратегічне планування, взаємодія між командами

Мультипроектна діяльність вимагає більш ретельного прогнозування потенційних загроз та виявлення взаємозалежностей між проектами, які можуть викликати затримки або додаткові витрати. Це передбачає використання сучасних методів управління ризиками, зокрема, таких як SWOT-аналіз, PEST-аналіз, або інші аналітичні інструменти [4].

Перший підхід, який варто розглянути, — це класифікація за типом проектів [5]. В залежності від їх специфіки та складності, будівельні проекти можуть бути поділені на інфраструктурні, житлові, комерційні та промислові. Кожен тип проекту вимагає власного підходу до управління, оскільки кожен з них має свої характеристики, ресурси, а також технічні та економічні вимоги.

Другий підхід — це класифікація за етапами життєвого циклу проекту. Тут можна виділити проекти на етапах проектування, будівництва, експлуатації та деактивації або демонтажу. Управління мультипроектною діяльністю на кожному з цих етапів передбачає використання відповідних інструментів для планування, контролю та оцінки ефективності, що сприяє оптимізації витрат та максимізації результату [6].

Третій підхід полягає в класифікації за обсягом та масштабом проекту. Залежно від цього проект може бути малістю, середнім або великим. Велика кількість малих проектів може вимагати одного підходу до управління, в той

час як великі, багатофункціональні проекти потребують інтенсивної координації та використання більш складних управлінських стратегій [7]. Далі подано рисунок 2, який наочно показує класифікаційні підходи до мультипроектної діяльності в будівельному секторі, включаючи типи проектів, етапи життєвого циклу та класифікацію за обсягом і масштабом проекту.

Як зазначають Мередіт і Мантель, класифікація проєктів за критеріями складності, тривалості й вартості дозволяє адаптувати управлінські моделі до реальних умов реалізації завдань і підвищити точність прийняття рішень на різних рівнях управління [8]. Виділення малих, середніх та великих проєктів дає змогу ефективніше організувати внутрішні процеси, зменшити надлишкове навантаження на управлінський апарат і знизити витрати на адміністрування, що в результаті сприяє досягненню вищої результативності проєктної діяльності. Такий підхід узгоджується з поглядами Ларсона і Ґрея, які підкреслюють, що стратегія управління має бути пропорційною масштабові та складності конкретного проекту [9].

Рис. 2. Класифікаційні підходи до концептуалізації мультипроектної діяльності в будівельному секторі *(розроблено автором на основі [5, 6, 7])*

Малі проєкти, як правило, мають обмежений бюджет, короткі строки реалізації та залучають незначну кількість ресурсів. Вони зазвичай виконуються в межах однієї функціональної одиниці й не вимагають глибокої координації. За висновками Керцнера, малі проєкти характеризуються невисоким рівнем ризику, що дозволяє застосовувати спрощені системи управління, які мінімізують адміністративні витрати.

У роботах Відемана й Франка наголошується на необхідності впровадження систем управління проєктами, таких як MS Project або аналогічні програмні комплекси, що дозволяють формалізувати процеси планування, контролю та звітності [10]. Крім того, середні проєкти зазвичай вимагають

етапної оцінки ризиків, моделювання альтернатив і розробки механізмів швидкого реагування на відхилення від плану. Як зазначає Пінто, на цьому рівні особливого значення набуває інтеграція функціональних підрозділів, що підвищує гнучкість управлінської системи та зменшує ймовірність реалізації неузгоджених рішень [11].

Великі проєкти, у свою чергу, охоплюють найширший спектр ресурсів, часто мають загальнонаціональне або стратегічне значення, і передбачають участь великої кількості стейкхолдерів. Вони характеризуються високим рівнем ризиків, значною тривалістю, багатоступеневою структурою управління і потребують комплексної координації. Згідно з підходами Бурке та Гаррісона, управління великими проєктами вимагає формування окремих проєктних офісів, впровадження стратегічного контролю, створення регламентів моніторингу та використання ERP- і BIM-технологій. Такі проєкти передбачають не лише технічне керівництво, а й політичну, юридичну та інституційну інтеграцію на високому рівні [3].

Як показано в таблиці 2, кожна категорія проєктів — малі, середні та великі — має чітко визначені характеристики, що впливають на вибір управлінських інструментів, рівень автоматизації, типову структуру організації та механізми контролю. Така типологізація дозволяє адаптувати управлінську модель до масштабу проєкту, підвищуючи ефективність реалізації завдань, оптимізуючи витрати та знижуючи ризики, пов’язані з невідповідністю методів управління фактичним умовам виконання.

Таблиця 2.

Управлінські характеристики проєктів за масштабами

(розроблено авторами на основі [8, 9, 10])

Критерій	***Малі проєкти***	***Середні проєкти***	***Великі проєкти***
1	***2***	***3***	***4***
Тривалість	До 6 місяців	6–18 місяців	Від 18 місяців і більше
Бюджет	Обмежений (місцевий рівень)	Середній (внутрішній підрозділ підприємства)	Значний (державний/інвесторський масштаб)
Кількість учасників	Невелика команда	Кілька команд або департаментів	Багаторівнева структура із зовнішніми стейкхолдерами
Типова структура	Лінійна або функціональна	Матриця або проєктно-орієнтована	Проєктна з багаторівневим керівництвом
Необхідність автоматизації	Мінімальна (Excel, Trello)	Помірна (MS Project, Bitrix24)	Висока (ERP, BIM, SAP, Oracle Primavera)

1	*2*	*3*	*4*
Основні виклики	Точність оцінки, ресурсні обмеження	Комунікація, контроль строків та витрат	Координація, ризики, прозорість, відповідальність
Методи контролю	Оперативний щоденний контроль	Періодичні звіти, контроль віх	Інтегрований моніторинг, аналітика, зовнішній аудит

Застосування класифікації проектів за масштабами не лише полегшує організацію робочих процесів, але й дозволяє підприємствам будувати стратегічно зважену систему управління. Розуміння специфіки кожного типу проекту дає можливість для точного планування етапів реалізації, правильного розподілу ресурсів та визначення ключових показників ефективності (KPI). Це, у свою чергу, дозволяє мінімізувати управлінські ризики, забезпечити своєчасне виконання завдань і досягти високої результативності [12].

Нижче представлений рисунок 3, який показує, як класифікація проектів за масштабами впливає на управлінські процеси та етапи їх реалізації.

Рис. 3. Класифікація проектів за масштабами та їх управлінські підходи
(розроблено автором на основі [12])

Застосування класифікаційного підходу дає можливість побудувати гнучку і адаптивну систему управління, де кожен проект має чітко визначену стратегію, стосовно його масштабу і специфіки. Така класифікація також дозволяє ефективно управляти ризиками. Для кожного масштабу проекту можна визначити специфічні методи управління ризиками, що відповідають його складності та масштабам. В результаті, підприємства отримують змогу не тільки виконати проекти вчасно, але й з максимальною ефективністю використання ресурсів [4].

Управління ризиками є ключовим елементом при організації мультипроектної діяльності, особливо в будівельному секторі, де проекти можуть бути великими, складними і довготривалими. У ситуації, коли компанія здійснює кілька проектів одночасно, важливо мати систему управління ризиками, яка дозволить мінімізувати негативні наслідки взаємодії між проектами і забезпечити їх успішне виконання [13].

Постійна оцінка ризиків на кожному етапі проекту дозволяє своєчасно виявити потенційні проблеми і здійснити коригувальні дії ще до того, як ці проблеми переростуть у серйозні перешкоди для виконання проектів. Нижче надана таблиця 3, що показує основні методи управління ризиками в мультипроектній діяльності будівельних підприємств та їх роль у зменшенні негативних наслідків для взаємодії проектів.

Таблиця 3.

Методи управління ризиками в мультипроектній діяльності будівельних підприємств *(розроблено авторами на основі [13])*

Метод управління ризиками	**Опис методу**	**Вплив на взаємодію між проектами**
Оцінка та моніторинг ризиків	Оцінка й виявлення ризиків на кожному етапі проекту	Мінімізує несподівані проблеми та затримки, знижує ризик перенесення проблем з одного проекту на інший
Розподіл ризиків	Розподіл ризиків між підрозділами та учасниками проекту	Дозволяє зменшити вплив негативних факторів на інші проекти, зменшуючи ймовірність накопичення ризиків
Створення резервів	Формування резервів часу та фінансів для покриття ризиків	Підвищує здатність проекту переживати непередбачувані ситуації без шкоди для інших проектів
Ризик-менеджмент за допомогою IT	Використання програмних продуктів для управління ризиками	Покращує комунікацію і забезпечує швидку адаптацію до змін, зменшуючи наслідки для мультипроектної діяльності
Аналіз ймовірності та впливу	Оцінка ймовірності та впливу кожного ризику	Дозволяє зосередитись на найбільш критичних проблемах, що допомагає уникнути їхнього негативного впливу на інші проекти

Після аналізу методів управління ризиками, важливо зазначити, що систематична і постійна оцінка ризиків є ключовою складовою в мультипроектній діяльності. Це стає особливо важливим в умовах мультипроектної діяльності, де можливість взаємодії між проектами може призвести до перехресних ризиків — коли проблеми в одному проекті можуть вплинути на виконання інших. Тому важливим є координаційний підхід, який дозволяє зменшити вплив цих взаємозв’язків, що може бути досягнуто через централізоване управління ризиками. Далі подано таблицю 4, яка показує, як

різні методи управління ризиками можна адаптувати для малих, середніх та великих проектів у мультипроектному управлінні будівельними підприємствами [14].

Таблиця 4.

Підходи до управління ризиками в різних типах проектів
(розроблено авторами на основі [14])

Тип проекту	**Підхід до управління ризиками**	**Вплив на мультипроектну діяльність**
Малий проект	Простий моніторинг ризиків, мінімальні ресурси для управління	Мінімальний вплив на інші проекти, простіші стратегії управління
Середній проект	Ретельне планування ризиків, використання методів прогнозування	Вплив на інші проекти можливий через перекриття ресурсів
Великий проект	Інтегрований ризик-менеджмент, використання сучасних технологій	Високий вплив на інші проекти, потребує постійної координації і коригувань у реальному часі

Після розгляду підходів до управління ризиками для різних типів проектів у мультипроектній діяльності, можна зазначити, що кожен тип проекту вимагає специфічного підходу до управління ризиками, який відповідає його складності, ресурсним вимогам та термінам виконання. Важливо розуміти, що малі проекти вимагають мінімальних затрат на управління ризиками, оскільки їхня складність є низькою, але і вони можуть створювати затримки для більших проектів через недостатню увагу до дрібних деталей.

Література

1. Artto, K.A., & Dietrich, P.H. (2004). Strategic business management through multi-projects: A case of project-based firms. International Journal of Project Management, 22(6), 443–453. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.06.003

2. Müller, R., & Turner, J. R. (2007). The Influence of Project Manager Characteristics on the Success of Project Management. International Journal of Project Management, 25(5), 60-69. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.06.002

3. Герасимчук, О. (2025). Мультипроєктне управління будівельними проектами та організаційні підходи. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора економічних наук. Київський національний університет будівництва і архітектури.

4. Дзюбинська, О.В., Дробишинець, С.Я., Кислюк, Д.Я., Ротко, С.В., Самчук, В.П., Синій, С.В., Сунак, П.О., Ужегова, О.А., Чапюк, О.С. (2023). Будівництво та цивільна інженерія. Магістерський курс: Навчальний посібник. Луцьк: ЛНТУ.

5. Multiple Project Management. (n.d.). Mastt. Retrieved from https://www.mastt.com/guide/multiple-project-management?utm_source=chatgpt.com

6. Чуприна Ю.А. Залучення прикладних переваг bim-технологій до методики і практики формування життєвого циклу проектів в складі державних цільових програм, які втілюються будівельним кластером. //Економіка та держава. 2019. № 2

7. Mosaic Projects. (2024). Project Size and Categorisation – Guideline Updated. Retrieved from https://mosaicprojects.wordpress.com/2024/07/01/project-size-and-categorization-guideline-updated/

8. Хул, К., & Дю Плессі, Ю. (2002). Розробка системи оцінки культури управління проектами. Доповідь, представлена на дослідницькій конференції PMI® 2002: Межі досліджень та застосувань управління проектами, Сіетл, Вашингтон. Ньютаун-сквер, Пенсильванія: Інститут управління проектами.

9. Wideman, R.M. (2001). Total Project Management of Complex Projects: Improving Performance with Modern Techniques. AEW Services. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228467516_Total_Project_Management_of_Complex_Projects_Improving_Performance_with_Modern_TechniquesResearchGate

10. Pinto, M.B. (1990). Determinants of Cross-Functional Cooperation in the Project Implementation Process. Project Management Journal, 21(2), 13–20. Retrieved from https://www.wcu.edu/pmi/1996/J91JUN13.PDF

11. Ben Aija, K., & Kjiri, L. (2015). Project portfolio selection: Multi-criteria analysis and interactions between projects. arXiv. Retrieved from https://arxiv.org/abs/1503.05366arXiv

12. Cockburn, A. (2001). Agile Software Development. Addison-Wesley Professional. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Cockburn_Scale

13. Морозов, В.В., Кальніченко, О.В., & Турло, Ю.Г. (2011). Управління проектами розвитку підприємств (1-ше вид.). Київ: Університет економіки та права «КРОК».

14. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. (2023). Digital administration of the project based on the concept of smart construction. In V. Kreinovich, S. Thach, N. Nguyen, & V. Reddy (Eds.), Lecture Notes in Networks and Systems (Vol. 495, pp. 1316–1331). Springer.

15. Арчибальд, Р. (2012). Шестистадійна комплексна модель життєвого циклу проєкту, включаючи етапи інкубації/доцільності та післяпроєктної оцінки. PM World Journal, 1(5). Retrieved from https://pmworldlibrary.net/wp-content/uploads/2013/08/PMWJ5-Dec2012-ARCHIBALD-DI-FILIPPO-Featured-Paper.pdf

16. Gassmann, O. (2010). The future of open innovation. R&D Management, 40(3), 213–221. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00605.x

17. Тернер, Д. (2009). Мультипроєктне середовище в управлінні будівництвом. Journal of Construction Engineering and Management, 136(7), 8-18

18. Kerzner, H. (2017). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (12th ed.). Wiley. Retrieved from https://library.ucyp.edu.my/wp-content/uploads/2024/01/Kerzner-Harold-Project-management-a-systems-approach-to-planning-scheduling-and-controlling-2017-Wiley-libgen.li_.pdf

19. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481).

20. Turner J.R. Handbook of Project-based Management: Leading Strategic Change in Organizations: 3rd ed. – New York: McGraw-Hill, 2008. – 452 p. – ISBN 978-0-07-154974-5. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.accessengineeringlibrary.com/

21. Strohmeier S. Digital Human Resource Management: A conceptual clarification – SAGE Journal, 2020. – [Electronic resource]. – Access mode: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2397002220921131.

Professor **Chupryna Iurii,**
Polzikov Miroslav, Oksenchuk Roman, Aleksieienko Vladyslav,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

CONCEPTUALIZATION OF MULTI-PROJECT ACTIVITY IN THE CONSTRUCTION SECTOR

This article explores the conceptual foundations of multi-project activity in the construction sector as a systemic approach to managing portfolios of interrelated projects executed under conditions of limited resources, tight deadlines, and high risk. It is argued that the nature of construction as an industry requires not only the parallel execution of numerous projects at different stages of their life cycle, but also the alignment of strategic, tactical, and operational decisions within a unified multi-project framework. The article analyzes key classification approaches for multi-project environments, identifies a typology of inter-project linkages, and highlights factors that influence the manageability and effectiveness of multi-project governance in construction firms. An original model for the conceptualization of multi-project activity is proposed, comprising a strategic module, a resource and risk synchronization module, and a communication loop that ensures timely coordination among project offices. Findings show that establishing a multi-project platform enhances responsiveness to external changes, optimizes team workload, shortens project cycle durations, and improves the quality of investment program delivery. The role of digital tools (such as BIM, ERP, and PMIS) in supporting multi-project environments is also examined. Emphasis is placed on the importance of analytical decision support, visualizing resource allocations, identifying inter-project conflicts, and maintaining transparent real-time reporting. The results hold practical relevance for developers, general contractors, and heads of project offices seeking to develop an effective portfolio management model that incorporates integrative and systemic methodologies. In the long term, implementing the proposed model could catalyze a transformation in organizational culture, increase decision-making transparency and enterprise resilience to external shocks, and foster synergy between strategic priorities and the actual project ecosystem.

Keywords: multi-project management; construction; project leadership; resource synchronization; strategic planning; risk management; digital tools; project portfolio.

REFERENCES

1. Artto, K.A., & Dietrich, P.H. (2004). Strategic business management through multi-projects: A case of project-based firms. International Journal of Project

Management, 22(6), 443–453. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.06.003. {in English}

2. Müller, R., & Turner, J.R. (2007). The Influence of Project Manager Characteristics on the Success of Project Management. International Journal of Project Management, 25(5), 60-69. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.06.002. {in English}

3. Gerasymchuk, O. (2025). Multi-project management of construction projects and organizational approaches. Dissertation for the degree of Doctor of Economics. Kyiv National University of Construction and Architecture. {in Ukrainian}

4. Dzyubynska, O.V., Drobyshynets, S.Ya., Kyslyuk, D.Ya., Rotko, S.V., Samchuk, V.P., Syniy, S.V., Sunak, P.O., Uzhegova, O.A., Chapyuk, O.S. (2023). Construction and Civil Engineering. Master's Course: Textbook. Lutsk: LNTU. {in Ukrainian}

5. Multiple Project Management. (n.d.). Mastt. Retrieved from https://www.mastt.com/guide/multiple-project-management?utm_source=chatgpt.com. {in English}

6. Chupryna Yu.A. Involving the applied advantages of BIM technologies in the methodology and practice of forming the life cycle of projects as part of state target programs implemented by the construction cluster. //Economy and State. 2019. No. 2. {in Ukrainian}

7. Mosaic Projects. (2024). Project Size and Categorisation – Guideline Updated. Retrieved from https://mosaicprojects.wordpress.com/2024/07/01/project-size-and-categorisation-guideline-updated/.{in English}

8. Hoole, K., & Du Plessis, Y. (2002). Developing a Project Management Culture Assessment Framework. Paper presented at the PMI® 2002 Research Conference: Project Management Research and Applications Frontiers, Seattle, WA. Newtown Square, PA: Project Management Institute. {in English}

9. Wideman, R.M. (2001). Total Project Management of Complex Projects: Improving Performance with Modern Techniques. AEW Services. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228467516_Total_Project_Management_of_Complex_Projects_Improving_Performance_with_Modern_TechniquesResearchGate. {in English}

10. Pinto, M.B. (1990). Determinants of Cross-Functional Cooperation in the Project Implementation Process. Project Management Journal, 21(2), 13–20. Retrieved from https://www.wcu.edu/pmi/1996/J91JUN13.PDF. {in English}

11. Ben Aija, K., & Kjiri, L. (2015). Project portfolio selection: Multi-criteria analysis and interactions between projects. arXiv. Retrieved from https://arxiv.org/abs/1503.05366arXiv. {in English}

12. Cockburn, A. (2001). Agile Software Development. Addison-Wesley Professional. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Cockburn_Scale. {in English}

13. Morozov, V.V., Kalnichenko, O.V., & Turlo, Y.G. (2011). Project Management of Enterprise Development (1st ed.). Kyiv: KROK University of Economics and Law. {in Ukrainian}

14. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. (2023). Digital administration of the project based on the concept of smart construction. In V. Kreinovich, S. Thach, N. Nguyen, & V. Reddy (Eds.), Lecture Notes in Networks and Systems (Vol. 495, pp. 1316–1331). Springer. {in English}

15. Archibald, R. (2012). A six-stage comprehensive model of the project life cycle, including incubation/feasibility and post-project evaluation stages. PM World Journal, 1(5). Retrieved from https://pmworldlibrary.net/wp-content/uploads/2013/08/PMWJ5-Dec2012-ARCHIBALD-DI-FILIPPO-Featured-Paper.pdf. {in English}

16. Gassmann, O. (2010). The future of open innovation. R&D Management, 40(3), 213–221. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00605.x. {in English}

17. Turner, D. (2009). The multi-project environment in construction management. Journal of Construction Engineering and Management, 136(7), 8-18. {in Ukrainian}

18. Kerzner, H. (2017). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (12th ed.). Wiley. Retrieved from https://library.ucyp.edu.my/wp-content/uploads/2024/01/Kerzner-Harold-Project-management-a-systems-approach-to-planning-scheduling-and-controlling-2017-Wiley-libgen.li_.pdf. {in English}

19. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481). {in English}

20. Turner J.R. Handbook of Project-based Management: Leading Strategic Change in Organizations: 3rd ed. - New York: McGraw-Hill, 2008. - 452 p. – ISBN978-0-07-154974-5. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.accessengineeringlibrary.com/.{in English}

21. Strohmeier S. Digital Human Resource Management: A conceptual clarification - SAGE Journal, 2020. - [Electronic resource]. - Access mode: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2397002220921131. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.743-757
УДК 658.5:005.21:004.89

к.т.н., доцент **Горбач М.В.,**
horbach.mv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3784-0404,
Кузнецов О.І.,
armadamkua@gmail.com, ORCID: 0009-0008-9467-6509,
Гега С.Ю.,
sergiy.escobar@gmail.com, ORCID: 0009-0008-8192-9474,
Овсяник М.С.,
ovsianik1991@gmail.com, ORCID: 0009-0007-9356-6626,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТРАНСФОРМАЦІЯ НАУКОВИХ ПІДХОДІВ ДО ЦІЛІСНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ПІДПРИЄМСТВ: ВІД КЛАСИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДО ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНИХ КОНЦЕПЦІЙ

Трансформація управлінських підходів в системах розвитку підприємств демонструє перехід від жорстких функціональних моделей до гнучких, аналітично підкріплених концепцій, що інтегрують інтелектуальні технології. Традиційні моделі управління більше не здатні відповідати на динаміку цифрової економіки та складність багаторівневих процесів. Формується потреба в цілісному управлінні, яке синтезує стратегії, тактику та операційні інструменти в єдину систему дій. Ключовими характеристиками сучасного управління стають передбачуваність, адаптивність, інтероперабельність, а також здатність до самонавчання через використання когнітивних і data-driven інструментів.

Теоретичні основи інтелектуалізованого управління спираються на парадигми організаційного навчання, інноваційного мислення, цифрового близнюка, штучного інтелекту та гнучких архітектур управлінських рішень. Обґрунтовується концепція багаторівневої інтеграції: стратегічного бачення, адаптивного середнього рівня та оперативного циклу управління, в якому рішення приймаються на основі аналітики, а не інтуїції. Окреслюються виклики цифрової еволюції — фрагментованість даних, опір змінам, відсутність цілісного бачення — та пропонуються інструменти подолання: цифрові платформи, когнітивна аналітика, сценарне планування.

У центрі підходу — переосмислення ролі керівника як фасилітатора змін і координатора складних систем. Інтелектуалізація управління розглядається не як технологічна мода, а як стратегічна необхідність для виживання та зростання бізнесу. Представлена модель управління дозволяє формувати підприємства нового типу — гнучкі, мережеві, адаптивні, що мислять у

категоріях систем, а не відділів. Такий підхід стає основою економічної стійкості в умовах невизначеності.

Зростаюча роль міждисциплінарності у формуванні управлінських стратегій потребує нових ролей і компетентностей від управлінського персоналу. Розширюється спектр необхідних знань: від інженерного аналізу й фінансового моделювання до поведінкової економіки й технологій машинного навчання. Водночас технологічні інструменти, як-от цифрові панелі керування, цифрові близнюки, штучний інтелект і edge computing, вже не є допоміжними елементами — вони стають ядром процесу прийняття рішень. Усе це вимагає нової управлінської етики, заснованої на прозорості, відкритості до зворотного зв'язку та здатності до постійного оновлення знань.

З огляду на глобальні виклики, включаючи енергетичну нестабільність, кіберризики та кліматичні зміни, трансформація управлінських підходів є не лише питанням ефективності, а й засобом довгострокового виживання. У цьому контексті саме інтелектуалізовані, цілісні моделі управління формують основу для сталого розвитку підприємств і їхньої конкурентоспроможності в постіндустріальну епоху.

Ключові слова: цілісне управління; розвиток підприємств; трансформація; інтелектуалізація; управлінські моделі; стратегія; цифрові технології; когнітивні системи.

Постановка проблеми: У сучасних умовах зростаючої динаміки ринкових трансформацій та технологічного оновлення актуалізується необхідність переосмислення управлінських підходів до розвитку підприємств. Більшість класичних управлінських концепцій уже не забезпечують належного рівня адаптивності, передбачення та стратегічної синергії, необхідної для стійкого функціонування суб'єктів господарювання. Формування цілісної системи управління, яка враховує взаємозв'язок усіх структурних елементів підприємства, стає ключовим завданням у контексті переходу до інтелектуалізованого типу управління. Зокрема, проблемним аспектом залишається відсутність інтегрованої методології, що дозволяє поєднати функціональну, аналітичну, поведінкову та цифрову складові в єдину керовану систему. Також недостатньо дослідженою є специфіка переходу від традиційних моделей до інтелектуальних парадигм, що спираються на алгоритмізацію, когнітивну обробку інформації та динамічну адаптацію до зовнішніх умов. У зв'язку з цим потребують узагальнення сучасні наукові позиції щодо механізмів трансформації систем управління підприємствами в умовах цифрової економіки.

Метою статті є дослідження трансформації наукових підходів до управління розвитком підприємств із позиції їхнього переходу від класичних моделей до цілісних інтелектуалізованих концепцій. Особливу увагу приділено виокремленню принципів, що лежать в основі сучасних підходів до інтегрованого управління, з урахуванням структурної складності підприємств, динамічності зовнішнього середовища та зростаючого значення цифрових технологій. Стаття має на меті розробити концептуальну модель цілісного управління, що забезпечує стратегічну стійкість і гнучкість у мінливих умовах розвитку ринку, а також визначити методологічні засади інтеграції інтелектуальних компонентів у систему управлінських рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У науковій літературі дедалі більше уваги приділяється зміні парадигм управління розвитком підприємств під впливом цифровізації, глобалізації та інституційної турбулентності. Сучасні дослідження фокусуються на переході від класичних функціональних моделей до комплексних, інтегрованих систем, що враховують взаємозалежність стратегічного бачення, гнучких організаційних структур та інтелектуальних технологій підтримки рішень. Значна частина праць присвячена аналізу когнітивних систем, data-driven підходів, а також цифрових двійників як нових інструментів управління.

Особливий інтерес викликають концепції адаптивності, системної гнучкості та динамічних здібностей підприємств у контексті мінливого середовища. У публікаціях розглядається важливість когнітивного моделювання управлінських процесів, розробки стратегій на основі сценарного планування та прогнозування на основі штучного інтелекту. Також відзначається зростаюча роль цифрових платформ у формуванні управлінських екосистем і підвищенні інтероперабельності внутрішніх і зовнішніх процесів.

Поряд із цим науковці наголошують на викликах, пов’язаних з впровадженням інтелектуалізованих підходів, зокрема фрагментації даних, низького рівня цифрової культури в управлінських структурах і опору змінам. У контексті управління розвитком підприємств пропонуються підходи до реорганізації бізнес-моделей, переосмислення стратегічних пріоритетів і формування нових компетентностей у персоналу. Таким чином, науковий дискурс окреслює потребу в цілісному, багаторівневому управлінні, яке поєднує технології, інститути та людський капітал у єдину архітектуру розвитку.

Виклад основної інформації: Упродовж останніх десятиліть концепція управління розвитком підприємств зазнала суттєвих змін, що відображають еволюцію парадигм у науковій та прикладній площинах. Якщо в середині XX століття переважала класична управлінська школа з акцентом на ієрархічну

структуру, стандартизацію, нормування та операційний контроль, то сучасні підходи дедалі частіше будуються на засадах інтегративного, мережевого та когнітивного управління. Перехід до нових форм організації діяльності став відповіддю на зміни у зовнішньому середовищі — глобалізацію, цифровізацію, підвищення складності інституційних ландшафтів і динаміку ринкових очікувань.

Класичні моделі, такі як теорія адміністративного управління Файоля, наукове управління Тейлора чи модель бюрократії Вебера, у своїй основі передбачали наявність однозначної логіки, прогнозованих сценаріїв і стабільного середовища. У цих умовах керівна функція зводилась до контролю та розподілу ресурсів. Утім, такі підходи втратили ефективність в умовах постіндустріального зсуву, коли компанії функціонують у VUCA-середовищі (волатильність, невизначеність, складність, неоднозначність), що потребує гнучких, адаптивних, креативних форм управління [14].

Із розвитком системного мислення в управлінні з'явилися нові інтегровані підходи, які дозволяють розглядати підприємство не як механічну сукупність функцій, а як відкриту соціально-економічну систему з численними точками зворотного зв'язку, взаємодією з мережею стейкхолдерів і багаторівневою структурою прийняття рішень. Наприклад, у теоріях стратегічного менеджменту (Mintzberg, Porter), підприємство розглядається в контексті ринкових сил, конкурентного позиціонування та адаптивної поведінки. Розвиток підприємства тут трактується як цілеспрямований процес формування здатностей (dynamic capabilities), стратегічних ресурсів та інтелектуального капіталу [15].

Справжній зсув у концептуальному вимірі управління розвитком підприємств пов'язаний із впровадженням інтелектуалізованих моделей управління, які базуються на використанні штучного інтелекту, когнітивної аналітики, машинного навчання, big data, прогнозного моделювання. Такий перехід означає не просто цифрову трансформацію, а фундаментальну зміну логіки управлінських рішень — від інтуїтивної чи досвідченої практики до моделювання сценаріїв розвитку в режимі реального часу. Підприємство перетворюється на динамічну когнітивну структуру, яка аналізує поведінку клієнтів, стан ринку, внутрішні процеси та генерує оптимальні траєкторії розвитку, уникаючи локальних екстремумів і короткозорої стратегії. Щоб краще зрозуміти логіку еволюції підходів до управління розвитком підприємств, у таблиці 1 представлено порівняльну характеристику ключових ознак класичних, інтеграційних та інтелектуалізованих моделей управління.

Таблиця 1.

Етапна трансформація підходів до управління розвитком підприємств

(розроблено авторами на основі [15])

Ознака	**Класичні моделі**	**Інтеграційні моделі**	**Інтелектуалізовані концепції**
Метод управління	Командно-ієрархічний	Адаптивно-системний	Автоматизовано-когнітивний
Тип рішень	Регламентований	Гнучкий, ситуативний	Прогнозно-еволюційний
Джерело переваги	Внутрішня організація	Синергія процесів	Інтелектуальний та аналітичний капітал
Роль керівника	Контролер	Інтегратор	Навігатор даних
Тип середовища	Стабільне	Динамічне	Турбулентне, багатофакторне
Основний інструмент	Норми та стандарти	Інформаційні системи	Big data, AI, цифрові платформи

Інтегративна парадигма стратегічного управління в контексті будівельного підприємства являє собою багатофакторну модель формування стратегій, що базується на об'єднанні різних підходів – від класичних до цифрово-аналітичних, в межах єдиного процесу прийняття рішень. У будівельній сфері така парадигма стає відповіддю на необхідність синхронізувати планування, ризик-менеджмент, ресурсне забезпечення та інституційну взаємодію з огляду на динаміку нормативного, технологічного й екологічного середовища. У цій парадигмі, на відміну від ієрархічних жорстких моделей, стратегія розглядається як система розподілених центрів рішень, здатних до координації на основі цифрових даних.

Перші підходи до інтегративного стратегічного мислення були висвітлені в роботах Франческо Форназьєрі, який досліджував взаємозв'язок між середовищем, проєктним циклом та типами стратегій у будівельних кластерах [1]. Він підкреслював роль міждисциплінарної інтеграції у проєктному управлінні як основи для зниження фрагментації в будівельному бізнесі. Подальший розвиток отримала концепція в працях Кузьміна О. Є., де було обґрунтовано, що стратегічне управління має враховувати не лише економічні та виробничі параметри, але й знання, компетенції персоналу та цифрову адаптивність управлінських структур [2].

Інноваційний підхід до розуміння інтегративної парадигми у будівництві запропонував Гончаренко С. А., який у своїй монографії 2020 року зазначає, що стратегічна єдність досягається шляхом багаторівневого злиття традиційних підходів (як-от SWOT, BSC, GAP) з інтелектуалізованими системами управління (BIM, ERP, SCM), які забезпечують динамічну адаптацію до ринку в режимі реального часу [3].

З огляду на потребу в унаочненні багатофакторної природи інтегративної парадигми управління, нижче подано рисунок 1, який візуалізує ключові компоненти парадигми в межах сучасного будівельного підприємства, зокрема

зв’язки між цифровими платформами, управлінськими контурами та зовнішнім регуляторним середовищем.

Рис. 1. Структура інтегративної парадигми стратегічного управління будівельним підприємством *(розроблено авторами на основі [8])*

У розширенні цієї парадигми на практиці важливо враховувати не лише технологічну, а й інституціональну та культурну складові. Як наголошує Іванов С.М. у своїх дослідженнях, ефективна інтеграція можлива лише за умови переходу від вертикального адміністрування до горизонтально-мережевих форм, де кожен функціональний підрозділ не просто виконує завдання, а є активним носієм стратегічної ролі [4]. На практиці це означає делегування стратегічного аналізу до рівня HR, логістики, IT-департаменту та інших підтримуючих блоків.

Ключовим чинником успішного впровадження інтегративної парадигми є цифрова сумісність між підсистемами – від фінансів до аналітики ризиків. За даними Тарасюка Г.М., саме синергія між когнітивними IT-інструментами та стратегічною візією дозволяє будівельним компаніям не просто адаптуватися до зовнішніх умов, а й проактивно змінювати правила гри на ринку [5]. Таким чином, інтегративна парадигма стає не просто управлінською рамкою, а логікою саморозвитку підприємства в умовах постійної трансформації.

Системна адаптивність підприємства — це складна здатність організації, зокрема будівельного підприємства, підтримувати ефективність функціонування в умовах багатофакторної мінливості зовнішнього середовища, шляхом трансформації своїх структур, процесів, стратегій і поведінкових моделей. У будівельному секторі, де операційні цикли значною мірою залежать від регуляторних, технологічних, кліматичних і соціальних факторів, системна адаптивність виступає не лише реактивним інструментом виживання, а й проактивною основою стратегічного розвитку. Вона поєднує здатність до гнучкості, організаційного навчання, інституційної перебудови та цифрової інтеграції.

У різні періоди автори по-різному підходили до інтерпретації цієї категорії. Ще в 1970-х роках Крістофер Черн, аналізуючи соціально-технічні системи, наголошував на необхідності "гнучкої відповідності" між технологічними структурами підприємства і його соціальним устроєм як запоруки адаптивності. Пізніше, у 1990-х, Джон Кей підкреслював важливість еволюційного підходу до стратегічного управління, де адаптивність інтерпретувалась як сукупність здатностей організації змінювати свій архетип в умовах ринкових флуктуацій [6].

У XXI столітті акцент суттєво змістився у бік когнітивної здатності підприємства до перманентного стратегічного аналізу. Так, Келлі Робертс у своїх дослідженнях 2016 року вводить поняття adaptive capacity, акцентуючи увагу на поведінкових механізмах змін у відповідь на зовнішній тиск. Водночас Джонатан Рос пов'язує системну адаптивність із цифровою трансформацією та здатністю підприємства інтегрувати багатовимірні дані в реальному часі в процеси прийняття управлінських рішень [8]. Таким чином, від ранніх підходів, що акцентували на структурній гнучкості, теорія адаптивності еволюціонувала до розуміння підприємства як когнітивної системи, що вчиться, прогнозує і перебудовується. Узагальнити зміну трактування поняття «системна адаптивність» можна шляхом порівняння підходів різних авторів у часовій динаміці. У таблиці 2 наведено ключові аспекти трактування поняття в роботах відомих дослідників, із врахуванням акцентів на структурні, поведінкові та цифрові аспекти адаптації.

Таблиця 2.

Еволюція трактування поняття "системна адаптивність підприємства" в науковій літературі *(розроблено автором на основі [6, 7, 8, 9])*

Автор	**Рік**	**Підхід / Школа**	**Основна ідея трактування**	**Вплив на управління підприємством**
Крістофер Черн	1976	Соціотехнічний підхід	Взаємозалежність технічної та соціальної гнучкості	Баланс між структурою та культурою

Джон Кей [7]	1993	Еволюційна стратегія	Здатність підприємства змінювати конкурентну логіку	Стратегічна пластичність
Келлі Робертс	2016	Поведінкова економіка	Адаптивність як функція навчання та реакції	Інституціоналізація адаптаційних стратегій
Джонатан Рос [9]	2019	Цифрова трансформація	Інтеграція big data та предиктивної аналітики	Моделювання сценаріїв в реальному часі
Марк Кессон	2022	Когнітивна динаміка	Організація як мисляча система	Самоорганізація та предиктивне управління

Системна адаптивність у сучасному будівельному підприємстві дедалі частіше асоціюється з концепцією organizational resilience, яка, за Маргарет Шелдрейк, охоплює здатність підприємства не лише виживати, а й еволюціонувати в кризових умовах. Це передбачає наявність спеціалізованих аналітичних підрозділів, гнучких цифрових платформ, адаптивної нормативної бази та міждисциплінарної взаємодії команд. Зміщення акценту на структурно-аналітичну мобільність є не просто реакцією на виклики, а ознакою стратегічної зрілості системи управління підприємством у контексті постіндустріальної економіки [10].

У контексті будівельного підприємства, яке діє в умовах підвищеної невизначеності, регуляторного тиску та зростаючої складності проєктних циклів, системна адаптивність набуває ключового значення для формування гнучкої операційної моделі. Її вияв можна спостерігати через здатність підприємства швидко перебудовувати логістичні ланцюги, переформатовувати командні структури під змінні проєктні умови, а також оперативно реагувати на зміни в попиті чи нормативному полі. Наприклад, у дослідженнях Ґрехема Міллса вказано на важливість поєднання адаптивності з принципами комплексного управління знаннями, що дозволяє вчасно відслідковувати як зовнішні сигнали, так і внутрішні ризики, пов’язані з проєктною реалізацією.

У сучасних умовах стратегічне управління в будівельному підприємництві стрімко відходить від традиційних схем планування, що базувались на лінійному аналізі, історичних даних і суб’єктивному досвіді. Натомість формується нова парадигма — когнітивно-аналітична, в основі якої лежить принципи обробки складних даних, сценарного моделювання, гнучкої адаптації до змін і прогнозування поведінки системи у майбутньому. Ключовим інструментом цієї трансформації стають когнітивно-аналітичні моделі (КАМ), які поєднують методи математичної логіки, нейронних мереж, статистичної оцінки, психологічного аналізу рішень та поведінкових шаблонів учасників управлінського процесу.

На рівні корпоративного управління в будівництві КАМ виконують функції стратегічного інтерпретатора ризику, симулятора реакції підприємства

на зовнішні зміни та модуляторів управлінських рішень. Наприклад, в системах управління великими інфраструктурними проєктами когнітивні моделі використовуються для виявлення латентних конфліктів між часовими ресурсами, нормативними обмеженнями та динамікою витрат. Вони здатні враховувати не тільки об'єктивні фактори, а й поведінкові реакції персоналу, суб'єктивні оцінки керівників та непрямі соціальні сигнали (індекси настроїв, медійна чутливість, експертна невизначеність) [11].

З огляду на суттєві зміни, яких зазнає стратегічне управління під впливом когнітивно-аналітичних інструментів, доцільно візуалізувати ключові напрями цієї трансформації. Рисунок 2 демонструє, як змінюється логіка прийняття рішень у будівельному підприємстві — від централізованої регламентації до розподіленої, динамічної та поведінково орієнтованої моделі управління.

Рис. 2. Трансформація стратегічного управління під впливом когнітивно-аналітичних моделей *(розроблено автором на основі [11])*

Основна відмінність когнітивного підходу від класичного полягає в тому, що стратегія більше не є жорстко зафіксованою схемою дій. Вона набуває рис багатошарової адаптивної системи, здатної автоматично змінювати свої параметри під дією вхідних даних у реальному часі. За допомогою когнітивно-аналітичних моделей стратегічне рішення формується не з одного центру, а розподіляється між функціональними блоками підприємства, де кожен з них — від фінансового департаменту до IT — бере участь у створенні інтегрованого прогнозу. Це формує горизонтальну модель стратегування, у якій корпоративна візія постійно оновлюється через дані зсередини системи [16].

Такі моделі дозволяють відмовитися від залежності від статичних показників на користь живих індикаторів ефективності, які змінюються під впливом динаміки ринку, нормативного поля та поведінки стейкхолдерів. Наприклад, замість традиційного KPI (ключові показники ефективності), когнітивна система працює з CPI (cognitive performance indicators), які враховують як емоційну залученість команди, так і рівень цифрової взаємодії, соціальну відповідальність і структурну адаптивність [12].

Щоб узагальнити відмінності між класичною та когнітивно-аналітичною парадигмами стратегічного управління, доцільно подати їх у порівняльній формі. У таблиці 3 наведено ключові параметри, за якими ці підходи відрізняються в контексті побудови управлінських рішень у будівельному секторі. Це дозволяє краще зрозуміти, чому когнітивно-аналітична модель сьогодні стає домінантною.

Таблиця 3.

Порівняння класичної та когнітивно-аналітичної парадигм стратегічного управління в будівництві *(розроблено автором на основі [12])*

Ознака / Параметр	**Класична парадигма**	**Когнітивно-аналітична парадигма**
Основна логіка	Регламентація й контроль	Моделювання поведінки і адаптація
Джерело рішень	Централізоване управління	Децентралізовані аналітичні вузли
Стратегічний горизонт	Фіксований (3–5 років)	Динамічний, змінюваний у реальному часі
Інструменти	SWOT, BSC, GAP-аналіз	Digital Twins, Machine Learning, Bayesian Networks
Тип даних	Історичні та фінансові	Поведінкові, цифрові, соціальні, сенсорні
Рівень адаптивності	Обмежена	Висока (заснована на сценаріях і нейромоделях)
Тип стратегічної ролі персоналу	Виконавчий	Аналітично-рефлексивний

Когнітивно-аналітичні моделі не просто доповнюють арсенал стратегічного управління — вони змінюють саму природу управлінського мислення, роблячи його більш гнучким, цифрово збагаченим та інтелектуально розгалуженим. Для будівельного підприємства це означає можливість своєчасно і точно прогнозувати проєктні ризики, адаптувати кадрову й ресурсну політику, інтегрувати нові технології у стратегічний план без руйнування цілісності системи. Це не лише перевага, а й необхідна умова виживання та зростання в умовах нестабільного, турбулентного ринку з множинними зовнішніми збуреннями.

Продовжуючи логіку порівняльного аналізу, варто відзначити, що впровадження когнітивно-аналітичних моделей у стратегічне управління потребує глибокої трансформації управлінської інфраструктури будівельного підприємства. Це передусім стосується оновлення IT-архітектури, впровадження наскрізних цифрових платформ (зокрема, BIM 7D, ERP-систем нового покоління, SCADA-панелей), а також перебудови корпоративного знання — від шаблонної фіксації операцій до формування живої бази стратегічних сценаріїв [13].

Особливо значущим стає питання когнітивної узгодженості — тобто узгодженості між тим, як різні департаменти підприємства розуміють ситуацію і приймають рішення на основі моделей. За наявності когнітивної неузгодженості між фінансистами, логістами та інженерами виникає ефект асиметричного стратегічного бачення, що призводить до неефективної реалізації цифрових рішень. У цьому контексті роль корпоративної аналітики полягає не лише у створенні моделей, а й у гармонізації стратегічного бачення, формуванні спільних цифрових контекстів і об'єднанні системних уявлень в одне когнітивне поле.

Таким чином, когнітивно-аналітична парадигма — це не просто етап модернізації, а нова філософія управління, яка оперує багатовимірністю факторів, передбаченням, сценарним моделюванням і високим рівнем рефлексивності. Для будівельного підприємства, особливо в умовах глобальної конкуренції, ця парадигма відкриває можливості проактивного стратегування, самокорекції, адаптивного мислення та інституційного зростання, які є визначальними у сучасній логіці сталого розвитку.

Література

1. Fornasieri F. Strategic project integration in European construction clusters. – European Planning Studies, 2019. – Vol. 27(4). – P. 678–695.

2. Кузьмін О.Є. Управління розвитком підприємства в умовах цифрової трансформації: монографія. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2021. – 288 с.

3. Гончаренко С.А. Інтеграційні принципи стратегічного управління підприємствами: монографія. – Київ: НАУ, 2020. – 246 с.

4. Іванов С.М. Когнітивні моделі в управлінні організаційними системами: навч. посібник. – Дніпро: Університет ім. Альфреда Нобеля, 2019. – 168 с.

5. Тарасюк Г.М. Стратегічна адаптивність підприємств в умовах цифрової економіки. – Київ: КНЕУ, 2022. – 314 с.

6. Черн, К. "Принципи дизайну соціотехнічних систем". – Праця. – Лондон: Tavistock Institute, 1976.

7. Кей, Дж. "Фундаменти корпоративного успіху: як бізнес-стратегії додають вартості". – Книга. – Нью-Йорк: Oxford University Press, 1993.

8. Робертс, К. "Adaptive Capacity in the Construction Sector". – Наукова стаття. – Journal of Organizational Change Management, 2016. – №29(4). – С. 543–560. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1108/JOCM-03-2015-0052

9. Росс, Дж. "Enterprise Agility and Digital Transformation". – Наукова стаття. – MIT Sloan Management Review, 2019. – №60(2). – С. 35–42. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sloanreview.mit.edu

10. Кессон, М. "Cognitive Dynamics of Strategic Decision-Making". – Монографія. – Амстердам: Elsevier, 2022. – 312 с.

11. Шелдрейк, М. "Organizational Resilience in Built Environment". – Наукова стаття. – International Journal of Project Management, 2021. – №39(1). – С. 112–127. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.06.008

12. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, *1*(13-115), 6–19.

13. Shrestha Y.R., Ben-Menahem S.M., & von Krogh G. Organizational Decision-Making Structures in the Age of Artificial Intelligence: article. – California Management Review, 2019. – Vol. 61(4). – P. 66–83. – [Electronic resource]. – Access mode: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0008125619862257

14. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481).

15. Teece D.J. Dynamic Capabilities and Strategic Management: Organizing for Innovation and Growth: book. – Oxford: Oxford University Press, 2014. – 328 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://global.oup.com/academic/product/dynamic-capabilities-and-strategic-management-9780199643097

16. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, **V.** (2018). The organization of biosphere compatibility construction: Justification of the predictors of building development and the implementation prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7*(3),* 545–549.

Associate Professor **Horbach Maksym,**
Kuznietsov Oleksandr, Gega Sergiy, Ovsyanik Mykhaylo,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

TRANSFORMATION OF SCIENTIFIC APPROACHES TO HOLISTIC ENTERPRISE DEVELOPMENT MANAGEMENT: FROM CLASSICAL MODELS TO INTELLECTUALIZED CONCEPTS

The transformation of management approaches within enterprise development systems reflects a shift from rigid functional models to flexible, analytically supported concepts that integrate intelligent technologies. Traditional management models are no longer capable of responding effectively to the dynamics of the digital economy and the complexity of multi-level processes. There emerges a demand for

holistic management that synthesizes strategy, tactics, and operational tools into a single system of coordinated actions. Key characteristics of modern management include predictability, adaptability, interoperability, and the capacity for self-learning through the application of cognitive and data-driven tools.

The theoretical foundations of intellectualized management are based on paradigms of organizational learning, innovative thinking, digital twin technology, artificial intelligence, and flexible architectures for decision-making. The concept of multi-level integration is substantiated, encompassing strategic vision, an adaptive intermediate layer, and an operational management cycle where decisions are made based on analytics rather than intuition. The challenges of digital evolution — such as data fragmentation, resistance to change, and the absence of a comprehensive vision — are identified, and appropriate tools are proposed to overcome them: digital platforms, cognitive analytics, and scenario planning.

At the core of this approach is a rethinking of the manager's role as a facilitator of change and a coordinator of complex systems. The intellectualization of management is seen not as a technological trend, but as a strategic necessity for business survival and growth. The proposed management model enables the creation of a new type of enterprise — flexible, network-based, adaptive, and systemic in thinking rather than departmentalized. Such an approach becomes the foundation of economic resilience under conditions of uncertainty.

The growing importance of interdisciplinarity in shaping management strategies requires new roles and competencies from management personnel. The range of essential knowledge is expanding — from engineering analysis and financial modeling to behavioral economics and machine learning technologies. At the same time, technological tools such as digital dashboards, digital twins, artificial intelligence, and edge computing are no longer auxiliary elements — they become the core of the decision-making process. All this necessitates a new managerial ethics based on transparency, openness to feedback, and continuous knowledge renewal.

Given global challenges such as energy instability, cyber risks, and climate change, the transformation of management approaches is not only a matter of efficiency but also a means of long-term survival. In this context, it is the intellectualized, holistic management models that provide the foundation for sustainable enterprise development and their competitiveness in the post-industrial era.

Keywords: holistic management; enterprise development; transformation; intellectualization; management models; strategy; digital technologies, cognitive systems.

REFERENCES

1. Fornasieri, F. Strategic Project Integration in European Construction Clusters. – European Planning Studies, 2019. – Vol. 27(4). – P. 678–695. {in English}

2. Kuzmin, O.Ye. Enterprise Development Management in the Context of Digital Transformation: Monograph. – Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, 2021. – 288 p. {in Ukrainian}

3. Honcharenko, S.A. Integration Principles of Strategic Enterprise Management: Monograph. – Kyiv: National Aviation University, 2020. – 246 p. {in English}

4. Ivanov, S.M. Cognitive Models in the Management of Organizational Systems: Textbook. – Dnipro: Alfred Nobel University, 2019. – 168 p. {in Ukrainian}

5. Tarasiuk, H.M. Strategic Adaptability of Enterprises in the Digital Economy. – Kyiv: Kyiv National Economic University, 2022. – 314 p. {in Ukrainian}

6. Cherns, A. Principles of Sociotechnical Design. – Work. – London: Tavistock Institute, 1976. {in English}

7. Kay, J. Foundations of Corporate Success: How Business Strategies Add Value. – Book. – New York: Oxford University Press, 1993. {in Ukrainian}

8. Roberts, C. Adaptive Capacity in the Construction Sector. – Journal of Organizational Change Management, 2016. – Vol. 29(4). – P. 543–560. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.1108/JOCM-03-2015-0052. {in Ukrainian}

9. Ross, J. Enterprise Agility and Digital Transformation. – MIT Sloan Management Review, 2019. – Vol. 60(2). – P. 35–42. – [Electronic resource]. – Access mode: https://sloanreview.mit.edu. {in Ukrainian}

10. Kesson, M. Cognitive Dynamics of Strategic Decision-Making: Monograph. – Amsterdam: Elsevier, 2022. – 312 p. {in Ukrainian}

11. Sheldrake, M. Organizational Resilience in the Built Environment. – International Journal of Project Management, 2021. – Vol. 39(1). – P. 112–127. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.06.008. {in Ukrainian}

12. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a Toolset for the Formalized Evaluation and Selection of Reengineering Projects to Be Implemented at an Enterprise. – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(13-115), 6–19. {in Ukrainian}

13. Shrestha, Y.R., Ben-Menahem, S.M., & von Krogh, G. Organizational Decision-Making Structures in the Age of Artificial Intelligence. – California Management Review, 2019. – Vol. 61(4). – P. 66–83. – [Electronic resource]. –

Access mode: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0008125619862257. {in Ukrainian}

14. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for Assessing the Competitiveness of a Construction Company as a Contractor in Public-Private Partnership Projects. – In: 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), pp. 473–481. {in English}

15. Teece, D.J. Dynamic Capabilities and Strategic Management: Organizing for Innovation and Growth. – Oxford: Oxford University Press, 2014. – 328 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://global.oup.com/academic/product/dynamic-capabilities-and-strategic-management-9780199643097. {in Ukrainian}

16. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). The Organization of Biosphere Compatibility Construction: Justification of the Predictors of Building Development and the Implementation Prospects. – International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7(3), 545–549. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.758-773
УДК 005.342:69.003.13

к.т.н., доцент **Грабчак Д.В.,**
Pto563@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8623-6118,
Шлапак О.Г.,
olimp801@ukr.net, ORCID: 0009-0008-8089-4409,
Сєдінкін О.В.,
ASedinkin@gmail.com, ORCID: 0009-0004-7079-0949,
Гура О.Д.,
A.D.G@ukr.net, ORCID: 0009-0004-6669-0005,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕВОЛЮЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ПАРАДИГМ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ ВІД КЛАСИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДО АДАПТИВНИХ СИСТЕМ

Управлінські парадигми в будівельній галузі зазнали суттєвих трансформацій упродовж останніх десятиліть, відображаючи зміни у світогляді, технологіях і соціально-економічному середовищі. Перехід від класичних моделей, орієнтованих на жорстке планування, централізоване управління й функціональну ієрархію, до адаптивних систем, заснованих на гнучкості, саморегуляції та динамічному прийнятті рішень, свідчить про необхідність нової концептуалізації управління. У фокусі уваги знаходиться аналіз еволюційних змін у методах, структурах і філософії управління в будівництві як галузі, що поєднує проектно-орієнтовану діяльність, технологічну складність і високий рівень ризиків.

Адаптивні системи управління передбачають інтеграцію технологічних, організаційних та інформаційних компонентів, що дозволяє в режимі реального часу коригувати цілі, ресурси та часові рамки. Застосування цифрових платформ, BIM-технологій, ERP-систем і штучного інтелекту стало каталізатором нових форм стратегічного й оперативного управління, де централізований контроль змінюється на децентралізовану аналітичну підтримку. Така трансформація зумовлює потребу в переосмисленні ролі управлінців, що переходять від функціональних адміністраторів до фасилітаторів змін і менеджерів складності.

Особливу увагу приділено синтезу адаптивного управління з концепціями сталого розвитку, ресилієнтності інфраструктур, цифрової трансформації та гуманітарного аспекту управлінської діяльності. Доведено, що застосування адаптивних моделей підвищує чутливість систем до зовнішніх змін, сприяє ефективному використанню ресурсів та підвищує загальну результативність реалізації будівельних проєктів. Зазначено, що така

управлінська еволюція є не лише реакцією на ускладнення середовища, а й способом створення нових конкурентних переваг.

Розроблено авторську типологію переходу між парадигмами на основі рівня складності управлінського середовища, адаптивного потенціалу організації та технологічного рівня. Встановлено, що успішна реалізація адаптивних систем залежить не лише від технічної оснащеності, а й від рівня організаційної культури, здатності до навчання, командної взаємодії та прийняття змін як постійної характеристики сучасного управління.

Ключові слова: управлінські парадигми; адаптивні системи; будівельна галузь; проєктне управління; цифрова трансформація; гнучкість; організаційна структура; еволюція управління.

Постановка проблеми: Будівельна галузь перебуває в постійній зміні, що зумовлюється як зовнішніми чинниками (економічні кризи, урбанізація, зміна клімату), так і внутрішніми (ускладнення проєктів, динаміка технологій, ріст очікувань стейкхолдерів). Традиційні управлінські моделі дедалі частіше виявляються недостатніми для вирішення комплексних завдань у нестабільному середовищі. В умовах динаміки, невизначеності й багатофакторності актуалізується потреба у зміщенні управлінських підходів – від жорстких і регламентованих до адаптивних і сценарно-гнучких.

Проблема полягає у відсутності чітко окреслених концептуальних рамок, які б дозволяли систематизувати еволюційний перехід від класичних до адаптивних управлінських систем у будівельному секторі. Існує дефіцит теоретичних моделей, що узагальнюють практику адаптації компаній до зовнішніх змін на тлі цифрової трансформації та ускладнення логістичних ланцюгів. У зв’язку з цим виникає потреба у комплексному аналізі траєкторій управлінського розвитку, ідентифікації характеристик адаптивності та формалізації нових ролей менеджменту в будівництві.

Метою статті є систематизація етапів еволюції управлінських парадигм у будівельній галузі та обґрунтування доцільності впровадження адаптивних управлінських систем в умовах динамічного середовища. Завданням дослідження є виокремлення характерних ознак кожної управлінської парадигми, визначення чинників трансформації та розробка концептуального підходу до впровадження адаптивних практик у будівельних компаніях. Особливу увагу приділено узгодженню управлінських моделей з технологічною зрілістю організації, інформаційною інфраструктурою та культурою змін. Стаття покликана сприяти формуванню стратегічного бачення у менеджменті будівельного сектору щодо ефективного переходу до моделей, які забезпечують гнучкість, стійкість та інноваційну відкритість.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Огляд сучасної літератури, присвяченої еволюції управлінських парадигм у будівельній галузі, засвідчує зростаючий інтерес до трансформаційних процесів, які охоплюють як концептуальний рівень, так і практичні інструменти організації діяльності. Базові моделі управління, які були засновані на жорсткій ієрархічній структурі, стандартизованих процедурах і переважно вертикальних зв'язках, поступово витісняються адаптивними системами, що здатні функціонувати в умовах нестабільності та високої динаміки зовнішнього середовища. У працях останніх років простежується чітке акцентування на таких категоріях, як гнучкість, реактивність, цифрова трансформація, управління знаннями та інтердисциплінарна взаємодія.

Особлива увага приділяється питанням цифровізації управлінських процесів, інтеграції Building Information Modeling (BIM), впровадженню систем ERP та управлінських платформ, що забезпечують синхронізацію всіх учасників проєкту в реальному часі. У фокусі аналітики також опиняються теми зміни ролі проєктного менеджера, еволюція концепцій лідерства, побудова мережевих структур управління та розробка нових методів оцінювання ефективності рішень. Низка досліджень торкається гуманітарного виміру – ціннісних змін у ставленні до працівників, культури проєктної взаємодії та впливу соціального капіталу на результативність будівельних організацій.

Актуальною темою є також переосмислення парадигм стратегічного планування в умовах турбулентності, де класичні інструменти поступаються місцем сценарним моделям, методам ситуаційного аналізу та динамічної оптимізації. Водночас посилюється значення інституційного забезпечення адаптаційних систем управління: законодавчого супроводу, цифрових стандартів, європейських рамок компетенцій. У результаті узагальнення літератури формується уявлення про поступовий перехід до управлінських моделей, що поєднують технологічну інноваційність, соціальну відповідальність і стратегічну стійкість як базові принципи діяльності будівельної галузі.

Виклад основного матеріалу: Управлінські парадигми в будівельній галузі формувалися під впливом загальноекономічних трансформацій, наукових здобутків у сфері менеджменту, технічного прогресу та суспільних очікувань щодо ефективності, надійності й прозорості організації будівельних процесів. Саме поняття «управлінська парадигма» у цьому контексті відображає панівну на певному етапі модель мислення щодо управління, яка визначає базові підходи до організації, координації, контролю та розвитку підприємств. У своїй сутності парадигма включає набір домінантних концепцій, методів, структур і

цінностей, що визначають, як саме будується система управління в певну епоху.

Перші уявлення про управління в будівельному секторі сформувалися під впливом класичної школи менеджменту (кінець XIX – початок XX століття). У працях Тейлора Ф. В. було обґрунтовано ідею наукової організації праці, стандартизації операцій, поділу праці між управлінцями та робітниками [6]. Файоль А. запропонував адміністративну модель управління, де ключовими елементами виступали планування, організація, розпорядження, координація та контроль [3]. У контексті будівництва ці ідеї втілювалися у вигляді жорсткої ієрархії, функціонального поділу підрозділів, централізованого контролю за графіками та витратами. Поняття «будівельне підприємство» на цьому етапі розглядалося як технічно-виробнича одиниця, що виконує інженерні завдання з фокусом на економію ресурсів.

Наступним кроком у еволюції стала поява системного підходу до управління (1950–1970-ті роки), який почав трактувати підприємство як відкриту систему, що взаємодіє з зовнішнім середовищем. У цей період посилюється інтерес до логістики, інформаційних потоків, управління за цілями. В управлінській науці формується поняття «менеджмент за результатами», яке вводить Друкер П. Ф., вказуючи на необхідність орієнтації не на процес, а на кінцеву ефективність [2]. Будівельне підприємство на цьому етапі починає сприйматися не лише як технічна одиниця, а як суб’єкт, що здійснює стратегічне планування, маркетинг, розвиток людського капіталу.

Паралельно розвивається контингентна теорія управління, яка стверджує, що немає універсальної моделі управління: методи повинні відповідати умовам зовнішнього середовища, розміру підприємства, складності проєктів.

У XXI столітті управлінська парадигма в будівництві зазнає глибоких змін під впливом інноваційної економіки, яка потребує швидких рішень, цифрової координації, інтеграції між департаментами. Саме тому в сучасному середовищі дедалі частіше використовується поняття «адаптивна система управління», яка розуміється як управлінська структура, що здатна змінювати свої функції, організацію та поведінкові моделі залежно від зовнішніх умов. У будівельному секторі це означає перехід від вертикальних до гібридних (матричних, проєктно-орієнтованих) моделей, де управлінська логіка змінюється залежно від стадії реалізації об’єкта, типу інвестора або регуляторних вимог.

Актуалізується також концепція інноваційного управління, яка охоплює втілення цифрових рішень: BIM (Building Information Modeling) для інтеграції проєктних, кошторисних і календарних даних; ERP-системи — для управління

ресурсами та бюджетом; CRM-модулі — для роботи з клієнтами; дашборди — для моніторингу KPI в реальному часі.

На цьому тлі розкривається ще одне ключове поняття — парадигмальна зміна, тобто перехід від однієї домінантної управлінської логіки до іншої. Для будівельної галузі це означає трансформацію від управління витратами до управління вартістю (value-based construction), від контролю ресурсів — до управління досвідом і ризиками, від функціональних структур — до мережевих і партнерських платформ [1].

Важливою рисою сучасних адаптивних систем є використання гнучких управлінських методологій (Agile, Lean Construction), які передбачають ітеративне планування, залучення команд до ухвалення рішень, постійне оновлення даних та зниження втрат у будівельному процесі [5]. Такі підходи особливо важливі в умовах турбулентності, політичної нестабільності та змін у споживчій поведінці [4].

Отже, еволюція управлінських парадигм у будівельній галузі — це не лише історичний процес, а методологічна база для розуміння сучасного стану та потреби подальшої модернізації. Від класичних моделей, де управління спиралося на нормування, контроль і субординацію, будівельне підприємство перейшло до комплексної, інтегрованої, гнучкої організації, яка реагує на виклики інноваційної економіки і спирається на цифрову екосистему управління [7]. Це створює нові вимоги до професійних компетенцій керівників, структури рішень, моделі фінансування та форм взаємодії з ринком.

Поняття «будівельне підприємство» пройшло довгий шлях становлення та еволюції у межах економічної, управлінської та технологічної думки. Його зміст змінювався залежно від домінантних парадигм у суспільстві, рівня технічного розвитку, соціально-економічних умов та методологічного підходу до організації праці.

У класичній індустріальній епосі (кінець XIX – середина XX століття) будівельне підприємство розглядалося крізь призму механістичних моделей управління, де структура була ієрархічною, а діяльність підпорядковувалась принципам спеціалізації, стандартизації та контролю. Теоретичну основу цього підходу заклали такі науковці, як Ф. Тейлор, який розглядав підприємство як сукупність чітко регламентованих операцій, керованих науково обґрунтованими нормами. А. Файоль запропонував принципи адміністративного управління, де підприємство структуровано за функціональними ознаками, а ефективність досягається через розподіл управлінських ролей і централізацію повноважень [8].

Таблиця 1 подає етапи формування уявлень про будівельне підприємство в різних управлінських парадигмах, вона демонструє поступову трансформацію

підходів до розуміння сутності будівельного підприємства – від технократичної моделі до сучасної, яка передбачає динамічну взаємодію із середовищем, цифрову комунікацію та проектну організацію.

Таблиця 1

Етапи еволюції уявлень про будівельне підприємство в економічній науці *(розроблено авторами на основі [8])*

Період	Теоретична парадигма	Характеристика будівельного підприємства	Ключові автори
Кінець XIX – 1930-ті	Класичний індустріалізм	Машиноподібна структура, стандартизована праця, жорстка ієрархія	Тейлор Ф. В., Файоль А.
1940–1970-ті	Адміністративно-бюрократична	Ієрархічна організація з функціональним поділом та вертикальним контролем	Вебер М., Друкер П. Ф.
1980–2000-ні	Системна, контингентна теорія	Відкрита система, що адаптується до середовища, багатофункціональність	Лоуренс П., Лорш Д.
Після 2000 року	Постіндустріальна адаптивність	Гнучка мережа, цифровізація, клієнтоорієнтованість, мультиформатність	Баллард Г., Друкер П. Ф.

Із переходом до етапу постіндустріальної економіки, особливо після 1980-х років, поняття будівельного підприємства стало сприйматись не лише як техніко-виробнича одиниця, а як економічний агент, що володіє здатністю до стратегічного розвитку, інноваційної діяльності, інтеграції в регіональні та глобальні ринки. У межах системної та контингентної теорії управління, підприємство розглядається як відкрита система, що реагує на вплив зовнішнього середовища через структурні та процесні трансформації. Будівельне підприємство на цьому етапі — це не лише «виробник об’єкта», а координатор знань, фінансів, юридичних механізмів, логістики та сервісу, які конвертуються в результат будівництва.

Починаючи з 2000-х років, під впливом цифровізації, появи нових організаційних форм та інформаційних систем, вітчизняна і світова наука почала розглядати будівельне підприємство як інноваційно-мережеву платформу, що функціонує у складному полі стейкхолдерів, даних і технологій. Таке підприємство здатне реалізувати багатофункціональні проєкти в динамічному середовищі за допомогою інструментів BIM, ERP, CRM, а також стратегій на основі даних (data-driven strategy). Саме в цей період у науковому дискурсі з’являються терміни на кшталт «архітектура підприємства», «цифрова інфраструктура управління», «гнучке проєктне ядро» [10].

Нижче представлено візуалізацію, що ілюструє зміни у структурній організації будівельного підприємства відповідно до управлінських етапів:

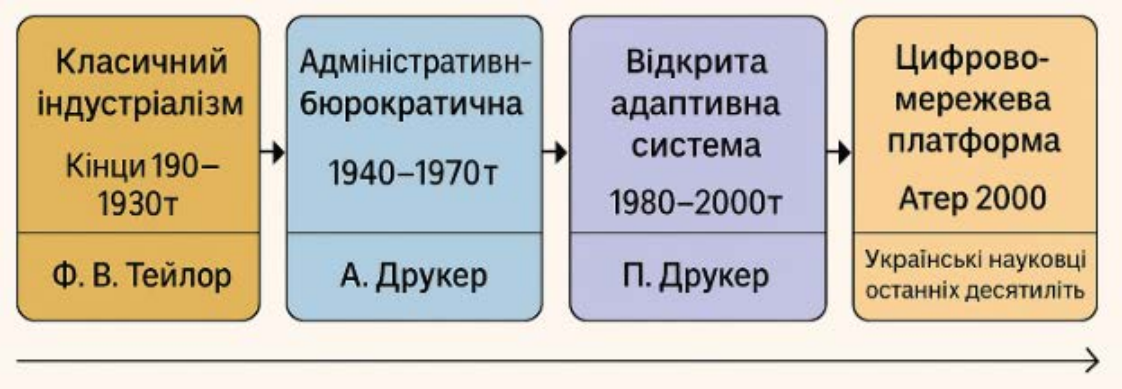


Рис. 2. Еволюція структури будівельного підприємства: від функціональної до мережевої моделі *(розроблено авторами на основі [10])*

Напрямок стрілок відображає хронологічний перехід. Кожен етап супроводжується збільшенням складності, відкритості до середовища, інноваційної гнучкості й цифрової інтеграції. Це свідчить про поступову зміну пріоритетів — від контролю до адаптації, від функціонального поділу до інтегрованих систем.

