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

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

SPATIAL DEVELOPMENT

Випуск 15 - 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Заснований у 2019 році

Випуск №15

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. 15. – 868 с.

DOI 3: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.15

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 15. – 868p.

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 №38 від 28 листопада 2025 року.

На замовних засадах

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2025

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.3-13
УДК 711.585

Абраменко І.В.,
abramenkoiv81@gmail.com, ORCID: 0009-0004-4451-7914,
к. арх., доцент **Дорохіна Г.І.,**
a.dorohina1982@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2348-1743,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРИБУДИНКОВИХ ТЕРИТОРІЙ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ 70х – 80х РОКІВ ХХ СТОЛІТТЯ

Досліджуються планувальні та функціональні особливості та сучасні проблеми формування та експлуатації прибудинкових територій житлової забудови 60х – 80х років ХХ століття. Зроблені пропозиції щодо подолання даних проблем та підвищення рівня безпеки населення під час повномасштабного вторгнення та в сучасних соціально-економічних умовах.

Ключові слова: прибудинкові території житлової забудови; благоустрій території; житлова забудова 70-80-х років ХХ століття; пожежні об'їзди; паркомісця; нормативні тротуари.

Постановка проблеми. Існує значна проблема з забудовою в великих та найбільших містах, що була зведена протягом 60-х 80-х років ХХ століття. В першу чергу проблеми пов'язані з підвищеною автомобілізацією країни. Але в умовах повномасштабного вторгнення постає також питання підтримання належного рівня безпеки населення в зв'язку з невідповідністю даної забудови сучасним будівельним нормам [11, 12, 13, 14, 15] та стандартам безпеки.

Аналіз останніх досліджень. Проблематикою забудови 60-80-х років протягом останніх десятиліть займались більшою мірою чиновники, спекулюючи на низькій якості житлового фонду та необхідності створення загальнодержавної програми його оновлення [18]. Не дивлячись на те, що велика кількість житлового фонду потребує оновлення (рис. 1), далі програм викладених на папері справа не рушила.

Серед науковців питаннями комплексної реконструкції міської забудови як окремим цілісним напрямком займались такі українські вчені як: Т. Апатенко, М.Биваліна [1, 1, 3, 4, 10,], М. Дьомін [10], В. Єжов, Т. Жидкова, Є. Клюшніченко, Г. Кравчуковська, В. Куцевич, А.Оситнянко, А. Плешкановська [22], Ю.Сосновська, Я. Шеремета [22] та ін. Серед досліджень які спрямовані на поліпшення комфорту житлового середовища були також праці таких авторів як: Н.В. Антоненко, Н.І. Білошицька, Д.С.Вишневський, М.М. Габрель,

І.П. Гнесь [8, 7], Г.О. Татарченко, Ю.О. Сосницький, Н.Є. Новосельчук, Л.С. Шевченко та ін.

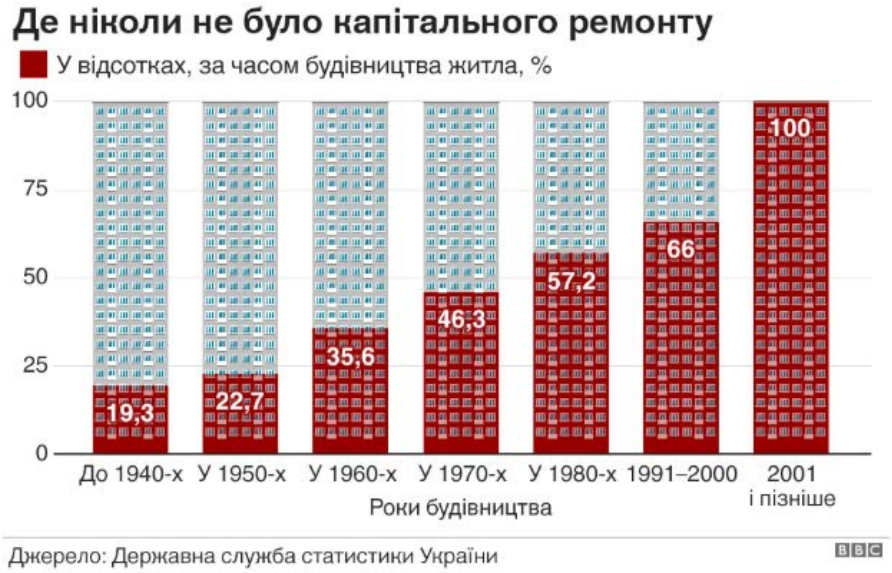


Рис. 1. Статистичні дані по житловому фонду в Україні [**Error! Reference source not found.**].

Наукові дослідження в напрямку аналізу та покращення функціонально-планувальної організації прибудинкових територій житлової забудови за останні роки зустрічаються в роботах М.Биваліної, Г. Васильєвої та Д. Вадімова. Але в роботах більшою мірою йдеться про аналіз нормативної будівельної бази [4] та реалізації земельних відносин [4], про оцінку державних програм реконструкції та модернізації кварталів та аналіз генерального плану міста Києва, а також піднімаються питання підвищення щільності забудови, шляхом підвищення поверховості до 16 – 23 поверхів [1]. При цьому не розглядаються нагальні питання приведення прибудинкових територій у відповідність сучасному законодавству, зокрема: створення достатньої кількості паркувальних місць, забезпечення будівель протипожежними проїздами, підвищення загального рівня благоустрою території тощо.

На подібну тематику зустрічаються наукові роботи і більш вузької спеціалізації. Зокрема в роботах Г. Осиченко, присвячених формуванню архітектури прибудинкових територій, розглянутий закордонний досвід формування екокварталів, виявлені етапи розвитку теорій і практики їх формування та визначені особливості і принципи проєктування. Зокрема принципи: природо еквівалентності, біорегіоналізму, соціальної справедливості та екологічності [17].

Основна частина. За даними чату GPT на сьогоднішній день немає точних статистичних даних процентної кількості забудови 60-80-х років але відомо що 3/4 населення великих та найбільших міст проживає в будинках

збудованих саме з 60-х по 80-ті роки XX століття [**Error! Reference source not found.**].

Так само було встановлено що кількість п'ятиповерхових будівель становить 25-35% від загальної кількості. Та будувались вони в більш ранній період ніж 9 та 16 поверхові будівлі. Найпоширенішими є дев'ятиповерхові серії панельних та панельно-каркасних будівель. Їх відсоток складає 50-60% всієї забудови. 16-поверхові були менш типовими і траплялись значно рідше [26] переважно у великих мікрорайонах та у більш пізній період з кінця 70-х. Ці дані були згенеровані на основі розподілу поверховості Open Street Map [23] та інших ГІС-джерел та на основі офіційних ініціатив, зокрема Бази даних будівель в Україні (Національної бази даних ЄДСУБ) [16].

Рис.2. Фотофіксація натурного обстеження

Натурне обстеження різних ділянок в межах Києва (див. рис. 2) виявило певний ряд повторюваних проблем. Основними з них є: відсутність протипожежних проїздів навколо будівель, недостатня кількість паркомісць для автомобілів, відсутність тротуарів вздовж внутрішньо дворових проїздів, відсутність умов інклюзивності прибудинкових територій, недотримання санітарних розривів до сміттєзбірників, недостатній рівень благоустрою та

забезпечення майданчиками вигулу тварин, фізкультурно-оздоровчими площадками тощо.

Питання комфорту та естетики під час війни відходять на другий план. Але частина проблем, що зазначені вище, безпосередньо мають вплив на безпеку людей, що проживають в даних будівлях. Житлова забудова постійно піддається ракетним обстрілам та атакам безпілотників. У подібних ситуаціях рятувальникам необхідно мати безпосередній доступ до будівель. Відсутність протипожежних проїздів та паркувальних майданчиків в необхідній кількості дуже часто стають причиною того, що рятувальна спецтехніка не здатна допомогти людям у необхідний момент.

Відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 до житлових будинків висотою 9 поверхів і вище протипожежні проїзди слід передбачати з усіх сторін (хоча ця норма дуже часто не виконується для забудови 70х-80х років (див. рис. 2)), тоді як до будинків меншої поверховості проїзди можна влаштовувати з однієї поздовжньої сторони. В умовах війни пропонується і для житлових будівель нижчої поверховості забезпечувати під’їзд протипожежної спецтехніки з усіх сторін.

Для того щоб не підвищувати кількість асфальтового покриття навколо будинків та зберегти рівень озеленення, в якості твердого покриття проїздів для пожежних машин пропонується використання ТТЕ решіток (рис. 3). Зокрема представлено розроблений одним з авторів власноруч конструктивний вузол, що здатний витримувати розрахункове навантаження від автодрабини або автопідйомника не менше 15 т на вісь, загальною масою 53 т, при тиску виносної опори 13,9 кг/см^2.

Ще однією з значних проблем, що пов'язані з можливістю використання спецтехніки, є невідповідність нормативним вимогам відстаней протипожежних об'їздів від будівель. Стосується це першочергово 16-ти поверхових будівель, умовна висота яких сягає 40 м, а відстань від протипожежних об’їздів до будівель іноді не сягає і 5 м (див. рис. 3), при нормативних від 9 до 11. Це унеможливлює використання протипожежної автодрабини при евакуації людей, через те, що неможливо досягти її безпечного куту нахилу. В даному випадку в разі можливості пропонується привести дані відстані до відповідності нормам шляхом перенесення проїздних шляхів. Перешкодою переносу можуть стати перепади рельєфу. В такому випадку необхідно передбачати інші компенсаційні заходи.

Організацію додаткових паркувальних місць для автомобілів пожильців пропонується для підвищення рівня безпеки виносити за межі прибудинкових територій, розміщуючи їх вздовж вулиць або на території частини бульварів (рис. 4).

Рис.3. Вузол облаштування протипожежних проїздів
по твердому покриттю. Розробник: І. Абраменко.

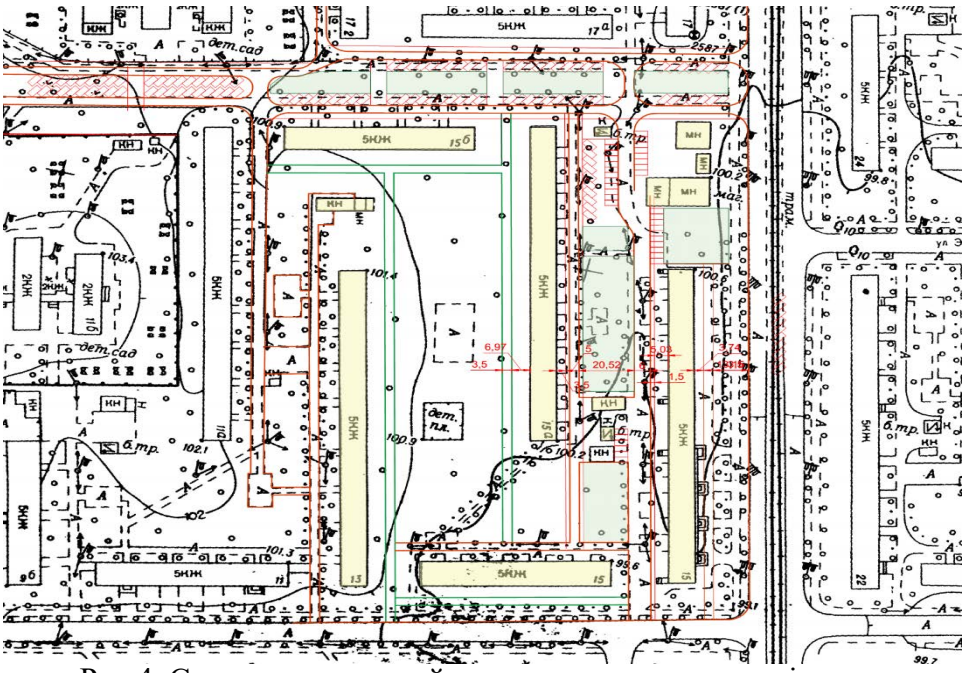


Рис.4. Схема можливостей створення нових паркомісць.

Для паркувальних місць з покриттям ТТЕ решіткою можливо в разі гострої необхідності використовувати не задіяні в благоустрою зелені ділянки прибудинкових територій.

Висновок. Проведенні дослідження виявили значні невідповідності в існуючому середовищі житлової забудови 70х-80х років сучасним нормам та стандартам. Наразі масовий капітальний ремонт та нове будівництво на даних територіях є неможливим. Це потребує розробки низки прийомів поліпшення

даної ситуації стосовно благоустрою території, створення безбар'єрного середовища та підвищення безпеки.

Запропоновані на сьогоднішній день авторами рішення є лише частиною необхідних подальших розробок, що будуть вестись в окресленому напрямку.

Список використаних джерел

1. Биваліна, М., Васильєва, Г., Лютіков, А., & Маляр, В. (2022). ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ 5-ПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ МІСТОБУДІВНИХ ВИМОГ. Просторовий розвиток, (2), 67–83.

2. Биваліна М.В. Інженерний благоустрій міських територій. Містобудівні методи оцінки якості міського середовища.//Навчальний посібник, К.: КНУБА, 2014. -216 с.

3. Биваліна М.В. Проблеми та методи модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років на прикладі м. Києва. //автореф.канд.дис.; Київ, КНУБА, 2007р.

4. Биваліна, М., Васильєва, Г., Лютіков, А., & Маляр, В. (2023). СУЧАСНІ НОРМАТИВНО-ЕКОЛОГІЧНІ ВИМОГИ ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ КВАРТАЛІВ МАСОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА 60-70 РР. ВЕЛИКИХ ТА СЕРЕДНІХ МІСТ УКРАЇНИ. Містобудування та територіальне планування, (82), 30–42.

5. Вадімов, Д. (2023). ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРИБУДИНКОВИХ ТЕРИТОРІЙ БАГАТОКВАРТИРНОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ. Містобудування та територіальне планування, (82), 53–63. https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.53-63

6. Васильєва Г.Ю. Планувальні та організаційні заходи по збільшенню пропускної спроможності магістралей В зб."Містобудування та територіальне планування", вип. 29. – Київ, КНУБА, 2008. – С. 27-31.

7. Гнесь І. Багатоквартирне житло: тенденції еволюції: монографія / І.П. Гнесь. – Львів: видавництво Львівської політехніки, 2013. – 652 с.

8. Гнесь, І. (2001), Проблеми та перспективи еволюції масової типової житлової забудови 50–90-х років в Україні. Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. Архітектура, Львів, вип. 429, С. 63-68.

9. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів: ДСП 173-96. - No 173 від 19.06.1996р. [Реєстрація від 24.07.1996р. No 379/1404], Київ: Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ України), із змінами від 07.03.2019р. 6. Планування та забудова територій: ДБН Б 2.2-12:2019. – [Чинні від 2019-10-01]. – Київ: Мінрегіон України, 2019, 177 с.

10. Дьомін, М.М., Биваліна, М.В. (2005), Проблеми та методи модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років (на прикладі м. Києва), Містобудування та територіальне планування, КНУБА, Київ, випуск 21, С. 67-75.

11. Закон України "Про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення" від 24.02.1994 року No4004—XII., набрав чинності 08.04.94р, із змінами від 20.11.2022р.

12. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» No2059-VIII від 23.05.2017р., набрав чинності 18.06.17р, із змінами від 13.05. 22р. 3.Закон України "Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року" No2697-VIII від 28.02.2019р., набрав чинності 31.03.19 р.

13. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» [Law of Ukraine "On the regulation of urban planning activities"]. Верховна Рада України. 2011. № 3038-VI. Редакція від 01.01.2024. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17 (дата звернення: 02.10.2025).

14. Захист територій, будинків і споруд від шуму: ДБН В.1.1-31:2013. [Чинні від 2014-06-01]. Київ: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК).

15. Настанова з виконання розділів "Охорона навколишнього природного середовища" у складі містобудівної документації. Склад і вимоги." ДСТУ-Н Б.Б.1.1-10:2010. Наказ від 28.12.2010 No 559, [Чинний від 2011-10-01]. Київ: «Науково-дослідний і проектний інститут містобудування» (НДПІмістобудування).

16. Національна база даних енергетичних та експлуатаційних характеристик будівель (База даних будівель) URL: https://e-construction.gov.ua/bdb?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 20.10 2025).

17. Осиченко, Г. (2019). ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ЕКОКВАРТАЛІВ. Містобудування та територіальне планування, (71), 261–270.

18. Плешкановська, А., Бірюк, С. (2022), Застарілий житловий фонд як об'єкт Програм і проєктів комплексної реконструкції (на прикладі міста Києва), Містобудування та територіальне планування, К.: КНУБА, 2022, вип. 79, С. 323-341.

19. Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду. Проєкт Закон України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dipromisto.gov.ua/files/NMD/LawKvartaly_ProektPropos_19.03.2018.pdf

20. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Зі зміною No1: ДБ А.2.2-1-2003. - [Чинні від 2004-04-01]. Київ: Держбуд України, 2003, 24с. Зміна No1 до ДБН А.2.2-1-2003, затверджена наказом Міністерством регіонального розвитку та будівництва України No 524 від 20.11.2009 року.

21. Склад і зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014. - [Чинні від 2014-10-01]. Київ: Мінрегіон України, 2014, 40 с.

22. Шеремета, Я.М., Плешкановська, А.М. (2011). Проблеми законодавчого забезпечення реалізації проектів реконструкції застарілого житлового фонду, Містобудування та територіальне планування, КНУБА, Київ, випуск 40(2), С. 546-554.

23. Open Street Map URL: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key%3Abuilding%3Alevels?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 20.10 2025).

24. USAID від американського народу. Громадянська мережа ОПОРА URL: https://merp.org.ua/ (дата звернення 20.10 2025).

25. Vilage У 45 % будинків в Україні не було капітального ремонту – статистика URL: https://www.village.com.ua/village/city/city-news/301117-u-45-budinkiv-ne-bulo-kapitalnogo-remontu-statistika?utm_source=chatgpt.com (дата звернення 20.10 2025).

26. Vadimov, V. (2018), The latest methodological approaches in the spatial development of Ukrainian cities, Smart project, building and city. Cracow University of Technology. Chair of Housing Environment, P. 156-160.

Ivan Abramenko,
PhD in Architecture, Associate Professor **Hanna Dorokhina,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

CONTEMPORARY PROBLEMS OF FUNCTIONAL AND PLANNING ORGANISATION OF ADJACENT TERRITORIES OF MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS CONSTRUCTED IN THE 1970S–1980S.

The article is structured in accordance with the requirements and contains all the necessary sections. In particular, it formulates the problem concerning the need to reorganise the areas surrounding apartment buildings constructed in the 1970s and 1980s.

An analysis of existing scientific research has revealed that this issue is largely considered from the perspective of a total restructuring of these territories, which is impossible during wartime due to a lack of funding. However, a field survey has revealed a number of recurring problems that affect the safety of people living in these neighbourhoods. In particular, these include the lack of fire lanes around most buildings, the inability to evacuate people using special rescue equipment, and the lack of an adequate number of equipped parking spaces, which also becomes a problem for rescuing people during emergencies, as haphazardly parked cars obstruct the passage of special equipment.

An analysis conducted using artificial intelligence of the number of buildings constructed in the 1960s-1980s revealed that 75% of the population lives in such buildings. This requires the development of methods to bring the adjacent territories of these buildings into compliance with contemporary standards.

As a technique for improving safety, it is proposed to use vacant areas of the roadway and green areas of boulevards for parking spaces in order to free internal courtyard driveways and areas from some of the cars.

The use of TTE grating is proposed as a solid covering for fire engine access roads, in particular, a structural unit developed by one of the authors himself is presented.

The proposed measures to improve the safety of residential buildings constructed in the 1970s and 1980s are only a first step, but their implementation could significantly improve public safety. Further research in this area is planned for the future.

Keywords: areas adjacent to multi-apartment residential buildings landscaping; residential buildings from the 1970s and 1980s; fire lanes; parking spaces; standard sidewalks.

REFERENCES

1. Byvalina, M., Vasylieva, H., Liutikov, A., & Maliar, V. (2022). EFEKTYVNIST VYKORYSTANNIa TERYTORII PRY REKONSTRUKTsII 5-POVERKhOVOI ZABUDOVY Z URAKhUVANNIaM SUChASNYKh NORMATYVNO-PRAVOVYKh MISTOBUDIVNYKh VYMOH. Prostorovyi rozvytok, (2), 67–83. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2022.2.67-83 {in Ukrainian}.

2. Byvalina M.V. Inzhenernyi blahoustrii miskykh terytorii. Mistobudivni metody otsinky yakosti miskoho seredovyshcha.//Navchalnyi posibnyk, K.: KNUBA, 2014. -216 s. {in Ukrainian}.

3. Byvalina M.V. Problemy ta metody modernizatsii raioniv masovoi zhytlovoi zabudovy 60-70-kh rokiv na prykladi m. Kyieva. //avtoref.kand.dys.; Kyiv, KNUBA, 2007r. {in Ukrainian}.

4. Byvalina, M., Vasylieva, H., Liutikov, A., & Maliar, V. (2023). SUChASNI NORMATYVNO-EKOLOHIChNI VYMOHY DO REKONSTRUKTsII KVARTALIV MASOVOHO ZhYTLOVOHO BUDIVNYTsTVA 60-70 RR. VELYKYKh TA SEREDNIKh MIST UKRAINY. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, (82), 30–42. https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.30-42 {in Ukrainian}.

5. Vadimov, D. (2023). OSOBLYVOSTI FORMUVANNIa PRYBUDYNKOVYKh TERYTORII BAHATOKVARTYRNOI ZhYTLOVOI ZABUDOVY. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, (82), 53–63. https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.53-63 {in Ukrainian}.

6. Vasylieva H.Iu. Planuvalni ta orhanizatsiini zakhody po zbilshenniu propusknoi spromozhnosti mahistralei V zb."Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia", vyp. 29. – Kyiv, KNUBA, 2008. – S. 27-31. {in Ukrainian}.

7. Hnes I. Bahatokvartyrne zhytlo: tendentsii evoliutsii: monohrafiia / I.P. Hnes. – Lviv: vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky, 2013. – 652 s. {in Ukrainian}.

8. Hnes, I. (2001), Problemy ta perspektyvy evoliutsii masovoi typovoi zhytlovoi zabudovy 50–90-kh rokiv v Ukraini. Visnyk Nats. un-tu "Lvivska politekhnika". Arkhitektura, Lviv, vyp. 429, S. 63-68. {in Ukrainian}.

9. Derzhavni sanitarni pravyla planuvannia ta zabudovy naselenykh punktiv: DSP 173-96. - No 173 vid 19.06.1996r. [Reiestratsiia vid 24.07.1996r. No 379/1404], Kyiv: Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy (MOZ Ukrainy), iz zminamy vid 07.03.2019r. 6. Planuvannia ta zabudova terytorii: DBN B 2.2-12:2019. – [Chynni vid 2019-10-01]. – Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2019, 177 s. {in Ukrainian}.

10. Domin, M.M., Byvalina, M.V. (2005), Problemy ta metody modernizatsii raioniv masovoi zhytlovoi zabudovy 60-70-kh rokiv (na prykladi m. Kyieva), Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, KNUBA, Kyiv, vypusk 21, S. 67-75. {in Ukrainian}.

11. Zakon Ukrainy "Pro zabezpechennia sanitarnoho y epidemichnoho blahopoluchchia naselennia" vid 24.02.1994 roku No4004—XII., nabrav chynnosti 08.04.94r, iz zminamy vid 20.11.2022r. {in Ukrainian}.

12. Zakon Ukrainy «Pro otsinku vplyvu na dovkillia» No2059-VIII vid 23.05.2017r., nabrav chynnosti 18.06.17r, iz zminamy vid 13.05. 22r. 3.Zakon Ukrainy "Pro osnovni zasady (stratehiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku" No2697-VIII vid 28.02.2019r., nabrav chynnosti 31.03.19r. {in Ukrainian}.

13. Zakon Ukrainy «Pro rehuliuvannia mistobudivnoi diialnosti» [Law of Ukraine "On the regulation of urban planning activities"]. Verkhovna Rada Ukrainy. 2011. № 3038-VI. Redaktsiia vid 01.01.2024. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17 (data zvernennia: 02.10.2025). {in Ukrainian}.

14. Zakhyst terytorii, budynkiv i sporud vid shumu: DBN V.1.1-31:2013. [Chynni vid 2014-06-01]. Kyiv: DP «Derzhavnyi naukovo-doslidnyi instytut budivelnykh konstruktsii» (NDIBK). {in Ukrainian}.

15. Nastanova z vykonannia rozdiliv "Okhorona navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha" u skladi mistobudivnoi dokumentatsii. Sklad i vymohy." DSTU-N B.B.1.1-10:2010. Nakaz vid 28.12.2010 No 559, [Chynnyi vid 2011-10-01]. Kyiv: «Naukovo-doslidnyi i proektnyi instytut mistobuduvannia» (NDPImistobuduvannia). {in Ukrainian}.

16. Natsionalna baza danykh enerhetychnykh ta ekspluatatsiinykh kharakterystyk budivel (Baza danykh budivel) URL: https://e-construction.gov.ua/bdb?utm_source=chatgpt.com {in Ukrainian}.

17. Osychenko, H. (2019). OSOBLYVOSTI PROIeKTUVANNIa EKOKVARTALIV. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, (71), 261–270. https://doi.org/10.32347/2076-815x.2019.71.261-270 {in Ukrainian}.

18. Pleshkanovska, A., Biriuk, S. (2022), Zastarilyi zhytlovyi fond yak obiekt Prohram i proiektiv kompleksnoi rekonstruktsii (na prykladi mista Kyieva), Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, KNUBA, Kyiv, 2022, vyp. 79, S. 323-341. https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.79.323-341 {in Ukrainian}.

19. Pro kompleksnu rekonstruktsiiu kvartaliv (mikroraioniv) zastariloho zhytlovoho fondu. Proiekt Zakon Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://dipromisto.gov.ua/files/NMD/LawKvartaly_ProektPropos_19.03.2018.pdf {in Ukrainian}.

20. Sklad i zmist materialiv otsinky vplyviv na navkolyshnie seredovyshche (OVNS) pry proektuvanni i budivnytstvi pidpryiemstv, budynkiv i sporud. Zi zminoiu No1: DB A.2.2-1-2003. - [Chynni vid 2004-04-01]. Kyiv: Derzhbud Ukrainy, 2003, 24s. Zmina No1 do DBN A.2.2-1-2003, zatverdzhena nakazom Ministerstvom rehionalnoho rozvytku ta budivnytstva Ukrainy No 524 vid 20.11.2009 roku. {in Ukrainian}.

21. Sklad i zmist proektnoi dokumentatsii na budivnytstvo: DBN A.2.2-3-2014. - [Chynni vid 2014-10-01]. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2014, 40 s. {in Ukrainian}.

22. Sheremeta, Ya.M., Pleshkanovska, A.M. (2011). Problemy zakonodavchoho zabezpechennia realizatsii proektiv rekonstruktsii zastariloho zhytlovoho fondu, Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, KNUBA, Kyiv, vypusk 40(2), S. 546-554. {in Ukrainian}.

23. Open Street Map https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key%3Abuilding%3 Alevels?utm_source=chatgpt.com {in English}.