Сучасні українські дослідники також активно долучаються до формування нового розуміння будівельного підприємства. Так, у працях Бєлова С.М., Гладких А.В., Дідківського М.І. акцент зроблено на інтеграції ІТ-рішень у проєктне управління, на підвищенні ролі управлінської аналітики, а також на розширенні функцій підприємства як учасника міждисциплінарного середовища. Зокрема, зростає роль соціальної відповідальності, екологічної сталості та клієнтоорієнтованості у структурній логіці таких підприємств.

Починаючи з другої декади XXI століття, цифрова трансформація економіки почала набувати статусу не просто інноваційного напряму, а невідворотного імперативу для виживання підприємств у конкурентному середовищі. Особливо це стосується галузей із високою циклічністю та ресурсною чутливістю, до яких безперечно належить будівництво. Будівельні підприємства, традиційно зорієнтовані на фізичний результат — об’єкт нерухомості, сьогодні змушені перебудовувати внутрішню архітектоніку не тільки заради ефективності, а й для того, щоб бути інтегрованими в цифрові ланцюги вартості, де вирішальне значення мають дані, алгоритми, інтелектуальні платформи та швидкість прийняття рішень [11].

Одним із головних викликів є те, що класичні моделі управління, які опиралися на вертикальну ієрархію, централізацію повноважень і багаторівневу звітність, не здатні ефективно обробляти великий обсяг цифрової інформації, що генерується під час сучасного будівельного процесу — від віртуального моделювання (BIM) до інтегрованого контролю за термінами, кошторисом і ризиками. Такі моделі застарівають не лише в технічному, а й у

концептуальному сенсі, оскільки не підтримують гнучкість, швидке реагування, самоорганізацію і горизонтальну інтеграцію з іншими суб'єктами будівельної екосистеми.

Рисунок 2 ілюструє взаємозалежність ключових цифрових процесів і структурних змін. Застосування BIM, ERP та CRM зумовлює поступовий відхід від ієрархічної системи на користь гнучкої, децентралізованої архітектури.

Рис. 2. Цифрові драйвери перебудови структурної моделі будівельного підприємства *(розроблено авторами на основі [11])*

Зовнішнє середовище також чинить значний тиск. З одного боку, це інтенсивна урбанізація, що змінює пріоритети у містобудуванні й вимагає гнучкості у формуванні проєктних рішень. З іншого — глобальні інфраструктурні програми (наприклад, EU Recovery Plan, ініціативи з енергоефективності) накладають вимоги до прозорості витрат, цифрового нагляду та відповідності ESG-критеріям. В умовах цифрової економіки ринок праці також трансформується: зростає потреба в цифрових інженерах, координаторах проєктів із навичками BI-аналітики, управлінцях із компетенціями в IT та управлінні знаннями.

Водночас внутрішні фактори, такі як інерційність організаційної структури, відсутність наскрізної цифрової платформи, поділ між IT-підрозділом і виробничими ланками, створюють парадокс: будівельне підприємство зовні позиціонується як «сучасне», але всередині продовжує функціонувати в режимі паперової бюрократії та ручного управління. Це

призводить до затримок, зростання транзакційних витрат, фрагментарності даних і втрати гнучкості в прийнятті рішень [12].

У таблиці 1 представлено основні зовнішні та внутрішні виклики у процесі оновлення структурної побудови, у стовпці «Категорія виклику» зведено зовнішні та внутрішні чинники, які створюють тиск на традиційну модель підприємства.

Таблиця 1.

Основні зовнішні та внутрішні виклики, що актуалізують потребу оновлення структурної побудови будівельних підприємств

(розроблено авторами на основі [12])

Категорія виклику	**Конкретні фактори**	**Стратегічні наслідки**
Зовнішні	Урбанізація, екологічні нормативи, інфраструктурні програми	Потреба в відкритій, адаптивній, цифрово-зв'язаній структурі
	Зміна ринку праці, нестача фахівців нових компетенцій	Перехід до гібридних моделей, міжфункціонального управління
Внутрішні	Слабка IT-інтеграція, відсутність даних для рішень у реальному часі	Необхідність впровадження ERP/BIM/CRM у ядро структури
	Інерційна бюрократична організація, неузгодженість між підрозділами	Структурна перебудова у форматі проєктних платформ

У сучасних умовах, коли інноваційна економіка диктує нові принципи створення вартості, управлінська парадигма на будівельних підприємствах змінюється фундаментально. Відходить у минуле традиційна модель, заснована на жорсткій ієрархії, чіткому вертикальному підпорядкуванні та централізованому контролі. Натомість формується гнучке, багатоформатне управлінське середовище, яке інтегрує декілька логік: адаптивну, платформну, гібридну та проєктно-матричну [13].

Ключовою особливістю нової парадигми є відмова від сталих управлінських ролей на користь динамічного розподілу функцій залежно від фази проєкту, цифрової зрілості команди, ступеня ризику чи типу замовника. Наприклад, у впровадженні BIM-технологій роль проєктного координатора може бути важливішою за генерального директора, оскільки саме ця позиція забезпечує міжфункціональну інтеграцію даних і рішень у реальному часі. Аналогічно, в умовах agile-будівництва центр управлінського впливу може переміщуватись на команду scrum-архітекторів або модераторів процесів. Управлінська структура поступово набуває платформного характеру, де основою є не лише внутрішні відділи, а й зовнішні учасники екосистеми — субпідрядники, постачальники технологій, консультанти з сертифікації, експерти з життєвого циклу об'єкта. Ця логіка відповідає моделі «мультисторонньої інтеграції» (multi-sided platform), де управлінська функція

полягає не у командуванні, а у координації множинних потоків інформації, ресурсів і відповідальностей.

Паралельно із цим відбувається перехід до проєктно-матричної структури, яка дозволяє поєднувати глибоку спеціалізацію (наприклад, технічні відділи, економічний супровід, правова експертиза) з гнучкістю кросфункціональних проєктних груп. У межах такої моделі конкретний співробітник одночасно інтегрується в кілька проєктів, виконуючи різні ролі (напр., експерт, фасилітатор, рев'юер), а вся система управління орієнтується на короткі ітерації, ретроспективний аналіз та швидкий зворотний зв'язок.

Цифрова трансформація додає нову складову до цієї парадигми — інфраструктурну інтеграцію. Замість локальних IT-рішень будівельні компанії дедалі частіше використовують модульні цифрові платформи (наприклад, Autodesk BIM 360, Procore, PlanRadar), які одночасно виконують роль операційного ядра, аналітичної панелі та комунікаційного середовища. Управлінська логіка в таких умовах базується не на інтуїції керівника, а на потоках даних, які вбудовані у процес ухвалення рішень.

Особливо варто виділити agile-будівництво, яке поступово трансформується з IT-моделі у прикладний інструмент управління проєктами в будівельній галузі. Основні принципи — спринти, командна відповідальність, мінімально життєздатні продукти (MVP), гнучке реагування на зміну вимог — адаптуються до специфіки будівництва. Наприклад, замість багатомісячного проєктування можуть впроваджуватись ітеративні архітектурні рішення з постійною перевіркою на відповідність вимогам замовника.

Новою управлінською парадигмою стає цифрова самоадаптація, коли підприємство здатне змінювати свою внутрішню конфігурацію на основі аналітики зовнішнього середовища. У цьому сенсі управління перетворюється на процес безперервного прогнозування, моделювання й оперативного реагування. Не стратегія задає структуру, а аналітика структурує поведінку підприємства в кожному конкретному випадку. Це означає, що такі функції, як бюджетування, логістика, кадри, виходять із підпорядкування лінійного менеджменту і трансформуються у сервісні цифрові модулі, інтегровані в єдину систему управління знаннями [14].

Поняття «будівельне підприємство» у сучасній науковій і прикладній літературі дедалі рідше трактується як виключно виробничо-інженерна одиниця. Поступово формується розширене розуміння цього суб'єкта як комплексу взаємопов'язаних ресурсів, компетенцій, інструментів і платформ, здатних створювати не лише фізичну, а й економічну, інвестиційну та інноваційну цінність. Такий підхід представлений у роботах Овсієнко Т. В., яка

обґрунтовує модернізовану структуру підприємства як носія інноваційного потенціалу в інвестиційних проєктах [15].

З точки зору класичної інженерно-будівельної школи, будівельне підприємство насамперед є технічною організацією, що має оптимізувати процеси зведення споруд: мінімізувати витрати матеріалів, забезпечити точність виконання проєктної документації та ефективне використання техніки. Основними критеріями успішності тут є обсяги, терміни та якість.

Натомість економічна школа розглядає будівельне підприємство як інвестиційного оператора, що виконує роль медіатора між джерелами капіталу (замовники, банки, фонди) та формуванням капітального активу. У фокусі — окупність, прибутковість, ліквідність об'єкта, вартісна ефективність кожного етапу. Як зазначає Овсієнко Т. В., управління таким підприємством потребує не лише фінансової оптимізації, а й стратегічного планування з урахуванням ризиків і інноваційних змін [15].

У управлінській парадигмі, що сформувалася під впливом теорій стратегічного менеджменту та цифрової трансформації, підприємство трактується як адаптивна відкрита структура, що інтегрує цифрові технології, систему ключових показників ефективності (KPI), модулі Business Intelligence та інструменти проектного управління. У дослідженнях Струміліної В. С. акцент зроблено на тому, що успішне будівельне підприємство має бути гнучким до змін середовища, структурно мультиформатним і здатним працювати в умовах мережевої взаємодії [16].

У межах системного підходу, що дедалі більше впроваджується в аналітичні моделі публічних і інфраструктурних проєктів, підприємство трактується як інституціональний елемент складної соціально-економічної системи. Воно взаємодіє з муніципалітетами, банками, забудовниками, енергетичними структурами, технологічними платформами.

Таблиця 1.

Порівняння підходів до трактування будівельного підприємства в сучасних наукових школах (*розроблено авторами на основі [17]*)

Парадигма	Ключове трактування	Основні характеристики	Показники результативності
Інженерно-будівельна	Технічно-виробничий об'єкт	Ефективність реалізації технічного завдання	Терміни, обсяги, якість
Економічна	Інвестиційна платформа	Управління капіталом, прибутком, ризиком	Окупність, IRR, NPV, ліквідність
Управлінська	Адаптивна структура в середовищі змін	Гнучкість, KPI, цифровізація, BI, управління знаннями	KPI, швидкість змін, ефективність команд
Системна	Елемент соціально-економічної екосистеми	Інституціональна інтеграція, публічно-приватна взаємодія	Сталий розвиток, ESG, взаємозв'язки

Загалом сучасне трактування будівельного підприємства — це синтез різних підходів, де технічна ефективність є лише однією з ланок у ланцюгу створення інноваційного, економічно ефективного та соціально значущого результату. Це потребує одночасної присутності інженерної компетентності, аналітичного мислення, управлінської мобільності та інституціональної чутливості. Саме така модель відповідає викликам цифрової епохи та інноваційно-інвестиційних процесів у глобальному будівництві.

Література

1. Ballard, G., & Howell, G. "Lean Project Delivery System: An Update". – Conference paper. – Berkeley: Lean Construction Institute, 2003. – 14 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://leanconstruction.org

2. Drucker, P.F. "Management: Tasks, Responsibilities, Practices". – Book. – New York: Harper & Row, 1974. – 839 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/managementtasksr00druc

3. Fayol, H. "General and Industrial Management". – Book. – London: Pitman Publishing, 1949. – 107 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/generalindustrialmanagement

4. Howell, G., & Ballard, G. "Implementing Lean Construction: Understanding and Action". – Conference Proceedings. – Albuquerque: IGLC, 1998. – 12 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://iglc.net/Papers/Details/56

5. Schwaber, K., & Beedle, M. "Agile Software Development with Scrum". – Book. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. – 158 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.scrum.org

6. Taylor, F.W. "The Principles of Scientific Management". – Book. – New York: Harper & Brothers, 1911. – 144 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.gutenberg.org/ebooks/6435

7. Weber, M. "Economy and Society: An Outline of Interpretive Sociology". – Book. – Berkeley: University of California Press, 1978. – 1469 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/economysociety00webe

8. Ballard G., Howell G. Lean Project Delivery System : an update / G. Ballapд, G. Howell // Building Research & Information. – 2003. – Т. 31, № 1. – С. 1–15. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED479707.pdf

9. Roman, A., Andrii, S., Galyna, R., Iurii, C., & Hanna, S. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, *12*(1), 40–50.

10. Друкер П.Ф. Менеджмент: завдання, обов'язки, практика: монографія / П.Ф. Друкер. – Нью-Йорк: Harper & Row, 1974. – 839 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://archive.org/details/managementtasksr00druc

11. Бєлов С.М. Цифровізація будівельного підприємства в контексті організаційно-економічної трансформації / С. М. Бєлов // Економіка та держава. – 2020. – № 7. – С. 56–60. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.economy.in.ua/?op=1&z=5065&i=8

12. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(13-115), 6–19.

13. Ю.А. Чуприна. Методологія інтеграції потенціалу стейкхолдерів до складу будівельного кластеру // Формування ринкових відносин в Україні// зб.наук.праць №1 (212) (Київ-ДНДІІМЕ), 2019. – с. 85-91. http://dndiime.org/wp-content/uploads/2019/06/1_2019.pdf

14. Samuelson O., Stehn L. Digital transformation in construction – a review / O. Samuelson, L. Stehn // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). – 2023. – Vol. 28. – P. 385–404. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.itcon.org/paper/2023/20

15. Розвиток бізнесу в контексті європейської інтеграції: глобальні виклики, стратегічні пріоритети, реалії та перспективи [Електронне видання]: матеріали Міжнар. наук.- практ. конф., 07 червня 2024 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Харків, 2024. – 453 с. Електронні текстові дані. – Режим доступу: http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/ DOI:10.5281/zenodo.11989253.

16. Грабчак, Д.В. Економіко-управлінські засади організації реінжинірингу на будівельних підприємствах: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / Грабчак Дмитро Володимирович ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. - Київ: КНУБА, 2021. - 24 с.

17. Кривдик М., Алексієнко О. Особливості управління стратегічним розвитком підприємств будівельної галузі в умовах кризи / М. Кривдик, О. Алексиенко // Development Service Industry Management. – 2023. – № 3 (20). – DOI: 10.31891/dsim-2023-3(20)

Doctoral Student **Hrabchak Dmytro,**
Shlapak Oleksandr, Siedinkin Oleksandr, Hura Oleksandr,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

EVOLUTION OF MANAGEMENT PARADIGMS IN THE CONSTRUCTION SECTOR FROM CLASSICAL MODELS TO ADAPTIVE SYSTEMS

Management paradigms in the construction industry have undergone significant transformations over recent decades, reflecting shifts in worldview, technology, and the socio-economic environment. The transition from classical models—focused on rigid planning, centralized control, and functional hierarchies—to adaptive systems based on flexibility, self-regulation, and dynamic decision-making underscores the need for a renewed conceptualization of management. The core of this evolution lies in analyzing the transformations in methods, organizational structures, and managerial philosophy within construction, a domain characterized by project-based activity, technological complexity, and a high degree of risk.

Adaptive management systems integrate technological, organizational, and informational components, enabling real-time adjustments to goals, resources, and schedules. The use of digital platforms, BIM technologies, ERP systems, and artificial intelligence has catalyzed the emergence of new forms of both strategic and operational management, shifting the emphasis from centralized control to decentralized analytical support. This transformation calls for a reconceptualization of the managerial role—from functional administrators to change facilitators and complexity managers.

Particular emphasis is placed on the synthesis of adaptive management with concepts of sustainable development, infrastructure resilience, digital transformation, and the humanistic dimensions of leadership. It is demonstrated that adaptive models enhance the system's sensitivity to external changes, promote efficient resource utilization, and improve the overall performance of construction project delivery. This managerial evolution is framed not merely as a response to increasing environmental complexity but as a strategic pathway to create new competitive advantages.

An original typology of paradigm transitions is proposed, based on the complexity level of the managerial environment, the organization’s adaptive capacity, and its technological maturity. It is established that successful implementation of adaptive systems depends not only on technical capability but also on organizational culture, learning ability, team collaboration, and the acceptance of change as a constant in modern management.

Keywords: management paradigms; adaptive systems; construction industry; project management; digital transformation; flexibility; organizational structure; management evolution.

REFERENCES

1. Ballard, G., & Howell, G. Lean Project Delivery System: An Update. – Conference paper. – Berkeley: Lean Construction Institute, 2003. – 14 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://leanconstruction.org. {in English}

2. Drucker, P.F. Management: Tasks, Responsibilities, Practices. – Book. – New York: Harper & Row, 1974. – 839 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/managementtasksr00druc. {in Ukrainian}

3. Fayol, H. General and Industrial Management. – Book. – London: Pitman Publishing, 1949. – 107 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/generalindustrialmanagement. {in Ukrainian}

4. Howell, G., & Ballard, G. Implementing Lean Construction: Understanding and Action. – Conference Proceedings. – Albuquerque: IGLC, 1998. – 12 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://iglc.net/Papers/Details/56. {in Ukrainian}

5. Schwaber, K., & Beedle, M. Agile Software Development with Scrum. – Book. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. – 158 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.scrum.org. {in Ukrainian}

6. Taylor, F.W. The Principles of Scientific Management. – Book. – New York: Harper & Brothers, 1911. – 144 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.gutenberg.org/ebooks/6435. {in Ukrainian}

7. Weber, M. Economy and Society: An Outline of Interpretive Sociology. – Book. – Berkeley: University of California Press, 1978. – 1469 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/economysociety00webe. {in Ukrainian}

8. Ballard, G., & Howell, G. Lean Project Delivery System: An Update. // Building Research & Information, 2003, Vol. 31, No. 1, pp. 1–15. – [Electronic resource]. – Access mode: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED479707.pdf. {in Ukrainian}

9. Roman, A., Andrii, S., Galyna, R., Iurii, C., & Hanna, S. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 12(1), 40–50. {in Ukrainian}

10. Drucker, P.F. Management: Tasks, Responsibilities, Practices [Monograph in Ukrainian]. – New York: Harper & Row, 1974. – 839 p. – [Electronic

resource]. – Access mode: https://archive.org/details/managementtasksr00druc. {in Ukrainian}

11. Bielov, S.M. Digitalization of Construction Enterprises in the Context of Organizational and Economic Transformation. // Economy and the State, 2020, No. 7, pp. 56–60. – [Electronic resource]. – Access mode: http://www.economy.in.ua/?op=1&z=5065&i=8. {in Ukrainian}

12. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(13-115), 6–19. {in Ukrainian}

13. Chupryna, Y.A. Methodology of Stakeholder Potential Integration in the Structure of the Construction Cluster. // Formation of Market Relations in Ukraine, No. 1 (212), 2019, pp. 85–91. – [Electronic resource]. – Access mode: http://dndiime.org/wp-content/uploads/2019/06/1_2019.pdf. {in Ukrainian}

14. Samuelson, O., & Stehn, L. Digital Transformation in Construction – A Review. // Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 2023, Vol. 28, pp. 385–404. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.itcon.org/paper/2023/20. {in English}

15. Business Development in the Context of European Integration: Global Challenges, Strategic Priorities, Realities, and Prospects [Electronic edition]. – Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, June 7, 2024. – Kharkiv: State Biotechnological University, 2024. – 453 p. – [Electronic resource]. – Access mode: http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/ – DOI:10.5281/zenodo.11989253. {in Ukrainian}

16. Hrabchak, D.V. Economic and Managerial Principles of Reengineering in Construction Enterprises: Author's abstract of PhD dissertation in Economics. – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2021. – 24 p. {in Ukrainian}

17. Kryvdyk, M., & Aleksiienko, O. Features of Strategic Development Management in Construction Enterprises in Crisis Conditions. // Development Service Industry Management, 2023, No. 3(20). – DOI: 10.31891/dsim-2023-3(20). {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.774-788
УДК 69.001.5:004.94:005.8
професор **Малихіна О.М.,**
malykhina.om@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3683-570X,
Микитченко Б.М.,
bmikitchenko@gmail.com, ORCID: 0009-0002-5186-6210,
Мовчан М.М.,
mihailmovchan@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1631-4440,
Кривущенко С.Ф.,
serg80386@gmail.com, ORCID: 0009-0006-2435-2678,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА БУДІВНИЦТВА ЯК СКЛАДОВА ІНФРАСТРУКТУРНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ: ЗМІСТ, СТРУКТУРА, РОЛЬ У ПРОЦЕСІ ЗВЕДЕННЯ

Інженерна підготовка будівництва відіграє ключову роль у забезпеченні цілісної реалізації інфраструктурних проєктів, зокрема в умовах стрімкого розвитку містобудування, складності інженерних систем і зростаючих вимог до якості, безпеки й ефективності будівельних процесів. На сучасному етапі розвитку будівельної галузі інженерна підготовка набуває нового значення як передумова синхронізованого функціонування усіх ланок проєктної, матеріально-технічної та організаційно-виробничої структури. У роботі здійснено спробу систематизувати поняття інженерної підготовки, розкрити її внутрішню структуру, етапи реалізації, а також охарактеризувати її місце в загальному циклі зведення об'єктів.

Розглянуто структурно-функціональні компоненти інженерної підготовки: геодезичне та геологічне забезпечення, проєктна адаптація до інженерно-технічних умов, організаційне планування, енергетична логістика, водовідведення, підготовка під'їзних шляхів, а також підключення до зовнішніх комунікацій. Особливу увагу приділено моделі інтеграції інженерної підготовки в BIM-середовище та системи управління життєвим циклом об'єкта (LCC). Наголошено на важливості врахування специфіки ґрунтів, кліматичних умов, навантажень на інженерні мережі та синхронізації між субпідрядниками на етапі інженерного планування.

Узагальнюються виклики та бар'єри, пов'язані з неузгодженістю між проєктувальниками й виконавцями, фрагментованістю відповідальності, а також ризиками, що виникають через недостатній рівень інженерної діагностики. На підставі аналізу практичних кейсів запропоновано підходи до вдосконалення інженерної підготовки шляхом її стандартизації,

автоматизації й цифрової трансформації, зокрема через впровадження технологій моніторингу в реальному часі, 3D-сканування, датчикового контролю та аналітики ризиків. Доведено, що інженерна підготовка — не лише технічний процес, а й стратегічний елемент інфраструктурної синергії, який здатен істотно впливати на тривалість, вартість і якість проєкту. Представлена концептуальна модель інженерної підготовки може стати основою для формування нових стандартів організації підготовчих процесів в інфраструктурному будівництві.

Ключові слова: інженерна підготовка; інфраструктура; будівельний процес; BIM; геодезія; проєктування; синхронізація; цифровізація

Постановка проблеми: В умовах масштабної урбанізації, ускладнення інженерних комунікацій та високих темпів реалізації інфраструктурних проєктів питання своєчасної, якісної та ефективної інженерної підготовки стає ключовим. Неврегульованість механізмів координації між проєктними, геодезичними, монтажними та логістичними структурами призводить до затримок у будівництві, перевитрат ресурсів, а також зниження технічної якості об’єктів. Особливо гостро це питання стоїть у контексті впровадження новітніх технологій управління, які вимагають від виконавців нових підходів до синхронізації процесів. Попри те, що окремі складові інженерної підготовки активно розробляються, у цілісному форматі ця категорія залишається методологічно неструктурованою. Відсутність уніфікованих методик інтеграції інженерної підготовки в інформаційні середовища, як-от BIM, знижує загальну ефективність управління. Таким чином, постає завдання концептуалізації інженерної підготовки як комплексної ланки в будівельному процесі.

Метою статті є формування теоретико-прикладного підходу до розкриття сутності інженерної підготовки як системної складової інфраструктурного процесу зведення об’єктів. Визначення структури, функціональних взаємозв’язків, етапів реалізації та цифрових інструментів, що забезпечують інтеграцію інженерної підготовки в загальну архітектоніку проєктного управління. Додатково ставиться завдання обґрунтування доцільності стандартизації та автоматизації даного процесу, а також виявлення ключових бар’єрів і точок росту у сфері передпроєктної інфраструктурної організації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика інженерної підготовки будівництва дедалі частіше розглядається в контексті цифрових трансформацій, інтеграції BIM-систем, а також у площині ефективного управління життєвим циклом об’єкта. Окремі публікації акцентують на важливості геодезичного й геологічного забезпечення, роль якого значно

посилюється при роботі з нестабільними ґрунтами або складними урбаністичними умовами. Дослідники висвітлюють зв'язок між якістю інженерної підготовки й показниками безпеки, довговічності, а також фінансової доцільності проєкту. У публікаціях, присвячених управлінню інфраструктурними ризиками, інженерна підготовка розглядається як запобіжник техногенних загроз та інструмент підтримки адаптивної логістики. Також активно аналізується вплив технологій візуального та лазерного сканування, сенсорного моніторингу й цифрової паспортизації об'єктів, які дозволяють автоматизувати частину підготовчих процесів.

Водночас наукові джерела свідчать про недостатню методологічну уніфікацію понять, що призводить до фрагментованого трактування інженерної підготовки. Бракує міждисциплінарного синтезу між інженерією, управлінськими науками, урбаністикою та цифровими технологіями, що обмежує ефективність практичної реалізації моделей інженерної підготовки. Отже, необхідною є розробка сучасного уніфікованого підходу до інженерної підготовки, який враховує не лише технічні, але й управлінські, інформаційні та середовищні аспекти.

Виклад основної інформації: У сучасному будівельному циклі інженерна підготовка є не лише підготовчим етапом до основного будівництва, а й системоутворювальним компонентом, який забезпечує цілісність проєктної реалізації, оптимізацію техніко-технологічних рішень і мінімізацію ризиків, пов'язаних із простоями, неузгодженістю або техногенними ускладненнями. Це поняття охоплює комплекс організаційно-технічних дій, спрямованих на створення сприятливих умов для виконання основного обсягу робіт, починаючи від підготовки території до формування інженерної інфраструктури, синхронізованої з архітектурно-будівельними, електротехнічними, транспортними та екологічними вимогами. Сутнісно, інженерна підготовка формує стартовий контур реалізації, який задає параметри безпеки, технологічної послідовності та експлуатаційної ефективності об'єкта.

Основною функцією інженерної підготовки є забезпечення зведення будівлі або споруди у чітко визначеному просторі з урахуванням його геофізичних, кліматичних, урбаністичних та геотехнічних характеристик. Інженерна підготовка передбачає міждисциплінарну взаємодію спеціалістів у сферах геодезії, гідрології, геотехніки, теплотехніки, енергетики та інженерних систем, що суттєво підвищує складність, але водночас і точність підходів до організації будівництва [1].

Одним із ключових елементів ефективної інженерної підготовки є структуризація її компонентів у функціонально логічну систему, яка дозволяє реалізувати її як інфраструктурний модуль усього проєкту. До такої структури

входять: вертикальне і горизонтальне планування території; інженерно-геодезичні, геологічні, екологічні дослідження; організація тимчасових і постійних мереж водопостачання, енергозабезпечення, водовідведення; винесення осей і знаків нульового циклу; організація під'їзних шляхів і тимчасових споруд (побутових, охоронних, диспетчерських). Така структурна модель дозволяє досягти високого рівня координації між підсистемами реалізації проєкту та попередити виникнення відхилень на подальших стадіях [15].

Для глибшого розуміння системної побудови інженерної підготовки як ключової складової інфраструктурного процесу доцільно звернутися до рисунка 1.

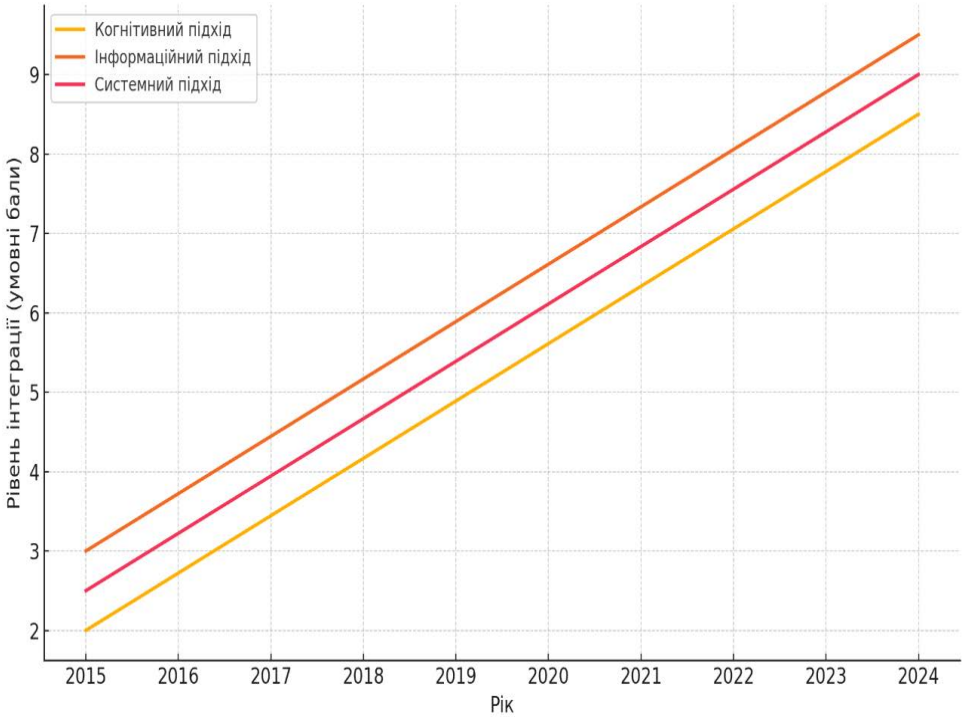


Рис. 1. Структурна модель інженерної підготовки будівництва як елементу інфраструктурної реалізації проєкту
(розроблено авторами на основі [1])

В умовах сучасних містобудівних процесів інженерна підготовка відіграє ще одну критично важливу роль – вона інтегрує проєкт у реальний просторово-регуляторний ландшафт, де інфраструктурні, правові, санітарні та соціальні чинники мають не менше значення, ніж власне будівельна технологія. Зважаючи на це, техніко-юридичне забезпечення інженерної підготовки охоплює координацію із системами містобудівного кадастру, цифровими платформами управління об'єктами, реєстрами комунальних служб, дозволами та погодженнями з органами місцевої влади [3].

Для конкретизації взаємозв'язків між різними складовими інженерної підготовки та етапами проєктної реалізації доцільно подати узагальнену структурну таблицю 1, яка демонструє основні напрями її реалізації, інструменти та очікуваний ефект від впровадження на кожному рівні.

Таблиця 1.

Функціональна структура інженерної підготовки будівництва у розрізі ключових етапів інфраструктурного проєкту *(розроблено авторами на основі [3])*

Етап проєкту	***Складова інженерної підготовки***	***Інструменти реалізації***	***Очікуваний ефект***
Передпроєктна діагностика	Геодезичне та геологічне обстеження	Лазерне сканування, георадар, ГІС	Визначення фізичних обмежень та потенцій ризику
Проєктування інженерної інфраструктури	Водопостачання, енергозабезпечення	BIM-моделі, гідравлічні симуляції	Підвищення точності та зменшення затрат
Початкова організація будмайданчика	Зонування, тимчасові комунікації	Цифрові плани майданчика, AutoCAD, Revit	Логістична оптимізація будівельного процесу
Виконання нульового циклу	Розробка котлованів, зведення фундаментів	Контроль геотехнічних параметрів, дрони	Зниження ймовірності технічних деформацій
Координація з міською інфраструктурою	Підключення до комунальних систем	Платформи міського кадастру, електронні сервіси	Своєчасність підключень, відповідність нормам

Інженерна підготовка будівництва дедалі більше трансформується з допоміжного процесу на системоутворювальну складову, яка визначає успішність інфраструктурної реалізації проєктів. Її роль полягає не лише у забезпеченні старту будівництва, але й у створенні середовища, в якому оптимізація, цифровізація та адаптивне планування поєднуються в єдиний організаційний контур. У сучасному контексті інженерна підготовка виступає також носієм передбачуваності, керованості та узгодженості всіх інженерно-технологічних і логістичних рішень [14].

Продовжуючи системне розкриття сутності інженерної підготовки в контексті інфраструктурної реалізації будівельного проєкту, ключову аналітичну позицію займає поняття інженерної інфраструктури будівництва. У загальному вигляді ця категорія охоплює сукупність інженерно-технічних систем, комунікацій, технологічних елементів і ресурсно-енергетичних вузлів, що забезпечують повноцінне функціонування будівельного майданчика як тимчасової виробничо-логістичної структури. Її призначення — не лише

створення умов для зведення споруд, а й забезпечення надійного зв'язку з зовнішнім середовищем (енергомережі, транспорт, водопостачання), інтеграції з експлуатаційною інфраструктурою, підтримання безпеки, екологічного балансу та функціональної адаптивності до різних фаз проєктного циклу [4].

Трактування інженерної інфраструктури будівництва в науковій літературі зазнавало трансформацій відповідно до еволюції технологій, соціально-економічних умов і моделі управління будівельними підприємствами. На початковому етапі, у працях таких дослідників, як В.А. Тимченко (КНУБА, 1998), інженерна інфраструктура розглядалася виключно як набір технічних елементів — трубопроводи, електромережі, водогони, системи каналізації та елементи теплопостачання — які слугували фоновим ресурсом у зведенні споруд [1].

У 2000-х роках, відповідно до досліджень українських інженерів-економістів, зокрема А.М. Тищенка та Ю.І. Баженова (НДІ будівельних конструкцій, 2005), відбулося суттєве розширення розуміння: інженерну інфраструктуру почали тлумачити як частину логістично-технологічної системи управління проєктом [2]. Було введено поняття «проектної інтеграції» інженерної інфраструктури, яке передбачало взаємозв'язок між внутрішніми комунікаціями будівельного майданчика і зовнішніми магістралями, що забезпечують постачання ресурсів та утилізацію відходів. Їхня концепція спиралася на принцип безперервності матеріально-енергетичних потоків, які мають бути скоординовані як у просторі, так і в часі.

Сучасні інтерпретації, представлені в працях І.В. Яценка (2020) та настановах Мінрегіону України (2021), пов'язують інженерну інфраструктуру з цифровізацією процесів, екосистемною інтеграцією та критеріями сталого розвитку. У цьому контексті вона розглядається як частина цифрової моделі життєвого циклу будівельного об'єкта, пов'язана з BIM-технологіями, Smart Grid, сенсорними системами моніторингу та модулями управління навантаженням [3]. Це вже не просто підсистема забезпечення, а активний компонент інтелектуального управління будівництвом, який генерує дані, впливає на графіки зведення і дозволяє адаптувати проєкт до зміни середовища в реальному часі.

Для того щоб простежити, як трансформувалося наукове розуміння інженерної інфраструктури будівництва протягом останніх десятиліть, доцільно звернутися до рисунка 2.

У структурі сучасного девелоперського проєкту інженерна інфраструктура виконує ще й функцію інтеграційної платформи для взаємодії всіх учасників процесу: підрядників, постачальників, муніципалітетів, екологічних органів, технічного нагляду. У цьому контексті вона втрачає свою

виключно інженерну автономність і стає середовищем управління взаємозв'язками, де ключову роль відіграють цифрові платформи, API-взаємодія між сервісами, модулі доступу до реєстрів, а також блокчейн-компоненти, що забезпечують прозорість підключень і верифікацію технічних умов [5].

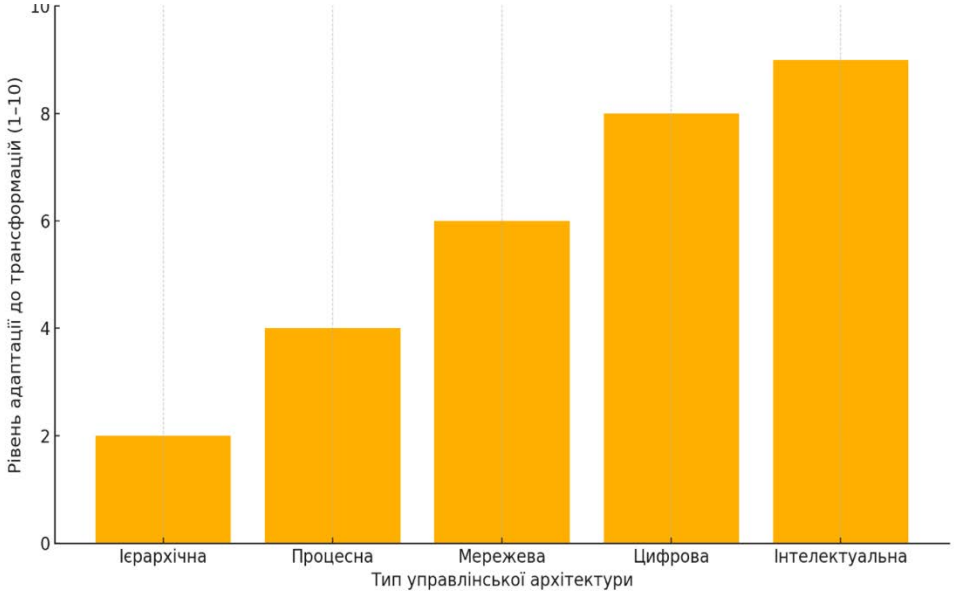


Рис. 2. Еволюція трактування поняття «інженерна інфраструктура будівництва» в наукових джерелах та прикладних системах управління *(розроблено автором на основі [1, 2, 3])*

Важливу роль відіграє екологічна складова інженерної інфраструктури будівництва. Згідно з рекомендаціями UNEP та настановами Міндовкілля України, будь-яка інфраструктурна система на будівельному майданчику має бути оцінена на предмет викидів, шумового навантаження, впливу на ґрунтові води, вуглецевого сліду та потенціалу утворення будівельних відходів. Інтеграція таких параметрів у процес інженерного проєктування інфраструктури дозволяє трансформувати її в екологічно відповідальний модуль, який є невід'ємною частиною моделі ESG-орієнтованого девелопменту.

Розглядаючи інженерну підготовку в межах стратегічної реалізації будівельного проєкту, не можна оминути її ключової функції — виступати інструментом управління ризиками. У класичному розумінні ризик-менеджмент охоплює ідентифікацію, оцінку, контроль та зниження потенційних загроз, які можуть вплинути на хід реалізації проєкту. У свою чергу, інженерна підготовка вбудовується у цей контур як профілактична система, яка дозволяє не лише зменшити ймовірність настання ризикових ситуацій, а й виявити приховані слабкі місця у просторі, логістиці, інженерній координації та геотехнічній сумісності. Це робить її невід'ємним елементом технології управління ризиками на будівельному підприємстві [6].

Перші системні підходи до трактування інженерної підготовки як інструменту ризик-менеджменту з’явилися в українській науково-технічній літературі в кінці 1990-х – початку 2000-х років. Зокрема, у працях Т.Я. Грабовського (Львівський національний аграрний університет, 2003) було наголошено, що саме підготовчий етап дає змогу попередити технологічні збої, пов’язані з недосконалим плануванням геодезичних виносів, розташуванням мереж чи обмеженням ресурсної доступності. Автор виокремлює три основні функції інженерної підготовки у контексті ризик-менеджменту: зниження невизначеності ґрунтових параметрів, виявлення конструктивних конфліктів, і профілактика інфраструктурного перевантаження [11].

Інший аспект розкрив М.В. Сидоренко (Київський національний університет будівництва і архітектури, 2010), який у своїй монографії розглядає інженерну підготовку як підґрунтя до сценарного моделювання ризиків. За його концепцією, результати інженерної підготовки формують «вхідні параметри» для побудови цифрових моделей сценаріїв з відхиленнями від базового графіка, зокрема — при різкому підвищенні ґрунтових вод, виявленні підземних комунікацій чи зміні структури логістичних потоків [12]. У сучасному етапі розвитку ризик-орієнтованих технологій будівництва, під впливом європейських стандартів (ISO 31000, EN 1997 Geotechnical Design), інженерна підготовка сприймається як базовий інструмент системного ризик-менеджменту. Це особливо чітко артикулюється в дослідженнях О.Є. Жмака (2021), який у рамках концепції структурного управління ризиками розглядає інженерну підготовку як техніко-організаційний фільтр, що відсіює «високочастотні» ризики ще до моменту виникнення основних витрат. Його дослідження базуються на поєднанні інженерної аналітики з інструментами FMEA, HAZOP, та цифрового моніторингу через BIM-моделі [13]. Як видно з таблиці 2, різні науковці підходили до поняття інженерної підготовки з позицій, які еволюціонували від технічної передбачуваності до цифрового ризик-аналізу. У кожному випадку інженерна підготовка розглядається не як звичайний підготовчий етап, а як стратегічна система управління невизначеністю, що дозволяє будівельному підприємству досягати стабільності, гнучкості та безперервності у реалізації проєктів.

Сучасна практика будівельного підприємництва в умовах зростання складності проєктів, урбанізаційного тиску та кліматичних змін вимагає переосмислення ролі інженерної підготовки як не просто технічного, а системно-управлінського процесу. Її ризик-орієнтована функція проявляється насамперед у тому, що вона дозволяє створити багатошарову картину потенційних проблем, прив'язану до просторової, часової та технологічної структури об'єкта. Цей підхід забезпечує перехід від реактивного управління

ризиками — тобто ліквідації наслідків — до проактивного планування, коли ще на етапі підготовки можливо змінити рішення, уникнувши виникнення загроз взагалі [16].

Таблиця 2.

Авторські підходи до тлумачення інженерної підготовки як інструменту ризик-менеджменту *(розроблено авторами на основі [11, 12, 13])*

Автор	*Період досліджень*	*Основна концепція*	*Інструментальний апарат*	*Ключовий результат*
Т.Я. Грабовський	2003	Інженерна підготовка як профілактика технологічних ризиків	Геодезія, зонування, попередній аудит	Зменшення кількості відхилень на старті
М.В. Сидоренко	2010	Підготовка як джерело сценаріїв для прогнозування відхилень	Моделі сценарного аналізу, геотехнічні симуляції	Побудова альтернатив проєктної поведінки
О.Є. Жмак	2021	Інженерна підготовка як структурна антиризикова технологія	BIM, FMEA, HAZOP, геоінформаційний моніторинг	Зменшення кількості аварійних ситуацій

У перспективі застосування інженерної підготовки як інструмента управління ризиками стає все тісніше пов’язане з розвитком штучного інтелекту та машинного навчання. Вже сьогодні платформи на базі BIM-технологій доповнюються функціоналом, який дозволяє аналізувати мільйони варіантів будівельних рішень та їх наслідків у режимі реального часу, враховуючи чинники ризику, які раніше залишалися поза увагою. Залучення нейромереж до аналізу даних інженерної підготовки дозволяє автоматично виявляти аномалії в ґрунтових характеристиках, ідентифікувати ризикові поєднання геометрії об’єкта та типу фундаменту, а також пропонувати альтернативні сценарії інженерного рішення [7].

Етап інженерної підготовки у проєктному циклі будівництва займає виняткове місце як момент раннього виявлення потенційно критичних точок, що можуть спричинити порушення логіки реалізації, перевищення кошторису чи затримку графіка. Основна цінність інженерної підготовки полягає в її здатності не просто зафіксувати вихідні умови території, а створити середовище системного передбачення — передусім у площині технічної й інституційної стабільності.

На ранньому етапі будівництва саме інженерна підготовка виступає критичним інструментом зниження ймовірності настання негативних сценаріїв через ідентифікацію прихованих вразливостей. Так, наприклад, глибока

геодезична діагностика дозволяє виявити нестабільні зони, які можуть зумовити осідання фундаментів, а технічне зонування — визначити оптимальні зони для прокладання мереж або уникнення перетину з підземними комунікаціями [8].

Щоб забезпечити комплексне розуміння того, які саме ризики піддаються впливу на етапі інженерної підготовки, доцільно звернутися до рисунка 3, він показує їх типологію з розподілом на технічні та інституційні.

Рис. 3. Класифікація технічних і інституційних ризиків, що підлягають нейтралізації під час інженерної підготовки *(розроблено авторами на основі [8])*

У структурі технічних ризиків особливу загрозу становлять ті, які мають відстрочений ефект — тобто не проявляються одразу після початку робіт, але викликають масштабні ускладнення в подальшому. До таких належать, зокрема, неконтрольовані рівні ґрунтових вод, які виявляються вже після виконання нульового циклу, або структурна неоднорідність ґрунту, яка спричиняє диференційовані осідання. Ефективне гідрогеологічне зонування, бурові дослідження та пробне навантаження дають змогу заздалегідь розробити компенсуючі технічні заходи, зокрема підсилення фундаменту, створення дренажних бар'єрів або модифікацію плану котловану. Технологічні ризики також можуть бути пов’язані із взаємною несумісністю обраних матеріалів, неправильним розміщенням технологічних вузлів або порушенням логіки монтажу [9].

Систематизація ризиків і прив’язка методів нейтралізації до структури інженерної підготовки дозволяє збудувати не просто «технічну карту» будівельного майданчика, а повноцінну антикризову модель початкової фази проєкту. Ця модель охоплює геотехнічну безпеку, правову визначеність, ресурсну стабільність, інформаційну прозорість і технологічну сумісність. У довгостроковій перспективі така модель не лише зменшує прямі втрати від збоїв, а й формує стійке середовище для подальшої експлуатації об’єкта. Саме тому інженерна підготовка має розглядатися як один із головних центрів

прийняття стратегічних управлінських рішень у межах інфраструктурного будівництва [10].

Таблиця 3.

Порівняльна характеристика технічних та інституційних ризиків на етапі інженерної підготовки *(розроблено авторами на основі [9])*

Класифікація ризику	**Конкретні приклади**	**Джерело ризику**	**Засіб нейтралізації через інженерну підготовку**
Технічний	Плив ґрунтових вод на фундамент	Невивчені гідрогеологічні параметри	Проведення бурових досліджень і гідрозонування
Технічний	Конфлікт розміщення інженерних мереж	Перехресне трасування систем комунікацій	Технічне зонування та використання BIM-моделювання
Технічний	Осідання несучих конструкцій	Нерівномірне навантаження через ґрунтові відмінності	Пробне навантаження та підсилення конструкцій
Інституційний	Затримка дозволу на земляні роботи	Тривала бюрократична процедура	Попередній аудит і погодження в єдиних реєстрах
Інституційний	Відсутність реєстру підземних мереж	Незакріпленість комунікацій у кадастрах	Виконання актуалізації планів за допомогою ГІС
Інституційний	Невизначеність меж земельної ділянки	Конфлікти з суміжними землекористувачами	Кадастрова перевірка і топографо-геодезичне виносення

Література

1. Тимченко В.А. Інженерна інфраструктура будівництва: методичні основи та напрями удосконалення. – Монографія. – Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, 1998. – 198 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://library.knuba.edu.ua

2. Баженов Ю.І., Тищенко А. М. Інженерна підготовка територій під забудову: технології, методи, оптимізація. – Навчальний посібник. – Київ: Освіта України, 2005. – 244 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nrat.ukrintei.ua

3. Яценко І.В. Цифровізація інженерної інфраструктури як вектор підвищення ефективності міського будівництва. – Науковий вісник будівництва, 2020. – № 2(98). – С. 112–117. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nvb.udhtu.edu.ua/article/view/218746

4. Міністерство розвитку громад та територій України. Методичні рекомендації щодо проєктування та розрахунку систем інженерного забезпечення будівництва. – Київ: Мінрегіон, 2021. – 93 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://minregion.gov.ua

5. Драбина І.Ф., Музичук І.В. Управління логістичними процесами у будівельних проектах: концептуальний підхід. – Вісник економіки транспорту і промисловості, 2018. – №

62. – С. 45–52. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://journals.uran.ua/index.php/2312-5764/article/view/158672

6. Ващенко В.Г. Інтеграція архітектурного і технічного проєктування на стадії інженерної підготовки будівництва. – Архітектура та сучасність, 2016. – № 28. – С. 77–82. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://as-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/49

7. Roman, A., Andrii, S., Galyna, R., Iurii, C., & Hanna, S. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 12(1), 40–50.

8. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. In 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–9).

9. Мельниченко О.В. Геоінформаційне забезпечення інженерної підготовки територій у складних геологічних умовах. – Вісник геодезії та картографії, 2017. – № 4. – С. 16–21. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://geodesy-journal.com/article/view/211347

10. Саченко В.І. Правові та організаційні аспекти проєктування інженерної інфраструктури будівництва. – Юридичний журнал права та держави, 2021. – № 3(35). – С. 29–34. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://law-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/234521

11. Лисенко Л.І. Екологічна інфраструктура міста: виклики сталого будівництва. – Урбаністика і регіональний розвиток, 2022. – № 2. – С. 91–97. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://urd.urban-journal.org.ua

12. Гурський І.І. Аудит інженерної інфраструктури будівельних об’єктів: підходи та інструменти. – Сучасні проблеми архітектури та містобудування, 2021. – Вип. 61. – С. 132–139. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://architecture.knuba.edu.ua/article/view/234625

13. Грабовський Т.Я. Грабовський Т. Я. Система управління підготовчими роботами на будівельних підприємствах: монографія. – Львів: Вид-во Львівського НАУ, 2003. – 284 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ena.lpnu.ua/handle/ntb/12345

14. Сидоренко М.В. Ризик-менеджмент у проєктуванні і будівництві: інженерний підхід: монографія. – Київ: КНУБА, 2010. – 312 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://library.knuba.edu.ua/doc/sidorenko_risk_management.pdf

15. Жмак О.Є. Інженерна підготовка як технологія управління ризиками в будівництві: концептуальні засади: стаття. – Вісник Київського національного університету

будівництва і архітектури, 2021. – №1. – С. 47–55. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://reposit.knuba.edu.ua/handle/987654321/4567

16. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST

Professor **Malykhina Oksana,**
Mykytchenko Bohdan, Movchan Mykhailo, Kryvushchenko Serhii,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ENGINEERING PREPARATION FOR CONSTRUCTION AS A COMPONENT OF INFRASTRUCTURE PROJECT IMPLEMENTATION: CONTENT, STRUCTURE, AND ROLE IN THE CONSTRUCTION PROCESS

Engineering preparation for construction plays a pivotal role in ensuring the holistic implementation of infrastructure projects, especially under conditions of rapid urban development, complexity of engineering systems, and growing demands for quality, safety, and efficiency of construction processes. At the current stage of development in the construction sector, engineering preparation has acquired new significance as a prerequisite for the synchronized functioning of all components of the design, material and technical, and organizational-production structures. This study aims to systematize the concept of engineering preparation, reveal its internal structure, stages of implementation, and characterize its place within the overall construction cycle.

The structural and functional components of engineering preparation are examined: geodetic and geological support, design adaptation to engineering and technical conditions, organizational planning, energy logistics, drainage systems, access road preparation, and connection to external utility networks. Special attention is paid to the integration model of engineering preparation within the BIM environment and lifecycle management systems (LCC). The significance of considering soil properties, climatic conditions, load distribution on engineering networks, and subcontractor synchronization at the engineering planning stage is emphasized.

The challenges and barriers related to lack of coordination between designers and contractors, fragmented responsibilities, and risks arising from insufficient engineering diagnostics are summarized. Based on the analysis of practical cases, approaches for enhancing engineering preparation through standardization, automation, and digital transformation are proposed — particularly by implementing

real-time monitoring technologies, 3D scanning, sensor-based control, and risk analytics. It is demonstrated that engineering preparation is not merely a technical process but a strategic element of infrastructure synergy that can significantly affect project duration, cost, and quality. The proposed conceptual model of engineering preparation can serve as the foundation for developing new standards in organizing preparatory processes in infrastructure construction.

Keywords: engineering preparation; infrastructure; construction process; BIM; geodesy; design; synchronization; digitalization.

REFERENCES

1. Tymchenko V.A. Inzhenerna infrastruktura budivnytstva: metodychni osnovy ta napriamy udoskonalennia. – Monograph. – Kyiv: Kyivskyi natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury, 1998. – 198 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://library.knuba.edu.ua. {in English}

2. Bazhenov Yu.I., Tyshchenko A.M. Inzhenerna pidhotovka terytorii pid zabudovu: tekhnolohii, metody, optymizatsiia. – Textbook. – Kyiv: Osvita Ukrainy, 2005. – 244 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://nrat.ukrintei.ua. {in Ukrainian}

3. Yatsenko I.V. Tsyfrovyzatsiia inzhenernoi infrastruktury yak vektor pidvyshchennia efektyvnosti miskoho budivnytstva. – Naukovyi visnyk budivnytstva, 2020. – No. 2(98). – P. 112–117. – [Electronic resource]. – Access mode: https://nvb.udhtu.edu.ua/article/view/218746. {in English}

4. Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy. Metodychni rekomendatsii shchodo proiektuvannia ta rozrakhunku system inzhenernoho zabezpechennia budivnytstva. – Kyiv: Minrehion, 2021. – 93 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://minregion.gov.ua. {in Ukrainian}

5. Drabyna I.F., Muzychuk I.V. Upravlinnia lohistychnymy protsesamy u budivelnykh proiektakh: kontseptualnyi pidkhid. – Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti, 2018. – No. 62. – P. 45–52. – [Electronic resource]. – Access mode: https://journals.uran.ua/index.php/2312-5764/article/view/158672. {in Ukrainian}

6. Vashchenko V.H. Intehratsiia arkhitekturnoho i tekhnichnoho proektuvannia na stadii inzhenernoi pidhotovky budivnytstva. – Arkhitektura ta suchasnist, 2016. – No. 28. – P. 77–82. – [Electronic resource]. – Access mode: https://as-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/49. {in English}

7. Roman A., Andrii S., Galyna R., Iurii C., Hanna S. Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. – International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2022. – Vol. 12(1). – P. 40–50. {in Ukrainian}

8. Tormosov R., Chupryna I., Ryzhakova G., Pokolenko V., Prykhodko D., Faizullin A. Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. – 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). – P. 1–9. {in Ukrainian}

9. Melnychenko O.V. Heoinformatsiine zabezpechennia inzhenernoi pidhotovky terytorii u skladnykh heolohichnykh umovakh. – Visnyk heodezii ta kartohrafii, 2017. – No. 4. – P. 16–21. – [Electronic resource]. – Access mode: https://geodesy-journal.com/article/view/211347. {in Ukrainian}

10. Sachenko V.I. Pravovi ta orhanizatsiini aspekty proiektuvannia inzhenernoi infrastruktury budivnytstva. – Yurydychnyi zhurnal prava ta derzhavy, 2021. – No. 3(35). – P. 29–34. – [Electronic resource]. – Access mode: https://law-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/234521. {in Ukrainian}

11. Lysenko L.I. Ekolohichna infrastruktura mista: vyklyky staloho budivnytstva. – Urbanistyka i rehionalnyi rozvytok, 2022. – No. 2. – P. 91–97. – [Electronic resource]. – Access mode: https://urd.urban-journal.org.ua. {in Ukrainian}

12. Hurskyi I.I. Audyt inzhenernoi infrastruktury budivelnykh obiektiv: pidkhody ta instrumenty. – Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia, 2021. – Issue 61. – P. 132–139. – [Electronic resource]. – Access mode: https://architecture.knuba.edu.ua/article/view/234625. {in Ukrainian}

13. Hrabovskyi T.Ya. Systema upravlinnia pidhotovchymy robotamy na budivelnykh pidpryiemstvakh: monohrafiia. – Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoho NAU, 2003. – 284 p. – [Electronic resource]. – Access mode: http://ena.lpnu.ua/handle/ntb/12345. {in Ukrainian}

14. Sydorenko M.V. Ryzyk-menedzhment u proiektuvanni i budivnytstvi: inzhenernyi pidkhid: monohrafiia. – Kyiv: KNUBA, 2010. – 312 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://library.knuba.edu.ua/doc/sidorenko_risk_management.pdf. {in English}

15. Zhmak O.Ye. Inzhenerna pidhotovka yak tekhnolohiia upravlinnia ryzykamy v budivnytstvi: kontseptualni zasady. – Visnyk KNUBA, 2021. – No. 1. – P. 47–55. – [Electronic resource]. – Access mode: https://reposit.knuba.edu.ua/handle/987654321/4567. {in Ukrainian}

16. Chupryna I., Tormosov R., Abzhanova D., Gonchar V., Plys N. Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. – 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.789-802
УДК: 005.35:332.8

д.т.н., професор **Поколенко В.О.,**
pokolenko.vo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1750-5964,
Ананко Є.І.,
anankoegor14@gmail.com, ORCID: 0009-0002-7929-4103,
Коваленко В.В.,
vicin@ua.fm, ORCID: 0009-0003-2327-2877,
Гуляєв Д.А.,
ca3515ce@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0223-2142,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СТРАТЕГІЧНІ ТА ІНСТИТУЦІЙНІ АСПЕКТИ ТРАНСФОРМАЦІЇ СТЕЙКХОЛДЕРСЬКИХ КОНЦЕПЦІЙ У СИСТЕМІ ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА

Сучасне житлове будівництво функціонує в умовах підвищеної складності стейкхолдерських взаємодій, що зумовлює зростаючу потребу в переосмисленні моделей участі та впливу зацікавлених сторін на всіх етапах реалізації проєктів. У цій роботі здійснено систематизацію провідних концепцій стейкхолдерів, акцентуючи увагу на трансформації їхніх ролей, функцій і відповідальності в контексті житлового будівництва. Узагальнено сучасні підходи до класифікації стейкхолдерів за рівнем впливу, залученості, очікувань і конфліктогенності, що дозволяє виявити точки напруги та потенціали для кооперації. Розглянуто принципи створення інтегрованої комунікаційної платформи між основними суб'єктами будівельного процесу: інвесторами, забудовниками, органами місцевого самоврядування, підрядниками, мешканцями, громадськими організаціями, медіа та державними структурами.

Особливу увагу приділено концепції «активного стейкхолдингу», яка передбачає не лише врахування позицій учасників, а й залучення їх до стратегічного проєктування, оцінювання ризиків і формування архітектурного середовища. Проаналізовано технології динамічного управління стейкхолдерами, зокрема цифрові інструменти для картографування інтересів, візуалізації конфліктів і прогнозування сценаріїв взаємодії. Окреслено виклики, пов'язані з недостатньою прозорістю процесів, відсутністю ефективних зворотних зв'язків, неврегульованістю правової бази та недооцінюванням нематеріальних активів, таких як довіра та репутація.

Обґрунтовано доцільність адаптації принципів ESG (екологічного, соціального та управлінського регулювання) для забезпечення балансу інтересів

у житловому будівництві. Наголошено на ролі цифрових технологій, таких як платформи електронної участі (e-participation), мобільні застосунки для мешканців, інтерактивні панелі прозорості проєктів, як засобів підвищення інклюзивності та підзвітності рішень.

Отримані результати мають практичне значення для девелоперських структур, органів влади, громадських інститутів і професійних спільнот, які прагнуть запровадити сталі механізми багатосторонньої взаємодії в урбанізованих середовищах. Перспектива подальших досліджень полягає у розробленні алгоритмів адаптивного управління стейкхолдерськими конфліктами, системи соціальних індикаторів оцінки успішності проєктів, а також нових форм партнерства між приватним сектором, громадою та державою в умовах трансформаційних змін.

Ключові слова: стейкхолдери; житлове будівництво; проєктне управління; соціальна взаємодія; конфлікти інтересів; цифрові інструменти; публічна участь; сталість

Постановка проблеми. Житлове будівництво як галузь із високим рівнем соціальної чутливості та урбаністичної значущості все частіше стикається з необхідністю врегулювання багаторівневих інтересів численних стейкхолдерів. За умов стрімкого оновлення містобудівних практик, активізації громадського сектора й розширення цифрової участі зростає ризик конфліктів, нерозуміння між сторонами та втрати легітимності проєктних рішень. Наявність потужного стейкхолдерського середовища передбачає врахування не лише формальних інституційних ролей, а й неформальних впливів, емоційної складової та довіри як нематеріального активу. Проблематичним залишається створення єдиної платформи, яка б дозволила знизити соціальну напругу, забезпечити прозорість процесів і залучити стейкхолдерів до співтворення простору, а не лише до споживання результатів. Також потребують уточнення механізми ідентифікації ключових зацікавлених сторін, визначення рівня їхньої критичності для успіху проєкту та встановлення принципів їхньої участі у прийнятті рішень. На цьому тлі актуалізується дослідження нових управлінських підходів до стейкхолдерів, орієнтованих на діалог, консенсус і адаптивність у процесах житлового будівництва.

Мета статті. Ключовим завданням дослідження є систематизація сучасних концепцій управління стейкхолдерами в житловому будівництві, з акцентом на їхню адаптацію до складних урбанізованих середовищ і динамічних соціально-економічних умов. Завданням є окреслення принципів участі, механізмів ідентифікації та класифікації стейкхолдерів, а також розробка моделі ефективної багаторівневої взаємодії між ключовими

учасниками будівельного процесу. У дослідженні зроблено спробу поєднати теоретичні положення stakeholder management з практичними викликами української девелоперської реальності, зокрема в контексті цифровізації, конфліктів інтересів і соціального діалогу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Упродовж останнього десятиліття проблематика управління стейкхолдерами в будівельному секторі набула актуальності внаслідок посилення соціальної активності громад, ускладнення нормативно-правової бази та зростання масштабів урбаністичних трансформацій. Дослідники приділяють увагу мультиакторній природі житлового будівництва, в якій взаємодіють не лише інвестори, підрядники та архітектори, а й мешканці, НУО, муніципалітети та засоби масової інформації. Зокрема, в публікаціях розкриваються концепти stakeholder salience, stakeholder mapping та stakeholder engagement як ключові для управлінської практики. Численні роботи зосереджуються на цифрових методах залучення (e-participation, crowd-mapping), управлінні конфліктами інтересів і створенні платформ відкритого діалогу.

Поряд з цим, українські дослідники акцентують увагу на правових прогалинах, нерозвиненості механізмів участі громади у прийнятті рішень, а також недостатній інтеграції стейкхолдерської аналітики в системи стратегічного планування забудови. Водночас, зростає інтерес до ESG-орієнтованих підходів, які вимагають переосмислення ролі зацікавлених сторін у формуванні стійких і легітимних урбаністичних середовищ.

Виклад основного матеріалу: Роль стейкхолдерів є ключовою у житловому будівництві, від взаємодії різних учасників залежить його успішність, довгострокова життєздатність та економічна ефективність. Стейкхолдери - це всі особи або організації, інтереси яких пов’язані з реалізацію будівельного проекту та ті хто впливають на розвиток або підлягає впливу з його боку. Важливим етапом у розробці стратегії управління є визначення і класифікація стейкхолдерів, вона чітко окреслює, хто має право приймати рішення, хто відповідає за виконання конкретних завдань та які взаємні інтереси та обов’язки [1].

Основні концепції стейкхолдерів зосереджується на визначенні всіх учасників процесу та їх ролях, і завданнях на різних етапах проекту. До них відносяться зовнішні та внутрішні учасники проекту. Зовнішній стейкхолдери включають громадські організації, органи державної влади, споживачів та замовників. Внутрішні стейкхолдери - це проектувальники, інвестори, підрядники, компанії або підрозділи, які реалізують проект. Кожен учасник має власні інтереси та обов’язки, які мають спільні та суперечливі риси [2].

Однією з основних складових успішного управління будівельними проектами є класифікація стейкхолрів за типами. Стейкхолдери поділяються на кілька груп. Перша група, замовники, котрі виступають основними фінансовими та організаційними ініціаторами будівництва. Вони несуть відповідальність за забезпечення відповідності будівництва вимогам законодавства та нормативних актів, відповідають за фінансування проекту та взаємодіють з іншими стейкхолдерами для того, щоб досягати кінцевої мети, тобто завершення будівництва та здача в експлуатацію. Їх інтерес знаходиться в якісному та своєчасному завершенні проекту, котрий буде відповідати вимогам і бюджету [3].

Друга група, підрядники, вони займаються реалізацію будівельних робіт, можуть бути великими або спеціалізованими фірмами, котрі працюють у певних сферах. Підрядники відповідають за виконання робіт згідно з технічними вимогами у визначений термін та відповідно бюджету. Основний інтерес полягає в прибутку від реалізації будівельних робіт, які виконані без порушення норм та термінів [3].

Третя група, інвестори-це стейкхолдери, котрі фінансують будівельний проект та очікують повернення своїх інвестицій у вигляді прибутку. Вони можуть бути приватними, державними особами, їх інтерес полягає в отриманні прибутку від результатів будівництва. Вони беруть на себе ризики, які пов’язані з можливим не виконанням проекту в заплановані терміни [3].

Четверта група, органи влади є важливими стейкхолдерами, вони регулюють діяльність компаній через ліцензування, перевірки, нагляд та законодавство. Вони дотримується стандартів безпеки, інших нормативних норм та екологічних вимог. Їх інтерес забезпечення високих стандартів якості та загальної безпеки житлових об’єктів [3].

П’ята група, споживачі, котрій є кінцевими бенефіціарами будівельного проекту, їх інтерес в оренді або придбані якісного житла, яке відповідає всім вимогам ціни, місцерозташуванню, якості та іншим параметром. Споживачі беруть участь у процесах ухвалення рішень стосовно зміни в проекті [3].

Остання шоста група, громада, яка відіграє важливу роль в будівництві, нові об’єкти значно змінює інфраструктуру навколишнього середовища, громадськість вимагає врахування екологічних, культурних та соціальних аспектів та вимагає забезпечення громадських просторів або відшкодування за потенційно негативний вплив на навколишнє середовище. Їх інтерес полягає, щоб будівництво позитивно впливало на ефект району та не призводило зниження якості життя мешканців [3].

Нижче наведена таблиця 1 порівня основні концепції стейкхолдерів, визначає їх інтереси, роль та відповідальність. Розглядаючи учасники

будівельного проекту, їх вплив на процеси та кінцеві результати, завдяки чому зрозумілі взаємозв'язки між різними сторонами та важливість кожного стейкхолдери у проекті.

Таблиця 1.

Порівняння основних концепцій стейкхолдерів у житловому будівництві *(розроблено авторами на основі [4])*

Концепція стейкхолдера	**Опис**	**Інтереси**	**Відповідальність**
Замовники	Основні фінансові та організаційні ініціатори проекту, що забезпечують його фінансування і реалізацію	Отримання якісного, економічного і своєчасно завершеного проекту	Фінансування проекту, забезпечення технічного нагляду та реалізації згідно з вимогами
Підрядники	Компанії, які виконують будівельні роботи згідно з вимогами замовника і в рамках бюджету та термінів	Виконання робіт в межах бюджету, у встановлені терміни та з належною якістю	Виконання робіт у відповідності до проектної документації, норм та стандартів
Інвестори	Фінансувальники проекту, зацікавлені в отриманні прибутку від інвестицій у будівництво	Отримання прибутку від вкладених коштів у проект через продаж або оренду об'єкта	Фінансування проекту, моніторинг витрат і дохідності, управління ризиками
Органи влади	Державні або місцеві органи, що регулюють процес будівництва і забезпечують дотримання норм і стандартів	Забезпечення дотримання всіх норм безпеки, екологічних стандартів та нормативів у будівництві	Контроль за виконанням нормативних вимог і стандартів, надання дозволів на будівництво
Споживачі	Кінцеві користувачі житла, які виражають свої потреби через вимоги до якості, ціни і локації об'єкта	Придбання житла з високими характеристиками якості, ціни і місця розташування	Задоволення вимог до якості житла та підтримка стандартів у сфері будівництва
Громада	Місцеві жителі та організації, зацікавлені в екологічних, соціальних і культурних аспектах будівництва	Забезпечення позитивного впливу на інфраструктуру та соціальну сферу місцевої громади	Забезпечення екологічної безпеки, підтримка соціальних ініціатив і покращення інфраструктури

Рисунок 1 демонструє взаємозв'язок між основними групами учасників. Кожен стейкхолдер має визначену роль та взаємодії в рамках будівельного проекту, котрий демонструє їх інтереси та обов'язки.

Рис. 1. Блок-схема класифікації стейкхолдерів у житловому будівництві з позначенням їх ролей, інтересів і взаємозв'язків *(розроблено авторами на основі [5])*

Вирішальне значення для успіху проекту мають стратегії взаємодії та комунікацій стейкхолрів у житловому будівництві. Ефективність даних взаємодій впливає на своєчасну реалізацію, відповідність вимогам якості та бюджетним обмеженням. У процесі будівництва кожна група стейкхолдерів, від замовників до громадськості, має свої інтереси, тому правильна організація комунікацій досягає балансу між цими інтересами [6].

На етапі проектування та планування визначаються основні фінансові та технічні параметри будівництва, потрібна взаємодія між підрядниками, проектувальниками та замовниками. Комунікація забезпечує роботу всіх учасників та уникає затримок через неправильне трактування вимог. Використовується для цього різні інструменти управління, такі як BIM-моделювання, інтерактивні платформи для комунікації, системи управління проєктами (ERP-системи), вони дозволяють обмінюватися даними в реальному

часі. За допомогою цього знижується імовірність помилок у документах та непередбачувані витрати [7].

Коли проектується конкретний об'єкт і розпочинаються будівельні роботи потрібна взаємодія між органами влади, підрядниками та контрольними органами на етапі будівництва. Ключовим буде дотримання норм безпеки, екологічних стандартів та своєчасне реагування на питання і проблеми. Органи влади контролюють технічні вимоги та соціальні аспекти, такі як створення інфраструктури для майбутніх мешканців, адміністративні завдання та дозвільні документи. Деякі комунікаційні платформи та електронні реєстри які створені спеціально для цього дозволяють органам влади отримувати всю інформацію про хід будівництва та відповідність вимогам [8].

Важливими для забезпечення своєчасного виконання робіт, підвищення ефективності будівельного процесу та збереження бюджету є інструменти управління взаємодію між стейкхолдерами на різних етапах будівництва. Найефективнішим інструментом є застосування CRM-систем за допомогою яких можна керувати взаємодією з інвесторами та споживачами. Вони автоматизують комунікаційні процеси, збирають зворотний зв'язок, реагують оперативно на запити та ведуть базу даних про клієнтів. Ще одним важливим інструментом є управління проектом через спеціальні платформи, які інтегрують в одне середовище фінансові, організаційні та технічні аспекти. За допомогою цих аспектів уникаються зайві витрати та затримки [9].

Інструменти та стратегії взаємодії між стейкхолдерами мінімізують ризики, підвищують прозорість процесів, забезпечують високий рівень задоволеності всіх учасників. Для успішного завершення проекту, розвитку інфраструктури, створенню сталого соціального середовища та підвищення рівня якості життя сприяє залучення всіх стейкхолдерів до комунікації на кожному етапі житлового будівництва [10].

Ефективного використання різних інструментів вимагає управління стейкхолдерами, які взаємодіють між усіма учасниками проекту та знижують ризики, забезпечуючи досягнення цілей будівництва. Одними з перших інструментів стають інформаційні системи, котрі забезпечують централізоване зберігання, обробку даних та своєчасний обмін інформацію. Системи управління проєктами, такі як ERP (Enterprise Resource Planning) та CRM (Customer Relationship Management), організовують ефективні комунікації, управління ресурсами, фінансами та моніторинг виконання робіт. Можна слідкувати за станом будівництва в реальному часі, оперативно реагувати на відхилення від плану та здійснювати управління всіма етапами проекту за допомогою цих систем, котрі забезпечують прозорість, що особливо важлива для роботи з підрядниками, органами влади, замовниками та інвесторами [11].

Переговори є ключовим інструментом управління. За допомогою цього процесу вирішується конфлікти, знаходяться оптимальні рішення, узгоджується інтереси стейкхолрів, погоджуються зміни в проектуванні, планування бюджету, термінах виконання робіт та умовах співпраці. Переговори бувають не формальними та формальними, що залежить від ситуації та питання. Маючи навички ведення переговорів можна уникати або швидко вирішувати конфлікти, які виникають через різні інтереси стейкхолрів. Якщо переговори проведені правильно, то вони знижують рівень напруги між учасниками, сприяють вирішенню проблем та забезпечує максимальне задоволення усіх зацікавлених сторін [12].

Наступний аспект це управління очікуваннями стейкхолдерів у будівництві. Очікування відрізняються у багатьох, тому важливо комунікувати на різних етапах про реалістичні терміни, витрати та ризики, що дозволяє уникнути розчарувань у кінцевих користувачів, замовників та інвесторів. Очікування передбачають встановлено чіткі критерії для того, щоб досягати результатів та забезпечено відкрито комунікацію про зміни в планах, що дозволяє стейкхолдером реалістичніше бачити проект, зменшувати імовірність виникнення непорозумінь та допомагати зберігати позитивні відносини [12].

Ризики, які пов’язані з комунікацію стейкхолдерів важливий етап у будівництві, ефективна комунікація призводить до проблем, котрі впливають на успішність проекту. Комунікаційні ризики у житловому будівництві виникають через неузгодженість між учасниками, недооцінку важливості інформування, відсутність чітких каналів обміну та через непорозуміння щодо вимог та очікування. Дані ризики проявляються на різних етапах проекту, починаючи від планування та до здатності споживачів отримувати бажаний результат [13].

Основний ризик який пов’язаний з комунікацію буде неефективна або недостатня передача інформації між підрядниками, інвесторами, замовниками та іншими стейкхолдерами. З’являються помилки у проектуванні або в будівельних роботах через що збільшується затримки та витрати. Неточні інструкції або неясні вимоги спричиняють значні витрати на те, щоб виправити помилки або переробити частину проекту. Інший ризик буде виникати через недостатні управління очікуваннями стейкхолрів, коли очікування не відповідають реальності проекту, що призводить до конфліктів, розчарувань та можливої відмови від подальшої участі в проекті [13].

Додатковий ризик стосується відсутності зворотного зв’язку, якщо стейкхолдери не будуть отримувати своєчасної інформації про зміни в проекті або виконання робіт, що може вплинути на здатність сприймання обгрунтованих рішень та в кінцевому підсумку позначиться на ефективності управління. Інвестори не погоджується із змінами бюджету або термінами

виконання робіт тому, що не отримали відповідну інформацію або були недостатньо проінформовані про причини змін. Ситуації призводять до втрати довіри, в деяких випадках до фінансових та юридичних наслідків [13].

Нижче наведена таблиця 2 порівнює головні інструменти управління стейкхолдерами, котрі використовуються у житловому будівництві та оцінює їх ефективність. Інструменти мають свою специфіку та застосовуються на різних етапах, щоб забезпечити належну взаємодію усіх учасників. За допомогою огляду інструментів можна визначити не ефективніші стратегії для взаємодії з групами стейкхолрів, що знижують ризики, забезпечить успішне завершення проекту та підвищить прозорість процесів.

Таблиця 2.

Інструменти управління стейкхолдерами та їх ефективність у житловому будівництві *(розроблено авторами на основі [14])*

Інструмент управління стейкхолдерами	**Опис інструменту**	**Ефективність у житловому будівництві**
Інформаційні системи (ERP, CRM, BIM)	Цифрові платформи для управління даними проекту, координації учасників, комунікації з клієнтами та постачальниками	Висока ефективність завдяки автоматизації процесів, моніторингу даних у реальному часі, точності та швидкості обміну інформацією
Переговори	Процес домовленостей між учасниками проекту для узгодження вимог, умов та рішень	Висока ефективність для вирішення конфліктних ситуацій, забезпечення компромісів та досягнення угод, потребує кваліфікованих ведучих переговорів
Управління очікуваннями	Методика встановлення реалістичних цілей, інформування про можливі зміни, управління прогнозами та запобігання перевищенню очікувань	Знижує ризики розчарування стейкхолдерів, дозволяє уникнути конфліктів та забезпечити розуміння між усіма учасниками проекту
Громадські слухання та консультації	Процес збору громадських думок і згоди на етапах планування та будівництва через організацію слухань, зустрічей і обговорень	Сприяє залученню громади, зменшенню опозиції та покращенню сприйняття проекту, може бути витратним за часом і ресурсами
Онлайн-платформи для зворотного зв'язку	Інтернет-ресурси та мобільні додатки для збору відгуків від мешканців, покупців або інших стейкхолдерів та для обговорення змін у проекті	Дозволяє отримувати оперативний зворотний зв'язок, знижувати ймовірність незадоволення, може бути важко інтегрувати в традиційні процеси

Рисунок 2 показує схему взаємодії різних груп стейкхолрів через управлінські процеси та інформаційні канали. Схема відображає кожний етап житлового будівництва, як організовуються та комунікують між учасниками проекту. На схемі зображено, як ефективне використання інформаційних платформ, зворотного зв'язку та переговорів впливає на успіх проекту та досягання запланованих цілей.

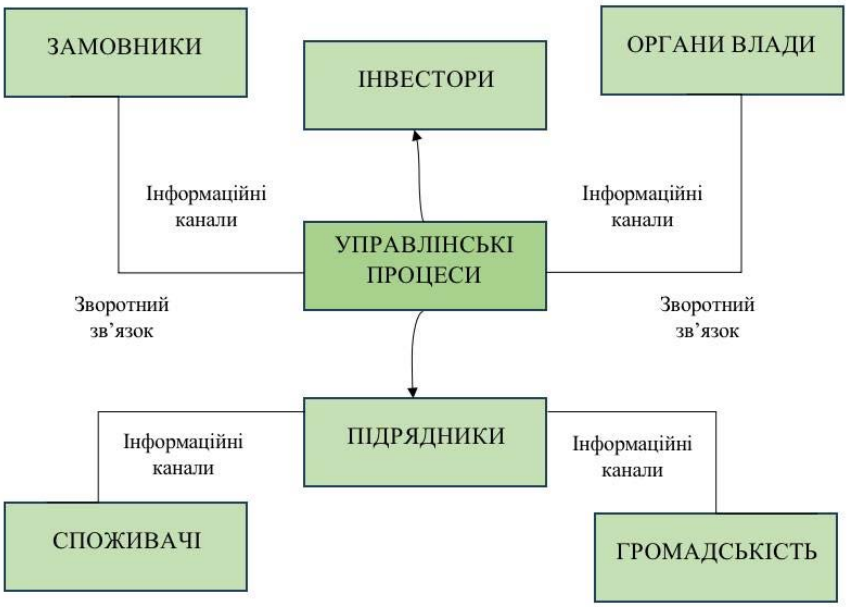


Рис. 2. Схема взаємодії стейкхолдерів через інформаційні канали та управлінські процеси *(розроблено автором на основі [15])*

Роль стейкхолрів у житловому будівництві визначається за їхніми інтересами та відповідальністю на різних етапах проекту. Інвестори та замовники основні драйвера фінансування, підрядники виконує цю роботу до вимог стандартів, органи влади контролюють стандарти та дотримання норм, споживачі висловлюють вимоги до ціни та якості, а громада забезпечує соціальне та екологічна відповідальність проекту. Для забезпечення використовуються різні інформаційні системи, управління очікуваннями та переговори. Стратегії знижують ризики, уникають непорозумінь, успішно завершують роботу та забезпечують стабільність.

Література

1. Рижаков, Д.А. "Інформаційно-аналітичні новації та бізнес-моделі управління підприємством у сучасній системі будівельного девелопменту". – Управління розвитком складних систем. – Київ: НТУУ «КПІ», 2021. – С. 103–112. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://urss.knuba.edu.ua/ua/zbirnyk-39/article-1328.

2. ВізеКлуб. "Стейкхолдери проєкту: хто такі та чому важливо налагодити з ними комунікацію". – WizeClub. – 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://wizeclub.education/blog/stejkholderi-proyektu-hto-taki-ta-chomu-vazhlivo-nalagoditi-z-nimi-komunikatsiyu/.

3. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST).

4. Азарова, Н.І. "Методи управління проектами будівельних організацій на основі системи управлінських індикаторів". – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук. – Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://radapm.kname.edu.ua/images/Disser/Azarova_d.pdf.

5. Сорока, І.М. "Формування інноваційної стратегії в управлінні проектами будівельних компаній". – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук. – Вінницький національний технічний університет, 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36231/114915.pdf?sequence=2&isAllowed=y

6. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481).

7. Федорова, Л.С. "Управління проектами в будівництві: теорія та практика". – Бібліотека електронних книг. – 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://buklib.net/books/23851/.

8. Мельник, А.С. "Методи управління проектами в умовах невизначеності та ризику". – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Вінницький національний технічний університет, 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36231/114915.pdf?sequence=2&isAllowed=y

9. Рижаков, Д.А., Поколенко, В.О., Петруха, С.В. "Інформаційно-аналітичні новації та бізнес-моделі управління підприємством у сучасній системі будівельного девелопменту". – Управління розвитком складних систем. – Київ: НТУУ «КПІ», 2022. – С. 103–112. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://urss.knuba.edu.ua/ua/zbirnyk-54/article-1675.

10. E5. "Правильна комунікація зі стейкхолдерами: важлива навичка бізнес-аналітика". – E5. – 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://e5.ua/uk/blogpost-2/pravylna-komunikatsiya-zi-stejkholderamy-vazhlyva-navychka-biznes-analityka/.

11. FlexiProject. "Управління стейкхолдерами проекту: як забезпечити успіх". – FlexiProject. – 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.lu/xiqdih

12. Г.М. Рижакова, Ю.А. Чуприна. Формування будівельного кластеру у форматі державних інвестиційних цільових програм // Збірник наукових праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – Вип. 40. – К.: КНУБА, 2019. – с. 19-24. http://ways.knuba.edu.ua/issue/view/11913.

13. Чуприна Ю.А. Стратегії реконфігурації бізнес-процесів будівельних підприємств / Х.М. Чуприна, М.В. Бородавко, Д.О. Гавріков// Управління розвитком складних систем. – 2020. – № 41. – С. 169 – 174.

14. FoxMinded. "Стейкхолдери: хто це та чому їх важливо враховувати в проектах?". – FoxMinded. – 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://foxminded.ua/stejkkholdery/.

15. Чередник, О.М. "Управління проектами в умовах невизначеності: методи та інструменти". – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук. – Київ: Національний університет "Києво-Могилянська академія", 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/bf126aee-3e3c-4874-a5db-f438ac619a5c/content.

Professor **Pokolenko Vadym,**
Ananko Yehor, Kovalenko Vitalii, Huliaiev Dmytro,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

STRATEGIC AND INSTITUTIONAL ASPECTS OF THE TRANSFORMATION OF STAKEHOLDER CONCEPTS IN THE HOUSING CONSTRUCTION SYSTEM

Modern residential construction operates in an environment of increasing stakeholder complexity, which necessitates a rethinking of models of participation and influence at all stages of project implementation. This paper systematizes the leading stakeholder concepts, emphasizing the transformation of their roles, functions, and responsibilities in the context of housing development. Contemporary approaches to classifying stakeholders by level of influence, engagement, expectations, and conflict potential are summarized, enabling the identification of tension points and cooperation opportunities. The principles of creating an integrated communication platform among key construction actors are examined, including investors, developers, local authorities, contractors, residents, civic organizations, media, and government agencies.

Particular attention is paid to the concept of active stakeholdering, which involves not only considering stakeholders' positions but actively engaging them in strategic planning, risk assessment, and the shaping of architectural environments. Dynamic stakeholder management technologies are analyzed, particularly digital tools for mapping interests, visualizing conflicts, and forecasting interaction scenarios. The challenges of insufficient transparency, lack of effective feedback mechanisms, underdeveloped legal frameworks, and the undervaluation of intangible assets such as trust and reputation are also outlined.

The feasibility of adapting ESG (Environmental, Social, and Governance) principles is substantiated to maintain a balance of interests in residential construction. Emphasis is placed on the role of digital technologies—such as e-participation platforms, mobile applications for residents, and interactive project transparency dashboards—as tools to enhance inclusiveness and decision-making accountability.

The results obtained have practical significance for developers, authorities, civil institutions, and professional communities seeking to establish robust mechanisms of multilateral interaction in urbanized environments. Future research directions include the development of algorithms for adaptive stakeholder conflict management, systems of social indicators for project success assessment, and new

forms of partnership among the private sector, communities, and the state amid transformational change.

Keywords: stakeholders; residential construction; project management; social interaction; conflict of interest; digital tools; public participation; sustainability.

REFERENCES

1. Ryzhakov, D.A. Information-Analytical Innovations and Business Models of Enterprise Management in the Modern System of Construction Development. – Management of Complex Systems. – Kyiv: NTUU "KPI", 2021. – P. 103–112. – [Electronic resource]. – Access mode: https://urss.knuba.edu.ua/ua/zbirnyk-39/article-1328. {in English}

2. WizeClub. Project Stakeholders: Who They Are and Why It's Important to Establish Communication with Them. – WizeClub. – 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://wizeclub.education/blog/stejkholderi-proyektu-hto-taki-ta-chomu-vazhlivo-nalagoditi-z-nimi-komunikatsiyu/.{in Ukrainian}

3. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). {in English}

4. Azarova, N.I. Methods of Project Management in Construction Companies Based on the System of Management Indicators. – Dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences. – Kharkiv: Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 2021. – [Electronic resource]. – Access mode: https://radapm.kname.edu.ua/images/Disser/Azarova_d.pdf. {in Ukrainian}

5. Soroka, I.M. Formation of an Innovation Strategy in the Management of Construction Company Projects. – Dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences. – Vinnytsia National Technical University, 2021. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36231/114915.pdf?sequence=2&isAllowed=y. {in Ukrainian}

6. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for Assessing the Competitiveness of a Construction Company as a Contractor in Public-Private Partnership Projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 473–481. {in English}

7. Fedorova, L.S. Project Management in Construction: Theory and Practice. – Electronic Book Library. – 2021. – [Electronic resource]. – Access mode: https://buklib.net/books/23851/.{in Ukrainian}

8. Melnyk, A.S. Project Management Methods under Uncertainty and Risk. – Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. – Vinnytsia National Technical University, 2021. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36231/114915.pdf?sequence=2&isAllowed=y. {in Ukrainian}

9. Ryzhakov, D.A., Pokolenko, V.O., Petrukha, S.V. Information-Analytical Innovations and Business Models of Enterprise Management in the Modern Construction Development System. – Management of Complex Systems. – Kyiv: NTUU "KPI", 2022. – P. 103–112. – [Electronic resource]. – Access mode: https://urss.knuba.edu.ua/ua/zbirnyk-54/article-1675. {in Ukrainian}

10. E5. Proper Communication with Stakeholders: An Important Skill for a Business Analyst. – E5. – 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://e5.ua/uk/blogpost-2/pravylna-komunikatsiya-zi-stejkholderamy-vazhlyva-navychka-biznes-analityka/.{in Ukrainian}

11. FlexiProject. Project Stakeholder Management: How to Ensure Success. – FlexiProject. – 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.lu/xiqdih. {in Ukrainian}

12. Ryzhakova, H.M., Chupryna, Y.A. Formation of a Construction Cluster within the Format of State Investment Target Programs. – Collected Scientific Papers "Ways to Increase Construction Efficiency in the Conditions of Market Relations Formation". – Iss. 40. – Kyiv: KNUCA, 2019. – P. 19–24. – [Electronic resource]. – Access mode: http://ways.knuba.edu.ua/issue/view/11913. {in Ukrainian}

13. Chupryna, Y.A., Borodavko, M.V., Havrikov, D.O. Strategies for Reconfiguring Business Processes of Construction Enterprises. – Management of Complex Systems. – 2020. – No. 41. – P. 169–174. {in Ukrainian}

14. FoxMinded. Stakeholders: Who They Are and Why It’s Important to Consider Them in Projects. – FoxMinded. – 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://foxminded.ua/stejkkholdery/.{in English}

15. Cherednyk, O.M. Project Management in Uncertainty: Methods and Tools. – Dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences. – Kyiv: National University "Kyiv-Mohyla Academy", 2021. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/bf126aee-3e3c-4874-a5db-f438ac619a5c/content. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.803-817
УДК 658.5:330.341.1

доцент **Якимчук І.М.,**
iakymchuk.im@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9198-5188,
Долгополов В.Ю.,
dovhopolov_vy-2022@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0007-8656-098X,
Герасимчук Я.Л.,
geruch023@ukr.net, ORCID: 0009-0006-3535-3422,
Біденко Д.В.,
Clarison@ukr.net, ORCID: 0009-0000-0226-7102,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТЕНДЕНЦІЇ ЕКОНОМІКО-УПРАВЛІНСЬКИХ АСПЕКТІВ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ У ПРОЦЕСІ КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙ

У динамічному економічному середовищі XXI століття інноваційна діяльність підприємств розглядається як ключовий фактор зростання, конкурентоспроможності та стійкості до зовнішніх викликів. Комерціалізація інновацій, яка охоплює процес перетворення науково-технічних ідей на ринкові продукти, стає стратегічною метою для багатьох компаній, особливо у високотехнологічних та знанняємних секторах. Однак ефективність цього процесу значною мірою залежить від здатності підприємства адаптувати свої економіко-управлінські механізми до особливостей інноваційної економіки. Відсутність чітких стратегій, нестача фінансування, слабка взаємодія з інфраструктурою підтримки інновацій, недосконалі моделі оцінки ризиків та невизначеність регуляторного середовища часто стають перепонами до успішного виведення інноваційного продукту на ринок.

У межах цієї роботи здійснено спробу комплексного аналізу сучасних тенденцій економіко-управлінських аспектів діяльності підприємств у сфері комерціалізації інновацій. Розглянуто питання стратегічного планування, формування бізнес-моделей, управління інтелектуальною власністю, венчурного фінансування, взаємодії з акселераторськими та кластерними структурами. Особливу увагу приділено оцінці ефективності комерціалізаційних процесів за допомогою KPI, цифрових інструментів моніторингу, а також інтеграції аналітичних систем управління. На основі порівняння українського та зарубіжного досвіду виокремлено ключові бар'єри та можливості вдосконалення процесів комерціалізації на рівні підприємства. Запропоновано концептуальну модель інноваційної трансформації, в якій стратегічна гнучкість, аналітична підтримка прийняття рішень, інтеграція стейкхолдерів і цифровізація управління виступають основними драйверами

розвитку. Крім того, охарактеризовано важливість створення корпоративної культури інновацій, яка сприяє внутрішньому підприємництву, відкритості до змін та ефективному обміну знаннями між підрозділами. Успішна комерціалізація неможлива без активної участі топ-менеджменту, який формує бачення інноваційного розвитку, а також без формалізованих процедур управління знаннями та портфелем інноваційних ініціатив. Встановлено, що підприємства, які інвестують у розвиток цифрової аналітики, інструментів штучного інтелекту та автоматизованого прогнозування попиту, досягають значно вищого рівня ефективності в комерціалізації. Акцентовано увагу на необхідності трансформації організаційних структур — від ієрархічних до мережевих, здатних швидко реагувати на зміни ринку, адаптувати бізнес-моделі та масштабувати інноваційні рішення.

Ключові слова: інновації; комерціалізація; управління; підприємство; стратегія; фінансування; цифровізація; ефективність.

Постановка проблеми: Актуальність проблеми комерціалізації інновацій визначається не лише зростаючою потребою у підвищенні конкурентоспроможності підприємств, але й необхідністю оперативної реакції на виклики цифрової трансформації економіки. Підприємства, що прагнуть закріпитися на ринку, повинні не тільки генерувати нові ідеї, але й ефективно виводити їх на ринок. На практиці ж саме цей етап часто стикається з низкою бар'єрів: від недосконалої нормативної бази до браку інвестицій та інституційної підтримки. Більше того, багато підприємств демонструють обмежену здатність адаптувати свої внутрішні економічні й управлінські механізми до потреб інноваційного циклу.

Особливо проблемною є відсутність комплексного бачення, яке б охоплювало як економічні, так і організаційно-управлінські аспекти комерціалізації. Часто відсутні моделі прогнозування ринкової поведінки інноваційного продукту, нечітко визначені критерії оцінки ризиків, а механізми взаємодії між розробниками, інвесторами та споживачами залишаються фрагментованими. Таким чином, існує об'єктивна потреба в розробці оновлених концепцій управління комерціалізацією інновацій, що враховують сучасні цифрові технології, інституційні обмеження та глобальні економічні тренди.

Метою статті є виявлення та систематизація ключових тенденцій у сфері економіко-управлінських аспектів діяльності підприємств під час комерціалізації інновацій, а також розробка концептуальної моделі підвищення ефективності цього процесу. У рамках дослідження здійснюється аналіз чинників, що впливають на успішність трансформації інновацій у ринкові

продукти, а також формулюються пропозиції щодо оптимізації стратегій управління з урахуванням сучасних технологічних, економічних та організаційних умов. Особливу увагу приділено інструментам аналітики, цифровим рішенням, стейкхолдерській взаємодії та побудові ефективного фінансового супроводу інноваційної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Проблематика комерціалізації інновацій активно висвітлюється в сучасній науковій літературі, зокрема в роботах, присвячених інноваційному менеджменту, підприємницьким стратегіям і цифровим трансформаціям. Значна частина досліджень фокусується на створенні ефективних моделей управління інноваційним циклом, формуванні венчурної екосистеми та аналізі ролі кластерів у стимулюванні інноваційного розвитку. Вітчизняні й зарубіжні дослідники підкреслюють важливість стратегічної гнучкості, партнерств між підприємствами, науковими установами та державними органами, а також необхідність формалізації процедур оцінки ефективності інноваційних проєктів. У центрі уваги досліджень також перебувають питання організаційного дизайну підприємства в умовах інноваційного навантаження, вибору відповідних бізнес-моделей, оцінки економічних ризиків і побудови інституційного середовища, сприятливого для трансферу технологій. Окремі автори акцентують на важливості цифрових платформ, які дозволяють масштабувати інноваційні рішення, пришвидшувати взаємодію з ринком і забезпечувати прозорість комерціалізаційного процесу. Водночас у багатьох роботах фіксується недостатність емпіричних досліджень щодо українських реалій, зокрема в контексті нестабільного ринкового середовища, нормативних обмежень та обмеженого доступу до інвестицій. Саме тому актуальним є пошук адаптованих управлінських моделей, які враховують специфіку національного контексту.

Виклад основного матеріалу: Надзвичайно важливим аспектом сучасного бізнес-середовище є вплив економіка-управлінських факторів на ефективність комерціалізації інновацій у підприємства. Комерціалізація вимагає чіткої інтеграції нових технологій, послуга бо продуктів у ринкові умови з урахуванням управлінських та економічних викликів. Даний процес дуже складний, котрі в себе включає науково-технічний аспект, економічний аналіз, управлінський рішення, стратегії, які спрямовуються на досягнення максимального комерційного результату.

Аналіз даних факторів допомагає краще розуміти зовнішні та внутрішні умови, які найбільше впливають на успіх інновацій і підприємства ефективно адаптують свої стратегії для досягнення конкурентних переваг.

На процес комерціалізації на увазі впливає рівень інфляції, податкові політики, доступність фінансування та економічна стабільність. При високій інфляції або в умовах економічної нестабільності підприємства стикаються з труднощами у фінансуванні інноваційних проектів. Зростання вартості капіталу через високі процентні ставки або недостатня кількість емоційних ресурсів обмежують можливості для комерціалізації інновацій. Малі та середні підприємства, які не мають доступу до науково-дослідницьких фондів або великих інвестиційних ресурсів, особливо стосується даного аспекту тому, що обмежуються їхні можливості для впровадження нових технологій [1].

Управлінський фактори включають управлінський рішення, стратегічне планування, організаційну структуру підприємства та вони здатні до гнучкої адаптації змін на ринку. Ключовим аспектом є розробка стратегії комерціалізації інновацій, який включає вибір каналів збуту, ціноутворення, аналіз ринку та просування продуктів і послуг. Ефективність залежить від досвіду та професіоналізму керівництва, вона повинна чітко розуміти потреби та вимоги ринку і передбачати потенційні проблеми, можливості для бізнесу. Неправильно обрана стратегія призводить до значних фінансових втрат та не успішної реалізації інновацій, що знижує конкурентоспроможність підприємства [3].

Адаптація підприємств до змін у ринкових умовах є важливим фактором для успішної комерціалізації та сталого розвитку інновацій. При постійних технологічних, економічних змінах, підприємства повинні швидко реагувати на нові виклики та можливості, які виникають на ринку. Процес адаптації включає зміну внутрішніх бізнес-процесів, управлінських стратегій та постійну модернізацію інновацій. Завдяки цьому підприємство зберігають конкурентоспроможність та ефективно впроваджують нові технології, продукти, послуги які призводять до значних економічних переваг [2].

Основним механізмом адаптації є стратегічне планування, воно враховує зміни в зовнішньому середовищі та вчасно реагує на них. Стратегічне планування включає в себе ринкові тенденції, прогнозування можливих змін у попиті на продукцію та оцінку конкурентного середовища. Адаптація постійно вимагає перегляду існуючих стратегій та їх коригування при наявності нових можливостей, ризиків, тому підприємство гнучке, не втрачає свою ринкову позицію та зберігає стабільність у нестабільному середовищі [3].

Нижче наведена таблиця 1 порівнює основні економіку-управлінський фактори, які впливають на комерціалізації інновації.

На рисунку 1 зображена схема взаємодії управлінських та економічних аспектів комерціалізації інновацій. Схема розглядає детально масштабування,

розробку продукту, виведення на ринок, формування концепції, генерацію ідей, оцінку ринку та наведений детальний опис кожного етапу.

Таблиця 1.

Порівняння основних економіко-управлінських факторів, що впливають на комерціалізацію інновацій *(розроблено авторами на основі [3])*

Фактор	**Суть**	**Вплив на комерціалізацію**
Макроекономіка	Економічна стабільність, підтримка держави	Формує загальний інвестиційний клімат для інновацій
Конкуренція	Насиченість ринку, бар'єри входу	Стимулює впровадження інновацій для лідерства
Фінансування	Банківські кредити, венчурний капітал	Забезпечує ресурси для реалізації інновацій
Правова база	Захист ІВ, регулювання	Гарантує безпеку і стандартизацію інновацій
Стратегія	Бізнес-планування інновацій	Сприяє системному впровадженню новацій
Кадровий потенціал	Досвід і гнучкість менеджменту	Знижує ризики і підвищує ефективність
Міжнародна співпраця	Участь у проєктах, обмін досвідом	Розширює доступ до ринків і технологій
Інвестиції	Джерела капіталу і підтримки	Прискорюють реалізацію інноваційних рішень

Роль інноваційних стратегії у підвищенню конкурентоспроможності підприємств є основною у сучасному бізнес середовищі, швидкий розвиток технологій та змін на ринку потребують постійного вдосконалення своїх послуг, продуктів та операційних процесів. Інновації, котрі впроваджувались через стратегії, дають можливість підвищувати свою конкурентоспроможність та забезпечити довгостроковий розвиток, що дозволяє адаптуватись до змін у ринковому середовищі та вимогах споживачів [4].

Існує кілька основних напрямків через які інноваційні стратегії сприяють підвищення конкурентоспроможності. Першим є диференціація, коли компаній, які розробляється нова цінні послуги або продукти створюють унікальні пропозиції для споживачів, що виділяють їх серед усіх конкурентів. Другим напрямком є зниження витрат, коли інноваційні стратегії включає вдосконалення операційних процесів, оптимізація постачання та виробництва, дозволяючи компаніям знижувати витрати на доставку продукції та виробництво. Завдяки впровадженню та автоматизації новітніх технологій скорочується витрати на матеріали та людські ресурси, знижується собівартість продукції та підвищується ефективність, що зберігає конкурентоспроможні ціни і отримує більше прибуток [5].

Третім напрямком є адаптація та гнучкість до змін на ринку. Зміни в сучасному світі відбуваються дуже швидко, тому підприємство повинні готуватись до швидкої адаптації в нових умовах. Стратегії дозволяють

ефективно реагувати на зміни в попиті, на технологічні умови та нових конкурентів [5].

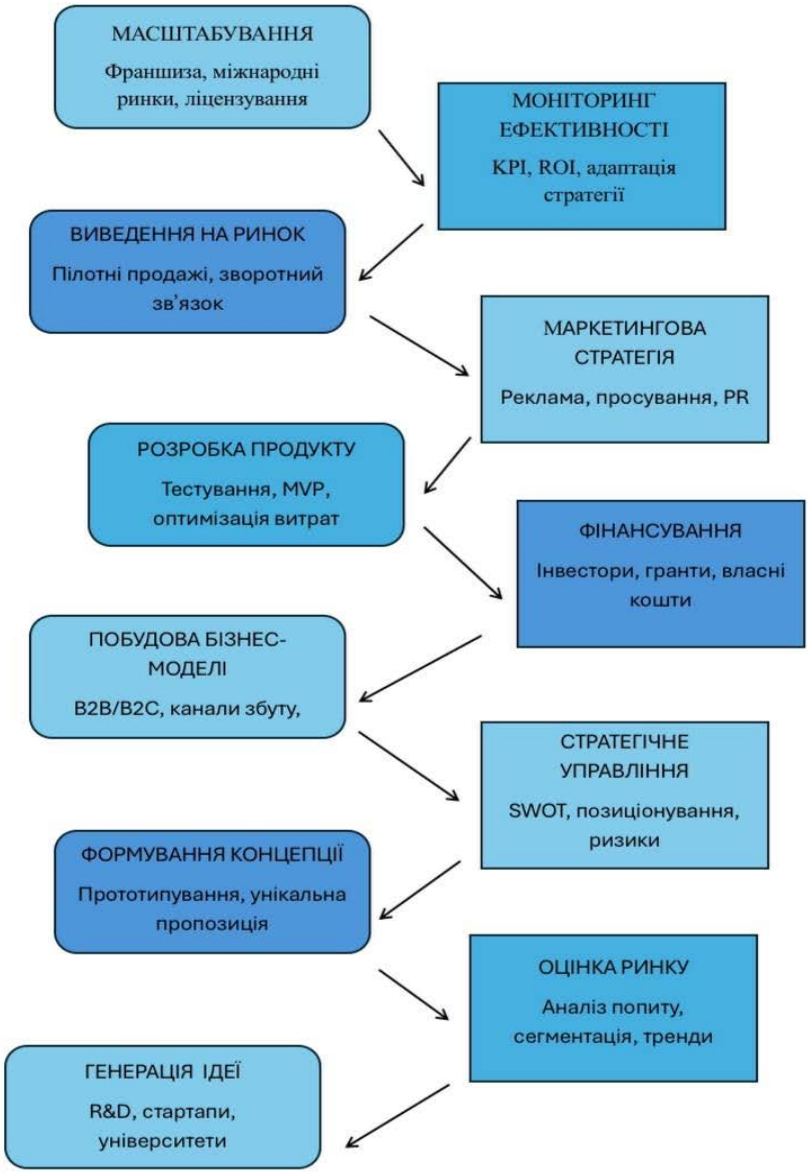


Рис. 1. Схема взаємодії економічних і управлінських аспектів комерціалізації інновацій *(розроблено авторами на основі [4])*

Інноваційні стратегії сприяють розвитку підприємства через інтелектуальну власність. Нові патенти, технології, ліцензії, торгові марки - головні джерела важливих доходів та додаткова перевага для компанії на ринку. Активні підприємства розвивають власні технології та інновації, отримують додаткові доходи через ліцензування або продажу своїх розробок іншим, що дає можливість збільшувати фінансові потоки та зміцнювати репутацію лідерської компанії в галузі.

Аналіз основних стратегії та моделі комерціалізації новації важливий елемент для досягання конкурентних переваг у сучасному світі, коли

технологічні зміни та інновації стають драйверами розвитку. Комерціалізація інновацій включає в себе процес переведення технологічних розробок та наукових ідей у комерційна успішність послуги або продукти, що дозволяє підприємством створювати нові ринки, зміцнювати свої позиції та підвищувати конкурентоспроможність. Правильна модель комерціалізації та стратегія забезпечує компаніям істотні переваги перед конкурентами та відкриває нові можливості для розвитку та зростання [6].

Однією з найпоширеніших моделей є «поштовхова інновація», вона передбачає розвиток технологій або продукту, який вже існує на ринку, забезпечуючи його новими функціями або покращенням. Модель поступово розвиває та вдосконалює існуючі товари або послуги на основі новітніх технологічних досягнень. Для підприємства мінімізується ризик тому, що вони працюють на знайомому ринку та додатково здобувають конкурентні переваги завдяки оновленню продуктів, що більш приваблює споживачів. Наприклад, вдосконалення моделей автомобілів, коли до наявних продуктів додають нові функції, такі як поліпшення економії пального, нові технології для безпеки або автоматична паркування.

Існує модель "первинного виходу на ринок", вона розробляє новий продукт або послугу, котрі раніше не існувало на ринку. Модель передбачає високі ризики, але здатна на великий потенціал для створення нового ринку. Такі інновації призводять підприємствам конкурентні переваги, вони стають першопрохідцями на новому ринку, здобувають першу позицію та лояльність споживачів. Для успішної комерціалізації інновацій підприємства потрібні інвестиції у науково-дослідницьку діяльність, просування продукту та маркетинг. Модель ефективно в сферах високих технологій, наприклад розробка нових програмних продуктів, інженерні рішення та медичні технології [6].

Модель "ліцензування та патентування" використовують підприємство для комерціалізації своїх інновацій. Вони надають ліцензію іншим компаніям на використання технологій або продукту, завдяки чому отримують прибуток без необхідності в серйозних інвестиціях у збут і виробництво. Особливо цей фактор важливий для середніх та малих підприємств, які не мають ресурсів для масштабного виробництва. Ліцензування не заробляє на продажу технологій та партнерських відносинах. Патентування інновації отримує захист технологій, що отримує конкурентні переваги підприємства в довгострокові перспективі. Модель має значні переваги в умовах глобалізації тому, що вона продає свої технології міжнародним компаніям та ринком, працюючи з іншими підприємствами по світу.

Модель "відкритих інновацій" більш сучасно та гнучка стратегія, яка зосереджується на інтеграції інновації ідей у різних джерелах, від зовнішніх партнерів, університетів, постачальників та інших підприємств. Вона активно залучає зовнішні ідеї та технології для розвитку власних продуктів для скорочення часу на розробку та підвищення ймовірності успіху. Підхід швидко адаптується до змінюваного ринку, працює з іншими інноваційними агентами та досягає великих результатів.

Нижче наведена таблиця 2 порівнює активності різних інноваційних стратегії, котрі використовуються підприємством для підвищення своєї конкурентоспроможності.

Таблиця 2.

Порівняння ефективності різних інноваційних стратегій для підприємств
(розроблено авторами на основі [6])

Інноваційна стратегія	**Короткий опис**	**Переваги**	**Недоліки**	**Приклад застосування**
Диференціація	Унікальні продукти, висока цінність	Висока ринкова позиція	Високі витрати на розробку	Apple (iPhone)
Зниження витрат	Оптимізація витрат і ресурсів	Вища маржа, ефективність	Залежність від зовнішніх змін	Toyota (Lean production)
Технологічне лідерство	Інвестування в нові технології	Ринкове лідерство	Великі інвестиції	Tesla (електромобілі)
Відкриті інновації	Зовнішні джерела інновацій	Швидкий доступ до технологій	Втрата контролю	Procter & Gamble
Патентування і ліцензування	Захист і передача інтел. власності	Доходи без виробництва	Залежність від ліцензіатів	Фармацевтичні компанії
Стратегічні альянси	Партнерства для спільних розробок	Розподіл витрат і ресурсів	Конфлікти і складність управління	Google (віртуальна реальність)

Рисунок 2 відображає моделі стратегій комерціалізації інновацій та вплив на конкурентоспроможність підприємств. На схемі зображена ліцензійна, партнерська, відкрита імітаційна та інші з детальним описом.

Оцінка економічної ефективності інвестицій критично важливе для підприємства, вона визначає вигідність та життєздатність інвестиції в нові технології, послуги чи продукти. Інноваційні проекти потребують фінансових витрат на початковому етапі, тому для забезпечення успіху інвестицій потрібно оцінювати їх економічну доцільність та потенціал для отримання прибутку. Методи оцінки економічної ефективності дозволяють зменшувати ризики, які пов’язані з інвестиціями, допомагати підприємством приймати рішення стосовно, які інноваційні проекти потребують реалізації.

Один з основних методів - це метод чистої приведеної вартості (NPV, Net Present Value). Даний метод обчислює різницю між приведеними вартостями майбутніх грошових потоків, які генерувати інноваційний проект. Якщо чиста приведена вартість буде позитивною, то інвестиція вважатиметься економічно ефективною, очікувані доходи будуть перевищувати витрати. Якщо чиста приведена вартість буде негативно, то проект буде невигідним та його реалізація призведе до фінансових збитків. NPV визначає чи потрібно вкладати ресурси в конкретний проект, враховує поточні витрати та майбутні економічні вигоди [8].

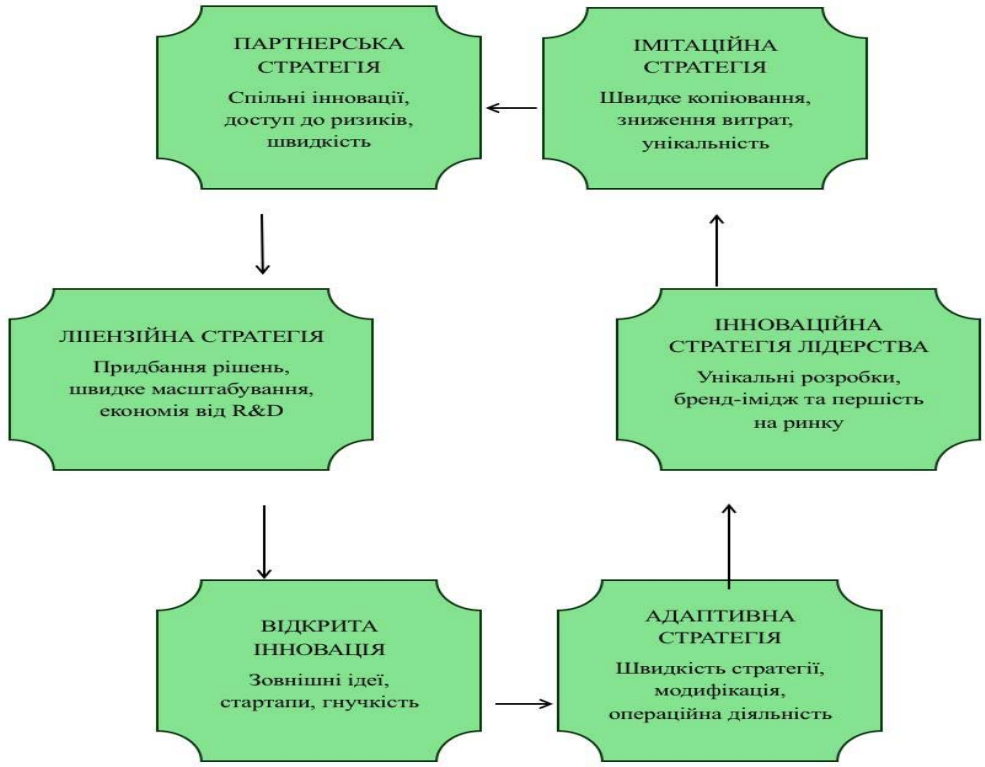


Рис. 2. Моделі стратегій комерціалізації інновацій і їх вплив на конкурентоспроможність підприємств *(розроблено авторами на основі [7])*

Внутрішня норма прибутковості (IRR, Internal Rate of Return) визначає ставку дисконтування, чиста приведена вартість якої буде дорівнювати 0. Внутрішня норма прибутковості є цією норму, про які інвестиція не приносить ні збитків, ні прибутку. Якщо IRR Буде перевищувати вартість капіталу, то проект вважається економічно ефективним. IRR Дозволяє порівнювати швидко кілька проектів та визначати, котрі з них більш прибутковий. Для проектів з невизначеним грошовими потоками, метод може бути менш надійним, через великі відтоки або припливи коштів [9].

Аналіз переваг та ризиків, які виникають при інвестування в проекти невід'ємна частина прийняття управлінських рішень у промислові та будівельній галузі, інновації впливають на ефективність,

конкурентоспроможність та продуктивність. Інвестиції в новації часто пов'язані з високими витратами на науково-дослідницьку діяльність, зміну існуючих виробничих процесів або розробку нових технологій, що підвищує рівень невизначеності та ризиків. Інвестиції пропонують значні переваги, які забезпечують підприємством конкурентні переваги, приносять додаткові доходи та покращують ефективність операційних процесів [10].

Інвестування в інноваційні проекти має численні переваги, які покращують економічні показники підприємства. Головною перевагою є можливість підвищення продуктивності та ефективності операційних процесах. У будівельній галузі застосування BIM (Building Information Modeling) або автоматизованих систем управління будівництвом, скорочує витрати на проектування, знизують час, який необхідний для завершення проекту та зменшує помилки, що знижує загальні витрати та швидше задовольняє потреби замовників [11].

Нижче наведена таблиця 3 порівнює основні методи оцінки економічної ефективності інвестицій. Вона містить опис кожного методу, переваги, недоліки та приклади застосування в реальних умовах. их проектах, враховуючи характер та специфіку галузі інвестицій.

Таблиця 3.

Оцінка економічної ефективності інвестицій в інноваційні проекти

(розроблено авторами на основі [11])

Метод оцінки	**Суть методу**	**Переваги/Недоліки**	**Приклад застосування**
NPV	Різниця між дисконтованими доходами і витратами	+ Точність з урахуванням часу – Залежність від прогнозів	Інвестпроєкти у будівництві потужностей
IRR	Ставка, за якої NPV = 0	+ Зручно для порівняння – Некоректність для нестандартних випадків	Вибір серед кількох проєктів
Payback Period	Час повернення вкладень	+ Простота – Ігнорування вартості грошей у часі	Інвестиції в автоматизацію виробництва
EVA	Прибуток після покриття витрат на капітал	+ Показує справжній прибуток – Не враховує зміни в потоках	Аналіз цінності проєкту після витрат
Аналіз чутливості	Вплив змін параметрів на результати	+ Виявлення ризиків – Ігнорування взаємозв'язків	Вартість сировини або ринкові ціни
Сценарний метод	Аналіз можливих варіантів розвитку подій	+ Прогнозування – Залежність від припущень	Запуск нового продукту

Рисунок 3 демонструє схему оцінки ризиків та економічної ефективності інвестицій в новації. Схема показує взаємозв'язок між управлінським рішенням, інвестиційно-аналітичної системи оцінки новацій та основними блоками аналізом. Схема деталізує процеси та оцінює результати. Підхід комплексно оцінює доцільність інноваційних проектів та прийняття обгрунтованих управлінських рішень.

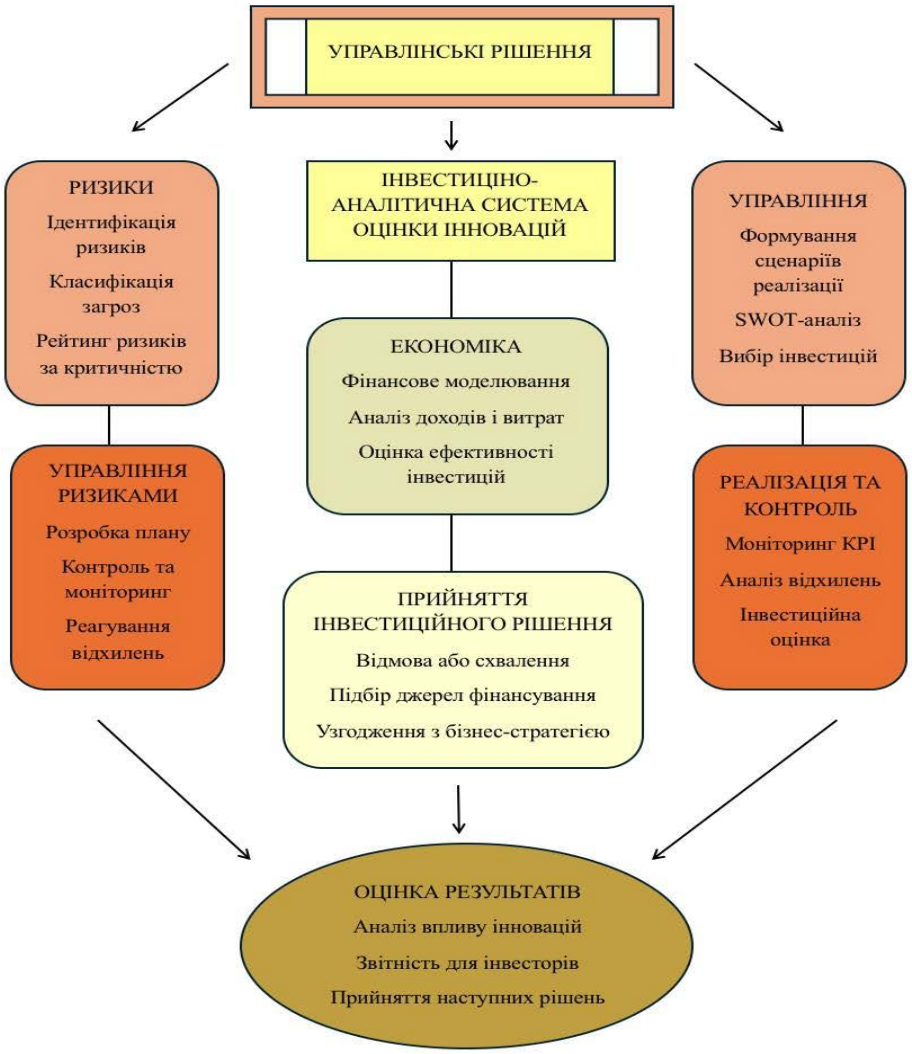


Рис. 3. Схема оцінки ризиків та економічної ефективності інвестицій в інновації
(розроблено автором на основі [12])

Аналіз переваг та ризиків, які виникають при інвестування в проекти невід'ємна частина прийняття управлінських рішень у промислові та будівельній галузі, інновації впливають на ефективність, конкурентоспроможність та продуктивність. Інвестиції в новації часто пов'язані з високими витратами на науково-дослідницьку діяльність, зміну існуючих виробничих процесів або розробку нових технологій, що підвищує рівень невизначеності та ризиків. Інвестиції пропонують значні переваги, які

забезпечують підприємством конкурентні переваги, приносять додаткові доходи та покращують ефективність операційних процесів. Важливо для правильного прийняття рішень оцінити ризики та переваги інвестицій, щоб забезпечити максимально вигоду та мінімізувати потенційні втрати [10].

Інвестування в інноваційні проекти має численні переваги, які покращують економічні показники підприємства. Головною перевагою є можливість підвищення продуктивності та ефективності операційних процесах. У будівельній галузі застосування BIM (Building Information Modeling) або автоматизованих систем управління будівництвом, скорочує витрати на проектування, знизують час, який необхідний для завершення проекту та зменшує помилки, що знижує загальні витрати та швидше задовольняє потреби замовників [11].

Література

1. Харів, П.С. "Інноваційний розвиток підприємств: теорія та практика". – Навчальний посібник. – Львів: Львівський університет, 2021. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/blevwj

2. Чуприна Ю.А. Методологія інтеграції потенціалу стейкхолдерів до складу будівельного кластеру // «Формування ринкових відносин в Україні»// 2019. – № 2 (213). – с. 81-87 https://dndiime.org/wp-content/uploads/2019/07/2_2019.pdf

3. Мудра, М.С. "Інноваційні підходи до управління проектами в будівництві". – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Київ: Національний університет будівництва і архітектури, 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/ejtngw

4. Шевченко, О.В. "Методи управління економічними ризиками в умовах глобалізації". – Економіка та організація управління. – Київ: НАН України, 2020. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4614.

5. Roman, A., Andrii, S., Galyna, R., Iurii, C., & Hanna, S. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, *12*(1), 40–50.

6. Інститут інноваційного розвитку та сталого розвитку. "Інноваційні технології в управлінні проектами". – Монографія. – Київ: ІІДСР, 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://iidskt.org.ua/wp-content/uploads/Monografiya-2023.pdf.

7. I. Chupryna, R. Tormosov, D. Abzhanova, D. Ryzhakov, V. Gonchar and N. Plys, "Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership," 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1-8

8. Київський національний університет будівництва і архітектури. "Регіональна політика: Збірник наукових праць". – Київ: НТУУ «КПІ», 2017. – Ч. 2. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/quwsup

9. Приходько, О.О. "Управління проектами в умовах зміни технологічних процесів". – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Київ: Національний університет будівництва і архітектури, 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surli.cc/jdmgln

10. Київський національний університет технологій та дизайну. "Управління проектами: теоретичні основи та практичні аспекти". – Навчальний посібник. – Київ: Київський національний університет технологій та дизайну, 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://knute.edu.ua/file/MzEyMQ==/ed3426146432ea2f6837c04fe0c85b86.pdf.

11. .Букліб. "Управління проектами: методи та практичні аспекти". – Букліб. – 2023. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://buklib.net/books/37224/.

12. Chupryna, G. Ryzhakova, V. Pokolenko, D. Prykhodko and A. Faizullin, “Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development,” 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 2021, pp. 1-9

Associate Professor **Iryna Yakymchuk**,
Volodymyr Dolhopolov, Yaroslav Herasymchuk, Dmytro Bidenko,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

TRENDS IN ECONOMIC AND MANAGEMENT ASPECTS OF ENTERPRISES' ACTIVITIES IN THE PROCESS OF COMMERCIALIZATION OF INNOVATION

In the dynamic economic environment of the 21st century, innovative activity of enterprises is considered a key factor of growth, competitiveness and resilience to external challenges. Commercialization of innovations, which encompasses the process of transforming scientific and technical ideas into marketable products, is becoming a strategic goal for many companies, especially in high-tech and knowledge-intensive sectors. However, the effectiveness of this process largely depends on the ability of the enterprise to adapt its economic and management mechanisms to the peculiarities of the innovation economy. The lack of clear strategies, lack of financing, weak interaction with the innovation support infrastructure, imperfect risk assessment models and uncertainty of the regulatory environment often become obstacles to the successful launch of an innovative product on the market.

Within the framework of this work, an attempt was made to conduct a comprehensive analysis of modern trends in the economic and managerial aspects of the activities of enterprises in the field of commercialization of innovations. The issues of strategic planning, the formation of business models, intellectual property management, venture financing, interaction with accelerator and cluster structures were considered. Particular attention was paid to assessing the effectiveness of commercialization processes using KPI, digital monitoring tools, as well as the integration of analytical management systems. Based on a comparison of Ukrainian and foreign experience, key barriers and opportunities for improving commercialization processes at the enterprise level were identified. A conceptual model of innovation transformation was proposed, in which strategic flexibility, analytical support for decision-making, stakeholder integration, and digitalization of management are the main drivers of development. In addition, the importance of creating a corporate culture of innovation that promotes internal entrepreneurship, openness to change, and effective knowledge exchange between departments was characterized. Successful commercialization is impossible without the active participation of top management, which forms a vision of innovative development, as well as without formalized procedures for managing knowledge and a portfolio of innovative initiatives. It has been established that enterprises that invest in the development of digital analytics, artificial intelligence tools and automated demand forecasting achieve a significantly higher level of efficiency in commercialization. Attention is focused on the need to transform organizational structures - from hierarchical to network, capable of quickly responding to market changes, adapting business models and scaling innovative solutions.

Keywords: innovation; commercialization; management; enterprise; strategy; financing; digitalization; efficiency.

REFERENCES

1. Kharyv, P.S. Innovative development of enterprises: theory and practice. – Textbook. – Lviv: Lviv University, 2021. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/blevwj. {in English}

2. Chupryna, Yu.A. Methodology for integrating the potential of stakeholders into the structure of the construction cluster. – Formation of Market Relations in Ukraine, 2019. – No. 2 (213). – Pp. 81–87. – https://dndiime.org/wp-content/uploads/2019/07/2_2019.pdf. {in Ukrainian}

3. Mudra, M.S. Innovative approaches to project management in construction. – Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2024. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/ejtngw. {in English}

4. Shevchenko, O.V. Methods of economic risk management under globalization. – Economics and Organization of Management. – Kyiv: National Academy of Sciences of Ukraine, 2020. – [Electronic resource]. – Access mode: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4614. {in Ukrainian}

5. Roman, A., Andrii, S., Galyna, R., Iurii, C., & Hanna, S. Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. – International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2022. – Vol. 12(1). – Pp. 40–50. {in Ukrainian}

6. Institute of Innovation and Sustainable Development. Innovative technologies in project management. – Monograph. – Kyiv: IISD, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://iidskt.org.ua/wp-content/uploads/Monografiya-2023.pdf. {in English}

7. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Ryzhakov, D., Gonchar, V., & Plys, N. Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. – 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 2022. – Pp. 1–8. {in Ukrainian}

8. Kyiv National University of Construction and Architecture. Regional Policy: Collection of Scientific Works. – Kyiv: NTUU "KPI", 2017. – Part 2. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/quwsup. {in Ukrainian}

9. Prykhodko, O.O. Project management in conditions of changing technological processes. – Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2024. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surli.cc/jdmgln. {in Ukrainian}

10. Kyiv National University of Technologies and Design. Project management: theoretical foundations and practical aspects. – Textbook. – Kyiv: Kyiv National University of Technologies and Design, 2024. – [Electronic resource]. – Access mode: https://knute.edu.ua/file/MzEyMQ==/ed3426146432ea2f6837c04fe0c85b86.pdf. {in Ukrainian}

11. Buklib. Project management: methods and practical aspects. – Buklib, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://buklib.net/books/37224/.{in Ukrainian}

12. Chupryna, G., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. – 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 2021. – Pp. 1–9. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.818-833
УДК: 94 (100) «1939/1945» (430)
д.іст.н., професор, **Гетьманчук М.П.,**
hetmanchukm@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2627-8161,
Романюк А.А.,
andrii.a.romaniuk@lpnu.ua, ORCID: 0009-0005-1073-1012,
Національний університет «Львівська політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТА ДІЯЛЬНОСТІ НАЦІОНАЛ – СОЦІАЛІСТИЧНОЇ ТРУДОВОЇ ПАРТІЇ РОСІЇ: ІЗ ІСТОРІЇ ЗАРОДЖЕННЯ РОСІЙСЬКОГО ФАШИЗМУ В РОКИ ДРУГОЇ СВІТОВОЇ ВІЙНИ (1941 – 1944 РР.)

Присвячено дослідженню діяльності Націонал-соціалістичної трудової партії Росії (НСТПР) у період Другої світової війни (1941–1944 рр.) та її ролі у формуванні російського фашизму, що розглядається як історичний попередник сучасного феномену рашизму. У контексті російсько-української війни, що триває з 2014 року, актуалізовано потребу в ідеологічному осмисленні витоків агресивної політики Російської Федерації, наголошено на необхідності аналізу історичних форм російського фашизму. Дослідження зосереджується на створенні та функціонуванні НСТПР в межах Локотського адміністративного округу, що існував на окупованих нацистами територіях Орловської та Курської областей.

Проаналізовано ідеологічні засади НСТПР, зокрема її маніфест 1941 року, який поєднував антикомунізм, шовінізм, антисемітизм та ідею сильної держави. Підкреслено, що НСТПР, попри залежність від нацистської Німеччини, розробила автономну програму російського націонал-соціалізму, яка стала прообразом сучасного синтезу імперського націоналізму та тоталітарного управління. У статті простежується тяглість між ідеологемами НСТПР та сучасним рашизмом, що проявляється в культі «русского міра», мілітаризмі та виправданні воєнних злочинів.

Методологічно дослідження базується на історико-генетичному, компаративному та контент-аналізі, а також архівно-документальному підході. Висновки підкреслюють, що НСТПР стала лабораторією для формування російського фашизму, а її ідеї знайшли продовження в сучасній рашистській ідеології. Подальші дослідження рекомендують зосередити на розвінчанні міфів про «антифашистську» сутність Росії.

Ключові слова: соціалістична трудова партія Росії; колабораціонізм; російський фашизм; ідеологія; рашизм

Постановка проблеми. Російсько-українська війна, яка триває з 2014 року і набула повномасштабного характеру з лютого 2022 року, актуалізувала потребу не лише у військово-політичному, а й у глибоко ідеологічному осмисленні причин і рушіїв агресії Російської Федерації. У науковому дискурсі дедалі частіше з'являється поняття *рашизм* — ідеологічного комплексу, що поєднує в собі риси авторитаризму, імперіалізму, шовінізму, мілітаризму та ксенофобії. Утім, попри широку публічну й академічну дискусію, рашизм як світоглядне й політичне явище залишається недостатньо концептуалізованим, зокрема у своєму історичному вимірі.

Одним із ключових напрямів, який дозволяє глибше зрозуміти витоки рашистської ідеології, є дослідження феномену російського фашизму у XX столітті. Незважаючи на декларативну відданість Росії антифашистській риториці, у її політичному та ідеологічному минулому існує чітко виражена традиція фашистських практик і концептів, зокрема в формах колабораціоністських проектів періоду Другої світової війни. Особливу увагу в цьому контексті заслуговує досвід Націонал-соціалістичної трудової партії Росії (НСТПР), яка, попри свою залежність від нацистської Німеччини, виробила автономну програму російського націонал-соціалізму, що стала прообразом сучасного синтезу імперського націоналізму й тоталітарного управління в Росії.

Таким чином, вивчення російського фашизму як ідеологічного феномена, що сформувався на ґрунті антидемократичних, антизахідних і шовіністичних установок, є необхідним кроком для реконструкції історичних джерел рашизму та для критичного осмислення його сучасних форм.

Актуальність. Сучасний етап агресивної зовнішньої політики Російської Федерації, що супроводжується ідеологічною мілітаризацією суспільства, культом «русского міра» та виправданням воєнних злочинів, засвідчує наявність у російському політичному дискурсі рис, характерних для класичних фашистських ідеологій. У цьому контексті важливого значення набуває аналіз історичних витоків сучасного рашизму як особливої форми неофашизму з російською специфікою. Саме тому постає необхідність дослідити, у який спосіб у XX столітті формувалися передумови для появи подібної ідеології, зокрема в контексті діяльності колабораціоністських фашистських утворень на кшталт Націонал-соціалістичної трудової партії Росії.

Ідеологічна еволюція від російського фашизму часів Другої світової війни до сучасного рашизму є не лише предметом історичного інтересу, а й ключем до розуміння ідейної основи політичного режиму Російської Федерації.

Таким чином, актуальність запропонованого дослідження визначається необхідністю історико-ідеологічного аналізу феномену рашизму через призму

тяглості російських фашистських концептів, що виявляються як у політичній практиці, так і в публічному дискурсі сучасної Російської Федерації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Необхідно відзначити, що увітчизняній історіографії практично відсутні спеціальні дослідження, присвячені задекларованій проблемі. Лише у двох монографіях українських дослідників А.В. Боляновського та І. Гаріна звертається увага на історію формування на базі Локотьської республіки бригади Російської визвольної народної армії (РОНА) і 29-ої гренадерської дивізії військ СС (російської № 1) [6, С. 580-583; 7, С. 428-429]. Аналіз історіографії проблеми також засвідчує, що чимало наукових праць сучасних російських дослідників, які присвячені історії Локотьської республіки, виділяються відверто тенденційним характером. Частина з них вважає, що проблему російського колабораціонізму та націонал - фашизму періоду Другої світової війни, яка сьогодні є надто дражливою та небезпечною для офіційної Москви, досліджують лише «історики - ревізіоністи», «маргінали», «неонацисти», «неовласовці», «ліберали, які відпрацьовують зарубіжні гранти» [8, С. 147-148]. Тільки окремі з них констатують, що на превеликий жаль, в сьогоднішній Росії знову проявляється тенденція відведення історичній науці лише ролі засобу патріотичного виховання. Особливим чином препаровані історичні факти викладаються таким чином, щоб «давати приклад молоді», «вчити історію великої Росії», «вирощувати російських патріотів», «викликати ненависть до потенційних противників Росії» та ін. Так, справжня історія, вказують вони, «яка, а це давно підмічено, нікого нічому не вчить неминуче перетворюється в сучасній Росії у ідеологічний сурогат, у міф, фальшивку та фікцію» [9, С. 5].

Мета дослідження. Метою даного дослідження є реконструкція ідеологічних засад російського фашизму періоду Другої світової війни на прикладі створення та діяльності Націонал-соціалістичної трудової партії Росії (НСТПР), а також виявлення ідейної тяглості між історичними формами російського фашизму та сучасним феноменом рашизму.

Методи дослідження. Для дослідження ідеологічних засад російського фашизму на прикладі діяльності Націонал-соціалістичної трудової партії Росії (НСТПР) та виявлення їхньої тяглості у сучасному феномені рашизму застосовано міждисциплінарний підхід, що поєднує методи історичного та ідеологічного аналізу. Історико-генетичний метод використано для реконструкції передумов створення НСТПР, її діяльності в період Другої світової війни (1941–1944 рр.) та еволюції ідеологічних концептів, що вплинули на формування сучасного рашизму. Компаративний метод дозволив порівняти ідеологічні риси НСТПР із сучасними проявами рашизму, виявивши спільні елементи, такі як антикомунізм, шовінізм і культ сильної держави. Контент-

аналіз програмних документів НСТПР, зокрема її маніфесту 1941 року, а також сучасних російських публічних дискурсів допоміг ідентифікувати ключові ідеологеми та їхню трансформацію. Архівно-документальний метод застосовано для аналізу історичних джерел, зокрема німецьких військових документів і свідчень учасників НСТПР, що забезпечило реконструкцію діяльності партії на основі первинних даних. Ці методи в сукупності дозволили комплексно дослідити історичні витоки російського фашизму.

Основна частина. Найбільш показовою в історії російського колабораціонізму періоду Другої світової війни стала частина території, окупованої 4 жовтня 1941 р. військами 2-ої танкової армії Вермахту під командуванням генерал-полковника Р. Шмідта [10, 513-514]. На даний час існує ряд наукових праць зарубіжних дослідників, які основну увагу звертають на два аспекти цього явища: 1) цивільно – політичний, що стосується утворення в 1941 – 1943 рр. викладачем Локотського лісохімічного технікуму К.П. Воскобойником та інженером спиртового заводу Б.В. Камінським Локотського адміністративного округу на окупованій німецькими військами території восьми районів Орловської та Курської областей із населенням біля 1 700 000 чоловік; 2) військовий – від створення у 1941 р. підрозділів народної міліції, бригади РОНА, і закінчуючи реформуванням її у 29-ту гренадерську дивізію військ СС (російську № 1) [11, С. 94-95, 160-161].

Можна виділити декілька причин, чому німецьке командування вирішило надати російському населенню широкі автономні права на цій території, які суперечили офіційній нацистській політиці і відрізнялися від інших окупованих територій: 1) наявність тут значної кількості радянських партизанських загонів, створених зусиллями НКВС і на озброєнні яких були всі типи стрілецької зброї, артилерія та навіть танки (у Брянсько – В'яземському котлі восени 1941 р. в оточенні опинилося 663 000 солдатів та командирів Червоної армії, які поповнювали партизанські загони); 2) слабка економічна база регіону, яка була в основному орієнтована на задоволення місцевих потреб; 3) необхідність забезпечення комунікацій 2-ої танкової армії Вермахту (через територію округу проходила єдина транспортна залізнична магістраль, яка пов'язувала 2-гу танкову армію з тиловими районами), для охорони яких планувалося залучити місцеве населення; 4) наявність масових антирадянських настроїв серед місцевого населення та працівників радянських і партійних органів регіону [12, С. 20-21; 13, С. 351-352]. Командувач 2-ої танкової армії генерал - полковник Р. Шмідт проаналізував 18 вересня 1941 р. ситуацію щодо співпраці з місцевим населенням у своєму меморандумі «Стосовно можливості підриву більшовицького опору зсередини». У меморандумі вказувалося, що без максимальної підтримки антикомуністичних сил на місцях, досягнути перемоги

Німеччині буде вкрай проблематично. Активними прихильниками Р. Шмідта у цьому питанні були комендант Орловського адміністративного округу генерал – майор А. Гаманн і начальник штабу 2-ої танкової армії генерал – лейтенант Ф. Бернгард [14, С. 50-51].