24. USAID vid amerykanskoho narodu. Hromadianska merezha OPORA https://merp.org.ua/{in Ukrainian}.

25. Vilage U 45 % budynkiv v Ukraini ne bulo kapitalnoho remontu – statystyka https://www.village.com.ua/village/city/city-news/301117-u-45-budinkiv-ne-bulo-kapitalnogo-remontu-statistika?utm_source=chatgpt.com {in Ukrainian}.

26. Vadimov, V. (2018), The latest methodological approaches in the spatial development of Ukrainian cities, Smart project, building and city. Cracow University of Technology. Chair of Housing Environment, P. 156-160. {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.14-25
УДК 725.4
Бурлака Ю.М.,
burlaka_ym-2022@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6604-5189,
доктор архітектури, професор **Ковальська Г.Л.,**
ORCID: 0000-0002-9873-5413, kovalska.gl@knuba.edu.ua,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ГУМАНІЗАЦІЯ АРХІТЕКТУРНОГО ОБРАЗУ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Досліджуються архітектурно-планувальні та архітектурно-просторові рішення, спрямовані на покращення соціального образу атомних електростанцій (АЕС). Встановлено, що суспільне сприйняття АЕС значною мірою залежить від історичних стереотипів і страхів, підсилених утилітарною та закритою архітектурою. Метою роботи є розробка методів гуманізації та естетизації промислового середовища АЕС для підвищення довіри громадськості та інтеграції об'єкта в суспільне життя. Методологія дослідження базується на комплексному підході, що включає критичний аналіз, історичний метод та експериментальне проєктування. Запропоновано відмовитися від серійного панельного будівництва на користь сучасної архітектури, яка використовує інноваційні матеріали та естетичні рішення. Надано рекомендації щодо створення публічних зон, візит-центрів, ландшафтних парків та зон релаксації для персоналу. Доведено, що ці заходи сприяють формуванню позитивного сприйняття, залученню кваліфікованих кадрів та зміцненню іміджу АЕС як технологічно прогресивного та екологічно відповідального підприємства.

Ключові слова: атомні електростанції; архітектурне середовище; соціальний образ; гуманізація; архітектурно-планувальні рішення; естетизація; безпека; експериментальне проєктування; візит-центри.

Постановка проблеми. Архітектурне середовище промислових комплексів, зокрема атомних електростанцій (АЕС), формується відповідно до низки тенденцій, факторів та принципів. Вирішальними з них є тенденції до громадської опозиції, зумовленої страхом перед наслідками аварій, та принципом забезпечення безпеки АЕС (радіаційної, пожежної, технологічної та екологічної).

Історичний досвід, зокрема наслідки великих техногенних катастроф, як Чорнобильська АЕС (1986) та Фукусімська АЕС (2011), глибоко вкоренив у суспільній свідомості стереотипи та побоювання щодо ядерної енергетики. Ці

події сформували образ АЕС як небезпечних, закритих і непідконтрольних об'єктів. Однак, в умовах посилення дії низки зовнішніх факторів та глобальних викликів, таких як енергетична криза, збройна агресія з боку РФ та зміна клімату, покращення соціального образу АЕС є стратегічним завданням. Це сприятиме прийняттю ядерної енергетики громадськістю та залученню кваліфікованих кадрів, необхідних для сталого розвитку галузі.

Традиційно, архітектурне середовище АЕС є функціональним та прагматичним, зосередженим виключно на інженерних потребах та безпеці. Проте, саме через архітектурно-планувальні рішення можливо вплинути на сприйняття об'єкта та покращення його характеристик безпеки, зробити його більш відкритим, зрозумілим та інтегрованим у суспільне життя. Зміна візуального та функціонального образу АЕС може сприяти дестигматизації та формуванню нового, більш позитивного уявлення про ядерну енергетику в цілому. Сучасний архітектурний образ АЕС може виражати цінності, функції та ставлення об'єкта до навколишнього середовища та людини, бути потужним комунікаційним інструментом, що свідчить про технологічний прогрес та відповідальність.

Аналіз останніх досліджень. Огляд міждисциплінарних досліджень [1-17] прогнозів науковців стосовно подальшого розвитку АЕС підкреслює актуальність розвитку ядерної енергетики в Україні та світі, а також важливість будівництва нових атомних електростанцій. Останні роки науковці також цікавляться впливом АЕС на персонал, цивільне населення та навколишнє середовище. Аналізуючи наукові матеріали визначено, що тема архітектурно-просторової організації атомних електростанцій в міжнародному полі не досліджувалась, тому напрацювання за напрямком галузі знань «архітектура» наразі відсутні.

Мета статті. Обґрунтувати та розробити архітектурно-планувальні й просторові принципи гуманізації середовища атомних електростанцій, спрямовані на покращення їхнього соціального образу, формування довіри громадськості та інтеграцію об’єктів атомної енергетики в суспільний простір.

Методи дослідження. Загальна методика даного дослідження базується на комплексному підході, який включає проведення натурних обстежень вітчизняних атомних електростанцій, статистичний, критичний та порівняльний аналіз, історичний метод, графоаналітичну систематизацію отриманих даних, комплексний аналіз чинників та факторів впливу, оцінку об'ємно-просторових рішень за різними критеріями, метод експериментального проєктування архітуктурно-планувальних рішень.

Виклад основного матеріалу. На основі аналізу існуючих підходів у сфері промислової архітектури, було виділено важливі принципи формування позитивного сприйняття архітектурного середовища АЕС:

• Зняття «бар'єрів» та створення прозорості: Зазвичай АЕС сприймаються як закриті, неприступні об'єкти. Зміни в архітектурі можуть візуально та функціонально «відкрити» станцію, дозволяючи суспільству краще зрозуміти її діяльність і руйнуючи відчуття секретності та ізольованості.

• Формування відчуття безпеки та надійності: Сучасний, продуманий архітектурний образ може підкреслювати високі технологічні стандарти та безпеку, розвіюючи ірраціональні страхи. Використання міцних, довговічних матеріалів та сучасного дизайну візуально підтверджує надійність інженерних систем.

• Інтеграція в ландшафт: Замість домінуючих індустріальних форм, архітектура може гармонійно вписуватися в навколишнє середовище, зменшуючи візуальний вплив. Це демонструє екологічну відповідальність та прагнення до співіснування з природою.

• Створення «людяного» обличчя АЕС: Проєктування зон, доступних для громадськості, або елементів, що відображають турботу про персонал та довкілля, може гуманізувати образ станції, показуючи, що АЕС є не лише промисловим об'єктом, а й частиною місцевої громади.

Для реалізації вищезгаданих принципів, було запропоновано низку прийомів щодо зміни архітектурно-просторової організації АЕС:

Створення публічних та інформаційних зон

Інформаційно-освітні центри (візит-центри) основним призначенням, яких є забезпечення доступу громадськості до об'єктивної інформації про роботу АЕС, принципи ядерної енергетики, екологічну безпеку. Проєктування окремих, доступних для широкої публіки будівель або комплексів, з можливістю проведення екскурсій (віртуальних або реальних, у безпечних зонах), розташованих за межами зони суворого контролю, але поблизу АЕС. Важливо передбачити сучасний дизайн, інтерактивні експозиції, мультимедійні зали. Зовнішній вигляд центру має бути привабливим та відкритим, з використанням склянних фасадів та символіки, що відображає чистоту та прозорість електроенергії.

Створення оглядових майданчиків дозволить відвідувачам безпечно спостерігати за частиною інфраструктури АЕС з відстані, руйнуючи відчуття повної закритості шляхом облаштування спеціальних, безпечних та естетично оформлених оглядових платформ з інформаційними табло, що пояснюють призначення об'єктів.

Ландшафтні парки та зони відпочинку створять «зелені буфери» навколо АЕС, які слугуватимуть зонами відпочинку для місцевих мешканців та працівників, підкреслюючи екологічну відповідальність. Проєктування ландшафтних парків з пішохідними доріжками, зонами відпочинку, водоймами, з інтеграцією витворів мистецтва, що символізують енергію або природу допоможуть гармонізувати промисловий об'єкт з природним середовищем.

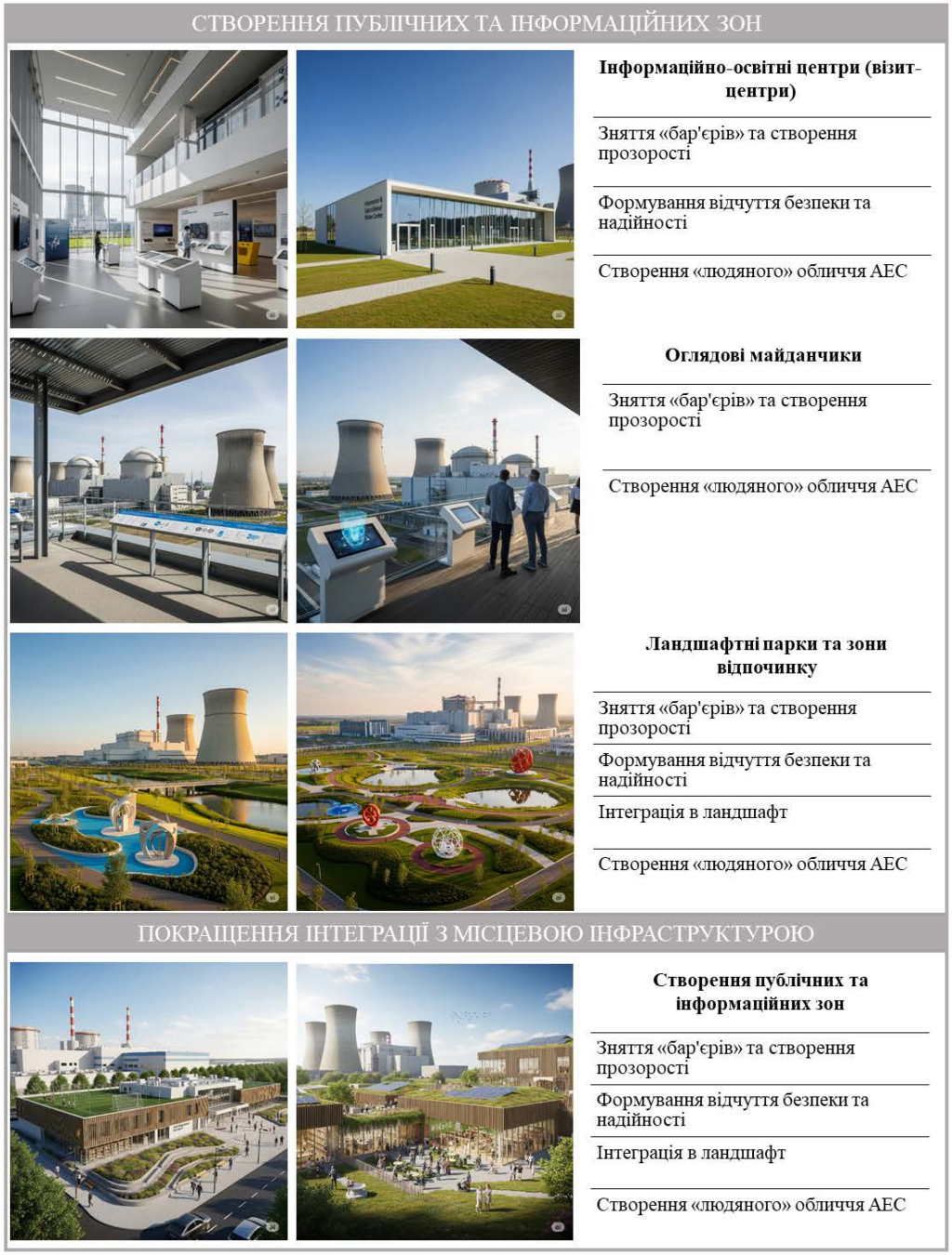


Рис. 1. Аналіз принципів формування позитивного сприйняття архітектурного середовища АЕС

Рис. 2. Аналіз принципів формування позитивного сприйняття архітектурного середовища АЕС

Гуманізація та естетизація промислової архітектури

Зміна зовнішньої архітектури атомних електростанцій та вдосконалення архітектурно-просторової організації промислового майданчика, основним завданням якої є відхід від утилітарного, «жорсткого» промислового вигляду за допомогою використання сучасних оздоблювальних матеріалів, що відображають високі технології та екологічність (наприклад, металеві панелі з перфорацією, скляні елементи, панелі з фотоелектричними елементами).

Застосування кольорових рішень, які не лише функціональні, але й естетичні, що поєднуються з навколишнім середовищем.

Озеленення та вертикальне озеленення як прийоми інтеграції природи в промислове середовище для покращення візуального сприйняття та екологічного баланс шляхом проєктування таких елементів, як зелені дахи, вертикальне озеленення на стінах будівель, розміщення кашпо з рослинами на відкритих ділянках. Це може візуально «пом'якшити» масивні конструкції, детально розглянуті пропозиції у розділі 3.2.

Інтеграція сучасного мистецтва та символіки. Додати унікальності та позитивних асоціацій до архітектури АЕС. Розміщення скульптур, інсталяцій або муралів, що відображають теми енергії, науки, прогресу, безпеки або екології на фасадах будівель або у відкритих просторах території.

Покращення інтеграції з місцевою інфраструктурою

Створення багатофункціональних громадських центрів, розміщених на території, що прилягає до АЕС, або в безпосередній близькості до неї, об'єктів соціальної інфраструктури, доступних як для працівників, так і для місцевих мешканців (спортивні комплекси, культурні центри). Проєктування сучасних, привабливих будівель, що відповідають потребам громади. Це сприятиме створенню відчуття, що АЕС є невід'ємною частиною місцевої громади, а не відокремленим індустріальним об'єктом.

Відкриття та естетизація під'їзних шляхів

Перше враження часто формується вже при під'їзді до об'єкта. Озеленення доріг, облаштування покажчиків та інформаційних стендів, які є естетично привабливими та інформативними.

Соціальні та економічні переваги після впровадження архітектруно-планувальних та архітектурно-просторових рішень полягають у підвищенні суспільного прийняття ядерної енергетики, що є ключовим для сталого розвитку галузі та реалізації нових проєктів; залучення та утримання кваліфікованих кадрів сучасним та привабливим робочим середовищем робить АЕС більш конкурентоспроможними на ринку праці; зменшення соціальної напруги шляхом відкритості та інтеграції зменшують страхи та недовіру з боку місцевих громад; покращення міжнародного іміджу демонструє прогресивний підхід до взаємодії з суспільством, що може допомогти при залуценні іноземних інвестицій.

На рисунку 1,2 проведено аналіз на оцінку ефективності тих чи інших прийомів архітектурно-просторової організації АЕС та виділено найефективніші рішення:

Використання сучасних матеріалів та технологій

Застосування сучасних фасадних систем, таких як керамогранітні плити, композитні панелі (наприклад, алюмінієві композитні панелі), фіброцементні панелі або склопакети з високою енергоефективністю. Ці матеріали не лише забезпечують довговічність та стійкість до зовнішніх впливів, але й дозволяють створювати різноманітні текстури, кольори та візуальні ефекти. Наприклад, металеві панелі з перфорацією можуть створювати ефект легкості та прозорості, а інтегровані сонячні панелі на фасадах підкреслюватимуть екологічну спрямованість. Впровадження технологій, що реагують на зовнішні умови, наприклад, фасади з динамічною системою освітлення, яка змінюється залежно від часу доби чи подій, або інтегровані медіафасади, що відображають інформацію про безпеку чи екологічні показники.

Оптимізація кольорових рішень та текстур

Відхід від агресивних індустріальних кольорів (сірий, темно-зелений, бляклий синій) до більш натуральних, м'яких відтінків, які інтегруються в навколишній ландшафт. Це можуть бути відтінки зеленого, синього, пісочного, світло-сірого, що імітують природні матеріали (камінь, дерево). Застосування фасадних матеріалів з різною текстурою для створення візуального інтересу та зменшення монотонності. Поєднання гладких, дзеркальних, матових або рельєфних поверхонь.

Використання природних елементів

Проєктування систем вертикального озеленення на певних ділянках фасаду дозволить покращити візуальний вигляд та сприяє зменшенню теплового ефекту, поглинанню шуму та створенню відчуття екологічності. Облаштування експлуатованих зелених дахів, що можуть слугувати зонами відпочинку або просто візуально інтегрувати будівлю в навколишнє середовище. Також вищенаведений прийом оздоблення фасаду та дахів може мати функцію маскування стратегічного підприємства від супутникових знімків території.

Створення прозорого та відкритого простору

Використання скла та прозорих елементів, застосування великих скляних поверхонь для візуального зв'язку між внутрішнім та зовнішнім простором актуально для адміністративних будівель, візит-центрів або зон для персоналу.

Підсвічування фасаду, продумане архітектурне підсвічування в нічний час може перетворити АЕС на візуальний орієнтир, що випромінює світло та підкреслює технологічність та безпеку, замість того, щоб бути темною та «таємничою» спорудою. Світлові інсталяції можуть символізувати енергію або мирний атом.

Залучення мистецтва та символіки

Фасадні мурали та арт-інсталяції розміщення на фасадах або прилеглих територіях великомасштабних художніх творів, що відображають теми миру, енергії, природи, науки, підреслення національної ідентичності або належність до компанії (корпорації). Це може перетворити АЕС на культурний об'єкт та уникнути індустріальної монотонності.

Використання архітектурних елементів, що символізують атомну енергетику, але в сучасній, естетичній інтерпретації, наприклад, стилізовані атоми, хвилі енергії, барел'єфи, мурали у вигляді петриківського розпису або орнамент вишиванки, емблема компанії-оператора АЕС, тощо.

Висновки.

Перспективними тенденціями до гуманізації архітектурно-просторової організації промислових об'єктів, таких як АЕС, є надання їм більш людяного, доступного та приємного вигляду, що змінює сприйняття з "жорсткої" та відчуженої структури на простір, який гармонійно вписується в довкілля та викликає довіру.

Основними шляхами гуманізації є зміна фасадних рішень на користь сучасної архітектури, створення зон для людей (персоналу АЕС та цивільних), впровадження зон релаксації для працівників та ландшафтних парків, а також підвищення відкритості через проєктування візит-центрів.

Відхід від утилітарних, «жорстких» фасадних рішень на користь сучасної архітектури, яка використовує інноваційні оздоблювальні матеріали та естетичні кольорові схеми, допомагає асоціювати АЕС з високими технологіями, безпекою та екологічністю.

Гуманізація — це комплексна стратегія, що використовує архітектурні та планувальні прийоми для побудови довіри, створення позитивних асоціацій та інтеграції промислового об'єкта в суспільство.

Список джерел

1. Азаренко О., Гончаренко Ю., Дивізінюк М., Шевченко Р., Шевченко О.: Характеристики об'єктів критичної державної інфраструктури (особливості ядерних та інших стратегічних об'єктів). Муніципальна економіка міст. Серія: «Інформаційні технології та інженерія» 1(175), 2023. С. 160-168.

2. Азаров, С., Сидоренко, В., Задунай, О.: Проблеми загальної енергетики. Проблеми загальної енергетики 1(56), 2019. С. 24-30.

3. Булах, І., Тимохін, В., Ковальська, Г., Мерілова, І., Третяк, Ю.: Використання різних матеріалів у формуванні міського середовища як явище архітектурної естетики. Матеріали конференції AIP 2490(1), 060007 (2023).

4. Дьомін М., Дмитренко А., Чернишов Д., Івашко О.: Проблеми ревіталізації промислових територій великих міст та шляхи їх вирішення. Lecture Notes in Civil Engineering 73, 2020. С. 365-373.

5. Городнов В., Малюга В., Голован О., Суконко С.: Модель протидії безпілотним літальним апаратам силами і засобами військових підрозділів для захисту атомних електростанцій. 1 (68), 2019. С. 12-20.

6. Хейєц В., Кириленко О., Басок Б., Басеєв Ю.: Енергетична стратегія: прогнози (огляд). Наука та інновації 16(1), 2020. С. 3-15.

7. Кащенко О., Ковальська Г., Гнатюк Л.: Ревіталізація міського середовища та сучасні тенденції його гуманізації за допомогою мистецтва. Журнал збереження культурної спадщини 2020(61), 2020. С. 31–34.

8. Ковальська Г., Булах І., Дідіченко М., Козакова Л., Чала О.: Енергоефективні методи функціонального планування вищих навчальних закладів. E3S Web of Conferences 280, 04013 (2021).

9. Мерілова, І., Смілка, В., Ковальська, Г.: Громадські простори в історичному середовищі як основи сталого розвитку міст. Серія конференцій IOP: Науки про Землю та навколишнє середовище, 1275(1), 012026 (2023).

10. Нєаронов, Ю., Байбузенко, Т., Шендерович, В., Власенко, М., Годун, О., Киріанчук, В., Семенов, Г., Громок, Л.: Обґрунтування технології реакторів для будівництва замісних та нових енергоблоків в Україні після 2035 року. Атомна енергетика та навколишнє середовище, 3(18), 2020. С. 10-22.

11. Носовський, А.: Щодо перспектив будівництва нових атомних електростанцій. Атомна енергетика та навколишнє середовище, 3(15), 2019. С. 3-12.

12. Носовський, А.: Деякі питання в атомній енергетиці України. Атомна енергетика та навколишнє середовище, 3, 2020. С. 5-9.

13. Орленко, М., Кушнір-Крупа, Д., Кобыларчик, Я., Івашко, Ю.: Вплив ідеології на збереження, реставрацію та реконструкцію храмів у міській структурі посттоталітарних держав. Журнал збереження культурної спадщини, 2020(61), 2020. С. 67–69.

14. Орленко М., Івашко Ю., Кобыларчик Я., Куснерз-Крупа Д.: Шляхи ревіталізації з відновленням історичних промислових об'єктів у великих містах. Досвід України та Польщі. Міжнародний журнал з питань консервації, 11(2), 2020. С. 433–450.

15. Пилипенко, О., Шаломов, В., Хаваджай, А., Дубов, Т.: Підходи до продовження терміну експлуатації біологічного захисту ядерних об'єктів на українських атомних електростанціях. Український журнал будівництва та архітектури, 5(023), 2024. С. 21-29.

16. Роман, А., Андрій, С., Галина, Р., Юрій, С., Ганна, С.: Інтеграція потоків даних життєвого циклу будівельного проекту для створення цифрового підприємства на основі інформаційного моделювання будівель. Міжнародний журнал нових технологій та передових інженерних розробок, 12(1), 2022, С. 40–50.

17. Талерко, М., Бончук, Ю., Носовський, А.: Аналіз досвіду зонування території навколо атомних електростанцій. Ядерна та радіаційна безпека, 1(105), 2025. С. 35-44.

Yuliia Burlaka,
Doctor of Architecture, Professor **Gelena Kovalska,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

HUMANISATION OF THE ARCHITECTURAL IMAGE OF NUCLEAR POWER PLANTS

The article examines architectural and spatial solutions aimed at improving the so-cial image of nuclear power plants (NPPs). It has been established that public perception of NPPs largely depends on historical stereotypes and fears, height-ened by utilitarian and closed architecture. The aim of the work is to develop methods for humanising and aestheticising the NPP industrial environment in or-der to increase public confidence and integrate the facility into social life. The re-search methodology is based on a comprehensive approach that includes critical analysis, historical method and experimental design. It is proposed to abandon se-rial panel construction in favour of modern architecture that uses innovative mate-rials and aesthetic solutions. Recommendations are provided for the creation of public areas, visitor centres, landscape parks and relaxation areas for staff. It has been proven that these measures contribute to the formation of a positive percep-tion, the attraction of qualified personnel and the enhancement of the NPP image as technologically advanced and environmentally responsible enterprises.

Keywords: nuclear power plants; architectural environment; social image; humanisation; architectural and planning solutions; aestheticisation; safety; experimental design; visitor centres.

REFERENCES

1. Azarenko, O., Honcharenko, Yu., Divizinyuk, M., Shevchenko, R., Shevchenko O. (2023): Characteristics of facilities of critical state infrastructure (features of nuclear and other strategic facilities). [Harakteristiki ob'yektiv kritichnoyi derzhavnoyi infrastrukturi (osoblivosti yadernih ta inshih strategichnih ob'yektiv]:

Municipalna ekonomika mist. Seriya: «Informacijni tehnologiyi ta inzheneriya» 1(175). 160-168. {in Ukrainian}

2. Azarov, S., Sidorenko, V., Zadunaj, O. (2019): The Problems of General Energy. [Problemi zagalnoyi energetiki]: Problemi zagalnoyi energetiki 1(56). 24-30. {in Ukrainian}

3. Bulakh, I., Timokhin, V., Kovalska, G., Merylova, I., Tretiak, Y. (2023): The use of various materials in the formation of the urban environment as a phenomenon of architectural aesthetics. [Vikoristannya riznih materialiv u formuvanni miskogo seredovisha yak yavishe arhitekturnoyi estetiki]: Materiali konferenciyi AIP 2490(1), 060007. {in Ukrainian}

4. Dyomin, M., Dmytrenko, A., Chernyshev, D., Ivashko, O. (2020): Big Cities Industrial Territories Revitalization Problems and Ways of Their Solution. [Problemi revitalizaciyi promislovih teritorij velikih mist ta shlyahi yih virishennya]: Lecture Notes in Civil Engineering 73. 365-373. {in Ukrainian}

5. Gorodnov, V., Malyuga, V., Golovan, O., Sukonko, S. (2019): Model of countering the unmanned aerial vehicles by forces and means of military units for nuclear power plants protection. [Model protidiyi bezpilotnim litalnim aparatam silami i zasobami vijskovih pidrozdiliv dlya zahistu atomnih elektrostancij]: 1 (68). 12-20. {in Ukrainian}

6. Heyets, V., Kirilenko, O., Basok, B., Baseyev, Y. (2020): Energy Strategy: Projections (Review). [Energetichna strategiya: prognozi (oglyad)]: Nauka ta innovaciyi 16(1). 3-15. {in Ukrainian}

7. Kashchenko, O., Kovalska, G., Gnatiuk, L. (2020): Revitalization of the urban environment and contemporary trends of its humanization via the means of art. [Revitalizaciya miskogo seredovisha ta suchasni tendenciyi jogo gumanizaciyi za dopomogoyu mistectva]: Zhurnal zberezhennya kulturnoyi spadshini 2020(61). 31–34. {in Ukrainian}

8. Kovalska, G., Bulakh, I., Didichenko, M., Kozakova, L., Chala, O. (2021): Higher education institutions energy efficient methods of functional planning solution. [Energoefektivni metodi funkcionalnogo planuvannya vishih navchalnih zakladiv]: E3S Web of Conferences 280, 04013 (2021). {in Ukrainian}

9. Merylova, I., Smilka, V., Kovalska, G. (2023): Public spaces in historic environment as urban fundamentals of sustainable development. [Gromadski prostori v istorichnomu seredovishi yak osnovi stalogo rozvitku mist]: Seriya konferencij IOP: Nauki pro Zemlyu ta navkolishnye seredovishe, 1275(1), 012026 (2023). {in Ukrainian}

10. Niearonov, Y., Baybuzenko, T., Shenderovych, V., Vlasenko, M., Godun, O., Kyrianchuk, V., Semenov, G., Gromok, L. (2020): Reactor Technology Rationale for Construction of Substitution and New Power Units in Ukraine after

2035. [Obgruntuvannya tehnologiyi reaktoriv dlya budivnictva zamisnih ta novih energoblokiv v Ukrayini pislya 2035 roku]: Atomna energetika ta navkolishnye seredovishe, 3(18). 10-22. {in Ukrainian}

11. Nosovskyi, A. (2019): Regarding the prospects for the construction of new nuclear power plants. [Shodo perspektiv budivnictva novih atomnih elektrostancij]: Atomna energetika ta navkolishnye seredovishe, 3(15). 3-12. {in Ukrainian}

12. Nosovskyi, A. (2020): Some issues in the nuclear energy sector of Ukraine. [Deyaki pitannya v atomnij energetici Ukrayini]: Atomna energetika ta navkolishnye seredovishe, 3. 5-9. {in Ukrainian}

13. Orlenko, M., Kuśnierz-Krupa, D., Kobylarczyk, J., Ivashko, Y. (2020): The influence of ideology on the preservation, restoration and reconstruction of temples in the urban structure of post-totalitarian states. [Vpliv ideologiyi na zberezhennya, restavraciyu ta rekonstrukciyu hramiv u miskij strukturi posttotalitarnih derzhav]: Zhurnal zberezhennya kulturnoyi spadshini, 2020(61). 67–69. {in Ukrainian}

14. Orlenko, M., Ivashko, Y., Kobylarczyk, J., Kusnierz-Krupa, D. (2020): Ways of revitalization with the restoration of historical industrial facilities in large cities. The experience of Ukraine and Poland. [Shlyahi revitalizaciyi z vidnovlennyam istorichnih promislovih ob'yektiv u velikih mistah. Dosvid Ukrayini ta Polshi]: Mizhnarodnij zhurnal z pitan konservaciyi, 11(2). 433–450. {in Ukrainian}

15. Pylypenko, O., Shalomov, V., Hvadzhai, A., Dubov, T. (2024): Approaches to extending the life of biological protection of nuclear facilities at ukrainian nuclearpower plants. [Pidhodi do prodovzhennya terminu ekspluataciyi biologichnogo zahistu yadernih ob'yektiv na ukrayinskih atomnih elektrostanciyah]: Ukrayinskij zhurnal budivnictva ta arhitekturi, 5(023). 21-29. {in Ukrainian}

16. 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. [Integraciya potokiv danih zhittyevogo ciklu budivelnogo proektu dlya stvorennya cifrovogo pidpriyemstva na osnovi informacijnogo modelyuvannya budivel]: Mizhnarodnij zhurnal novih tehnologij ta peredovih inzhenernih rozrobok, 12(1). 40–50. {in Ukrainian}

17. Talerko, M., Bonchuk, Y., Nosovskyi, A. (2025): Analysis of the experience of zoning the territory around nuclear power plants. [Analiz dosvidu zonuvannya teritoriyi navkolo atomnih elektrostancij]: Yaderna ta radiacijna bezpeka, 1(105). 35-44. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.26-37
УДК 726
к.арх., доцент **Велігоцька Ю.С.,**
yuliia.velihotska@kname.edu.ua, ORCID: 0000-0002-0189-2624,
к.арх., доцент **Смірнова О.В.,**
Olha.Smirnova@kname.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0896-7227,
Бушманов С.А.,
Serhii.Bushmanov@kname.edu.ua, Orcid: 0009-0002-6098-7890
Харківський національний університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова

СУЧАСНА ТИПОЛОГІЯ САКРАЛЬНИХ СПОРУД У ЄВРОПЕЙСЬКОМУ КОНТЕКСТІ

Визначається оновлена типологія сакральних споруд у європейському середовищі, спираючись на аналіз сучасних проєктів і наукових публікацій. Визначено ключові критерії типологізації: походження споруди, розташування у міському середовищі, функціональна насиченість, конфесійна спрямованість, сталий розвиток та екологічність, реконструктивний підхід, соціокультурний підхід та архітектурна інтеграція у середовище. На цій основі сформульовано типологічні групи: інтегровані сакральні об'єкти, сакральні домінанти, мультиконфесійні комплекси, природоінтегровані об'єкти та еко-іконічні споруди, адаптивні сакральні споруди. Узагальнені тенденції свідчать про зсув від стилістичних канонів до контекстуальних стратегій, де форму визначають інтеграція, функція та взаємодія з середовищем.

Ключові слова: типологізація; мечеті; церкви; собори; реконструкція; храми; природоінтегрованість; біофільність; біокліматичність.

Постановка проблеми. Сакральна архітектура всякчас виступала носієм духовних і культурних цінностей суспільства, формуючи символічні домінанти. Традиційно її типологія визначалася за конфесійною приналежністю, архітектурно-просторовими схемами та конструктивними ознаками. Проте сучасний європейський контекст характеризується значними змінами: зростанням мультикультурності, активними міграційними процесами, розвитком міжрелігійного діалогу, посиленням ролі сталого розвитку, а також потребою у пристосуванні до нових соціальних функцій.

У таких умовах класичних критеріїв типологізації вже недостатньо. Сучасні сакральні споруди постають не лише культовими об'єктами, але й громадськими та культурними центрами. Це призводить до появи нових архітектурних рішень.

Відсутність усталеної системи класифікації цих новітніх форм ускладнює як науковий аналіз, так і практичне проєктування сакральних споруд. Саме тому актуальним постає завдання формування оновленої типології сакральної архітектури у європейському контексті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблематика сакральної архітектури та її типології отримала значне відображення як у вітчизняній, так і зарубіжній науковій літературі. Українські дослідники акцентують увагу на ролі сакральних об'єктів у структурі історичних міст. Так, Г. Кознарська [1] вивчає сакральні площі історичних міст, які виступають важливими містобудівними вузлами, визначаючи просторову структуру. Ю. Криворучко [2] розглядає сакральні споруди як суб'єкти ієрархії міського простору. Г. Осиченко [3] аналізує значення сакральних об'єктів у композиційній структурі міста, підкреслюючи їхню роль у формуванні цілісного архітектурного середовища.

Зарубіжні автори зосереджуються на проблематиці сучасної сакральної архітектури, її ідентичності та адаптації до нових умов. Наприклад, у статті Al Khalifa [4] досліджується поєднання традиційної ісламської орнаментики й сучасної архітектури в мечетях Європи. У роботі H. Putra [5] акцентується, що сучасні архітектурні стилі мечетей суттєво впливають на самоусвідомлення мусульманських громад у Європі.

Інший напрям сучасних досліджень стосується тимчасових сакральних просторів у містах. Так, J. Arboix-Alió [6] розглядають феномен ефемерних релігійних споруд у публічних просторах, які на певний час трансформують міське середовище у сакральне.

Важливим є й аспект реконструкції та у праці Rosseel van Waterschoot [7] розглядались питання реставрації історичних храмів. Також Zoltán Körösvölgyi висвітлює приклади сучасної сакральної архітектури, розробленої з урахуванням сталого розвитку, екологічних та соціальних питань [8].

Таким чином, огляд досліджень показує, що в українському контексті акцент робиться переважно на історико-містобудівному значенні сакральних споруд, тоді як зарубіжні автори приділяють увагу сучасним викликам — мультикультурності, ідентичності, тимчасовим форматам і реконструкції. Прогалиною лишається комплексний підхід до нової типології сакральних споруд у європейському середовищі, що й визначає актуальність даного дослідження.

Метою дослідження є визначення сучасних критеріїв і формування нової типології сакральних споруд у європейському середовищі, з урахуванням інноваційних архітектурних рішень, соціокультурних трансформацій.

Завдання дослідження:

1. Визначити критерії сучасної типології сакральних споруд у європейському середовищі.

2. Сформулювати сучасні типологічні групи сакральних споруд, з урахуванням інноваційних архітектурних рішень.

3. Сформулювати узагальнені тенденції розвитку сакральної архітектури в Європі.

Основна частина. Класична типологія сакральних споруд ґрунтувалася на конфесійній приналежності (храми, мечеті, синагоги, церкви тощо), планувальній структурі (базиліка, центричний храм тощо) та конструктивних ознаках (кам'яні, дерев'яні тощо). У сучасному контексті цих критеріїв недостатньо. В Європі сакральні об'єкти часто будуються або перебудовуються з урахуванням:

- правових норм (обмеження висотності, шуму, силуету тощо);
- мультикультурності та міжконфесійного співіснування;
- екологічних стандартів (пасивні будівлі, вуглецева нейтральність тощо);
- соціальної ролі (освітні платформи, культурні осередки тощо).

На основі аналізу сучасних досліджень та практики сакрального будівництва можна визначити такі **ключові критерії нової типологізації**:

Походження споруди – новобудови, створені відповідно до сучасних концепцій, або адаптовані/реконструйовані історичні об'єкти.

Розташування у міському середовищі – домінантні сакральні комплекси, які формують образ міста, та інтегровані «невидимі» споруди, що органічно вплітаються в тканину кварталу.

Функціональна насиченість – виключно культові функції чи поєднання сакральних, культурних, освітніх і соціальних просторів.

Конфесійна спрямованість – моно-конфесійні об'єкти та мультиконфесійні комплекси, які об'єднують простори різних релігій під одним дахом.

Сталий розвиток та екологічність – інтеграція енергоефективних технологій, використання відновлюваних матеріалів, біофільний дизайн, природоінтегровані рішення.

Реконструктивний підхід – збереження сакральної ідентичності через відновлення, реставрацію та адаптацію під нові умови й потреби.

Соціокультурний підхід – відкритість до суспільства, роль у формуванні громадського простору, здатність до міжрелігійного діалогу.

Архітектурна інтеграція у середовище – відповідність масштабу, силуету, матеріалам та формам міського чи природного контексту, що безпосередньо впливає на архітектурне формотворення.

Біокліматична адекватність – ступінь відповідності об'єкта локальному клімату Європи, виражений у об'ємно-просторових рішеннях, вентиляції, ландшафті тощо.

Визначені критерії нової типологізації сакральних споруд у європейському середовищі створюють підґрунтя для формування конкретних типологічних груп. Кожна з них характеризується специфічним поєднанням критеріїв, що зумовлює її архітектурно-просторові особливості та прийоми формотворення. Так, одні групи формують домінанту в міському середовищі або в природньому, інші – навпаки нейтрально інтегруються у квартал. Окремі об'єкти реалізують принципи сталого розвитку, через реконструкцію й адаптацію до нових умов. Таким чином, на основі поєднання критеріїв та аналізу сучасних сакральних споруд в Європі було визначено їх сучасну типологію.

Першою сучасною типологічною групою можна вважати **еко-іконічні споруди**. Ця група вирізняється тим, що поєднує критерії походження споруди, високий рівень архітектурної інтеграції у середовище та акцент на сталому розвитку й біофільності.

Найбільш показовим прикладом є *Cambridge Central* мечеть у Великій Британії, відома як перша «еко-мечеть» Європи. Архітектори створили об'єм, що гармонійно вписується в житлову забудову району. Формотворення базується на застосуванні дерев'яних колон у вигляді дерев, що формують просторову структуру молитовного залу і водночас створюють ефект внутрішнього саду. Природне освітлення, вентиляція, зелений дах і системи збору дощової води реалізують критерій екологічності та демонструють новий підхід до сакральної архітектури та NZEB-рівень енергоефективності. У внутрішньому просторі відчувається зв'язок з ісламською традицією райського саду у сучасному прочитанні [9].

Соціокультурний аспект проявляється через відкритість мечеті для відвідувачів різних культур: у комплексі передбачені простори для лекцій, зустрічей, що розширює функцію об'єкта. Таким чином, еко-іконічні споруди стають новою архітектурною домінантою, яка базується на принципах сталості, екологічності та відкритості до суспільства.

Наступна група **сакральні домінанти** відповідає критеріям походження, розташування у міському середовищі (домінантність, масштабність), а також соціокультурного виміру, оскільки такі споруди стають символами не лише релігійної громади, але й міста загалом.

Прикладом є *Zentralmoschee Köln* в Німеччині – одна з найбільших і найвиразніших мечетей Європи. Архітектурні прийоми спрямовані на створення нового міського силуету: прозорий купол і два мінарети підносяться

над навколишньою забудовою, утворюючи сакральний акцент. Використання скла та бетону дозволяє інтерпретувати традиційну форму мечеті у сучасному ключі. Просторово-композиційна схема передбачає не лише молитовний зал, але й бібліотеку, виставкові зали, культурний центр та кафе, що реалізує критерій функціональної насиченості [10].

Особливу увагу приділено соціальній інтеграції громадських функцій, що допомагає подолати бар'єри між релігією і суспільством. Таким чином, **сакральні домінанти** стають не лише культовими спорудами, а й новими міськими символами, що формують ідентичність, тектоніку та задають напрямок сучасному формотворенню сакральної архітектури (Рис.1).

Мультиконфесійні сакральні комплекси є новою типологією для Європи, що виникла як відповідь на виклики мультикультуралізму та глобалізації. Ця група формується на основі критеріїв конфесійного режиму (об'єднання кількох релігій), функціональної насиченості і високого рівня соціокультурного виміру, адже такі об'єкти покликані стати платформами для взаєморозуміння.

Найвідомішим прикладом є проєкт *House of One у Берліні* (арх. Kuehn Malvezzi, у будівництві), що поєднує в єдиному об'ємі церкву, синагогу та мечеть [11]. Архітектурна концепція ґрунтується на принципі рівності та співіснування, простори мають однаковий масштаб і структуру. У центрі комплексу розташована «зала зустрічі» – універсальний простір для культурних подій, конференцій і дискусій, який уособлює ідею єдності у різноманітності. Це відповідає критеріям програмної насиченості та соціокультурного діалогу, перетворюючи сакральний комплекс на відкритий громадський простір (Рис.1).

Прийоми формотворення у таких об'єктах базуються на мінімалізмі, строгих геометричних формах та відмові від надмірної орнаментації, щоб уникнути конфлікту між стилістикою різних релігій. Архітектурна інтеграція у середовище відбувається через використання простих, впізнаваних матеріалів (камінь, цегла, дерево). Мультиконфесійні сакральні комплекси не лише задовольняють культові потреби, але й стають храмами діалогу, у яких архітектура виступає посередником між різними традиціями.

Наступна типологічна група – **адаптивні сакральні споруди,** проявляє себе найбільш виразно через критерії походження (історичні споруди, що отримали нове життя), реконструктивного підходу (адаптація до нових функцій) та соціокультурного виміру, адже трансформації часто відображають зміну релігійного складу громади або нові культурні потреби.

Прикладом є *Червона церква в Оломоуці* в Чехії. Неоготичну лютеранську церкву реконструйовано у публічний культурний простір із новою сучасною прибудовою, що працює як вхід, вестибюль, кафе й зв'язок з науковою

бібліотекою. Було додано скляний об'єм уздовж лінії вулиці, який візуально контрастує з історичною частиною, але повторює її масштаб і ритм [12].

Проєкт одночасно реалізує критерії походження, реконструктивного підходу, архітектурної інтеграції у середовище, функціональної насиченості і нової репрезентації через сучасну прибудову (Рис.1).

У формотворчому відношенні ці об'єкти демонструють баланс між збереженням історичного й додаванням сучасного. Адаптивне повторне використання показує, що сакральна архітектура здатна зберігати свою актуальність через трансформацію існуючих об'єктів.

Наступна типологічна група – **інтегровані сакральні споруди** проявляє комбінацію критеріїв архітектурної інтеграції в середовище, часто спостерігається трансформація існуючих приміщень. Йдеться про повноцінні сакральні будівлі або каплиці, які структурно або просторово поєднані з іншими спорудами або щільною міською тканиною: можуть бути вбудовані всередину існуючого комплексу, прибудовані до історичного храму або надбудовані. Саме міський контекст диктує формотворення: від «low-profile» фасадів до виразних екранів-знаків у щільній міській забудові.

Прикладом даного типу можна вважати *Notre-Dame de Pentecôte* в Парижі. Невелика церква вбудована у міський каркас. З боку міських проходів споруду екранує скляна стіна. Вона відділена від основного об'єму і працює як сучасна дзвіниця. Об'єм поставлено на пілонах, що підіймаються над швидкісними дорогами. Візуальна присутність мінімальна (low-profile), але фасад-екран створює виразну ідентичність у середовищі, і є елементом біокліматичності, захищаючи від природних впливів [13] (Рис.1).

Інтегровані сакральні об'єкти демонструють, що сучасна сакральність у Європі формується не тільки конфесійною традицією, а й просторовими обмеженнями, існуючим середовищем, інфраструктурою і соціальним запитом. Саме тому вбудовані, прибудовані та надбудовані рішення стають ключовою частиною нової типології: вони водночас зберігають сакральну ідентичність і підвищують міську корисність.

Ще одну типологічну групу представляють **природоінтегровані сакральні об'єкти**. Ця група вирізняється тим, що поєднує критерій походження споруди, високий рівень архітектурної інтеграції у природнє середовище та акцент на біофільність. Йдеться про повноцінні сакральні будівлі або каплиці, які поєднані з природнім середовищем: інтеграція з рельєфом (часткове заглиблення, лендформа тощо); зелена покрівля; вотерморфні, органічні форми тощо.

Гарний приклад цього типу є *храм у Кнарвіку* в Норвегії, який знаходиться на схилі між природним ландшафтом і міською тканиною. Силует

формують висхідні покрівельні площини, що акцентують шпиль, наос і каплицю – сучасна інтерпретація норвезьких stavkirke. Природоінтегрований храм вписується в ландшафт і доповнює рельєф своєю формою [14].

Об'єкт реалізує принципи природоінтегрованої та біокліматичної архітектури, адаптовані до європейського клімату: висока форма наосу та вертикальні об'єми забезпечують перехресну вентиляцію в теплий період. Вузькі високі прорізи з глибокими відкосами дають рівномірне денне світло без перегріву, а похилі покрівлі з виступами відсікають опади й вітрове навантаження. Дерев'яні матеріали з високими теплоізоляційними характеристиками поєднують низьку вуглеємність. Ландформа і зелені насадження виконують роль мікрокліматичних буферів. Таким чином, сакральний образ вибудовується не лише символічними засобами, а й природньою та кліматичною інтеграцією форми (Рис.1).

Біофільний та природоінтегрований дизайн – це зараз один із найцікавіших напрямів, особливо для сучасних сакральних споруд, адже вони традиційно орієнтувалися на *зв'язок із природою, світлом, космосом*.

Отже на основі проведеного аналізу сучасних об'єктів сакральної архітектури в Європі та визначення їх типологічних груп було виявлено загальні тенденції, які зараз розповсюджені і активно використовуються.

Контекст-детермінованість і інтеграція. Формотворення задає середовище: щільна тканина міста, інфраструктура, охоронні зони. Звідси зростання «інтегрованих» рішень – вбудованих, прибудованих, надбудованих абоміжфасадних об'єктів із фасадами-фільтрами, «порогами» та міськими вітринами.

Гібридизація функцій. Поряд із культовим ядром з'являються культурні, освітні, адміністративні функції.

Біофільність і природоінтеграція. Лендформна архітектура, зелені покрівлі, водні елементи, природні матеріали тощо.

Сучасна інтеграція. Частина об'єктів стає сакральними домінантами міста, інші – «невидимими» або делікатно інтегрованими (вбудовані каплиці, приховані мечеті).

Просторова гнучкість і інклюзивність. Трансформовані інтер'єри (мобільні перегородки, галереї), безбар'єрність, чіткі евакуаційні схеми, інклюзивні санітарні вузли. Сучасні рішення зонування без жорсткої сегрегації, мультиформатність залу тощо.

Ландшафтна урбаністика сакральності. Пороги-сади, мікроландшафти, «повільні маршрути»; сад на покрівлі, дворики й водні інсталяції тощо.

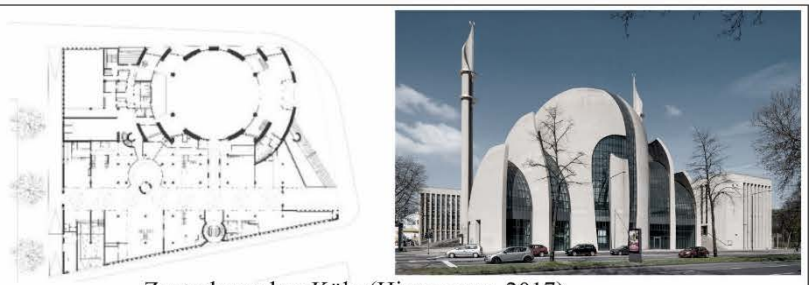
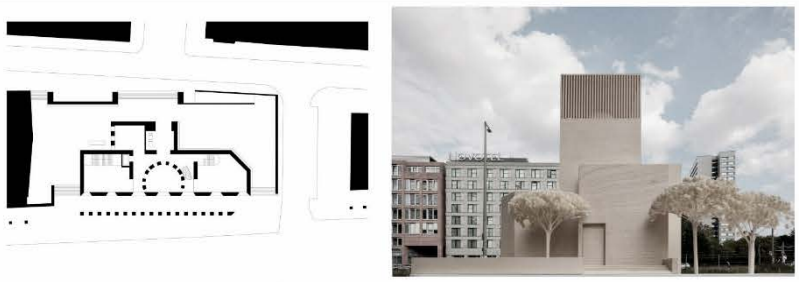
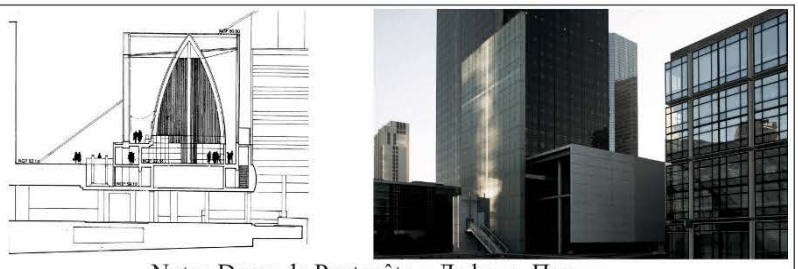
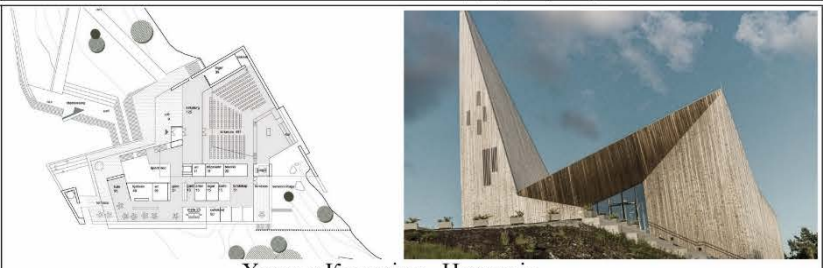
1 тип	**ЕКО-ІКОНІЧНІ СПОРУДИ** Використання еко матеріалів; природна вентиляція; NZEB-рівень енергоефективності; поєднання традицій та екостандартів тощо.	 Cambridge Central Mosque* (Велика Британія, 2019)
2 тип	**САКРАЛЬНІ ДОМІНАНТИ** Сучасні формотворення, традиційні орнамети, тектоніка; домінанти; інтеграція культурно-освітніх функцій; відкритість для суспільства тощо.	 Zentralmoschee Köln (Німеччина, 2017)
3 тип	**МУЛЬТИКОНФЕСІЙНІ САКРАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ** Об'єднання різних приналежностей; мікс традицій, новий мультиконфесійний тип сакрального простору, сучасні та канонічні форми тощо.	 House of One (Берлін, проект)
4 тип	**АДАПТИВНІ САКРАЛЬНІ СПОРУДИ** Будівля змінює функцію, приналежність, «шарувата сакральність»; адаптивна планувальна структура, архітектура, реконструкція тощо.	 Червона церква в Оломоуці в Чехії
5 тип	**ІНТЕГРОВАНІ САКРАЛЬНІ СПОРУДИ** Інтеграції в середовище, в будівлі, які структурно або просторово поєднані з іншими спорудами та/або міською тканиною тощо.	 Notre-Dame de Pentecôte в Дефанс, Париж
6 тип	**ПРИРОДОІНТЕГРОВАНІ САКРАЛЬНІ ОБ'ЄКТИ** Інтеграції у природнє середовище, біофільність, інтеграція з рельєфом, лендформа; зелена покрівля; вотерморфні, органічні форми тощо.	 Храм у Кнарвіку , Норвегія

Рис.1 Сучасні типологічні групи сакральних споруд Європи

Реконструкція як сучасний напрям формування сакральних споруд. У більшості нових сакральних об'єктів присутні реконструктивні прийоми: прибудови, вставки, екологічні ретрофіти, збереження спадщини, мімікрія тощо.

Сучасна сакральна архітектура в Європі зміщується від типологій за конфесією до системи контекстуальних стратегій. Інтеграція у середовище, гібридна програма, біофільність, спектр репрезентацій та інженерна етика формують новий порядок денний, де реконструкція – базовий інструмент довговічності та екологічності.

Висновки.

1. Визначені критерії сучасної типології сакральних споруд у європейському середовищі: походження споруди , розташування у міському середовищі, функціональна насиченість, конфесійна спрямованість ,сталий розвиток та екологічність, біокліматчність, реконструктивний підхід, соціокультурний підхід та архітектурна інтеграція у середовище.

2. Сформульовано сучасні типологічні групи сакральних споруд (з урахуванням інновацій): інтегровані сакральні об'єкти (вбудовані / прибудовані / надбудовані), сакральні домінанти (іконічні комплекси), мультиконфесійні комплекси, природоінтегровані об'єкти та еко-іконічні споруди, адаптивні сакральні споруди.

3. Виявлені загальні тенденції формування сучасної сакральної архітектури Європи: сучасна інтеграція (вбудовані / прибудовані / надбудовані рішення); гібридизація функцій; спектр репрезентації від іконічних домінант до low-profile; біофільність і природоінтеграція (зелені покрівлі, «сад як фасад», робота з рельєфом); ландшафтна урбаністика сакральності; мультиконфесійність і простори діалогу; просторова гнучкість і інклюзивність (трансформовані інтер'єри, безбар'єрність); реконструкція як сучасний напрям формування сакральних споруд.

Список джерел

1. Koznarska, H. (2018). The spatial organization of sacral squares in the city system. Architectural Studies, 4(2), 196-202.

2. Криворучко, Ю.І., «Формування історичного сакрального ландшафту Львова XVIII ст.», Досвід та перспективи розвитку міст України: Збірник наукових праць, 2006. – № 11., С. 34–64.

3. Осиченко Г.О. Загальні принципи реконструкції композиційних структур історичних міст (на прикладі міст) Центральної України), Вісник НУ «Львівська політехніка»: Архітектура, 2007. –№ 585, С. 135–141.

4. Al Khalifa H.E., Lafi M. W. Ornamentation and Islamic Identity in Contemporary European Mosques: An Analysis of Cultural, Aesthetic, and Functional Dimensions and Modern Influences. Buildings 2025, 15(8), 1302. https://doi.org/10.3390/buildings15081302

5. Putra H., Youssef T., Ahmed D., Jasafat J. Modern Mosque Architecture and Its Impact on Islamic Identity. Journal of Noesantara Islamic Studies, 2025. https://doi.org/10.70177/jnis.v2i2.1850

6. Arboix-Alió A., Serrano M.M. Religious architecture, public space, and Contemporary Society. MDPI – Religions, 2025, 16(7), 862; https://doi.org/10.3390/rel16070862

7. Rosseel, F., van Waterschoot A. State-of-the-Art Review on Acoustic Preservation of Historical Worship Spaces through Auralization. Vol. 234, September 2025, 109992. https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2025.109992

8. Korosvolgyi Z. The Sustainable Church: A New Way to Look at the Place of Worship. Periodica Polytechnica Architecture, 2017, 2. Vol.48 P. 93-100.