Вже 4–5 жовтня потерпілим від сталінських репресій К.П. Воскобойником та Б.В. Каминським в Локті був створений загін самооборони («народна міліція» - Volkswehr). Отримавши дозвіл і підтримку німецького командування вони приступили до створення цивільної адміністрації та поліцейських органів. Згідно наказу генерала Р. Шмідта всі німецькі штаби та комендатури були виведені за межі Локтя. Вся повнота влади на території Локотського адміністративно округу належали не німецьким комендантам, а місцевим органам влади. Кожний район округу мав районну управу, очолювану бургомістром, а в район входили волості (5-6), управління якими здійснювали волосні старшини. У сільській місцевості основною адміністративною одиницею була сільська община на чолі із сільським старостою. Характерними ознаками запровадження подібного адміністративного самоврядного утворення стали наступні: 1) відсутність німецького керівництва у військовій, політичній та економічній сферах; 2) самостійність органів самоврядування у вирішенні питань внутрішнього життя на підконтрольній території; 3) наявність власної судової системи (здійснення судочинства незалежно від важкості злочинів); 4) розвиток економіки для задоволення потреб населення регіону, а також наявність фінансової системи, яка не підпорядковується німецьким окупаційним властям [1, С. 176-197].

Паралельно із організацією органів влади та поліції К.П. Воскобойник і Б.В. Камінський, С.В. Мосін і О.М. Іванін виступили з ініціативою створення Народної соціалістичної партії Росії «Вікінг» (НСПР), яка згодом стала Націонал – соціалістичною трудовою партією Росії (НСТПР). Виключений із рядів ВКП(б) у 1937 р. за «зв'язок з ворогами народу» і найближчий соратник Б.В. Камінського С.В. Мосін на післявоєнному допиті відзначав, що: 1) вказана «антирадянська організація» була фактично створена у 1941 р., але юридично оформилася лише а 1943 р.; 2) на початку був створений центральний комітет партії, який за його участю розробив програму, статут і маніфест; 3) відразу керівництво партії розгорнуло активну участь щодо створення обласних, районних і низових партійних структур; 4) вказувалося, що основним завданням НСПР має стати збройна боротьба для знищення радянської держави і створення нової російської демократичної держави при допомозі німецької армії; 5) передбачалося, що після становлення демократичної держави потрібно «німців вигнати з Росії» [15, С. 1188-1189].

Вже 26 листопада 1941 р. було опубліковано маніфест Народної

соціалістичної партії Росії. У преамбулі маніфесту заявлялося, що НСПР є відповідальною за долю Росії і зобов'язується створити уряд, який забезпечить спокій, порядок і всі умови, необхідні для процвітання мирної праці, захисту честі та гідності держави. Також проголошувалося, що НСПР у своїй діяльності буде керуватися наступною програмою:

1) Повне знищення в Росії комуністичного та колгоспного ладу;

2) Безплатна передача селянам у вічне і спадкове користування землі з правом оренди та обміну ділянок, але без права продажу (громадянин міг володіти однією ділянкою біля 10 га в середній полосі Росії);

3) Безплатне виділення у вічне та спадкове користування присадибної земельної ділянки без права продажу (розміром ділянки в 1 га);

4) Вільне запровадження приватної ініціативи, у відповідністю з якою дозволяється приватним особам займатися ремеслами, промислами, будівництвом фабрик та заводів (розмір капіталу у приватному володінні обмежується 5 мільйонами карбованців золотом на кожного повнолітнього громадянина);

5) Запровадження на всіх виробництвах двохмісячної річної відпустки з метою надання можливості громадянам працювати на власних присадибних ділянках;

6) Закріплення у власності держави природних ресурсів (лісів, надр, залізних доріг, великих фабрик та заводів);

7) Проголошувалася амністія всім комуністам та комсомольцям, але із обов'язковою умовою, всі вони зі зброєю повинні боротися з радянською владою – сталінським режимом;

8) Проголошувалася також необхідність «нещадної» боротьби з євреями та більшовицькими комісарами [3, С. 359-361; 16, С. 19-21].

Сам маніфест був підписаний керівником НСПР «Інженером Земля (КПВ)», під псевдонімом та абревіатурою якого був В.П. Воскобойник. Для того, щоб обґрунтувати сутність ідеології НСПР, сформульованій у маніфесті, необхідно відзначити соціалістичний характер програми в її економічній частині. Можна також припустити, що, крім установок націонал – соціалізму, які німецькими властями пропагувалися на окупованих територіях, на світогляд авторів маніфесту впливала практика застосування лібералізації економіки, що мала місце в період запровадження більшовиками політики НЕПу. Все це у відповідності із поглядами В.П. Воскобойника та його соратників найкраще відповідало настроям населення, у першу чергу – селянам. У політичній частині програми на першому місці стоїть національна ідея, тобто відродження російської держави. Найбільш вірогідно, як на нашу думку, в поєднанні цих двох частин програми лідери Локотського самоврядування, які симпатизували і

захоплювалися німецьким нацизмом, бачили в ній не що інше, як свій, російський націонал – соціалізм. Слід відзначити й те, що організатори НСПР задовго до появи «Смоленської декларації», яку 27 грудня 1942 р. у Берліні підписали генерали Російської визвольної армії (РОА) А.А. Власов та В.Ф. Малишкін, виступили з програмою реформування Росії на засадах націонал - соціалізму після повалення комуністичного режиму [14, С. 72-74].

Потрібно вказати, що у працях зарубіжних дослідників даної проблеми існує два протилежних погляди щодо створення НСПР. Так, у своїй монографії російський дослідник С. Чуєв створення НСПР пояснює впливом та участю російського емігрантського Національно – Трудового Союзу Нового Покоління (НТС НП), який до 1931 р. мав назву Національний Союз Російської Молоді (НСРМ) [17, С. 258-260]. Дійсно, восени 1941 р. активісти НТС НП розпочали свою діяльність на окупованій території СРСР, зокрема, в Брянську, але доказів їхньої участі у створенні НСПР немає. Можна стверджувати, що ініціатива щодо створення НСПР і розроблення її програми належить виключно організаторам Локотського самоврядування. Також не підтверджується теза про те, що створення НСПР було інспіровано гестапо. Окупаційні німецькі власті у цей час ще могли дозволити створення місцевого самоврядування і поліцейських формувань для боротьби з партизанами, але виникнення національної політичної партії, нехай на засадах націонал – соціалізму, прямо суперечило проведенню колонізаторської політики Третім рейхом. Незважаючи на тісну співпрацю керівників Локотського самоврядування з німецькою військовою адміністрацією, створення НСПР не було санкціоновано німецькими властями. Тому вплив новоствореної партії поширювався на практиці в основному в кордонах Локотського округу, а після вересня 1943 р. – створеного Лепельського округу в Білорусії [1, С. 221-222].

Маніфест НСПР було надруковано великим тиражем у локотській типографії, устаткування якої було врятовано від евакуації на схід її працівниками. Після публікації маніфеста НСПР Б.В. Камінський та С.В. Мосін розпочали широку пропагандистську кампанію щодо його розповсюдження серед населення спочатку у найближчих до Локтя великих селах Таарасівці, Холмець, Крупець, Шем'якіно, а потім в Орловській, Курській, Брянській, Смоленській, Вітебській та Чернігівській областях. Для популяризації серед населення ідей НСПР створювалися пропагандистські групи активістів партії. Інструктуючи одну із таких груп, яка відправлялася за межі округу, В.П. Воскобойник наказував; «Не забувайте, що ми працюємо в інтересах не тільки одного Брасівського району, але й в масштабі всієї Росії. Історія нас не забуде» [18, С. 187]. Однак більшість населення байдуже сприйняло створення НСПР, оскільки пропаганда, яка не підкріплювалася на перших порах конкретними

економічними результатами щодо покращення життя людей, не викликала ніяких відгуків. Тільки через деякий час було створено на території округу 5 партійних організацій, що дозволило посилити агітацію та залучати у свої ряди місцеве населення [5, С. 20]. В цих умовах до НСПР вступали переважно співробітники Локотського самоврядування, солдати і командири народної міліції.

Від імені партії К.П. Воскобойник 1 січня 1942 р. звернувся з наказом до радянських партизанів скласти зброю і «приступити до організації мирного життя». У зверненні вказувалося, що партизани, які складуть зброю не будуть піддаватися репресіям. Реакція на звернення К.П. Воскобойника виявилася достатньо успішною, партизани сотнями почали виходити з лісів із зброєю та здавалися. Через деякий час більшість з них поповнили ряди народної міліції Локотського округа [19, С. 120]. Подібна ситуація із створенням НСПР та проблеми з організацією партизанського руху почали серйозно непокоїти московське керівництво. Партизани отримали із Москви наказ знищити керівництво Локотського округу, а потім приступити до захоплення його території. Виконуючи наказ, об'єднані сили партизанських загонів під командуванням А.Н. Сабурова 8 січня 1942 р. напали на Локоть, який після бою з народною міліцією захопити не змогли. Однак в результаті бою загинув керівник Локотського автономного округу та НСПР В.П. Воскобойник [20, С. 222]. Варто підкреслити, що вказаний напад партизанів на Локоть та смерть К.В. Воскобойника, безумовно, стали одним із ключових пунктів в історії НСПР, а також Локотського округу і його збройних формувань. Після загибелі К.П. Воскобойника його місце зайняв Б.В. Камінський, який став обер – бургомістром і зосередив у своїх руках всю повноту влади на території Локотського самоврядування.

Новий лідер НСПР та керівник Локотського самоврядування основну увагу зосередив на боротьбі з радянськими партизанами та збільшення чисельності народної міліції. Розпочавши активну боротьбу з партизанами, Б.В. Камінський отримав від німецького командування дозвіл на проведення мобілізації в народну міліцію (Volkswehr – «Народна варта») громадян 17-30 років в 5 районах Орловської області. В лютому 1942 р. призвані 1200 чоловік (три батальйони) виконували завдання з охорони правопорядку, окремих об'єктів та в'язниць, виконання вироків, боротьби з радянськими партизанськими загонами [5, С. 33]. Підсумком успішної боротьби підлеглих Б.В. Камінського з партизанами стало те, що Локотський район був реформований спочатку у повіт, а 19 липня 1942 р. за наказом генерала Р. Шмідта офіційно реорганізований в округ [14, С. 108]. З цього часу Б.В. Камінський став обер – бургомістром округу, і одночасно комбригом, оскільки

збройне формування автономії стали називати «бригадою міліції».

Під час проведення військової операції «Білий ведмідь» Б.В. Камінський 31 жовтня 1942 р. видав наказ № 114 «Про боротьбу з партизанами», який започаткував формування бригади Російської Визвольної Народної Армії (РОНА) [12, С. 22-23]. В листопаді були оголошені ще дві мобілізації чоловіків 1922 – 1925 рр. народження. Німецькі власті із таборів для військовополонених передали 50 командирів Червоної армії для підсилення командних кадрів бригади. Колишні командири Червоної армії – капітан І.П. Шавикін очолив штаб бригади, капітан І.Д. Фролов оперативний відділ, майор І. Нікітінський мобілізаційний відділ, майор Б.А. Костенко відділ розвідки, капітан Ф.А. Капкаєв відділ контррозвідки, молодший політрук Р.К. Бєлай став ад'ютантом Б.В. Камінського [17, С. 121]. Протягом осені 1942 р. було сформовано 14 стрілецьких батальйонів (кожний від 300 до 1000 чоловік), які об'єднувалися у полки. На кінець січня 1943 р. чисельність бригади становила 12 000 чоловік (за німецькими даними до 20 000) і мала п'ять стрілецьких полків [16, С. 35]. Цікавим було те, що бригада була єдиним колабораціоністським формуванням, яким командували виключно росіяни. Слід зазначити й те, що половину солдатів бригади РОНА складали члени НСПР, а офіцерів у процентному відношенні більше половини [18, С. 195].

У січні – серпні 1943 р. бригаду РОНА німецьке командування залучало до боротьби з партизанами та військами Червоної армії. Після провалу операції «Цитадель» німецькі війська залишили територію Локотського округу. У цей період бригада РОНА бере участь в оборонних боях з Червоною армією, 3-й та 5-й її полки в липні 1943 р. відбивали атаки радянських військ у районі Дмитрівська – Орловського. Вже 5 серпня 1943 р. Б.В. Камінський видав наказ № 233 про евакуацію військових та цивільних структур Локотського округу в Білорусію. 26 серпня 1943 р. підрозділи бригади РОНА (7000 чоловік з технікою), цивільна адміністрація, члени їх сімей, мирне населення (біля 30 000 чоловік) були залізницею евакуйовані в район білоруського міста Лепель [9, С. 275; 22, С. 153]. В Білорусії бригада РОНА увійшла в підпорядкування вищого керівника СС і поліції Центральної Росії группенфюрера СС К. фон Готтберга, який передав Б.В.Камінському Лепельський, Сенненський, Чашниківський та Бешенківський райони Вітебської області. Бригада в німецьких документах стала називатися Народно-армійська бригада «Камінський» [16, С. 38]. У жовтні-листопаді 1943 р. Б.В. Камінський шляхом жорстких заходів у боротьбі з дезертирством збільшив її чисельність за рахунок білоруських поліцейських [21, С. 183]. До 25 листопада 1943 р. вона знову мала у своєму складі 5 полків (за штатом у полку було 1260 чоловік).

З метою подолати ідеологічну кризу, обумовлену поразками німецької армії, Б.В. Камінський оголосив про створення на основі партії НСПР «Вікінг» Націонал – соціалістичної трудової партії Росії (НСТПР), маніфест якої проголошував «повалення кривавого сталінського ладу в Росії» [17, С. 134].

В кінці 1943 р. вже на території Білорусії було створено партійні організації НСТПР в Мінську, Лепелі, Полоцьку, Сенно, Чашниках, Бешенковичах та інших білоруських містах. У цей час Б.В. Камінський почав втілювати у життя ідею К.П. Воскобойника про створення молодіжної політичної організації НСТПР, яку назвали «Союз Російської молоді» (СРМ). Головою оргкомітету СРМ став локотьський журналіст А. Корнюшин, а його найближчим помічником член НТС НП, капітан бригади РОНА Г. Хомутов, редактор газети «Бойовий шлях». В СРМ мали право вступати не тільки юнаки та дівчата, що евакуювалися з Локтя, але й білоруська місцева молодь. Завдання молодіжної організації були відображені у статуті СРМ:

1) Виховувати у молодого покоління росіян почуття любові до Батьківщини та свого народу;

2) Брати активну участь і допомогу в боротьбі за повалення та встановлення нового національно – трудового ладу в Росії;

3) Викривати вчення Маркса як шкідливе та антинародне, що вигідне тільки «єврейству», яке немає своєї батьківщини;

4) Виховувати любов до праці, направленої на благо держави та нації, пам’ятаючи, що праця – джерело власності, а власність – запорука свободи;

5) Виховувати любов до наук та мистецтва, високих моральних якостей і солідарності;

6) Розвиток фізичної культури та спорту, направлений на зміцнення здоров’я молоді [18, С. 189-191].

Німецьке командування високо оцінило заслуги Б.В. Камінського у боротьбі з партизанським рухом. Він отримав 8 нагород, серед яких знаки за поранення та боротьбу з партизанами, медалі «Відзнака за хоробрість і заслуги для східних народів» з мечами 1-ї та 2-ї ступені, Залізними хрестами 1-го і 2-го класу. В Лепелі він відмовився включити бригаду в склад Російської визвольної армії, як цього вимагав генерал А. Власов та представники Вермахту [23, С. 77-78]. 31 липня 1944 р. відбулася зустріч Б.В. Камінського з рейхсфюрером СС Г. Гімлером в Растенбурзі, яка завершилася наказом про переведення бригади у війська СС під назвою Штурмова бригада СС «РОНА». Згодом 1 серпня 1944 р. Г. Гімлер підписав наказ про формування 29-ї гренадерської дивізії військ СС (російської № 1) під командуванням Б.В. Камінського, якому присвоїли звання ваффен – бригадефюрера СС і генерал – майора військ СС [24, С. 234-235]. Для

цього Штурмову бригаду СС РОНА відправили до Польщі у навчальний табір в Нойгаммері.

Одночасно із створенням 29-ї гренадерської дивізії військ СС у Варшаві розпочалося в 1944 р. збройне повстання. Розпорядження про залучення 29-ї гренадерської дивізії СС до придушення Варшавського повстання Б.В. Камінський отримав від Г. Гімлера. На нараді командного складу дивізії було вирішено сформувати зведений полк під командуванням ваффен – оберштурмбанфюрера СС І.Д. Фролова і його начальника штабу ваффен – гауптштурмфюрера Ночевкіна [9, С. 278-288]. У Варшаві полк І.Д. Фролова включили в склад бойової групи «Рор» группенфюрера СС Х. Рейнефарта. Бої за житлові квартали Варшави, в яких з 9 серпня брали участь солдати і офіцери полку, відзначалися особливою жорстокістю. Наприклад, під час операції в районі Воля після відступу підрозділів Армії Крайової було страчено 8 000 жителів міста, а захопивши 11 серпня передмістя Охота, німецькі війська вбили 40 000 чоловік [26, С. 801]. Сьогодні доказано, що солдати та офіцери зведеного полку 29-ї гренадерської дивізії військ СС також причетні до цих та інших жахливих злочинів проти місцевого польського населення. Достатньо сказати, що під час повстання загинуло 17 000 бійців АК і біля 180 000 цивільного населення, знищено 80% усієї забудови польської столиці [25, С. 276-278]. Німецьке командування, яке було вражене надзвичайною жорстокістю російських есесівців, вирішило ліквідувати Б.В. Камінського.

Полк І.Д. Фролова 19 серпня 1944 р. отримав наказ німецького командування покинути Варшаву, втративши за різними даними від 200 до 500 чоловік вбитими і пораненими [25, С. 278-279]. Сам Б.В. Камінський 19 серпня отримав наказ Е. фон дем Баха прибути до Кракова, а полку вийти в район населеного пункту Трускав (20 км від Варшави). Після прибуття Б.В. Камінський був арештований гестапо і розстріляний за наказом Е. фон дем Баха. Смерть Б.В. Камінського та його супроводжуючих облаштували як напад польських партизанів, їхні тіла помістили в машину, яку нібито «знайшли» німці. Разом з ним загинули начальник штабу І.П. Шавикін, дивізійний лікар, перекладач та водій. Найвірогідніше Б.В. Камінського та його людей розстріляла команда із концтабору Кулмхоф (Хелмно) 26 серпня 1944 р. в лісі біля Лодзі [9, С. 294-295]. Після смерті Б.В. Камінського 29-ту гренадерську дивізію СС розформували та направили на поповнення Збройних сил Комітету визволення народів Росії (КВНР) [22, С. 160]. Вказані причини зумовили припинення діяльності НСТПР.

Висновки та рекомендації подальшого дослідження. Історія Націонал-соціалістичної трудової партії Росії та Локотського самоврядування є яскравим прикладом спроби формування російського варіанту фашистської ідеології в

межах колабораціоністського проєкту часів Другої світової війни. Аналіз маніфестів, політичної практики та символічного порядку НСТПР дозволяє зробити висновок, що ця партія, незважаючи на свою прив'язаність до конкретних історичних обставин, фактично стала лабораторією для випробування моделей російського фашизму, адаптованого до національного ґрунту.

Феномен НСТПР демонструє, що ідеологія фашистського типу з націонал-більшовицьким відтінком не була зовнішнім продуктом, нав'язаним ззовні, а мала вкоріненість у російському політичному та суспільному середовищі. Саме тому сьогодні, коли постає питання про ідейну основу сучасного рашизму, звернення до досвіду НСТПР є не просто виправданим, а методологічно необхідним. Ідеологеми, сформульовані в програмних документах партії, зокрема культ сильної держави, антикомунізм як форма заміни одного тоталітаризму іншим, шовінізм, расизм, антисемітизм, — усе це знайшло своє продовження в сучасній рашистській ідеології.

Відтак подальше дослідження історичних форм російського фашизму є ключовим для розуміння глибинних витоків рашизму як сучасної ідеології та політичного режиму Російської Федерації. Історичний аналіз дозволяє не лише виявити ідейну тяглість, а й розвінчати поширений у російському публічному дискурсі міф про «антифашистську» сутність держави, яка натомість дедалі більше відтворює фашистські практики під прикриттям ревізіоністського патріотизму.

Список літератури

1. Ермолов И.Г. Под знаменами Гитлера. Советские граждане в союзе с нацистами на оккупированных территориях РСФСР в 1941-1944 гг. – М.: Вече, 2013. – 464 с.
2. Кульков Е., Мягков М., Ржешевский О. Война 1941 – 1945: Факты и документы / Под ред. О.А. Ржешевского. – М.: Олма Медиа Групп, 2011. – 496 с.
3. Ермолов И. Три года без Сталина. Оккупация: советские граждане между нацистами и большевиками. 1941–1944. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2010. – 383 с.
4. Боляновський А. Росіяни як «радянські військові колабораціоністи» у 1941–1945 рр. [Електр. ресурс]. – Реж. дост.: http://www.istpravda.com.ua/articles/2014/09 /10/144608.

Грибков И.В. Хозяин Брянских лесов. Бронислав Каминский, Русская освободительная народная армия и Локотское окружное самоуправление / И.В. Грибков. – М.: Московский писатель, 2008. – 116 с.

5. Боляновський А.В. Іноземні військові формування у Збройних силах Німеччини (1939–1945 рр.) / А.В. Боляновський. – Львів: Вид. ЛП, 2013. – 880 с.
6. Гарин И. Русский фашизм / И. Гарин. - Харьков: Фолио, 2018. - 475 с.
7. Дюков А. «Die Aktion Kaminski»: Локотское «самоуправление» и создание бригады РОНА // Исаев А.В., Морозов М.Э. Мифы Великой Отечественной: Сборник / ред.-сост. Г. Пернавский. – М.: Яуза; Эксмо, 2008. – С. 147-193.
8. Жуков Д.А. Русские эсесовцы / Д.А. Жуков, И.И. Ковтун. – М.: Вече, 2013. – 416 с.
9. Залесский К. А. Вермахт / К.А. Залесский. – М.: Яуза, 2005. – 656 с.

10. Залесский К.А. Кто был кто во Второй мировой войне: Союзники Германии / К.А. Залесский. – М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Изд-ство Астрель», 2003. – 492 с.

Гетьманчук М.П. 29-та гренадерська дивізія військ СС нацистської Німеччини (російська № 1): із історії створення та участі у бойових діях періоду Другої світової війни (1941 – 1945 рр.) // Історико – культурні студії. – Львів, 2020. Т. 7. № 1. – С. 19-25.

11. Типпельскирх К. фон. История второй мировой войны: Блицкриг / К. фон Типпельскирх; пер. с нем. – М.: Вече, 2011. – 448 с.

12. Штеенберг С. Генерал Власов / пер. с англ. – М.: Эксмо, 2005. – 320 с.

13. Варшавское восстание 1944 г. в документах из архивов спецслужб. – Варшава – Москва: Управление регистрации и архивных фондов Федеральной Службы Безопасности РФ; Министерство внутренних дел и администрации Республики Польша; Институт Российской истории РАН; Институт Национальной памяти Республики Польша; Комиссия по расследованию преступлений против польского народа, 2007. – 1377 с.

14. Залесский К.А. Хозяин Брянских лесов (Бронислав Каминский) // Командиры национальных формирований СС / К.А. Каминский. – М.: АСТ: Астрель, 2007. – С. 7-48.

15. Чуев С. Проклятые солдаты / С. Чуев – М.: Яуза, Эксмо, 2004. – 576 с.

16. Веревкин С.И. Самая запретная книга о Второй мировой / С.И. Веревкин. – М.: Яуза – пресс, 2009. – 608 с.

17. Ермолов И.Г. История Локотского округа и Русской Освободительной Народной Армии / И.Г. Ермолов. – Орел: История русской провинции, 2008. – 168 с.

18. Органы государственной безопасности СССР в Великой Отечественной войне. Сборник документов. Крушение «Блицкрига». 1 января – 30 июня 1942 года. – М.: «Русь», 2002. Т. 3. Кн. 1. – 692 с.

19. Соколов Б.В. Оккупация. Правда и мифы / Б.В. Соколов. – М.: АСТ – ПРЕСС КНИГА, 2003. – 352 с.

20. Бригада РОНА // Антипартизанская война в 1941 – 1945 гг. / Под общ. ред. А.Е. Тараса. – М.: АСТ: Минск: Харвест, 2005. – С. 142-160.

21. Даллин А. Бригада Каминского / А. Даллин; пер. с англ. – М.: Московский писатель, 2011. – 286 с.

22. Семенов К. Войска СС. История, структура, боевое применение / К. Семенов. – М.: Яуза – пресс, Эксмо, 2009. – 432 с.

23. Гетьманчук М.П. Участь російських есесівців 29 гренадерської дивізії військ СС (російської № 1) у придушенні Варшавського повстання 1944 р. // Вісник науки і освіти. 2022. Вип. 2 (2). – С. 269-282.'

24. Дейвіс Н. Боже ігрище: історія Польщі / Н. Дейвіс; пер. з англ. – К.: «Основи», 2008. – 1080 с.

Doctor of Historical Sciences, Professor **Mykola Hetmanchuk,**
Andrii Romaniuk, Lviv Polytechnic National University

THE FORMATION AND ACTIVITIES OF THE NATIONAL SOCIALIST LABOR PARTY OF RUSSIA: FROM THE HISTORY OF THE EMERGENCE OF RUSSIAN FASCISM DURING THE SECOND WORLD WAR (1941–1944)

The article is dedicated to the study of the activities of the National Socialist Labor Party of Russia (NSLPR) during the Second World War (1941–1944) and its role in shaping Russian fascism, which is considered a historical precursor to the

contemporary phenomenon of Ruscism. In the context of the ongoing Russian-Ukrainian war since 2014, the need for an ideological reflection on the origins of the Russian Federation's aggressive policies is emphasized, along with the necessity of analyzing the historical forms of Russian fascism. The research focuses on the establishment and functioning of the NSLPR within the Lokot Autonomous District, which operated on Nazi-occupied territories of the Oryol and Kursk regions.

The ideological foundations of the NSLPR are analyzed, particularly its 1941 manifesto, which combined anti-communism, chauvinism, antisemitism, and the idea of a strong state. It is emphasized that despite its dependence on Nazi Germany, the NSLPR developed an autonomous program of Russian national socialism, which became a prototype of the modern synthesis of imperial nationalism and totalitarian governance. The article traces the continuity between the ideological constructs of the NSLPR and contemporary Ruscism, as manifested in the cult of the "Russian World," militarism, and the justification of war crimes.

Methodologically, the research is based on historical-genetic, comparative, and content analysis approaches, as well as archival-documentary methods. The conclusions highlight that the NSLPR served as a laboratory for the formation of Russian fascism, and that its ideas have found continuation in the current Ruscist ideology. Further research is recommended to focus on debunking the myths about Russia's so-called "anti-fascist" essence.

Keywords: National Socialist Labor Party of Russia; collaborationism; Russian fascism; ideology; Ruscism

REFERENCES

1. Ermolov I.H. (2013). *Pod znamionami Hitlera. Sovietskije grazdanie v sojuzie s nacistami na okkupirovannych teritorijach RSFSR v 1941 – 1944 hh. [Under the banner`s of Hitlier. Soviet citizens in alliance with the Nazis occupied territories of the RSFSR in 1941 – 1944].* M.: Viecze. {in Russian}.

2. Kulkov E., Miahkov M., Rzeshevskij O. (2011). *Wojna 1941 – 1945^ fakty i dokumienty [War 1941 – 1945: facts and documents].* M.: Olma Media Grupp. {in Russian}.

3. Ermolov I.H. (2010). *Tri goda bez Stalina. Okkupacija: sovietskije grazdanie miezdu nacistami I bolshevikami. 1941 – 1944 [Three years without Stalin. Occupation: Soviet citizens between the Nazis and the Bolshevics. 1941 – 1944].* M.: Zao Centrpoligraf. {in Russian}.

4. Bolianovskij A.W. (2014). *Rjssijany jak «radianski viyskovi kollaboracionisty» u 1941 – 1945 rr. [Russians as «Soviet military collaborators» in 1941 – 1945]* [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.istpravda.com.ua/articles/2014/09/10/144608. {in Ukrainian}.

5. Hribkov I.W. (2008). *Choziain Brianskich lesov. Bronislav Kaminski, Russkaja osvoboditielnaja narodnaja armija i Lokotskoje okruznoje samoupravlienije [The owner of Bryansk forests. Bronislav Kaminski, Russia People`s Liberation Army and Locotsky District Self-Government].* M.: Moskovskij pisatiel. {in Russian}.

6. Boljanovskyj A.W. (2013). *Inozemni wijskovi formumvannia u Zbrojnych sylach Nimeczczyny (1939 – 1945 rr.) [Foreign military formations in the German Armed Forces 1939 - 1945].* Lviv: Wydawnyctwo Lvivska politechnika. {in Ukrainian}.

7. Harin I. (2018). *Russkij fashizm [Russian fascism].* Charkov: Folio. {in Ukrainian}.

8. Diukov A. (2008). *«Die Action Kaminski»: Lokotskoje «samoupravlienije» i sozdanije brigady RONA [«Die Action Kaminski»: Locotsky Self-Government and the creation of the RONA brigade].* M.: Jauza, Eksmo {in Russian}.

9. Zukov D.A. (2013). *Russkije esiesovcy. [Russian SS men].* M.: Viecze. {in Russian}.

10. Zalesskij K. (2005). *Wermacht [Wehrmacht].* M.: Jauza. {in Russian}.

11. Zalesskij K. (2003). *Kto byl kto vo Wtoroj mirovoj. Sojuzniki Germanii [Who was who in World War II Allies of Germany].* M.: OOO «Izdatielstvo AST»: OOO «Izdatielstvo Astrel». {in Russian}.

12. Hetmanchuk M.P. (2020). *29-ta grenaderska dyvizija vijsk SS nacystskoji Nimeczyny (rosijska № 1): iz istorii stvorennja ta uczasti u bojovych dijach periodu Druhoji svitovoji vijny (1941 – 1945rr.). [The 29th Grenadier Division of the SS of Nazi Germany (Russian No. 1): from the SS of its creation and participation in hostilities during the Second World War, 1941 – 1945].* (pp. 19-25). Istoryko – kulturni studii T. 7. No.1. {in Ukrainian}.

13. Tippelskirch K. fon. (2011). *Istorija Wtoroj mirovoj vojny: Blickrig [History of World War II: Blitzkrieg].* M.: Viecze. {in Germany}.

14. Shteenberg S. (2005). *Heneral Vlasov [General Vlasov].* M.: Eksmo. {in English}.

15. *Warshavskoje vosstanije 1944 h. w dokumientach iz archivov spiecsluzb* (2007). *[The Warsaw Uprising of 1944 in documents from the archives of the special services].* Warshawa – Moskva: Upravlienije rehistracii I archivnych fondov Federalnoj Sluzby Bezopasnosti RF; Ministerstvo wnutrennich diel i administracii Respubliki Polsha; Institut Rossijskoj istorii RAN; Institut Nacionalnoj pamiati Respubliki Polsha; Komissija po rassledovaniju prestuplenij protiv polskoho naroda. {in Russian; in Polish}.

16. Zalesskij K.A. (2007). *Choziain Brianskich lesov (Bronislav Kaminskij) [The owner of Bryansk forests (Bronislav Kaminski)]* (pp. 7-48). M.: AST: Astrel. {in Russian}.

17. Czujev S. (2004). *Prokliatyje soldaty [Cursed soldiers].* M.: Jauza, Eksmo. {in Russian}.

18. Werewkin S.I. (2009). *Samaja zaprietnaja kniha o Wtoroj mirovo j [The most forbidden book about World War II].* M.: Jauza – press. {in Russian}.

19. Ermolov I.H. (2008). *Istorija Lokotskoho okruha i Russkaja Osvoboditelnaja Narodnaja Armija [History of the Lokot District and the Russian Liberation People`s Army].* Орел: История русской провинции. {in Russian}.

20. *Orhany hosudarstviennoj biezopasnosti SSSR v Wielikoj Otieczestviennoj wojnie. Sbornik dokumientov. Krushenijw «Blickriha». 1 janvaria – 30 ijunia 1942 hoda.* (2003). *[State security bodies of the USSR in the Great Patriotic War. Collection of documents. Blitzkrieg crash. January 1 – June 1942].* M.: «Russ». T. 3. Kn. {in Russian}.

21. Sokolov B.W. (2003). *Okkupacija. Pravda i mify [An occupation. Truth and myths].* M.: AST – PRESS KNIHA. {in Russian}.

22. Brihada RONA. (2005). *Antipatizanskaja vojna v 1941 – 1945 hh. [Anti-partisan war in 1941 – 1945]* (pp. 142-160). M.: AST: Minsk: Charvest. {in Russian; in Belarus}.

23. Dallin A. (2011). *Brihada Kaminskoho [Kaminsky`s brigade].* M.: Moskovskij pisatiel. {in Englis}.

24. Semenov K. (2009). *Vojska SS. Istorija, struktura, bojevoje priminienije [SS troops. History, structure, combat use].* M.: Jauza – press, Eksmo. {in Russian}.

25. Hetmanchuk M.P. (2022). *Uczast rosijskych esesivciv 29 hrenaderskoji dyviziji vijsk SS (rosijskoji No. 1) u prydushenni Warshawskoho povstannja 1944 r. [The participation of Russian SS members of the 29 SS Grenadier Division (Russian No. 1) in the suppression of the Warsaw Uprising of 1944]* (pp. 269-282). Visnyk osvity i nauky. Vyp. 2 (2). {in Ukrainian}.

26. Deivis N. Bozhe ihryshche: istoriia Polshchi / N. Deivis; per. z anhl. – K.: «Osnovy», 2008. – 1080 s.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.834-851
УДК 321.01/02
доктор філософії з політології **Леонтьєв І.О.,**
i.leontief@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3889-7098,
Інститут політичних і етнонаціональних досліджень ім. І.Ф. Кураса НАНУ

КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ УЯВЛЕНЬ ПРО ПОЛІТИЧНУ СПРАВЕДЛИВІСТЬ КРІЗЬ ПРИЗМУ ІНТЕРПРЕТАЦІЙНИХ АЛЬТЕРНАТИВ

Присвячено проблемі політичної справедливості, яка є однією зі засадничих категорій політичної теорії. В статті концептуалізоване уявлення про політичну справедливість, яке відповідає конкретно-історичним світовим реаліям, насамперед кризою раціонального світогляду, та сумісне з українськими цивілізаційними цінностями, для яких особливу вагу має інтуїтивний план буття. Обґрунтовано, що на поточному етапі єдиним можливим шляхом є перехід до інтуїтивного світогляду, тому політична справедливість має бути із ним сумісною. Доведено, що сутнісними ознаками такої інтерпретації політичної справедливості є фундаментальна нерівність соціальних суб'єктів стосовно того, на якому плані буття вони переважно діють в дійсності разом з їхньою рівністю в можливостях діяльності на будь-якому плані буття. Висвітлено, що така інтерпретація політичної справедливості дотична відомій максимі Г. Сковороди "нерівна всім рівність". Разом із тим висвітлено, що така нерівність має існувати разом з вертикальною соціальною мобільністю та статевою рівністю. Доведено, що відповідальність соціального суб'єкта має бути тотожною рівню привілеїв, який він має в суспільстві. Акцентовано, що для такого уявлення про політичну справедливість політичне життя повинно мати зв'язок з цінностями, економічне життя повинно підпорядковуватися цінностям, в соціальному житті має панувати нерівність, яка захищається неформальним чином, а символічна площина культурного життя має мати зв'язок з цінностями. Аргументовано, що політична справедливість має втілюватися в аристократичному політичному режимі, який, однак, все одно вимагатиме виборів.

Ключові слова: справедливість; політична справедливість; криза світопорядкових реалій; цивілізаційні цінності; цивілізаційні цінності України; політичне життя; політичне життя сучасної України.

Постановка проблеми. Політична справедливість є однією зі засадничих нормативних категорій політичної теорії, тому що вона є одним з найбільш потужних регулятивів політичного буття і свідомості та детермінантою переформатування суспільно-політичного рельєфу. Позаяк політичне життя завжди має зв'язок із цінностями та фактично організовує суспільне життя згідно з ними, політична справедливість стосується не тільки виборів чи громадянських прав, вона дотична всій організації суспільства, яку підтримує політичне життя. Позаяк нормативні категорії завжди мають конкретно-історичну інтерпретацію, проблематика навколо політичної справедливості не полишає своєї актуальності майже ніколи.

Особливої актуальності проблематика політичної справедливості набуває для сучасної України. По-перше, Україні загалом бракує концепції політичної справедливості, яка мала б достатнє теоретико-методологічне підґрунтя та втілювалася б у державній політиці. По-друге, актуальним є розв'язання прикладних проблем для країни, яка воює. Зокрема, без розуміння того, яка організація є справедливою, неможливо збалансувати суспільні відносини між тими, хто воював та не воював, тими, хто виїхав з країни та залишився тощо.

Аналіз останніх досліджень. Праць, які стосуються політичної справедливості, не бракує. Як слушно зауважує Д. Кірюхін, „у другій половині XX століття взаємовплив низки історичних та соціополітичних чинників вплинув на те, що робота Ролза "Теорія справедливості" значною мірою переорієнтувала політичну філософію з проблеми влади на проблему справедливості та стимулювала інтерес до цієї проблеми за межами філософії, в наслідок чого сьогодні тема справедливості стала однією з домінуючих у соціальних науках" [6, с. 393].

Крім праць самого Д. Кірюхіна варто виокремити А. Гергуна, який так само, як і Д. Кірюхін, займався аналізом дискурсу стосовно справедливості на Заході та коментував цей дискурс, та В. Левкулича, який написав ґрунтовну докторську дисертацію про соціокультурну зумовленість справедливості [1; 2; 6; 7; 11]. Зокрема, В. Левкуличу належить авторство переконливої сентенції, згідно з якою "**фактор справедливості практично ніколи й ніде не втрачав соціально значущих функцій**. Трансчасову й соціально-універсалістську імперативність уявлень про справедливість можна проілюструвати за аналогією з італійською приказкою, яка влучно зауважує: попри те, що на Сицилії можливо все, сонце навіть там сходить лише на сході" [10, с. 227].

Різноманітні проблемні аспекти політичної справедливості коментували такі українські дослідники, як К. Горбенко, А. Гриненко, Г. Заремба, Г. Ковальський, О. Ковнєров, С. Пасічніченко, Г. Пилипенко, М. Сабадуха, Л. Ситніченко, А. Тичина, О. Федоровська та інші [3; 4; 5; 8; 9; 13; 14; 15; 16;

18; 19]. Серед західних дослідників, що займалися цією проблематикою, варто виокремити таких науковців, як А. Байер, Дж. Ворнке, С. Гемпшир, Д. Джонстон, Дж. Коен, Р. Коен, Д. Рафаел, Дж. Ролз, К. Фрайман, Ф. Хайєк, Д. Шмідтз, А, Янг та інші [20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32].

Хоча питанню історіографії досліджень політичної справедливості можна приділити декілька монографій з огляду на їхню багатоманітність, Д. Кірюхін умовно виокремлює два головних напрями в дослідженнях: "Правильно було б говорити про дві принципово різних парадигми в розумінні індивіда і суспільства, витоки яких містяться в працях філософів античності і Нового часу: для універсалізму таким витоком є філософія Платона і представників контрактуалістської теорії, а для контекстуалістів – Аристотеля, а також структуралізм, ідеї пізнього Л. Вітгенштайна та соціологічна теорія П. Бурд'є" [6, с. 395].

Разом із тим А. Гергун зауважує: „Розглянувши основні лінії аргументації у дебатах між Ролзом та комунітаристами, можемо дійти висновку, що універсалізм та партикуляризм як підходи до обґрунтування справедливого соціального ладу не є суперечливими та взаємовиключними. Спроба ствердити пріоритет парохіальних та контекстуальних інтерсуб'єктивних смислів як основи соціальної справедливості має спиратись на універсальний метод їх обґрунтування. У іншому разі справедливість ризикує перетворитись на примус певного "єдиного і правильного розуміння", що придушуватиме саму здатність людини до інтерпретації та рефлексії над сутністю соціального виміру власного буття" [1, с. 372-373].

В. Левкулич слушно привертає увагу до того, що „коректність аналогій принципу справедливості з принципом "невидимої руки" як основи класичного лібералізму викликає чимало обґрунтованих сумнівів. Скоріше, в такій світоглядній позиції більше наївності, ніж переконливої концептуалістики. Значно більш правдоподібним є висновок, відповідно до якого **універсального інваріанта справедливості взагалі не існує: коректно вести мову лише про частковий інваріант справедливості, котрий поширює свої змістовні повноваження на конкретно-історичну систему буттєвих координат певної соціокультурної ойкумени**" [10, с. 227].

Деякі дослідники, проте, вважають справедливість порожнім поняттям. Т. Іное зауважує з цього приводу: "Характерний скептицизм, який викликає до справедливості вищезгадана асиметрія між її загальновизнаною важливістю та глибоко спірним змістом, - це підозра, що справедливість є порожнім поняттям. Ті, хто має таку підозру, вважають, що нескінченні суперечки про природу справедливості існують не тому, що це незбагненно глибока ідея, а тому, що це порожня магічна формула, яку ми можемо наповнити будь-яким змістом, який

вважаємо корисним для раціоналізації наших претензій на те, чого ми хочемо, і відкидання конкуруючих претензій, висунутих іншими". [26, p. 1388].

Однак ми не можемо з цим погодитися. Справедливість — це нормативна категорія, тож вона завжди пов'язана з належним. Належне дійсно може мати різноманітні інтерпретації, тож і ідеї справедливого суспільства, що знаходяться на раціональному плані, можуть відрізнятися. Проте мова тут іде не про раціоналізацію хотінь, а про своєрідне мапування, побудову шляху з раціонального плану, істотною рисою якого є причинно-наслідкові зв'язки, тож і різноманітні формалізовані визначення, до інтуїтивного плану, де знаходиться належне, і де причинно-наслідкових зв'язків немає. В принципі цей контраргумент діє стосовно будь-якої нормативної категорії.

Мета статті. Концептуалізувати уявлення про політичну справедливість крізь призму інтерпретаційних альтернатив.

Методи дослідження. Позаяк категорія «політична справедливість» пов'язана з цінностями, доцільним є використання нормативно-ціннісного підходу. Позаяк цінності пов'язані з буттям, доцільним є використання онтології як вчення про буття. Позаяк об'єктом дослідження є складова ієрархії понятійно-категоріального апарату, доцільним є використання суміші структурно-функціонального та системного підходів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Контраргумент стосовно свободи як порожнього поняття дозволяє побудувати робоче визначення політичної справедливості в цьому дослідженні. Існує чимало її визначень, проте всі вони пов'язані з належним. Тобто політична справедливість спрямована на створення такої організації суспільства, яке функціонує належним чином. Інакше кажучи, інтенцією справедливості є намагання врівноважити дійсність з належним. Належне же пов'язане з буттям-самим-по-собі, тобто с правдою про організацію всього світу. Політичне життя організовує суспільне життя згідно з належним; цей зв'язок з належним взагалі є ключовою його відмінністю стосовно інших сфер суспільного життя. Тому політична справедливість — це тотожність соціальній дійсності онтологічній правді про світ, що втілюється в конкретно-історичній інтерпретації належного.

Не зважаючи на те, що в світі існує велика кількість різноманітних цивілізацій, світовий історичний процес все ж таки існує, тому що люди поступово пізнають плани буття краще та краще диференціюють буття. З огляду на це світовий історичний процес можна інтерпретувати як низку світоглядів, які змінюють один інший: міфологічний, релігійний, раціональний. В кожному зі світоглядів є своя інтерпретація буття та свій шлях до нього, до належного. Зокрема, для міфологічного світогляду буття було ототожнене з волею та з простором. Для раціонального світогляду, на якому людство

знаходиться наразі, характерним є наголос на кількості, а не якості, та ототожнення раціонального плану буття з буттям-самим-по-собі. Позаяк кількісно та раціонально кожна людина є рівною, кожна людина здатна бути автономним індивідом, що мислить раціонально, звідси йде інтерпретація політичної справедливості насамперед як рівності: рівності можливостей чи рівності результату.

Однак на сучасному етапі раціональний світогляд переживає глибоку кризу. Розум, віра в який була фактично непохитною раніше, вже припинив бути остаточним авторитетом. Позитивісти, які намагалися дістатися істини раціональним чином, довели, що це зробити неможливо. Спроби редукувати всі плани буття до раціонального знайшли відсіч у наголосі на важливості вольового плану. Світовий порядок, який ґрунтувався на правилах, зруйнований. Тому на часі стає питання про перехід до іншого світогляду.

Сучасні фундаменталісти пропонують повернутися до релігійного чи міфологічного світогляду. Однак це зробити якщо не неможливо, то небажано, бо ж обидва ці світогляди не сприймають буття цілком правильно. Вони не придатні для розв'язання проблем, які постали під час кризи світогляду раціонального. Міфологічний світогляд теж редукціоністський за своєю сутністю, тільки редукує він буття до вольового плану. Релігійний світогляд не диференціює буття-саме-по-собі та розум, що суперечить реальності. Тож перехід до іншого світогляду може бути лише "вперед", до ієрархічно вищого плану реальності. Цим планом є буття-саме-по-собі: не фізичні речі і не причинно-наслідкові зв'язки, згідно з якими фізичні речі взаємодіють одні з одними, а те, що зумовлює них, буття-як-існування, або ж існування-саме-по-собі.

Буття-саме-по-собі зумовлює належне як остаточну правду про реальність, тому що в цьому світі єдиною можливою нормою, яка стоїть поза впливом простору та часу, є "так є!" З огляду на це буття має якісний, а не кількісний зміст. Крім цього, буття-саме-по-собі можна інтерпретувати щонайменше двома способами: як абсолютну повноту (що робить, зокрема, православ'я) або як абсолютну порожнечу (що робить, зокрема, буддизм). Тому універсальної інтерпретації належного бути не може. Буття-саме-по-собі сприймається не почуттями чи раціональною логікою, а інтуїцією: будь-хто будь-де будь-коли може зрозуміти існування буття-як-існування прямо та в повному обсязі. Воно просто є. Тому мова йде про перехід до нового світогляду, який диференціює раціональний та інтуїтивний план, однак не забуває про існування інтуїтивного плану, до світогляду інтуїтивного.

На рівні інтуїтивного світогляду концепції політичної справедливості мають виходити з гарантування *апріорної рівності* забезпечених державою

стартових можливостей та усвідомлення *апостеріорної нерівності*, обумовленої втілення на практиці одних і тих же можливостей різними індивідами. З огляду на це особливої актуальності набуває потреба генерування нових концепцій політичної справедливості, які стосуватимуться різних профільних кластерів суспільного буття і свідомості. Безперечно, йдеться лише про попередні начерки, які потребують подальшої апробації фаховим дискурсом. Це саме той випадок, щодо якого один мудрий афоризм констатує: навіть найдовший шлях починається з першого кроку.

Усунути фактичну нерівність у спосіб підняття всіх суб'єктів на рівень інтуїтивного плану неможливо. Позаяк буття сприймається лише внутрішньо, навчити його сприймати можна лише за умови достатньої підготовленості суб'єкта та його внутрішнього бажання буття сприйняти. Крім цього, і достатньо підготовлених вчителів, які здатні навчити сприймати буття, для всіх суб'єктів у суспільстві знайти неможливо: кількість шкодить якості, тож таких вчителів в будь-якому суспільстві дуже небагато.

Крім цього, діяльність на різних планах буття вимагає різної кількості зусиль. В можливості суб'єкт, який діє на раціональному плані, здатен отримати зиск від цих зусиль шляхом, наприклад, бізнесу. Проте в такому випадку бізнес підпорядковуватиметься лише раціональному, а не інтуїтивному плану, що не узгоджується з інтуїтивним світоглядом. Тому доцільною була б компенсація тим, хто діє переважно на раціональному плані, зусиль шляхом або перерозподілу суспільних благ, або надання окремих привілеїв.

Питання компенсації постає й тоді, коли мова йде про солдатів, які боронять Україну. В цивільному житті вони мали б можливість отримати дохід шляхом своєї діяльності, а замість цього вони ризикують життям. Тому і їхня діяльність має бути компенсованою.

Врешті-решт, суб'єкти, які діють переважно на інтуїтивному плані, теж потребують якоїсь компенсації. Не зважаючи на надзвичайно важливу суспільну користь від їхньої діяльності, результати тут позірно невеликі: розтлумачення цінностей в текстах, промовах чи самій діяльності як аргументації власним життям, — тому їхня оцінка раціональним, економістичним чином була б неправильною.

Звісно, можна було б розв'язати цей клубок шляхом перерозподілу ресурсів. Проте в Україні не так багато ресурсів, які можна було б перерозподіляти. Тому найкращим способом організувати справедливу компенсацію діяльності було б надання суб'єктам привілеїв, які сумірні їхнім внескам у суспільне благо. Варіантів тут багато: це може бути земля, пільгові кредити, пільговий доступ до освіти тощо, — однак конкретна оцінка привілеїв вимагає окремого дослідження.

Разом із тим, несправедливим було б і отримання вищих привілеїв тим суб'єктом, хто витрачає меншу кількість зусиль. Тому у справедливому суспільстві, що знаходиться на інтуїтивному світогляді, привілеї мають дорівнювати відповідальності.

А проте суспільство не існує поза історією, воно завжди є наслідком тих чи тих історичних подій. В структурі суспільства уречевлюються старі гаразди та негаразди, шляхетні дії та визискування. В результаті можуть існувати випадки, коли суб'єкт, що отримує нижчу кількість привілеїв, має вищий потенціал — і навпаки. Зупинити вплив історії на суспільство майже неможливо: логічна можливість цього є лише в зупинці історії шляхом розбудови в цілому світі єдиної країни, яка була б ідеально рівною.

З огляду на це в справедливому суспільстві має існувати достатньо швидка вертикальна соціальна мобільність. Однак вона не може бути меритократичною: меритократія оцінює суб'єкта по його здобутках, а суб'єкт, який одразу після народження має доступ до більшої кількості привілеїв, і здобутки, вірогідно, матиме більші. Тому оцінювати суб'єкта доцільніше радше по його здатності діяти на вищому плані буття, а ця здатність є його рівнем відповідальності. Тож у справедливому суспільстві привілеям має передувати відповідальність.

Оцінювання суб'єктів по відповідальності дозволяє розв'язати й іншу проблему: що робити з суб'єктами, які мають більше привілеїв по праву народження чи то завдяки своєму соціальному положенню, чи то завдяки своїм природним здібностям. Такі суб'єкти повинні мати й більше відповідальності від самого свого народження. Тому ми погоджуємося, що суспільство має фундаментальні нерівності, на чому наголошують "нові ліві". Ми лише не погоджуємося з тім, що це є проблемою. Шлях до усунення цих нерівностей — це вибудова для тієї чи тієї групи, що потерпає від визиску, шляху до буття. Однак це не може зробити політичне життя, це має відбуватися внутрішньо самими членами цієї групи.

Це не значить, що потрібно послаблювати деяких суб'єктів у правах. Потенціалом виходу на вищий план буття володіє кожен, і цей потенціал належить брати до уваги, коли мова йде про гарантовані державою права. Власне, навіть той, хто в своїй діяльності переважно знаходиться на вольовому плані, може бути корисним державі як актор. Тож мова тут іде не стільки про послаблення в правах, скільки про надання додаткових привілеїв у додаток до наявних прав.

Інакше кажучи, для інтуїтивного світогляду політична справедливість — це не рівність причин, не рівність наслідків, не "більше — тим, хто потребує" і навіть не "краще — кращим", це "кожному своє місце". Принагідно зауважимо,

що таке місце є конкретно-історичним статус-кво, який, звичайно ж, може зазнавати змін унаслідок, по-перше, самореалізації, як-от підвищення кваліфікаційного рівня, по-друге, принципів дії соціального ліфтингу.

Важливо, що таке визначення політичної справедливості цілком узгоджується з українськими цивілізаційними цінностями. Їхніми сутнісними рисами є головування інтуїтивного плану разом з розумінням важливості раціонального та вольового планів, тобто, знов-таки, "кожному своє місце" [12]. Така концепція справедливості узгоджується і з відомою максимою Г. Сковороди "нерівна всім рівність". Як пише філософ, "ллються із різних трубок різні струмені у різні посудини, що стоять навколо фонтана. Менша посудина має менше. Однак у тому дорівнює більшій, що однаково повна" [17, с. 174]. Ця алегорія слушна й тут.

Принагідно зазначимо, що така концепція політичної справедливості усуває й проблему рівноправ'я жінок. Ніхто не заперечує можливість адекватного сприйняття жінками суспільного буття, проте так само не підлягає сумніву, що таке сприйняття обумовлене гендерною специфікою, окресленою зокрема й насамперед такою сферою знань, як еволюційна психологія. З цієї та з багатьох інших причин реорганізація статевих відносин у суспільстві набуває все більш актуальних ознак. Йдеться не про розбудову інклюзивних інститутів на раціональному рівні, де привілеї надаються безвідносно до відповідальності, як і не про спроби трансформації жінок на «чоловіків другого ґатунку», а про визначення нового статусу жінки в суспільстві, про максимальне розкриття її особистісного та суспільного потенціалу.

Справедливість як "кожному своє місце" дозволяє й розв'язати низку практичних проблем, пов'язаних з війною. Рівень відповідальності тих, хто воює, і хто не воює, тих, хто виїхав з країни, і хто залишився, вочевидь, різний. Тому і привілеї різним суспільним групам належить надавати різні. Крім цього, привілеї, що діятимуть після підтвердження рівня відповідальності, можуть бути достатньо привабливою компенсацією для тих, хто потерпав від війни найбільше, насамперед внутрішньо переміщеним особам та тім, хто живе на прифронтових територіях.

Слід розглянути, яка взаємодія політичного життя з іншими суспільними сферами є справедливою, якщо політична справедливість — це "кожному своє місце".

Політичне життя України наразі піклується лише про раціональний та вольовий плани, однак специфіка політичного життя в тім, що воно здатне мати зв'язок з інтуїтивним планом, воно може перетворювати інші плани життя згідно з цінностями. Справедлива організація держави вимагає, щоб це дійсно відбувалося. Оскільки інтуїтивним планом та цінностями предметно опікується

гуманітаристика, то державі необхідно активніше взаємодіяла з науковцями-гуманітаріями. З огляду на потребу підвищення рівня інструментальної ефективності гуманітаристики вкрай доцільними будуть цільові програми для розвитку гуманітаристики та більші привілеї для науковців-гуманітаріїв.

В ідеалі доцільним було б зробити так, щоб держава підпорядковувалася цінностям, а не принципам. Проте це вимагає змін до конституції, згідно з якою джерелом влади є народ України. Теоретично це можна зробити, проте потрібно й розуміння того, яким цінностям держава мусить підпорядковуватися. Це теж можна зробити, створив окрему спільноту гуманітаріїв, які б ці цінності розтлумачували. Критерії оцінки діяльності такої спільноти доволі прості: цінності є цінностями, коли вони дійсно мають значення, коли без них людина не може жити. Тому гуманітарій, який живе згідно з цінностями, які він інтерпретує, говорить правду, і навпаки. Проте доцільність таких радикальних змін в політичній організації суспільства та їхня деталізація вимагають окремого дослідження.

В економічному житті політична справедливість як "кожному своє місце" вимагає іншої взаємодії економічного життя з політичним. Наразі в політичне життя України підпорядковане економічному життю у формі ФПГ. Проте політичне життя має зв’язок з інтуїтивним планом, однак економічне життя — ні. Тому економічне життя не може підпорядковувати собі політичне. Проте і політичне життя як таке не може підпорядковувати собі життя економічне: хоча в принципі це дозволить уникнути вседозволеності економічного життя, це створює нові проблеми вже для вертикальної політичної мобільності. Тут є небезпека спроб заборони діяльності на інтуїтивному плані, тобто того, що в принципі ніхто зробити не може. З огляду на це доцільним є підпорядкування економічного життя не кон’юнктурним тактичним пріоритетам, а обґрунтованим стратегемам, деонтологічним орієнтирам розвитку. В цьому контексті пріоритетного значення набуває тісна взаємодія зі спільнотою гуманітаріїв, спроможною наводити переконливі аргументи на користь оптимальності саме такої, а не іншої конкретно-історичної сукупності (ієрархії) цінностей.

В соціальному житті доцільною була б реорганізація суспільства згідно з різноманітністю рівня привілеїв та відповідальності. Такі суспільні реформи вимагають окремого дослідження, однак тут ми вже можемо сказати, що головних способів реорганізації суспільства тут два: розмежування на формалізовані стани та використання неформальних зв’язків згідно зі збереженням формальної рівності всіх громадян. З огляду на те, що формалізація такої чутливої сфери вірогідно призведе до збільшення кількості суб’єктів, які спробують такі формальні обмеження обійти шляхом

використання літери, а не духу законів, ми вважаємо, що кращим варіантом була б реорганізація суспільства якнайбільш неформальним чином. Одним з варіантів цього, який вже існував в історії, була організація соціального життя в СРСР. Тому доцільним під час реорганізації суспільства було б використання радянського досвіду.

Культурне життя позірно не вимагає особливих змін, позаяк воно вже працює з цінностями. Проте це не є всією правдою: культурне життя працює не власне з цінностями, а з символами, які вказують на цінності. З огляду на це культурне життя часто-густо надає прерогативу символам, які не можуть мати жодних цінностей. Це особливо характерно для постмодерну, який взагалі не визнає існування цінностей. Тому доцільним була б така реорганізація культурного життя, під час якої воно би точно підпорядковувалося цінностям. Це вимагає виваженої культурної політики, щоб під час реорганізації культурне життя не підпорядкувалося напряму життю політичному.

Потрібно розглянути те, який політичний режим найкраще підійде політичній справедливості як "кожному своє місце". Він має наголошувати на якості, а не кількості, позаяк така інтерпретація політичної справедливості пов’язана з належним, з буттям. Він має наголошувати й на фундаментальній нерівності будь-якого суспільства. З огляду на це вибір тут може бути лише один: аристократія. Демократія наголошує на пріоритеті раціонального, тобто кількісного плану та рівності всіх соціальних суб’єктів як автономних індивідів. Тиранія наголошує на пріоритеті вольового плану, який не є кількісним, проте не є й якісним. Крім цього, вона теж наголошує на рівності всіх соціальних суб’єктів, тільки не як автономних індивідів, а як рівних підданих одного-єдиного тирана.

Аристократія є найлогічнішим політичним режимом для сучасної України з огляду на поточний стан країни. Наразі влада в Україні фактично належить декільком ФПГ, тобто вона вже не є ані демократичною, ані тиранічною. Вона не є й аристократичною, позаяк вона не спрямована на суспільне благо; такий політичний режим краще варто назвати олігархічним. Позаяк олігархічний режим має багато спільного з аристократією, тобто вже має споріднені соціальні структури, дешевшим варіантом було б перетворення його на правдиву аристократію замість спроб розбудувати в Україні демократичний політичний режим.

Варто детальніше розтлумачити й те, яким чином можна полегшити вертикальну соціальну мобільність, щоб уможливити політичну справедливість як "кожному своє місце". На інтуїтивний план можна вийти лише власноруч, внутрішнім чином, проте цей вихід може полегшити створення такого середовища, в якому суб’єктам значно легше дійти до цього одкровення про

буття. Історично цим займалися гуманітарні науки, тому, знов-таки, українській державі потрібно буде займатися значним підсиленням своїх гуманітарних потужностей в своїй освітньо-науковій політиці.

На раціональний план виходити легше, особливо суб'єктам, які є активними в економічному житті. Проте держава може сприяти виходу на раціональний план суб'єктів, які не дотичні економічному життю, шляхом їхнього цілеспрямованого пошуку та кооптації в політичну еліту. Фактично це дорівнює одному зі способів створення радянської політичної еліти, тож в подальших дослідженнях варто цей старий спосіб дослідити детальніше, щоб зрозуміти, чи можна його елементи використовувати й наразі.

Інтерпретації належного змінюються в історії, і влада має відповідати цим змінам. Тому таким чи іншим чином вибори в аристократичній Україні мають зберігатися. Однак варто розглянути те, яка виборча система буде справедливою за таких умов. Якщо йти від фундаментальної нерівності в суспільстві, така нерівність має бути закріпленою й законодавчо на виборах. Це вимагає створення куріальної виборчої системи, в якій вага голосу залежить від плану буття, на якому переважно діє суб'єкт. Звісно ж, в подальших дослідженнях варто розглянути історичні приклади куріальних виборчих систем.

Принагідно зазначимо, що Україна може отримати зиск від втілення такої концепції політичної справедливості на міжнародній арені, бо ж в світі існує достатня кількість країн, які фактично є олігархіями чи аристократіями, і для яких побудова демократії чи тиранії є небажаною. Україна може стати донором для суспільно-політичних змін в цих країнах, що створюватиме міцні міжнародні зв'язки та може стати чудовим інструментом "м'якої сили".

Не варто боятися, що втілення політичної справедливості як "кожному своє місце" негативно впливатимуть на міжнародну підтримку України. Для європейських та східно-азійських партнерів Україна важлива не стільки як демократія, скільки як захисник від зазіхань на їхню власну територію Росії та можливий подальший донор безпеки. А от для країн "глобального півдня", аристократична Україна, яка функціонує на принципах оригінальної концепції політичної справедливості, буде тільки значно кращою альтернативою за Україну сучасну.

Очевидно, що політична справедливість як "кожному своє місце" споріднена конфуціанській думці. З огляду на це в подальших дослідженнях значну пізнавальну цінність мають надбання китайської та японської філософії. Позаяк КНР є комуністичною країною, доцільнішим виглядають дослідження японської філософської думки, які дотичні політичній справедливості, тим

паче, що Японія з огляду на наявність великих та потужних конгломератів кейрецу фактично і є аристократією.

Висновки. На поточному історичному етапі доцільним є перехід до інтуїтивного світогляду, який диференціює раціональний та інтуїтивний плани буття і в якому перевага надається якісній діяльності на інтуїтивному плані. Відтак, актуалізується потреба і нової концепції політичної справедливості, яка цьому світогляду відповідає. Такий концептуальний підхід має відштовхуватися від двох фундаментальних потреб і реалій: по-перше, від *апріорного* і безальтернативного забезпечення державою і суспільством рівних можливостей самореалізації; по-друге, від *апостеріорної* фактичної нерівності соціальних суб'єктів як результуючого ефекту диференційованості ефективності самореалізації.

Держава не повинна штучно усувати такі апостеріорні диспропорції у сфері фактичної рівності, оскільки такі кроки виконуватимуть функцію демотиваційного фактора, а саме: **якщо індивід знатиме, що результати його зусиль у сфері максимізації ефективності самореалізації будуть істотно елімінovані чи навіть зведені нанівець регулярним «відновленням справедливості» у форматі перерозподілу результатів самореалізації, то його зацікавленість в отриманні якомога вищих результатів самореалізації буде зведена якщо не до нуля, то, принаймні, до показників, скажімо так, у межах соціологічної похибки**.

Поширення цього тренду на загальносуспільний рівень об'єктивно й закономірно призведе стагнації всіх сфер життєдіяльності такого соціуму й до його кричущої не конкурентоспроможності, до фактичного статусу fail state. Окреслені причинно-наслідкові автоматизми доволі переконливо висвітлені й проілюстровані на багатьох конкретних прикладах політичною філософією лібертаріанства, тому нема потреби зловживати плагіативним переповіданням уже оприлюднених кейсів.

Рівень відповідальності соціального суб'єкта має корелювати з рівнем його суспільних привілеїв. Таку концепцію політичної справедливості можна назвати "кожному своє місце". Згідно з цією концепцією політичної справедливості, політичне життя повинно бути організованим згідно з цінностями. Економічне життя має підпорядковуватися цінностям. Соціальне життя повинно бути реорганізоване разом з установленням нерівності неформальним чином. Культурне життя має працювати з символами, які дійсно мають зв'язок з цінностями.

Така концепція політичної справедливості найкраще корелює з аристократичним політичним режимом. Суспільно-політичний ліфтинг

аристократичного політичного режиму відбувається на підставі виборів, проте виборча система для таких потреб має бути дещо іншою — куріальною.

Перспективи подальших досліджень. В подальших дослідженнях варто розглянути, які привілеї можна надавати громадянам України для здобуття політичної справедливості як "кожному своє місце", чи варто змінювати конституційний лад заради підпорядкування політичного життя цінностям, якою може бути детальна реорганізація соціального життя згідно з такою концепцією політичної справедливості, як можна використати кооптацію для здобуття політичної справедливості, дослідити історичні приклади куріальних виборчих систем для розуміння того, як куріальну виборчу систему варто взяти за взірець чи, щонайменше, за критеріальний орієнтир, а також зосередитися на компаративному аналізі політичної справедливості як "кожному своє місце" та працях політичної філософії конфуціанського спрямування в КНР та Японії.

Результати дослідження можна використовувати в подальших працях з політичної теорії і концептуалістики, правознавства та філософії права, для розбудови державної політики, яка оперує тематикою політичної справедливості.

Бібліографічні посилання

1. Гергун, А. Справедливість та межі традиції: відповідь Джона Ролза комунітаристам. *Наукові записки НУ "Острозька академія". Серія Філософія*. 2012. №10. С. 359–373.

2. Гергун, А. Контекст і судження: справедливість поза межами традиції. *Наукові записки НУ "Острозька академія". Серія "Філософія"*. 2012. №11. С. 211–221.

3. Горбенко, К. Справедливість як соціальний екзистенціал громадянського суспільства: дис. … канд. філос. наук: 09.00.03. Вінниця, 2020.

4. Гриненко, А. Соціальна справедливість як ключовий принцип у реалізації соціальної політики держави. *Наукові праці Чорноморського державного університету ім. Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія". Серія Педагогіка*. 2009. №112(99). С. 104–107.

5. Заремба, Г. Уявлення про справедливість в сучасних глобалізаційних умовах. *Вісник Львівського університету. Серія соціологічна*. 2014. №8. С. 97–104.

6. Кірюхін, Д. Справедливість як предмет соціально-філософської рефлексії. *Наукові записки НУ "Острозька академія". Серія "Філософія"*. 2011. №8. С. 388–396.

7. Кірюхін, Д. Відповідальність і справедливість. *Філософ. думка*. 2014. №1. С. 64–77.

8. Ковальський, Г. Соціальна справедливість у традиціоналізмі Д. Донцова. *Наука. Релігія. Суспільство*. 2009. №3. С. 254–258.

9. Ковнєров, О. Справедливість у філософському дискурсі постмодерну. *Вісник Донбаського державного педагогічного університету. Серія: соціально-філософські проблеми розвитку людини і суспільства*. 2014. №2. С. 53–61.

10. Левкулич, В. Справедливість як регулятивна стратегема суспільної життєдіяльності. *Гілея: науковий вісник*. 2018. №128. С. 227–231.

11. Левкулич В. Справедливість як імператив соціокультурної дійсності: дис. … д-ра філос. наук: 09.00.03. Київ, 2018.

12. Леонтьєв, І.О. (2022). *Цивілізаційний вибір як фактор політичного життя сучасної України*. (Дис. ... доктор філософії з політології). Інститут політичних і етнонаціональних досліджень ім. І.Ф. Кураса НАН України. Київ.

13. Пасічніченко, С. Соціальна політика і соціальна справедливість. *Ученые записки Таврического НУ им. В.И. Вернадского. Серия "Юридические науки"*. 2013. №26(65). С. 53–60.

14. Пилипенко, Г. Соціальна справедливість: сутність, концепції та місце у ліберальному проекті України. *Академічний огляд*. 2013. №1(38). С. 24–31.

15. Сабадуха М. Соціальна справедливість як підґрунтя формування громадянського суспільства: соціально-філософський аналіз: дис. … канд. філос. наук: 09.00.03. Житомир, 2018.

16. Ситніченко, Л. Ідентичність, визнання та справедливість у сучасній політичній антропології. *Мультиверсум. Філософський альманах*. 2018. №3-4. С. 3–18.

17. Сковорода, Г. Розмова, що називається Алфавіт, або Буквар миру. *Сковорода. Найкраще*. Львів, 2023. С. 136–211.

18. Тичина, А. Соціальна справедливість - запорука стабільності і розвитку. *Науковий вісник Ізмаїльського державного гуманітарного університету*. 2008. №24. С. 17–20.