9. Cambridge Central Mosque. – 2025. Access mode: https://archello.com/project/cambridge-central-mosque

10. Zentralmoschee Köln. – 2025. Access mode: https://www.heinze.de/architekturobjekt/zentralmoschee-koeln/12679797/

11. House of One. – 2025Access mode: https://archello.com/project/house-of-one

12. The Red Church Reconstruction, Olomouc, Czech Republic by atelier-r. – 2025. Access mode: https://amazingarchitecture.com/church/the-red-church-reconstruction-olomouc-czech-republic-by-atelier-r

13. Notre-Dame de Pentecôte Church. – 2025. Access mode: https://archello.com/project/notre-dame-de-pentecote-church

14. Community Church Knarvik / Reiulf Ramstad Architects. – 2025. Access mode: https://www.archdaily.com/574811/community-church-knarvik-reiulf-ramstad-arkitekter

Ph.D., Assistant Professor **Veligotskaya Yuliia**,
Ph.D., Assistant Professor **Smirnova Olga,** lecturer **Bushmanov Serhiy**,
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

MODERN TYPOLOGY OF SACRED BUILDINGS IN THE EUROPEAN CONTEXT

The article proposes an updated typology of modern sacral structures in the European environment and explains it through a system of criteria that reflects the

real conditions of the formation of architecture in cities and landscapes of Europe. Based on a comparative analysis of objects, key typology criteria are formulated: the origin of the structure, location in the urban environment, functional saturation, confessional orientation, sustainable development and environmental friendliness, bioclimatic, reconstructive approach, socio-cultural approach and architectural integration into the environment.

On this basis, six typological groups were distinguished: integrated sacred objects (built-in, attached, superstructured), sacred dominants of the city (iconic complexes that form the silhouette), multi-confessional complexes ("temples of dialogue" with a common public center) and nature-integrated objects (green roofs, deepening into the relief, etc.), eco-iconic buildings (sustainable, ecological techniques) and adaptive sacred buildings.

The results obtained summarize the current trends in the development of sacred architecture in Europe: the transition from stylistic-formal classifications to the typology of contextual strategies, where the form is determined by integration into the natural and urban environment; modern integration (built-in, attached, superstructured solutions); hybridization of functions; the spectrum of representation from iconic dominants to low-profile; biophilicity and nature integration (green roofs, "garden as a façade", work with relief); landscape urbanism of sacredness; multi-confessionalism and spaces of dialogue; spatial flexibility and inclusiveness (transformed interiors, barrier-free); reconstruction as a modern direction in the formation of sacred structures.

Keywords: typology; mosques; churches; cathedrals; reconstruction; temples; nature integration; biophilicity; bioclimaticity.

REFERENCES

1. Koznarska, H. (2018). The spatial organization of sacral squares in the city system. Architectural Studies, 4(2), 196-202. {in English}

2. Kryvoruchko, Y.I. (2006). "Formation of the historical sacral landscape of Lviv in the 18th century", Experience and prospects for the development of cities of Ukraine: Collection of scientific works, No. 11., pp. 34–64. {in Ukranian}

3. Osychenko G.O. (2007). General principles of reconstruction of compositional structures of historical cities (on the example of cities) of Central Ukraine), Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic": Architecture, No. 585, pp. 135–141. {in Ukranian}

4. Al Khalifa H.E., Lafi M.W. (2025). Ornamentation and Islamic Identity in Contemporary European Mosques: An Analysis of Cultural, Aesthetic, and Functional Dimensions and Modern Influences. Buildings. –15(8), 1302; https://doi.org/10.3390/buildings15081302{in English}

5. Putra H., Youssef T., Ahmed D., Jasafat J. (2025). Modern Mosque Architecture and Its Impact on Islamic Identity. Journal of Noesantara Islamic Studies. https://doi.org/10.70177/jnis.v2i2.1850 {in English}

6. Arboix-Alió A., Serrano M.M. (2025). Religious architecture, public space, and contemporary society. MDPI – Religions. 16(7), 862; https://doi.org/10.3390/rel16070862 {in English}

7. Rosseel, F., van Waterschoot A. (2025). State-of-the-Art Review on Acoustic Preservation of Historical Worship Spaces through Auralization. Vol. 234, September, 109992 https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2025.109992 {in English}

8. Korosvolgyi Z. (2017). The Sustainable Church: A New Way to Look at the Place of Worship. Periodica Polytechnica Architecture, 2. Vol.48 P. 93-100 https://doi.org/10.3311/PPAR.11574 {in English}

9. Cambridge Central Mosque (2025). Access mode: https://archello.com/project/cambridge-central-mosque {in English}

10. Zentralmoschee Köln (2025). Access mode: https://www.heinze.de/architekturobjekt/zentralmoschee-koeln/12679797/ {in English}

11. House of One (2025). Access mode: https://archello.com/project/house-of-one {in English}

12. The Red Church Reconstruction, Olomouc, Czech Republic by atelier-r (2025). Access mode: https://amazingarchitecture.com/church/the-red-church-reconstruction-olomouc-czech-republic-by-atelier-r {in English}

13. Notre-Dame de Pentecôte Church (2025). Access mode: https://archello.com/project/notre-dame-de-pentecote-church {in English}

14. Community Church Knarvik / Reiulf Ramstad Architects (2025). Access mode: https://www.archdaily.com/574811/community-church-knarvik-reiulf-ramstad-arkitekter {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.38-51
УДК 72.012

Вороновський І.В.,
ivan.voronovskyi@kname.edu.ua, ORCID: 0009-0009-6402-9308,
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова

ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА АРХІТЕКТУРНЕ ФОРМУВАННЯ ЦЕНТРІВ СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Розглядаються і аналізуються головні фактори впливу на архітектурне формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців. Основна увага при цьому приділяється визначенню впливу окремих факторів на функціонально-планувальне і об'ємно просторове рішення реабілітаційних центрів.

Ключові слова: реабілітаційний центр; військовослужбовці; соціально-психологічна реабілітація; архітектурне формування; фактори впливу.

Постановка проблеми. Кожна історична епоха, залежно від соціально-економічних і політичних умов, має свої пріоритетні напрями у розвитку архітектури. В умовах українського сьогодення, коли вже кілька років на теренах країни тривають бойові дії, абсолютним пріоритетом у розвитку вітчизняної архітектури має бути формування об'єктів, призначених для підтримки і відновлення фізичного й ментального здоров'я військовослужбовців та ветеранів. Тому зараз на урядовому рівні вирішується питання організації у державі мережі сучасних медико-оздоровчих закладів (лікарень, шпиталів, реабілітаційних центрів), де військовослужбовцям і ветеранам будуть надаватися сучасні медичні та реабілітаційні послуги. Проте для багатьох військовослужбовців актуальною потребою є не лише відновлення фізичного здоров'я після поранень, травмувань чи інших захворювань, а й подолання посттравматичного стресового розладу. І у цьому випадку необхідна не медична, а психоемоційна реабілітація. Установою, що може поєднувати в собі медичну і психологічну реабілітацію військовослужбовців, а також соціалізацію ветеранів, є центр соціально-психологічної реабілітації. Це новий тип реабілітаційних закладів, формування яких ще не має значного практичного досвіду і не достатньо розроблене на теоретичному рівні.

Отже, **актуальність** дослідження полягає у необхідності теоретичного аналізу головних засад архітектурного формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців, у тому числі факторів впливу,

що стане базисом для практичного проєктування і будівництва цього типу об'єктів.

Мета дослідження – визначити основні фактори впливу на архітектурне формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців.

Задача дослідження – виявити вплив факторів на функціонально-планувальне і об'ємно просторове формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз вітчизняного і зарубіжного науково-теоретичного досвіду у галузі дослідження показав, що тема архітектурної організації центрів соціально-психологічної реабілітації в цілому і факторів впливу на їхнє архітектурне формування зокрема на даний час розроблена недостатньо. Переважно, дослідження стосуються окремих аспектів теми: архітектурного формування різних типів реабілітаційних центрів [8, 9, 12, 17, 20, 22, 27], особливостей реабілітації військовослужбовців [1, 2, 10, 11, 19], технік і методик психологічної корекції та терапії [8, 10, 13, 14, 17, 19, 21, 28], питань архітектурної доступності та ергономічності [3, 16, 25, 27]. Сформована також законодавча і нормативна база в галузі охорони здоров'я, прав осіб з інвалідністю, архітектурної доступності [5–7]. Комплексні дослідження щодо проєктування центрів соціально-психологічної реабілітації є у роботах лише деяких науковців [23, 24]. Питання аналізу факторів впливу на архітектурне формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців на даний час майже не досліджене.

Основна частина. Аналіз факторів впливу на архітектурне формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців є важливою складовою у розробці загальної концепції їхньої організації. Саме комплекс факторів (зовнішніх і внутрішніх умов та вимог) значною мірою зумовлює функціонально-планувальну та об'ємно-просторову структуру реабілітаційних центрів. При цьому вплив окремих груп факторів може впливати на різні етапи розробки проєктів центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців. Одні фактору матимуть велику вагу на етапі передпроєктного аналізу і вибору території проєктування. Інші зумовлюватимуть функціональну структуру, формотворення і дизайн безпосередньо будівлі реабілітаційного центру [23, 24]. Через це доцільним є поділ усіх факторів, які зумовлюють архітектурне формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців, на дві великі групи: фактори зовнішнього впливу і фактори внутрішнього впливу.

Зовнішні фактори впливу – це ті фактори, які пов'язані, насамперед, із загальними соціально-економічними чи містобудівними умовами, а не зі специфікою об'єкта. До зовнішніх груп факторів впливу на архітектурне

формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців належать: містобудівний, демографічний, економічний, природно-кліматичний.

Містобудівні фактори – це найбільша група серед зовнішніх факторів впливу, яка враховує унікальність та специфіку міського середовища, включаючи забудову, транспортну інфраструктуру, географічне положення тощо [4, 9, 18]. В межах цієї групи можна виокремити кілька факторів. До них належать: транспортна доступність, рекреаційний потенціал території, територіальні ресурси.

Транспортна доступність – це забезпечення території проєктування реабілітаційного центру щонайменше кількома видами громадського транспорту та умовами автомобільного під'їзду. У випадку розташування центрів локального чи міського значення в структурі міста, територія проєктування має бути на відстані пішохідної доступності від зупинок міського громадського транспорту (метро, трамвай, тролейбус, маршрутний автобус), а також забезпечена зручним під'їздом для приватних і службових автомобілів. У випадку розташування регіональних центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців за межами міста, обов'язковою умовою є наявність міжміського транспорту (поїзди, автобуси тощо) та автомагістралей. Отже, транспортна доступність як фактор впливу на формування центрів соціально-психологічної реабілітації має враховуватись на етапі передпроєктного аналізу, оскільки значною мірою зумовлює вибір території проєктування [18, 23, 24].

Рекреаційний потенціал території – це наявність на території проєктування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців природних компонентів (зелених насаджень, водойм), або можливість організації штучних водойм і висадження зелених насаджень. Також можливе розташування проєктної ділянки поруч з існуючими рекреаційними зонами (парками, лісопарками тощо), які додатково можуть використовуватися реабілітантами. Проте, наявність поруч із реабілітаційним центром рекреаційної зони не має розглядатися як заміна природних компонентів у межах самої території проєктування, оскільки природні компоненти мають бути обов'язковими складовими центру соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців. Рекреаційний потенціал території, так само, як і транспортна доступність, має обов'язково враховуватися на етапі передпроєктного аналізу для вибору оптимальної території проєктування центру соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців [17, 30, 28].

Територіальні ресурси – це наявність у місті або за його межами територій з гарною транспортною доступністю і рекреаційним потенціалом для

будівництва центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців. У сучасних великих і найбільших містах територіальні ресурси є великим дефіцитом. При цьому, як зазначалося вище, важливим аспектом проєктування реабілітаційних центрів є транспортна доступність території. Тому архітектурне формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців може відбуватися не лише шляхом використання вільних від забудови ділянок, а й шляхом реорганізації існуючих об'єктів: медичних і оздоровчих закладів; будівель колишніх дитячих дошкільних закладів, що на даний час використовуються не за призначенням; недіючих чи малоефективних промислових об'єктів (має враховуватися клас шкідливості підприємства, транспортна доступність і наявність зелених насаджень у санітарно-захисній зоні, яка може бути використана для рекреаційних потреб). Оскільки дефіцит територіальних ресурсів є проблемою саме у містах, то реорганізація території доцільна підчас архітектурного формування локальних чи загальноміських реабілітаційних центрів. Вибір території проєктування у кожному конкретному випадку будівництва має відбуватися індивідуально і відповідати цільовій категорії користувачів та комплексу факторів впливу [8, 9, 29].

Демографічний фактор – це, насамперед, наявність у місті чи регіоні потенційних користувачів реабілітаційного центру (якщо пріоритетна цільова категорія – ветерани, військовослужбовці, звільнені з полону, або члени сімей військовослужбовців) [1, 2, 13], а у випадку формування центру обласного чи регіонального значення – наявність фахівців (потенційних співробітників).

Економічний фактор – це джерела фінансування проєктування і будівництва центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців. Залежно від розташування і рівня обслуговування реабілітаційного центру (локальний, загальноміський, регіональний), він може фінансуватися з місцевого чи державного бюджету. Також до фінансування можуть бути залучені міжнародні гуманітарні організації, зарубіжні та українські благодійні фонди.

Природно-кліматичний фактор – це температурний режим, характер вітрів, кількість і вид атмосферних опадів. Ці чинники безпосередньо визначають композиційно-планувальну структуру центра соціально-психологічної реабілітації – компактна чи розосереджена, з відкритим внутрішнім двором чи з критим атріумом [9, 12, 15, 22].

Внутрішні фактори впливу – це ті фактори, які безпосередньо пов'язані зі специфікою об'єкта і зумовлюють його функціонально-планувальну і об'ємно-просторову структуру, дизайн будівлі в цілому, інтер'єру і території. До внутрішніх факторів впливу на архітектурне формування центрів соціально-

психологічної реабілітації військовослужбовців належать психофізіологічний, естетичний, функціонально-організаційний та санітарно-гігієнічний фактори.

Психофізіологічний або *людський фактор* – це фактор, пов'язаний зі специфічними фізичними та психоемоційними потребами цільової категорії користувачів – військовослужбовців. Це один з головних факторів, які визначають функціонально-планувальну структуру будівлі центру соціально-психологічної реабілітації. Він комплексно впливає на проєктне рішення, оскільки мають ураховуватися такі критерії, як безбар'єрність, ергономічність та варіативність просторів. Безбар'єрність та ергономічність будівлі і території реабілітаційного центру відповідають за забезпечення доступності, мінімізацію фізичних зусиль і комфортне користування усіма приміщеннями і просторами не залежно від фізичного стану військовослужбовців-реабілітантів, у тому числі людей з інвалідністю [3, 16, 25, 6, 7]. Пріоритетним при цьому має бути урахування потреб реабілітантів з порушеннями опорно-рухового апарату, особливо у кріслі колісному, а також із порушеннями зору та слуху [27].

Якщо ж аналізувати даний фактор у значенні «людський», то має враховуватися індивідуальний психоемоційний стан кожного реабілітанта. Тому мають передбачатися приміщення для індивідуальної роботи і психологічної корекції, а також кімнати чи кабінети, розраховані на перебування усієї родини реабілітанта, наприклад, на етапі подолання посттравматичного стресового розладу і повернення в сім'ю [26, 21, 19, 8].

Звідси, варіативність просторів має відповідати різним психоемоційним станам і потребам реабілітантів, одні з яких потребуватимуть активного спілкування, щоб «виговорити» свій стрес, а інші, навпаки, потребують усамітнення для отримання душевного спокою. Тому, в структурі центру соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців мають передбачатися простори для комунікації і простори для усамітнення. Так само мають проєктуватися одномісні та двомісні палати [28, 14, 13].

Отже, «фізіологічна» складова психофізіологічного фактору зумовлює малу поверховість будівлі реабілітаційного центру, а також короткі й зручні функціональні зв'язки. А «психологічна» складова зумовлює номенклатуру приміщень реабілітаційного центру.

Естетичний фактор у контексті архітектурного формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців – це залежність психологічного й емоційного стану людини, її ментального здоров'я, інтелектуального і соціального розвитку від естетичних характеристик архітектурного середовища. Найголовнішими чинниками при цьому будуть: формотворення будівлі, колірне рішення інтер'єру та екстер'єру, оздоблювальні матеріали (фактура і текстура), світлове середовище (природне денне

освітлення і рішення освітлювальних приладів), природні компоненти (озеленення та водойми на території та в структурі будівлі реабілітаційного центру). Отже, саме естетичний фактор зумовлює дизайн центру соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців. При цьому естетичний фактор тісно пов'язаний з психофізіологічним фактором – естетичні характеристики і художньо-композиційне рішення архітектурного середовища мають нагадувати домівку чи затишне місце для спілкування з друзями, а не шпиталь; дизайн має заспокоювати, а не бути тригером [22, 17, 12, 29, 30].

Функціонально-організаційний фактор – це залежність загального рішення території і функціонально-планувального та об'ємно-просторового рішення будівлі реабілітаційного центру від його спеціалізації, тобто від головного напряму психологічної терапії. Наприклад, реабілітаційні центри, провідною спеціалізацією яких є іпотерапія чи каністерапія, потребують значної території і передбачають розташування на периферії міста чи за його межами, а центри, профілем яких є ерготерапія чи різні види арт-терапії, мають містити відповідні приміщення в структурі будівлі. Отже, функціонально-організаційний фактор зумовлює розташування і площу території центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців, планувальні та об'ємно-просторові параметри будівлі, а також особливості її предметного наповнення [10, 11, 20, 1, 4, 15].

Санітарно-гігієнічний фактор – це урахування санітарно-гігієнічних вимог до організації території і архітектурного рішення будівлі. Так, необхідно дотримуватись нормативних відстаней між власне будівлею реабілітаційного центру і будівлями, де утримуються тварини (іпотерапія та каністерапія). Необхідним також є забезпечення нормативної інсоляції житлових приміщень, оскільки проживання реабілітантів може бути досить тривалим. Отже, санітарно-гігієнічний фактор зумовлює дотримання нормативів, пов'язаних з особливостями функціональної структури центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців [5, 4, 18].

Висновок. У результаті дослідження встановлено, що для коректного урахування впливу різних факторів на архітектурне формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців їх доцільно розділити на дві групи – зовнішні фактори впливу і внутрішні фактори впливу. До зовнішніх факторів впливу належать містобудівний, демографічний, економічний і природно-кліматичний. При цьому містобудівний фактор є комплексним і має враховувати такі складові, як транспортна доступність, рекреаційний потенціал території та територіальні ресурси. До внутрішніх факторів впливу на архітектурне формування центрів соціально-психологічної

реабілітації належать функціонально-організаційний, психофізіологічний, естетичний та санітарно-гігієнічний фактори.

Зовнішні фактори впливу пов'язані із загальними соціально-економічними та містобудівними умовами і мають враховуватися на етапі передпроєктного аналізу і вибору території проєктування. Транспортна доступність і рекреаційний потенціал зумовлюють вибір території проєктування. Наявні територіальні ресурси зумовлюють рівень обслуговування (локальний, загальноміський, регіональний), місткість і функціональне наповнення центрів соціально-психологічної реабілітації.

Внутрішні фактори впливу пов'язані зі специфікою об'єкта і зумовлюють його функціонально-планувальну і об'ємно-просторову структуру, дизайн екстер'єру, інтер'єру і території, тому враховуються на етапі розробки генерального плану і проєкту будівлі центру соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців. Функціонально-організаційний фактор зумовлює розташування і площу території реабілітаційних центрів, планувальні та об'ємно-просторові параметри будівлі, особливості її предметного наповнення. Психофізіологічний фактор зумовлює поверховість й рівень інклюзивності будівлі, функціонально-планувальне рішення, номенклатуру приміщень. Санітарно-гігієнічний фактор зумовлює дотримання нормативів, пов'язаних з особливостями функціональної структури реабілітаційних центрів. Естетичний фактор зумовлює дизайн центру соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців (формотворення, колористичне рішення, фактуру і текстуру оздоблювальних матеріалів, освітлення, залучення природних компонентів).

Список джерел

1. Бортняк В.А. Реабілітація військовослужбовців в Україні. Загальні проблеми та особливості організації під час воєнного стану. – Київ: Видавничий дім «Професіонал», 2022. – 406 с.

2. Бриндіков Ю.Л. Теорія та практика реабілітації військовослужбовців учасників бойових дій в системі соціальних служб: автореф. дис. … д-ра пед. наук: 13.00.05 / Тернопільський нац. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. – Тернопіль, 2019. – 39 с.

3. Велігоцька Ю., Малік Н., Шкляр С., Келебек Арда. Особливості історичного розвитку архітектури та ергономічних рішень лікувально-реабілітаційних центрів // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник – Київ: КНУБА, 2025. – Вип. 72 – С. 16-30.

4. В Україні впроваджується нова концепція формування мережі реабілітаційних центрів. URL: https://moz.gov.ua/article/news/v-ukraini-vprovadzhuetsja-nova-koncepcija-formuvannja-merezhi-reabilitacijnih-centriv

5. ДБН В.2.2-10:2022. Заклади охорони здоров'я. Основні положення. – Чинний від 01.03.2023.– Київ: Мін-во регіон. розв-ку, буд-ва та житл.-комун. госп-ва України, 2022. – 67 с.

6. ДБН В.2.2-40-2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. – Чинний від 01.04.19. – Київ.: Мінрегіон, 2018. –70с.

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

8. Іваночко У., Дмитрів Р. Психологічні аспекти архітектури як фактор у підтримці психічного здоров'я військових після воєнних травм: аналіз закордонного досвіду // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник – Київ: КНУБА, 2025. – Вип. 72 – С. 346-360. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.72.346-360

9. Красножон Т.Ю. Особливості просторово-територіальної організації медично-реабілітаційних центрів політравми / Містобудування і територіальне планування: Наук.-техн. Збірник. – К., КНУБА. 2022. Вип.79. – С. 199-211. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.79.199-211

10. Кокун О.М. Основи психологічної допомоги військовослужбовцям в умовах бойових дій. – Київ: Видавництво КНТ, 2023. – 168 с.

11. Коропатнік І. Соціально-психологічна реабілітація та адаптація військовослужбовців Збройних Сил України. Нормативно-правове забезпечення. – Київ: КНТ, 2021. – 224 с.

12. Лященко М. Тенденції архітектурно-планувальних рішень в реабілітаційних центрах. Build-Master-Class-2024: International scientific–practical conferenceof young scientists, Kyiv, 05-07 november 2024 / Kyiv national university of construction and architecture (KNUCA); chief editor: V. I. Skochko. – Kyiv: KNUCA, 2024. – С. 31 – 32.

13. Макаренко С.С. Соціально-психологічна реабілітація учасників бойових дій // Psychological journal, 2018. – № 13(3). – С. 86-95. DOI: https://doi.org/10.31108/2018vol13iss3pp86-95

14. Мельник А.П. Психологічна реабілітація військовослужбовців, що перебували в умовах бойових дій // Актуальні проблеми соціології, психології, педагогіки, 2015. – № 4 (29). – С. 100-105

15. Морклянник О., Паляниця Х. Модель функціональної організації багатофункційного реабілітаційного центру для військовослужбовців / Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: «Архітектура». – Львів, НУ ЛП, 2023. – № 2(10). С. 130-140. DOI: https://doi.org/10.23939/sa2023.02.130

16. Нестеренко В.В., Мироненко В.П. Середовище без бар'єрів для людей з обмеженими можливостями // Сучасні проблеми архітектури та

містобудування: Наук.-техн. збірник – Київ: КНУБА, 2016. – Вип. 43 (2) – С. 352-356.

17. Попелюшко Р.П. Особливості психологічної реабілітації учасників бойових дій засобами природничої рекреації // Актуальні проблеми психології: зб. наук. пр. / Нац. акад. пед. наук України, Ін-т психол. ім. Г.С. Костюка. – Київ, 2015. – Т. XI: Психологія особистості. Психологічна допомога особистості. – Вип. 13. – С. 198-207.

18. Проектування та будівництво мережі медичних та реабілітаційних центрів в містах України. URL: https://drevliany.org/proektuvannya-ta-budivnictvo-merezhi-m/

19. Психологічна робота з військовослужбовцями-учасниками бойових дій на етапі відновлення. Методичний посібник. – Київ: Центр учбової літератури, 2023. – 283 с.

20. Сулик Т.Р., Будняк Д.І. Фактор спеціалізації в архітектурі реабілітаційних центрів // The 9th International scientific and practical conference «Science in the modern world: innovations and challenges», (May 15-17, 2025) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2025. – 853 p. – Pp. 428-434.

21. Титаренко Т.М. Соціально-психологічна реабілітація особистості: етапи, технології, техніки // Наукові студії із соціальної та політичної психології, 2018. – Вип. 41. – С. 157-167

22. Чернявський В.Г. Основні фактори, що визначають формування інтер'єру громадських будівель соціальної сфери в Україні // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник – Київ: КНУБА, 2010. – Вип. 23 – С. 444-448.

23. Шкляр С.П., Вороновський І.В. Класифікація сучасних центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник – Київ: КНУБА, 2025. – Вип. 71 – С. 630-645. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.630-645

24. Шкляр С.П., Вороновський І.В. Особливості функціонально-планувальної організації сучасних центрів соціально-психологічної реабілітації // Просторовий розвиток: Науковий збірник. – Київ: КНУБА, 2024. – Вип. 8 – С. 219-231. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.219-231

25. Шкляр С.П., Шушлякова О.С. Універсальний дизайн як основа формування доступного архітектурного середовища сучасних міст // Містобудування та територіальне планування: Зб. наук. праць. – Київ: КНУБА, 2023. – Вип. 82 – С. 350-363. DOI: 10.32347/2076-815X.2023.82.350-363

26. Що треба знати про посттравматичний стресовий розлад. URL: https://moz.gov.ua/uk/scho-treba-znati-pro-posttravmatichnij-stresovij-rozlad

27. Яніна Р. 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

28. Intelmann C. Der Raum in der Psychoanalyse. Zur Wirkung des Raumes auf den psychoanalytischen Prozeß / Claudia Intelmann: Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2003. – 967 p.

29. The U.S. Department of Veterans Affairs Palo Alto (VAPA) Polytrauma and Blind Rehabilitation Center. URL: https://www.architectmagazine.com/project-gallery/the-u-s-department-of-veterans-affairs-palo-alto-vapa-polytrauma-and-blind-rehabilitation-center_o

30. Walter Reed National Military Medical Center Army, Navy Join Forces at Medical Facility to Serve Military Families. URL: https://www.hksinc.com/what-we-do/projects/walter-reed-national-military-medical-center/

graduate student **Ivan Voronovskyi**
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

FACTORS INFLUENCE ON THE ARCHITECTURAL FORMATION OF CENTERS FOR SOCIAL-PSYCHOLOGICAL REHABILITATION OF MILITARY SERVANTS

The publication examines and analyzes the main factors of influence on the architectural formation of centers for socio-psychological rehabilitation of military personnel. The main attention is paid to determining the influence of individual factors on the functional-planning and volumetric-spatial solution of rehabilitation centers.

As a result of the study, it was found that in order to correctly take into account the influence of various factors on the architectural formation of centers for socio-psychological rehabilitation of military personnel, it is advisable to divide them into two groups - external factors of influence and internal factors of influence. External factors of influence include urban planning, demographic, economic and natural and climatic. At the same time, the urban planning factor is complex and must take into account such components as transport accessibility, recreational potential of the territory and territorial resources. Internal factors of influence on the architectural formation of centers for socio-psychological rehabilitation include functional-organizational, psycho-physiological, aesthetic and sanitary-hygienic factors.

External factors of influence are related to general socio-economic and urban planning conditions and should be taken into account at the stage of pre-project

analysis and selection of the design territory. Transport accessibility and recreational potential determine the choice of the design territory. Available territorial resources determine the level of service (local, citywide, regional), capacity and functional content of the socio-psychological rehabilitation centers.

Internal factors of influence are related to the specifics of the object and determine its functional-planning and volumetric-spatial structure, exterior, interior and territory design, therefore they are taken into account at the stage of developing the master plan and design of the building of the center for socio-psychological rehabilitation of military personnel. The functional-organizational factor determines the location and area of the rehabilitation centers' territory, the planning and volumetric-spatial parameters of the building, and the features of its subject content. The psychophysiological factor determines the number of floors and the level of inclusiveness of the building, the functional planning solution, the nomenclature of premises. The sanitary and hygienic factor determines compliance with the standards related to the features of the functional structure of rehabilitation centers. The aesthetic factor determines the design of the center for social and psychological rehabilitation of military personnel (form formation, color scheme, texture and pattern of finishing materials, lighting, use of natural components).

Keywords: rehabilitation center; military personnel; socio-psychological rehabilitation; architectural formation; influencing factors.

REFERENCES

1. Bortniak V.A. (2022). Rehabilitation of military personnel in Ukraine. General problems and peculiarities of organization during martial law [Reabilitatsiia viiskovosluzhbovtsiv v Ukraini. Zahalni problemy ta osoblyvosti orhanizatsii pid chas voiennoho stanu]. K.: Vydavnychyi dim «Profesional», p. 406. {in Ukrainian}

2. Bryndikov Yu.L. (2019). Theory and practice of rehabilitation of military personnel who participated in hostilities in the social services system [Teoriia ta praktyka reabilitatsii viiskovosluzhbovtsiv uchasnykiv boiovykh dii v systemi sotsialnykh sluzhb]: avtoref. dys. … d-ra ped. nauk: 13.00.05. 39 s. {in Ukrainian}

3. Velihotska Yu., Malik N., Shkliar S., Kelebek Arda. (2025). Peculiarities of the historical development of architecture and ergonomic solutions of medical and rehabilitation centers [Osoblyvosti istorychnoho rozvytku arkhitektury ta erhonomichnykh rishen likuvalno-reabilitatsiinykh tsentriv]. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. Vyp. 72 – S. 16-30. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.72.16-30 {in Ukrainian}

4. A new concept for forming a network of rehabilitation centers is being implemented in Ukraine [V Ukraini vprovadzhuietsia nova kontseptsiia formuvannia merezhi reabilitatsiinykh tsentriv]. URL: https://moz.gov.ua/article/news/v-ukraini-

vprovadzhuetsja-nova-koncepcija-formuvannja-merezhi-reabilitacijnih-centriv {in Ukrainian}

5. DBN V.2.2-10:2022 (2022). Healthcare institutions. Basic provisions. [Zaklady okhorony zdorovia. Osnovni polozhennia]. – Kyiv. – 67 p. {in Ukrainian}

6. DBN V.2.2-40-2018. (2018). Inclusivity of buildings and structures. Main provisions [Inkliuzyvnist budivel i sporud. Osnovni polozhennia]. – Kyiv. – 70 s. {in Ukrainian}

7. Law of Ukraine On the Rehabilitation of Persons with Disabilities in Ukraine. [Zakon Ukrainy Pro reabilitatsiiu osib z invalidnistiu v Ukraini]. URL https://ips.ligazakon.net/document/T052961?an=394 {in Ukrainian}

8. Ivanochko U., Dmytriv R. (2025). Psychological aspects of architecture as a factor in supporting the mental health of military personnel after war trauma: analysis of foreign experience [Psykholohichni aspekty arkhitektury yak faktor u pidtrymtsi psykhichnoho zdorovia viiskovykh pislia voiennykh travm: analiz zakordonnoho dosvidu]. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. – Vyp. 72 – S. 346-360. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.72.346-360 {in Ukrainian}

9. Krasnozhon T.Iu. (2022). Features of the spatial and territorial organization of medical and rehabilitation centers for polytrauma [Osoblyvosti prostorovo-terytorialnoi orhanizatsii medychno-reabilitatsiinykh tsentriv politravmy] Mistobuduvannia i terytorialne planuvannia. Vyp.79. – S. 199-211. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.79.199-211 {in Ukrainian}

10. Kokun O.M. (2023). Basic psychological support for military personnel in combat situations [Osnovy psykholohichnoi dopomohy viiskovosluzhbovtsiam v umovakh boiovykh dii]. Kyiv: Vydavnytstvo KNT. – 168 s. {in Ukrainian}

11. Koropatnik I. (2021). Social and psychological rehabilitation and adaptation of military personnel of the Armed Forces of Ukraine. Normative and legal security. [Sotsialno-psykholohichna reabilitatsiia ta adaptatsiia viiskovosluzhbovtsiv Zbroinykh Syl Ukrainy. Normatyvno-pravove zabezpechennia]. Kyiv: KNT. – 224 s. {in Ukrainian}

12. Liashchenko M. (2024). Trends in architectural and planning solutions in rehabilitation centers. [Tendentsii arkhitekturno-planuvalnykh rishen v reabilitatsiinykh tsentrakh]. Build-Master-Class-2024: International scientific–practical conferenceof young scientists, Kyiv: KNUCA. S. 31 – 32. {in Ukrainian}

13. Makarenko S.S. (2018). Sotsialno-psychokholohichna reabilitatsiia uchasnykiv boiovykh dii [Sotsialno-psykholohichna reabilitatsiia uchasnykiv boiovykh dii]. Psychological journal. № 13(3). – S. 86-95. DOI: https://doi.org/10.31108/2018vol13iss3pp86-95 {in Ukrainian}

14. Melnyk A. P. (2015). Psykholohichna reabilitatsiia viiskovosluzhbovtsiv, shcho perebuvaly v umovakh boiovykh dii [Psykholohichna reabilitatsiia

viiskovosluzhbovtsiv, shcho perebuvaly v umovakh boiovykh dii]. Aktualni problemy sotsiolohii, psykholohii, pedahohiky. № 4 (29). – S. 100-105 {in Ukrainian}

15. Morklianyk O., Palianytsia Kh. (2023). Model of functional organization of a multifunctional rehabilitation center for military personnel [Model funktsionalnoi orhanizatsii bahatofunktsiinoho reabilitatsiinoho tsentru dlia viiskovosluzhbovtsiv] Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Seriia: «Arkhitektura». № 2(10). S. 130-140. DOI: https://doi.org/10.23939/sa2023.02.130 {in Ukrainian}

16. Nesterenko V.V., Myronenko V.P. (2016). Barrier-free environment for people with disabilities [Seredovyshche bez barieriv dlia liudei z obmezhenymy mozhlyvostiamy]. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. Vyp. 43 (2) – S. 352-356. {in Ukrainian}

17. Popeliushko R.P. (2015). Features of psychological rehabilitation of combatants by means of natural recreation [Osoblyvosti psykholohichnoi reabilitatsii uchasnykiv boiovykh dii zasobamy pryrodnychoi rekreatsii]. Aktualni problemy psykholohii. T. XI: Psykholohiia osobystosti. Psykholohichna dopomoha osobystosti. – Vyp. 13. – S. 198-207. {in Ukrainian}

18. Design and construction of a network of medical and rehabilitation centers in the cities of Ukraine [Proektuvannia ta budivnytstvo merezhi medychnykh ta reabilitatsiinykh tsentriv v mistakh Ukrainy]. URL: https://drevliany.org/proektuvannya-ta-budivnictvo-merezhi-m/ {in Ukrainian}

19. Psychological work with military personnel participating in hostilities at the recovery stage. Methodological manual. [Psykholohichna robota z viiskovosluzhbovtsiamy-uchasnykamy boiovykh dii na etapi vidnovlennia. Metodychnyi posibnyk]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury. 283 s. {in Ukrainian}

20. Sulyk T.R., Budniak D.I. (2025). The specialization factor in the architecture of rehabilitation centers [Faktor spetsializatsii v arkhitekturi reabilitatsiinykh tsentriv] The 9th International scientific and practical conference «Science in the modern world: innovations and challenges». May 15-17, 2025. Toronto, Canada. – 853 p. – Pp. 428-434. {in Ukrainian}

21. Tytarenko T.M. (2018). Socio-psychological rehabilitation of the individual: stages, technologies, techniques [Sotsialno-psykholohichna reabilitatsiia osobystosti: etapy, tekhnolohii, tekhniky] Naukovi studii iz sotsialnoi ta politychnoi psykholohii, Vyp. 41. – S. 157-167. {in Ukrainian}

22. Cherniavskyi V.H. (2010). The main factors determining the formation of the interior of public buildings of the social sphere in Ukraine [Osnovni faktory, shcho vyznachaiut formuvannia interieru hromadskykh budivel sotsialnoi sfery v Ukraini]. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. Vyp. 23 – S. 444-448. {in Ukrainian}

23. Shkliar S.P., Voronovskyi I.V. (2025). Classification of modern centers of social and psychological rehabilitation of military personnel [Klasyfikatsiia suchasnykh tsentriv sotsialno-psykholohichnoi reabilitatsii viiskovosluzhbovtsiv] Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. Vyp. 71. S. 630-645. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.630-645 {in Ukrainian}

24. Shkliar S.P., Voronovskyi I.V. (2024). Features of the functional and planning organization of modern centers of social and psychological rehabilitation. [Osoblyvosti funktsionalno-planuvalnoi orhanizatsii suchasnykh tsentriv sotsialno-psykholohichnoi reabilitatsii] Prostorovyi rozvytok, Vyp. (8), p. 219-231. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.8.219-231 {in Ukrainian}

25. Shkliar S.P., Shushliakova O.S. (2023). Universal design as the basis for forming an accessible architectural environment of modern cities [Universalnyi dyzain yak osnova formuvannia dostupnoho arkhitekturnoho seredovyshcha suchasnykh mist] Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, Vyp. 82 – S. 350-363. DOI: 10.32347/2076-815X.2023.82.350-363 {in Ukrainian}

26. What you need to know about post-traumatic stress disorder [Shcho treba znaty pro posttravmatychnyi stresovyi rozlad]. URL: https://moz.gov.ua/uk/scho-treba-znati-pro-posttravmatichnij-stresovij-rozlad {in Ukrainian}

27. Yanina R. (2024). Peculiarities of designing rehabilitation institutions for people with musculoskeletal disorders [Osoblyvosti prektuvannia reabilitatsiinykh zakladiv dlia liudei z porushenniam oporno rukhovoho aparatu]. Arkhitekturnyi visnyk KNUBA. Vyp. 30-31. – S. 150-154. DOI: https://doi.org/10.32347/2519-8661.2024.30- 31.150-154 {in Ukrainian}

28. Intelmann C. (2003). Der Raum in der Psychoanalyse. Zur Wirkung des Raumes auf den psychoanalytischen Prozeß. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. 967 p. {in English}

29. The U.S. Department of Veterans Affairs Palo Alto (VAPA) Polytrauma and Blind Rehabilitation Center. URL: https://www.architectmagazine.com/project-gallery/the-u-s-department-of-veterans-affairs-palo-alto-vapa-polytrauma-and-blind-rehabilitation-center_o {in English}

30. Walter Reed National Military Medical Center Army, Navy Join Forces at Medical Facility to Serve Military Families. URL: https://www.hksinc.com/what-we-do/projects/walter-reed-national-military-medical-center/ {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.52-61
УДК 711.418:712
Гончарик А.П.,
andrii.honcharyk@ukd.edu.ua, https://orcid.org/0009-0001-5250-7263,
ЗВО «Університет Короля Данила»

ЛАНДШАФТНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕРИТОРІЙ БЛОКОВАНОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ

Розглядається обґрунтування теоретичних положень і практичних підходів до ландшафтної організації територій блокованої житлової забудови з урахуванням сучасних вимог до просторової структури.

Метою статті є обґрунтування теоретичних положень і практичних підходів до ландшафтної організації територій блокованої житлової забудови з урахуванням сучасних вимог до просторової структури, екологічної збалансованості та формування комфортного житлового середовища.

Отримані результати дослідження засвідчують, що прибудинкові території у блокованій забудові часто не мають чіткого функціонального зонування, належних зон відпочинку та засобів забезпечення приватності.

Міжнародний досвід показує ефективність багатофункціональної організації навіть обмеженого простору завдяки міні-патіо, мобільним зеленим насадженням і гнучким зонам.

Запропоновані принципи — від функціонального зонування до інтеграції з архітектурою — можуть стати основою для створення комфортних, сталих і гармонійних прибудинкових просторів.

Ключові слова: блокована житлова забудова; ландшафт; озеленення; прибудинкова територія; таунхаус.

Постановка проблеми. Незважаючи на поширення блокованої житлової забудови як функціонально ефективного типу малоповерхового житла, питання ландшафтної організації прибудинкової території досі залишаються на периферії проєктної практики. Ділянки, що прилягають до блокованих будинків, часто формуються без урахування принципів ландшафтного дизайну, екологічного балансу та соціального комфорту. Це призводить до втрати цілісного архітектурно-просторового образу, нестачі рекреаційних зон і дисгармонії між забудовою та природним середовищем.

В умовах підвищеного запиту на якісне житлове середовище, виникає потреба в комплексному переосмисленні ландшафтної організації територій.

Актуальним стає формування таких середовищ, які забезпечують не лише функціональність, а й естетичну, екологічну та соціальну цінність простору.

Саме це визначає необхідність дослідження проблем і пошуку нових підходів до проєктування ландшафтної структури блокованих будинків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У дослідженні Ладнюк М. І. (2017) висвітлюється архітектурно-ландшафтна організація малих просторів міста на прикладі малоповерхової забудови. Автор звертає увагу на формування внутрішніх дворів і прибудинкових просторів у малоповерховій забудові з акцентом на композицію, функціональність та культурну відповідність [7].

У наукових працях Кисельова Г.В. та Кисельова В.М. (2021) [6] обґрунтовано системні засади організації малоповерхової житлової забудови в Україні, з урахуванням світового досвіду, акцентом на екологічну безпеку та підвищення якості житлового середовища.

Метою статті є обґрунтування теоретичних положень і практичних підходів до ландшафтної організації територій блокованої житлової забудови, враховуючи сучасні вимоги до просторової структури, екологічної збалансованості та формування комфортного середовища для проживання.

Об'єкт дослідження – прибудинкові території блокованої житлової забудови.

Предмет дослідження – принципи, методи та прийоми ландшафтної організації прибудинкових територій блокованої житлової забудови.

Завдання дослідження:

- Здійснити аналіз сучасних підходів до ландшафтної організації в малоповерховій житловій забудові.
- Виявити специфіку формування прибудинкових територій у блокованому житлі.
- Сформулювати основні принципи ландшафтної організації, що забезпечують функціональність, екологічність і комфорт житлового середовища.

Вступ. Блокована житлова забудова є одним із поширених типів малоповерхового житла, що поєднує компактність, економічну доцільність та відносну індивідуалізацію житлових секцій. Її характерними ознаками є наявність окремих входів до кожного житла, невеликих прилеглих територій, напівприватних просторів, які, залишаючись частиною індивідуального користування, водночас інтегруються у спільну соціально-просторову структуру житлового комплексу.

Просторові умови блокованої забудови, зокрема лінійна (рядова) схема розташування будинків, формують специфічні типи відкритих територій – вузькі проходи, приватні дворики, напіввідкриті ділянки.

Дані простори потребують особливого підходу до благоустрою та ландшафтної організації, оскільки їхня площа є обмеженою, а функціональне навантаження — підвищеним.

Організація прилеглих територій у таких умовах виходить за межі традиційного озеленення. Вона включає створення рекреаційних зон, формування візуального та акустичного комфорту, а також забезпечення умов для соціальної взаємодії мешканців. Таким чином, ландшафт стає невід'ємним компонентом архітектурної концепції блокованого житла, визначаючи якість середовища та рівень комфорту проживання.

Сучасні підходи до організації житлових територій передбачають інтеграцію функціональних, естетичних та екологічних чинників. У випадку блокованої забудови це означає необхідність комплексного переосмислення прибудинкових просторів, де природний компонент не лише підсилює архітектурну композицію, а й формує сталий, збалансований та комфортний житловий простір. Саме ці завдання окреслюють актуальність дослідження проблем і принципів ландшафтної організації територій.

Виклад основного матеріалу. У статті С.В. Риндюк та Т.В. Семка *«Сучасний ландшафтний дизайн як діяльність по організації середовища»* [9] наголошується, що інтенсивний розвиток сучасних міст призводить до дедалі більшої деградації природних ресурсів, що зумовлює порушення екологічної рівноваги міста як природної й антропогенної системи та скорочення територій, придатних для рекреаційного використання. Автори підкреслюють, що якість життя населення безпосередньо залежить від збереження та примноження природних компонентів міського ландшафту й від рівня рекреаційних послуг.

Попри природний і рекреаційний потенціал та наявність історичних типів ландшафтів, що можуть стати основою для розвитку, міське середовище має цінний фундамент. Проте воно зазнає сильного техногенного впливу й характеризується високим рівнем деградації.

Ландшафтний дизайн, що є невід'ємною складовою ландшафтної архітектури, безпосередньо взаємодіє з житловою забудовою, створюючи цілісну композицію та поєднуючи елементи забудови між собою. Він повинен підкреслювати особливості архітектурних об'єктів та створювати умови для комфортного проживання. Тому ландшафтний дизайн є важливою складовою сучасного житлового середовища. Його необхідно розроблювати ще на стадії генерального плану, оскільки планувальні рішення напряму пов'язані з організацією громадських зон в забудові [5].

Як підкреслює Т.Т. Морозова у своєму дисертаційному дослідженні *«Архітектурно-містобудівні принципи формування комплексів блокованої житлової забудови у міському середовищі (на прикладі міста Одеса)»*,

екологічні проблеми, які виникають при забудові територій, повинні вирішуватись: зменшенням показників щільності населення (осіб/га) на ділянках забудови; збільшенням питомої ваги озелених територій; впровадженням "зеленого будівництва" засобами озеленення дахів, фасадів будинків, транспортних мереж тощо [8, с. 50].

Ландшафтна організація територій блокованого житла має враховувати щільність забудови, орієнтацію будинків, конфігурацію ділянки та типологію відкритих просторів (приватних, напівприватних, загальних).

До ключових принципів такої організації належать:

– функціональне планування простору з відокремлення зон відпочинку, пішохідного руху, озеленення та господарських потреб;

– створення бар'єрів між сусідніми ділянками за допомогою зелених насаджень, огорож, живоплотів, пергол;

– об'єднання зелених насаджень з загальною архітектурною концепцією – використання вертикального озеленення, контейнерного садівництва, елементів благоустрою;

– врахування мікрокліматичних факторів – інсоляція, вітрозахист, водовідведення, систем автоматичного поливу;

– формування напіввідкритих просторів (внутрішніх двориків, патіо, терас), які сприяють збереженню приватності при зручному доступі до спільного простору.

У світовій практиці (зокрема в Німеччині, Нідерландах, Швеції) блоковане житло часто проєктується в єдиній архітектурно-ландшафтній концепції, де передбачено високий ступінь озеленення, чітке розмежування приватного і загального простору та елементи соціального благоустрою.

В українському контексті спостерігається тенденція до відтворення таких практик, однак у багатьох випадках ландшафтна складова або відсутня, або реалізується частково, без прив'язки до типології забудови.

При плануванні прилеглих територій блокованого житла важливо забезпечити комфортне середовище, що відповідатиме потребам різних вікових груп мешканців, передбачатиме гнучкість використання простору, а також дозволятиме адаптацію до змін у побутовій структурі.

Раціональна організація благоустрою сприяє посиленню екологічної стабільності території, покращенню мікроклімату, формуванню емоційного комфорту та підвищення загальної якості житлового середовища.

Таким чином, ландшафтний підхід до організації територій блокованих житлових будинків має ґрунтуватися на принципах цілісності, функціональності, екологічної доцільності та гармонійного поєднання архітектурних і природних компонентів.

Озеленені території не обмежуються лише декоративною функцією, а виконують роль елементів екологічного балансу, інфраструктурних зв'язків, місць для рекреації та соціальної взаємодії.

У дослідженні *Urban Green Spaces and Collective Housing: Spatial Patterns and Ecosystem Services for Sustainable Residential Development* (2023) зазначено, що інтеграція зелених просторів у планувальну структуру житлових масивів позитивно впливає не лише на мікроклімат і різноманіття природи, а й на фізичне та психоемоційне здоров'я мешканців, рівень соціального капіталу та цінність нерухомості [2].

Додатково у дослідженні Y. Hasegawa (2022) вказується, що ландшафтні елементи суттєво впливають на акустичний комфорт у щільно забудованих просторах, оскільки правильно організоване озеленення виконує функцію звукових бар'єрів, сприяє розмежуванню публічних і приватних зон, а також підвищує якість житлового середовища [1].

В українському контексті, згідно з дослідженням Кисельової Г. В. та Кисельова В. М. (2021) [6], організація малоповерхової забудови має базуватися на інтеграції екологічних і просторово-функціональних рішень, що враховують міжнародний досвід і пристосовані до місцевих умов.

Автори підкреслюють важливість створення зелених бар'єрів, продуманого зонування та застосування екологічно раціональних практик навіть за умов щільного розташування житлових секцій.

На відміну від індивідуальних котеджів із великими приватними дворами чи багатоквартирних житлових будинків з спільними дворами, прибудинкова територія в блокованому житлі має обмежену площу та функціонує в умовах щільного сусідства. Це обумовлює її просторову компактність, потребу в чіткому зонуванні і правильному використанні кожного квадратного метра ділянки.

У дослідженні І.М. Шульги (2020) [10] зазначено, що найбільш поширеною проблемою таких територій є невідповідність між щільністю забудови та якістю відкритого простору, що часто призводить до зниження рівня комфорту, відсутності належного озеленення та приватності.

Автор наголошує на необхідності створення буферних зон, екранів і природних перегородок для зниження рівня шуму та зорового дискомфорту між сусідніми секціями.

Специфіка таких територій також полягає у відсутності чітких меж між приватним, напівприватним і загальним простором.

Це створює виклик для проєктантів, а саме, організувати простір так, щоб мешканці відчували належність до індивідуальної ділянки, але не втрачали зв'язку з суспільним середовищем.

Ефективним інструментом для цього є озеленення, яке виконує як декоративну, так і функціональну роль, створюючи «м'які» межі, затінення, шумоізоляцію та естетичну цілісність.

Як зазначає В.І. Білоус у своїй праці «*Садово-паркове мистецтво: коротка історія розвитку та методи художніх садів*» [3], озеленення прибудинкових територій малоповерхової житлової забудови є невід'ємною складовою формування комфортного середовища проживання. Якість зелених насаджень та їхня архітектурно-художня виразність значною мірою визначають естетику і функціональність дворового простору.

При цьому важливо враховувати місцеві ґрунтово-кліматичні умови, архітектурний контекст забудови та потреби мешканців.

Успішна реалізація проєктів озеленення залежить не лише від планувальних рішень, а й від рівня професійності виконавців та продуманості вибору рослинного асортименту.

Проєктування озеленених територій передбачає кілька послідовних стадій. На початковому етапі визначаються функції прибудинкової ділянки — репрезентативна, рекреаційна, господарська чи комбінована. Далі здійснюється аналіз природно-кліматичних і мікроландшафтних характеристик, на підставі якого формуються пропозиції щодо інженерного обладнання, вертикального планування та благоустрою.

У процесі проєктування важливими завданнями є організація зон відпочинку, розміщення малих архітектурних форм, забезпечення доступності та формування приватності.

Особливу увагу слід приділяти підбору зелених насаджень. Рослини мають виконувати як декоративну, так і функціональну роль — забезпечувати затінення, захист від вітру, створювати сприятливий мікроклімат, підвищувати екологічну стійкість території. В умовах невеликих дворів таунхаусів чи дуплексів доцільним є використання вертикального та контейнерного озеленення, живоплотів, мобільних зелених елементів.

Це дозволяє ефективно використовувати обмежений простір і водночас формувати затишну атмосферу для мешканців.

Аналіз реалізованих проєктів свідчить, що більшість прибудинкових територій у блокованій забудові не мають чіткого функціонального зонування та здебільшого позбавлені місць для відпочинку чи дитячих майданчиків.

Водночас практика закордонного планування (зокрема у Швеції, Нідерландах та Німеччині) демонструє ефективні моделі, у яких навіть обмежений простір використовується багатофункціонально. Облаштування міні-патіо, мобільних зелених насаджень та гнучких просторів, слугують прикладом ефективного використання обмежених територій.

Специфіка прибудинкових територій у блокованому житлі вимагає комплексного та раціонального підходу до планування.

Території мають поєднувати приватність і відкритість, естетику та функціональність, при цьому адаптуватися до умов щільної забудови.

Продовжуючи розгляд особливостей ландшафтної організації територій блокованої житлової забудови, доцільно окреслити основні принципи, що формують якісне, комфортне й екологічно збалансоване середовище.

У своїй статті «Тенденції та перспективи ландшафтного дизайну» Анастасія Варивончик [4] наголошує, що під час створення дизайн-проєкту ландшафту розробник має враховувати широкий спектр чинників: культурні, природні та геологічні особливості, а також економічні й соціальні потреби суспільства. Важливо дотримуватися принципів сталого розвитку, що передбачають гармонійний баланс між складовими ландшафту, збереження їхніх взаємозв'язків та підтримку цілісності екосистемних функцій.

Комплексне планування прилеглих території у блокованій житловій забудові має базуватися на чітких і взаємопов'язаних принципах. Ці принципи враховують не лише функціональне навантаження простору, але й екологічну стабільність, естетичну виразність та соціальні потреби мешканців.

Одним із ключових завдань є досягнення балансу між щільністю забудови та якістю зовнішнього середовища, що можливо завдяки впровадженню системного підходу до організації ландшафту.

Першим принципом є зонування. Воно передбачає розподіл території на такі функціональні частини: рекреаційні зони; господарські ділянки; шляхи наскрізного проходу; рослинні бар'єри.

При цьому важливо забезпечити логічність просторової структури й зручний доступ до кожної зони.

Другим принципом є створення приватності. У межах блокованої забудови вона забезпечується завдяки використанню зелених насаджень, живоплотів, пергол та малих архітектурних форм. Вони не лише відокремлюють простір, а й підсилюють його естетичну цінність.

Третій принцип — екологічна доцільність. Використання локальних рослин, фільтраційних зелених зон, дренажного мощення, збору дощових вод, раціональне залучення сонячного освітлення є частиною стратегії озеленення середовища. Такі елементи сприяють сталості простору.

Не менш важливим є принцип мультифункціональності, за якого навіть невеликі ділянки можуть виконувати кілька функцій — наприклад, патіо, яке одночасно є місцем відпочинку та візуальним бар'єром.