19. Федоровська, О. Справедливість: актуальність проблеми у сучасному соціально-філософському дискурсі. *Вісник НАУ. Серія: Філософія. Культурологія*. 2018. №1(27). С. 93–97.

20. Baier, A.C. The Need for More than Justice. *Canadian Journal of Philosophy Supplementary* Volume. 1987. №13. P. 41–56.

21. Cohen, G. Rescuing Justice and Equality. Cambridge: Harvard University Press, 2008.

22. Cohen, R.L. Justice: Views from the Social Sciences. New York: Plenum Press, 1986.

23. Freiman, C. Unequivocal Justice. New York: Routledge, 2017.

24. Hampshire, S. Justice is Conflict. Princeton: Princeton University Press, 2001.

25. Hayek, F.A. Law, Legislation and Liberty: A new statement of the liberal principles of justice and political economy. Chicago: University of Chicago Press, 1978. Vol. 3.

26. Inoue T. Justice. *International Encyclopedia of Political Science*. Los Angeles, 2011. P. 1388–1398.

27. Johnston, D.A Brief History of Justice. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

28. Raphael, D.D. Concepts of Justice. New York: Oxford University Press, 2001.

29. Rawls, J.A Theory of Justice. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

30. Schmidtz, D. The Elements of Justice. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

31. Warnke, G. Justice and Interpretation. Cambridge: MIT Press, 1994.

32. Young, I. 94. Justice and the Politics of Difference. *Democracy: A Reader*. New York: Columbia University Press, 2016. P. 553-557.

PhD in political science **Leontiev Ivan,**
Kuras Institute of Political and Ethnic Studies
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

CONCEPTUALIZATION OF IDEAS ABOUT POLITICAL JUSTICE THROUGH THE PRISM OF INTERPRETIVE ALTERNATIVES

The article is devoted to the problem of political justice, which is one of the fundamental categories of political theory. The article conceptualizes the idea of political justice that corresponds to historically specific world realities, primarily the crisis of the rational worldview, and is compatible with Ukrainian civilizational values, for which the intuitive plane of being is of particular importance. It is substantiated that at the current stage the only possible way is to move to an intuitive worldview, and therefore political justice ought to be compatible with it. It is proven that the essential features of such an interpretation of political justice are the fundamental inequality of social actors as to which plane of being they mainly act in reality, along with their equality in the possibilities of activity on any plane of being. The author shows that such an interpretation of political justice is in line with H. Skovoroda's famous maxim "unequal equality for all". At the same time, it is emphasized that such inequality ought to exist along with vertical social mobility and

gender equality. It is proven that the responsibility of a social subject ought to be identical to the level of privileges it has in society. It is emphasized that for such a view of political justice, political life should be connected with values, economic life should be subordinated to values, social life should be dominated by inequality, which is protected informally, and the symbolic plane of cultural life should be connected with values. It is argued that political justice should be realized in an aristocratic political regime, which, however, will still require elections.

Keywords: justice; political justice; crisis of world order realities; civilizational values; civilizational values of Ukraine; political life; political life of modern Ukraine.

REFERENCES

1. Herhun, A. Spravedlyvist ta mezhi tradytsii: vidpovid Dzhona Rolza komunitarystam. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu "Ostrozka akademiia". Seriia Filosofiia*. 2012. №10. S. 359–373. {in Ukrainian}

2. Herhun, A. Kontekst i sudzhennia: spravedlyvist poza mezhamy tradytsii. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu "Ostrozka akademiia". Seriia "Filosofiia"*. 2012. №11. S. 211–221. {in Ukrainian}

3. Horbenko, K. Spravedlyvist yak sotsialnyi ekzystentsial hromadianskoho suspilstva: dys. … kand. filos. nauk: 09.00.03. Vinnytsia, 2020. {in Ukrainian}

4. Hrynenko, A. Sotsialna spravedlyvist yak kliuchovyi pryntsyp u realizatsii sotsialnoi polityky derzhavy. *Naukovi pratsi Chornomorskoho derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly kompleksu "Kyievo-Mohylianska akademiia". Seriia Pedahohika*. 2009. №112(99). S. 104–107. {in Ukrainian}

5. Zaremba, H. Uiavlennia pro spravedlyvist v suchasnykh hlobalizatsiinykh umovakh. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriia sotsiolohichna*. 2014. №8. S. 97–104. {in Ukrainian}

6. Kiriukhin, D. Spravedlyvist yak predmet sotsialno-filosofskoi refleksii. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu "Ostrozka akademiia". Seriia "Filosofiia"*. 2011. №8. S. 388–396. {in Ukrainian}

7. Kiriukhin, D. Vidpovidalnist i spravedlyvist. *Filosofska dumka*. 2014. №1. S. 64–77. {in Ukrainian}

8. Kovalskyi, H. Sotsialna spravedlyvist u tradytsionalizmi D. Dontsova. *Nauka. Relihiia. Suspilstvo*. 2009. №3. S. 254–258. {in Ukrainian}

9. Kovnierov, O. Spravedlyvist u filosofskomu dyskursi postmodernu. *Visnyk Donbaskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. Seriia: sotsialno-filosofski problemy rozvytku liudyny i suspilstva*. 2014. №2. S. 53–61. {in Ukrainian}

10. Levkulych, V. Spravedlyvist yak rehuliatyvna stratehema suspilnoi zhyttiediialnosti. *Hileia: naukovyi visnyk*. 2018. №128. S. 227–231. {in Ukrainian}

11. Levkulych V. Spravedlyvist yak imperatyv sotsiokulturnoi diisnosti: dys. … d-ra filos. nauk: 09.00.03. Kyiv, 2018. {in Ukrainian}

12. Leontiev, I.O. (2022). Tsyvilizatsiinyi vybir yak faktor politychnoho zhyttia suchasnoi Ukrainy. (Dys. ... doktor filosofii z politolohii). Instytut politychnykh i etnonatsionalnykh doslidzhen im. I.F. Kurasa NAN Ukrainy. Kyiv. {in Ukrainian}

13. Pasichnichenko, S. Sotsialna polityka i sotsialna spravedlyvist. *Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Serija "Juridicheskie nauki"*. 2013. №26(65). S. 53–60. {in Ukrainian}

14. Pylypenko, H. Sotsialna spravedlyvist: sutnist, kontseptsii ta mistse u liberalnomu proekti Ukrainy. *Akademichnyi ohliad*. 2013. №1(38). S. 24–31. {in Ukrainian}

15. Sabadukha M. Sotsialna spravedlyvist yak pidgruntia formuvannia hromadianskoho suspilstva: sotsialno-filosofskyi analiz: dys. … kand. filos. nauk: 09.00.03. Zhytomyr, 2018. {in Ukrainian}

16. Sytnichenko, L. Identychnist, vyznannia ta spravedlyvist u suchasnii politychnii antropolohii. *Multyversum. Filosofskyi almanakh*. 2018. №3-4. S. 3–18. {in Ukrainian}

17. Skovoroda, H. Rozmova, shcho nazyvaietsia Alfavit, abo Bukvar myru. *Skovoroda. Naikrashche*. Lviv, 2023. S. 136–211. {in Ukrainian}

18. Tychyna, A. Sotsialna spravedlyvist - zaporuka stabilnosti i rozvytku. *Naukovyi visnyk Izmailskoho derzhavnoho humanitarnoho universytetu*. 2008. №24. S. 17–20. {in Ukrainian}

19. Fedorovska, O. Spravedlyvist: aktualnist problemy u suchasnomu sotsialno-filosofskomu dyskursi. *Visnyk NAU. Seriia: Filosofiia. Kulturolohiia*. 2018. №1(27). S. 93–97. {in Ukrainian}

20. Baier, A. C. The Need for More than Justice. *Canadian Journal of Philosophy Supplementary* Volume. 1987. №13. P. 41–56. {in English}

21. Cohen, G. Rescuing Justice and Equality. Cambridge: Harvard University Press, 2008. {in English}

22. Cohen, R.L. Justice: Views from the Social Sciences. New York: Plenum Press, 1986. {in English}

23. Freiman, C. Unequivocal Justice. New York: Routledge, 2017. {in English}

24. Hampshire, S. Justice is Conflict. Princeton: Princeton University Press, 2001. {in English}

25. Hayek, F.A. Law, Legislation and Liberty: A new statement of the liberal principles of justice and political economy. Chicago: University of Chicago Press, 1978. Vol. 3. {in English}

26. Inoue T. Justice. *International Encyclopedia of Political Science*. Los Angeles, 2011. P. 1388–1398. {in English}

27. Johnston, D. A Brief History of Justice. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. {in English}

28. Raphael, D.D. Concepts of Justice. New York: Oxford University Press, 2001. {in English}

29. Rawls, J. A Theory of Justice. Cambridge: Harvard University Press, 1971. {in English}

30. Schmidtz, D. The Elements of Justice. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. {in English}

31. Warnke, G. Justice and Interpretation. Cambridge: MIT Press, 1994. {in English}

32. Young, I. 94. Justice and the Politics of Difference. *Democracy: A Reader*. New York: Columbia University Press, 2016. P. 553-557. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.852-866
УДК 338.45:621(477.44)

Мищенко В.С.,
mishenko9022@gmail.com, ORCID: 0009-0004-1394-8551,
Інститут політичних і етнонаціональних досліджень
ім. І.Ф. Кураса НАН України

ГЛОБАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ ЯК ДЗЕРКАЛО КРИЗИ СВІТОПОРЯДКУ

Предметне поле глобальних проблем сучасності володіє низкою специфічних особливостей, які потребують ретельного врахування під час дослідницького процесу – особливо на його початковому етапі. Йдеться насамперед про комплексність цих проблем, про масштабність їхнього впливу і про політико-управлінський аспект, який має декілька відносно автономних складових, а саме: рівень компетентності, політичної відповідальності й слідування у фарватері не індивідуальних і корпоративних, а національних і загальнолюдських інтересів.

Ігнорування таких специфічних ознак стає на заваді не лише знаходженню ефективних відповідей на теоретико-концептуальні виклики, зумовлені глобальними проблемами сучасності, а й загалом унеможливлює адекватне сприйняття існуючих реалій і формату проблем. А якщо формат проблем змістовно невиразний, то визначитися з інструментарієм, який валідний і когерентний наявній проблематиці, практично неможливо.

Наші сучасники змушені констатувати, що технократичний і бюрократичний підхід неоліберального світопорядку попередніх трьох десятиліть довів свою функціонально-інструментальну безпорадність – власне, саме з цієї причини сьогодні абсолютною більшістю аналітиків констатується крах такого світопорядку, його, як висловився Ален Бадью, «суїцидальну елімінацію».

Далекосяжним недоліком нашого сьогодення є приділення гіпертрофованої уваги технологічній складовій у процесі формування відповідей на виклики сучасності: насправді технології можуть ефективно розв'язувати глобальні проблеми, але вони також є носіями ризиків дегуманізації і втрати питомо людської ідентичності, автентики людини як історично-цивілізаційного феномена.

Ключові слова: глобальні проблеми сучасності; криза світопорядку; теоретико-концептуальні виклики; причинно-наслідкові зв'язки; політична відповідальність.

Постановка проблеми. У XXI столітті людству доводиться мати справу з безпрецедентними викликами, що загрожують не лише добробуту окремих країн, а й існуванню людської цивілізації в цілому. Глобальні проблеми на кшталт зміни клімату, виснаження природних ресурсів, соціальної нерівності, міжнародних конфліктів та галопуючого розвитку технологій (нині це стосується насамперед поліастектних викликів, пов'язаних зі штучним інтелектом) потребують невідкладного й адекватного формату загроз реагування. Нестабільність економічних систем, екологічні катастрофи, демографічні кризи та ризики глобальних пандемій ще більше ускладнюють невтішний загальний status quo.

Зловживання інструментарієм інформаційного суспільства призводить до того, що політико-управлінські ініціативи (особливо на глобальному рівні) все частіше набувають однак спецоперацій з нейро-лінгвістичного програмування (НЛП), технологій відволікання уваги від ключових проблем і викликів сьогодення, котрі потребують пріоритетної уваги і консолідованого реагування, на користь концентрації уваги на другорядних аспектах, які насправді віддзеркалюють не глобальні інтереси людської цивілізації, а особисті та корпоративні інтереси груп алармістського впливу.

Інформаційне середовище все більшою мірою перетворюється на сукупність своєрідних кімнат відлуння (*echo chambers effect*), покликах сформувати в споживачів інформаційних послуг упереджену й тенденційну картину світу, яка, за принципом доміно, призводить до закономірних наслідків – вибору на користь хибних пріоритетів, котрі не лише унеможливлюють формулювання адекватних відповідей на виклики сьогодення, а й стають на заваді смисловій і значеннєвій ієрархізації таких викликів. Жан Бодріяр виразно проілюстрував цей феномен у вигляді іронічного запитання: «А чи була війна в Іраку?»

Актуальність дослідження. Адекватність відображення картини світу (в сенсі сприйняття світу як певної картини, інтерпретаційної версії) відображає рівень і якість світоглядної і політичної культури. Враховуючи як формат викликів на адресу людської цивілізації, так тенденційну збоченість їх висвітлення на рівні ангажованих медіа, об'єктивно й закономірно актуалізується аспект того, що англійською має назву *worldview matters*, тобто *світогляд має значення*. Іншими словами, пріоритетного значення набуває спроможність і вміння мислити системно, що, на думку Робіна Джорджа Колінгвуда означає насамперед і в основному розважливе сприйняття складних ситуацій («in a way that calmly accepts a difficult situation»). Власне, саме з такими ситуаціями й доводиться мати справу нашим сучасникам.

Актуальність теми дослідження обумовлює нагальність потреби пошуку ефективних стратегій подолання глобальних загроз і розробки моделей сталого розвитку, які забезпечать гармонійне співіснування людства та природи. Врахування цих аспектів є критично важливим для майбутнього планети, позаяк подальше ігнорування проблем такого формату містить високу вірогідність фатальних наслідків не лише для окремих країн і регіонів, а й для людства в цілому.

Теоретико-концептуальну основу дослідження утворює комплекс наукових праць, звітів міжнародних організацій та статистичних даних щодо глобальних проблем, а також праці провідних дослідників у галузі соціальної філософії та політології. Якщо соціальна філософія покликана слугувати

своєрідним світоглядним камертоном, критерієм світоглядного масштабування, адекватного й валідного проблемним викликам, то політологія виявляє ступінь праксеологічної (політико-управлінської) відповідності взятих за взірець світоглядних орієнтирів.

Мета і завдання дослідження. Цільовим пріоритетом даного дослідження є аналіз основних глобальних проблем сучасності, їхньої причинно-наслідкової зумовленості та можливих способів розв'язання проблемних вузлів у цій сфері.

Для досягнення окресленої мети пріоритетного значення надано виконанню таких завдань:

- ***увиразнити*** *змістовно-функціональні параметри глобальних проблем сучасності та їхнього значення для людства;*
- ***проаналізувати*** *причини виникнення глобальних проблем і їхні наслідки для людства;*
- ***систематизувати*** *основні підходи до класифікації глобальних проблем;*
- ***здійснити*** *смислову і значеннєву ієрархізацію глобальних викликів на адресу людства;*
- ***визначити і конкретизувати*** *специфіку інформаційного порядку денного, який формує уявлення про глобальні проблеми сучасної цивілізації на рівні суспільної (насамперед масової) свідомості;*
- ***окреслити*** *пріоритетні засоби досягнення мети ефективного розв'язання проблеми глобальних викликів сьогодення і переформатування світопорядку на принципах сталого розвитку, в основі якого – забезпечення інтересів людини і людства, а не окремих ґешефтярів від неолібералізму*.

Методологія дослідження. Мета дослідження визначила пріоритетність використання таких наукових методів дослідження:

- ***аналітичний метод*** *– для потреб осмислення поліаспектих реалій і взаємовпливів глобальних проблем сучасності*;
- ***системний підхід*** *– задля розгляду глобальних проблем у взаємозв'язку, враховуючи їхній взаємопотенціюючий вплив на людство та природу*;
- ***метод аналогій і екстраполяцій*** *– з метою виявлення споріднених проблемних аспектів і способів ефективного реагування на них*;
- ***метод компаративного аналізу*** *– з метою співставлення різних глобальних викликів та пошуку ефективних стратегій їх подолання*;
- ***прогностичний метод*** *– для визначення можливих сценаріїв розвитку цивілізації та аналізу перспектив подолання глобальних криз*.

Основна частина. Наше сьогодення є періодом кризи і навіть докорінної деконструкції світопорядку, встановленого, висловлюючись концептуальною метафорою, на руїнах Берлінського муру – тобто за результатами перемоги Заходу в Холодній війні, а також розпаду Варшавського договору та СРСР. Тектонічні зрушення у сфері світопорядкових реалій не означають втрати Заходом статусу основної силової компоненти сучасності – вони віддзеркалюють більшою мірою потребу переглянути принципи функціонування західних демократій, а також усунення дисбалансів і шахраювання з цінностями, внаслідок чого основними вигодоотримувачами масштабних ініціатив і проектів було не людство в цілому чи країни Заходу зокрема, а персональні та корпоративні інтереси вузького кола осіб, які латентно приватизували право говорити від імені «прогресу», «потреб і вимог сьогодення» й т. ін.

Як аргументовано зазначає З. Самчук, «абсолютною більшістю аналітиків кризовий стан сучасного світопорядку визнається якщо не причиною, то наслідком практично всіх кризових явищ і тенденцій сучасності – починаючи з невдоволеності процесами глобалізації, бенефеціарами якої є вкрай обмежене коло носіїв корпоративних інтересів, і закінчуючи посиленням міжнародної напруги й конфліктогенності воєн. Цілком об'єктивно й закономірно, що кризовий status quo сучасного світопорядку спонукає до пошуків засобів переформатування світопорядку на принципах функціональної ефективності» [3, с. 266].

З огляду на тісний взаємозв'язок сучасного світопорядку та практично всіх кризових явищ і тенденцій сучасності варто ретельно проаналізувати специфіку глобальних проблем сучасності – тієї системної сукупності загроз, яка має планетарний функціональний масштаб, впливає на всі сфери життя людства і потребує спільних зусиль для їхнього вирішення. Чи не ключовою специфічною ознакою глобальних проблем сучасності є їхній всеохопний характер: вони не обмежуються кордонами окремих країн, а впливають практично на весь світ, незалежно від рівня розвитку, географічного розташування та політичного устрою.

Термін «глобальні проблеми» виник у другій половині XX століття, коли стало очевидним, що низка викликів загрожує існуванню людства та потребує нагальних відповідей. Визначення цього поняття може відрізнятися залежно від контексту, але загалом воно включає загрози, які мають такі характерні риси:

1. *масштабність* – проблеми охоплюють увесь світ і впливають практично на все людство;
2. *комплексність* – вони взаємопов'язані: вирішення однієї проблеми може вплинути на інші;

3. *тривалий вплив* – більшість глобальних проблем не мають швидкого розв'язання, а потребують довготривалих стратегій;

4. *необхідність міжнародної співпраці* – їх можна мінімізувати лише спільними зусиллями держав та міжнародних організацій.

До глобальних проблем традиційно відносять екологічні загрози (зміна клімату, забруднення довкілля), демографічні виклики (перенаселення, старіння населення), економічні труднощі (бідність, нерівність), політичні кризи (збройні конфлікти, тероризм), технологічні загрози (штучний інтелект, контроль над біотехнологіями).

Глобальні проблеми сучасного світу виникають під впливом складної сукупності факторів, які взаємодіють і посилюють один одного. Наслідки глобальних проблем уже відчутні в різних сферах життя. Вони негативно впливають на соціальну стабільність, економічний розвиток, міжнародні відносини та навіть саме існування людства.

Сталий розвиток – одна з ключових концепцій сучасної політичної філософії та екологічної етики, яка прагне гармонізувати економічний прогрес зі збереженням навколишнього середовища та соціальною справедливістю. Перехід до життєдіяльності на принципах сталого розвитку є цілком об'єктивною і нагальною потребою, позаяк ресурси планети небезмежні.

Серед ключових напрямів, що мають значний вплив на майбутнє людства, дослідники виокремлюють екологічні виклики, демографічні зміни, проблеми ресурсозабезпечення, енергетичну кризу, соціально-економічну нерівність, політичні конфлікти та технологічні загрози. До переліку найбільш взаємопов'язаних та критично важливих проблем варто віднести екологічні загрози, демографічні та соціально-економічні виклики, а також політичні конфлікти та технологічні загрози: ці фактори здійснюють визначальний здебільшого вплив на глобальну стабільність, якість життя та перспективи розвитку цивілізації, тому їхній аналіз набуває пріоритетного значення.

Екологічні проблеми є однією з фундаментальних загроз. Вони включають зміну клімату, забруднення довкілля, звуження ресурсного діапазону біорізноманіття та виснаження природних ресурсів. Ці явища виникають з причин стрімкого зростання населення, індустріалізації, нераціонального використання природних ресурсів та відсутності ефективних механізмів екологічного контролю. Екологічна криза має глобальний характер, оскільки її наслідки відчутні в усіх регіонах світу, незалежно від рівня економічного розвитку чи географічного розташування.

Основною складовою екологічних проблем фаховим середовищем визнається зміна клімату, яка загрожує стабільності екосистем, економічному розвитку та безпеці людства. Основною причиною цього явища є збільшення

концентрації парникових газів у атмосфері, зокрема вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4) та оксидів азоту (N_2O). Викиди цих газів утворюються внаслідок спалювання викопного палива, вирубки лісів та індустріального виробництва.

Забруднення повітря, води та ґрунтів є ще одним екологічним викликом, який негативно впливає на здоров'я людей і природні екосистеми. Основні джерела забруднення – викиди промислових підприємств, транспортні засоби, сільськогосподарська діяльність та побутові відходи. Основні джерела забруднення води – промислові та побутові стоки, використання пестицидів і добрив у сільському господарстві, витоки нафти. Внаслідок цього відбувається деградація водних екосистем, зменшення запасів питної води та поширення інфекційних хвороб. Щорічно наша планета поповнюється понад 2 мільярдами тонн твердих побутових відходів, значна частина яких не підлягає переробці. Звалища є джерелами забруднення ґрунтів і води, а також виділяють метан – потужний парниковий газ.

Упродовж попереднього півстоліття темпи вимирання видів зросли в десятки разів порівняно з природними показниками. Основними причинами втрати біорізноманіття є вирубка лісів, зміна клімату, забруднення та браконьєрство. Виразно простежується порушення екосистемного балансу, що призводить до зменшення врожаю, посилення ерозії ґрунтів і поширення інвазивних видів. Очевидних ознак набуває втрата природних ресурсів, необхідних для медицини та сільського господарства (чимало лікарських препаратів отримані з рослин, які нині знаходяться на межі зникнення). Що стосується сподівань на залучення «зелених» технологій і функціонування на принципах «зеленої» економіки, то вони поки не виправдовуються з огляду на неспроможність «зелених» технологій забезпечити поточний попит на енергетичні ресурси.

Екологічні проблеми у форматі зміни клімату, забруднення довкілля та втрати біорізноманіття становлять відчутну загрозу для майбутнього людства. Вони взаємопов'язані та потребують комплексного підходу для їхнього вирішення. Попри значні зусилля міжнародних організацій і науковців, проблема загострюється низьким рівнем екологічної свідомості, недостатнім правовим регулюванням та економічним егоїзмом окремих держав. Розв'язання цих проблем можливе лише за умови комплексного підходу – активної співпраці світового співтовариства, впровадження сучасних технологій та переходу до екологічно відповідальної моделі розвитку.

Втім, як іронічно зауважив зірка американського стендап-монологу Джордж Карлін, не настільки страшними є екологічні проблеми, наскільки небезпечними й деморалізуючими в своїх наслідках є способи боротьби з ними.

Ця сентенція лягла в основу написання Джоржіо Аґамбеном алармістської книги «Профанація» [6].

Після виразних ілюстративних презентацій Жана Бодрійра профанативна й симулятивна складові ледь не всіх сфер суспільної життєдіяльності епохи постмодерну вже не викликає ні сумнівів, ні розпачу, однак усе ще зберігається прикрість з приводу того, що час від часу профануванню підлягають аспекти, які потребують максимальної виразності й недвозначності. В даному разі йдеться, зокрема, про демагогічний наратив глобального потепління, який ігнорує чимало прописних істин кліматології [8; 9].

На жаль, ігноруванням фундаментальних положень науки про клімат проблема не вичерпується: новітні транснаціональні «бізнесмени від екології» пішли значно далі, застосовуючи симбіоз популізму, демагогії, пропаганди та нейро-лінгвістичного програмування з метою аж ніяк не розв'язання кліматичних проблем, а отримання надприбутків у de-facto шахрайський спосіб.

Принагідно зазначимо, що цей тренд має вже столітню апробаційну спадкоємність, відколи фундатор сучасної пропаганди Едвард Бернейс (він же – за сумісництвом племінник Зиґмунда Фрейда) сфабрикував дані медичних досліджень щодо значення сніданку для організму людини. Це було зроблено на замовлення фірми з виготовлення бекону «Beech-Nut Bacon». Через кілька років після цієї оборудки шахрайство було викрите, але ні Бернейса не притягли до кримінальної чи хоча б адміністративної відповідальності; ні з «Beech-Nut Bacon» не стягли десятки мільйонів доларів, отриманих у формі прибутків від такої реклами. Зрештою, навіть ніхто з дієтологів і гастроентерологів не вважав за потрібне розвінчати міф про «визначальність сніданку для організму людини». А якщо міф не розвінчати, то він продовжує жити й навіть претендувати на статус «міфу XX століття», кидаючи статусний виклик іншому міфу – концептуалізованому в 1930 році Альфредом Розенбергом.

Сьогодні ми вже оперуємо розлогою емпіричною базою, яка підтверджує створення впродовж двох попередніх десятиліть тенденційних алармістських кінофільмів про небезпеку зміни клімату. Ці кінострічки недвозначно претендували на статус «документальних» і «наукових», хоча насправді були втіленням тенденційності та шахраювання фактами. Такий аспект виразно висвітлив Том Ніколз у резонансній книзі «Смерть експертизи» [10].

Між іншим, чимало науковців уже подали до суду в США, звинувачуючи режисерів подібних пропагандистським маніпуляцій у неприйнятному використанні їхньої наукової репутації для досягнення тенденційних і фальсифікованих висновків. Не підлягає сумніву, що з приходом до влади у

США Дональда Трампа розгляд таких позовів у суді буде інтенсифіковано, тож найближчим часом ми дізнаємося багато цікавого й повчального.

Принагідно зазначимо, що в промові на Генеральній асамблеї ООН у 2018 році 45-й президент США Дональд Трамп наголошував: «Відповільні держави мають захищатися від загрози своєму суверенітету не лише з боку керівництва глобалістів, а й від нових форм примусу і домінування». Він мав на увазі, що для більшості наднаціональних бюрократичних структур та їхнього політичного лобі в провідних країнах світу екологічний наратив фактично не має жодного стосунку до екології, а натомість переслідує суто меркантильну й клептократичну мету отримання мегаприбутків «із нічого» й забезпечення глобального контролю («Environmentalism is about money and control. Not about the environment») [12].

Оскільки в межах сучасного формату дискурсу квазінаукова істерія про зміну клімату не підлягає верифікації, то після перемоги на президентських виборах Дональда Трампа Сполучені Штати на початку 2025 року вирішили вийти з Паризької угоди про зміну клімату (Paris Climate Agreement), заощаджуючи в такий спосіб близько $1 трлн щороку.

Вихід зі ще однієї забюрократизованої структури заощадить Сполученим Штатам близько $500 млн: йдеться про Всесвітню організацію охорони здоров'я (World Health Organization) – структуру, яка патологічно впевнена в тому, що чим інтенсивніший бюрократичний пресинг і регламентація суспільної життєдіяльності, тим вища якість здоров'я в межах не лише окремого соціуму, а й людства в цілому. І це при тому, що ВООЗ ніколи (!) не здійснювала навіть секторального моніторингу охорони здоров'я. Натомість вона наполягає, що здоров'я людства опиниться під безпрецедентною загрозою без нав'язаних нею локдаунів, «відносно безпечних» вакцин, «абсолютно не корупційних» тендерних оборудок із Китаєм та глобальних заходів, які вона сама ж і створила.

Ілюстративно показовим є розслідування, результати якого «The Trish Regan Show» оприлюднило в рубриці «Розкрито схему «спливаючого вікна» громадської організації Обами-Байдена» (Obama-Biden NGO «Pop Up» Scheme Exposed). Йдеться про «вікно можливостей», яке виникає раптово, тобто яке не має під собою об'єктивних підстав і закономірних передумов. Таким вікном можливостей у перших числах листопада 2024 року скористалися вісім неурядових і нібито неприбуткових організацій «екологічного профілю»: на їхню діяльність із федерального бюджету США адміністрацією Джозефа Байдена було виділено астрономічну суму $27 млрд. Найбільший «шматок пирога» відхопила фантомна структури «Climate United» (генеральний директор Beth Bafford), на яку було виділено майже $7 млрд. Трохи менше

пощастило «Coalition for Green Capital» (генеральний директор Richard Kauffman) – $5 млрд. із державного бюджету США. На цьому тлі зовсім сирітський статус має «Rewiring America» (генеральний директор Ari Matusiak), яка отримала «лише» $500 млн. [11].

Як з'ясувалося, **некогерентний, невалідний і неадекватний рівню загроз спосіб розв'язання глобальних проблем загалом і екологічного кластеру зокрема перетворюється на ще одну глобальну проблему – й не виключено, що на найбільш небезпечну за своїми комплексними деморалізуючими наслідками й негативними системними впливами буквально на всі сфери життєдіяльності людства**.

Демографічні та соціально-економічні проблеми є одними з викликів сучасної цивілізації, оскільки вони безпосередньо впливають на рівень життя населення, стабільність держав та глобальний розвиток. До основних проблем у цій сфері належать перенаселення, старіння населення, міграційні процеси, підвищення рівня соціальної нерівності, бідність та безробіття. Всі ці фактори взаємопов'язані та мають довготривалий вплив на майбутнє людства.

Перенаселення є визначальною проблемою для країн, де ресурси не відповідають темпам зростання населення. Хоча демографічне зростання може сприяти економічному розвитку, воно також створює численні виклики. Висока щільність населення призводить до дефіциту продовольства, води та житла, збільшення рівня забруднення та знищення природних екосистем. Особливо гостро ця проблема стоїть у країнах Азії та Африки, де через високий рівень народжуваності ресурси використовуються на межі можливостей.

З іншого боку, в багатьох розвинених країнах спостерігається зворотний демографічний тренд – старіння населення. Завдяки розвитку медицини та покращенню умов життя люди стали жити довше, однак це призводить до додаткового навантаження на соціальні системи.

У сучасному світі спостерігається велика економічна нерівність: з одного боку, багатство зосереджене в руках невеликої частини населення; з іншого боку, мільйони людей живуть у злиднях. Це спричиняє соціальну напругу, політичну нестабільність та масові протести.

Мільйони людей не мають доступу до чистої води, якісної їжі, медичної допомоги та освіти. Це призводить до високого рівня смертності, злочинності та загострення соціальних конфліктів.

Безробіття є одним із ключових соціально-економічних викликів, особливо серед молоді. Відсутність робочих місць сприяє зростанню злочинності, депресії серед населення та міграційним кризам.

Демографічні та соціально-економічні проблеми є складними та взаємопов'язаними, а їх розв'язання потребує комплексного підходу,

включаючи міжнародну співпрацю, соціальні реформи та запровадження нових економічних моделей.

Аспект глобальних проблем та їхнього розв'язання тісно пов'язаний з концептуалістикою впливу технологій на суспільство. Технологічний прогрес завжди був рушійною силою цивілізації, оскільки своєю інноватикою відкривав нові можливості. Разом із тим він створював етичні виклики й ризики, які мають непередбачувані наслідки для людства. В даному разі йдеться про інструментальну амбівалентність технологій, які за різних умов і обставин можуть виконувати діаметрально протилежні функції – бути як засобом розв'язання глобальних проблем, так і фактором загострення і поглиблення таких проблем.

Принагідно зазначимо, що понад півстоліття тому в книзі «Технологічне суспільство» Жак Еллюль концептуалізував підхід, згідно з яким технічний прогрес є функціонально автономним процесом, який так чи інакше вийде з-під контролю людини [7]. Такий висновок обумовлений тією обставиною, що **розвиток технологій підкоряється лише логіці ефективності, а не аксіологічним орієнтирам чи етичним критеріям**.

В епоху інформаційного суспільства можливості медіа все частіше перетворюються на інтрументарій ведення інформаційної війни і забезпечення того, що нині прийнято називати soft power. Важко не погодитися з тезою про те, що «мова як засіб влади, за допомогою якого люди переслідують власні інтереси, часто набуває відверто тенденційних, конфронтаційних, агресивних ознак і функцій. Сутність, внутрішню логіку й загрози цього явища для сучасного суспільства переконливо проілюстрував Карстен Бредемайєр у книзі «Чорна риторика». Ще більша потенційна небезпека тенденційності й конфронтаційності мови полягає в тому, що такий формат комунікації прокладає шлях для мовно-комунікативної інволюції, стагнації, деградації і спотворення мовно-комунікативної сфери та її суспільних функцій» [2, с. 87].

Тенденційна інформаційна істерія є саме тим інструментом і засобом, за допомогою якого досягається мета надання прискорення згубним ідеям і проектам за рахунок формування середовища масового психозу (*mass psychosis*). У такому збоченому інформаційному середовищі патологічна піднесеність і примітивний фарс химерно поєднується з параноїдальними фобіями ящиків Пандори та пророцтв Касандри. Вірусний принцип поширення так званої постправди, а також тенденційної і відверто фальсифікованої інформації призводить до ефекту ілюзії вибору, виразно змальованої Льюїсом Керролом засобом метафори *кроляча нора* (*Rabbit hole*), яка означає превалювання ілюзій над реаліями [4].

В епоху, яка за наполяганням багатьох аналітиків уже отримала назву неоліберальна (прогресистська) антиутопія, чи не основним політтехнологічним засобом є технологія приділення уваги другорядним факторам. Її цільовим орієнтиром є відволікання уваги від факторів по-справжньому першочергових – на кшталт бюрократичної неефективності, управлінської некомпетентності, політичного дилетантства і привласнення бюджетних коштів в астрономічних масштабах. Провідні вітчизняні дослідники з цього приводу роблять висновок, що «гіпертрофія другорядного, приділення левової частки часу й уваги абсолютно неістотній тематиці чи навіть буквально flatus vocis (себто порожньому звуку) є причиною і водночас наслідком застосування навіювальних технологій нейро-лінгвістичного програмування, плацебо-ефектів та індоктринації як механізму промивання мізків» [3, с. 273].

Втім, технологія приділення уваги другорядним факторам «не є чимось унікальним чи екстраординарним: ще Арістотель переконливо окреслив змістовний рельєф явища *акциденції* як дечого неістотного, необов'язкового, випадкового, мінливого, тобто того, що постає смисловим антиподом і антагоністом ***ессенції*** – сутнісного, автентичного, імперативного, достеменно притаманного предметам, феноменам і процесам. Акциденція є наслідком рефлексів, рефлекторного, а не рефлексійого (інтелектуального) сприйняття дійсності. Ключова загроза пов'язана з тим, що неадекватність сприйняття дійсності робить перспективи її перетворення за оптативним сценарієм примарними, а сподівання на успіх – профанативними» [1, с. 191].

Апріорна проблемність інформаційного супроводу глобальних проблем сучасності пов'язана з тим, що смисл слів завжди неостаточний і дифузний, а конкретно-історичної визначеності йому надає правлячий прошарок (якщо, звичайно, він добровільно не уникає такої спокусливої можливості), створюючи так звану *новомову* і концептуалізовану за її допомогою *альтернативну реальність*. Існують різні концептуальні підходи до аргументації причин такого стану речей. Приміром, якщо ви не в змозі *дієво впливати на реальність*, то чому б не спробувати ***контролювати уявлення про реальність***?!

Річ у тім, що **в більшості випадків не дійсність сама по собі, а слова про дійсність формують свідомість, визначають особливості смислової структуризації світобудови та значеннєвої ієрархізації світопорпядку**. Новомова покликана не *відображати* світ, а ***зображати*** його відповідно до суспільно-політичних інтересів і вподобань, утілених в інформаційному порядку денному (***agenda***). А це, як аргументовано проілюстрував Оса Еріксдоттер в антиутопії «Бійня», означає, що **кожну ідею можна довести до рівня абсурду**, **фатального для перспектив функціонування суспільства**. Зрештою, моторошні передбачення на кшталт фактора новомови та

цензурування у форматі «speech is daungerous» були виразно змальовані ще Джорджем Оруеллом у романі-антиутопії «1984» [5].

Власне, крах неоліберального світопорядку значною мірою є об'єктивним і закономірним наслідком утілення на рівні суспільно-політичного праксису гасла у формі «дружньої поради» з оруеллівського бестселера: *не вірте своїм вухам і очам – вірте нам, бо ми знаємо краще*. Як наслідок, світопорядкові реалії сучасності почали в найдрібніших деталях нагадувати класику антиутопій – зокрема, «Книгу джунглів» («The Jungle Book») Редьярда Кіплінга (Rudyard Kipling) та «дивовижний новий світ» Олдоса Хакслі.

Мимоволі виникають виразні аналогії з «Міністерством Правди» Джорджа Оруелла, яке практикує що завгодно (брехню, упередженість, демагогію, пропаганду тощо), тільки не саму правду. І як тут не віддати належне Оруеллу за його безпрецедентно влучні пророцтва – на кшталт того, що прийдуть часи, коли справжні фашисти на кожному кроці кричатимуть про боротьбу з фашизмом. Утім, чи не найбільш небезпечним за своїми суспільними наслідками є влучне зауваження Оруелла: чим більше суспільство віддаляється від правди, тим більше воно ненавидить тих, хто її оприлюднює.

ВИСНОВКИ. Неадекватний (тенденційний, популістський, демагогічний, навіювальний тощо) спосіб реагування на глобальні виклики сучасності призвів до того, що замість розв'язання проблемних вузлів людству доводиться мати справу зі ще однією проблемою, яка за рівнем своєї всезагальності не поступається глобальним, а за рівнем прикладного значення призвела до кризового стану світопорядкових реалій, до критичної втрати дієздатності світопорядкових механізмів і до фактичного функціонального паралічу світопорядку як системи взаємодії багатьох елементів у форматі регіонального і глобального масштабування.

Формат глобальних проблем сучасної людської цивілізації актуалізує насамперед потребу адекватних засобів сприйняття існуючих реалій, рівня загроз та викликів сьогодення. Йдеться про необхідність цілеспрямованого культивування світогляду, який буде не лише глибоким і проактивним, а й таким, що відповідатиме фундаментальним канонам наукового знання – тобто об'єктивістським (не тенденційним), неупередженим до альтернатив, придатним для верифікації тощо. Рівень викликів на адресу людської цивілізації також потребує ефективного використання трансверсальних світоглядних підходів, застосування системного методу, залучення ресурсів адогматичного, критичного й стратегічного мислення.

Значні перешкоди на шляху розв'язання глобальних проблем сучасності створюють труднощі зі здійсненням критеріально виразної (а тим більше – консенсно прийнятної) демаркації між прагматизмом та егоїзмом національних

інтересів. Цей проблемний аспект додатково драматизується тією обставиною, що, як з'ясувалося, так звані «глобальні цінності насправді є цінностями деяких локальних суб'єктів і груп впливу, а наратив глобальних цінностей використовується з маніпулятивно-навіювальною метою переконати людство в безальтернативності шляху, визначеного глобальними цінностями. А що стосується інтернаціоналізації, то її вигодоотримувачами, як з'ясувалося, є далеко не кожна нація і національне освітнє середовище, втягнуте у вир цієї тенденції. Тому оптимістичні реляції щодо інтернаціоналізації доречні вочевидь не скрізь і так само вочевидь не завжди» [1, с. 88].

За таких умов і обставин «пріоритетного значення як для соціальної теорії, так і суспільної практики, набуває *аспект інформаційно-комунікативної гігієни*. Тут виникає безліч запитань, починаючи з того, наскільки реалістичним є виконання цього завдання, враховуючи монопольну перевагу суспільно-політичних сил, які паразитують на інформаційній істерії, і закінчуючи персонально-інституційним аспектом: хто і в який спосіб виявиться спроможним ефективно протистояти стагнації, деградації і спотворенню мовно-комунікативної сфери та її суспільних функцій» [2, с. 87]. Втілення на рівні суспільно-політичного праксису інформаційно-комунікативної гігієни перебуває в безпосередній залежності від функціонального стану деліберативної демократії (не *маніфестованого*, а ***фактичного***), від рівня світоглядного масштабування, політичної культури і політичної відповідальності, від розвиненості критичного й аналітичного мислення.

З приводу приділення гіпертрофованої уваги технологічній складовій у процесі формування відповідей на виклики сучасності варто зробити таке узагальнення: йдеться про принципову недоречність пов'язувати перспективи розв'язання проблем (будь-яких, а тим більше – глобальних) з тією чи іншою інструментальною опцією. Річ у тім, що інструменти не володіють статусом і компетенціями суб'єктності: вони – класичні об'єкти, яких використовують на власний розсуд справжні суб'єкти – індивіди, корпоративні об'єднання, країни, регіони тощо. І лише від повноцінних суб'єктів залежить доцільність і спосіб використання об'єкта-інструмента за конкретних обставин.

Список використаних джерел

1. Бондаренко Н.П. Освітнє середовище: єдність форми та змісту як імператив фективності. *Дис. ... доктора філософії за спеціальністю «033 – Філософія»*. Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2024. 243 с.

2. Кузьоменська Л. Мова як фактор комунікативної ефективності. *Вища освіта України*. № 4 (2022). С. 79–88.

3. Самчук З.Ф. Парадигма здорового глузду як інструмент реновації світопорядку. *Просторовий розвиток: Науковий збірник* / Головн. ред. О. Шкуратов. К., КНУБА, 2025. Вип. 12. С. 266–285.

4. Секрети філософської казки «Аліса в Країні Див» та аналіз. Біографія і міфи про Льюіс Керрол. URL: https://www.youtube.com/watch?v=a4ncLfYD3ns.

5. 10 моторошних передбачень Джорджа Орвелла в «1984», які справдилися! URL: https://www.youtube.com/watch?v=RaYQarlHIbQ.

6. Agamben G. *Profanazioni*. Roma: Nottetempo, 2005. 108 p.

7. Ellul J. *The Technological Society*. Vintage Books, 1964. 449 p.

8. How Ice Ages Happen: The Milankovitch Cycles. URL: https://www.youtube.com/watch?v=iA788usYNWA.

9. Inconvenient Truth: 32 Climate Predictions Proven False | Facts Matter. URL: https://www.youtube.com/watch?v=E1e5HAZo4iw.

10. Nichols T. *The Death of Expertise: The Campaign against Established Knowledge and Why it Matters*. Oxford University Press, 2018. 280 p.

11. Obama/Biden NGO Scheme Exposed as Rubio Slashes 83% of USAID. URL: https://www.youtube.com/watch?v=nwR3z8d7gJ4.

12. The ESG Collapse: Al Gore, Intel, BlackRock, and the Failed Promise of “Sustainable” Investing. URL: https://www.youtube.com/watch?v=ZfKVCcV-WcQ.

PhD student **Myshchenko Valerii Serhievich**,
Kuras Institute of Political and Ethnic Studies
of the National Academy of Sciences of Ukraine

GLOBAL PROBLEMS OF THE MODERN AGE AS A MIRROR OF THE CRISIS OF THE WORLD ORDER

The subject field of global problems of the modern age possesses a number of specific features that require careful consideration during the research process - especially at its initial stage. First and foremost, this refers to the complexity of these problems, the scale of their impact, and the political-administrative aspect, which includes several relatively autonomous components, namely: the level of competence, political responsibility, and alignment not with individual or corporate interests but with national and universal human interests.

Ignoring such specific features obstructs not only the search for effective responses to the theoretical and conceptual challenges posed by global problems but also renders it generally impossible to adequately perceive the existing realities and the nature of these problems. If the structure of a problem is conceptually vague, then identifying tools that are valid and coherent with the current issues becomes practically impossible.

Our contemporaries are forced to acknowledge that the technocratic and bureaucratic approach of the neoliberal world order of the past three decades has proven functionally and instrumentally ineffective. It is precisely for this reason that the vast majority of analysts today declare the collapse of this world order—its, as Alain Badiou put it, "suicidal elimination."

A far-reaching drawback of our present time is the disproportionate focus on the technological component in the process of responding to modern challenges. In reality, technologies can effectively address global problems, but they also carry risks of dehumanization and the loss of uniquely human identity—the authenticity of the human being as a historical and civilizational phenomenon.

Keywords: global problems of the modern age; crisis of the world order; theoretical and conceptual challenges; adequate perception of existing realities; cause-and-effect relationships; political responsibility.

REFERENCES

1. Bondarenko N.P. Osvitnye seredovyshche: yednist′ formy ta zmistu yak imperatyv fektyvnosti. *Dys. ... doktora filosofiyi za spetsial'nistyu «033 – Filosofiya».* Kyyivs′kyy natsional′nyy universytet budivnytstva i arkhitektury, Kyyiv, 2024. 243 s. {In Ukrainian}

2. Kuz′omens′ka L. Mova yak faktor komunikatyvnoyi efektyvnosti. *Vyshcha osvita Ukrayiny*. № 4 (2022). S. 79–88. {In Ukrainian}

3. Samchuk Z.F. Paradyhma zdorovoho hluzdu yak instrument renovatsiyi svitoporyadku. *Prostorovyy rozvytok: Naukovyy zbirnyk* / Holovn. red. O. Shkuratov. K., KNUBA, 2025. Vyp. 12. S. 266–285. {In Ukrainian}

4. Sekrety filosofs′koyi kazky «Alisa v Krayini Dyv» ta analiz. Biohrafiya i mify pro L′yuis Kerrol. URL: https://www.youtube.com/watch?v=a4ncLfYD3ns. {In Ukrainian}

5. 10 motoroshnykh peredbachen′ Dzhordzha Orvella v «1984», yaki spravdylysya! URL: https://www.youtube.com/watch?v=RaYQarlHIbQ. {In Ukrainian}

6. Agamben G. *Profanazioni*. Roma: Nottetempo, 2005. 108 p. {In English}

7. Ellul J. *The Technological Society*. Vintage Books, 1964. 449 p. {In English}

8. How Ice Ages Happen: The Milankovitch Cycles. URL: https://www.youtube.com/watch?v=iA788usYNWA. {In English}

9. Inconvenient Truth: 32 Climate Predictions Proven False | Facts Matter. URL: https://www.youtube.com/watch?v=E1e5HAZo4iw. {In English}

10. Nichols T. *The Death of Expertise: The Campaign against Established Knowledge and Why it Matters*. Oxford University Press, 2018. 280 p. {In English}

11. Obama/Biden NGO Scheme Exposed as Rubio Slashes 83% of USAID. URL: https://www.youtube.com/watch?v=nwR3z8d7gJ4. {In English}

12. The ESG Collapse: Al Gore, Intel, BlackRock, and the Failed Promise of “Sustainable” Investing. URL: https://www.youtube.com/watch?v=ZfKVCcV-WcQ. {In English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.867-879
УДК 378.147:51:005.21:33

к.ф.-м.н., доцент **Бондаренко Н.В.,**
bondarenko.nv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-6078-9467,
к.ф.-м.н., доцент **Соколова Л.В.,**
sokolova.lv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1596-4932,
к.ф.-м.н., доцент **Кириченко А.А.,**
kyrychenko.aa@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4082-2290,
к.ф.-м.н., доцент **Блажко Л.М.,**
blazhko.lm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-0472-276X,
д.е.н., професор **Рижакова Г.М.,**
ryzhakova.gm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7875-9768
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСВІТНІЙ ПОТЕНЦІАЛ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ЯК ПЛАТФОРМА МІЖДИСЦИПЛІНАРНОЇ ПІДГОТОВКИ: СИНТЕЗ ТЕХНІЧНИХ, ЕКОНОМІЧНИХ І УПРАВЛІНСЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Розглядається трансформація ролі вищої математики в контексті міждисциплінарної підготовки фахівців технічного, економічного та управлінського профілю. Обґрунтовано доцільність переосмислення математичної освіти як платформи для формування системного мислення, аналітичних здібностей та здатності до комплексного розв'язання професійно орієнтованих задач. Вища математика виступає універсальним інструментом моделювання, оцінювання ризиків, цифрової трансформації бізнес-моделей і прийняття рішень у динамічному середовищі.

Проаналізовано інноваційні підходи до викладання: модульно-компетентнісний підхід, кейсові технології, цифрові платформи (Moodle, GeoGebra, MATLAB), гейміфікація, формувальне оцінювання. Особливу увагу приділено кейс-методу як ефективному засобу інтеграції математичних знань у реальні професійні ситуації у сфері будівництва, економіки, логістики та управління. Наведено приклади поетапного ускладнення задач, що сприяє розвитку критичного мислення, здатності до вибору методів розв'язання та інтерпретації результатів.

Розкрито специфіку викладання вищої математики в КНУБА для інженерних спеціальностей, яка передбачає тісний зв'язок із фаховими дисциплінами, використання програмного забезпечення для моделювання та обчислень, а також персоналізацію навчання відповідно до профілю підготовки. Підкреслюється важливість дослідницької складової та індивідуальних освітніх траєкторій. У статті доведено, що вища

математика, за умови її сучасної дидактичної реалізації, може стати ефективним засобом розвитку професійних компетентностей та інструментом інтеграції знань в межах міждисциплінарної освіти.

Ключові слова: кейс-орієнтований і модульно-компетентнісний підходи; вища математика; міждисциплінарна підготовка; математичне моделювання; критичне мислення; цифрові платформи; гейміфікація; формувальне оцінювання; освітні інновації

Постановка проблеми. У сучасній системі вищої освіти дедалі актуальнішим стає завдання підготовки фахівців, здатних ефективно діяти в умовах комплексного, динамічного та міждисциплінарного середовища. Вища математика, яка традиційно асоціюється переважно з інженерною підготовкою, сьогодні розглядається як універсальний інструмент формування ключових аналітичних, логічних, прогностичних і системних умінь, необхідних не лише технічним спеціалістам, а й економістам, управлінцям, логістам та фахівцям із цифрової трансформації. Саме математичний апарат дозволяє майбутнім професіоналам моделювати складні процеси, аналізувати економічні ризики, ухвалювати раціональні управлінські рішення, здійснювати цифрову трансформацію бізнес-моделей, будувати системи управління якістю й ефективно комунікувати у міжгалузевих командах.

Така трансформація ролі вищої математики вимагає оновлення підходів до її викладання, зміщення акцентів від абстрактної теорії до практичного застосування у професійних контекстах, що своєю чергою, обумовлює необхідність міждисциплінарної інтеграції — поєднання математичних знань з економічними, управлінськими та технологічними компетентностями. Використання кейсових методик, проєктного навчання, математичного моделювання, цифрових симуляцій і хмарних платформ створює нові можливості для формування гнучкого мислення, адаптивності та інноваційності.

У цьому контексті доцільним є переосмислення освітнього потенціалу вищої математики як платформи для інтеграції технічної, економічної та управлінської підготовки. Такий підхід не лише підвищує мотивацію здобувачів освіти, а й сприяє формуванню у них цілісного бачення професійної діяльності, здатності до аналітичної діяльності, критичного мислення та прийняття обґрунтованих рішень у складних реаліях сучасного ринку праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стаття Darlis Panqueban & Carolina Henríquez-Rivas [1] систематизує 49 публікацій із 2019–2024 років, акцентуючи увагу на інтеграції математики з іншими дисциплінами. Авторам вдалося виокремити чотири основні теми: розуміння міждисциплінарності,

педагогічні стратегії, розвиток математичних навичок і професійний розвиток викладачів. Висновки свідчать про нарощення інтересу до міждисциплінарного навчання у вищій освіті та закликають до розробки нових підходів до підготовки викладачів та методики інтеграції дисциплін.

Опублікована в ZDM – Mathematics Education, робота Merrilyn Goos, Susana Carreira та Immaculate Kizito Namukasa [2] є оглядом досліджень 2017–2022 років, систематизованих за п’ятьма кластерами: міждисциплінарні моделі, досвід студентів, підготовка викладачів, розробка завдань і освітня політика. Публікація підкреслює виклик збереження самостійності математичної дисципліни та необхідність розробки “математично насичених” STEM-завдань, що Ось аналітичний огляд зазначених праць у контексті тематики міждисциплінарного потенціалу вищої математики у підготовці фахівців технічного, економічного та управлінського профілів:

У роботі Соколової Л.В. та Бондаренко Н.В. [3] розглядається досвід використання елементів білінгвального підходу до викладання математичних дисциплін. Авторки підкреслюють ефективність інтеграції мовної підготовки з формуванням математичної компетентності, що повністю корелює з міждисциплінарною стратегією оновлення математичної освіти. Такий підхід дозволяє не лише покращити знання з іноземної мови, а й формувати здатність до професійної комунікації в міжнародному середовищі, що є особливо важливим для майбутніх менеджерів, економістів та інженерів.

Публікація Bondarenko E.V. & Bondarenko N.V. [4] демонструє високий рівень розвитку сучасної алгебраїчної культури і може бути використана в контексті поглибленої підготовки фахівців для аналітичної або дослідницької діяльності, що формує критичне мислення та навички абстрагування. Дослідження Бондаренко Н.В., Отрашевської В.В. та Божонок К.В. [5] акцентує увагу на використанні методів диференціальної геометрії для аналізу повільно-швидких динамічних систем, що має міждисциплінарне значення для моделювання реальних процесів у технічних і економічних системах. Такий підхід дозволяє залучати інструментарій вищої математики до вирішення задач у прикладних галузях — від екологічного аналізу до оптимізації логістики.

Дослідження [6-12] є актуальним для технічної кібернетики, автоматизації управління та економіко-математичного моделювання, що підтверджує високий потенціал інтеграції математичних моделей у системне мислення майбутніх фахівців інженерного й економічного спрямування. Загалом**,** проаналізовані джерела ілюструють важливість як педагогічних, так і фундаментальних наукових підходів до викладання й застосування вищої математики в контексті міждисциплінарної підготовки студентів. Вони слугують науково-практичною

базою для обґрунтування необхідності оновлення змісту та форм навчання в університетах.

Метою статті є обґрунтування освітнього потенціалу вищої математики як інтегративної платформи для міждисциплінарної підготовки студентів технічних, економічних та управлінських спеціальностей, а також аналіз сучасних педагогічних підходів, інноваційних інструментів і практик, що забезпечують формування системного, критичного й аналітичного мислення, здатності до вирішення комплексних прикладних задач у професійному контексті.

Виклад основного матеріалу. Інноваційні напрями у викладанні вищої математики в університеті є відповіддю на виклики цифрової трансформації освіти, зміну освітньої парадигми на компетентнісну, а також потреби сучасних студентів у доступному, практично орієнтованому та інтерактивному навчанні. Сучасне викладання вищої математики вже не зводиться лише до традиційних лекцій і контрольних робіт — воно перетворюється на комплексну діяльність, що поєднує педагогічні, цифрові, когнітивні та інструментальні інновації.

Одним із провідних інноваційних напрямів є використання цифрових платформ і спеціалізованого математичного ПЗ: Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams – для організації дистанційного й змішаного навчання, поширення матеріалів, проведення тестування; GeoGebra, Wolfram Mathematica, Maple, MATLAB – для візуалізації складних математичних процесів, моделювання та автоматизованих обчислень. Системи комп'ютерної алгебри дозволяють не лише навчити студентів будувати графіки чи розв'язувати рівняння, а й розвивати алгоритмічне мислення. Ці інструменти підвищують наочність, стимулюють дослідницький підхід і дозволяють застосовувати математику до реальних задач.

Замість вивчення вищої математики як ізольованого блоку знань, використовується структуризація курсу за модулями, кожен із яких має чітку мету, орієнтовану на формування конкретної компетентності (наприклад, аналітичне мислення, вміння працювати з диференціальними рівняннями, математичне моделювання тощо) і завершується проміжним оцінюванням, яке дає змогу не лише оцінити знання, а й сформувати зворотний зв'язок і адаптувати траєкторію навчання.

Кейсові технології у вищій математиці дозволяють демонструвати практичну цінність математичних знань через розв'язання реальних інженерних, економічних або IT-задач, що мають математичну основу, міжпредметні інтегровані проєкти (наприклад, математичне моделювання в екології, економіці або будівництві), роботу в командах над проблемно

орієнтованими задачами, які сприяють формуванню комунікативних і аналітичних навичок.

Кейсові технології у вивченні вищої математики для студентів-менеджерів і економістів становлять надзвичайно ефективний інструмент, що дозволяє зробити цю дисципліну прикладною, практично орієнтованою та дійсно корисною для майбутньої професійної діяльності. На відміну від абстрактного вивчення формул і алгоритмів, кейс-метод дає змогу залучити студентів до вирішення реальних або максимально наближених до реальних проблем**,** які виникають у сфері економіки, бізнесу, управління підприємствами, проєктами чи логістикою.

Використовуючи кейсові технології, викладачі можуть моделювати ситуації, в яких студенти застосовують математичні знання як інструмент аналітики, оптимізації та прийняття управлінських рішень. Наприклад, завдання можуть включати розрахунок точки беззбитковості підприємства за допомогою лінійної алгебри, моделювання динаміки попиту або пропозиції на ринку з використанням диференціальних рівнянь, аналіз ризиків у проєктах за допомогою елементів теорії ймовірності та статистики, оптимізацію витрат логістичних маршрутів із застосуванням методів математичного програмування.

Окрему цінність становлять *міжпредметні кейси***,** які поєднують знання з вищої математики, економіки, фінансів, екології, управління або будівництва. Наприклад, студенти можуть розробити модель прогнозування інфляції або інвестиційної привабливості підприємства, спираючись на статистичні дані та методи регресійного аналізу; або створити аналітичну модель розподілу ресурсів у межах проєкту із врахуванням часових і бюджетних обмежень.

Такі завдання виконуються не лише індивідуально, а й в командах, що сприяє розвитку комунікативних навичок, уміння працювати в групі, дискутувати, аргументувати власну думку й колективно ухвалювати рішення. Студенти навчаються не просто "виводити формули", а розуміти, як математичний апарат функціонує в реальному управлінському або економічному контексті, які змінні важливі для аналізу, як обмеження впливають на результат, які ризики й похибки можливі в обчисленнях і як це позначається на управлінських висновках.

Кейсові технології у вищій математиці для економістів і менеджерів забезпечують:

- формування прикладного мислення;
- розвиток здатності адаптувати математичні моделі до конкретних бізнес-ситуацій;
- підвищення мотивації до навчання через практичну значущість теми;

- інтеграцію знань із суміжних дисциплін;
- розвиток аналітичних, комунікативних і лідерських компетентностей.

У сучасних умовах динамічного ринку праці саме такі підходи дозволяють забезпечити не тільки математичну грамотність, а й готовність до розв'язання комплексних управлінських завдань із використанням математичного інструментарію**.**

Замість акценту на підсумковій оцінці дедалі частіше застосовується формувальне оцінювання, що дає студентам постійний зворотний зв'язок, мотивує до самонавчання і дозволяє викладачу оперативно реагувати на труднощі в засвоєнні матеріалу. LMS-аналітика дозволяє відстежувати активність студентів, оцінювати динаміку успішності, виявляти "слабкі місця" для подальшої індивідуалізації.

Елементи гри, що інтегруються у викладання математики, зокрема рейтингова система, бейджі, бали за активність; математичні квести, онлайн-турніри, вікторини (наприклад, на платформах Kahoot!, Quizizz); навчальні симулятори, які дозволяють студенту самостійно пройти шлях від постановки задачі до її розв'язання. Гейміфікація суттєво підвищує мотивацію, особливо серед технічно орієнтованих студентів.

Індивідуальні освітні траєкторії, реалізовані за допомогою цифрових курсів, адаптивних систем, відеолекцій і електронних підручників, дозволяють вивчати матеріал у власному темпі, повертатися до складних тем, проходити тести й контрольні роботи у зручний час, поєднувати аудиторну й дистанційну роботу.

Інноваційною практикою є інтеграція математичних проєктів у дослідницьку роботу студентів: розробка моделей, участь у хакатонах і олімпіадах, участь у міждисциплінарних стартапах з математичним модулем. Це дозволяє реалізувати знання в умовах, наближених до реальної професійної діяльності.

В умовах воєнного стану, енергетичних ризиків або академічної мобільності ефективним є змішане навчання, що поєднує самостійне онлайн-опрацювання теоретичного матеріалу, практичні заняття в синхронному режимі, короткі відеоінструкції, інтерактивні тести, віртуальні консультації. Це підвищує гнучкість і стійкість математичної освіти до зовнішніх викликів.

Інноваційні напрями у викладанні вищої математики в університеті дозволяють перетворити її з абстрактної, «страшної» дисципліни на живий, динамічний, корисний інструмент мислення, аналізу й вирішення складних задач. Інтеграція цифрових рішень, міждисциплінарних зв'язків, практичного застосування та індивідуалізованих траєкторій створює умови для якісної, сучасної й ефективної математичної підготовки.

Особливості викладання вищої математики для інженерних та технічних спеціальностей у Київському національному університеті будівництва і архітектури (КНУБА) зумовлені поєднанням фундаментальної математичної підготовки з чіткою професійною орієнтацією, практико-орієнтованими задачами та міждисциплінарними зв'язками, що відповідає профілю навчального закладу й специфіці підготовки фахівців у сфері будівництва, архітектури, інженерії та геоінформаційних технологій.

Вищу математику в КНУБА викладають не як абстрактну науку, а як інструмент практичного мислення інженера**,** орієнтований на реальні об'єкти проєктування, конструювання, розрахунків та оптимізації. У зв'язку з цим освітній процес будується з урахуванням профілю підготовки: для будівельників, архітекторів, геодезистів, енергетиків або фахівців з інформаційного моделювання будівель (BIM) підбираються відповідні приклади, задачі, програмне забезпечення та модулі.

Ключовою особливістю є *співвіднесення тематики курсу з прикладними дисциплінами***,** які студенти вивчають паралельно або пізніше. Наприклад, такі теми, як інтегрування функцій кількох змінних, чисельні методи, диференціальні рівняння чи варіаційне числення, подаються крізь призму їхнього застосування у:

- розрахунках напружено-деформованого стану конструкцій,
- моделюванні потоків у гідротехнічних спорудах,
- теплотехнічному аналізі огороджувальних конструкцій,
- геометричному аналізі форм та криволінійних поверхонь в архітектурному проєктуванні,
- обробці геопросторових даних у геодезії та кадастрі.

Суттєвим компонентом є *використання математичних програмних комплексів* (MATLAB, Mathcad, AutoCAD Civil 3D, Scilab), які дозволяють проводити інженерні розрахунки з урахуванням складних змінних, будувати графіки функцій, моделювати конструкції або аналізувати дані вимірювання. Таким чином, математичний курс набуває доданої цінності – студенти не тільки вивчають метод, але й навчаються реалізовувати його у програмному середовищі, що є актуальним для ринку праці**.**

Важливою характеристикою є *поетапне ускладнення задач* – від простих аналітичних до комбінованих, що включають декілька математичних розділів. Це дозволяє сформувати не лише знання, а й здатність мислити системно та вирішувати комплексні інженерні задачі. Студентів орієнтують не на механічне застосування формул, а на *вибір адекватного методу***,** оцінку похибок, інтерпретацію результатів у професійному контексті. Ось три приклади, що ілюструють принцип поетапного ускладнення задач у викладанні вищої

математики для інженерних спеціальностей, із фокусом на розвиток системного мислення, критичного аналізу та інтерпретації результатів у професійному контексті:

Приклад 1. Тема: Інтеграли та обчислення площі поверхонь

- *Початковий рівень:* Обчислення площі фігури, обмеженої графіками елементарних функцій, за допомогою визначеного інтегралу (наприклад, площа між параболою та прямою).
- *Середній рівень:* Обчислення площі обертання плоскої фігури навколо осі (об'єм тіла обертання).
- *Ускладнена задача:* Побудова моделі куполоподібного перекриття на основі поверхні обертання із заданими конструктивними параметрами; обчислення її площі для визначення витрат матеріалу; урахування похибок, що виникають при чисельному інтегруванні складної форми (наприклад, коли функція задана таблично або емпірично).

Приклад 2. Тема: Лінійна алгебра та методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР)

- *Початковий рівень:* Розв'язання визначених СЛАР методом Крамера або Гауса.
- *Середній рівень:* Аналіз сумісності систем, залежності змінних; знаходження загального розв'язку невизначених СЛАР, рангу матриці; обчислення оберненої матриці.
- *Ускладнена задача:* Оптимізація вартості матеріалів у проєкті за заданими обмеженнями через побудову та розв'язання економіко-інженерної моделі у вигляді СЛАР. Оцінка чутливості результату до зміни вихідних параметрів (наприклад, зміни цін або обсягів постачання), інтерпретація рішення в контексті реального бюджету проєкту.

Приклад 3. Тема: Диференціальні рівняння та прикладне моделювання

- *Початковий рівень:* Розв'язання простих звичайних диференціальних рівнянь першого порядку з відокремлюваними змінними.
- *Середній рівень:* Розв'язання задач Коші та побудова інтегральних кривих диференціального рівняння.
- *Середній рівень:* Розв'язання задач Коші та побудова загального розв'язку з використанням початкових умов.
- *Ускладнена задача:* Математичне моделювання температурного розподілу в бетонній плиті (теплопровідність) або осідання конструкції на основі диференціальних рівнянь другого порядку з граничними умовами. Порівняння точного та чисельного розв'язку (метод Ейлера чи Рунге–Кутти), побудова графіків, аналіз похибок та формування висновків щодо надійності конструктивного рішення.

Вищенаведені приклади демонструють, що поетапне ускладнення задач дозволяє студенту не лише опанувати базові технічні навички, а й перейти до моделювання складних інженерних процесів, обґрунтованого вибору математичного методу, критичної оцінки результатів і виведення практичних рішень у контексті реальної професійної діяльності.

Викладання супроводжується *візуалізацією складних математичних об'єктів,* особливо в темах просторової геометрії, поверхонь другого порядку, диференціального та інтегрального числення. Тут використовуються 3D-моделі, інтерактивні демонстрації, а також програмні інструменти, що дозволяють унаочнити зміну параметрів конструктивних елементів.

Особливу роль відіграє *індивідуалізація завдань*: в рамках практичних занять студенти отримують варіанти задач, які наближені до їхньої спеціалізації. Для архітекторів це можуть бути завдання з проєктування параметричних форм; для геодезистів – розрахунок координат у складних системах; для інженерів-будівельників – приклади розподілу навантаження тощо.

Методика викладання вищої математики у КНУБА також передбачає *поєднання традиційних і сучасних підходів:* лекції супроводжуються демонстраціями, робота в аудиторії чергується з онлайн-модулями на платформах Moodle або Google Classroom, де студент має доступ до матеріалів, тестів, відео, інтерактивних симуляцій. Формувальне оцінювання дає змогу відстежити прогрес студентів, коригувати труднощі та підтримувати активну участь.

Студентів залучають до науково-дослідної діяльності, зокрема в напрямі математичного моделювання конструкцій, процесів у матеріалах, інженерної оптимізації. Участь у всеукраїнських олімпіадах, конкурсах студентських наукових робіт, підготовка публікацій, захист проєктів – усе це створює умови для формування глибокого розуміння ролі математики у майбутній інженерній практиці. Викладання вищої математики в КНУБА на інженерних і технічних спеціальностях ґрунтується на принципах професійної релевантності, практичної орієнтованості, міждисциплінарності, цифрової інтеграції та дослідницького підходу. Такий формат дозволяє не лише засвоїти базові математичні знання, а й сформувати у студентів інженерне мислення, готовність до проектної діяльності та впевнене володіння математичним інструментарієм у реальних умовах фахової діяльності**.**

Висновки. У сучасній системі вищої освіти вища математика виступає не лише як базова навчальна дисципліна, а як потужний інструмент формування міждисциплінарних компетентностей студентів технічних, економічних та управлінських спеціальностей. Її освітній потенціал полягає в здатності

забезпечити розвиток критичного та аналітичного мислення, формування навичок математичного моделювання та вирішення комплексних практико-орієнтованих задач.