Окремо варто виділити принцип адаптивності. Простори мають бути гнучкими до змін — як у побутових сценаріях використання (наприклад,

сезонність), так і у демографічному розрізі (сім'ї з дітьми, літні мешканці, тощо). Це передбачає модульність озеленення, змінність меблів та ін.

Нарешті, принцип єдності з архітектурою вимагає, щоб ландшафт не суперечив структурі забудови, а підкреслював її ритм, масштаб і матеріальну палітру. Це формує цілісне сприйняття простору та підсилює архітектуру.

Як наслідок, система принципів ландшафтної організації в умовах блокованої забудови повинна охоплювати не лише функціональні та екологічні аспекти, а й відповідати критеріям просторової гнучкості, комфортності та інтеграції з архітектурним середовищем.

Їх дотримання є запорукою формування гармонійного, сталого й привабливого житлового простору.

Висновки. Проведене дослідження дало змогу систематизувати основні підходи до ландшафтної організації малоповерхового житла та визначити особливості формування прибудинкових територій у блокованій забудові.

Виявлено, що за умов щільного розміщення житлових секцій і обмеженої площі приватного простору зростає роль продуманого зонування, застосування зелених буферних зон, гнучких функціональних елементів та екологічно орієнтованих рішень.

Аналіз міжнародного досвіду показав ефективність інтеграції озеленення, як невід'ємного елемента житлової забудови, що одночасно забезпечує просторову організацію. Також сприяє формуванню комфортного й сталого середовища. Натомість вітчизняна практика потребує більшої уваги до аспектів адаптивності, екологічної доцільності та збереження приватності за умов компактного планування.

Принципи ландшафтної організації включають функціональне зонування, екологічну збалансованість, просторово-візуальну приватність та інтеграцію з архітектурою. Вони можуть слугувати методичною основою для проєктування прибудинкових просторів блокованої забудови. Такі території відзначатимуться якістю, естетичною цілісністю та соціальним комфортом.

Список літератури

1. Hasegawa Y., Lau S. K., Chau C. K. Potential Mutual Efforts of Landscape Factors to Improve Residential Soundscapes in Compact Urban Cities // *Landscape and Urban Planning.* — 2022. — Vol. 227. — Article 104534. — P. 1–10.

2. Vinczeová Z., Tóth A. Urban Green Spaces and Collective Housing: Spatial Patterns and Ecosystem Services for Sustainable Residential Development // *Sustainability*. — 2025. — Vol. 17, No. 6. — P. 1–18.

3. Білоус В.І. Садово-паркове мистецтво: Коротка історія розвитку та методи створення художніх садів / В.І. Білоус. – К., 2001. – 299 с.

4. Варивончик А.В. Тенденції та перспективи ландшафтного дизайну // Молодий вчений. – 2022. – № 5 (107). – С. 120–124.

5. Вахніченко О.В. Ландшафтний дизайн в структурі багатоквартирної житлової забудови // Дизайн архітектурного середовища. – 2024. – №18. – С. 315–321.

6. Кисельова Г.В., Кисельов В.М. Системні засади організації малоповерхової житлової забудови в Україні // Регіональні проблеми архітектури та містобудування. – 2021. – № 15. – С. 20–26.

7. Ладнюк М.І., Габрель М.М. Архітектурно-ландшафтна організація малих просторів міста. На прикладі просторів малоповерхової забудови // Архітектурний вісник КНУБА: наук.-вироб. зб. – 2017. – Вип. 11–12. – С. 410–417.

8. Морозова Т.Т. Архітектурно-містобудівні принципи формування комплексів блокованої житлової забудови у міському середовищі (на прикладі міста Одеса) : дис. ... д-ра філософії : 191 – Архітектура та містобудування / ОДАБА. – Одеса, 2024. – 260 с.

9. Риндюк С.В., Семко Т.В. Сучасний ландшафтний дизайн як діяльність по організації середовища // Міське будівництво та архітектура. – 2020. – № 1 (37). – С. 87–92.

10. Шульга І.М. Ландшафтна організація прибудинкових просторів у блокованій житловій забудові передмість України // Архітектурні дослідження. - 2020. - № 3. - С. 98–112.

PhD student **Andrii Honcharyk,**
King Danylo University, Ivano-Frankivsk.

LANDSCAPE ORGANIZATION OF TERRACED HOUSING AREAS

The article considers the substantiation of theoretical principles and practical approaches to the landscape organization of terraced housing areas, taking into account modern requirements for spatial structure. The purpose of the article is to justify theoretical provisions and practical methods for the landscape organization of terraced housing areas with regard to contemporary demands for spatial structure, ecological balance, and the creation of a comfortable living environment. The obtained research results demonstrate that residential outdoor areas in terraced housing often lack clear functional zoning, adequate recreation spaces, and sufficient means of ensuring privacy. International experience highlights the effectiveness of multifunctional organization of even limited spaces through the use of mini-patios, mobile greenery, and flexible zones. The proposed principles — from functional zoning to architectural integration — can serve as a basis for creating comfortable, sustainable, and harmonious residential outdoor environments.

Keywords: terraced housing; landscape; landscaping; residential outdoor area; townhouse.

REFERENCES

1. Hasegawa Y., Lau S. K., Chau C. K. Potential Mutual Efforts of Landscape Factors to Improve Residential Soundscapes in Compact Urban Cities // *Landscape and Urban Planning.* — 2022. — Vol. 227. — Article 104534. — P. 1–10.

2. Vinczeová Z., Tóth A. Urban Green Spaces and Collective Housing: Spatial Patterns and Ecosystem Services for Sustainable Residential Development // Sustainability. — 2025. — Vol. 17, No. 6. — P. 1–18.

3. Bilous, V.I. Sadovo-parkove mystetstvo: Korotka istoriia rozvytku ta metody stvorennia khudozhnikh sadiv [Landscape Art: A Brief History of Development and Methods of Creating Artistic Gardens]. Kyiv, 2001, 299 p.

4. Varyvonchyk, A.V. Tendentsii ta perspektyvy landshaftnoho dyzainu [Trends and Prospects of Landscape Design]. Molodyi vchenyi, 2022, No. 5 (107), pp. 120–124.

5. Vakhnichenko, O.V. Landshaftnyi dyzain v strukturi bahatokvartyrnoi zhytlovoi zabudovy [Landscape Design in the Structure of Multi-Apartment Housing Development]. Dyzain arkhitekturnoho seredovyshcha, 2024, No. 18, pp. 315–321.

6. Kyselova, H.V., & Kyselov, V.M. Systemni zasady orhanizatsii malopoverkhovoi zhytlovoi zabudovy v Ukraini [Systemic Principles of Organization of Low-Rise Housing Development in Ukraine]. Rehionalni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia, 2021, No. 15, pp. 20–26.

7. Ladniuk, M.I., Habrel, M.M. Arkhitekturno-landshaftna orhanizatsiia malykh prostoriv mista. Na prykladi prostoriv malopoverkhovoi zabudovy [Architectural and Landscape Organization of Small Urban Spaces: On the Example of Low-Rise Development Spaces]. Arkhitekturnyi visnyk KNUBA: nauk.-vyrobnychyi zbirnyk, 2017, Iss. 11–12, pp. 410–417.

8. Morozova, T.T. Arkhitekturno-mistobudivni pryntsypy formuvannia kompleksiv blokovanoi zhytlovoi zabudovy u miskomu seredovyshchi (na prykladi mista Odesa): dys. … d-ra filosofii: 191 – Arkhitektura ta mistobuduvannia [Architectural and Urban Planning Principles for the Formation of Complexes of Block Housing Development in the Urban Environment (on the Example of Odesa): PhD Thesis: 191 – Architecture and Urban Planning]. Odesa: Odeska derzhavna akademiia budivnytstva ta arkhitektury, 2024, 260 p.

9. Ryndiuk, S.V., & Semko, T. V. Suchasnyi landshaftnyi dyzain yak diialnist po orhanizatsii seredovyshcha [Modern Landscape Design as an Activity of Environmental Organization]. Miske budivnytstvo ta arkhitektura, 2020, No. 1 (37), pp. 87–92.

10. Shulha, I.M. Landshaftna orhanizatsiia prybudynkovykh prostoriv u blokovanii zhytlovii zabudovi peredmist Ukrainy [Landscape Organization of Residential Courtyards in Block Housing Development in Ukrainian Suburbs]. Arkhitekturni doslidzhennia, 2020, No. 3, pp. 98–112.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.62-73
УДК 728.22.051.6
к.т.н., доцент **Дмитренко А.Ю.,**
ab. Dmytrenko_AU@nupp.edu.ua, ORCID: 0000-0003-4757-5218, H-index 13,
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»

УПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ В ОРГАНІЗАЦІЮ ПРИБУДИНКОВИХ ТЕРИТОРІЙ БАГАТОКВАРИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Висвітлюється питання, пов'язані з сучасною організацією прибудинкових територій в житловому середовищі. Показано, як принципи збалансованого та сталого просторового розвитку знайшли своє відображення у формуванні прибудинкової території – через призму упровадження новітніх будівельних матеріалів та технологій. Особливу увагу приділено на облаштуванні проїздів та тротуарів, різних видів майданчиків, озеленення. Акцентовано питання безпеки та інженерного забезпечення багатоквартирної житлової забудови, що у зв'язку з війною набули особливої гостроти й актуальності.

Ключові слова: житлове середовище; житлова забудова; доступне житло; багатоквартирне житло; прибудинкова територія; благоустрій; адаптація.

Постановка проблеми. Благоустрій прибудинкової території багатоквартирного житлового будинку є важливим елементом створення комфортного, безпечного та екологічного середовища для мешканців. В наш час сталий розвиток став ключовим концептом у сучасному світі, особливо в контексті урбанізації та зростання міст. У даній статті розглядається можливості використання новітніх матеріалів та технології у благоустрій прибудинкових територій на засадах сталого розвитку. Актуальність роботи полягає у специфіці житлової забудови українських міст, де території, відведені під житло, становлять у середньому 22% до 30% від загальної площі міста [1]. В якості об'єкту дослідження було прийнято найпоширеніші типи житлового фонду як в Україні загалом, так і в Полтаві зокрема. Основними є садибний та багатоквартирний типи. Типологічний ряд житлових будинків формується на основі двох великих груп, які різняться об'ємно-планувальним рішенням та характером зв'язку з навколишнім середовищем, що є ключовим і в реалізації принципів сталого розвитку.

Площі, зайняті багатоквартирним житловим фондом, становлять лише близько 20% – 27% від загальної площі житлових територій міст України. Їх важливою особливістю є те, що на цих ділянках зосереджено від 65% до 78% житлового фонду і проживає найбільша частка міського населення [2]. Це підкреслює нагальність розробки рішень щодо просторової організації прибудинкових територій багатоквартирної забудови у відповідності з принципами сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми комплексної реконструкції міської житлової забудови в Україні досліджувались такими вітчизняними вченими, як М. Биваліна, М. Габрель, І. Гнесь, М. Дьомін, В. Єжов, Т. Жидкова, Є. Клюшніченко, В. Куцевич, А. Оситнянко, А. Плешкановска, О. Сингаївська та інші. Серед останніх публікацій у науковому просторі – статті, присвячені дослідженню саме багатоквартирного житла, його прибудинкової території, можливості його повоєнної реабілітації та адаптації до сучасних вимог. Ці теми підняті такими науковцями як О. Олійник та І. Селешок [3], С. Зосім та В. Ніколаєнко [4; 5], І. Смадич [6], Л. Шевченко [7; 8], А. Шевченко, Н. Новосельчук, О. Михайлишин, О. Трошкіна, М. Камал [9], В. Вадімов [10; 11], Д. Вадімов [12-14] та іншими. Відомі також й авторські напрацювання у цій царині [15; 16]. Досягнутий рівень дослідження спрямований на вирішення актуальних питань масової багатоквартирної житлової забудови у містах України. Важливим є закордонний досвід проведення досліджень по просторовій організації міського середовища, зокрема житловому середовищу з метою підвищення його привабливості, комфортності. Серед таких досліджень привертають увагу дослідження про участь громадян у процесі створення житєкомфортного середовища [17; 18].

Метою публікації є висвітлення важливих аспектів в організації прибудинкових територій багатоквартирної житлової забудови, а саме – впровадження новітніх будівельних матеріалів та технологій. Це дослідження проводиться згідно загальнодержавних інтересів, спрямованих на покращення екологічного стану міських територій та раціональному використанню природних ресурсів. Традиційні **методи, використані в дослідженні**, сприяли досягти поставленої мети, серед них – історико-теоретичний, емпіричний, порівняльний, методи комплексного аналізу й експериментального проєктування.

Результати дослідження та їх обґрунтування. У сучасній діяльності людства сталий розвиток міст є ключовим фактором розвитку сучасної економіки. Він робить міста життєстійкими, адаптивними, здатними пом'якшувати негативні впливи та стимулювати позитивні соціально-економічні та екологічні зміни. Сталий розвиток охоплює всі аспекти здорового розвитку

міста, забезпечуючи вирішення фінансово-економічних, соціальних та екологічних проблем.

До 2030 року завдання сталого розвитку міст та громад включають [19]: забезпечення доступу до безпечного та недорогого житла, екологічно сталих транспортних систем, відкритої та сталої урбанізації, збереження світової культурної та природної спадщини, зменшення збитків від стихійних лих, зниження негативного екологічного впливу міст, забезпечення доступу до безпечних зелених зон і громадських просторів, підвищення якості національного та регіонального планування, впровадження комплексного управління в містах та підтримку найменш розвинених країн у будівництві стійких будівель.

Аналіз виконання цих завдань в Україні за 2015-2020 роки виявив такі основні тенденції для подальшого досягнення цілей:

- обов'язковий моніторинг, аналіз результатів та оцінка ефективності виконаної роботи;
- збереження позитивних тенденцій (короткострокових та довгострокових) у питаннях доступності житла, збереження спадщини, безпеки населення та зниження забруднення, з плануванням подальших заходів для їх сталого розвитку;
- підвищення рівня освіти та обізнаності населення через обґрунтування планів екологізації, роз'яснення її переваг та виховання прагнення до зміни споживчої поведінки;
- стимулювання соціально-економічного розвитку територій через взаємодію міжнародних організацій з громадами, залучення місцевих спільнот до прийняття рішень, вибір кращих екологічних практик, збереження культурної спадщини, покращення здоров'я та безпеки, створення нових робочих місць та стимулювання місцевої економіки [20; 21].

Принципи «збалансованого та сталого просторового розвитку» вплинули і на формування поняття прибудинкової території. Організація спільного користування цією територією через об'єднання мешканців у ОСББ (об'єднання співвласників багатоквартирних будинків) та інші форми домоуправління (управлінські житлові компанії, комунальні підприємства, житлово-експлуатаційні організації, житлові кооперативи) дозволяє забезпечити ефективне управління, а також залучити мешканців до громадських обговорень для вироблення спільних рішень щодо благоустрою і покращення якості життя. Таким чином, необхідно проінтегрувати такі поняття як планувальний елемент урбанізованої території «прибудинкова територія» через основні складові, перераховані вище, до «концепції сталого розвитку». Це можна зробити і через призму сучасних екологічних матеріалів та технологій.

Для *проїздів та тротуарів* в межах прибудинкових територій можна використовувати низку сучасних матеріалів, серед яких:

- матеріали, які дозволяють воді проникати крізь них, зменшуючи стік і сприяючи природному відновленню води в ґрунті (рис. 1, а);
- регенеровані (вторинні) матеріали, такі як перероблений бетон або асфальт, для створення нових поверхонь;
- екологічний асфальт, виготовлений з додаванням перероблених матеріалів або з використанням технологій, що зменшують викиди CO2 під час виробництва;
- бетон з низьким вмістом вуглецю (спеціальні формули бетону, які зменшують викиди CO2 під час виробництва);
- керамічна плитка та бруківка з відходів керамічного виробництва;
- сонячні панелі для тротуарів (рис. 1, б);
- натуральні матеріали: дерево, камінь або гравій, які є екологічно чистими і можуть бути добуті з місцевих джерел;
- технології зелених поверхонь (рис. 1, в).

Рис. 1. Використання сучасних матеріалів в організації прибудинкових територій багатоповерхової житлової забудови: а) пористої бруківки; б) сонячних панелей; в) рослинного покриття (світлини з Інтернет джерел).

Вибір матеріалів залежить від специфіки проєкту, кліматичних умов та доступності ресурсів. Застосування цих матеріалів може суттєво зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та сприяти сталому розвитку

прибудинкової території багатоквартирного житла.

Для використання *зелених насаджень* в межах прибудинкових територій у контексті сталого розвитку також використовують різноманітні сучасні матеріали та технології, серед яких:

- компост із органічних відходів, який покращує якість ґрунту і забезпечує рослини необхідними поживними речовинами;
- біорозкладні матеріали (вироби з біопластику, або інших біорозкладних матеріалів), які можна використовувати для горщиків, укриттів або мульчі;
- геосинтетики (геотекстиль, геосітки, рис. 2, а);
- субстрати на основі перероблених матеріалів (тирса, кокосове волокно або інші органічні відходи);
- системи дощового збору, які можуть бути використані для поливу зелених насаджень;
- системи вертикального озеленення (модульні системи для вертикального озеленення), які можуть бути виготовлені з перероблених або екологічно чистих матеріалів;
- мульча з натуральних матеріалів (деревина стружка, солома) для покриття ґрунту, що допомагає зберігати вологу і запобігати росту бур'янів;
- екологічні органічні добрива (рідкий компост або гумус) для підживлення рослин без шкоди для навколишнього середовища;
- системи автоматичного поливу (системи крапельного поливу) або інших технологій для раціонального використання води;
- покриття з природних матеріалів (натурального каменю, гравію) для створення доріжок і альпійських гірок, що сприяє природному естетичному вигляду і покращує функціональність території.

Ці матеріали не лише сприяють сталому розвитку житлового середовища та його прибудинкової території, але й покращують їх екологічний стан, забезпечуючи здорове середовище як для мешканців, так і для рослин.

Дослідженням виявлені сучасні матеріали, які варто використовувати для різних видів *майданчиків* в межах прибудинкових територій згідно з принципами сталого розвитку. Розглянемо їх окремо.

1. *Ігрові майданчики для дітей дошкільного та молодшого шкільного віку*. Характерне використання екологічно чистої деревини (зі сертифікованих лісів, обробленої, без токсичних речовин); біорозкладних пластикових матеріалів для виготовлення ігрових елементів, які не шкодять навколишньому середовищу; м'якого покриття з натуральних матеріалів (рис. 2, б).

2. *Майданчики для відпочинку дорослого населення*. Властиве використання вторинних матеріалів для створення лавок, столів та інших елементів (як то

перероблений бетон та цегла); застосування системи збору дощової води для поливу зелених насаджень або очищення території; упровадження екологічних видів покриття для доріжок (як то натурального каменю, гравію або тротуарної плитки з перероблених матеріалів).

3. *Майданчики для занять фізичною культурою*. Характерне залучення спортивного обладнання з перероблених матеріалів (тренажерів та спортивних снарядів); використання гумові покриття з перероблених матеріалів та дерев'яних конструкцій для формування спортивних майданчиків з використанням сертифікованої деревини.

4. *Майданчики для тимчасового зберігання автомобілів*. Властиве формування паркувальних зон з екологічно чистих природних матеріалів або вторинних матеріалів (як для покриття, так і для бордюрного каменю) – гравію або натурального каменю, що забезпечує дренаж і запобігає утворенню калюж.

5. *Майданчики для господарських цілей*. Характерне використання металевих конструкцій з перероблених матеріалів (наприклад, контейнери для сміття або складування інвентарю), бетонних блоків із вторинної сировин для створення огорож або стелажів.

6. *Майданчик для вигулу собак*. Створення натуральних огорож з екологічно чистих матеріалів; гумового покриття для комфортного вигулу та тренуванню собак, які забезпечують легкість в прибиранні; формування зон для відпочинку з малими архітектурними формами з перероблених матеріалів (лавки , міські меблі, тощо).

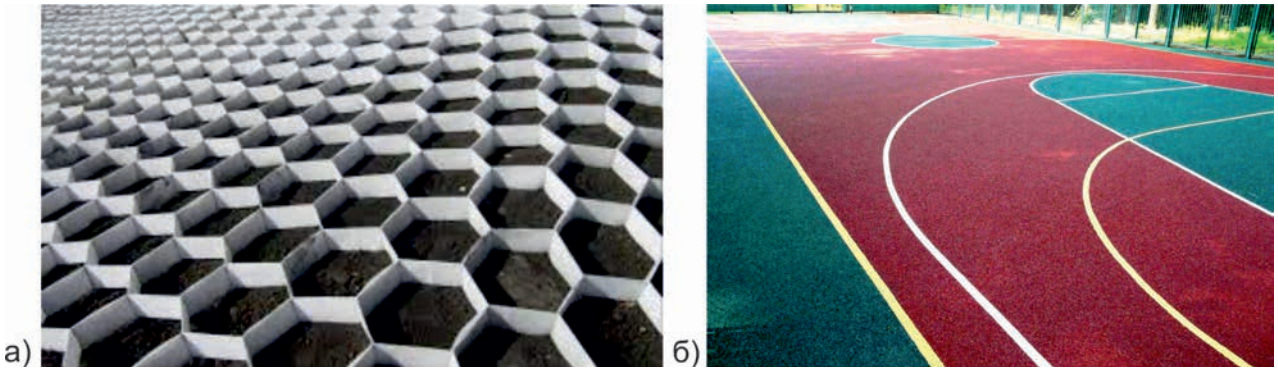


Рис. 2. Сучасні матеріали та технології в організації прибудинкових територій багатоповерхової житлової забудови: а) геотекстиль та геосітки як допомога у дренажі, запобіганні ерозії та покращенні структури ґрунту; б) гумові плитки на основі перероблених автомобільних шин, або натуральний каучук для амортизації падінь (світлини з Інтернет джерел).

Інженерне забезпечення житлового комплексу з прибудинковою територією є критично важливим для забезпечення його незалежного комфортного та безпечного функціонування. В першу чергу мова йде про

інженерні системи, споруди та пристрої для безпеки – протирадіаційні укриття (ПРУ) та бомбосховища, які є важливими у випадку надзвичайних ситуацій. Тут важливо облаштувати відкриті зони для збору мешканців у разі надзвичайної ситуації, включаючи місця для збору інформації та координації дій, відкриті комунікаційні шляхи для швидкого доступу до укриття та безпечних зон.

Для забезпечення незалежного функціонування житлового середовища з урахуванням принципів сталого розвитку актуальним наразі є використання різноманітних технологій та інфраструктурних рішень, зокрема:

- систем відновлювальної енергії – сонячних панелей та батарей для генерації електроенергії, вітрових турбін для додаткового постачання енергії;
- систем збору та зберігання дощової води – дощових резервуарів для поливу зелених насаджень або технічних потреб;
- енергоефективних технологій, як то – інтелектуальних систем управління, «розумних» технологій для оптимізації споживання енергії (освітлення, опалення, охолодження);
- систем переробки відходів – компостування органічних відходів, сортування сміття у пунктах для роздільного збору вторинної сировини.

Висновок. Питання просторової організації житлового середовища, прибудинкових територій багатоквартирної забудови набувають все більшої актуальності. Стануть у нагоді й **подальші дослідження** у цій царині з виявленням екологічних підходів щодо їх формування. Сталий розвиток передбачає баланс між економічними, соціальними та екологічними аспектами. Інтеграція стратегії сталого розвитку міст України у благоустрій прибудинкових територій багатоквартирних житлових будинків через використання новітніх будівельних матеріалів та технологій дозволить значно поліпшити якість життя мешканців, зробити міста більш безпечними екологічними та комфортними. Наразі це є важливим практичним кроком. Цей підхід не лише покращує якість життя, але й сприяє збереженню навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел:

1. Статистичний щорічник України 2021. Державна служба статистики України / за ред. І.Є. Вернера. Київ, 2022. С.103-104.

2. Розподіл постійного населення Полтавської області за статтю та віком на 1 січня 2022 року: Статистичний збірник / Головне управління статистики у Полтавській області. Полтава, 2022.

3. Олійник, О., & Селешок, І. Принципи формування функціонально-просторової програми соціального житла на засадах сталого розвитку. *Містобудування та територіальне планування*. 2024. (85). С. 445–453. DOI:

https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.445-453

4. Зосім С.А., Ніколаєнко В.А. Теоретичні передумови формування нової повоєнної забудови в Україні. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2023. Вип. 67. С. 221-229. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.221-229.

5. Зосім С.А., Ніколаєнко В.А. Аналіз вітчизняного практичного досвіду формування багатоквартирної житлової забудови 1991-2010 рр. на прикладі міста Полтави. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2024. Вип. 70. С. 206-221. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.70.206-221.

6. Смадич І.П. Дослідження соціальної активності внутрішньо дворових просторів в архітектурних рішеннях житлових будинків. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2021. № 2. С. 99-105. DOI: https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.99.756

7. Shevchenko L. Mass Housing in Ukraine in the Second Half of the 20th Century. *Docomomo Journal* – No 67, 2022/2, pp. 72-78. DOI: https://doi.org/10.52200/docomomo.67

8. Shevchenko L.S. Second Life of the Residential Building Area of the Middle of the 50s—Early 80s of the Twentieth Century in Ukraine: Opportunities and Perspectives *Lecture Notes in Civil Engineering.* 2019. Vol. 73. Pp. 449-462. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_37

9. Shevchenko L., Mykhaylyshyn O., Novoselchuk N., Troshkina, O., Kamal, M. A. Landscaping and Greening of the Residential Buildings Courtyards of the 50s–Early 80s of the XX Century in Ukraine: Current Situations and Renewal Perspectives/ *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2023. 299. Pp. 541–558. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_43

10. Vadim Vadimov, Liudmyla Shevchenko, Dmytro Vadimov, Artem Shevchenko. Cluster dimensions of the space of a new residential district of Ukrainian ‘post-socialist’ city. *Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 2024. Vol. 35, No 2. Pp. 67-81.

11. Вадімов В.М. Особливості просторового планування в умовах інтегрованого розвитку міст в Україні. (Практичний коментар). Полтава: Дивосвіт, 2019. 132 с.

12. Вадімов Д.В. Особливості формування прибудинкових територій багатоквартирної житлової забудови. *Містобудування та територіальне планування.* 2023. № 82, С. 53-63. DOI: 10.32347/2076-815x.2023.82. 53-63

13. Вадімов Д.В. Фактори впливу на комфортність простору прибудинкових територій багатоквартирної житлової забудови. *Просторовий розвиток*, 2024. №7, С. 21–31. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.21-31

14. Вадімов Д.В. Принципові положення щодо просторового вирішення

прибудинкових територій багатоквартирних житлових будинків. *Просторовий розвиток*. 2025. №11. С.16-29. DOI: 10.32347/2786-7269.2025.11.16-29

15. Дмитренко А.Ю. Проблеми розвитку типології масового житла для післявоєнної відбудови України. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2023. Вип. 66. С. 150-167. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.66.150-167

16. Denys Chernyshev, Yulia Ivashko, Oleksandr Ivashko, Andrii Dmytrenko, Wojciech Ciepłucha. From a Mansion to a Tenement House: The Evolution and Preservation of the Historical Development of Ukrainian Cities from the Late Nineteenth and Early Twentieth Centuries. *Wiadomości Konserwatorskie. Journal of Heritage Conservation*. 2023. Vol. 73/ Pp. 16-23.