Інтеграція вищої математики з фаховими дисциплінами створює основу для міжпредметних зв'язків, сприяє осмисленню прикладної цінності математичних знань і підвищує мотивацію студентів до навчання. Застосування кейсових технологій, проєктного підходу, імітаційного моделювання та цифрових платформ забезпечує гнучкість і адаптивність навчального процесу, відповідає вимогам сучасного ринку праці й тенденціям цифровізації освіти.

Викладання вищої математики потребує перегляду дидактичної парадигми: від формального засвоєння формул — до розвитку здатності самостійно обирати адекватні методи розв'язання, інтерпретувати результати в професійному контексті та працювати з міждисциплінарними задачами. Водночас, важливою умовою ефективного навчання є наявність чіткої математичної основи та підтримка з боку викладача у процесі поступового ускладнення матеріалу. Оновлені підходи до викладання вищої математики, спрямовані на інтеграцію технічних, економічних і управлінських компонентів, створюють підґрунтя для формування сучасного фахівця, здатного до системного аналізу, професійної мобільності та інноваційного мислення.

Список використаних джерел

1. Panqueban, D., & Henríquez-Rivas, C. (2025). Interdisciplinary mathematics education: A systematic review. *European Journal of Educational Research, 14*(1), 88–104. https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.1.88

2. Goos, M., Carreira, S., & Namukasa, I. K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: Recent developments and future directions. *ZDM – Mathematics Education, 55*(1), 13–27. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z

3. Соколова Л.В., Бондаренко Н.В. Впровадження елементів білінгвального навчання при викладанні вищої математики // Вектори розвитку науки, освіти, технологій та суспільства в умовах глобалізації: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (м. Рівне, 17 червня 2023 р.). Рівне: ЦФЕНД, 2023. с. 19-20.

4. Bondarenko E.V., Bondarenko N.V. Anti-tori in quaternionic lattices over Fq(t) // Algebra and Discrete mathematics Vol.37, No2, 2024, pp. http://dx.doi.org/10.12958/adm2217

5. Бондаренко Н.В., Отрашевська В.В., Божонок К.В. Застосування методів диференціальної геометрії до повільно-швидких динамічних систем // Прикладна геометрія та інженерна графіка, № 106 – 2024, С. 10-24.

6. Бондаренко Н.В., Соколова Л.В., Отрашевська В.В. Геометричний підхід до дослідження стійкості динамічних систем із запізнюванням у часі // Прикладна геометрія та інженерна графіка, № 104 – 2023, ст. 16-29.

7. Кричевська, Ю., Рижакова, Г., Шпаков, А., Поколенко, В., & Приходько, Д. (2024). Цифрова екосистема в будівельному девелопменті: концептуально-теоретичні аспекти трансформації та управлінські імперативи. *Управління розвитком складних систем*, (60), 174-182.

8. Рижакова, Г., Кучеренко, О., Приходько, Д., Федорова, Я., & Малихін, М. (2024). Інноваційні напрями оновлення операційних систем підприємств в умовах нестабільного бізнес-середовища девелопменту. *Просторовий розвиток*, (9), 402-413.

9. Рижакова, Г., Приходько, Д., Поколенко, В., Петруха, Н., Чуприна, Ю., & Хоменко, О. (2022). Оновлення науково-методичних підходів до побудови полікритеріальної системи адміністрування діяльністю підприємств-стейкхолдерів проєктів будівництва. *Просторовий розвиток*, (1), 218-233.

10. Ревунов, О., Рижакова, Г., Малихіна, О., Предун, К., Приходько, Д., & Орленко, І. (2021). Аналітичні інструменти діагностики систем менеджменту якості підприємств-стейкхолдерів будівельних проєктів. *Управління розвитком складних систем*, (45), 161-169.

11. Хоменко, О., Петренко, Г., Рижакова, Г.& Кушнір, О. (2022). Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. *Управління розвитком складних систем*, (52), 113-125.

Ph.D., Associate Professor **Nataliia Bondarenko,**
Ph.D., Associate Professor **Ludmyla Sokolova,**
Ph.D., Associate Professor **Anatoliy Kyrychenko,**
Ph.D., Associate Professor **Ludmyla Blazhko,**
DSc (Economics), Professor **Galyna Ryzhakova,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

EDUCATIONAL POTENTIAL OF HIGHER MATHEMATICS AS A PLATFORM FOR INTERDISCIPLINARY TRAINING: SYNTHESIS OF TECHNICAL, ECONOMIC, AND MANAGERIAL COMPETENCIES

The article explores the transformation of the role of higher mathematics in the context of interdisciplinary training for professionals in technical, economic, and managerial fields. It substantiates the relevance of rethinking mathematical education as a platform for developing systems thinking, analytical abilities, and the capacity to solve complex professionally oriented problems. Higher mathematics is positioned as a universal tool for modeling, risk assessment, digital transformation of business models, and decision-making in a dynamic environment.

Innovative teaching approaches are analyzed, including the modular-competency approach, case-based methods, digital platforms (Moodle, GeoGebra, MATLAB), gamification, and formative assessment. Special attention is given to the case method as an effective means of integrating mathematical knowledge into real-life professional situations in the fields of construction, economics, logistics, and management. Examples of step-by-step complication of tasks are provided, contributing to the development of critical thinking, the ability to choose solution methods, and interpret results.

The paper highlights the specific features of teaching higher mathematics at KNUCA for engineering majors, which involves close integration with specialized disciplines, the use of modeling and computation software, and the personalization of learning according to the student's profile. The importance of the research component and individualized learning trajectories is emphasized. The article concludes that higher mathematics, when implemented through modern didactic practices, can become an effective means of developing professional competencies and a tool for integrating knowledge within the framework of interdisciplinary education.

Keywords: case-based and modular-competency approaches; higher mathematics; interdisciplinary training; mathematical modeling; critical thinking; digital platforms; gamification; formative assessment; educational innovations.

REFERENCES

1. Panqueban, D., & Henríquez-Rivas, C. (2025). Interdisciplinary mathematics education: A systematic review. *European Journal of Educational Research, 14*(1), 88–104. https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.1.88. {in English}

2. Goos, M., Carreira, S., & Namukasa, I. K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: Recent developments and future directions. *ZDM – Mathematics Education, 55*(1), 13–27. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z. {in English}

3. Sokolova, L.V., & Bondarenko, N.V. (2023). Implementation of bilingual learning elements in teaching higher mathematics. In *Vectors of development of science, education, technology, and society under globalization: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Rivne, June 17, 2023) (pp. 19–20). Rivne: CFEND. {in Ukrainian}

4. Bondarenko, E.V., & Bondarenko, N.V. (2024). Anti-tori in quaternionic lattices over Fq(t). *Algebra and Discrete Mathematics, 37*(2). http://dx.doi.org/10.12958/adm2217. {in English}

5. Bondarenko, N.V., Otrashevska, V.V., & Bozhonok, K. V. (2024). Application of differential geometry methods to slow-fast dynamical systems. *Applied Geometry and Engineering Graphics, 106*, 10–24. {in Ukrainian}

6. Bondarenko, N.V., Sokolova, L.V., & Otrashevska, V.V. (2023). A geometric approach to the study of the stability of dynamical systems with time delay. *Applied Geometry and Engineering Graphics, 104*, 16–29. {in Ukrainian}

7. Krychevska, Y., Ryzhakova, H., Shpakov, A., Pokolenko, V., & Prykhodko, D. (2024). The digital ecosystem in construction development: Conceptual-theoretical aspects of transformation and managerial imperatives. *Development Management of Complex Systems, 60*, 174–182. {in Ukrainian}

8. Ryzhakova, H., Kucherenko, O., Prykhodko, D., Fedorova, Y., & Malykhin, M. (2024). Innovative directions for updating enterprise operational systems in an unstable business environment of development. *Spatial Development, 9*, 402–413. {in Ukrainian}

9. Ryzhakova, H., Prykhodko, D., Pokolenko, V., Petrukha, N., Chupryna, Y., & Khomenko, O. (2022). Updating scientific and methodological approaches to building a multicriteria system for the administration of construction project stakeholder enterprises. *Spatial Development, 1*, 218–233. {in Ukrainian}

10. Revunov, O., Ryzhakova, H., Malykhina, O., Predun, K., Prykhodko, D., & Orlenko, I. (2021). Analytical tools for diagnosing the quality management systems of construction project stakeholder enterprises. *Development Management of Complex Systems, 45*, 161–169. {in Ukrainian}

11. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, H., & Kushnir, O. (2022). Modern tools and software for administering construction organizations under the transformation of operational management systems. *Development Management of Complex Systems, 52*, 113–125. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.880-891
УДК 378.147:004.738.5:811.111'276.6
Associate Professor **Panina Olena,**
panina.ov@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-8604-8712,
Senior Lecturer **Olga Vitruk,**
vitruk.oie@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0006-5833-7521,
Senior Lecturer **Svetlana Marchenko,**
marchenko.si@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0002-4621-0970,
Senior Lecturer **Lukianenko Tetyana,**
lukianenko.to@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0006-2831-197X,
PhD, Associate Professor **Prykhodko Dmytro,**
prykhodko.do@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4926-4790,
Kyiv National University of Construction and Architecture

INNOVATIVE APPROACHES TO TEACHING PROFESSIONALLY ORIENTED DISCIPLINES USING MULTIMEDIA TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

In the context of digital transformation in education, there is a pressing need to modernize traditional teaching methods, which necessitates the implementation of innovative approaches capable of enhancing the effectiveness of the educational process, fostering the development of professional competencies, and promoting critical thinking. Multimedia learning tools — such as video materials, interactive presentations, virtual simulations, and educational platforms — offer broad opportunities for increasing student motivation, stimulating cognitive engagement, and ensuring individualized learning. This article explores the impact of multimedia technologies on the quality of knowledge acquisition, the development of learner autonomy, and the ability to make informed decisions in professional contexts. Particular attention is paid to the advantages of such technologies for future specialists in economic fields: the improvement of analytical skills, proficiency in using digital resources, and adaptability to the challenges of the modern labor market. The pedagogical conditions for the effective integration of multimedia into teaching practices are characterized, and practical examples of implementation are examined. Moreover, multimedia contributes to the development of critical thinking and digital competencies — key skills in the face of rapid changes in the labor market. When combined with the pedagogical expertise of the instructor, multimedia technologies become an effective tool for shaping highly qualified professionals in the fields of economics and management. The article emphasizes the importance of a comprehensive and systematic approach to integrating digital solutions into the educational process to improve its quality and effectiveness.

Keywords: innovative learning; multimedia technologies; professional training; professional English language; critical thinking; hybrid environment; interactive learning; individualized learning; digital competencies; analytical skills; educational platforms; educational effectiveness.

Problem statement. The modern world is characterized by globalization, active intercultural exchange, and rapid technological development. Under these conditions, language education in institutions of higher education (HEIs) acquires particular importance, transforming from a supplementary element into one of the key components in preparing competitive professionals. Language education in contemporary HEIs is a multifaceted and dynamic domain, constantly evolving under the influence of globalization processes, technological progress, and the changing demands of the labor market. Instead of the traditional approach, which viewed language learning as an end in itself, there is a shift toward understanding language as a tool for professional communication and intercultural interaction. One of the key trends is the growing emphasis on polycentricity and multilingualism. There is a noticeable move away from a monolingual approach—where one foreign language, usually English, dominated—towards recognizing the value of multilingual competence. The demand for learning other European languages (such as German, French, Spanish, and Polish) as well as Eastern languages (such as Chinese, Japanese, Korean, and Arabic) is increasing, reflecting the expansion of Ukraine’s economic, political, and cultural ties.

The focus is shifting from general language courses to language teaching for specific purposes (English for Specific Purposes – ESP) or for academic purposes (English for Academic Purposes – EAP). This reflects the integration of language learning with the student's future profession, involving the study of specialized terminology, professional communication, presentation skills, and academic writing in a foreign language. This trend highlights the growing need for specialists proficient in several foreign languages. Concurrently, language education is becoming increasingly professionally oriented. Courses in ESP and EAP are becoming standard, integrating language learning with the student’s future career, and emphasizing the acquisition of specialized vocabulary, professional communication skills, and the ability to write and present academic content in a foreign language.

Modern language education is actively integrating digital technologies. HEIs are widely implementing online courses, blended learning, and using Massive Open Online Courses (MOOCs) for self-directed language learning. Artificial intelligence is being employed to personalize learning, provide instant feedback, and even simulate conversational practice through chatbots. Experiments with virtual and augmented reality (VR/AR) are opening new possibilities for immersive language

environments and real-life simulations, while gamification increases students' motivation. The communicative approach remains a priority, focusing on developing all four language skills—speaking, listening, reading, and writing—in real-life contexts.

Review of recent research and publications. In the process of transforming language education in higher education institutions, a key aspect is the integration of theoretical developments and practical research in the fields of didactics, digitalization, cognitive, and knowledge management. The reviewed academic sources help outline current trends and define conceptual approaches to updating the content and methods of foreign language instruction in the context of contemporary challenges.

The study by O.V. Panina [1] focuses on the development of qualification requirements for language training of postgraduate students at technical universities. The research emphasizes the importance of the professional orientation of language education, which aligns with the modern emphasis on ESP (English for Specific Purposes) and EAP (English for Academic Purposes) as a foundation for integrating language learning with professional competencies.

S.V. Rubtsova [2] explores the role of linguistic competence in active reading and the development of lexical skills among future engineers. The results of her experimental testing confirm the effectiveness of professionally oriented approaches and critical interpretation of texts, which are consistent with the concept of cognitive self-regulation in language learning.

The work by V.V. Salo and O.Ye. Vitruk [3] highlights the use of interactive platforms in the process of foreign language learning. The authors demonstrate that digital educational environments enhance student motivation, ensure adaptability of the learning process, and stimulate interpersonal communication. This fully supports the idea expressed in the article regarding the necessity of utilizing LMS platforms, gamification tools, video content, and synchronous-asynchronous formats.

The academic publications by G. Ryzhakova, D. Prykhodko, and co-authors [4-9] expand the methodological foundation of the study by demonstrating the effectiveness of digital systems for knowledge management, analytical support, and the renewal of organizational operational systems. Although these studies are primarily oriented toward development and the management of complex systems, they contain universal principles regarding the application of digital platforms, cloud technologies, modular-competence-based approaches, and adaptive administration, which are directly applicable to the educational environment. In the context of language education, such ideas are translated into the creation of a digital ecosystem, the integration of assessment tools, and the provision of continuous feedback.

The analyzed sources confirm the necessity of:

- implementing flexible digital platforms as environments for delivering language education;
- developing cognitive self-regulation and knowledge management in the context of linguistic competence formation;
- using gamification, portfolios, and digital badges as means of supporting student motivation;
- applying LMS-based analytical tools for formative assessment, feedback, and personalized learning.

In the context of global challenges and the digital transformation of education, the experience presented in the reviewed works serves as a theoretical and practical foundation for modernizing language training in higher education institutions in accordance with current demands.

The aim of the article is to analyze the transformation of language education in higher education institutions under the conditions of global challenges, as well as to justify the relevance of integrating digital technologies, cognitive management, and knowledge management to enhance the effectiveness of language competence development among students. Special attention is given to the implementation of modern educational platforms, hybrid learning models, formative assessment, gamification, and the intercultural component as key elements of the renewed paradigm of higher education.

Presentation of the main material. The global educational community has found itself at a crossroads of epochal change**,** brought about by two unprecedented challenges of the 21st century: the global COVID-19 pandemic and the full-scale Russian-Ukrainian war. These events have not only influenced the functioning of higher education institutions (HEIs) but have fundamentally altered the very paradigm of higher education—its form, content, and philosophy—leaving an irreversible mark on the global educational landscape.

The COVID-19 pandemic became the first powerful trigger for these transformations. The sudden imposition of lockdowns forced HEIs worldwide to shift to remote learning almost instantly. This transition revealed both the strengths and deep-seated weaknesses of existing educational systems. It accelerated digitalization, compelling both faculty and students to rapidly master new technologies, online communication platforms, and learning management systems. Remote learning brought advantages such as flexibility, broader accessibility, and the opportunity to personalize learning trajectories. However, it also exposed the problem of digital inequality, the insufficient preparedness of instructors for the online environment, a decline in the quality of practical and laboratory work, and the social isolation of students, which negatively impacted their mental health and the development of social skills. There emerged an urgent need to rethink assessment methods, ensure

academic integrity, and sustain motivation under conditions of remote interaction. Hybrid models of education—blending online and offline formats—became the new norm, requiring adjustments in scheduling, classroom use, and the integration of digital technologies.

The full-scale Russian-Ukrainian war, which began in February 2022, became a second and even more destructive catalyst of change—not only for Ukrainian education but for global education as a whole. It added new dimensions to the existing pandemic challenges, such as physical safety, destruction of infrastructure, forced migration, and mental health crises. Ukrainian HEIs were forced to operate under the constant threat of missile attacks, power outages, and unstable communication, leading to the development of unique adaptive learning models, including in-person classes held in bomb shelters, asynchronous online formats, and hybrid learning with remote participation options for displaced students and faculty. Millions of Ukrainian students and researchers sought refuge abroad, triggering an unprecedented wave of academic mobility and international cooperation. For the global academic community, the war in Ukraine serves as a powerful reminder of the role of education in building resilience, preserving national identity, and maintaining a nation's intellectual potential amid conflict. It has highlighted the importance of developing critical thinking, media literacy, and the ability to detect and resist information manipulation. Universities worldwide actively support Ukrainian students and scholars by offering scholarships, grants, and opportunities for study and research, thereby strengthening international academic ties and demonstrating global solidarity.

These 21st-century challenges—pandemic and war—have not merely caused temporary disruptions but have permanently reshaped the paradigm of higher education. The format of learning has become hybrid and flexible, the content more responsive to labor market needs and contemporary challenges, and the philosophy of education has shifted from the simple transmission of knowledge to the development of competencies, resilience, critical thinking, and lifelong learning capabilities. Higher education is now inextricably linked to readiness for unforeseen circumstances, the capacity for rapid adaptation, and the use of innovative approaches to ensure the continuity of the educational process amidst ongoing global transformations. This demands that HEIs reassess their strategies, invest in digital tools, enhance faculty qualifications, develop psychological support programs, and strengthen international cooperation to collectively overcome the consequences of these global crises.

The future of language education in HEIs lies in further integration with professional training**,** involving the expansion of subject-specific language courses and CLIL (Content and Language Integrated Learning) programs. Personalization

and adaptability enabled by artificial intelligence will allow for the creation of individualized learning paths. The development of digital and virtual language labs will open new opportunities for immersive language practice. International cooperation and academic mobility programs will become even more accessible, fostering deeper language and intercultural competencies. HEIs will increasingly emphasize the concept of lifelong learning, laying the foundation for continuous self-directed language acquisition. Ultimately, language education will increasingly aim at developing multilingualism and intercultural communicative competence, which are crucial for success in a globalized world.

Learning Management Systems (LMS): Comprehensive platforms such as Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams, Zoom, Canvas, and Blackboard allow centralized access to learning materials, online lectures, seminars, assessments, assignment collection, and communication. Their effective use is a cornerstone of both hybrid and distance learning (Table 1).

Table 1

Educational technologies and tools

Tool / Technology	**Description**
1	**2**
Virtual Laboratories and Simulators	Software solutions enabling experiments and practical tasks in a virtual environment—essential when access to real laboratories is limited or when simulating hazardous processes.
Interactive Content Creation Tools	Tools for building interactive presentations (Prezi, Genially), interactive videos (Edpuzzle), gamified tasks (Kahoot!, Quizizz), and infographics (Canva). These tools increase student engagement and enhance the effectiveness of material assimilation.
Plagiarism Detection Systems	Programs such as Unicheck and StrikePlagiarism.com that ensure academic integrity by verifying the originality of student work.
Online Assessment Tools	Flexible systems for tests, surveys, and quizzes with automatic grading (e.g., Google Forms, Microsoft 365 Forms, and LMS-integrated tools), as well as peer review features.
Cloud Storage and Collaboration Services	Platforms such as Google Drive, OneDrive, and Dropbox allow faculty and students to collaborate on documents and projects with access from any device or location.
Synchronous and Asynchronous Communication Tools	Videoconferencing (Zoom, Google Meet), messengers (Telegram, Viber), LMS forums, and email provide real-time and delayed communication for consultations and discussions.
Content Management Systems (CMS)	Broader platforms that go beyond content distribution, allowing for course structuring, access management, student progress tracking, and integration of diverse educational resources.
Data Visualization and Infographic Tools	Software for creating graphs, charts, and diagrams (e.g., Microsoft Excel, Google Sheets, Tableau Public, Infogram) aids faculty in explaining complex concepts and creating engaging instructional materials.

1	2
Digital Portfolios and Badges	Tools such as Mahara for creating student e-portfolios and awarding digital badges for acquired competencies. These tools motivate learning and visually represent achievement.

Modern global challenges and technological shifts not only necessitate an update of educational tools but also foster the emergence and institutionalization of fundamentally new or significantly modified teaching practices. Therefore, it is essential to focus on current practices for organizing the learning process in today's educational landscape:

✓ Blended Learning Model: This is more than just combining online and offline formats—it is a deliberate pedagogical strategy where each component has a specific purpose. For example, lectures may be pre-recorded and accessed online for self-study, while in-person sessions focus on discussion, case solving, project work, and hands-on skills practice. This approach optimizes classroom time, improves independent work efficiency, and ensures flexibility in the face of safety or energy-related disruptions. Faculty must develop clear learning paths, defining which materials are for independent study and which require synchronous participation.

✓ Modular Competency-Based Approach: Educational content is divided into small, logically complete modules, each targeting a specific competency. Assessment takes place at the end of each module, helping students track progress and enabling instructors to adapt content and methods if priorities shift. This approach also supports flexible scheduling and allows students to revisit specific modules as needed.

✓ Project-Based Learning (PBL) and Case Studies: Rather than passive knowledge transfer, emphasis is placed on executing real projects or analyzing real-world scenarios that require applying acquired knowledge and skills. Continuing with formative assessment, this approach includes continuous feedback from faculty on student progress and areas for improvement, as well as peer review. It helps students better understand material, identify learning gaps, and adjust their learning process. For faculty, it is a valuable tool for monitoring teaching effectiveness and making timely curriculum adjustments.

✓ Effective organization of educational activities by academic staff in modern HEIs is a complex but critical task requiring constant adaptation to the dynamic world we live in. This activity must be based on the principles of flexibility, technological proficiency, student-centeredness, and continuous professional development. Only such an approach allows institutions not merely to respond to challenges but to turn them into opportunities for improving educational quality.

✓ One of the fundamental tools for ensuring such effectiveness is the use of plagiarism detection systems. These are not merely control mechanisms, but

components in cultivating a culture of academic integrity—a cornerstone of modern higher education. The use of specialized software to assess the originality of student work not only enables faculty to detect dishonest practices but also helps prevent them by teaching students proper citation practices, referencing, and intellectual responsibility. This promotes the development of independent research skills and respect for intellectual property. These systems are integrated into LMSs, providing automated checks and reports that save instructors time and allow them to focus on meaningful academic engagement.

✓ As for online assessment tools, they are indispensable in today's environment, where flexibility and prompt feedback are crucial. These tools extend well beyond traditional testing. First, LMS-integrated modules enable a variety of assignment formats, from multiple-choice questions to open-ended responses. Many include auto-grading features, reducing instructors' workload. Second, peer assessment allows students to evaluate each other's work based on clearly defined criteria, fostering critical thinking and analytical skills while exposing them to diverse approaches and learning from peers' successes and errors. For faculty, this offers additional insights into the quality of work and encourages active student involvement.

✓ Third, gamified elements may be integrated, where students earn points, badges, or rankings—enhancing motivation and engagement. Fourth, these systems offer detailed analytics on student performance, common mistakes, and learning progress, helping instructors adjust content and teaching methods in real time. Lastly, the convenience and accessibility of these tools allow students to complete assignments anytime, anywhere, and instructors to assess them without being tied to physical classrooms—crucial under shifting schedules or emergency conditions.

✓ Thus, online assessment tools have evolved from mere substitutes for traditional tests into powerful pedagogical instruments that foster active learning, promote critical thinking, and ensure effective feedback in the new educational reality.

✓ Gamification and Game-Based Elements: Incorporating game mechanics into the learning process—such as point systems with levels, quests, rewards, and competitions—increases student motivation, makes learning more engaging, and promotes active participation, especially in virtual environments. Instructors can use specialized platforms or integrate game mechanics into their courses, transforming routine tasks into exciting challenges.

✓ Mentorship and Tutoring: A system where senior students (or even alumni) act as mentors for younger students, offering support and guidance. For faculty, this allows delegation of routine tasks and promotes a more individualized approach. In the new reality, where in-person contact is limited, online mentorship is

becoming a highly effective tool for supporting students' academic and emotional well-being.

The task of effectively organizing the educational process in modern higher education institutions is impossible without a systematic approach to resource provision and the tools available to academic staff. It is the presence of adequate and innovative instruments that enables the implementation of the flexible and adaptive practices discussed above. The success of these tools' implementation affects not only the individual effectiveness of instructors but also the overall capacity of the institution to respond to contemporary challenges.

Conclusions. In the context of today's digital transformation of education, multimedia technologies demonstrate significant advantages over traditional methods of teaching professionally oriented disciplines. Their use enhances student motivation, facilitates the visualization of complex concepts, and stimulates cognitive engagement. Interactive elements, video content, virtual simulations, and educational platforms provide a personalized learning experience, allowing each student to adapt the learning process to their own pace and level of preparedness. Effective organization of teaching activities by academic staff in higher education institutions under current conditions requires a systematic approach that combines innovative technologies, flexible teaching methods, continuous professional development, and a student-centered focus. This will not only help overcome existing challenges but also transform them into opportunities for qualitative growth and advancement in higher education.

REFERENCES

1. Panina, O.V. (2016). Qualification requirements for the training of postgraduate students at technical universities in the discipline "Foreign Language." *Urban Planning and Territorial Development*, (62(1)), 455–460. {in Ukrainian}

2. Rubtsova, S.V. (2021a). Linguistic competence as an important component of teaching active methods in reading. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*, 1(29), 58–62. {in Ukrainian}

3. Salo, V.V., & Vitruk, O.Ye. (2024). The use of interactive platforms to enhance the effectiveness of foreign language learning. In *International Scientific-Practical Conference: Modern Challenges and Topical Issues of Science, Education and Society* (p. 22). February 7, 2024. Tampere, Finland. {in Ukrainian}

4. Krychevska, Yu., Ryzhakova, H., Shpakov, A., Pokolenko, V., & Prykhodko, D. (2024). The digital ecosystem in construction development: Conceptual-theoretical aspects of transformation and managerial imperatives. *Management of Development of Complex Systems*, (60), 174–182. {in Ukrainian}

5. Ryzhakova, H., Kucherenko, O., Prykhodko, D., Fedorova, Ya., & Malykhin, M. (2024). Innovative directions for updating operational systems of enterprises in an unstable development business environment. *Spatial Development*, (9), 402–413. {in Ukrainian}

6. Ryzhakova, H., Prykhodko, D., Pokolenko, V., Petrukha, N., Chupryna, Yu., & Khomenko, O. (2022). Updating scientific and methodological approaches to building a multi-criteria administration system for stakeholder enterprises in construction projects. *Spatial Development*, (1), 218–233. {in Ukrainian}

7. Revunov, O., Ryzhakova, H., Malykhina, O., Predun, K., Prykhodko, D., & Orlenko, I. (2021). Analytical tools for diagnosing quality management systems of stakeholder enterprises in construction projects. *Management of Development of Complex Systems*, (45), 161–169. {in Ukrainian}

8. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, H., & Kushnir, O. (2022). Modern tools and software products for administration of construction organizations under the transformation of operational management systems. *Management of Development of Complex Systems*, (52), 113–125. {in Ukrainian}

9. Rubtsova, S.V., Dubyna, N.A., Rachkivska, K.S., Prykhodko, D.O., & Chupryna, Yu.A. (2025). Educational and methodological priorities of language training in the formation of professional competencies of university students in multi-profile specialties. *Spatial Development*, (12), 308–320. {in Ukrainian}

доцент **Паніна О.В.,** ст. викладач **Вітрук О.Є.**,
ст. викладач **Марченко С.І.,** ст. викладач **Лук'яненко Т.О.,**
к.т.н., доцент **Приходько Д.О.**
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ВИКЛАДАННЯ ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЗВО

В умовах цифрової трансформації освіти виникає нагальна потреба в оновленні традиційних методів навчання, що зумовлює необхідність впровадження інноваційних підходів, здатних підвищити ефективність освітнього процесу, сприяти формуванню фахових компетентностей та розвитку критичного мислення. Мультимедійні засоби навчання — відеоматеріали, інтерактивні презентації, віртуальні симуляції, навчальні платформи — відкривають широкі можливості для підвищення мотивації студентів, активізації їхньої пізнавальної діяльності та забезпечення індивідуалізації навчання. Стаття досліджує вплив мультимедійних технологій

на якість засвоєння знань, розвиток самостійності й умінь приймати рішення в умовах професійної діяльності. Окрему увагу приділено перевагам таких технологій для майбутніх фахівців економічних спеціальностей: удосконаленню аналітичних здібностей, навичок роботи з цифровими ресурсами та адаптації до викликів сучасного ринку праці. Також охарактеризовано педагогічні умови ефективного впровадження мультимедіа у викладання та розглянуто приклади практичного застосування. Крім того, мультимедіа формує критичне мислення та цифрові компетентності — навички, що є ключовими в умовах стрімких змін ринку праці. У поєднанні з педагогічною майстерністю викладача, мультимедійні технології стають ефективним інструментом у формуванні висококваліфікованих фахівців у сфері економіки та управління. У статті акцентується на важливості комплексного та системного підходу до впровадження цифрових рішень в освітній процес задля підвищення його якості та результативності.

Ключові слова: інноваційне навчання; мультимедійні технології; професійна підготовка; професійна англійська мова; критичне мислення; гібридне середовище; інтерактивне навчання; індивідуалізація навчання; цифрові компетентності; аналітичні здібності; навчальні платформи; результативність освіти.

Список використаних джерел

1. Паніна, О.В. (2016). Кваліфікаційні вимоги до підготовки аспірантів технічних університетів з дисципліни Іноземна мова. *Містобудування та територіальне планування*, (62 (1)), 455-460.

2. Rubtsova, S.V. (2021a). Linguistic competence as an important component of teaching active methods in reading. International Journal of Innovative Technologies in Social Science, 1(29), 58-62.

3. Сало В.В., Вітрук О.Є., Використання інтерактивних платформ для підвищення ефективності вивчення іноземних мов // International scientific-practical conference modern challenges and topical issues of science, Education and society,February 7, 2024 Tampere, Finland c.22

4. Кричевська, Ю., Рижакова, Г., Шпаков, А., Поколенко, В., & Приходько, Д. (2024). Цифрова екосистема в будівельному девелопменті: концептуально-теоретичні аспекти трансформації та управлінські імперативи. *Управління розвитком складних систем*, (60), 174-182.

5. Рижакова, Г., Кучеренко, О., Приходько, Д., Федорова, Я., & Малихін, М. (2024). Інноваційні напрями оновлення операційних систем підприємств в умовах нестабільного бізнес-середовища девелопменту. *Просторовий розвиток*, (9), 402-413.

6. Рижакова, Г., Приходько, Д., Поколенко, В., Петруха, Н., Чуприна, Ю., & Хоменко, О. (2022). Оновлення науково-методичних підходів до побудови полікритеріальної системи адміністрування діяльністю підприємств-стейкхолдерів проєктів будівництва. *Просторовий розвиток*, (1), 218-233.

7. Ревунов, О., Рижакова, Г., Малихіна, О., Предун, К., Приходько, Д., & Орленко, І. (2021). Аналітичні інструменти діагностики систем менеджменту якості підприємств-стейкхолдерів будівельних проєктів. *Управління розвитком складних систем*, (45), 161-169.

8. Хоменко, О., Петренко, Г., Рижакова, Г.& Кушнір, О. (2022). Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. *Управління розвитком складних систем*, (52), 113-125.

9. Рубцова С.В., Дубина Н.А., Рачківська К.С., Приходько Д.О., Чуприна Ю.А. (2025). Освітні та методичні пріоритети мовної підготовки у формуванні професійних компетентностей студентів ЗВО з багатопрофільним спрямуванням спеціальностей. *Просторовиий розвиток*, 12, 308-320.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.892-903
УДК 378.014.3:004.738.5:811’276.6
PhD, Associate Professor **Rubtsova Svitlana**,
rubtsova.sv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-4114-5874,
Senior Lecturer **Dubyna Natalia**,
dubina.na@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0006-3312-0270,
DSc (Economics), Professor **Ryzhakova Galyna**,
ryzhakova.gm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7875-9768,
Assistant **Rachkyvska Kateryna**,
rachkyvska_ks@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0009-4960-1425,
Kyiv National University of Construction and Architecture

IMPLEMENTATION OF MODERN EDUCATIONAL PARADIGMS IN THE PROFESSIONAL ACTIVITIES OF ACADEMIC STAFF AND UNIVERSITY LECTURERS: INTEGRATING KNOWLEDGE MANAGEMENT AND LANGUAGE COMPETENCE

The article examines contemporary paradigm shifts in the higher education system that necessitate the transformation of approaches to organizing the educational process in technical universities. The authors focus on applied aspects of implementing an innovative approach as an educational management strategy, encompassing both managerial and language-communicative components of student training. It is substantiated that an innovative educational environment should be based on the integration of digital analytical tools, principles of result-oriented management, and a student-centered approach. Particular attention is paid to KPI analytics in the context of educational quality management. The article presents the potential of using key performance indicators as a tool for monitoring teaching effectiveness, student academic progress, and the efficiency of educational programs. It describes the experience of integrating language training into the overall model of educational management in technical higher education institutions, exemplified by departmental collaboration between management and humanities specialists. It is emphasized that the combination of language and managerial competencies contributes to the formation of a comprehensive educational trajectory for students. A set of practical recommendations is proposed to improve the effectiveness of the educational process through the implementation of KPI analysis tools, adaptation to the principles of the European Higher Education Area (EHEA), and fostering interdisciplinary interaction within the academic environment.

Keywords: modern educational paradigms; educational management; language training; KPI analytics; result-oriented management; innovative approach;

education quality; interdisciplinary interaction; educational process analytics; educational strategies; competence-based approach.

Problem statement. In the current context of transformation within the educational space—driven by digitalization, internationalization, and rising demands for the quality of professional training—there is an increasing need to implement innovative approaches to educational process management in higher education institutions. Simultaneously, new educational paradigms are emerging, focused on result-oriented governance, interdisciplinary knowledge integration, and the development of key competencies among students.

The relevance of the research lies in the need to combine the strategic objectives of higher education with practical management tools that ensure the achievement of targeted educational outcomes. Within this context, KPI analytics plays a particularly important role as an effective tool for monitoring the quality of educational activities, evaluating the performance of instructors and academic programs, and assessing the academic progress of students. The implementation of such mechanisms creates prerequisites for the development of an adaptive, transparent, and accountable system of educational process management in higher education. At the same time, the practical implementation of KPI analytics in domestic universities remains insufficiently systematized under the conditions of innovative educational strategies. Existing management models are still predominantly procedural in nature, which limits the ability to engage in strategic planning based on learning outcomes. Furthermore, approaches to aligning performance indicators with new educational paradigms—particularly in the context of humanitarian-technical integration, language training, and digital transformation—remain underdeveloped both in theory and practice.

The unresolved issue is the comprehensive justification of a result-oriented educational management model that integrates KPI indicators with the requirements of the modern educational paradigm and university teaching practices. In particular, the evaluation system for educational process effectiveness needs theoretical and methodological updates, taking into account the competency-based approach, European quality assurance principles (EHEA), academic integrity, and digital openness.

Review of recent research and publications. The works by Rubtsova S.V. and co-authors [1] explore methodological and educational aspects of training university students across multidisciplinary fields. Notably, the integration of language training into the formation of professional competencies aligns directly with the objective of this study on innovative approaches to KPI analytics. Her earlier research [1-2] highlights the linguistic foundations of professional reading, the selection of authentic

texts, and the development of engineers' lexical competence, offering a scientifically grounded platform for implementing innovations in language education. The publication by Panina O.V. [3] complements the linguistic perspective with an analysis of terminological vocabulary in scientific and technical contexts, which is highly relevant for teaching professional disciplines in English. Studies [5-6; 13] emphasize the role of digital technologies in university and construction enterprise management. The concepts of digital ecosystems, process-oriented administration, and operational flexibility directly reflect current demands for professional education and the formation of new paradigms in educational governance. Several publications by Ryzhakova G.M. and co-authors [7-12] justify the need to develop intellectual potential through innovative management tools, particularly in the construction sector. These studies provide both analytical and practical foundations for adapting KPI analysis methodologies to educational management. The reviewed literature offers an interdisciplinary basis for this research, merging educational, linguistic, and managerial innovations to justify the relevance of KPI analytics as a tool for the strategic development of higher education.

Purpose of the Article. The aim of this article is to conduct a comprehensive analysis of the impact of the innovative approach on the quality of language and professional training of higher education students in a transforming educational environment. The authors seek to substantiate the need for a strategic renewal of educational practices in higher education institutions, explore the potential for integrating innovative tools and methodologies into the teaching process, and define effective KPI-based mechanisms that can enhance the effectiveness of training competitive professionals, in line with modern labor market demands and European educational standards.

Main content overview. The innovative approach is not only a modern trend but also a strategic necessity for the effective implementation of management in domestic institutions of higher education. Considering the dynamic changes in the socio-economic environment, the digital transformation of the educational space, and the growing competition for talent, universities face the challenge of ensuring their competitiveness, the quality of educational services, and compliance with international standards. Under these conditions, the innovative management approach is regarded as a fundamental tool for achieving strategic goals, modernizing internal processes, and shaping a new culture of organizational behavior. In the field of higher education, the innovative approach entails the deliberate implementation of advanced pedagogical, digital, organizational, and content-related solutions aimed at developing competent, competitive, and adaptive professionals. This approach has a direct impact on the quality of both language and professional training of students. Firstly, in terms of language training, innovation is reflected in the integration of

digital platforms and artificial intelligence tools to develop communicative, intercultural, and academic language competencies. Modern technologies such as adaptive learning, interactive simulations, and online courses with embedded progress analysis allow for the personalization of language learning based on the student's level and needs. Opportunities for authentic language environments are also expanding through participation in international virtual projects (e.g., Collaborative Online International Learning – COIL), exchange programs with foreign universities, and the use of international online platforms (Coursera, EdX, FutureLearn). The innovative approach also implies a content-based modernization of language training: the focus is no longer solely on grammar and vocabulary, but on developing skills in academic writing, critical reading, and public speaking—key components of professional communication in engineering, management, architecture, and more. Importantly, innovative language training is integrated into a professionally oriented environment, where students work with project documentation, technical reports, and case studies in English. Secondly, in professional training, innovation is implemented through interdisciplinary educational modules, interactive technologies (decision-making simulation platforms, virtual reality, augmented reality), and the adoption of practice-oriented learning. This enables students to develop not only theoretical knowledge but also practical skills necessary for real-world professional environments. For instance, in technical or economic universities, innovative methods support managerial decision-making modeling and the use of BIM, ERP, and CRM systems.

KPI analytics in professional and language training plays a crucial role by enabling continuous monitoring of competency development, identifying weaknesses, and making timely adjustments to the educational process. The results of such analytics serve as the basis for decision-making at the departmental or institutional level. Implementing an innovative approach in education is not just a mechanical update of methods—it signifies a systemic shift in the philosophy of the educational process: from reproducing knowledge to creating conditions for developing autonomous, mobile, multilingual professionals capable of lifelong learning and adapting to labor market challenges. This directly enhances the quality of educational services, boosts international competitiveness of graduates, and opens broad opportunities for academic mobility and professional development. Innovative educational management implies the implementation of new governance models based on the principles of openness, proactivity, flexibility, digital decision support, and adherence to academic integrity and responsibility. These innovations include digital transformation of the educational environment, use of analytical platforms for decision-making, development of institutional autonomy, engagement of students and faculty in strategic planning, adaptive human resource management, and the

introduction of internal entrepreneurship and cross-sector partnerships. The innovative approach is particularly relevant in quality assurance management. Modern tools such as electronic monitoring systems, KPI-based analytics, and algorithms for evaluating teaching effectiveness enhance the transparency of management actions, establish feedback mechanisms, and enable rapid responses to educational market demands. This not only improves educational programs but also increases trust among stakeholders—students, employers, and international partners.

In Ukrainian higher education institutions, the innovative approach to management acts not only as a tool for operational governance but also as a philosophy of development, ensuring long-term sustainability, integration into the global academic space, and the ability to shape forward-looking educational policy. Educational management has become result-oriented in response to rising demands for the quality of educational services, transparent governance, efficient resource use, and the integration of national higher education systems into the global academic community. The shift from process-oriented to result-oriented management in education reflects modernization and aligns with the principles of the European Higher Education Area (EHEA), the ESG standards (Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area), and the UN Sustainable Development Goals in education. The principles of the European Higher Education Area (EHEA) provide a fundamental framework for harmonizing higher education systems across Europe to ensure compatibility, transparency, mobility, and quality (see Table 1). Established under the Bologna Process, the EHEA comprises 49 countries committed to shared values and standards in education. The goal is to make European education more competitive, attractive globally, and responsive to contemporary societal challenges.

The implementation of EHEA principles in the Ukrainian higher education system is not only an obligation under the Bologna Process, but also a pathway toward improving the quality, transparency, and competitiveness of national higher education institutions. It opens new opportunities for academic mobility of students and faculty, enhances university reputation, and facilitates engagement with international partners and funding bodies.

Table 1

The principles of the European Higher Education Area (EHEA)

Principle	**Explanation**
Quality Assurance	EHEA promotes the development of a common framework for quality assurance, including internal and external evaluation mechanisms, to ensure the transparency and comparability of higher education qualifications.
Recognition of Qualifications	EHEA supports mutual recognition of academic qualifications and study periods through instruments such as the Lisbon Recognition

	Convention and the Diploma Supplement.
Three-Cycle System	Education in EHEA is structured into three cycles (Bachelor, Master, Doctorate), ensuring progression and compatibility between different levels of education.
Learning Outcomes and Competency Orientation	Higher education is based on clearly defined learning outcomes and competencies, enabling greater alignment with labor market needs and better student mobility.
Student-Centered Learning	Focus on active student participation, critical thinking, and independent work in educational processes, as well as considering student feedback in quality management.
Mobility and Internationalization	EHEA encourages academic mobility for students and staff, and supports international cooperation through joint programs, exchange schemes, and the Erasmus+ initiative.
Social Dimension	Ensures equitable access to higher education for all social groups and aims to reduce barriers to education caused by economic, geographic, or other social factors.
Lifelong Learning	Encourages continuous education and training throughout life as a response to changing labor market demands and societal transformations.
Academic Freedom and Institutional Autonomy	Guarantees the right of institutions and academics to teach, research, and disseminate knowledge independently, while also granting universities autonomy in decision-making.

The principles of the European Higher Education Area (EHEA) serve as a guiding framework for countries aiming to establish an effective, high-quality, inclusive, and competitive higher education system. They shape the architecture of an educational environment in which the learner is at the center of attention, and the core value is a high-quality, practice-oriented, and socially responsible learning outcome.

Contemporary educational paradigms are theoretical models that reflect fundamental shifts in approaches to the organization, content, goals, and methods of learning, in response to transformational processes in society, the economy, science, and technology. At the core of modern educational paradigms is the learner—whether a student or pupil—seen as an active participant in the educational process, rather than a passive recipient of knowledge (see Table 2).

Table 2

Modern educational paradigms

Paradigm	**Description**
Human-Centered Paradigm	Focused on developing the unique abilities, needs, interests, and values of each learner. It implies individualized learning, emotional support, and the development of critical thinking and emotional intelligence. The main goal is to unlock personal potential.
Competency-Based Paradigm	Aimed at forming a set of key competencies: professional, social, informational, communicative, etc. Emphasis is placed not only on knowledge, but on the ability to apply it in practice.
Constructivist Paradigm	Based on the idea that knowledge is constructed by the learner through active engagement. Project and research-based learning, as well as reflection, play a

	significant role.
Integrative Paradigm	Promotes interdisciplinary approaches and the integration of formal, non-formal, and informal education. Supports a holistic worldview and adaptability to changing environments.
Digital-Adaptive Paradigm	Formed in the context of digital transformation in education. Involves the use of digital technologies, EdTech, data analytics, and personalized learning.
Lifelong Learning Paradigm	Views education as a continuous process throughout a person's life. Highly relevant in the context of a dynamic labor market, digitalization, and the need for constant knowledge updates.
Inclusive Paradigm	Aimed at ensuring equal access to education regardless of physical, social, or cognitive differences. Adapts the educational process to meet the needs of diverse learners.

The transition to new educational paradigms is a response to the global challenges of the 21st century: digitalization, labor market instability, changes in the teacher's role, increasing demands for critical thinking and creativity, as well as the need for flexibility in educational trajectories. This transition enables education to meet modern societal needs and ensures the competitiveness of learners in a global environment.

Effectiveness in educational management is understood as an institution's ability to achieve clearly defined goals that are measured both quantitatively and qualitatively. This approach establishes a new decision-making logic focused on evidence-based planning, goal transparency, their attainability within specific timeframes, and accountability for results. In the educational environment, this is reflected in the emphasis on indicators such as: students' academic performance, graduate employment rates, quality of teaching, innovativeness of curricula, learner satisfaction, efficiency of international cooperation, level of digitalization of the learning process, faculty research productivity, and more. A results-oriented approach requires a clear system of monitoring, evaluation, and feedback, which not only allows tracking progress but also enables timely adjustments to management decisions. This transforms the culture of governance in higher education institutions—from a formal and bureaucratic model to an adaptive, flexible one capable of self-reflection and continuous improvement. The introduction of KPIs (Key Performance Indicators), institutional rankings of departments and faculties, internal and external quality audits, financial autonomy, and strategic planning are all manifestations of a new managerial paradigm.

A key feature of results-based educational management is its focus on educational outcomes as a social value. The educational process is no longer seen as self-sufficient or isolated from external expectations. Instead, it is structured according to labor market demands, innovation trends, learner expectations, and global challenges. This means that education management today aims not only at achieving academic excellence but also at creating an environment that fosters

students' personal and professional growth, development of social responsibility, civic engagement, entrepreneurship, and adaptability to change. It is important to note that, in line with pedagogical theory, various approaches are used in the organization of educational management (functional, situational, program-targeted, learner-centered, systemic, etc.). Equally important is the fact that results-based educational management enables higher education institutions to justify and strengthen their positions amid competition for resources, reputation, and international support. Institutions that demonstrate high performance receive additional funding, gain access to international programs, and can establish partnerships with businesses, government agencies, and other academic institutions. Results-oriented education management is not just a new toolkit but a conceptual shift in understanding the role of higher education as a driver of human capital development, an innovative economy, and a sustainable society. Its implementation in Ukraine represents a logical response to the need for qualitative transformation of education in the context of global turbulence and ongoing challenges.

Conclusions. The systematic implementation of KPI analytics in the educational process of higher education institutions serves as an important tool for enhancing the transparency and validity of managerial decisions. It enables the development of effective feedback mechanisms, timely responses to the challenges of the educational environment, and improvements in the quality of educational services. The application of KPI indicators in the areas of language and professional training contributes to the enhancement of teaching practices, increased motivation among students, and the strengthening of academic responsibility for all participants in the educational process. The innovative approach to higher education management requires the integration of strategic thinking, digital technologies, interdisciplinary collaboration, and a focus on achieving specific, measurable outcomes. This approach enables not only the modernization of internal management processes but also the creation of conditions for the sustainable development of the university community, the formation of an open educational ecosystem, and effective engagement with external stakeholders.

Future research should focus on the development of adaptive KPI models for educational programs across various fields of knowledge, particularly in the humanities, technical, and economic disciplines. Special attention should be given to aligning such models with the principles of the European Higher Education Area (EHEA), digital openness, and the competence-based approach. This alignment will help ensure that the national education system meets global standards of quality, mobility, and innovation.

REFERENCES

1. Rubtsova, S.V., Dubyna, N.A., Rachkivska, K.S., Prykhodko, D.O., & Chupryna, Yu. A. (2025). Educational and methodological priorities of language training in the formation of professional competencies of students in multi-profile HEIs. *Spatial Development*, 12, 308–320. {in Ukrainian}

2. Rubtsova, S. (2021). A subsystem of exercises and tasks for the formation of English lexical competence in professionally oriented reading for future engineers. *Foreign Languages*, (3), 37–43. {in Ukrainian}

3. Panina, O.V. (2017). Terminological vocabulary and methods of its formation in English scientific and technical literature. *Urban Development and Territorial Planning*, (52), 296–299. {in Ukrainian}

4. Ryzhakova, H., Chupryna, Yu., & Prykhodko, D. (2022). Development and implementation of innovative technologies in the training of managers (specialty 073 Management) by institutions of higher education. *Central European Bulletin for Science and Research*, (9). ISSN: 2336-3630 (online). Prague, Czech Republic. {in English}

5. Krychevska, Yu., Ryzhakova, H., Shpakov, A., Pokolenko, V., & Prykhodko, D. (2024). The digital ecosystem in construction development: Conceptual-theoretical aspects of transformation and managerial imperatives. *Management of the Development of Complex Systems*, (60), 174–182. {in Ukrainian}

6. Krychevska, Yu., Shpakov, A., & Shpakov, H. (2024). Process-oriented administration of the life cycle of development projects in the context of digital transformation of construction enterprises. *Spatial Development*, (10), 626–640. {in Ukrainian}

7. Ryzhakova, H., Kucherenko, O., Prykhodko, D., Fedorova, Ya., & Malykhin, M. (2024). Innovative directions for updating the operational systems of enterprises under conditions of an unstable business environment in development. *Spatial Development*, (9), 402–413. {in Ukrainian}

8. Ryzhakova, H.M., Kushnir, O.K., & Pereli, D.D. (2025). Modeling and predictive-analytical assessment of structural and transformational changes in the digitalized operating systems of development enterprises. *Spatial Development*, (12), 66–77. {in Ukrainian}

9. Ryzhakova, H.M. (2011). The influence of factors on the sales volume of products (works, services) of small enterprises in education. *Economy and the State*, (1), 68–70. {in Ukrainian}

10. Ryzhakova, H.M. (2012). Methodological aspects of forming the intellectual component of labor potential in the genesis of a socially-oriented economy. *Effective Economy*, (6). {in Ukrainian}

11. Ryzhakova, H.M., Ryzhakov, D.A., Leshchynska, I.V., Kistion, D.V., & Kondratskyi, V.O. (2019). General methodological regulation and analytical-information support for administration processes in the modern construction development system. *Modern Problems of Architecture and Urban Planning*, (55), 154–168. {in Ukrainian}

12. Ryzhakova, H.M., Prykhodko, D.O., Predun, K.M., Luhina, T.S., & Koval, T.S. (2017). Models for targeted selection of representative performance indicators of construction enterprises: Etymology and typology of diagnostic systems. *Management of the Development of Complex Systems*, (32), 159–165. {in Ukrainian}

13. Trach, R.V., Ryzhakova, H.M., & Kryzhanovskyi, V.I. (2017). Information modeling and the concept of integrated implementation of construction projects as the basis for innovative development of a construction enterprise. *Management of the Development of Complex Systems*, (31), 173–178. {in Ukrainian}

доктор філософії, доцент **Рубцова С.В.,** ст. викладач **Дубина Н.А.,**
д.е.н., професор **Рижакова Г.М.,** асистент **Рачківська К.С.,**
Київський національний університет будівництва і архітектури

РЕАЛІЗАЦІЯ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ ПАРАДИГМ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ТА ВИКЛАДАЦЬКОГО СКЛАДУ ЗВО: ПОЄДНАННЯ МЕНЕДЖМЕНТУ ЗНАНЬ І МОВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

У статті розглянуто сучасні парадигмальні зміни в системі вищої освіти, що зумовлюють необхідність трансформації підходів до організації освітнього процесу у технічних закладах вищої освіти. Автори зосереджуються на прикладних аспектах упровадження інноваційного підходу як стратегії освітнього менеджменту, що охоплює як управлінський, так і мовно-комунікативний компоненти підготовки здобувачів вищої освіти. Обґрунтовано, що інноваційне освітнє середовище повинно ґрунтуватися на поєднанні цифрових інструментів аналітики, принципів результато-орієнтованого управління та особистісно-зорієнтованого підходу до студентів. Особливу увагу приділено KPI-аналітиці в контексті управління якістю освітнього процесу. Представлено можливості використання ключових показників ефективності як інструменту для моніторингу результативності викладацької діяльності, академічного прогресу студентів та ефективності освітніх програм. Описано досвід інтеграції мовної підготовки в загальну модель освітнього менеджменту технічного ЗВО на прикладі кафедральної взаємодії фахівців з менеджменту та гуманітарних дисциплін. Підкреслено, що

поєднання мовних та управлінських компетентностей сприяє формуванню комплексної освітньої траєкторії студента. Запропоновано низку практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності освітнього процесу шляхом впровадження інструментів KPI-аналізу, адаптації до принципів Європейського простору вищої освіти та забезпечення міждисциплінарної взаємодії в освітньому середовищі.

Ключові слова: сучасні освітні парадигми; освітній менеджмент; мовна підготовка; KPI-аналітика; результато-орієнтоване управління; інноваційний підхід, якість освіти, міждисциплінарна взаємодія, аналітика освітнього процесу, освітні стратегії, компетентнісний підхід.

Список використаних джерел

1. Рубцова С.В., Дубина Н.А., Рачківська К.С., Приходько Д.О., Чуприна Ю.А. (2025). Освітні та методичні пріоритети мовної підготовки у формуванні професійних компетентностей студентів ЗВО з багатопрофільним спрямуванням спеціальностей. *Просторовий розвиток*, 12, 308-320.

2. Рубцова, С. (2021). Підсистема вправ і завдань для формування англомовної лексичної компетентності в професійно орієнтованому читанні в майбутніх інженерів. *Науково-методичний журнал" Іноземні мови"*, (3), 37-43.

3. Паніна, О.В. (2017). Термінологічна лексика і способи її утворення в англійській науково-технічній літературі. *Містобудування та територіальне планування*. (52), 296-299.

4. Ryzhakova G. Chupryna Iu. Prykhodko D. PhD (2022). Development and implementation of innovative technologies in the training of managers (specialty 073 Management) by institutions of higher education. *Středoevropský věstník pro vědu a výzkum,* № 9. ISSN: 2336 3630 (online), Praha, Чеська Республіка.

5. Кричевська, Ю., Рижакова, Г., Шпаков, А., Поколенко, В., & Приходько, Д. (2024). Цифрова екосистема в будівельному девелопменті: концептуально-теоретичні аспекти трансформації та управлінські імперативи. *Управління розвитком складних систем*, (60), 174-182.

6. Кричевська, Ю., Шпаков, А., & Шпаков, Г. (2024). Процесно-орієнтоване адміністрування життєвого циклу девелоперських проєктів у контексті цифрової трансформації будівельних підприємств. *Просторовий розвиток*, (10), 626-640.

7. Рижакова, Г., Кучеренко, О., Приходько, Д., Федорова, Я., & Малихін, М. (2024). Інноваційні напрями оновлення операційних систем підприємств в умовах нестабільного бізнес-середовища девелопменту. *Просторовий розвиток*, (9), 402-413.

8. Рижакова Г.М., Кушнір О.К., Перелі Д.Д. (2025). Моделювання та прогнозно-аналітична оцінка структурно-трансформаційних змін у цифровізованій операційній системі підприємств-девелоперів. . *Просторовий розвиток*, (12), 66-77.

9. Рижакова, Г.М. (2011). Вплив факторів на обсяг реалізації продукції (робіт, послуг) малих підприємств у освіті. *Економіка та держава*, (1), 68-70.

10. Рижакова, Г.М. (2012). Методологічні аспекти формування інтелектуальної складової трудового потенціалу в процесі генезису соціально-орієнтованої економіки. *Ефективна економіка*, (6).

11. Рижакова, Г.М., Рижаков, Д.А., Лещинська, І.В., Кістіон, Д.В., & Кондрацький, В. О. (2019). Загально-методична регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесами адміністрування в сучасній системі будівельного девелопменту. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*, (55),154-168.

12. Рижакова, Г.М., Приходько, Д. О., Предун, К.М., Лугіна, Т.С., & Коваль, Т.С. (2017). Моделі цільового вибору репрезентативних індикаторів діяльності будівельних підприємств: етимологія та типологія систем діагностики. *Управління розвитком складних систем,* (32), 159-165.

13. Трач, Р.В., Рижакова, Г.М., & Крижановський, В.І. (2017). Інформаційне моделювання та концепція інтегрованої реалізації будівельних проектів як основа інноваційного розвитку будівельного підприємства. *Управління розвитком складних систем,* (31),173-178.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.904-919
УДК 291.1
к. філос. н., доцент **Євдокимова Т.В.,**
ievdokimova.tv@knuba.edu, ORCID: 0000-0003-3315-579X,
к. філос. н., доцент **Шарипін А.В.,**
slega@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7026-340X,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФУНДАМЕНТАЛІЗМ ЯК РЕЛІГІЙНО-ПОЛІТИЧНИЙ ФЕНОМЕН

I want to know why war needs religion and why religion needs war.
JUERGENSMEYER MARK

Автори досліджують феномен фундаменталізму, його найбільш суттєві ознаки, причини й умови виникнення – релігійні, соціокультурні, політичні, антропологічні. Аналізують фундаменталізм як релігійний і політичний феномен, розглядають співвідношення понять релігійний фундаменталізм, релігійний модернізм. Розглядають етапи розвитку феномену в епоху модерну, постмодерну і постсекуляризму.

Ключові слова: фундаменталізм; релігійний фундаменталізм; релігійний модернізм; секуляризація; глобалізація; постмодернізм; постсекулярність; постфундаменталізм

Постановка проблеми

Глобалізація економічних, політичних, соціокультурних процесів – одна з найбільш важливих тенденцій в розвитку суспільств в кінці XX – першої чверті XXI ст. Глобалізація обумовлює взаємопроникнення й взаємовплив різних культур, що може переходити в напруженість і протистояння, в те, що С. Гантінгтон назвав «не оголошеною війною». Зміни спостерігаються не тільки в економічній, політичній, соціальній сферах, а й у сприйнятті та оцінці людських базових екзистенціальних цінностей і категорій. Поглиблюються суперечності, «зіткнення цивілізацій» відбувається на наших очах. Ці процеси проявляються зокрема в актуалізації проблем збереження національного соціокультурного простору, соціальної, етнічної, релігійної ідентичності. Однією з тенденцій і викликом сучасності є релігійний фундаменталізм, який можна також розглядати як реакцію на ці масштабні зміни. Він стає таким потужним фактором в сучасному світі, що навіть деякою мірою обумовлює розташування сил на міжнародній арені. Спостерігається тенденція до його розповсюдження і зростання впливу на окремі суспільства, міжнародні відносини, інформаційний простір, культуру.

Фундаменталістські екстремістські рухи останнім часом значно активізувалися в усьому світі та через політичні й релігійні інституції суттєво впливають на повсякденне життя громадян. Слушним є твердження британської дослідниці історії релігії Карен Армстронг про те, що фундаменталізм став частиною життя сучасного суспільства, і не можна ігнорувати радикалізацію фундаменталістських рухів, відтак, з цією войовничою релігійністю нам слід навчитися жити, розуміючи всі загрози та виклики, розшифровуючи фундаменталістські образи і сутність їхніх настанов. [5]

Дослідження проблеми актуалізується останніми подіями у світі: протистоянням культур, релігійних систем, модерністських і консервативно-фундаменталістських течій, системною кризою.

Мета статті. Спираючись на досягнення теоретико-методологічних досліджень феномену фундаменталізму вітчизняних і зарубіжних філософів, політологів, релігієзнавців проаналізувати найбільш суттєві ознаки поняття, наголошуючи на причинах і умовах виникнення феномену, етапах розвитку і його сучасних проявах.

Аналіз останніх публікацій і досліджень

Феномен фундаменталізму, пов’язані з ним події й явища, актуалізація його у сучасному світі аналізувались в творах зарубіжних дослідників, зокрема, Е. Ґіденса, Ю. Габермаса, С. Епелбі, М. Юргенсмаєра, Р. Хейза, К. Армстронг, П. Гуревича, К. Костюка. Серед українських політологів, релігієзнавців, філософів ті чи інші аспекти проблеми досліджували А. Колодний, Л. Філіпович, Н. Кирилюк, А. Арістова, С. Голотін. Зокрема професор Л. Філіпович розглядала проблему фундаменталізму в сучасному християнстві. Дослідниця підкреслювала, що більшість зарубіжних експертів наполягають на тому, що фундаменталізація постає базовою тенденцією сучасного релігійного життя загалом, екуменічно-універсалістські проєкти зазнали невдачі. В новітній книзі професора Каліфорнійського університету М. Юргенсмаєра «Why God Needs War» (2025) [10] досліджує зв’язок між релігією та війною. Автор аналізує як релігійні ідеї та наративи впливають на сучасні конфлікти, зокрема в Україні та Газі та як їх використовують релігійні лідери й політики для виправдання військових дій. Американські політологи Леонард Вайнберг і Амі Педахзур у своїй книзі «Релігійний фундаменталізм і політичний екстремізм» (2004) [16], визначили кілька основних типів «фундаменталістських» угруповань і рухів (таких як «реактивні» угруповання й рухи; рухи, що «описують світ в дихотомічних та маніхейських термінах, вибір між хорошим і поганим завжди є чітким і зрозумілим»; фундаменталісти, які вважають, що священні тексти «мають божественне походження а, отже, безпомилкові й не

підлягають сумніву» тощо. Іспано-американський соціолог релігії Х. Казанова в книзі «Public Religions in the Modern World» [7] аналізує як релігія в США пройшла шлях від громадянської релігії до фундаменталістських рухів, а надалі, до Нових християнських правих.

Виклад основного матеріалу

Релігійний фундаменталізм одна зі складних проблем сучасної гуманітаристики (філософії, релігієзнавства, політології, соціології). Якщо розглядати фундаменталізм в класичному сенсі й з історичного підходу, то він є рухом, що виникає у відповідь і протистоїть просвіті, секуляризації й плюралізму. Фундаменталізм виступає проти необхідності будь-що обґрунтовувати, проти відкритості і сумніву. Навзаєм він пропонує впевненість, замкненість абсолютних фундаментів, непорушність основ, на фоні яких все інше, включаючи права людини стає відносним. Хто не хоче визнавати фундаменти не заслуговує того, щоб слухали його аргументи, сумніви, інтереси і права. Релігійний фундаменталізм існував вже з початку XIX ст., до того ще як виникло саме поняття, з'явившись в Європі як відповідь на модернізм в релігії і теології. Модерністські позиції, проти яких виступав протестантський, а потім і католицький фундаменталізм, уособлювали вторгнення духа Просвітництва в теологію й релігію, а також зводили релігію до ролі гаранта моральності та суспільного порядку.

Саме слово фундаменталізм вперше з'являється у зв'язку із серією релігійних творів, що виходили в США у 1910-1915 рр. під назвою «The fundamentals» («Основи») та «A testimory to truth» («Свідоцтво істини»). В 1919 р. християни протестанти, що видавали ці роботи створили організацію «Всесвітня асоціація християнських основ». Виникла назва, яка спочатку стосувалась тільки християнських конфесій, а пізніше розповсюдилась і на інші релігії. Протестантські фундаменталісти прагнули видати себе за захисників «істинного християнства», активно виступали проти прибічників ліберальної тлумачення тексту Біблії. У 40-х рр. XX ст. релігійний протестантський фундаменталізм стає структурованим, створюється Американська рада християнських церков і Нова асоціація євангелістів.

Відомий лютеранський теолог М. Марті й професор історії С. Еплбі, проаналізували велику кількість матеріалу та випустили п'ятитомне видання «Фундаменталістський проєкт». У своєму дослідженні вони дійшли висновку, що фундаменталізм є не просто реставруванням традиційної релігійності, а скоріше релігійною відповіддю на секуляризацію й модернізацію. Це войовнича відмова від світської сучасності, масова опозиція науковому світогляду, прагнення «замінити структури, що існують всеосяжною системою, яка ґрунтується на релігійних принципах і охоплює закон, державу,

суспільство, економіку і культуру». [16] Зокрема, досліджуючи ісламський фундаменталізм, вони підкреслюють, що його енергія направлена на перетворення всієї системи соціально-політичних та економічних відносин, й не тільки в рамках окремої мусульманської держави, але й в усьому світі (парадоксально, що в такому випадку, сам ісламський фундаменталізм претендує на глобальний проєкт). Фундаменталізм – релігійна реакція на секуляризацію, секулярне постає як причина ресакралізації, остання часто приймає фундаменталістські форми. Автори підкреслюють, що фундаменталізм спостерігається у всіх частинах світу, та ставлять питання: чому це явище виявилось всесвітнім, глобальним? Відповідь очевидна: світ також знаходиться в ситуації глобалізації. Цей зв'язок відмічають і богослови і соціологи. Крім того, історики ісламу, підкреслюють, що його швидке розповсюдження після виникнення, а також перетворення на велику державу – халіфат, може бути охарактеризоване, як «перший глобалістський проєкт», який сприймається фундаменталістами як «золотий вік» цієї релігії, на який орієнтуються, прагнуть повернення, ідеалізують.

Сьогодні головна увага зосереджена на ісламському фундаменталізмі, але форми фундаменталізму присутні й в інших релігіях. Окрім мусульманського, виділяють християнський євангельський фундаменталізм, ультраортодоксальний юдейський фундаменталізм, войовничих сикхів, буддистських бійців спротиву, також індуїстський фундаменталізм, православний фундаменталізм (катакомбники, «царебожніки») тощо. Якщо в ранніх роботах дослідників проблеми фундаменталізм розглядається як релігійний рух, що протистоїть і бореться з модерном як епохою, модернізмом в теології і соціальній реальності, то починаючи з 80-х рр. (ісламська революція в Ірані 1979, рух в США «нових християнських правих») й до сьогоднішнього дня фундаменталізм, все частіше розглядається через призму політики, політичної дії. До прикладу, ісламські фундаменталісти вбачають своєю метою побудову всесвітнього халіфату, а юдейські фундаменталісти одноосібне володіння Єрусалимом і звільнення «Землі обітованої» від арабів-мусульман, православні російські фундаменталісти використовують історичний наратив – «Москва – Третій Рим» та ідею соборності православних земель навколо цього центру.

Окрім, релігійних і політичних причин дослідники проблеми виокремлюють езистенційно-антропологічні причини розповсюдження феномену. Кардинал Ратцингер (папа Бенедикт XVI) характеризував фундаменталізм як прояв самооборони людини, що відчула себе полишеною своєї духовної батьківщини, своїх фундаментів і зреагувала відкиданням сучасного світу як ворожого релігії й вірі. Під поняттям фундаменталізму, на

думку кардинала, криються різні явища. Зокрема «фундаменталістські секти», що забезпечують людям «просту віру», які є популярними в Латинській Америці і на Філіппінах. Самі по собі пошуки простої та зрозумілої віри не є поганими, це стає поганим, тоді коли вони ведуть до фанатизму і закостенілості, до екстремізму. «Хто ставить під сумнів кожен розум, той фальсифікує також і віру, яка стає деякою партійною ідеологією, що не має нічого спільного з відвертим звертанням до живого Бога як праоснови нашого життя і нашого розуму». [10;с.76]

Сучасні дослідники проблеми виділяють три періоди становлення явища, яке ми розглядаємо. Релігійний фундаменталізм першої хвилі, початку ХХ ст., коли саме і з'являється слово «фундаменталізм». Фундаменталізм другої хвилі формується у 1970-1990 рр. Тоді релігійний фундаменталізм виступив активною опозицією процесу десакралізації культури, процесу глобалізації й став результатом активного зіткнення різних культур та релігій, різних форм духу, духовного буття. Про ці два етапи, автори згадували вище. Фундаменталізм третьої хвилі бере свій початок з 11 вересня 2001 р. З початком ХХІ ст. в різних регіонах світу з'являються «нові» фундаменталістські рухи та організації, які починають використовувати риторику «повернення до основ» перш за все для досягнення нерелігійних цілей.