17. Полтава 2030. Концепція інтегрованого розвитку міста. Сильні міста – сильна Україна. Полтава, 2018. – 298 с. веб-сайт. URL: https://www.2030.poltava.ua/ua/kontseptsiya-intehrovanoho-rozvytku-mista-2030 (дата звернення 17.09.2025).

18. Гел Й. Міста для людей. К., 2018. 280 с.

19. Лернер Ж. Акупунктура міста. Львів, 2016. 160 с.

20. Левчук К.О., Романюк Р.Я. Сталий розвиток міста як ключовий фактор розвитку економіки країни. *Математичне моделювання.* 2022. № 1(46). С. 131-140.

21. Хаустова В.Є., Омаров Ш.А. Концепція сталого розвитку як парадигма розвитку суспільства. Проблеми економіки. 2018. № 1 (35). С. 265-273.

PhD, Associate Professor **Dmytrenko Andrii,**
National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”

IMPLEMENTATION OF THE NEWEST BUILDING MATERIALS AND TECHNOLOGIES IN THE ORGANIZATION OF THE ADJACENT TERRITORY OF MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS

Issues related to the modern organization of adjacent territories in the residential environment are covered in the article. The relevance of the study and its connection with national interests aimed at improving the ecological condition of urban areas and rational use of natural resources are argued. The purpose of the publication is to highlight the latest building materials and technologies that are characteristic of the organization of adjacent territories of multi-apartment residential buildings. Traditional methods used in the study contributed to achieving the set goal, among them – historical-theoretical, empirical, comparative, methods of complex analysis and experimental design.

The main trends in the arrangement of the residential environment and its adjacent territories have been identified, which have become key in fulfilling the tasks on the way to the sustainable development of Ukrainian cities. It is shown how the principles of balanced and sustainable spatial development have been reflected in the formation of the adjacent territory. This happened through the prism of the introduction of the latest building materials and technologies. Particular attention is paid to the arrangement of driveways and sidewalks, various types of sites, and landscaping. It has been found that the choice of materials depends on the specifics of the project, climatic conditions, and the availability of resources. The use of the presented materials (recycled, environmentally friendly, biodegradable, and those that reduce CO2 emissions) can significantly reduce the negative impact on the environment and contribute to the sustainable development of the adjacent territory of multi-apartment housing. The issues of safety and engineering support of multi-apartment residential buildings are emphasized. They have become particularly acute and relevant in connection with the war. This is the issue of arranging anti-radiation shelters (ARSh) and bomb shelters, which are important in case of emergency situations, open areas for residents to gather, including places for collecting information and coordinating actions, open communication routes for quick access to shelters and safe areas. The importance of using renewable energy systems, rainwater collection and storage, intelligent control systems, “smart” technologies and waste processing systems for the proper functioning of a modern residential environment is shown.

Integrating the strategy of sustainable development of Ukrainian cities into the improvement of adjacent areas of multi-apartment residential buildings through the use of the latest building materials and technologies will significantly improve the quality of life of residents. This will make Ukrainian cities safer, more environmentally friendly and more comfortable. This approach not only improves the quality of life, but also contributes to the preservation of the environment for future generations.

Keywords: residential environment; residential development; affordable housing; multi-apartment housing; adjacent territory; landscaping; adaptation.

REFERENSES

1. Статистичний щорічник України 2021. Державна служба статистики України / за ред. І.Є. Вернера. Київ, 2022. С.103-104. {in Ukrainian}

2. Rozpodil postiinoho naselennia Poltavskoi oblasti za stattiu ta vikom na 1 sichnia 2022 roku: Statystychnyi zbirnyk / Holovne upravlinnia statystyky u Poltavskii oblasti. Poltava, 2022 {in Ukrainian}

3. Oliinyk, O., & Seleshok, I. Pryntsypy formuvannia funktsionalno-prostorovoi prohramy sotsialnoho zhytla na zasadakh staloho rozvytku. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2024. (85). S. 445–453. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.445-453 {in Ukrainian}

4. Zosim S.A., Nikolaienko V.A. Teoretychni peredumovy formuvannia novoi povoiennoi zabudovy v Ukraini. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. 2023. Vyp. 67. S. 221-229. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.221-229 {in Ukrainian}

5. Zosim S.A., Nikolaienko V.A. Analiz vitchyznianoho praktychnoho dosvidu formuvannia bahatokvartyrnoi zhytlovoi zabudovy 1991-2010 rr. na prykladi mista Poltavy. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. 2024. Vyp. 70. S. 206-221. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.70.206-221 {in Ukrainian}

6. Smadych I.P. Doslidzhennia sotsialnoi aktyvnosti vnutrishno dvorovykh prostoriv v arkhitekturnykh rishenniakh zhytlovykh budynkiv. Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury. 2021. № 2. S. 99-105. DOI: https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.99.756 {in Ukrainian}

7. Shevchenko L. Mass Housing in Ukraine in the Second Half of the 20th Century. *Docomomo Journal* – No 67, 2022/2, pp. 72-78. DOI: https://doi.org/10.52200/docomomo.67 {in English}

8. Shevchenko L.S. Second Life of the Residential Building Area of the Middle of the 50s—Early 80s of the Twentieth Century in Ukraine: Opportunities and Perspectives *Lecture Notes in Civil Engineering.* 2019. Vol. 73. Pp. 449-462. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_37 {in English}

9. Shevchenko L., Mykhaylyshyn O., Novoselchuk N., Troshkina, O., Kamal, M. A. Landscaping and Greening of the Residential Buildings Courtyards of the 50s–Early 80s of the XX Century in Ukraine: Current Situations and Renewal Perspectives/ *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2023. 299. Pp. 541–558. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_43 {in English}

10. Vadim Vadimov, Liudmyla Shevchenko, Dmytro Vadimov, Artem Shevchenko. Cluster dimensions of the space of a new residential district of Ukrainian ‘post-socialist’ city. *Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 2024. Vol. 35, No 2. Pp. 67-81. {in English}

11. Vadimov V.M. Osoblyvosti prostorovoho planuvannia v umovakh intehrovanoho rozvytku mist v Ukraini. (Praktychnyi komentar). Poltava: Dyvosvit, 2019. 132 s. {in Ukrainian}

12. Vadimov D.V. Osoblyvosti formuvannia prybudynkovykh terytorii bahatokvartyrnoi zhytlovoi zabudovy. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2023. № 82, S. 53-63. DOI: 10.32347/2076-815x.2023.82.53-63 {in Ukrainian}

13. Vadimov D.V. Faktory vplyvu na komfortnist prostoru prybudynkovykh terytorii bahatokvartyrnoi zhytlovoi zabudovy. Prostorovyi rozvytok, 2024. №7, S. 21–31. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.21-31 {in Ukrainian}

14. Vadimov D.V. Pryntsypovi polozhennia shchodo prostorovoho vyrishennia prybudynkovykh terytorii bahatokvartyrnykh zhytlovykh budynkiv. Prostorovyi rozvytok. 2025. №11. S.16-29. DOI: 10.32347/2786-7269.2025.11.16-29 {in Ukrainian}

15. Dmytrenko A.Iu. Problemy rozvytku typolohii masovoho zhytla dlia pisliavoiennoi vidbudovy Ukrainy. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. 2023. Vyp. 66. S. 150-167. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.66.150-167 {in Ukrainian}

16. Denys Chernyshev, Yulia Ivashko, Oleksandr Ivashko, Andrii Dmytrenko, Wojciech Ciepłucha. From a Mansion to a Tenement House: The Evolution and Preservation of the Historical Development of Ukrainian Cities from the Late Nineteenth and Early Twentieth Centuries. *Wiadomości Konserwatorskie. Journal of Heritage Conservation*. 2023. Vol. 73/ Pp. 16-23. {in English}

17. Poltava 2030. Kontseptsiia intehrovanoho rozvytku mista. Sylni mista – sylna Ukraina. Poltava, 2018. – 298 s. veb-sait. URL: https://www.2030.poltava.ua/ua/kontseptsiya-intehrovanoho-rozvytku-mista-2030 (data zvernennia 17.09.2025). {in Ukrainian}

18. Hel Y. Mista dlia liudei. K., 2018. 280 s. {in Ukrainian}

19. Lerner Zh. Akupunktura mista. Lviv, 2016. 160 s. {in Ukrainian}

20. Levchuk K.O., Romaniuk R.Ia. Stalyi rozvytok mista yak kliuchovyi faktor rozvytku ekonomiky krainy. Matematychne modeliuvannia. 2022. № 1(46). S. 131-140. {in English}

21. Khaustova V.Ie., Omarov Sh.A. Kontseptsiia staloho rozvytku yak paradyhma rozvytku suspilstva. Problemy ekonomiky. 2018. № 1 (35). S. 265-273. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.74-88
УДК 711.554
к.арх., доцент **Дорохіна Г.І.,**
a.dorohina1982@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2348-1743,
Ляшук А.С., andruhaliashuk27@gmail.com, ORCID: 0009-0007-3229-1999,
Київського національний університет будівництва і архітектури

МІСТОБУДІВНІ ТА АРХІТЕКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ МІСТ-СУПУТНИКІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ НА ПРИКЛАДІ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

Досліджено роль архітектурно-містобудівних факторів розвитку спеціалізованих промислових комплексів на прикладі атомних електростанцій України. Проаналізовано містобудівні та архітектурні особливості формування міст-супутників АЕС як ключового механізму забезпечення функціонування високотехнологічних виробництв. Виявлено основні містобудівні принципи проектування досліджуваних поселень: функціональне зонування території, пішохідну доступність об'єктів соціальної інфраструктури, інтегровану транспортну систему та комплексний благоустрій міського середовища. Досліджено еволюцію архітектурно-планувальних підходів від радянського періоду (1970-1980-ті роки) до сучасних концепцій, зокрема трансформацію пріоритетів після Чорнобильської катастрофи 1986 року. Доведено, що високоякісне міське середовище виступало визначальним чинником залучення та закріплення висококваліфікованих фахівців, необхідних для експлуатації складних технологічних об'єктів.

Ключові слова: Містобудування; архітектура; міста-супутники; атомні електростанції; функціональне зонування; соціальна інфраструктура; промислові комплекси; міське планування.

Постановка проблеми. Будівництво спеціалізованих промислових комплексів, що використовують високотехнологічне обладнання та складні виробничі процеси, завжди становило особливий виклик для містобудування та архітектури. Підприємства хімічної промисловості, металургійні комбінати, об'єкти аерокосмічної галузі, наукові центри та енергетичні комплекси вимагають не лише значних капіталовкладень та науково-технічної експертизи, але й створення специфічного міського середовища навколо них. Особливістю таких об'єктів є потреба у висококваліфікованому персоналі, здатному працювати з унікальним обладнанням та дотримуватися суворих технологічних регламентів і норм безпеки.

Історично розвиток подібних промислових комплексів супроводжувався виникненням нових населених пунктів або докорінною трансформацією існуючих. Архітектурні та містобудівні рішення при цьому виступали не просто супутніми факторами, а ключовими каталізаторами успішної реалізації промислових проектів. Якість міського середовища, рівень соціальної інфраструктури, комфортність житла безпосередньо впливали на можливість залучення та утримання кваліфікованих спеціалістів, а отже – на ефективність функціонування самого підприємства [3].

Особливо показовим прикладом такої взаємозалежності є будівництво атомних електростанцій (АЕС) в Україні. Це масштабні проєкти, що вимагали створення унікального симбіозу високотехнологічного виробництва та повноцінного міського життя. Поряд з економічними та політичними факторами, архітектурні та містобудівні аспекти відігравали визначальну роль у прийнятті рішень та реалізації цих проєктів, виступаючи своєрідними каталізаторами розвитку атомної енергетики в країні [5,6]. Досвід будівництва міст-супутників АЕС демонструє, як архітектурно-містобудівні рішення можуть ставати рушійною силою розвитку цілих галузей промисловості.

Аналіз останніх досліджень. Питання взаємозв'язку промислового розвитку та містобудування досліджувалося переважно фрагментарно, без комплексного аналізу каталітичної ролі архітектурних рішень.

Савчук І. (2013) виявила подвійну природу монофункціональних міст – високу якість міського середовища при критичній залежності від одного підприємства [1]. Швець Н.В. та Бродський О.Л. (2014) довели економічну доцільність інвестицій у міську інфраструктуру, залишивши поза увагою архітектурно-планувальні механізми впливу [3].

Ковальська Г. та Бурлака Ю. (2024) дослідили еволюцію архітектури АЕС від радянського технологічного оптимізму до сучасних функціональних рішень [5]. Бурлака Ю. (2023-2025) систематизувала принципи формування міст-супутників: функціональне зонування, розвинену інфраструктуру, продуману транспортну систему [6, 7, 8]. Русанова І. та ін. (2023) проаналізували сучасні виклики на прикладі окупованого Енергодару [2].

Наявні дослідження розглядали окремо економічні, архітектурні або планувальні аспекти. Бракує комплексного аналізу того, як створення якісного міського середовища активно стимулювало будівництво АЕС, перетворюючи архітектуру та містобудування на ключовий чинник розвитку атомної енергетики.

Основна частина. На ранніх етапах розвитку атомної енергетики в Україні (1970-1980-ті роки) будівництво АЕС розглядалося як флагман науково-технічного прогресу та символ індустріальної могутності. Міста-

супутники, що зводилися поруч, часто проектувалися як зразкові поселення з передовою інфраструктурою та високим рівнем благоустрою [7]. Архітектура цих міст відображала панівні тоді стилі та прагнення до створення комфортного середовища для працівників стратегічно важливої галузі. Самі ж АЕС проектувалися з урахуванням найсучасніших на той час технологій та вимог безпеки, а їхні монументальні споруди мали демонструвати велич та надійність атомної енергетики [5].

Після Чорнобильської катастрофи 1986 року акценти дещо змістилися. Безпека стала абсолютним пріоритетом, що відобразилося як на архітектурних рішеннях нових енергоблоків (посилення систем захисту, вдосконалення контайнментів), так і на містобудівній політиці щодо існуючих та майбутніх міст-супутників (посилення систем моніторингу, розробка планів евакуації). Проект Славутича (таблиця 1), що будувався вже після катастрофи, враховував нові вимоги до безпеки та соціальної інфраструктури для постраждалого населення.

Таблиця 1

Містобудівні чинники появи міст-супутників АЕС

Приклад	Каталізатор	Архітектурно-містобудівне рішення
Створення Славутича як містобудівний імпульс після Чорнобильської катастрофи:	Необхідність термінового переселення евакуйованого персоналу Чорнобильської АЕС та їхніх сімей.	Швидке проектування та будівництво абсолютно нового міста з урахуванням сучасних містобудівних норм та з використанням проектів архітекторів з різних республік СРСР. Це створило привабливе житлове середовище, що стало важливим фактором для залучення та утримання кваліфікованих фахівців, необхідних для подальшої експлуатації Чорнобильської АЕС та ліквідації наслідків аварії. Сучасне планування, розвинена інфраструктура та різноманітна архітектура кварталів стали ключовими елементами успішного переселення та відновлення роботи станції.
Проектування енергоефективних та комфортних міст-супутників (Нетішин, Вараш, Южноукраїнськ):	Потреба у забезпеченні гідних умов життя для працівників нових АЕС, що будувалися у 1980-х роках.	Розробка генеральних планів міст з акцентом на функціональне зонування, розвинену соціальну інфраструктуру (школи, лікарні, культурні центри), значну кількість зелених насаджень та зручне транспортне сполучення. Архітектура житлових будинків, хоч і типова для того часу, вирізнялася відносно високою якістю виконання та орієнтацією на потреби мешканців. Наявність сучасного житла та соціальних об'єктів ставала вагомим аргументом для залучення кваліфікованих інженерів та техніків.

Варто наголосити, що розглянуті принципи та підходи є характерними не лише для атомної енергетики, а й для створення міст-супутників промислових комплексів спеціального призначення в цілому – підприємств, що використовують дороге високотехнологічне обладнання та потребують висококваліфікованого персоналу [1]. Проте саме міста-супутники АЕС стали найбільш показовими прикладами реалізації цих концепцій в Україні.

Характерною особливістю міст-супутників АЕС в Україні став їх середній та малий розмір. Енергодар, найбільше з таких міст, займає площу 63,5 км² з населенням близько 50 тисяч осіб (до окупації 2022 року). Вараш має площу 11,31 км² з населенням близько 40 тисяч мешканців. Нетішин з населенням 36 тисяч осіб та Южноукраїнськ (нині Південноукраїнськ) площею 24,4 км² з населенням близько 40-42 тисячі жителів також відносяться до категорії малих та середніх міст [8]. Така компактність дозволяла ефективно організувати міський простір, забезпечити пішохідну доступність основних об'єктів інфраструктури та створити згуртовану спільноту спеціалістів.

Одним з ключових архітектурно-містобудівних каталізаторів стала *потреба у створенні сучасних, комфортних та безпечних умов проживання для кваліфікованого персоналу*, який мав обслуговувати складні технологічні об'єкти [3]. Будівництво АЕС часто супроводжувалося зведенням нових міст-супутників або значною модернізацією існуючих населених пунктів. Проєктування цих міст велося з урахуванням передових на той час містобудівних концепцій, що передбачали певний ряд правил, представлених нижче.

Чітке функціональне зонування. Розподіл території на житлові, промислові, рекреаційні та адміністративні зони забезпечував зручність та ефективність міського життя. Функціональне зонування базувалося на принципах, сформульованих Афінською хартією 1933 року, і передбачало чітке розмежування зон за характером переважаючого використання [6].

Сельбищна (житлова) зона розміщувалася з навітряного боку відносно АЕС та включала багатоквартирну забудову 5-9 поверхів, громадські центри, об'єкти культурно-побутового обслуговування та зелені насадження.

Виробнича зона з АЕС займала периферію поблизу водного об'єкта, необхідного для охолодження. Навколо станції встановлювалася санітарно-захисна зона, що виконувала функцію буфера між промисловим об'єктом та житлом.

Громадський цент*р* формувався на перетині основних магістралей і включав адмінбудівлі, палаци культури, торговельні комплекси.

Рекреаційна зона охоплювала парки, спортивні об'єкти, пляжні території.

Транспортна зона забезпечувала зручні зв'язки між усіма частинами міста (рис. 1) [14].

Розвинена соціальна інфраструктура. Організація міста будувалася за моноцентричною або поліцентричною моделлю мережі, де кожен житловий мікрорайон формувався навколо власного центру обслуговування з дитячими садками, школами, магазинами та закладами побутового обслуговування. Така структура забезпечувала рівномірний розподіл соціальних об'єктів по території міста та створювала комфортне міське середовище для всіх категорій населення.

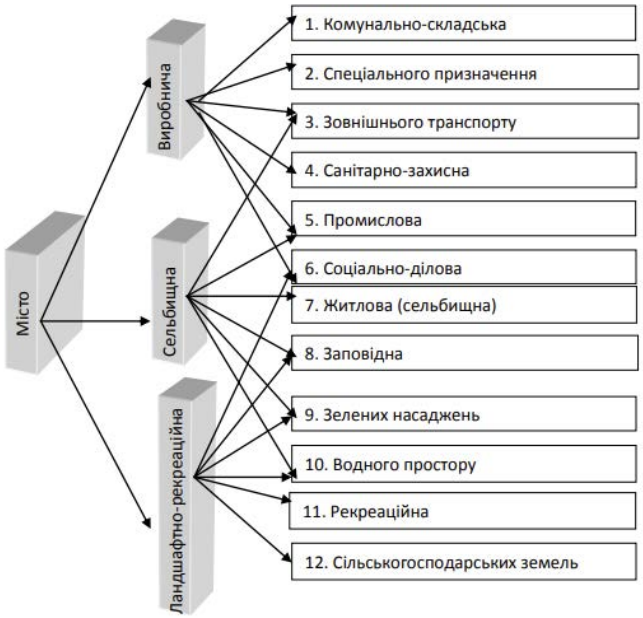


Рис.1. Схема функціонального зонування

Особливу увагу приділяли закладам освіти та охорони здоров'я. У містах-супутниках АЕС будувалися сучасні на той час школи з спеціалізованими кабінетами, спортивними залами та басейнами, дитячі садки з розвиненою інфраструктурою. Лікарняні комплекси включали поліклініки, стаціонари, санаторії-профілакторії, що було особливо важливим з огляду на специфіку роботи персоналу АЕС. Культурні центри – палаци культури типу "Сучасник" в Енергодарі – ставали осередками суспільного життя, де проводилися концерти, вистави, фестивалі, що формувало відчуття спільноти та підвищувало привабливість міста для проживання [2].

Сучасні дослідження визначають місто як систему з ієрархічною структурою обслуговування, що розгортається на декількох масштабних рівнях – від окремих приміщень до мегаполісів, де на кожному рівні спостерігаються повторення форм організації міських елементів. Для формування абстрактної мережі міста використовуються моделі з повторюваних елементів [10 с.91], на

основі яких розроблюються алгоритми поліцентричних функціонально-планувальних організацій міста з використанням трикутних або шестикутних решіток. Ця модель для малих та середніх міст визначає чотири рівні обслуговування залежно від часової досяжності: I рівень – 5-7 хвилин пішки (житлова група); II рівень – 20 хвилин пішки (житловий район); III та IV рівень – 20 хвилин транспортом (загальноміський). (рис. 2) [10].На сьогоднішній день інфраструктура не обмежується лише дитячими садками, лікарнями та школами. В місті розташовуються заклади громадського харчування, розважальні та спортивні центри, щоб забезпечувати комфорт та потреби населення. Дані заклади так само підпорядковуються загальним правилам побудови мереж обслуговування міста.

Високий рівень благоустрою. Озеленення вулиць, створення парків та скверів, облаштування пішохідних зон, що підвищувало якість життя [7].

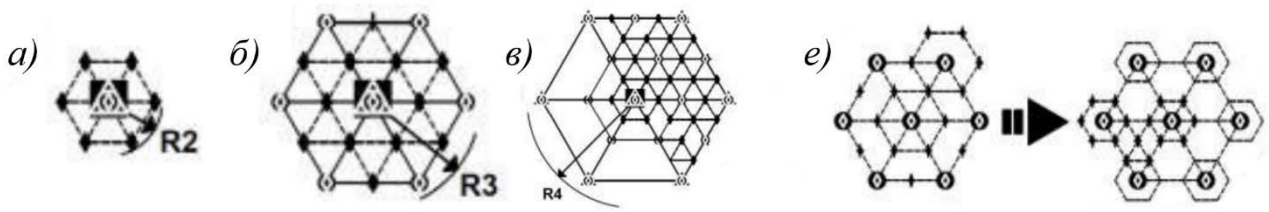
Сучасна транспортна інфраструктура. Забезпечення зручного транспортного сполучення як всередині міста, так і з АЕС та іншими регіонами [6].

Також приклади таких міст, як Нетішин (Хмельницька АЕС), Вараш (Рівненська АЕС), Южноукраїнськ (Південноукраїнська АЕС), Енергодар (Запорізька АЕС), демонструють прагнення до створення не просто службового житла, а повноцінних міських середовищ з високим рівнем комфорту [7, 8]. Привабливість цих нових міст, з їх відносно сучасною архітектурою та розвиненою інфраструктурою, ставала важливим фактором у залученні та утриманні кваліфікованих кадрів, що, в свою чергу, сприяло успішній реалізації проектів будівництва та експлуатації АЕС.

У незалежній Україні архітектурно-містобудівні аспекти будівництва АЕС продовжували відігравати важливу роль, хоча й у дещо зміненому контексті. Залучення іноземних інвестицій та технологій вимагало відповідності міжнародним стандартам безпеки та екологічності, що впливало на архітектурні проекти нових енергоблоків та модернізацію існуючих [5]. Питання енергоефективності та сталого розвитку також стали більш актуальними, що почало відображатися у містобудівних планах міст-супутників [9].

Отже, іншим архітектурно-містобудівним каталізатором можна вважати прагнення до втілення передових інженерних та технологічних рішень у самих проектах атомних станцій. Величні та технологічно складні споруди головних корпусів АЕС, з їхніми герметичними контайнментами, системами охолодження та іншими інженерними елементами, символізували науково-технічний прогрес та індустріальну міць держави [5]. Архітектурне оформлення

промислових майданчиків АЕС, хоча і підпорядковувалося функціональним вимогам, часто відображало монументальність та значущість об'єкту.



а) схема моделі мережі міста, що не виходить за межі 20-хвилинної пішохідної досяжності; б) схема моделі мережі міста, що не виходить за межі 20-хвилинної транспортної досяжності; в) схема моделі мережі міста, що не виходить за межі 30-хвилинної транспортної досяжності; е) модель розвитку мережі міста, що на перспективу перетворюється з моноцентричної на поліцентричну.
Рис.2. Схема структурної моделі міста [10].

Крім того, розвиток будівельної індустрії та поява нових будівельних матеріалів і технологій також виступали каталізаторами будівництва АЕС. Здатність зводити складні бетонні та металеві конструкції, забезпечувати високий рівень герметичності та радіаційного захисту, відігравала ключову роль у реалізації амбітних проектів атомної енергетики.

Рис. 3. Енергодар	Рис. 4. Нетішин
Рис. 5. Вараш	Рис. 6. Южноукраїнськ

Важливо також відзначити роль містобудівного планування у виборі майданчиків для будівництва АЕС. Врахування геологічних умов, наявності водних ресурсів, сейсмічної безпеки, а також мінімізація потенційного впливу на навколишнє середовище були ключовими критеріями при визначенні місць розташування атомних електростанцій [6]. Ретельне містобудівне

обґрунтування забезпечувало не лише безпеку майбутнього об'єкту, але й сприяло підтримці проектів на рівні держави та суспільства.

Таким чином, архітектурні та містобудівні аспекти відігравали значну каталітичну роль у розвитку атомної енергетики в Україні. Створення комфортних міст для персоналу, втілення передових інженерних рішень в архітектурі АЕС, розвиток будівельних технологій та ретельне містобудівне планування стали важливими факторами, що сприяли успішній реалізації масштабних проектів з будівництва атомних електростанцій, які й сьогодні відіграють важливу роль в енергетичній безпеці країни.

Висновок. Архітектурні та містобудівні аспекти відіграли визначальну роль у розвитку промислових комплексів спеціального призначення, зокрема атомної енергетики в Україні, активно сприяючи залученню кваліфікованих кадрів та формуванню позитивного суспільного сприйняття. Створення комфортних міст-супутників АЕС (площа 11-64 км², населення 36-50 тис. осіб) з чітким функціональним зонуванням та розвиненою інфраструктурою стало ключовим фактором утримання висококваліфікованого персоналу. Еволюція підходів – від зразкових радянських міст до сучасних концепцій сталого розвитку – відображала зміни в технологіях, вимогах безпеки та суспільних пріоритетах. Досвід міст-супутників має важливе значення для розуміння взаємозв'язку між промисловим розвитком та якістю міського середовища. Подальші дослідження можуть зосередитися на сучасних викликах відновлення в тому числі в умовах підвищеної небезпеки через повномасштабне вторгнення, порівняльному аналізі різних типів високотехнологічних комплексів та розробці стандартів проектування спеціалізованих поселень в умовах сталого розвитку.