Хоча сьогодні частіше розглядають ісламський фундаменталізм, проте діяльність православних фундаменталістських організацій сучасної росії («Союз православних хоругвоносців», союз «Християнське відродження», Всеросійська суспільна православна організація «Християнська держава — Свята Русь», «Сорок сороків», «Божа воля», «Двоглавий орел» тощо) теж демонструють, що в центрі їх постає не релігійний проєкт, а та чи інша «соціально-політична програма»: державництво, антизахідне спрямування, традиційна культура, родова гендерна мораль, правомонархічний проєкт тощо. Вони можуть наполегливо декларувати теоцентризм, благочестя та вірність Священному Писанню і Переказу, проте ідея повернення до релігійних основ, а інколи і сама релігія для них постає інструментом. Можна констатувати радикалізацію, прагматизм, відмову від традиційного богослов'я, архаїзацію життя і світогляду, з сильним акцентом на мирському і політико-прагматичному аспектах.

Можна виокремити декілька причин активного розповсюдження фундаменталізму. Про деякі ми вже згадували – це причини модерну: секуляризація, зменшення ролі релігії в суспільстві, плюралізм, поява ліберальних і модерністських течій в релігіях та їх теологічного підґрунтя (ліберальна теологія, теологія смерті Бога, теологія визволення, забарвлення

теологій XX ст. політичними ідеями націоналізму, комунізму тощо). З 90 рр. XX ст. ситуація активно актуалізується глобалізаційними процесами. Глобалізація обумовлює взаємопроникнення та взаємовплив різних культур, що може переходити в напруженість і протистояння, в те, що С. Гантінгтон назвав «не оголошеною війною». Глобалізується все: економічні, фінансові, політичні системи суспільства, стандартизуються норми, цьому активно сприяє і глобалізація інформаційного простору. «Зіткнення цивілізацій» відбувається на наших очах. І цей процес іде в основному під гаслами, стандартами і нормами західного світу.

Західні країни, насамперед США, розглядаються консервативними культурами, зокрема ісламського світу (хоча не тільки), як виразники фундаменталізму іншого роду, так званого «світського», вони вважають, що ця форма має схильність до прозелітизму, тільки в цьому випадку предметом розповсюдження є не іслам, а демократія. Нав'язування останньої не зважаючи на рівень розвитку суспільства, фундаменти його культурної ідентичності, домінуючи цінності, релігійність тощо, призводить до відповідної реакції, тобто зростання спротиву цих суспільств, який спирається на потужну ідеологічну силу, таку як іслам. Методи, якими поширюються західні взірці демократії в них також викликають питання. В даному контексті фундаменталізм є формою спротиву глобальним секуляризаційним процесам, орієнтацією на пошук релігійних рішень соціальних, моральних і навіть економічних проблем в ісламі. Ісламський фундаменталізм не визнає цінностей і права Західного світу, відкидає гендерну рівність, свободу совісті, західні системи навчання, навіть загальну грамотність. Набрав сили процес девестернізації, що закликав до повернення до «основ» (фундаментів) і «справедливості», що й уособив в собі іслам та його радикальні й фундаменталістські інтерпретації. Релігійний фундаменталізм представляє перспективу незахідної, а частіше антизахідної політичної самосвідомості. Перспективу свого шляху розвитку, відмінного від глобалістських та світських установок західного світу.

Найбільш явно фактори, що сприяють формуванню фундаменталістської ментальності, проявляються в умовах системної кризи суспільства. Ще однією причиною посилення фундаменталізму, є внутрішні проблеми суспільств – економічна, соціальна і політична кризи. В мусульманських країнах заповнення релігією пустот, що утворилися після невдач прозахідних реформаторів і світських націоналістів, стає однією з причин виникнення ісламізму, для якого характерне посилення радикалізм і політизація, антизахідна, антимодерністська, антисекулярна спрямованості. Хоча необхідно розрізняти ісламізм, який може включати як фундаменталістські, так і модерністські

елементи й ісламський фундаменталізм, який є радикалізованою версією ісламського традиціоналізму та може набувати екстремістських форм.

Сьогодні фундаменталістські принципи закладені у програмах різних політичних рухів, що активно діють в багатьох країнах світу і мобілізують до себе широкі маси населення. Вплив і характер сучасних фундаменталістських рухів обумовлений соціальними, економічними і політичними особливостями того суспільства, в якому вони виникають.

Релігійний фактор отримав новий імпульс з розпадом і зміненням курсу країн комуністичного-соціалістичного табору (кінець 80 рр. XX ст. – початок XXI ст.), зникненням могутнього протистояння двох ідеологічних систем комунізму й капіталізму, викликавши сплеск найрізноманітніших релігійних течій, які до того часу були репресовані. Це відбулося в різних куточках минувшого СРСР – в Середній Азії і Закавказзі (іслам); Україні, росії, Польщі і інших частинах Східної Європи (всі напрями християнства). В період цих трансформацій в зазначених суспільствах визначились активні тенденції у взаємовідносинах соціально-політичної та релігійної сфери: політизація церковно-релігійного середовища і десекуляризація культурно-політичної сфери. [2;с.4]

Протягом 1980-х років релігійні традиції по всьому світу, від ісламського фундаменталізму до католицької теології визволення, почали прокладати собі шлях, часто насильно, з приватної сфери в суспільне життя, що призвело до «деприватизації» релігії в сучасному суспільстві. Релігійні інституції більше не задовольняються лише пастирською опікою над окремими душами, вони кидають виклик пануючим політичним та соціальним силам, порушуючи питання про твердження таких утворень, як нації та ринки, про «ціннісну нейтральність» та напружуючи традиційні зв'язки між приватною та публічною мораллю. [7]

Ще один фактор, який сприяв відродженню й осучасненню фундаменталізму в різних країнах, це занепад традиційних релігій і церков, які до цього відступили під натиском секуляризації й втратили свій фундаментальний авторитет у багатьох суспільствах і державах. Християнство та іслам в сучасному світі втрачають традиційну форму, є прийнятними не для всіх – з одного боку для консерваторів, фундаменталістів, з іншого для модерністів, піддаються сумніву з обох сторін. Фундаменталісти звинувачують офіційну релігію, в моральному й ідеологічному самозаспокоєнні, в тому, що вона подає неправильний приклад, втратила свої першооснови. Вони прагнуть повернутися до ранньої, більш «чистої» віри, застосувати суворий догматичний і навіть радикальний підхід, зокрема щодо дотримання релігійних догматів і правил, дуже чіткого і буквального їх виконання та сурових покарань за

недотримання цього. Виступають за теократичний світ і тотальне домінування релігії в ньому.

В процесі взаємодії в соціокультурному просторі в сучасних релігійних системах виникають дві тенденції, одна направлена на релігійний модернізм, осучаснення Церкви та її пристосування до нинішніх реалій, інша на спротив, пошуки фундаментів, консерватизм і навіть радикалізм. Наприклад, католицький модернізм бачить своє завдання в оновленні й осучасненні церкви, в набутті нею універсального характеру й здібностей зрозуміти іншу культуру. Але це осучаснення не мислиться без звернення до основ християнства. Ісламські реформатори вважають, що звертання до Корану й Суни за їх належної та адекватної інтерпретації дає необхідний ключ до вирішення актуальних проблем сучасності. Модерністські рухи намагались довести, що іслам є сучасною релігією, такою, що не відкидає наукове знання, хоча й захищає віросповідні підґрунтя. Проблема модерністських рухів в ісламі в тому, що в багатьох ісламських країнах вони мають дуже обмежені можливості посперечатись з ортодоксальною думкою. Часто модерністи в ісламі стають ще більшими ворогами в рамках цієї релігії ніж іновірці.

Ліберально-християнська постмодерна концепція суспільства, згідно з якою церква обстоює порядок, заснований на гідності людської особистості, виходячи з індивідуальної свідомості, віри і розуму на противагу фундаменталістській ієрархічній концепції суспільства, згідно з якої церква відрізняла одкровення від розуму й зберігала за собою прерогативи вищого авторитету у витлумаченні Одкровення. Постмодерний характер християнства полягає у тому, що — Бог відкриває себе серцю кожної людини; у відповідь на це одкровення кожна людина передає одержаний дар іншому – ближньому, сім‘ї, суспільству. А потім вносить його як свій вклад у життя країни і в її політичний устрій.

Спротивом лібералізованому постмодерном християнству є християнський фундаменталізм, який в нових умовах теж зазнає трансформацій. Науково обґрунтоване визначення фундаменталізму на сьогодні не є чітким. Проте для наукового загалу прийнятним є його розуміння як ідеології — релігійних й релігійно-політичних рухів і течій, що активно виступають за повернення до джерел чи богословської основи віровчення, за повернення вірі її первісної чистоти. Одні фундаменталісти борються за повернення до безпосередніх джерел віри – священних текстів, інші – за повернення до богословського підґрунтя віровчення, до ортодоксії (санкціонованого вищими богословськими авторитетами тлумачення священних текстів, що нав‘язується громаді як традиція).

Однією з особливостей сучасного релігійного фундаменталізму є його прагнення до розширення дії поза релігією – в політичній та суспільній площині. Згідно з висновком професора США В. Бітмана, щодо протестантського фундаменталізму, чотири якості – прагнення до відродження, ортодоксальність, євангелізм і суспільна дія – є основою для обговорення фундаменталізму. З'явився новий релігійний підхід, що ставить за мету вже не ухвалення світських цінностей, а повернення священних основ для організації суспільства, змінивши для цього суспільство, якщо необхідно. Фундаменталізм претендує на тотальність і толерантність апріорі не є прийнятною. Те що в релігійному світогляді фундаменталістами сприймається як місія, в політичному чи правовому контексті може сприйматись як екстремізм на релігійному ґрунті.

В богословському розумінні фундаменталізм традиційно розглядається як повернення до першоджерел віри – Священним текстам і богословській основі віровчення, до чистоти віри. В ідеологічному контексті він сприймається як повернення до початків релігійно-цивілізаційної єдності, виведенню релігійно-політичних принципів зі Священних текстів, монополію релігії у керівництві духовного життя суспільства. Як наслідок він містить в собі: 1) відкидання радикального розділення сакрального і секулярного, що виникло в епоху модерну; 2) план з подолання розділу світського і релігійного, який буде закріплено інституціонально таким чином, щоб повернути релігії її центральне місце важливого фактору прийняття політичних рішень. Але з одного боку є фундаменталістське прагнення до релігійної автентичності й активного спротиву процесам модернізації, а з іншого – використання будь-яких ресурсів цієї сучасності (модерності) – від участі в діяльності політичних партій до використання новітніх інформаційних технологій. Відкидаючи науковий світогляд, одночасно користуватись і приймати його досягнення. Цю особливість підкреслює директор лондонської школи економіки Е. Ґіденс: «Фундаменталізм – це продукт сучасності, оскільки він не просто захищає традицію, але і акцентує, спрощує її, подає в засобах масової інформації». [9, с.42] Зокрема християнські фундаменталісти в США були першими, хто використав телебачення як засіб пропаганди, а ісламські фундаменталісти стали активно використовувати інтернет, соціальні мережі й інші сучасні технології. В цьому аспекті фундаменталізм є сучасним продуктом. Професор соціології і політології М. Рієзебродт, який в роботі «Фундаменталістське оновлення релігії» підкреслює, що фундаменталізм не є синонімом традиціоналізму, а репрезентує процес історичного оновлення традиції. Це оновлення виходить з конфлікту між традицією та модернізмом і має риси обох. Виникає синтез між обраними елементами традиції і модернізму. Фундаменталістська ідеологія

виходить за межі традиціоналізму і містить в собі елементи модернізму, яких ніколи не було в традиції, такі як технічні інновації, технічні знання, а також запозичує елементи ідеологій, з якими вона конкурує, таких як націоналізм, марксизм, лібералізм. Інноваційні аспекти фундаменталізму не обмежуються тільки ідеологією. Як соціальний феномен, він являє собою оновлення, в якому інтегруються люди різного соціального походження, різних соціальних класів, представники різних народів в нові громади й рухи на основі культурних (духовних) ідеалів і практик.

Фундаменталізм прагне також встановити справедливість, яку не вдалось встановити, на його переконання, секулярній державі й світському праву. Ісламський фундаменталізм закликає не тільки до повернення до джерел (Коран і Сунна), а й до мусульманського права та політики. Хоча деякі дослідники з мусульманського середовища наголошують на тому, що в західній риториці часто не розведені або не чітко осмисленні поняття «ісламізм», «політичний іслам», «ісламське відродження» та деякі інші, суперечливими є широке застосування таких термінів, як «радикалізм» й «салафізм» тощо. Наприклад. різниця між ісламізмом і ісламським фундаменталізмом полягає в тому, що ісламізм може бути політичним рухом, який прагне інтегрувати іслам у сучасне суспільство, тоді як фундаменталізм зазвичай відкидає сучасні зміни й прагне повернення до традиційних норм. Фундаменталісти часто виступають проти традиційних ісламських практик, які включають локальні культурні елементи.

Наближеною до істини, авторам здається думка тих дослідників, які вважають, що феномен фундаменталізму носить скоріш за все культурно-ідеологічний характер, і в зв'язку з складними часами, в період втрати життєвих орієнтирів фундаменталістські рухи пропонують людині можливість культурної ідентифікації, відповідно знаходження того, на що можна покластись і знайти підґрунтя під ногами. Фундаменталізм, в значному сенсі, являє собою спробу того чи іншого соціального суб'єкта (особистості, чи групи) штучно, раціонально-вольовим шляхом відтворити і затвердити абсолютні, безперечні основи свого «життєвого світу». В цьому аспекті сучасна хвиля фундаменталізму в значному сенсі є реакцією суспільної свідомості на постмодерн, реакцією на деконструкцію й релятивізацію останнім фундаментальних основоположних смислів людського існування. Фундаменталізм в даному сенсі може бути зрозумілим як відчайдушний порив людини повернути й утримати ієрархію буття, що стрімко втрачається, в частковому чи тотальному аспекті свого «життєвого світу». Що є головним, а що другорядним, менш суттєвим фундаменталіст визначає довільно, спираючись на свій розсуд чи інтуїцію, чи сліпо слідуючи якому-небудь

харизматичному авторитету. Виникає синкретичний хаос уявлень. Для цього необхідний час і високий інтелектуальний рівень, щоб віднайти відчуття екзистенційного ґрунту під ногами. Фундаменталістські орієнтованій свідомості, в якій відсутнє як мінімум перше і друге, необхідні дуже проста, абсолютна, ясна цінність «тут і зараз». І тут виникає головна спокуса фундаменталізму, вибудувавши більш-менш міцну логіко-символічну і соціально-організаційну конструкцію, він тяжіє до того, щоб опертись на неї як на абсолютну цінність, зробити з неї закритий тоталітарний універсум – перетворивши свій ідеал на ідола. Крізь фундаменталізм парадоксальним чином проступає постмодерн, з його абсолютизацією вибору і онтологічним вирівнюванням всього того, що обирається. Якщо у світі не має центру, його центром може стати все, що завгодно. Постмодерністська абсолютна свобода, таким чином інвертується в абсолютну несвободу. Особливим чином це відобразилось на релігійному фундаменталізмі. Саме в силу означеного глибинного розриву між двома основними модусами релігійності, фундаменталістська свідомість невпинно абсолютизує чи самі соціально-культурні форми релігійних традицій, чи власні непрояснені, спутані, еклектичні і вульгаризовані духовні інтуїції. Але так чи інакше намагання розвитку культури як по одному, так і по іншому фундаменталістським сценаріям заходить в глухий кут.

З іншого боку, свідомість, що довго була секулярною, але згодом суб'єктивно спрямувалась до релігії часто зіштовхується з тим, що не в змозі вмістити релігійне ціле. Тоді ж вміщує те, що на цей час доступно та зрозуміло, перш за все соціально-культурну оболонку релігійного життя, яка в секулярних категоріях свідомості легітимізується в ній чи як часткова, чи як тотальна ідеологія (К. Маннхейм). Все це на виході дає різні перетворенні, змінені форми релігійності. В цьому сенсі прийняття релігії як «тотальної» ідеології, наприклад політичної, дає такий результат, який можна назвати фундаменталізмом в чистому вигляді. Фактично це означає виникнення на межі двох культур світсько-релігійного химерного утворення, що об'єднує в собі релігійні і світські ознаки, але який позбавлений дійсно вищих духовних цінностей як релігійного, так і світського характеру. Основна ідея фундаменталістського світогляду побудована на наївному міфологічному ототожненні «небесного» і «земного», сакрально-надприродного й мирського.

Релігійні та світські інтенції не розведені, не диференційовані, і не направлені кожна в своєму напрямку, а утворюють своєрідну вибухонебезпечну суміш, що може детонувати. В результаті світські елементи гальмують розвиток релігійних інтенцій, а релігійні елементи – розвиток світських інтенцій у фундаменталістській ідеології, що заводить суспільство і

особистість, що нею керується в духовну і культурну безвихідь. Таким чином шлях фундаменталізму в релігійному відродженні веде до встановлення і закріплення редукованих, тих, що вироджуються, форм релігійності, які характеризуються синкретизмом і «вторинним змішаним спрощенням» духовного і культурного аспектів релігії.

Явище фундаменталізму є амбівалентним. З одного боку, фундаменталізм апелює до традицій, спираючись на які можна критично аналізувати і осмислювати прогресистські установки, з іншого боку він пропонує досягнення нового соціального ідеалу, і залучає для цього досягнення науку і прогрес проти яких він виступає. Фундаменталізм заохочує традицію в дусі нових соціальних орієнтирів. Відповідно до цього фундаменталізм можна зрозуміти тільки в співвідношенні з соціодинамікою і через призму осучаснення.

Будь-яка традиція чи ідеологія може набути форми фундаменталізму, якщо втрачається здатність до діалогу, стаючи монологічною і агресивною, проголошуючи себе єдиним вірним вченням. В сучасному слововживанні фундаменталізм (в тому числі і ісламський) означає не тільки повернення до висхідних цінностей того чи іншого вчення, скільки до його монологічної форми.

Сьогодні знайшли своє обґрунтування більшою чи меншою мірою терміни «постглобалізм», «пост постмодернізм», «постсекуляризм», чи можемо ми говорити також про «постфундаменталізм»?

Юрген Габермас ввів поняття постсекулярності, щоб описати сучасний стан суспільства, де релігія продовжує відігравати важливу роль, всупереч процесам секуляризації. Він наголошує, що сучасні суспільства повинні прагнути до діалогу між релігійними та секулярними світоглядами, а не до їхнього протистояння. Ю. Габермас наголошує, що релігійні та світські громадяни можуть навчатися один у одного, збагачуючи суспільний дискурс. Він також визнає, що секуляризація не призвела до повного зникнення релігії, а лише змінила її роль у суспільстві. Які трансформації відбуваються з релігією в постсекулярну добу. Теологічний поворот є істотним новим етапом у розвитку європейської філософії, який використовує релігійні концепції для вирішення кризи постмодерністської культури.

Радикальна ортодоксія, богословський рух, що виник наприкінці XX століття, в християнстві, головним чином у Великій Британії, засновниками якого вважаються Джон Мілбанк, Кетрін Пікстоk і Грем Ворд. Ця течія прагне переосмислити християнську традицію в умовах сучасного постмодерного світу, критикуючи секуляризм і намагаючись повернути богослов'я в центр філософського дискурсу. Як визначає представник «Радикальної ортодоксії» Дж. К. Сміт, «теоретичні підґрунтя секулярного піддаються систематичному

руйнуванню. І якщо ми є свідками постмодерну то, це означає, що ми мусимо очікувати й приходу постсекулярного. Оскільки християнська теологія двадцятого століття стала союзником проєкта Просвіти, погодившись на роль "апологетичного" проєкта, який пристосовувався до секулярного мислення, то сутінки модерна повинні також означати й сутінки подібної теології». [14] Представники цього напряму поділяють постмодерністську думку, яка наголошує на тому, що західна філософія принципово не здатна надати обґрунтовані трансцендентні твердження про істину й природу та стверджують, що ми потребуємо звернення до буття, яке долає це в трансцендентуванні до особистості Бога.

Хоча термін фундаменталізм закріпився в науковому вживанні, продовжується подальше осмислення і уточнення поняття: з моменту його появи до нинішнього часу більшість дослідників трактує його через концепцію модерності, щоправда, з часом зміщуючи акценти розгляду цього феномену з етичного, богословського на політичний аспект. Деякі дослідники вбачають корені фундаменталізму в самій природі людини (антропологічні аспекти фундаменталізму), говорять також про фундаменталізм як контркультуру, в такому випадку фундаменталізм виступає контркультурою до глобалізованої уніфікованої культури.

Про релігійний фундаменталізм можна говорити як про глобальний феномен, що проявляється не тільки в релігійній сфері, а і в ідеологічній, політичній, соціальній, і навіть в економічній, що впливає на світ в цілому, виходить на міжнародну арену, стає у своїх найрадикальніших формах підґрунтям конфліктів, війн і тероризму. Якщо ж ми говоримо про світський, політичний, культурний, філософський фундаменталізм, то слід наголосити, що навіть у своїх крайніх формах в «світських» фундаменталістських ідеологіях і наративах, зберігається можливість критики, на відміну від релігійного фундаменталізму, де істина завжди беззаперечна, остаточна і визначена Богом, «Богоодкровенна».

Окрім того, відбувається максимальне спрощення релігійної доктрини. Зокрема, дослідники сучасної ісламського фундаменталізму неодноразово зазначали, що його представники погано знаються на догматиці та канонічній літературі ісламу. Суворість догматичних орієнтирів існує поруч з позадоктринальним і досить вільним трактуванням «правильної віри».

Обов’язковою рисою фундаменталізму також є те, що він прагне вивести релігійне підґрунтя за рамки приватної релігії, розширити зону впливу. Це можна розглядати як вид соціальної діяльності, досить активної, іноді революційної, екстремістської, тієї, що наступає, експлуатуючи релігійну основу. Фундаменталізм визначають і як релігійну ідеологію, релігійний спосіб

мислення, релігійну дію, і свого роду квазірелігію. «Новий» фундаменталізм не тільки позичає елементи світських ідеологій, з якими він конкурує (націоналізм, лібералізм та марксизм), а й об'єднується з ними, утворюючи своєрідні політично забарвлені «міфотеологеми». Фундаменталізм третьої хвилі, або «постфундаменталізм», не просто закликає до повернення до основ, а фактично наново винаходить ці основи, головним акцентом роблячи не надприродний світ, а світ в якому існує. Тому він навіть може бути ідентифікований як фундаменталізм без ортодоксії чи глибокої традиції.

Подальше дослідження питання особливо актуалізується в світі останніх світових політичних подій. Проблематика феномену фундаменталізму є актуальною і відкритою до подальшого вивчення та аналізу на межі релігієзнавства, політології, соціальної філософії, філософської антропології.

Список використаних джерел

1. Горохолінська І.В. Постсекулярність: філософські та богословські інтенції сучасної релігійності: монографія. Ірина Горохолінська. Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. 2019. 424 с.
2. Євдокимова Т.В. Взаємовідносини політики і релігії в соціокультурному просторі (соціально-філософський аналіз) Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата філос. наук. К,2002. 21 с.
3. Ратцінгер Й. Цінності в часи перемін: Долання майбутніх викликів. Львів: Месіонер. 2006. 168 с.
4. Фукуяма Ф. Майбутнє фундаменталізму [Електронний ресурс] Режим доступу http://middleeast.org.ua/articles/12.htm
5. Armstrong, Karen. Fields of Blood: Religion and the History of Violence. New York: Alfred A. Knopf, 2014. 432 p.
6. Botz-Bornstein Thorsten. The New Aesthetics of Deculturation: Neoliberalism, Fundamentalism and Kitsch. Bloomsbury Academic. 2019. 248 p.
7. Casanova, Jose. Public Religions in the Modern World. University of Chicago Press. 1994. 320 p.
8. Eisenstadt, Shmuel. Fundamentalism, Sectarianism, and Revolution: The Jacobin Dimension of Modernity. Cambridge, UK: CUP. 2000. 296 p.
9. Giddens, Anthony «What Next? Fundamentalism or Solidarity?» // Runaway World: How Globalisation is Reshaping Our Lives. London: Profile Books. 2002. 142 p.
10. Habermas, Jürgen, & Ratzinger, Joseph. The Dialectics of Secularization: On Reason and Religion. Edited by Florian Schuller. San Francisco: Ignatius Press, 2006. 85 p.
11. Juergensmeyer mark God at War A Meditation on Religion and Warfare Oxford University Press 198 Madison Avenue, New York, NY. 2020.107 p.
12. Meyer, Thomas. Identity Mania: Fundamentalism and the Politicization of Cultural Differences. London – New York: Zed Books. 2001. 125 p.
13. Religion and Politics in the United States / Kenneth D. Wald and Allison Calhoun-Brown – N.Y,Toronto, Plymouth UK. 2014 496 p.
14. Smith, James K. A. Introducing Radical Orthodoxy: Mapping a Post-secular Theology. Grand Rapids, Mich.: Baker Academic, 2004. 291 p.
15. Taverne, Dick. The March of Unreason: Science, Democracy, and the New Fundamentalism. Oxford University Press, 2005. 317 p.

16. The Fundamentalism Project / Marty M., Appleby R. (eds.). Chicago, 1991-1995. 528 p.

17. Weinberg, L., & Pedahzur, A. (Eds.). Religious fundamentalism and political extremism. Routledge. 2004. 188 p.

Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor **Yevdokimova Tetyana**,
Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor **Sharypin Andrey,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

FUNDAMENTALISM AS A RELIGIOUS AND POLITICAL PHENOMENON

The authors of the article examine fundamentalism, identifying its most significant features, causes, and conditions of emergence—including religious, sociocultural, political, and anthropological factors. The authors analyze fundamentalism as a religious and political phenomenon, examining the relationship between the concepts of religious fundamentalism and religious modernism. They explore the stages of development of this phenomenon throughout the eras of modernity, postmodernity, and postsecularism.

One of the current trends and challenges of modernity is religious fundamentalism, which can also be viewed as a reaction to these large-scale changes. It has become such a powerful factor in today's world that it even to some extent determines the balance of power on the international stage. There is a growing tendency for its expansion and increasing influence on individual societies, international relations, the informational space, and culture.

The study of this issue is becoming increasingly relevant due to recent global events: the confrontation of cultures, religious systems, modernist and conservative-fundamentalist movements, and the systemic crisis.

Further research into this issue has become particularly relevant in light of recent global political developments. The phenomenon of fundamentalism remains a critical subject for continued study and analysis at the intersection of religious studies, political science, social philosophy, and philosophical anthropology.

Keywords: fundamentalism; religious fundamentalism; religious modernism; secularization; globalization; postmodernism; postsecularity; postfundamentalism.

REFERENCES

1. Gorokholins'ka I.V. Postsekulyarnist': filosofs'ki ta bogoslovs'ki intentsiï suchasnoï religiinosti: monografiya / Irina Gorokholins'ka. Chernivtsi : Chernivets. nats. un-t im. Yu. Fed'kovicha, 2019. 424 s. {in Ukrainian}

2. Yevdokimova T. Relationship between policy and religion in socio-culture space (socio-philosophical analysis). Authors thesis for the scientific degree of Candidate of Philosophy. Kiev, 2002. 21s. {in Ukrainian}

3. Rattsinger I. Tsinnosti v chasi peremin: Dolannya maibutnikh viklikiv. L'viv: Mesioner, 2006. 168 s. {in Ukrainian}

4. Fukuyama F. Budushhee fundamentalizma [Elektronnij resurs] // http://middleeast.org.ua/articles/12.htm

5. Armstrong, Karen. Fields of Blood: Religion and the History of Violence. New York: Alfred A. Knopf, 2014. 432 p. {in English}

6. Botz-Bornstein Thorsten. The New Aesthetics of Deculturation: Neoliberalism, Fundamentalism and Kitsch. Bloomsbury Academic, 2019, 248 p. {in English}

7. Casanova, Jose. Public Religions in the Modern World. Chicago: University of Chicago Press, 1994. 320 p. {in English}

8. Eisenstadt, Shmuel. Fundamentalism, Sectarianism, and Revolution: The Jacobin Dimension of Modernity. Cambridge, UK: CUP. 2000. 296 p.

9. Giddens, Anthony «What Next? Fundamentalism or Solidarity?». Runaway World: How Globalisation is Reshaping Our Lives. London: Profile Books, 2002. 142 p. {in English}

10. Habermas, Jürgen, & Ratzinger, Joseph. The Dialectics of Secularization: On Reason and Religion. Edited by Florian Schuller. San Francisco: Ignatius Press, 2006. 85 p. {in English}

11. Juergensmeyer Mark God at War A Meditation on Religion and Warfare Oxford University Press 198 Madison Avenue, New York, NY. 2020.107 p. {in English}

12. Meyer T. Identity Mania: Fundamentalism and the Politicization of Cultural Differences. L. - N. Y.: Zed Books, 2001. 125 p. {in English}

13. Religion and Politics in the United States / Kenneth D. Wald and Allison Calhoun-Brown – N.Y. Toronto, Plymouth UK. 2014. 496 p. {in English}

14. Smith, James K. A. Introducing Radical Orthodoxy: Mapping a Post-secular Theology. Grand Rapids, Mich.: Baker Academic. 2004. 291 p. {in English}

15. Taverne, Dick. The March of Unreason: Science, Democracy, and the New Fundamentalism. Oxford University Press. 2005. 317 p. {in English}

16. The Fundamentalism Project / Marty M., Appleby R. (eds.). Chicago, 1991-1995. 528 p. {in English}

17. Weinberg, Leonard, & Pedahzur, Ami. Religious Fundamentalism and Political Extremism. London: Routledge. 2004. 188 p. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.920-935
УДК 72.01:111.852

к.філос н. **Покотило К.М.,**
pokotylo.km@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7428-5411,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФЕНОМЕНОЛОГІЯ ВТІЛЕНОГО ПРОСТОРУ: ВПЛИВ ФІЛОСОФІЇ МОРІСА МЕРЛО-ПОНТІ НА АРХІТЕКТУРНУ КОНЦЕПЦІЮ СТІВЕНА ХОЛЛА

Досліджено вплив феноменологічної філософії Моріса Мерло-Понті на формування архітектурної концепції Стівена Холла, зосереджену на понятті "втіленого простору". Зроблено постановку проблеми інтеграції філософських ідей тілесності й сприйняття простору в архітектурну теорію та практику. Проаналізовано сучасний стан досліджень феноменології в архітектурі та виявлено, що ідеї Мерло-Понті про пережитий простір істотно вплинули на ряд провідних архітекторів (Й. Паллаасма, П. Цуммтор, Ст. Холл та ін.), проте в українському академічному дискурсі ця тема висвітлена недостатньо. Визначено мету, актуальність і наукову новизну дослідження, що полягає у розкритті конкретних проявів філософських концептів Мерло-Понті (таких як "тілесність" і "кіазм") в архітектурних рішеннях Холла. Методологія ґрунтується на феноменологічному підході до аналізу простору, порівняльному аналізі філософських текстів і архітектурних проектів, а також методах архітектурно-художнього аналізу. В розділі результатів розглянуто три знакові проекти Стівена Холла – музей Kiasma (Гельсінкі), Художній музей Bellevue (Вашингтон, США) та будівлю Школи мистецтв та історії мистецтв Університету Айови – як приклади втілення ідей феноменології. Показано, що у проекті Kiasma Холл використовує концепцію "кіазму" Мерло-Понті для інтеграції тіла, будівлі й контексту; у музеї Bellevue реалізовано принцип "трійності" просторового досвіду, що перегукується з феноменологічним запереченням дуалізмів; в університетській Школі мистецтв застосовано ідею "відкритих меж та центру", яка акцентує ситуаційність простору та соціальну взаємодію. У висновках підсумовано, що архітектура Холла демонструє успішний приклад архітектурної феноменології: просторова форма, світло, матеріали та маршрути руху продумано створюють у рецепієнта цілісне мультисенсорне переживання. Перспективи дослідження пов'язані з подальшим вивченням архітектурної феноменології – зокрема, порівнянням впливів інших феноменологів (наприклад, М. Гайдеггер, А. Стоукс) на сучасні архітектурні концепції та емпіричним дослідженням сприйняття "втіленого" простору користувачами.

Ключові слова: феноменологія; втілене сприйняття; архітектура; Моріс Мерло-Понті; Стівен Холл; простір; тілесність; кіазм.

Постановка проблеми: Архітектура як вид проєктної діяльності традиційно зосереджувалася на візуальній естетиці та функціональності простору, часто відокремлюючи процес проєктування від безпосереднього людського досвіду. Однак у XX столітті в теорії архітектури виник феноменологічний напрям, що наголошує на переживанні простору людиною, його втіленості (тілесності) та багатосенсорності. Феноменологія, започаткована в філософії Е. Гуссерлем і розвинута М. Гайдеггером, М. Мерло-Понті та ін., перенесла акцент з абстрактних понять простору на простір як явище, що переживається тілом. Для архітектури це означає зміну парадигми: від "очей, які бачать" до "тіла, яке відчуває" простір. В сучасних умовах усе більшої уваги набуває створення середовищ, комфортних і значущих для людини, тому інтеграція феноменологічних підходів у архітектурну практику є надзвичайно актуальною.

Одним із центральних понять феноменології є тілесність простору, тобто розуміння того, що сприйняття середовища нерозривно пов'язане з нашим фізичним існуванням у ньому. Моріс Мерло-Понті – провідний французький феноменолог середини XX ст. – у своїй праці «Феноменологія сприйняття» (1945) підкреслив, що наше тіло є не просто об'єктом у світі, а «наш загальний засіб перебування у світі» [1, с. 184]. Він вводить поняття «тілесного суб'єкта», стверджуючи, що свідомість людини невіддільна від тілесного досвіду буття у просторі [1, с. 178–185]. Таким чином, проблематика дослідження полягає в тому, як ці філософські ідеї про тілесне, чуттєве сприйняття простору можуть впливати на архітектурні концепції і конкретні проектні рішення. Зокрема, цікавим є питання, яким чином архітектор може «перекласти» феноменологічну теорію в мову архітектурної форми, матеріалу, світла та організації простору, аби будівля сприймалася не лише очима, а всім тілом.

У сучасній архітектурній практиці і теорії наявні приклади такого «перекладу». Видатні архітектори другої половини XX – початку XXI ст., зокрема Луїс Кан, Альвар Аалто, Тадао Андо, Петер Цумтор, Ян Гейл, Югані Паллааcма та інші, кожен по-своєму зверталися до проблеми переживання простору людиною, прагнучи створити людиноцентричні середовища. У цьому контексті особливо показовою є творчість американського архітектора Стівена Холла, якого дослідники називають "феноменологом в архітектурі" [2]. Холл часто посилається на ідеї Мерло-Понті й інших феноменологів у власних теоретичних есе та застосовує концепції втілення, перцепції та інтеграції тіла і простору у своїх проектах. Вивчення цього впливу є важливим як для глибшого

розуміння архітектури Холла, так і для розширення загального теоретичного підґрунтя феноменології архітектури.

Аналіз досліджень і публікацій: Питання феноменології в архітектурі досліджувалися як зарубіжними, так і вітчизняними авторами, проте аспект прямого впливу філософії М. Мерло-Понті на архітектуру розкритий недостатньо повно. Ще у 1970–1980-х роках з'явились роботи, що вводили феноменологічну проблематику у архітектурну теорію. Знаковою є праця Крістіана Норберга-Шульца «Genius Loci: до феноменології архітектури» (1980), де автор – під впливом М. Гайдеггера – розглядає дух місця та екзистенціальний характер простору [3]. Норберг-Шульц наголошував, що архітектура повинна забезпечувати людині «відчуття місця», укоріненість у просторовому контексті – ця ідея перегукується з поняттям ситуаційності у Мерло-Понті.

У 1990-х роках феноменологічний підхід в архітектурі здобув подальший розвиток завдяки працям таких теоретиків та практиків, як Югані Паллаасма та Альберто Перес-Гомес. У збірнику есе «Запитання сприйняття: феноменологія архітектури» (1994) Холл, Паллаасма і Перес-Гомес дослідили роль людського сприйняття в архітектурній творчості [2]. Зокрема, Паллаасма у своєму есе «Архітектура семи чуттів» критикує «окулярцентризм» модернізму та, спираючись на феноменологію Мерло-Понті, обґрунтовує необхідність залучення всієї палітри відчуттів – дотику, слуху, нюху – до переживання простору [6, с. 28–30]. Інший відомий твір Паллаасми «Очі шкіри: архітектура і відчуття» (1996) також утверджує, що простір осягається не лише зором, а всім тілом, і саме через тілесний досвід архітектура набуває екзистенціального змісту [5]. Таким чином, у науковій літературі закріпилося розуміння архітектури як «участі тіла у світі» (за висловом Мерло-Понті), а архітектурний простір – як продовження тіла та його руху.

Стівен Холл не тільки займався архітектурною практикою, але й активно рефлексував про це у своїх публікаціях, спираючись на феноменологію. У книзі «Parallax» (2000) Холл розвиває ідею, що архітектурна концепція повинна народжуватися з конкретного перцептивного досвіду, а не лише з абстрактних формальних принципів [4, с. 9–15]. Він вводить поняття «обмеженої концепції» – ідеї, яка є унікальною для конкретного місця і програми та стає «мережевим центром» для всіх архітектурних рішень проекту [4, с. 17–18]. Такий підхід відображає феноменологічний метод: від реального переживання – до концепту. Сам Холл визнавав вплив філософії Мерло-Понті на свою творчість. Зокрема, у інтерв'ю (опублікованому в журналі El Croquis) він зазначив, що перейняв у Мерло-Понті концепцію «переплетення» суб'єкта та об'єкта і втілив її в конкурсі на музей сучасного мистецтва в Гельсінкі, назвавши проект "Chiasma"

(Кіасма) на честь цього поняття [23]. Дослідник Скотт Дрейк у статті «Кіазм і досвід простору: Музей сучасного мистецтва в Гельсінкі» детально проаналізував, як ідея мерло-понтівського chiasm (взаємопроникнення тіла і світу) стала концептуальною основою для форми і просторової організації будівлі музею Холла [9]. Також в літературі відзначено інші прояви феноменології у проектах Холла – зокрема, увагу до руху тіла в просторі, мінливих перспектив та світлових ефектів, що створюють у відвідувача відчуття «живого простору» [8].

В українському науковому просторі питання феноменології архітектури тільки починають системно розроблятися. Окремі аспекти (просторовість екзистенції, тілесність сприйняття) висвітлювалися у філософських працях [1, 24]. Проте спеціальних досліджень, присвячених впливу саме Мерло-Понті на конкретні архітектурні твори, майже немає. Це визначає наукову новизну даної роботи, яка полягає у комплексному аналізі творчості Стівена Холла крізь призму феноменології втіленого простору.

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні й демонстрації того, як філософія Моріса Мерло-Понті, зокрема його уявлення про втілене сприйняття і взаємопроникнення тіла та світу, вплинула на архітектурні концепції Стівена Холла. Іншими словами, метою є виявити зв’язок між феноменологічними ідеями та конкретними архітектурними рішеннями (форми, планувальні прийоми, використання світла і матеріалів) у трьох вибраних проектах Холла.

Актуальність роботи обумовлена потребою гуманітарного переосмислення архітектури в умовах зростаючої уваги до якості переживання простору. Сьогодні, коли архітектурне середовище розглядається як фактор впливу на психологічне і фізичне благополуччя людини, звернення до феноменології – науки про досвід – є надзвичайно своєчасним. Дослідження спадщини Мерло-Понті та її інтерпретації в сучасній архітектурі дозволяє збагатити інструментарій архітекторів для проектування просторів, які “відчуваються” людьми. Крім того, в теоретичному плані актуальним є діалог між філософією і архітектурою: такий міждисциплінарний підхід сприяє розвитку архітектурної науки.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше в україномовній літературі здійснено цілісний аналіз архітектури Стівена Холла крізь призму феноменології Мерло-Понті. Якщо раніше феноменологічні аспекти творчості Холла розглядалися переважно в загальнотеоретичному контексті [4; 8;10; 11; 16; 17; 18; 19] або у вузьких англомовних дослідженнях [7; 20], то дане дослідження систематизує ці дані і доповнює їх новими спостереженнями. Зокрема, введено до наукового обігу поняття «втілений простір» стосовно

архітектури Холла, уточнено зміст концепцій “кіазму” та “трійності” у його проектах, а також виявлено паралелі між філософськими текстами Мерло-Понті та авторськими висловлюваннями Холла.

Методологія дослідження носить міждисциплінарний характер. По-перше, застосовано метод теоретичного аналізу філософських джерел – праць М. Мерло-Понті (насамперед «Феноменологія сприйняття») – з метою виокремлення ключових понять (тілесність, ситуаційність, кіазм), важливих для архітектури. По-друге, використано метод компаративного аналізу, щоб співставити ці поняття з ідеями, висловленими самим Стівеном Холлом у його книгах і інтерв’ю [4; 8; 14; 15; 21;23]. По-третє, проведено аналіз конкретних архітектурних об’єктів – трьох вибраних проектів Холла. Аналіз включав вивчення архітектурних планів, фотографій, авторських начерків та описів, доступних у публікаціях і архівах, з акцентом на просторово-планувальні рішення, світлові ефекти, шлях руху користувача. Особливу увагу приділено якісному феноменологічному опису: наприклад, яким чином відвідувач музею відчуває себе в просторі – через зорові перспективи, тактильні відчуття від матеріалів, акустичні властивості тощо. Такий опис базується частково на наявних відгуках критиків [7] та власному інтерпретативному моделюванні досвіду перебування в цих будівлях (ментальний “променад” через простір проекту).

У межах статті результати представлено у вигляді поєднання феноменологічного аналізу (де простежується ідея від філософії до архітектури) та студій окремих кейсів (де кожен проект розглянуто самостійно як прояв певної концепції). Це дозволяє збалансувати теоретичну аргументацію з конкретикою архітектурних рішень.

Основна частина: Феноменологія втіленого простору у проектах Стівена Холла.

Музей сучасного мистецтва Kiasma (Гельсінкі, 1993–1998).

Проект музею сучасного мистецтва «Kiasma» в Гельсінкі став однією з перших масштабних реалізацій феноменологічних ідей в архітектурі Стівена Холла. Назва Kiasma (від грец. χίασμα – «перехрестя», «переплетення») безпосередньо відсилає до поняття кіазму, яке ввів Моріс Мерло-Понті у пізніх роботах для опису взаємного проникнення суб’єкта і об’єкта, тіла і світу. Холл, створюючи конкурсну пропозицію для музею (1992), був натхненний цією філософською ідеєю і прагнув «матеріалізувати» її в архітектурній формі. Концепція проекту полягала в переплетенні двох основних «ліній» – культурної та природної – на ділянці музею, що відобразилося у композиції будівлі [8]. Як зазначав сам архітектор, «кіасма виникає, коли маса будівлі переплітається з геометрією міста і ландшафту» [8]. На практиці це було втілено в плані: довгий

вигнутий об’єм музею слідує “природній” лінії ландшафту вздовж затоки Тьєолетяхті, тоді як прямий ортогональний об’єм перетинає його під кутом, орієнтуючись на міську «культурну» ось, що веде до сусіднього Концертного залу “Фінляндія-холл”. Перетин цих двох об’ємів створює композиційне “перехрестя” – кіазм – який став смисловим центром всього проекту.

У просторі музею принцип переплетення проявляється багатопланово. По-перше, відвідувач, рухаючись всередині, постійно відчуває зв’язок інтер’єру з зовнішнім оточенням. Холл добився цього через планувальне «вписування» будівлі в контекст: всередині головного виставкового крила передбачено видовжені галереї з вигнутими стінами, які ведуть погляд відвідувача назовні, у бік парку та затоки, через великі діагональні вікна. Таким чином, зовнішній ландшафт «втягується» в середину – глядач ніколи не ізольований від міста та природи, а постійно співвідносить мистецтво в залах із реальністю за вікном. Це відповідає тезі Мерло-Понті про те, що сприйняття завжди вбудоване у ситуацію і контекст [1, с. 276].

По-друге, архітектура Kiasma стимулює динамічне, тілесне сприйняття. Маршрут руху через експозицію організований у формі плавної криволінійної рампи, яка підіймається п’ятивитковою спіраллю вздовж вигнутого крила будівлі. Відвідувач буквально «відчуває» простір по вертикалі й горизонталі, а не просто статично оглядає експонати. Перспективи постійно змінюються: з різних точок рампи відкриваються нові ракурси – то на атріум і сусідні галереї через прорізи в стіні, то назовні на місто. Така кінематографічність простору створює ефект «живої» архітектури, що розкривається поступово, в часі – подібно до того, як Мерло-Понті описував процес сприйняття через рух і множинність профілів об’єкта [1, с. 106]. За спостереженням С. Дрейка, у Kiasma реалізовано принцип “просторового кіазму”: тіло глядача і простір музею взаємно визначають одне одного в процесі руху, виникає новий досвід єдності людини і місця [9]. Це яскраво відчувається, наприклад, у точці, де рампа переходить у підвісний місток над атріумом: відвідувач бачить під собою простір, наповнений людьми, картинами, світлом згори, і усвідомлює себе частиною цієї великої просторової тканини.

По-третє, Холл приділив особливу увагу світлу як матеріалізації феноменологічного образу. У Kiasma природне освітлення організоване майстерно: вигнуті стелі галерей виконують роль світловодів, які спрямовують м’яке розсіяне північне світло у глиб будівлі. Завдяки цьому картини освітлюються рівномірно та без відблисків, а відвідувач підсвідомо відчуває плинність і зміну денного світла протягом дня. Архітектурний критик К. Фремптон назвав Kiasma «архітектурним еквівалентом публічного запрошення», маючи на увазі, що інтер’єри музею відкриті місту і часу, ніби дві

долоні, які злегка зігнуті й утримують між собою простір [18]. Ця поетична метафора – “дві руки, що з’єднуються” – була вжита самим Холлом для опису музею: за його словами, вигнутий і прямий об’єми з’єднуються, формуючи єдине ціле, як дві долоні, що стискаються одна з одною [21]. У результаті будівля дійсно сприймається не як набір залів, а як єдиний організм простору, що обіймає відвідувача. Таким чином, в Kiasma Стівен Холл реалізував ідею Мерло-Понті про «втілене бачення», коли архітектура стає продовженням тіла, а бачення – різновидом дотику і перебування у світі.

Художній музей Bellevue Arts Museum (Беллев’ю, Вашингтон, 1997–2001)

Наступний приклад – музей образотворчих мистецтв у місті Беллев’ю (штат Вашингтон, США) – демонструє дещо інший аспект архітектурної феноменології Холла. Якщо в Kiasma акцент був на переплетенні тіла і світу через форму і контекст, то в Bellevue Arts Museum (BAM) Холл звертається до ідеї множинності досвіду та відмови від дуальних протиставлень. Концепція будівлі формулюється автором як “Tripleness”, тобто “трійність” – організація простору на засадах трьох взаємопов’язаних аспектів досвіду [8]. У пояснювальній записці до проекту Холл зазначив, що «трійність – це організуюча концепція будівлі. Недіалектична відкритість досвіду, думки і дії надає характер простору на трьох рівнях, у трьох галереях, з трьома різними умовами освітлення і трьома маршрутами руху» [21]. Фраза «недіалектична відкритість» тут ключова: вона означає, що простір музею не будується на протиставленні чи дуалізмі (наприклад, верх-низ, світло-тінь, закрите-відкрите), а натомість пропонує єдність трьох різних, але рівноцінних станів. Це відображає феноменологічний світогляд, де немає жорсткого поділу на суб’єкт і об’єкт або на дві протилежності; навпаки, досвід багатовимірний і цілісний.

Архітектурно «трійність» реалізована через розподіл музею на три основні просторові локації (lofts): три поверхи – три великі галереї, кожна з яких має свою геометрію та світло. При цьому ці рівні взаємопов’язані в єдину просторову систему. Будівля має три поверхового червоного кольору, в якому вирізані об’єми трьох галерей. Кожна галерея дещо зміщена і повернена, від чого зовнішній контур будівлі виглядає скульптурно-неправильним – об’єми ніби злегка «деформовані» і зчеплені між собою на кінцях. Ці вигини і зсуви відповідають внутрішнім функціям: Холл спроектував три галереї з різною атмосферою, які він сам асоціював із трьома типами часу і творчості.

- Перша галерея (північна) має рівномірне верхнє освітлення через фільтроване світло зі стелі – це створює відчуття спокійної, рівної атмосфери “поточного часу”. Тут глядач може споглядати експонати в сталому світлі, що сприяє медитативному настрою.

- Друга галерея (південна) отримує косі промені сонця через вузькі прорізи на фасаді, причому форма галереї має дугоподібні обриси. Це динамічний простір, де світло змінюється протягом дня, утворюючи яскраві плями і тіні. Він уособлює "циклічний час" – як хід сонця по небу – і запрошує відвідувача досліджувати простір, рухаючись за грою світлотіні [8].
- Третя галерея (верхній рівень, студійний) освітлюється через систему розрізнених стельових світлових шахт зі сходу і заходу. Світло тут фрагментоване, локальне, подекуди різко окреслене. Це асоціюється з «фрагментованим часом», або навіть з "гностичним" – часом інсайтів і творчих імпульсів [8]. У цій галереї, яка використовується також як майстерня, відвідувач може творити, взаємодіяти з експонатами або художніми процесами.

Таким чином, три галереї Bellevue Arts Museum представляють три модуси просторового досвіду: споглядання, дослідження і творення – що відповідає трьом типам активності людини («бачити – досліджувати – створювати», за автором [8]). Важливо, що ці стани не ізольовані один від одного: архітектура об'єднує їх у спільну циркуляцію. Холл спеціально передбачив три різні маршрути крізь будівлю: центральні сходи з атріумом, бокові сходи та пандуси – що дає відвідувачам можливість самостійно обирати послідовність переживань. Немає єдиного "правильного" шляху – музей дозволяє недетерміновану навігацію. Це також відображає феноменологічний підхід, згідно з яким сенс простору відкривається через вільне пересування і особистий досвід кожного індивіда, а не нав'язану траєкторію.

Музей у Беллев'ю можна розглядати як своєрідну «лабораторію відчуттів»: тут архітектор експериментує з тим, як різні геометричні форми і світлові сценарії впливають на настрій і поведінку людини. З точки зору впливу Мерло-Понті, цей проект особливо цікавий відмовою від дихотомій. Замість класичних пар «експонування vs інтерактивність», «природне vs штучне освітлення», «галерея vs студія» – Холл пропонує синтетичні простори, що поєднують обидва начала. Такий підхід співзвучний ідеї Мерло-Понті про «недіалектичність» нашого сприйняття, коли ми не розділяємо досвід на дискретні категорії, а сприймаємо світ цілісно [1, с. 219]. У BAM відвідувач на одному поверсі виступає глядачем, на іншому – дослідником, на третьому – співтворцем; але всі ці ролі зливаються в комплексне враження про музей.

Окремо варто згадати, що Холл називав цей музей «гаражем мистецтв», підкреслюючи його відкритість місту та експериментальний характер [8]. Фактично, перший поверх будівлі спланованo як публічний простір – з великим вітринним склом та входами з кількох боків, щоб залучити перехожих всередину. Така урбаністична відкритість посилює феноменологічний ефект залученості: межа між міським середовищем і музеєм розмивається, і простір

закладу стає продовженням пішохідної вулиці. Це знову-таки про ситуативність: архітектура утворює конкретну ситуацію зустрічі людини з мистецтвом у повсякденному контексті міста.

Отже, Bellevue Arts Museum демонструє вплив філософії втіленого сприйняття через організацію різноманітного, але цілісного просторового досвіду. Простір тут "налаштований" на три різні людські сприйняття, що відповідає багатовимірності людської присутності у світі за Мерло-Понті. Холл показує, що архітектура може бути "налаштована" як інструмент, на якому гратиме сам відвідувач, вибудовуючи свою феноменологічну симфонію переживань.

Школа мистецтв та історії мистецтв Університету Айови (Айова-Сіті, 2006)

Будівля Школи мистецтв та історії мистецтв в Університеті Айови (Art Building West, Iowa City), відкрита у 2006 році, є прикладом застосування феноменологічних принципів у освітньому середовищі. Цей проект дещо відрізняється від музейних робіт Холла, адже містить не виставкові зали, а аудиторії, студії, бібліотеку, простори для спілкування студентів. Проте і тут архітектор відштовхувався від поняття втіленого простору, прагнучи створити будівлю, яка стала б "інструментом для практики і аналізу мистецтва, заснованим на ідеї 'відкритих меж та центру'" [9]. Формулювання «open edges and center» («відкриті краї та центр») належить самому Холлу: так він описав концепцію цієї школи у прес-релізі до відкриття [21]. Розглянемо, що це означає і як співвідноситься з феноменологією.

Поняття «відкритих меж» вказує на інтеграцію будівлі зі своїм оточенням і гнучкість її внутрішніх меж. Будівля Школи мистецтв Айови розташована в унікальному місці – на межі університетського кампусу і міського середовища, поряд з мальовничим ставком. Холл використав цю ситуацію, буквально вплівши архітектуру в ландшафт. Частина споруди (крило з бібліотекою) піднята на палях і нависає над водоймою, утворюючи своєрідний міст. Інша частина вбудована в схил пагорба. Між ними виникає двір-атріум під відкритим небом біля ставка, доступний як зсередини, так і ззовні. Таким чином, фізичні межі будівлі розмиті: студенти і відвідувачі можуть легко переміщуватися з внутрішніх просторів назовні – на терасу біля води або пішохідні доріжки кампусу, що проходять крізь перший рівень будівлі. Це є прикладом принципу «ситуації» у Мерло-Понті: архітектура не відокремлює індивіда від світу, а навпаки, включає світ у свій простір. Тіло, перебуваючи всередині, постійно відчуває присутність природного оточення – водної гладі, зелені схилу, неба над атріумом. Простір школи стає продовженням місця – контексту кампусу і природи.

Ідея «центру» в концепції Холла теж має особливе значення. Усередині будівлі організовано центральний атріум – вертикальний простір через всі поверхи, залитий світлом. Але цей центр не є замкнутим: навколо нього немає суцільних стін, натомість – відкриті галереї-переходи, скляні перила, види в різні боки. Холл називає такі простори “formless spaces” (буквально “безформні простори”) – тобто гнучкі зони, які не мають чітко визначеної функції, але виконують роль конденсатора соціальної взаємодії [9]. В Школі мистецтв цю роль відіграє просторий вестибюль-атріум із відкритими сходами та містками, де студенти спонтанно зустрічаються, спілкуються, проводять виставки своїх робіт. Цей центральний простір є серцем будівлі, яке об’єднує усі функції – аудиторії, бібліотеку, студії – в єдине живе середовище. Фактично Холл створив середовище, яке самому росте і змінюється під впливом людської активності – і це відображає феноменологічний погляд на простір як на «сцену життя», невіддільну від дій, що в ньому відбуваються.

Архітектурні рішення Школи мистецтв Айови також спрямовані на стимулювання багатосенсорного досвіду. Матеріали фасадів і інтер’єрів підібрані в контрастах фактур: холодне скло, іржава сталь COR-TEN та дерево. На дотик і візуально ці матеріали створюють різні відчуття, що збагачує сприйняття простору. Світло в будівлі використано як основний елемент формоутворення: великі скляні площини фасадів відкривають інтер’єри до денного світла, а кольорові вставки (наприклад, знаменита червона “підвішена” сходова клітка) додають акцентів. Промені світла, відбиваючись від води ставка, грають на стелі атріуму – тим самим природа “малює” всередині будівлі. У сутінках світло зсередини, прориваючись назовні крізь скло, робить будівлю маяком на березі ставка, помітним з усього кампусу.

У цьому проекті відчувається вплив мерло-понтівського поняття «anchoring» – укорінення. Холл навіть назвав одну зі своїх ранніх книг “Anchoring” (1989), де наголошував, що кожен проект має виходити з “якоря” – конкретного місця і ситуації [14]. Школа мистецтв Айови буквально прикута до свого місця (ставок, пагорб, історичний кампус), але водночас трансформує це місце, додаючи нові сценарії активності. Це співзвучно думці Мерло-Понті про те, що екзистенція завжди є “вкоріненою” в ситуацію, але не пасивно, а активно її переосмислює [1, с. 279–281].

Загалом, будівля Школи мистецтв Університету Айови слугує прикладом, як архітектура навчального закладу може бути більше ніж утилітарною коробкою для занять – вона стає педагогічним простором, що сам навчає через досвід. Студенти, перебуваючи у цій будівлі, невпинно відчувають гру форми, світла, матеріалу, простору – тобто ті самі категорії, з якими вони працюють у творчості. Таким чином, архітектура Холла тут формує свідомість молодих

митців, занурюючи їх у феноменологічно насичене середовище. Це чудова ілюстрація тези Мерло-Понті про те, що простір є продовженням тіла і свідомості: майбутні художники і архітектори, рухаючись у просторі школи, навчаються бачити і відчувати простір глибше.

Висновки

Проведений аналіз підтверджує, що філософія Моріса Мерло-Понті справила глибокий вплив на архітектурну творчість Стівена Холла, зумовивши формування концепції феноменології втіленого простору у його проектах. Холл фактично здійснив «переклад» ключових понять феноменології Мерло-Понті – тілесності, ситуаційності, взаємопроникнення людини і світу – на мову архітектури. В музеї Kiasma концепція кіазму знайшла вираження через переплетення форм і маршрутів, які інтегрують відвідувача, будівлю та міський ландшафт в єдину пережиту ситуацію. У музеї Bellevue ідея недіалектичної відкритості досвіду реалізована у вигляді тріади просторів з різними якостями, що надають відвідувачу свободу багаторівневого сприйняття без нав'язаної ієрархії – тим самим архітектура апелює до цілісності сенсорного досвіду. В освітньому комплексі для Школи мистецтв Айови принцип відкритих меж розмиває грані між інтер'єром і контекстом, втілюючи ідею укоріненості простору, тоді як відкритий центр будівлі стає живим втіленням соціальної та творчої взаємодії, важливої для феноменології спільного буття.

З точки зору теорії архітектури, приклад Стівена Холла демонструє плідність міждисциплінарного підходу, коли архітектор свідомо спирається на філософську думку для генерування проектних рішень. Феноменологічний метод дозволив Холлу зосередитися на людському вимірі простору – відчуттях, настроях, поведінкових сценаріях. Це збагатило його архітектуру новими якостями: атмосферністю, тактильністю, кінестетичністю. Кожен з розглянутих проектів показує, що архітектурна форма у Холла не самоціль, а інструмент для створення досвіду. Таким чином, підтверджується теза, що тіло є центром відліку в архітектурі: пропорції, плани, матеріали оцінюються за тим, як їх "зчитує" і проживає людина.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що принципи, застосовані Холлом, можуть бути враховані сучасними архітекторами при проектуванні середовищ, орієнтованих на користувача. Залучення ідей феноменології – наприклад, планування, що враховує траєкторії руху і поля зору людини; використання світла як динамічного компонента простору; матеріалів, що апелюють до різних відчуттів – здатне підвищити якість архітектури та її сприйняття. Окрім того, результати дослідження сприяють глибшому розумінню творчості Стівена Холла в контексті світової архітектурної

думки, позиціонуючи його як одного з головних провідників феноменології в архітектурі кінця XX – початку XXI ст.

Перспективи подальших досліджень

Дане дослідження відкриває ряд напрямів для подальшої наукової роботи. По-перше, перспективним є розширення кола аналізованих об'єктів – як в творчості самого Стівена Холла (інших його проектів, наприклад, каплиці Святого Ігнатія в Сіетлі чи житлових будівель), так і у творчості інших архітекторів, що надихалися феноменологією. Порівняльний аналіз підходів Стівена Холла, Петера Цумтора, Тадао Андо, Альваро Сіза та інших майстрів дозволить виявити спільні риси та відмінності «феноменологічних» пошуків в архітектурі. По-друге, варто поглибити інтердисциплінарний підхід: залучити психологічні та нейронаукові методи для вивчення того, як люди насправді сприймають і переживають простір, створений за феноменологічними принципами. Наприклад, емпіричні дослідження (опитування, нейровізуалізація мозку) могли б підтвердити чи уточнити висновки теорії щодо впливу світла, форми, фактури на емоційний стан і поведінку користувачів архітектури. По-третє, цікавим напрямом є дослідження історичного взаємовпливу феноменології і архітектури: як ідеї філософів-феноменологів (Гуссерля, Гайдеггера, Мерло-Понті, Дерріди та ін.) проникали в архітектурну освіту і практику у різних країнах. Такий аналіз сприяв би кращому розумінню еволюції архітектурної теорії другої половини XX ст.

Насамкінець, варто зазначити, що феноменологічний підхід не втрачає актуальності й сьогодні, в епоху цифрових технологій та віртуальної реальності. Навпаки, що більше наше життя переміщується у віртуальне, то цінніше стає автентичний тілесний досвід. Архітектура, яка апелює до тіла і почуттів, здатна забезпечити людині потрібний зв'язок зі світом, "заземленість" у реальності. Філософія Моріса Мерло-Понті залишається невичерпним джерелом ідей для архітекторів, які прагнуть творити осмислені, життєствердні простори. Подальші дослідження у цьому напрямі будуть корисними як для теоретиків, так і для практиків архітектури, адже допоможуть наблизити архітектурну творчість до її головного адресата – живої, чуттєвої, втіленої людини.

Список використаної літератури

1. Мерло-Понті М. Феноменологія сприйняття / пер. з фр. О. Йосипенка, С. Йосипенка. – К.: Український центр духовної культури, 2001. – 552 с.

2. Holl S., Pallasmaa J., Pérez-Gómez A. Questions of Perception: Phenomenology of Architecture. – San Francisco: William Stout, 2006. – 155 c.

3. Norberg-Schulz C. Genius Loci: До феноменології архітектури. – Нью-Йорк: Rizzoli, 1980. – 213 с.

4. Holl S. Parallax. – Нью-Йорк: Princeton Architectural Press, 2000. – 215 с.

5. Pallasmaa J. The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses. – Chichester: Wiley, 2012. – 130 с.

6. Pallasmaa J. The Thinking Hand: Existential and Embodied Wisdom in Architecture. – Chichester: Wiley, 2009. – 160 с.

7. Pallasmaa J. Encounters: Architectural Essays. – Helsinki: Rakennustieto, 2005. – 328 с.

8. Pérez-Gómez A. Built upon Love: Architectural Longing after Ethics and Aesthetics. – Cambridge: MIT Press, 2006. – 272 с.

9. Drake S. The Chiasm and the Experience of Space: Steven Holl's Museum of Contemporary Art, Helsinki // *Journal of Architectural Education*. – 2005. – Vol. 59, No. 2. – С. 52–60.

10. Zumthor P. Thinking Architecture. – Basel: Birkhäuser, 2010. – 88 с.

11. Гайдеггер М. Будівля. Житло. Мислення // Часопис "Ї". – 2001. – № 23. – С. 15–29.

12. Merleau-Ponty M. Eye and Mind // The Primacy of Perception. – Evanston: Northwestern University Press, 1964. – P. 159–190.

13. Merleau-Ponty M. The Visible and the Invisible. – Evanston: Northwestern University Press, 1968. – 296 p.

14. Holl S. Anchoring. – New York: Princeton Architectural Press, 1989. – 88 p.

15. Holl S. Urbanisms: Working with Doubt. – New York: Princeton Architectural Press, 2009. – 272 p.

16. Hale J. Merleau-Ponty for Architects. – London: Routledge, 2017. – 134 p.

17. Leatherbarrow D., Mostafavi M. Surface Architecture. – Cambridge: MIT Press, 2002. – 226 p.

18. Frampton K. Studies in Tectonic Culture. – Cambridge: MIT Press, 1995. – 420 p.

19. Dovey K. Framing Places: Mediating Power in Built Form. – London: Routledge, 2008. – 272 p.

20. Karaalp A. Steven Holl: a translation of phenomenological philosophy into the realm of architecture: [Thesis]. – Middle East Technical University, 2006. – 155 с.

21. Steven Holl Architects. Project descriptions [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.stevenholl.com/projects

22. Derrida J. Points… Interviews, 1974–1994. – Stanford: Stanford University Press, 1995. – 472 p.

23. Steven Holl - El Croquis 108 - Steven Holl 1998-2002 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.scribd.com/document/535903438/El-Croquis-108-Steven-Holl-1998-2002?language_settings_changed=English

24. Покотило К.М., Творонович І.О. Про потенціал використання феноменологічних методів у дослідженні безбар'єрних ситуацій в універсальному дизайні Просторовий розвиток: Науковий збірник / Головн. ред. О. Ковальчук. – К., КНУБА. 2023. – Вип. 5. – 385 с. – С. 370 – 380

Ph.D., Associate Professor **Kostiantyn Pokotylo**
Kyiv National University of Construction and Architecture

PHENOMENOLOGY OF EMBODIED SPACE: THE INFLUENCE OF MAURICE MERLEAU-PONTY'S PHILOSOPHY ON STEVEN HALL'S ARCHITECTURAL CONCEPT

The article investigates the influence of Maurice Merleau-Ponty's phenomenological philosophy on the formation of Steven Hall's architectural concept, which focuses on the concept of "embodied space." The problem of integrating philosophical ideas of corporeality and perception of space into architectural theory and practice is posed. The current state of research on phenomenology in architecture is analyzed, and it is found that Merleau-Ponty's ideas about experienced space have significantly influenced a number of leading architects (J. Pallasmaa, P. Zumthor, S. Hall, etc.), but this topic has not been sufficiently covered in Ukrainian academic discourse. The purpose, relevance, and scientific novelty of the study are defined, which consists in revealing specific manifestations of Merleau-Ponty's philosophical concepts (such as "corporeality" and "chiasm") in Hall's architectural solutions. The methodology is based on a phenomenological approach to the analysis of space, a comparative analysis of philosophical texts and architectural projects, as well as methods of architectural and artistic analysis. The results section examines three landmark projects by Steven Hall—the Kiasma Museum (Helsinki), the Bellevue Art Museum (Washington, USA), and the University of Iowa School of Art and Art History building—as examples of the embodiment of phenomenological ideas. It is shown that in the Kiasma project, Hall uses Merleau-Ponty's concept of "chiasmus" to integrate the body, the building, and the context; in the Bellevue Museum, the principle of the "triplicity" of spatial experience is implemented, which echoes the phenomenological rejection of dualisms; in the university's School of Art, the idea of" open boundaries and center,"

which emphasizes the situational nature of space and social interaction. The conclusions summarize that Hall's architecture demonstrates a successful example of architectural phenomenology: the spatial form, light, materials, and movement routes are thoughtfully designed to create a holistic multisensory experience for the recipient. Prospects for further research include a deeper study of architectural phenomenology, in particular a comparison of the influences of other phenomenologists (e.g., M. Heidegger, A. Stokes) on contemporary architectural concepts and empirical research into users' perceptions of "embodied" space.

Key words: phenomenology; embodied perception; architecture; Maurice Merleau-Ponty; Steven Holl; space; embodiment; chiasm.

REFERENCES

1. Merleau-Ponty, M. (2001). *Fenomenolohiia spryiniattia* [Phenomenology of Perception]. Kyiv: Ukrainskyi tsentr dukhovnoi kultury. {in Ukrainian}

2. Holl, S., Pallasmaa, J. and Pérez-Gómez, A. (2006). *Questions of Perception: Phenomenology of Architecture*. San Francisco: William Stout. {in English}

3. Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*. New York: Rizzoli. {in English}

4. Holl, S. (2000). *Parallax*. New York: Princeton Architectural Press. {in English}

5. Pallasmaa, J. (2012). *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*. 2nd ed. Chichester: Wiley. {in English}

6. Pallasmaa, J. (2009). *The Thinking Hand: Existential and Embodied Wisdom in Architecture*. Chichester: Wiley. {in English}

7. Pallasmaa, J. (2005). *Encounters: Architectural Essays*. Helsinki: Rakennustieto. {in English}

8. Pérez-Gómez, A. (2006). *Built upon Love: Architectural Longing after Ethics and Aesthetics*. Cambridge: MIT Press. {in English}

9. Drake, S. (2005). The chiasm and the experience of space: Steven Holl's Museum of Contemporary Art, Helsinki. *Journal of Architectural Education*, 59(2), pp.52–60. {in English}

10. Zumthor, P. (2010). *Thinking Architecture*. Basel: Birkhäuser. {in English}

11. Heidegger, M. (2001). Budivlia. Zhytlo. Myslennia. *Chasopys "Yi"*, 23, pp.15–29. {in Ukrainian}

12. Merleau-Ponty, M. (1964). Eye and Mind. In: *The Primacy of Perception*. Evanston: Northwestern University Press, pp.159–190. {in English}

13. Merleau-Ponty, M. (1968). *The Visible and the Invisible*. Evanston: Northwestern University Press. {in English}

14. Holl, S. (1989). *Anchoring*. New York: Princeton Architectural Press. {in English}

15. Holl, S. (2009). *Urbanisms: Working with Doubt*. New York: Princeton Architectural Press. {in English}

16. Hale, J. (2017). *Merleau-Ponty for Architects*. London: Routledge. {in English}

17. Leatherbarrow, D. and Mostafavi, M. (2002). *Surface Architecture*. Cambridge: MIT Press. {in English}

18. Frampton, K. (1995). *Studies in Tectonic Culture*. Cambridge: MIT Press. {in English}

19. Dovey, K. (2008). *Framing Places: Mediating Power in Built Form*. London: Routledge. {in English}

20. Karaalp, A. (2006). *Steven Holl: A Translation of Phenomenological Philosophy into the Realm of Architecture*. Master's thesis. Middle East Technical University. {in English}

21. Steven Holl Architects. (2025). *Project descriptions*. [online] Available at: https://www.stevenholl.com/projects [Accessed 1 May 2025]. {in English}

22. Derrida, J. (1995). *Points… Interviews, 1974–1994*. Stanford: Stanford University Press. {in English}

23. Steven Holl - El Croquis 108 - Steven Holl 1998-2002 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.scribd.com/document/535903438/El-Croquis-108-Steven-Holl-1998-2002?language_settings_changed=English {in English}

24. Pokotylo K.M., Tvoronovych I.O. (2023) On the potential of using phenomenological methods in the study of barrier-free situations in universal design Spatial Development: Scientific Collection / Ed. O. Kovalchuk. – Kyiv, KNUBA. – Issue 5. – 385 p. – P. 370–380 {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.13.936-956
УДК 004.8:[159.955 + 159.928]
к.т.н., доцент **Хавроненко В.Д.,**
khavronenko.vd@knuba.edu.ua, ORCHID: 0000-0003-0919-6620,
доцент **Кобзар А.Ю.,**
kobzar.aiu@knuba.edu.ua, ORCHID: 0009-0009-1508-4431,
Гетун С.Ю.,
hetun_sy-2024@knuba.edu.ua, ORCHID: 0009-0001-2269-7035,
Київський Національний університет будівництва і архітектури

КОНЦЕПТУАЛЬНА ШКАЛА ЗДАТНОСТІ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕПТИЛІЙ, МИШЕЙ, ЛЮДСЬКОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА СУЧАСНОГО ШІ

Порівняння когнітивних здібностей між біологічними видами та штучним інтелектом (ШІ) є складним, але все більш актуальним завданням з огляду на стрімкий розвиток ШІ та його потенційний суспільний вплив. Ця робота долає методологічні виклики, пропонуючи концептуальну, багатовимірну шкалу складності вирішення завдань, що охоплює рептилій, мишей, людей з низьким, середнім та високим рівнем IQ, та сучасний передовий ШІ (станом на 2024-2025 рр.). Шкала базується на синтезі даних з порівняльної психології, нейронауки, психометрії та досліджень ШІ, фокусуючись на вимірах складності, загальності, абстрактності та горизонту планування.

Результати аналізу розміщують сутності на шкалі у наступному порядку зростання можливостей: Рептилія < Миша < Людина з низьким IQ < Людина з середнім IQ < Сучасний ШІ < Людина з високим IQ. Аналіз виявляє унікальний та «нерівний» когнітивний профіль сучасного ШІ: він демонструє надзвичайні здібності у доступі до знань, розпізнаванні патернів та виконанні специфічних складних завдань (перевершуючи людський рівень), але водночас має глибокі фундаментальні обмеження у сферах, критичних для загального інтелекту, таких як здоровий глузд, каузальне міркування, надійна адаптація та узагальнення поза тренувальним розподілом.

Обговорюються ключові вузькі місця на шляху до Штучного Загального Інтелекту (ШЗІ), які ставлять під сумнів достатність простого масштабування поточних архітектур. Також розглядаються етичні та соціальні наслідки, пов'язані з розгортанням потужних, але потенційно «крихких» систем ШІ. Прогнози щодо майбутнього розвитку ШІ вказують на подальший значний прогрес у вузьких сферах протягом наступних 5-10 років, але досягнення рівня людського інтелекту високого рівня (HLMI/ШЗІ) залишається вкрай невизначеним і залежить від фундаментальних наукових

проривів. Робота підкреслює необхідність розробки кращих методів оцінки та забезпечення відповідального розвитку ШІ.

Ключові слова: штучний загальний інтелект; порівняльна когніція; вирішення проблем; шкала інтелекту; великі мовні моделі; LLM; людський інтелект; когнітивні здібності.

1. Вступ. Оцінка та порівняння інтелекту між різними сутностями – від тварин до машин – є давнім прагненням науки [1]. Зі стрімким розвитком штучного інтелекту (ШІ), особливо великих мовних моделей (LLM) та фундаментальних моделей, питання про їхні відносні можливості порівняно з біологічним інтелектом, включно з людським, набуває особливої актуальності. Розуміння поточного стану ШІ в контексті ширшого спектру когнітивних здібностей є критично важливим для оцінки прогресу в напрямку штучного загального інтелекту (ШЗІ), визначення його потенціалу та ризиків, а також для формування реалістичних очікувань. Необхідність такого порівняння підкреслюється в численних звітах та аналітичних оглядах, що вказують на потенційний трансформаційний вплив ШІ на суспільство, економіку та навіть питання міжнародної безпеки, що вимагає чіткого розуміння його реальних можливостей та обмежень порівняно з людиною [2], [3].

Однак таке порівняння стикається зі значними методологічними викликами. По-перше, саме поняття «інтелект» або «здатність до вирішення завдань» є багатогранним і залежить від контексту [4]. По-друге, метрики, що використовуються для оцінки когнітивних здібностей у тварин (часто орієнтовані на екологічно релевантну поведінку [4]), людей (психометричні тести, що вимірюють фактори, такі як g, Gf, Gc [5]) та ШІ (бенчмарки продуктивності на специфічних завданнях [6]), є принципово різними і не завжди безпосередньо порівнянними [7]. Наприклад, критика часто спрямована на використання тестів, розроблених для людей, при оцінці тварин, що може ігнорувати їхні унікальні когнітивні адаптації до власної екологічної ніші [8]. Водночас, оцінка ШІ за допомогою стандартних бенчмарків стикається з проблемою «оптимізації під тест» (overfitting to the benchmark) та можливим «забрудненням» тренувальних даних тестовими завданнями, що ставить під сумнів вимірювання справжнього узагальнення та розуміння [9].

Незважаючи на ці труднощі, спроба концептуального упорядкування різних рівнів здатності до вирішення завдань є корисною. Вона дозволяє візуалізувати відносні можливості та обмеження різних систем, виявити якісні стрибки в еволюції та розвитку інтелекту, а також краще зрозуміти поточну позицію та траєкторію ШІ.

Метою цієї роботи є: 1) проаналізувати когнітивні профілі та здатності до вирішення завдань рептилій, мишей, людей з низьким та високим рівнем IQ, та сучасного передового ШІ на основі синтезу наукової і дослідницької літератури; 2) розробити та обґрунтувати концептуальну шкалу складності вирішення завдань для цих сутностей; 3) оцінити поточну позицію та швидкість руху ШІ на цій шкалі; 4) сформулювати обґрунтовані прогнози щодо майбутніх можливостей ШІ.

2. Методологія

2.1. Побудова концептуальної шкали. Через зазначені вище методологічні розбіжності у вимірюванні, запропонована шкала є концептуальною та якісною, а не строго кількісною чи лінійною. Вона впорядковує сутності за їхньою максимальною продемонстрованою здатністю вирішувати проблеми зростаючої складності. Вибір саме цих сутностей (рептилія, миша, людина з низьким та високим IQ, сучасний ШІ) зумовлений прагненням охопити широкий діапазон когнітивних можливостей: від базових біологічних систем з відносно простою нервовою системою до вершини біологічної еволюції інтелекту (людина з різними рівнями функціонування) та поточного фронтиру штучних систем. Ключовими вимірами, що враховуються при побудові шкали, є:

- **Складність:** Кількість кроків міркування, обсяг інформації, що обробляється, рівень невизначеності, необхідність інтеграції різних знань. Цей вимір відображає обчислювальні та когнітивні ресурси, необхідні для вирішення завдання, що аналізується як в теорії обчислювальної складності, так і в когнітивній психології через моделі робочої пам’яті та багатоетапного міркування [10].
- **Загальність:** Широта доменів, до яких застосовні навички, здатність адаптуватися до нових, непередбачених завдань та контекстів [11]. Ця властивість тісно пов’язана з поняттями трансферного навчання (*transfer learning*) та узагальнення в машинному навчанні, а також з адаптивною поведінкою та еволюційною придатністю в біології [12]. Особливо критичною для ШЗІ вважається здатність до узагальнення поза розподілом тренувальних даних (*out-of-distribution generalization*) [13].
- **Абстрактність:** Здатність оперувати символами, концепціями, правилами, що не прив’язані до безпосереднього сприйняття; здатність до метакогнітивного мислення. Цей вимір є центральним у дослідженнях вищих когнітивних функцій людини, зокрема мови та символьного мислення, і розглядається в теоріях когнітивного розвитку та психолінгвістиці [14].
- **Горизонт планування**: Здатність до цілеспрямованої поведінки, що охоплює тривалі часові проміжки. Ця здатність пов’язана з виконавчими функціями префронтальної кори у людини та є ключовим напрямком

досліджень у галузі навчання з підкріпленням (*reinforcement learning*) та автоматизованого планування в ШІ [15], [16], [17], [18].

2.2. Визначення сутностей та джерела даних. Аналіз когнітивних профілів базується на синтезі рецензованої наукової літератури та експертних оглядів з відповідних галузей:

- **Рептилія:** Аналізуються дані порівняльної психології щодо навчання, вирішення проблем, просторової та соціальної когніції у різних видів рептилій, враховуючи сучасний перегляд їхніх можливостей та методологічні обмеження. [19]
- **Миша:** Розглядаються дослідження (переважно з нейронауки) щодо просторового навчання, навігації, пам'яті та нейронних корелятів (клітини місця, решітки) у гризунів як модельних організмів [4].
- **Людина** (низький та високий IQ): Аналізуються дані психометрії та когнітивної психології щодо структури людського інтелекту (теорія Керролла, g-фактор, флюїдний (Gf) та кристалізований (Gc) інтелект) та відмінностей у когнітивних здібностях (міркування, абстракція, пам'ять, швидкість обробки, вирішення проблем) між індивідами з різними рівнями IQ. «Низький IQ» представляє функціонування значно нижче середнього (IQ ~70-85), «високий IQ» – значно вище середнього (IQ ~115-130+).
- **Сучасний передовий ШІ**: Оцінюються можливості та обмеження найсучасніших фундаментальних моделей (класу GPT-4o, Claude 3 Opus, Gemini 1.5 Pro, DeepSeek R1 станом на кінець 2024 / початок 2025 рр.) на основі результатів бенчмарків (MMLU, ARC-AGI, GSM8k, HumanEval, AgentBench тощо), технічних звітів та аналітичних оглядів [7]. Важливим доповненням до кількісних показників бенчмарків є якісний аналіз специфічних можливостей та типових помилок цих моделей (наприклад, аналіз логіки міркувань, прикладів «галюцинацій», здатності до каузального висновку), представлений як у технічних звітах розробників (OpenAI, Google DeepMind, Anthropic), так і в незалежних академічних дослідженнях [20], [21], [22], [23].

3. Результати: Концептуальна шкала та розміщення сутностей. На основі аналізу когнітивних профілів, сутності розміщуються на концептуальній шкалі складності вирішення завдань у наступному порядку (від найнижчого до найвищого рівня):

Рептилія: Здатна до базового асоціативного навчання (наприклад, асоціювання певного кольору чи запаху з їжею), простої просторової орієнтації та вирішення проблем, безпосередньо пов'язаних з виживанням в їхній екологічній ніші (пошук їжі, уникнення хижаків) [4]. Демонструє обмежену поведінкову гнучкість, наприклад, труднощі зі зміною навченої реакції, якщо правила раптово змінюються (*reversal learning*), низький рівень абстракції

(проблеми з формуванням загальних концепцій, не прив'язаних до конкретних стимулів) та короткий горизонт планування. Сучасні дослідження показують більшу витонченість, ніж вважалося раніше, але їхні можливості залишаються значною мірою прив'язаними до конкретних стимулів, часто залежними від домінуючих сенсорних модальностей (зір, нюх), та екологічної релевантності [4], [19], [24], [25].

Миша: Значно перевершує рептилій у сфері просторової когніції. Демонструє здатність до складного просторового картування (наприклад, ефективне знаходження прихованої платформи у водному лабіринті Морріса або запам'ятовування шляху в радіальному лабіринті), гнучкої навігації у складних середовищах та запам'ятовування локацій [26]. Ці здібності мають чітку нейробіологічну основу в гіпокампі та енторинальній корі (клітини місця, клітини решітки, клітини напрямку голови). Вирішення проблем сильно орієнтоване на просторові завдання. Абстрактне, непросторове міркування та довгострокове планування, що виходить за межі безпосередньої навігації чи пошуку їжі, менш виражене порівняно з вищими ссавцями [12].

Людина з низьким IQ: Якісний стрибок порівняно з мишею завдяки наявності мови, символьного мислення та базової здатності до абстракції. Здатна вирішувати прості, конкретні проблеми, навчатися за допомогою повторення та підтримки [27]. Однак має суттєві обмеження у складному, багатоетапному міркуванні, ефективності робочої пам'яті (утримання та маніпулювання інформацією), робочій пам'яті, швидкості обробки та роботі з новизною та абстрактними концепціями, що відображає нижчий рівень флюїдного інтелекту (Gf) [28], [29]. Це проявляється у труднощах з багатоетапним плануванням, розумінням складних інструкцій, адаптацією до несподіваних змін у правилах завдання та формуванням складних аналогій або узагальнень.

Людина з середнім IQ (IQ ~90-110): Представляє типовий рівень когнітивного функціонування в популяції. Здатна до вирішення широкого кола повсякденних та професійних завдань, що вимагають міркування, планування та навчання. Володіє функціональною мовою, здатністю до помірної абстракції та узагальнення. Може навчатися новим навичкам та адаптуватися до змін середовища, хоча й не з такою швидкістю чи глибиною, як особи з високим IQ. Цей рівень слугує важливою точкою відліку для порівняння як з нижчими рівнями біологічного інтелекту, так і з можливостями сучасного ШІ [30], [31].

Сучасний передовий ШІ: Має унікальний та «нерівний» профіль. Перевершує всі попередні сутності (включно з людьми) у доступі, обробці та синтезі величезних обсягів текстової інформації (аналог Gc) та розпізнаванні складних патернів у даних. Демонструє високу, іноді надлюдську,

продуктивність у специфічних складних завданнях, таких як кодування, переклад, деякі види математичного та логічного міркування (згідно з бенчмарками). [6] Однак фундаментально обмежений у сферах, критичних для загального інтелекту: відсутнє справжнє розуміння світу та здоровий глузд, слабке каузальне міркування, ненадійне узагальнення на якісно нові ситуації поза тренувальними даними [11], крихкість міркувань [32], схильність до «галюцинацій» [33]. Розміщується вище за *Людину з низьким IQ* через перевагу у виконанні складних символьних завдань та обсязі знань, але нижче за *Людину з високим IQ* через фундаментальні обмеження в адаптивності та глибокому розумінні.

Людина з високим IQ: Представляє поточну вершину шкали. Характеризується високою здатністю до абстрактного міркування (Gf), ефективним накопиченням та використанням знань (Gc), складним багатоетапним плануванням, креативністю, метапізнанням та гнучкою адаптацією до нових проблем та середовищ. Це забезпечується, ймовірно, більш ефективною робочою пам'яттю, вищою швидкістю обробки інформації та кращою здатністю до виявлення глибинних закономірностей та віддалених зв'язків [34], [35]. Володіє здоровим глуздом, каузальним міркуванням та теорією розуму (хоча й недосконалими), що дозволяє орієнтуватися у складному фізичному та соціальному світі.

Ключові сильні сторони та обмеження для кожної згаданої сутності подано в таблиці 1.

4. Дискусія. 4.1. Відносні відстані та якісні розриви. Шкала виявляє значні, ймовірно, нелінійні, розриви між рівнями. Перехід від рептилій до мишей характеризується суттєвим ускладненням просторової когніції. Проте, найбільший якісний стрибок спостерігається між мишею та людиною (навіть з низьким IQ), зумовлений появою мови, символічного мислення та здатності до абстракції, що радикально розширює спектр вирішуваних проблем та можливостей для культурної передачі знань. Багато дослідників вважають саме цю здатність до символічної репрезентації та рекурсивної мови ключовим фактором, що відокремлює людську когніцію [37]. Розрив між людиною з низьким та високим IQ також є значним, відображаючи вплив загального фактора інтелекту (g) на здатність до складного міркування та ефективного навчання.

4.2. Унікальний профіль сучасного ШІ

Позиція ШІ є найбільш неоднозначною та дискусійною. Його надзвичайні здібності в обробці даних та виконанні певних завдань контрастують з фундаментальними провалами у базовому розумінні світу. Це створює профіль «крихкої надінтелектуальності» (*«brittle superpower»*) [32] – потужної, але

ненадійної та неадаптивної системи поза межами її тренувального розподілу та без глибокого розуміння контексту. Цей профіль якісно відрізняється від людського інтелекту, де базове розуміння (здоровий глузд, інтуїтивна фізика та психологія) зазвичай передує експертним знанням і слугує основою для їхньої інтерпретації та застосування. Таблиця 2 деталізує цей профіль, порівнюючи можливості ШІ з різними рівнями людського та тваринного інтелекту

Таблиця 1

Концептуальна шкала складності вирішення завдань

Сутність	**Ключові сильні сторони (типи вирішуваних проблем)**	**Ключові обмеження (проблемні типи завдань)**
Рептилія	Проблеми виживання (їжа, хижаки), базова просторова орієнтація, просте асоціативне навчання, обмежена поведінкова гнучкість [4].	Складні абстрактні проблеми, довгострокове планування, узагальнення на нові неекологічні контексти, складне міркування.
Миша	Складне просторове навчання та картування, гнучка навігація, пам'ять на локації, вирішення проблем у просторовому домені.	Високорівнева абстракція, складне непросторове міркування, довгострокове планування поза навігацією.
Людина з низьким IQ	Використання мови, базове міркування та абстракція, вирішення простих конкретних проблем, навчання через повторення/підтримку.	Складне багатоетапне міркування, висока абстракція, робота з новизною та невизначеністю, швидке навчання.
Людина з середнім IQ	Вирішення стандартних повсякденних і професійних завдань, функціональна мова, помірна абстракція, адаптивне навчання.	Обмеження у вирішенні дуже складних, нових або високоабстрактних проблем порівняно з високим IQ; повільніше навчання.
Сучасний передовий ШІ	Доступ та обробка величезних знань, розпізнавання патернів, висока продуктивність у специфічних складних завданнях (код, математика, мова). [36]	Справжнє розуміння, здоровий глузд, каузальне міркування, надійне узагальнення, адаптивність до новизни, довгострокове планування, фізична взаємодія. [32]
Людина з високим IQ	Висока абстракція, складне міркування (флюїдне та кристалізоване), довгострокове планування, креативність, метапізнання, ефективне навчання.	(Відносні) межі людських когнітивних можливостей (швидкість обчислень, обсяг пам'яті порівняно з потенційним ШІ). [17]

4.3. Траєкторія та вузькі місця розвитку ШІ

Темпи прогресу ШІ, вимірювані за допомогою бенчмарків, є вражаючими. Здається, ШІ швидко рухається вгору по шкалі, особливо в аспектах, пов'язаних з обробкою інформації та виконанням структурованих завдань. Рушіями цього прогресу є масштабування моделей, даних та обчислень, а також архітектурні інновації (наприклад, Transformer, моделі міркування).

Таблиця 2

Порівняльна здатність рівня продуктивності сучасного ШІ до вирішення завдань

Приклади завдань та сфер	**Пояснення та обґрунтування**
Краще за найрозумнішу людину	
- Обробка та синтез величезних текстових даних - Виявлення складних статистичних патернів у масивних даних - Швидкість виконання чітко визначених обчислювальних/алгоритмічних завдань - Відтворення великих обсягів фактичної інформації з тренувальних даних - Продуктивність на деяких стандартизованих тестах/бенчмарках (напр., пригадування знань)	Перевага зумовлена швидкістю обчислень, масштабом обробки та доступом до даних, а не глибиною розуміння чи гнучкістю мислення.
Краще за посередню людину, але гірше найрозумнішої	
- Висока продуктивність на складних, але структурованих завданнях (напр., кодування за специфікацією, вирішення математичних задач на рівні бенчмарків) - Генерація складного, стилістично визначеного тексту - Виконання багатоетапних інструкцій у знайомих доменах	ШІ може перевершувати середню людину в конкретних, добре визначених завданнях завдяки тренуванню, але поступається високому IQ у гнучкості, адаптації до новизни та глибокому міркуванні.
Гірше за посередню людину, але краще миші	
- Базове розуміння здорового глузду (часто помилкове) - Просте каузальне міркування (часто поверхневе, засноване на кореляціях) - Адаптація до незначно нових ситуацій (часто невдала) - Базова Теорія Розуму (дуже обмежена) - Надійність та послідовність міркувань	ШІ демонструє зародкові здібності в цих сферах, що перевершують можливості миші (орієнтовані на простір), але значно поступаються навіть базовому людському рівню через відсутність глибокого розуміння та досвіду взаємодії зі світом.
Краще миші, але гірше за ящірку	
- Важко визначити. Можливо, базові завдання на розпізнавання простих візуальних/слухових патернів без контексту	Важко визначити завдання, де ШІ був би гіршим за ящірку (яка має базове навчання та сенсорний досвід), але кращим за мишу (яка має розвинену просторову когніцію). ШІ працює на іншому, символьному рівні.
Гірше ящірки	
- Пряма фізична взаємодія з непередбачуваним середовищем - Адаптація поведінки на основі безпосереднього фізичного зворотного зв’язку в реальному часі - Інстинктивні реакції виживання в реальному світі	ШІ позбавлений втілення та прямого сенсорного досвіду, що робить його нездатним до виконання завдань, які вимагають фізичної присутності та адаптації, доступних навіть рептиліям.

Однак рух до вищих рівнів шкали, що представляють ШЗІ (зокрема, рівень гнучкості, адаптивності та розуміння людини з високим IQ), стримується фундаментальними проблемами:

- **Відсутність здорового глузду та справжнього розуміння:** Системи оперують статистичними кореляціями у величезних масивах даних, а не будують внутрішні каузальні моделі світу, що дозволяють передбачати наслідки дій або розуміти неявні аспекти ситуацій, [38], [39].
- **Дефіцит каузального міркування:** Нездатність розрізняти причину та наслідок, спираючись лише на кореляції в даних, що ускладнює втручання та контрфактичне мислення («що було б, якби...») [40].
- **Проблеми з узагальненням та адаптивністю:** Крихкість поза тренувальними даними (*out-of-distribution generalization*), потреба у величезних обсягах даних для навчання, повільна адаптація до нових завдань порівняно з людським навчанням [11]
- **Обмеження міркування:** Непослідовність, поверхневість, відсутність гнучкості між інтуїтивним (Система 1) та повільним, аналітичним (Система 2) мисленням [41].
- **Надійність та галюцинації:** Схильність генерувати правдоподібну, але неправдиву або безглузду інформацію, що є серйозною перешкодою для використання в критичних застосунках, [33].
- **Відсутність втілення** (*embodiment*): Брак взаємодії з фізичним світом через сенсори та актуатори обмежує здатність до навчання через досвід та формування «заземленого» (*grounded*) розуміння понять [32].

Ці проблеми ставлять під сумнів тезу, що просте масштабування поточних архітектур (переважно LLM на базі Transformer) є достатнім для досягнення ШЗІ. Можливо, потрібні фундаментальні зрушення в архітектурах або парадигмах [32]. Пошук рішень ведеться не лише шляхом масштабування, а й через дослідження гібридних підходів, таких як нейро-символічні системи (що поєднують навчання з представленням знань та логікою), або через розвиток втіленого ШІ (*embodied AI*), який навчається через взаємодію з фізичним світом, що може бути ключем до формування більш глибокого та заземленого розуміння [42].

4.4. Обмеження дослідження

- Ця робота має кілька обмежень. По-перше, запропонована шкала є концептуальною та якісною, що неминуче вносить елемент суб’єктивності в розташуванні на ній сутностей та оцінку «відстаней» між ними. Визначення та зважування важливості різних когнітивних здібностей (напр., просторове мислення vs. мова) є складним завданням без загальноприйнятої уніфікованої теорії інтелекту. По-друге, оцінка можливостей ШІ значною мірою спирається

на бенчмарки, які мають відомі недоліки: **Забруднення даних** (*data contamination*): Існує ризик, що тестові завдання або їх частини могли бути присутніми в величезних тренувальних датасетах, що штучно завищує результати [43].

- **Оптимізація під тест**: Моделі можуть «вивчити» специфіку бенчмарку, а не демонструвати загальну здатність [7].
- **Недостатня екологічна валідність**: Багато бенчмарків складаються з абстрактних завдань, відірваних від реального світу з його невизначеністю, багатозначністю та необхідністю інтегрувати знання з різних модальностей [44].

По-третє, визначення та вимірювання «інтелекту» та «вирішення проблем» залишаються предметом дискусій у всіх досліджуваних галузях – від порівняльної психології до досліджень ШІ [7]. По-четверте, сфера ШІ розвивається надзвичайно швидко, тому будь-яка оцінка «сучасного передового ШІ» є знімком у часі і може швидко застаріти.

4.5. Етичні та Соціальні Наслідки

Позиціонування ШІ на запропонованій шкалі, навіть з усіма застереженнями, піднімає важливі етичні та соціальні питання, які потребують обговорення:

- **Надійність та безпека**: «Нерівний» профіль ШІ, де висока продуктивність у певних завданнях поєднується з крихкістю та непередбачуваними помилками (галюцинаціями, браком здорового глузду), створює значні ризики при розгортанні таких систем у критичних сферах (медицина, фінанси, транспорт, військова справа) [5].
- **Вплив на зайнятість**: Перевершення ШІ середнього людського рівня у все ширшому колі когнітивних завдань (особливо пов’язаних з обробкою інформації, аналізом даних, генерацією контенту) може призвести до суттєвих змін на ринку праці, вимагаючи адаптації освітніх систем та соціальної політики [45].
- **Упередження та справедливість**: Оскільки ШІ навчається на даних, створених людьми, він може відтворювати та навіть посилювати існуючі соціальні упередження (расові, гендерні тощо), що призводить до дискримінаційних результатів при його використанні для прийняття рішень (напр., у кредитуванні, наймі на роботу, правосудді).
- **Автономність та контроль**: Зростання можливостей ШІ у плануванні та виконанні складних завдань ставить питання про людський контроль над все більш автономними системами та відповідальність у разі помилок чи небажаних наслідків.
- **Дезінформація та маніпуляція**: Здатність ШІ генерувати реалістичний текст, зображення та відео у великих масштабах створює ризики

масового поширення дезінформації, маніпулювання громадською думкою та підриву довіри до інформаційних джерел.

- **Філософські питання**: Наближення ШІ до людських когнітивних можливостей актуалізує філософські дискусії про природу інтелекту, свідомості, суб'єктності та потенційні моральні зобов'язання перед штучними системами у майбутньому.

Ці виклики підкреслюють нагальну потребу в розробці та впровадженні надійних механізмів управління (*governance*), етичних принципів та технічних стандартів безпеки для забезпечення відповідального розвитку та використання технологій ШІ.

5. Майбутні прогнози

Прогнозування майбутнього ШІ є вкрай невизначеним завданням, що ускладнюється експоненційним темпом прогресу в деяких областях та наявністю фундаментальних наукових перешкод в інших. Експертні думки щодо термінів досягнення Штучного Загального Інтелекту (ШЗІ) або Машинного Інтелекту Високого Рівня (HLMI – *High-Level Machine Intelligence*, що визначається як здатність виконувати переважну більшість професійних завдань краще за людей) значно варіюються [46]. Однак, спираючись на експертні опитування та поточні тенденції, можна окреслити ймовірні сценарії та ключові фактори впливу:

- **5 років** (до ~2030): Очікується подальше покращення сильних сторін поточних фундаментальних моделей (LLM та мультимодальних моделей) – краща якість генерації тексту та коду, глибше розуміння та інтеграція різних модальностей (текст, зображення, аудіо, відео), більш послідовне міркування на коротких дистанціях. Ймовірно, ШІ перевершить середню людську продуктивність у ще ширшому колі вузькоспеціалізованих когнітивних завдань, особливо тих, що пов'язані з обробкою великих обсягів інформації та розпізнаванням патернів. Однак, фундаментальні обмеження пов'язані зі здоровим глуздом, каузальним розумінням та надійним узагальненням поза розподілом даних, швидше за все, збережуться, оскільки їх подолання може вимагати змін у парадигмі, а не лише масштабування [32]. Досягнення ШЗІ або HLMI до 2030 року вважається малоймовірним згідно з консенсусними прогнозами експертів [47].
- **10 років** (до ~2035): Цей період може стати свідком перших значних успіхів у подоланні деяких фундаментальних вузьких місць, потенційно завдяки впровадженню нових архітектур (напр., з кращою внутрішньою пам'яттю, здатністю до побудови моделей світу) або гібридних нейро-символічних підходів. Системи ШІ можуть демонструвати більш надійне багатоетапне міркування та довгострокове планування, що дозволить

створювати більш автономних ШІ-агентів, здатних виконувати складні завдання з меншим людським втручанням [48]. Очікується подальше зростання автоматизації складних інтелектуальних завдань. Прогнози щодо досягнення HLMI стають більш ймовірними, наближаючись до медіанних оцінок багатьох експертних опитувань, хоча розкид думок залишається дуже великим.

- **20 років** (до ~2045): Потенційне досягнення HLMI (рівень або перевершення рівня найкращих людей у майже всіх когнітивних завданнях, що мають економічну цінність) стає реалістичним сценарієм згідно з багатьма прогнозами [47], [49]. Однак це, ймовірно, потребуватиме значних наукових проривів, які дозволять подолати ключові обмеження сучасних систем, особливо щодо глибокого розуміння, каузальності, адаптивності та самостійного навчання. Загострення питань безпеки та екзистенційних ризиків. [7]

Ключовим питанням залишається траєкторія розвитку: чи призведе поточний шлях до **конвергенції** з людиноподібним, гнучким та адаптивним інтелектом, чи до **дивергенції** – створення потужного, але принципово відмінного, можливо «чужого», типу інтелекту зі своїми сильними та слабкими сторонами, цілями та потенційно незрозумілою для нас «логікою»? Відповідь на це питання визначить не лише реальну траєкторію та часові рамки досягнення ШЗІ/HLMI, але й характер взаємодії людства з майбутніми інтелектуальними системами [71], [48].

Важливо підкреслити **високий ступінь невизначеності** всіх цих прогнозів. Реальні терміни залежатимуть від багатьох факторів: темпів фундаментальних досліджень, обсягів інвестицій, прогресу в апаратному забезпеченні (напр., обчислювальні потужності, енергоефективність), можливих регуляторних обмежень, а також непередбачених наукових відкриттів або, навпаки, виявлення нових фундаментальних перешкод [2], [3].

6. Висновок

Порівняльний аналіз виявляє величезну різноманітність когнітивних стратегій та можливостей у біологічному світі та у сфері ШІ. Запропонована концептуальна шкала складності вирішення завдань, що охоплює діапазон від рептилій до людини з високим IQ та включає сучасний ШІ, візуалізує значні якісні стрибки, пов’язані, зокрема, з розвитком складної просторової когніції у ссавців та появою мови і абстрактного мислення у людини.

Сучасний передовий ШІ посідає на цій шкалі унікальну та дещо парадоксальну позицію: він демонструє вражаючі, часом надлюдські, досягнення у доступі до знань та виконанні специфічних, складних завдань (особливо в обробці мови, коду та розпізнаванні патернів), перевершуючи середній людський рівень у багатьох сферах. Однак, водночас, він має глибокі фундаментальні обмеження у таких критичних для загального інтелекту аспектах, як справжнє розуміння світу, здоровий глузд, каузальне міркування та

надійна адаптація до нових ситуацій. Цей «нерівний» когнітивний профіль суттєво відрізняє його від більш збалансованого, хоч і обмеженого в обчислювальній потужності, людського інтелекту.

Хоча прогрес ШІ, що вимірюється бенчмарками, є стрімким, шлях до Штучного Загального Інтелекту (AGI) або Машинного Інтелекту Високого Рівня (HLMI) залишається невизначеним. Він вимагає подолання значних наукових викликів, пов'язаних із наділенням машин глибоким розумінням, каузальністю, адаптивністю та здоровим глуздом, і не гарантований лише шляхом масштабування поточних архітектур. Більше того, стрімкий розвиток та потенціал ШІ піднімають нагальні етичні та соціальні питання, що стосуються безпеки, упередженості, впливу на зайнятість, контролю та відповідальності, які потребують негайної уваги.

Подальші дослідження мають фокусуватися не лише на покращенні продуктивності ШІ на існуючих метриках, але й на розробці більш надійних та змістовних методів оцінки його реальних можливостей та обмежень, на фундаментальному розумінні принципів біологічного та штучного інтелекту, а також на активній розробці та впровадженні механізмів для забезпечення безпечного, етичного та суспільно корисного розвитку цих потужних технологій.

Список літератури

1. Zentall T.R. Comparative cognition research demonstrates the similarity between humans and other animals // *Animals*. 2023. Vol. 13, № 7. Art. 1165. DOI: 10.3390/ani13071165.

2. AI Index Steering Committee. *The AI Index 2025 Annual Report.* Stanford Institute for Human-Centered AI, Stanford University, 2025. URL: https://hai-production.s3.amazonaws.com/files/hai_ai_index_report_2025.pdf (дата звернення: 28.04.2025).

3. Grace K., Stewart H. та ін. Thousands of AI authors on the future of AI. *arXiv preprint arXiv:2401.02843*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2401.02843.

4. Schubiger M.N., Fichtel C., Burkart J. M. Validity of cognitive tests for non-human animals: Pitfalls and prospects // *Frontiers in Psychology*. 2020. Vol. 11. Art. 1835. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01835.

5. UK AI Safety Institute. *International AI Safety Report*. DSIT 2025/001. 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gov.uk/government/publications/international-ai-safety-report-2025 (дата звернення: 28.04.2025).

6. Kwa T., West B., Becker J. та ін. Measuring AI ability to complete long tasks. *arXiv preprint arXiv:2503.14499*. 2025. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2503.14499.

7. Leffer L. As AI advances, the meaning of artificial general intelligence remains murky // *Science News*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sciencenews.org/article/artificial-general-intelligence-ai-unclear (дата звернення: 11.04.2025).

8. Shettleworth S.J. *Fundamentals of comparative cognition.* Oxford: Oxford University Press, 2012.

9. Bommasani R. та ін. Can we trust AI benchmarks? An interdisciplinary review of current issues in AI evaluation. *arXiv preprint arXiv:2502.06559*. 2025. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2502.06559.

10. Cowan N. The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? // *Current directions in psychological science.* 2010. Vol. 19, № 1. P. 51–57. DOI: 10.1177/0963721409359277.

11. Morris M.R., Sohl-Dickstein J., Fiedel N. та ін. Levels of AGI for operationalizing progress on the path to AGI. *arXiv preprint arXiv:2311.02462v4.* 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2311.02462.

12. Dere E., Huston J.P., De Souza Silva M.A. The pharmacology, neuroanatomy and neurogenetics of one-trial object recognition in rodents // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2007. Vol. 31, № 5. P. 653–677. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2007.01.005.

13. Shen Z., Liu J., He J. та ін. Towards out-of-distribution generalization: A survey. *arXiv preprint arXiv:2108.13624*. 2021. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2108.13624.

14. Chomsky N. *Language and mind*. 3-тє вид. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. DOI: 10.1017/CBO9780511791222.

15. Diamond A. Executive functions // *Annual review of psychology*. 2013. Vol. 64. P. 135–168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.

16. Miller E.K., Cohen J.D. An integrative theory of prefrontal cortex function // *Annual review of neuroscience*. 2001. Vol. 24, № 1. P. 167–202. DOI: 10.1146/annurev.neuro.24.1.167.

17. Russell S.J., Norvig P. *Artificial Intelligence*: A Modern Approach. 4-те вид. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2020. (Розділи 11 «Automated Planning» та 22 «Reinforcement Learning»).

18. Xi Z., Chen W., Guo X. та ін. The rise and potential of large language model based agents: A survey. *arXiv preprint arXiv:2309.07864*. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2309.07864.

19. Wilkinson A., Huber L. Cold-blooded cognition: Reptilian cognitive abilities // *The Oxford Handbook of Comparative Evolutionary Psychology*. Oxford: Oxford University Press, 2012. (Oxford Library of Psychology). DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199738182.013.0008.

20. OpenAI. GPT-4 Technical Report. *arXiv preprint arXiv:2303.08774*. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2303.08774.

21. Anthropic. The Claude 3 Model Family: Opus, Sonnet, Haiku. *Anthropic PBC*, 2024. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www-cdn.anthropic.com/de8ba9b01c9ab7cbabf5c33b80b7bbc618857627/Model_Card_Claude_3.pdf (дата звернення: 28.04.2025).

22. Google DeepMind. Gemini 1.5: Unlocking multimodal understanding across millions of tokens of context. *arXiv preprint arXiv:2403.05530*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2403.05530.

23. Chang Y., Wang X., Wang J. та ін. A survey on evaluation of large language models. *arXiv preprint arXiv:2307.03109*. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2307.03109.

24. De Meester G., Baeckens S. Reinstating reptiles: from clueless creatures to esteemed models of cognitive biology. *Behaviour*. 2021. Vol. 158, No. 12–13. pp. 1057–1076. DOI: 10.1163/1568539X-00003718.

25. Santacà M., Wilkinson A., Stancher G. та ін. Inhibitory control in reptiles. *bioRxiv. 2025. 2025.02.12.637795*. [Preprint]. DOI: 10.1101/2025.02.12.637795.

26. Youngstrom I.A., Strowbridge B.W. Visual landmarks facilitate rodent spatial navigation in virtual reality environments // *Learning & Memory*. 2012. Vol. 19, № 2. P. 84–90. DOI: 10.1101/lm.023523.111.

27. Auersperg A.M.I., Gajdon G.K., von Bayern A.M.P. A new approach to comparing problem solving, flexibility and innovation // *Communicative & Integrative Biology*. 2012. Vol. 5, № 2. P. 140–145. DOI: 10.4161/cib.18787.

28. Schalock R.L., Borthwick-Duffy S.A., Bradley V.J. та ін. Intellectual disability: Definition, diagnosis, classification, and systems of supports (12th ed.) // *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*. 2021. Vol. 126, № 6. P. 439–452. DOI: 10.1352/1944-7558-126.6.439.

29. Kaufman A.S., Lichtenberger E.O. *Assessing adolescent and adult intelligence*. 3-тє вид. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.

30. Kaufman A.S. *IQ testing 101*. New York: Springer Publishing Company, 2009.

31. Groth-Marnat G., Wright A.J. *Handbook of psychological assessment*. 6-те вид. Hoboken, NJ: Wiley, 2016. (Розділ про інтелектуальну оцінку).

32. Maes S.H. The Trouble with GenAI: LLMs are still not any close to AGI. They will never be. *Zenodo*. 2024. [Preprint/Report]. DOI: 10.5281/zenodo.14567206.

33. Feng T., Jin C., Liu J. та ін. How far are we from AGI: Are LLMs all we need? *arXiv preprint arXiv:2405.10313*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2405.10313.

34. Haier R.J. *The neuroscience of intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. DOI: 10.1017/9781316105771.

35. Barbey A.K. Network neuroscience theory of human intelligence // *Trends in Cognitive Sciences*. 2018. Vol. 22, № 1. P. 8–20. DOI: 10.1016/j.tics.2017.10.001.

36. Kenney M.ML research benchmark. *arXiv preprint arXiv:2410.22553*. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2410.22553.

37. Berwick R.C., Chomsky N. Why only us: Language and evolution. Cambridge, MA: MIT Press, 2016.

38. Marcus G. The next decade in AI: Four steps towards robust artificial intelligence. *arXiv preprint arXiv:2002.06177*. 2020. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2002.06177.

39. LeCun Y. A Path Towards Autonomous Machine Intelligence. *OpenReview.* 2022. [Preprint/Technical Report]. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://openreview.net/pdf?id=BZ5a1r-kVsf (дата звернення: 28.04.2025).

40. Schölkopf B., Locatello F., Bauer S. та ін. Towards causal representation learning. *Proceedings of the IEEE*. 2021. Vol. 109, № 5. P. 612–634. DOI: 10.1109/JPROC.2021.3058954.

41. McLean S., Read G.J.M., Thompson J. та ін. The risks associated with Artificial General Intelligence: A systematic review // *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 35, № 5. P. 649–663. DOI: 10.1080/0952813X.2021.1964003.

42. Lake B.M., Murphy G.L. Word meaning in minds and machines // *Psychological Review*. 2023. Vol. 130, № 2. P. 387–415. DOI: 10.1037/rev0000297.

43. Oren Y. та ін. Proving test set contamination in black-box language models. *arXiv preprint arXiv: 2310.17623v2*. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2310.17623.

44. Linzen T. How can we accelerate progress towards human-like linguistic generalization? *arXiv preprint arXiv:2005.00955*. 2020. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2005.00955.

45. Acemoglu D. The simple macroeconomics of AI // *Economic Policy*. 2024. Vol. 39, № 118. P. 217–255. DOI: 10.1093/epolic/eiae042.

46. Korteling J.E., van de Boer-Visschedijk G. C., Blankendaal R. A. M. та ін. Human– versus artificial intelligence // *Frontiers in Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 4. Art. 622364. DOI: 10.3389/frai.2021.622364.

47. Gruetzemacher R., Paradice D., Lee K. B. Forecasting transformative AI: An expert survey. *arXiv preprint arXiv:1901.08579*. 2019. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.1901.08579.

48. Goertzel B. Artificial general intelligence: Concept, state of the art, and future prospects // *Journal of Artificial General Intelligence*. 2014. Vol. 5, № 1. P. 1–48. DOI: 10.2478/jagi-2014-0001.

49. Gruetzemacher R., Paradice D., Lee K. B. Forecasting transformative AI: An expert survey. *arXiv preprint arXiv:1901.08579*. 2019. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.1901.08579.

Candidate of Philosophical Sciences, associate professor **Vasyl Khavronenko,**
associate professor **Alla Kobzar,**
Ph.D. student **Serhii Hetun,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

A CONCEPTUAL SCALE OF TASK-SOLVING CAPABILITIES: COMPARATIVE ANALYSIS OF REPTILES, MICE, HUMAN INTELLIGENCE, AND STATE-OF-THE-ART AI

Comparing cognitive abilities across biological species and artificial intelligence (AI) presents a complex yet increasingly pertinent endeavor, particularly given the rapid advancements in AI and its potential societal impact. This study addresses methodological challenges by proposing a conceptual, multidimensional task-solving complexity scale. This scale encompasses reptiles, mice, humans with low, medium, and high IQ levels, and state-of-the-art AI (circa 2024-2025). The proposed scale integrates data from comparative psychology, neuroscience, psychometrics, and AI research, focusing on dimensions such as task complexity, generality, abstractness, and planning horizon. The analysis positions entities on the scale in the following ascending order of capabilities: Reptile < Mouse < Human (Low IQ) < Human (Medium IQ) < Contemporary AI < Human (High IQ). The analysis reveals a unique and "spiky" cognitive profile for contemporary AI: it demonstrates superhuman performance in knowledge retrieval, pattern recognition, and specific complex tasks, yet exhibits profound fundamental limitations in areas crucial for general intelligence, including common-sense reasoning, causal understanding, robust adaptation, and out-of-distribution generalization. Key bottlenecks towards Artificial General Intelligence (AGI) are discussed, casting doubt on the sufficiency of merely scaling current architectures. Furthermore, ethical and societal implications associated with the deployment of powerful yet potentially "brittle" AI systems are examined. Projections for future AI development indicate significant continued progress in narrow domains within the next 5-10 years; however, the attainment of high-level human intelligence (HLMI) or AGI remains highly uncertain, contingent upon fundamental scientific breakthroughs. This paper underscores the imperative for developing improved evaluation methodologies and ensuring the responsible advancement of AI.

Keywords: Artificial General Intelligence; comparative cognition; intelligence scale; Large Language Models; LLM; human intelligence; cognitive abilities.

REFERENCES

1. Zentall T.R. Comparative cognition research demonstrates the similarity between humans and other animals // Animals. 2023. Vol. 13, № 7. Art. 1165. DOI: 10.3390/ani13071165; {in English}.

2. AI Index Steering Committee. The AI Index 2025 Annual Report. Stanford Institute for Human-Centered AI, Stanford University, 2025. URL: https://hai-production.s3.amazonaws.com/files/hai_ai_index_report_2025.pdf (data zvernennia: 28.04.2025); {in English}.

3. Grace K., Stewart H. ta in. Thousands of AI authors on the future of AI. arXiv preprint arXiv:2401.02843. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2401.02843; {in English}.

4. Schubiger M. N., Fichtel C., Burkart J. M. Validity of cognitive tests for non-human animals: Pitfalls and prospects // Frontiers in Psychology. 2020. Vol. 11. Art. 1835. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01835; {in English}.

5. UK AI Safety Institute. International AI Safety Report. DSIT 2025/001. 2025. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://www.gov.uk/government/publications/international-ai-safety-report-2025 (data zvernennia: 28.04.2025); {in English}.

6. Kwa T., West B., Becker J. ta in. Measuring AI ability to complete long tasks. arXiv preprint arXiv:2503.14499. 2025. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2503.14499; {in English}.

7. Leffer L. As AI advances, the meaning of artificial general intelligence remains murky // Science News. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://www.sciencenews.org/article/artificial-general-intelligence-ai-unclear (data zvernennia: 11.04.2025); {in English}.

8. Shettleworth S.J. Fundamentals of comparative cognition. Oxford: Oxford University Press, 2012; {in English}.

9. Bommasani R. ta in. Can we trust AI benchmarks? An interdisciplinary review of current issues in AI evaluation. arXiv preprint arXiv:2502.06559. 2025. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2502.06559; {in English}.

10. Cowan N. The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? // Current directions in psychological science. 2010. Vol. 19, № 1. P. 51–57. DOI: 10.1177/0963721409359277; {in English}.

11. Morris M.R., Sohl-Dickstein J., Fiedel N. ta in. Levels of AGI for operationalizing progress on the path to AGI. arXiv preprint arXiv:2311.02462v4. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2311.02462; {in English}.

12. Dere E., Huston J.P., De Souza Silva M.A. The pharmacology, neuroanatomy and neurogenetics of one-trial object recognition in rodents // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 2007. Vol. 31, № 5. P. 653–677. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2007.01.005; {in English}.

13. Shen Z., Liu J., He J. ta in. Towards out-of-distribution generalization: A survey. arXiv preprint arXiv:2108.13624. 2021. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2108.13624; {in English}.

14. Chomsky N. Language and mind. 3-tie vyd. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. DOI: 10.1017/CBO9780511791222; {in English}.

15. Diamond A. Executive functions // Annual review of psychology. 2013. Vol. 64. P. 135–168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.

16. Miller E.K., Cohen J.D. An integrative theory of prefrontal cortex function // Annual review of neuroscience. 2001. Vol. 24, № 1. P. 167–202. DOI: 10.1146/annurev.neuro.24.1.167; {in English}.

17. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4-te vyd. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2020. (Rozdily 11 «Automated Planning» ta 22 «Reinforcement Learning»); {in English}.

18. Xi Z., Chen W., Guo X. ta in. The rise and potential of large language model based agents: A survey. arXiv preprint arXiv:2309.07864. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2309.07864; {in English}.

19. Wilkinson A., Huber L. Cold-blooded cognition: Reptilian cognitive abilities // The Oxford Handbook of Comparative Evolutionary Psychology. Oxford: Oxford University Press, 2012. (Oxford Library of Psychology). DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199738182.013.0008; {in English}.

20. OpenAI. GPT-4 Technical Report. arXiv preprint arXiv:2303.08774. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2303.08774; {in English}.

21. Anthropic. The Claude 3 Model Family: Opus, Sonnet, Haiku. Anthropic PBC, 2024. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://www-cdn.anthropic.com/de8ba9b01c9ab7cbabf5c33b80b7bbc618857627/Model_Card_Claude_3.pdf (data zvernennia: 28.04.2025); {in English}.

22. Google DeepMind. Gemini 1.5: Unlocking multimodal understanding across millions of tokens of context. arXiv preprint arXiv:2403.05530. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2403.05530; {in English}.

23. Chang Y., Wang X., Wang J. ta in. A survey on evaluation of large language models. arXiv preprint arXiv:2307.03109. 2023. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2307.03109; {in English}.

24. De Meester G., Baeckens S. Reinstating reptiles: from clueless creatures to esteemed models of cognitive biology. Behaviour. 2021. Vol. 158, No. 12–13. pp. 1057–1076. DOI: 10.1163/1568539X-00003718; {in English}.

25. Santacà M., Wilkinson A., Stancher G. ta in. Inhibitory control in reptiles. bioRxiv. 2025. 2025.02.12.637795. [Preprint]. DOI: 10.1101/2025.02.12.637795; {in English}.

26. Youngstrom I.A., Strowbridge B.W. Visual landmarks facilitate rodent spatial navigation in virtual reality environments // Learning & Memory. 2012. Vol. 19, № 2. P. 84–90. DOI: 10.1101/lm.023523.111; {in English}.

27. Auersperg A.M.I., Gajdon G.K., von Bayern A.M.P. A new approach to comparing problem solving, flexibility and innovation // Communicative & Integrative Biology. 2012. Vol. 5, № 2. P. 140–145. DOI: 10.4161/cib.18787; {in English}.

28. Schalock R.L., Borthwick-Duffy S.A., Bradley V.J. ta in. Intellectual disability: Definition, diagnosis, classification, and systems of supports (12th ed.) // American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities. 2021. Vol. 126, № 6. P. 439–452. DOI: 10.1352/1944-7558-126.6.439; {in English}.

29. Kaufman A.S., Lichtenberger E.O. Assessing adolescent and adult intelligence. 3-tie vyd. Hoboken, NJ: Wiley, 2006; {in English}.

30. Kaufman A.S. IQ testing 101. New York: Springer Publishing Company, 2009; {in English}.

31. Groth-Marnat G., Wright A. J. Handbook of psychological assessment. 6-te vyd. Hoboken, NJ: Wiley, 2016. (Rozdil pro intelektualnu otsinku); {in English}.

32. Maes S.H. The Trouble with GenAI: LLMs are still not any close to AGI. They will never be. Zenodo. 2024. [Preprint/Report]. DOI: 10.5281/zenodo.14567206; {in English}.

33. Feng T., Jin C., Liu J. ta in. How far are we from AGI: Are LLMs all we need? arXiv preprint arXiv:2405.10313. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2405.10313; {in English}.

34. Haier R.J. The neuroscience of intelligence. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. DOI: 10.1017/9781316105771; {in English}.

35. Barbey A.K. Network neuroscience theory of human intelligence // Trends in Cognitive Sciences. 2018. Vol. 22, № 1. P. 8–20. DOI: 10.1016/j.tics.2017.10.001; {in English}.

36. Kenney M.ML research benchmark. arXiv preprint arXiv:2410.22553. 2024. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2410.22553; {in English}.

37. Berwick R.C., Chomsky N. Why only us: Language and evolution. Cambridge, MA: MIT Press, 2016; {in English}.

38. Marcus G. The next decade in AI: Four steps towards robust artificial intelligence. arXiv preprint arXiv:2002.06177. 2020. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2002.06177; {in English}.

39. LeCun Y. A Path Towards Autonomous Machine Intelligence. OpenReview. 2022. [Preprint/Technical Report]. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://openreview.net/pdf?id=BZ5a1r-kVsf (data zvernennia: 28.04.2025); {in English}.

40. Schölkopf B., Locatello F., Bauer S. ta in. Towards causal representation learning. Proceedings of the IEEE. 2021. Vol. 109, № 5. P. 612–634. DOI: 10.1109/JPROC.2021.3058954; {in English}.

41. McLean S., Read G.J.M., Thompson J. ta in. The risks associated with Artificial General Intelligence: A systematic review // Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence. 2021. Vol. 35, № 5. P. 649–663. DOI: 10.1080/0952813X.2021.1964003; {in English}.

42. Lake B.M., Murphy G.L. Word meaning in minds and machines // Psychological Review. 2023. Vol. 130, № 2. P. 387–415. DOI: 10.1037/rev0000297; {in English}.

43. Oren Y. ta in. Proving test set contamination in black-box language models. arXiv preprint arXiv: 2310.17623v2. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2310.17623; {in English}.

44. Linzen T. How can we accelerate progress towards human-like linguistic generalization? arXiv preprint arXiv:2005.00955. 2020. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.2005.00955; {in English}.

45. Acemoglu D. The simple macroeconomics of AI // Economic Policy. 2024. Vol. 39, № 118. P. 217–255. DOI: 10.1093/epolic/eiae042; {in English}.

46. Korteling J.E., van de Boer-Visschedijk G.C., Blankendaal R.A.M. ta in. Human– versus artificial intelligence // Frontiers in Artificial Intelligence. 2021. Vol. 4. Art. 622364. DOI: 10.3389/frai.2021.622364; {in English}.

47. Gruetzemacher R., Paradice D., Lee K. B. Forecasting transformative AI: An expert survey. arXiv preprint arXiv:1901.08579. 2019. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.1901.08579; {in English}.

48. Goertzel B. Artificial general intelligence: Concept, state of the art, and future prospects // Journal of Artificial General Intelligence. 2014. Vol. 5, № 1. P. 1–48. DOI: 10.2478/jagi-2014-0001; {in English}.

49. Gruetzemacher R., Paradice D., Lee K. B. Forecasting transformative AI: An expert survey. arXiv preprint arXiv:1901.08579. 2019. [Preprint]. DOI: 10.48550/arXiv.1901.08579; {in English}.

ЗМІСТ

Архітектура та містобудування

Білоус П.К. *Особливості проєктування сучасних православних храмів Черкащини* …….. 3

Будняк Д.І. *Фактор спеціалізації в архітектурі реабілітаційних центрів* ….. 15

Букреєв А.С. *Архітектурно планувальні принципи проектування енергоефективних багатоповерхових будинків* …… 22

Булкін М.М. *Інтеграція закладів початкової освіти у структуру житлових будинків* ……. 43

Бурлака Ю.М. *Особливості застосування BIM-технологій у будівництві та архітектурі атомних електростанцій в Україні* …… 53

Васильєв Д.В., Гомон О.О. *Оптимізація вимог пожежної безпеки для будівель з апартаментами* …… 69

Джамалов А.А. *Методи захисту міського середовища від шумового забруднення. Актуальні проблеми та міжнародний досвід* …… 80

Дорохіна Г.І., Галат С.Е. *Вплив біомімікрії на формування біонічної архітектури* ……. 98

Емаміанфар Алі, Третяк Ю.В., Косаревська Р.О. *Архітектурна типологія державних і некомерційних шкіл ісламської республіки Іран у контексті енергоефективності* ……. 108

Зінченко А.К. *Психофізіологічний аспект візуальної безпеки архітектурного середовища* ……. 125

Івашко О.Д., Дін Ян, У Юелінь, Почка К.І., Руденко М.В. *Проблема відродження національної ідентичності в сучасній архітектурі* ……... 144

Лепешко А.А. *Методи функціонально-планувальної організації виробничих територій сільських населених пунктів* …….. 163

Лиманець В.А. *Пропозиції по розробці методики обрання ділянки під територіальні центри соціального обслуговування* …….. 171

Ніканоров С.О. *Методологія проведення обмірних робіт в межах курсового проєкту в національному заповіднику «Софія Київська»* …….. 181

Tetiana Pavlenko, Tetyana Lytvynenko, Tetiana Pasichna, Oleksandr Zubrychev, Tetiana Yenshuieva *Inclusive aspect of smart city formation* ……. 196

Смадич І.П. *Просторові зміни в об'єктах архітектури на вимоги безпеки та оборони (на прикладі України)* ……. 208

Тараненко С.В., Бородай А.С., Бородай Я.О. *Скло у будівництві та дизайні: новітні матеріали й інновації* …….. 231

Чвирова О.Є. *Соціально-екологічний підхід як закономірність динаміки якості міського середовища* ……. 249

Шебек Н.М., Майєр В.Р. *Тривимірні геоінформаційні моделі міст* ……. 260

Будівництво та цивільна інженерія

Білов Ю.О. *Математичний інструментарій оптимізації організаційних процесів у будівництві* ……... 270

Голик Й.М., Федорянич Т.В., Пудгородська Ю.А. *Розвиток млинарства на території Закарпаття, як заклад обслуговування населення* …….. 278

Дзюбинська О.В., Смаль М.В., Сунак П.О. *Розвиток міської інфраструктури: стратегічне управління благоустроєм* ……... 293

Козак А.А., Соболь Д.В., Молодько О.В., Бошган А.В. *Еволюція підходів до оцінки ефективності будівельно-інвестиційних проектів* …… 308

Кошевий О.П., Янсонс М.О., Чубарев А.Г., Смоленський А.О., Рубінський О.І., Йовко М.М. *Методика чисельного моделювання стану пошкоджених покриттів будівель для створення проектів відновлення та реконструкції на основі їх обстеження* …… 324

Легета Я.П. *Використання інноваційних методів у процесі викладання дисципліни «опір матеріалів»* ……... 334

Любицький Р.І. *Часова доступність як основа визначення меж львівської агломерації: аналіз тривалості поїздок до міського центру* …… 344

Малихін М.О., Данілов С.Ю., Іванина О.М., Зяхор Д.О. *Трансформація економічних підходів до диверсифікації підприємницької діяльності в контексті будівництв* … 358

Потапенко С.П. *Формування показників поточного стану та розвитку систем питного водостачання та водовідведення* ……. 374

Приходько Д.О., Кузьміч Я.Л., Коломієць В.В., Штиль А.М. *Аналіз сучасних підходів до оцінювання будівельних проектів у цифровому середовищі* …….. 391

Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Москвітіна А.С., Васильєва Г.Ю. *Енергоефективне управління мікрокліматом спортивного залу з врахуванням показників комфорту і якості повітря при роботі вентиляції за потребою і зеленої стіни* …… 406

Чубін А.І. *Розробка ефективних методів перероблення та повторного використання будівельних відходів* …….. 422

Шелудько А.В., Татаренко В.М., Данилко Л.А., Куцевич В.В. *Диференціація нормативних відстаней від гаражів до інших об'єктів забудови* ……... 438

Геодезія та землевпорядкування

Браславська О.В., Грицик О.М., Рожі Т.А. *Використання супутникових даних для оцінки деградації ґрунтів в аграрних регіонах України* …….. 451

Гончерюк О.М. *Актуальність оформлення землі під багатоквартирними будинками: правові, практичні та управлінські аспекти в Україні* …… 466

Гур'янов В.І. *Структура та завдання електронного кабінету національної інфраструктури геопросторових даних* ……. 484

Дорожко Є.В., Скляр Ю.Л., Шемякін М.В. *Супутникові технології в геодезії та землеустрої: потенціал інтеграції й сучасні виклики для України* …….. 498

Зіненко Р.О. *особливості використання веб сервісу картографічних тайлів WMST в національному геопорталі НІГД* …… 514

Клипа А.В., Стахів І.Р. *Методологічні основи ГІС-оцінки впливу антропогенних факторів на природні компоненти довкілля: проблеми та рішення* ……... 525

Коваленко М.А. *Аналіз сучасного стану та перспектив впровадження технологій big data та ГІС у системі охорони здоров'я України* ……. 543

Лазоренко Н.Ю. *Тенденції розвитку геопросторових даних і геоінформаційних технологій у світі та Україні* …….. 560

Міхно П.Б., Шелковська І.М., Крисанова Ю.Г., Шемякін М.В. *Застосування методу експертних оцінок для планування розвитку Олександрійської територіальної громади* ……... 579

Патракеєв І.М., Нафєєв Р.К., Зіборов В.В. *Системне моделювання прийняття рішень за допомогою бінарних моделей: логіт та пробіт аналіз* …… 598

Томашевський В.В. *Створення та використання цифрових двійників будівель і споруд: сучасний стан та перспективи розвитку* ……. 618

Удовенко І.О., Молнар Д С.С., Чувпило В.В. *Вплив цифрових інновацій у кадастровій сфері на просторову точність і повноту геодезичного супроводу землеустрою в Україні* …….. 631

Шелкова І.С., Прокопенко Н.І., Фоменко В.А. *Значення геодезії та землеустрою в процесах післявоєнного відновлення інфраструктури: український практичний вимір* ……. 645

Економіка

Іванова Т.М., Мостовенко О.О. *Інтегрований підхід у дослідженні інтелектуально-інноваційного розвитку будівельної галузі* ……. 662

Петруха Н.М., Кузмін Т.Р., Молодько О.В., Сокуров А.В. *Концептуальні основи реконструкції та класифікація пошкоджень громадських будівель* ……... 674

Приходько Д.О., Верченко В.М., Гроголь В.Я., Герасимчук О.Л. *Науково-категоріальний аналіз понять відновлення, пошкодження та часових характеристик у життєвому циклі цивільних об'єктів* ……... 688

Рижакова Г.М., Матвеїв В.В., Івінський Є.М., Якимчук Т.В. *Концептуальні основи та структурний аналіз економічної ролі мотиваційної системи персоналу в будівельних організаціях* ……... 702

Чуприна Х.М., Ніколайко Д.М., Гура Є.Д., Бородавка О.Д. *Прикладні аспекти інвайронментальної безпеки в сучасному будівельному середовищі* …… 716

Чуприна Ю.А., Ползіков М.О., Оксенчук Р.О., Алексєєнко В.О. *Концептуалізація мультипроєктної діяльності в будівельному секторі* ….. 729

Менеджмент

Горбач М.В., Кузнецов О.І., Гега С.Ю., Овсяник М.С. *Трансформація наукових підходів до цілісного управління розвитком підприємств: від класичних моделей до інтелектуалізованих концепцій* ……... 743

Грабчак Д.В., Шлапак О.Г., Сєдінкін О.В., Гура О.Д. *Еволюція управлінських парадигм у будівельній галузі від класичних моделей до адаптивних систем* …. 758

Малихіна О.М., Микитченко Б.М., Мовчан М.М., Кривущенко С.Ф. *Інженерна підготовка будівництва як складова інфраструктурної реалізації проєкту: зміст, структура, роль у процесі зведення* ……. 774

Поколенко В.О., Ананко Є.І., Коваленко В.В., Гуляєв Д.А. *Стратегічні та інституційні аспекти трансформації стейкхолдерських концепцій у системі житлового будівництва* ……... 789

Якимчук І.М., Долгополов В.Ю., Герасимчук Я.Л., Біденко Д.В. *Тенденції економіко-управлінських аспектів діяльності підприємств у процесі комерціалізації інновацій* …….. 803

Політологія

Гетьманчук М.П., Романюк А.А. *Особливості створення та діяльності націонал – соціалістичної трудової партії Росії: із історії зародження російського фашизму в роки другої світової війни (1941 – 1944 рр.)* ……... 818

Леонтьєв І.О. *Концептуалізація уявлень про політичну справедливість крізь призму інтерпретаційних альтернатив* ……. 834

Мищенко В.С. *Глобальні проблеми сучасності як дзеркало кризи світопорядку* ……... 852

Публічне управління та адміністрування

Бондаренко Н.В., Соколова Л.В., Кириченко А.А., Блажко Л.М., Рижакова Г.М. *Освітній потенціал вищої математики як платформа міждисциплінарної підготовки: синтез технічних, економічних і управлінських компетентностей* …. 867

Panina Olena, Vitruk Olga, Marchenko Svetlana, Lukianenko Tetyana, Prykhodko Dmytro *Innovative approaches to teaching professionally oriented disciplines using multimedia technologies in higher education institutions* ……... 880

Rubtsova Svitlana, Dubyna Natalia, Ryzhakova Galyna, Rachkyvska Kateryna *Implementation of modern educational paradigms in the professional activities of academic staff and university lecturers: integrating knowledge management and language competence* …….. 892

Філософія

Євдокимова Т.В., Шарипін А.В. *Фундаменталізм як релігійно-політичний феномен* …….. 904

Покотило К.М. *Феноменологія втіленого простору: вплив філософії Моріса мерло-понті на архітектурну концепцію Стівена Холла* ……. 920

Хавроненко В.Д., Кобзар А.Ю., Гетун С.Ю. *Концептуальна шкала здатності до вирішення завдань: порівняльний аналіз рептилій, мишей, людського інтелекту та сучасного ШІ* ……. 936

Наукове видання

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Випуск 12

Має свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації в Міністерстві юстиції України (серія КВ №24065-13905Р від 05 травня 2019 року).

Тематична спрямованість збірника, за якою публікуються наукові праці – спеціальності: **033. Філософія; 051. Економіка; 052. Політологія; 073. Менеджмент; 191. Архітектура та містобудування; 192. Будівництво та цивільна інженерія; 193. Геодезія і землеустрій; 281. Публічне управління та адміністрування.**

Визнаний МОН України як фахове видання категорії «Б» за спеціальностями: **051, 073, 191, 192, та 193** (Наказ МОН України №1309 від 25 жовтня 2023 року), а також за **052** спеціальністю (Наказ МОН України від 26.06.2024 № 920).

Збірник зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та науково-метричних базах даних: **Index Copernicus International (ICI); CrossRef; Google Scholar; Наукова періодика України.**

Вимоги, яких слід дотримуватись в подальшому, для оформлення рукописів статей для опублікування в збірнику наведено у попередніх випусках №№1-3, а також у збірнику «Містобудування та територіальне планування», випуски №№81-83, 88.

Перелік розсилки випусків збірника наведено у випуску за №3.

З випусками збірника можна буде ознайомитись на сайті **http://www.nbuv.gov.ua** національної бібліотеки НАН України ім. В.І. Вернадського, на сайті **library.knuba.edu.ua** бібліотеки КНУБА та на сайті редколегії збірника s**pd.knuba.edu.ua.**

Статті можна надіслати за адресою електронної пошти: **petro_che@ukr.net.**

Комп'ютерне верстання випуску *О.П. Чередніченко*

Адреса редколегії: 03037, м.Київ-37, Повітрофлотський пр., 31. КНУБА.
Тел.: 241-55-43, 245-42-04.

Підписано до друку 28.05.2025 р. Формат 60x84$^{1}/_{16}$.
Обл.-вид. арк. . Тираж 100. Зам. №

ТОВ "Видавництво "Ліра-К",
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК №3981 від 15.02.2011.