Список використаних джерел

1. Савчук І.Г. (2013). Міжнародна монофункціональність міст України – благо чи зло? Міжнародна наукова конференція «Географічна наука і освіта: виклики епохи» 16–18 травня 2013 р. Секція "Суспільна географія", Львів. С. 288-291. URL: https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/42799372.pdf#page=289 (дата звернення: 20.09.2025).

2. Русанова І., Захарова С., Бейнер Н. (2023). Проблеми повоєнного відновлення м. Енергодар [Problems of post-war reconstruction of Energodar]. Просторовий розвиток. (4). С. 52–61. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.4.52-61

3. Швець Н.В., Бродський О.Л. (2014). Оцінка впливу містоутворюючого підприємства на економіку міста [Assessment of the impact of a city-forming enterprise on the city's economy]. Проблеми і перспективи розвитку

підприємництва : зб. наук. пр. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. Харків. № 1 (6). С. 132–137. URL: https://dspace.khadi.kharkov.ua/items/7d9f2365-7d0a-474e-b99f-0c5e2d5510da (дата звернення: 25.09.2025).

4. Слюсарчук І.В., Коваль П.Ф., Андрєєва Г.П. (2014). Перспективи розвитку індустріального туризму в Україні [Prospects for the development of industrial tourism in Ukraine]. III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція студентів і молодих учених «Інноваційний розвиток і транскордонна безпека: економічні, екологічні, правові та соціогуманітарні аспекти» 16 грудня 2014 року. Київ. С. 264-265. URL:https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=d27c7d0295277bebff572af6643c5cdebfd4a52b#page=264 (дата звернення: 24.09.2025).

5. Ковальська Г., Бурлака Ю. (2024). Особливості архітектури атомних електростанцій [Features of nuclear power plant architecture]. Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування. (68). С. 280–292. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.280-292

6. Бурлака Ю.С. (2024). Фактори та принципи, що впливають на формування функціонально-планувальної організації атомних електростанцій [Factors and principles influencing the formation of functional and planning organization of nuclear power plants]. Архітектурний вісник КНУБА. (30-31). С. 142-149. URL: http://av.knuba.edu.ua/article/view/313794 (дата звернення: 30.09.2025).

7. Бурлака Ю.С. (2023). Особливості формування міст-супутників Атомних електростанцій [Features of the formation of satellite cities of nuclear power plants]. Містобудування: проблеми і перспективи розвитку : тези доп. п'ятої науково-практ. конф., м. Київ, 25 квіт. 2023 р. Київ. С. 53.

8. Бурлака Ю.С. (2025). Основні особливості міст-супутників АЕС [Main features of NPP satellite cities]. Проблеми і методи відновлення і розвитку архітектурно-містобудівного середовища в Україні: матеріали науково-практичної конференції, присвяченої до 95-річчя КНУБА (9 квітня 2025 року, м. Київ). Київ: КНУБА. С. 56.

9. Спасенко А.В. (2024). Стратегічне планування розвитку територіальної громади на прикладі Южноукраїнської міської територіальної громади [Strategic planning of territorial community development on the example of Yuzhnoukrainsk city territorial community]: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр»: 281 «Публічне управління та адміністрування» / ЧНУ ім. Петра Могили. Миколаїв. 75 с. URL: https://dspace.chmnu.edu.ua/handle/123456789/3636 (дата звернення: 30.09.2025).

10. Дорохіна Г.І. (2013). Архітектурно-планувальна організація фізкультурно-оздоровчих закладів для людей з обмеженими фізичними

можливостями [Architectural and planning organization of physical culture and health facilities for people with disabilities]: дис. ... канд. архітектури: 18.00.02 / Київський нац. ун-т будівництва і архітектури. Київ. 244 с. URL: https://knuba.edu.ua/ukr/vchenij-rada/dorokhina/ (дата звернення: 04.10.2025).

11. Місто-супутник АЕС [NPP satellite city]. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Місто-супутник_АЕС (дата звернення: 3.10.2025).

12. Маншиліна Т.І. (2016). Суспільно-географічні особливості розвитку міст-супутників та приміської зони Києва [Socio-geographical features of the development of satellite cities and the suburban zone of Kyiv]: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.02 / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ. 241 с. URL: http://www.geolgt.com.ua/index.php?id=1392 (дата звернення: 30.09.2025).

13. Кодін В.О., Панов П.В. (2007). Архітектура та містобудування Західної Європи і Візантії III – XV століть [Architecture and urban planning of Western Europe and Byzantium of the 3rd-15th centuries]: навч. посіб. / Харківська національна академія міського господарства. Харків. 249 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/2356/ (дата звернення: 04.10.2025).

14. Основи містобудування (2021). [Fundamentals of urban planning]. Конспект лекцій / Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова. Харків. 109 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/57621/ (дата звернення: 03.10.2025).

15. Посацький Б.С., Король Є.І., Кознарська Г.Є. (2019). Архітектурний образ міста [Architectural image of the city]: навч. посіб. Львів: Львівська політехніка. 140 с. ISBN 978-966-941-322-2. URL: https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/46498 (дата звернення: 03.10.2025).

16. Черкес Б., Петришин Г. (ред.) (2014). Креативний урбанізм: до століття містобудівної освіти у Львівській політехніці [Creative urbanism: to the centenary of urban planning education at Lviv Polytechnic]: монографія. Львів: Вид-во Львів. політехніки. 796 с. ISBN 978-617-607-639-3. URL: https://vlp.com.ua/node/13446 (дата звернення: 07.10.2025).

17. Феномен міста у сучасному дискурсі історії містобудування (2022). [The phenomenon of the city in the modern discourse of the history of urban planning]. Дослідження та практика в архітектурі. Том 8. № 2. С. 6-16. https://doi.org/10.52827/di.2022.8.2.01 URL: https://arch-studies.com.ua/uk/journals/tom-8-2-2022/fenomen-mista-u-suchasnomu-diskursi-istoriyi-mistobuduvannya (дата звернення: 08.10.2025).

18. Довідник облаштування міста. Правила поведінки в історичному середовищі (2011). [City planning guide. Rules of conduct in a historical environment] / М. Енгель, К. Юнгганс, Л. Онищенко та ін. ; Львівська міська рада. Львів. 74 с. ISBN 978-617-614-026-9. URL:

https://www.lvivport.org/dovidnyk-oblashtuvannia-mista (дата звернення: 05.10.2025).

19. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій [Planning and development of territories]. На заміну ДБН 360-92**. Мінрегіон України. Київ. 2019. 185 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1802 (дата звернення: 02.10.2025).

20. ДБН Б.1.1-15:2012. Склад та зміст генерального плану населеного пункту [Composition and content of the general plan of the settlement]. Мінрегіон України. Київ. 2012. 32 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_1_1_15/1-1-0-1162 (дата звернення: 02.10.2025).

21. ДСТУ-Н Б Б.1.1-12:2011. Настанова про склад та зміст плану зонування території (зонінг) [Guidelines on the composition and content of the zoning plan]. Мінрегіон України. Київ. 2012. 16 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstun_b_b_1_1_12_2011/5-1-0-1135 (дата звернення: 02.10.2025).

22. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» [Law of Ukraine "On the regulation of urban planning activities"]. Верховна Рада України. 2011. № 3038-VI. Редакція від 01.01.2024. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17 (дата звернення: 02.10.2025).

23. Закон України «Про основи містобудування» [Law of Ukraine "On the fundamentals of urban planning"]. Верховна Рада України. 1992. № 2780-XII. Втратив чинність 09.04.2011. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2780-12 (дата звернення: 02.10.2025).

24. Афінська хартія (1933). [Athens Charter]. Конгрес Міжнародного конгресу сучасної архітектури (CIAM). Афіни. URL: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/research_resources/charters/charter04.html (дата звернення: 05.10.2025).

25. Зонування земель у межах населених пунктів [Zoning of lands within settlements]. WikiLegalAid. URL: https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Зонування_земель_у_межах_населених_пунктів (дата звернення: 20.09.2025).

26. Енергодар: місто нестримної енергії [Energodar: city of irrepressible energy]. Ukraïner. 2019. URL: https://www.ukrainer.net/enerhodar/ (дата звернення: 10.09.2025).

27. 8 серпня 40 років тому Нетішин отримав статус міста [On August 8, 40 years ago, Netishyn received city status]. Офіційний сайт міста Нетішин. 2020. URL: https://netishyn.city/blogs/374452/8-serpnya-40-rokiv-tomu-netishin-otrimav-status-mista (дата звернення: 10.09.2025).

28. Володимир Дяків про любов до неба та найкрасивіше місто на землі [Volodymyr Dyakov about love for the sky and the most beautiful city on earth]. Алатир Інвест. URL: http://alatyrinvest.com/review_news/volodimir_dyakov_pro_lyubov_do_neba_ta_naykrasivishe_misto_na_zemli/ (дата звернення: 10.09.2025).

29. Южноукраїнськ розробляє власний каталог туристичної інфраструктури [Yuzhnoukrainsk is developing its own catalog of tourist infrastructure]. Нік Вєсті. 2022. URL: https://nikvesti.com/news/politics/yuzhnoukrayinsk-rozroblaye-vlasniy-katalog-turystychnoyi-infrastruktury-ua (дата звернення: 10.09.2025).

PhD in Architecture, Associate Professor **Hanna Dorokhina,**
Andrii Liashuk,
Kyiv National University of Construction and Architecture

URBAN PLANNING AND ARCHITECTURAL FEATURES OF SATELLITE CITIES CONSTRUCTION FOR SPECIALIZED INDUSTRIAL COMPLEXES ON THE EXAMPLE OF NUCLEAR POWER PLANTS IN UKRAINE

The article examines the role of architectural and urban planning factors in the development of specialized industrial complexes on the example of nuclear power plants in Ukraine. The urban planning and architectural features of NPP satellite cities formation as a key mechanism for ensuring the functioning of high-tech industries are analyzed. The main urban planning principles of the studied settlements design are identified: functional zoning of the territory, pedestrian accessibility of social infrastructure facilities, integrated transport system and comprehensive improvement of the urban environment. The evolution of architectural and planning approaches from the Soviet period (1970s-1980s) to modern concepts is investigated, particularly the transformation of priorities after the Chornobyl disaster in 1986. It is proven that a high-quality urban environment was a determining factor in attracting and retaining highly qualified specialists necessary for the operation of complex technological facilities.

Keywords: urban planning; architecture; satellite cities; nuclear power plants; functional zoning; social infrastructure; industrial complexes; urban design.

REFERENCES

1. Savchuk, I.H. (2013). International monofunctionality of Ukrainian cities – good or evil? International Scientific Conference "Geographical Science and Education: Challenges of the Era" May 16–18, 2013. Section "Social Geography",

Lviv. P. 288-291. URL: https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/42799372.pdf#page=289 (accessed: 20.09.2025). {in Ukrainian}.

2. Rusanova, I., Zakharova, S., Beiner, N. (2023). Problems of post-war reconstruction of Energodar. Spatial Development. (4). P. 52–61. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.4.52-61 {in Ukrainian}.

3. Shvets, N.V., Brodsky, O.L. (2014). Assessment of the impact of a city-forming enterprise on the city's economy. Problems and Prospects of Entrepreneurship Development: Collection of Scientific Papers / Kharkiv National Automobile and Highway University. Kharkiv. No. 1 (6). P. 132–137. URL: https://dspace.khadi.kharkov.ua/items/7d9f2365-7d0a-474e-b99f-0c5e2d5510da (accessed: 25.09.2025). {in Ukrainian}.

4. Sliusarchuk, I.V., Koval, P.F., Andrieieva, H.P. (2014). Prospects for the development of industrial tourism in Ukraine. III International Scientific and Practical Internet Conference of Students and Young Scientists "Innovative Development and Cross-Border Security: Economic, Environmental, Legal and Socio-Humanitarian Aspects" December 16, 2014. Kyiv. P. 264-265. URL: https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=d27c7d0295277bebff572af6643c5cdebfd4a52b#page=264 (accessed: 24.09.2025). {in Ukrainian}.

5. Kovalska, H., Burlaka, Yu. (2024). Features of nuclear power plant architecture. Modern Problems of Architecture and Urban Planning. (68). P. 280–292. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.68.280-292 {in Ukrainian}.

6. Burlaka, Yu.S. (2024). Factors and principles influencing the formation of functional and planning organization of nuclear power plants. Architectural Bulletin of KNUCA. (30-31). P. 142-149. URL: http://av.knuba.edu.ua/article/view/313794 (accessed: 30.09.2025). {in Ukrainian}.

7. Burlaka, Yu.S. (2023). Features of the formation of satellite cities of nuclear power plants. Urban Planning: Problems and Prospects of Development: Abstracts of the Fifth Scientific and Practical Conference, Kyiv, April 25, 2023. Kyiv. P. 53. {in Ukrainian}.

8. Burlaka, Yu.S. (2025). Main features of NPP satellite cities. Problems and Methods of Restoration and Development of Architectural and Urban Planning Environment in Ukraine: Materials of the Scientific and Practical Conference Dedicated to the 95th Anniversary of KNUCA (April 9, 2025, Kyiv). Kyiv: KNUCA. P. 56. {in Ukrainian}.

9. Spasenko, A.V. (2024). Strategic planning of territorial community development on the example of Yuzhnoukrainsk city territorial community: qualification work for obtaining a master's degree: 281 "Public Management and Administration" / Petro Mohyla ChNU. Mykolaiv. 75 p. URL:

https://dspace.chmnu.edu.ua/handle/123456789/3636 (accessed: 30.09.2025). {in Ukrainian}.

10. Dorokhina, H.I. (2013). Architectural and planning organization of physical culture and health facilities for people with disabilities: PhD thesis in Architecture: 18.00.02 / Kyiv National University of Construction and Architecture. Kyiv. 244 p. URL: https://knuba.edu.ua/ukr/vchenij-rada/dorokhina/ (accessed: 04.10.2025). {in Ukrainian}.

11. NPP satellite city. Wikipedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Місто-супутник_АЕС (accessed: 3.10.2025). {in Ukrainian}.

12. Manshylina, T.I. (2016). Socio-geographical features of the development of satellite cities and the suburban zone of Kyiv: PhD thesis in Geography: 11.00.02 / Taras Shevchenko National University of Kyiv. Kyiv. 241 p. URL: http://www.geolgt.com.ua/index.php?id=1392 (accessed: 30.09.2025). {in Ukrainian}.

13. Kodin, V.O., Panov, P.V. (2007). Architecture and urban planning of Western Europe and Byzantium of the 3rd-15th centuries: textbook / Kharkiv National Academy of Municipal Economy. Kharkiv. 249 p. URL: https://eprints.kname.edu.ua/2356/ (accessed: 04.10.2025). {in Ukrainian}.

14. Fundamentals of urban planning (2021). Lecture notes / O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. Kharkiv. 109 p. URL: https://eprints.kname.edu.ua/57621/ (accessed: 03.10.2025). {in Ukrainian}.

15. Posatskyi, B.S., Korol, Ye.I., Poznarska, H.Ye. (2019). Architectural image of the city: textbook. Lviv: Lviv Polytechnic. 140 p. ISBN 978-966-941-322-2. URL: https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/46498 (accessed: 03.10.2025). {in Ukrainian}.

16. Cherkes, B., Petryshyn, H. (eds.) (2014). Creative urbanism: to the centenary of urban planning education at Lviv Polytechnic: monograph. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House. 796 p. ISBN 978-617-607-639-3. URL: https://vlp.com.ua/node/13446 (accessed: 07.10.2025). {in Ukrainian}.

17. The phenomenon of the city in the modern discourse of the history of urban planning (2022). Research and Practice in Architecture. Vol. 8. No. 2. P. 6-16. DOI: https://doi.org/10.52827/di.2022.8.2.01 URL: https://arch-studies.com.ua/uk/journals/tom-8-2-2022/fenomen-mista-u-suchasnomu-diskursi-istoriyi-mistobuduvannya (accessed: 08.10.2025). {in Ukrainian}.

18. City planning guide. Rules of conduct in a historical environment (2011) / M. Engel, K. Junghanns, L. Onyshchenko et al.; Lviv City Council. Lviv. 74 p. ISBN 978-617-614-026-9. URL: https://www.lvivport.org/dovidnyk-oblashtuvannia-mista (accessed: 05.10.2025). {in Ukrainian}.

19. DBN B.2.2-12:2019. Planning and development of territories. Replacing DBN 360-92**. Ministry of Regional Development of Ukraine. Kyiv. 2019. 185 p. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1802 (accessed: 02.10.2025). {in Ukrainian}.

20. DBN B.1.1-15:2012. Composition and content of the general plan of the settlement. Ministry of Regional Development of Ukraine. Kyiv. 2012. 32 p. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_1_1_15/1-1-0-1162 (accessed: 02.10.2025). {in Ukrainian}.

21. DSTU-N B B.1.1-12:2011. Guidelines on the composition and content of the zoning plan. Ministry of Regional Development of Ukraine. Kyiv. 2012. 16 p. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstuн_b_b_1_1_12_2011/5-1-0-1135 (accessed: 02.10.2025). {in Ukrainian}.

22. Law of Ukraine "On the regulation of urban planning activities". Verkhovna Rada of Ukraine. 2011. No. 3038-VI. Revision as of 01.01.2024. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17 (accessed: 02.10.2025). {in Ukrainian}.

23. Law of Ukraine "On the fundamentals of urban planning". Verkhovna Rada of Ukraine. 1992. No. 2780-XII. Expired on 09.04.2011. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2780-12 (accessed: 02.10.2025). {in Ukrainian}.

24. Athens Charter (1933). Congress of the International Congress of Modern Architecture (CIAM). Athens. URL: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/research_resources/charters/charter04.html (accessed: 05.10.2025). {in English}.

25. Zoning of lands within settlements. WikiLegalAid. URL: https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Зонування_земель_у_межах_населених_пунктів (accessed: 20.09.2025). {in Ukrainian}.

26. Energodar: city of irrepressible energy. Ukraïner. 2019. URL: https://www.ukrainer.net/enerhodar/ (accessed: 10.09.2025). {in Ukrainian}.

27. On August 8, 40 years ago, Netishyn received city status. Official website of Netishyn city. 2020. URL: https://netishyn.city/blogs/374452/8-serpnya-40-rokiv-tomu-netishin-otrimav-status-mista (accessed: 10.09.2025). {in Ukrainian}.

28. Volodymyr Dyakov about love for the sky and the most beautiful city on earth. Alatyr Invest. URL: http://alatyrinvest.com/review_news/volodimir_dyakov_pro_lyubov_do_neba_ta_naykrasivishe_misto_na_zemli/ (accessed: 10.09.2025). {in Ukrainian}.

29. Yuzhnoukrainsk is developing its own catalog of tourist infrastructure. Nik Vesti. 2022. URL: https://nikvesti.com/news/politics/yuzhnoukrayinsk-rozroblaye-vlasniy-katalog-turystychnoyi-infrastruktury-ua (accessed: 10.09.2025). {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.89-98
УДК 721

Думнич П.І.,
petrodumnych@gmail.com, ORCID: 0009-0009-9189-2393,
Національний університет «Львівська політехніка»

ПРИНЦИПИ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ УКРИТТІВ У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

Розглянуто актуальну проблему формування безпечного освітнього середовища в умовах зростаючих загроз — зокрема, воєнних конфліктів та надзвичайних ситуацій природно-техногенного характеру. На основі міждисциплінарного аналізу наукових досліджень, міжнародних стандартів, нормативних документів та практичного досвіду, зокрема українських кейсів, сформульовано дев'ять принципів об'ємно-планувальних рішень укриттів у закладах освіти. Принципи охоплюють конструктивну безпеку, нормативну відповідність, функціональну інтеграцію в освітнє середовище, забезпечення ергономіки та мікроклімату, адаптивність, інклюзивність, модульність, економічність, а також психологічний комфорт.

Запропонована концептуальна модель базується на інтеграції технічних, архітектурних, педагогічних і психологічних підходів, що дозволяє проєктувати укриття не лише як інженерні споруди, а як середовища, спроможні підтримувати навчальний процес, психоемоційний стан дітей і функціонування закладу освіти в умовах кризи. Результати експертного опитування засвідчили пріоритетність безпекових та інтеграційних рішень, водночас підкреслено важливість реалізації комплексного підходу.

Стаття може слугувати методичним орієнтиром для архітекторів, інженерів, освітніх управлінців і представників органів влади при проєктуванні або реконструкції інфраструктури закладів освіти. Рекомендовано реалізацію пілотних проєктів з подальшою оцінкою інженерної ефективності та соціального впливу.

Ключові слова: принципи; об'ємно-планувальне рішення; захисна споруда; заклади освіти; інклюзивність; психологічний комфорт.

Актуальність та проблематика дослідження. За останні роки глобальні та регіональні виклики — від військових конфліктів до природно-техногенних катастроф — поставили питання про гарантування безпеки в закладах освіти під новим кутом (UNICEF, 2024; EEAS, 2025). У багатьох країнах, і особливо в Україні з 2022 року, вживалися термінові заходи щодо адаптації навчального середовища: переоблаштування підвалів і приміщень, впровадження

стандартизованих проєктів укриттів, будівництво підземних шкіл (Reuters, 2024; AP, 2024). Паралельно з цим наукова спільнота акцентує увагу на необхідності комплексного підходу: технічна стійкість має поєднуватись з психологічною та соціальною підтримкою і можливістю продовження освітнього процесу в умовах тривалого перебування в укритті (Al-Shoubaki et al., 2024; Bellomo et al., 2025).

Мета статті — сформулювати й обґрунтувати принципи об'ємно-планувальних рішень укриттів у закладах освіти.

Завдання: виконати аналіз нормативної бази та міжнародних рекомендацій; систематизувати сучасні практики й наукові підходи; запропонувати концептуальну модель принципів з пріоритизацією.

Наукова новизна полягає в інтердисциплінарному поєднанні інженерних, архітектурних, педагогічних та психологічних підходів в єдиній системі принципів, орієнтованих на український контекст, але узагальнених для міжнародного застосування.

У контексті зростаючих викликів безпеці в освітньому середовищі, зокрема в умовах воєнного стану, актуальним є комплексне вивчення питань облаштування шкільних укриттів. Сучасні наукові дослідження, аналітичні звіти та нормативні документи окреслюють кілька ключових напрямів, що формують міждисциплінарну основу для створення безпечного простору для дітей. Зокрема, важливе місце посідає стандартизація інженерно-технічних рішень. Так, ЮНІСЕФ спільно з Міністерством освіти і науки України, а також іншими урядовими та міжнародними організаціями, розробили низку технічних рекомендацій, спрямованих на переоблаштування укриттів у закладах освіти. У цих документах акцентовано увагу на базових інфраструктурних вимогах: системах вентиляції, санітарно-гігієнічних вузлах, запасах питної води та наявності автономних джерел енергії, що є критично необхідними в умовах обмеженого доступу до ресурсів (UNICEF, 2024; KMU, 2023; EEAS, 2025).

У свою чергу, актуальним напрямом досліджень є впровадження модульних і трансформованих рішень для забезпечення гнучкості та оперативності під час створення укриттів. Використання збірних блоків, готових панелей та сучасних композитних матеріалів дозволяє суттєво скоротити час розгортання конструкцій, а також адаптувати простір до змінних потреб, що є особливо важливим у кризових ситуаціях (Sarmento, 2024; ResearchGate, 2025). Паралельно з цим, значну увагу приділено проблематиці мікроклімату. З огляду на підвищену щільність перебування та можливу тривалість знаходження дітей в укриттях, дослідження підтверджують важливість впровадження ефективних систем фільтрації повітря, зокрема HEPA-фільтрів, а також використання природної вентиляції для підтримання

належної якості повітря та профілактики респіраторних захворювань (Banholzer et al., 2023; Rey-Hernández et al., 2023).

Крім технічних параметрів, не менш значущими є психологічні та соціальні аспекти дизайну укриттів. Наявність достатнього рівня освітлення, кольорових та просторових рішень, зон для відпочинку та ігрової діяльності має прямий вплив на емоційний стан дітей. Дослідження демонструють, що відповідне середовище сприяє зниженню рівня тривожності, покращенню адаптивної поведінки та забезпеченню психоемоційної стабільності в умовах стресу (Conzatti et al., 2022; NRC, 2025). У цьому контексті особливої ваги набуває дотримання принципів інклюзивності та доступності простору для всіх категорій учнів.

Завершальним, але не менш важливим компонентом є нормативно-правове забезпечення заходів цивільного захисту. Огляд міжнародних та національних стандартів свідчить про необхідність гармонізації місцевих норм з рекомендаціями глобальних організацій, таких як ВООЗ та IASC. Це дозволяє забезпечити відповідність шкільних укриттів найкращим світовим практикам і підвищити ефективність реагування на надзвичайні ситуації в різних регіональних умовах. Таким чином, інтеграція технічних, санітарно-гігієнічних, соціальних і нормативних підходів створює основу для формування безпечного й стійкого освітнього середовища в умовах кризових викликів.

Результати та їх обговорення

Огляд літератури останніх 3–5 років показує декілька ключових трендів: стандартизація проєктів укриттів для шкіл (UNICEF, 2023–2024); зростання інтересу до модульних та трансформованих рішень у постраждалих регіонах (Sarmento, 2024; ASCE review, 2025); увага до мікроклімату та вентиляції як до факторів безпеки й охорони здоров’я (Banholzer et al., 2023; Rey-Hernández et al., 2023); вивчення психологічного впливу перебування в укритті на дітей (Conzatti et al., 2022; NRC reports, 2025). Українські практики (стандарти МОН/UNICEF, пілотні проєкти підземних шкіл) забезпечують цінний практичний матеріал для систематизації принципів (KMU, 2023; UNICEF Ukraine, 2024).

У результаті комплексного аналізу нормативних документів, наукових джерел і висновків експертного середовища була сформована систематизована модель принципів об’ємно-планувальної організації укриттів у закладах освіти. Запропонована система охоплює дев’ять базових принципів, які забезпечують міждисциплінарний підхід до проектування безпечного та функціонального укриття з урахуванням технічних, соціальних, правових і психологічних аспектів.

Першим визначено *безпековий принцип*, який передбачає відповідність конструктивних характеристик укриття сучасним вимогам щодо протидії зовнішнім загрозам. До ключових елементів цього принципу належать міцність несучих конструкцій, стійкість до дії ударної хвилі, уламків і динамічних навантажень, а також забезпечення мінімально допустимих шляхів та відстаней евакуації відповідно до класифікації ступенів захищеності (KMU, 2023; Reuters, 2024).

Другим є *нормативно-правовий принцип*, який акцентує на необхідності повної відповідності об'ємно-планувальних рішень національним будівельним нормам (зокрема, ДБН) та міжнародним стандартам і рекомендаціям, включаючи настанови ВООЗ та UNICEF. Такий підхід дозволяє забезпечити правову легітимність, уніфікацію вимог і адаптацію найкращих світових практик у локальному контексті.

Функціональна інтеграція є наступним ключовим принципом, що передбачає органічне включення укриття в загальну просторову і функціональну структуру закладу освіти. Йдеться про можливість використання існуючих приміщень (наприклад, спортивних залів, підвальних аудиторій або технічних поверхів) як частини захисної інфраструктури з мінімальним переформатуванням, а також про уникнення нефункціональних («мертвих») зон.

Важливою складовою є *ергономічність і мікроклімат*, що охоплює проектування з урахуванням санітарно-гігієнічних норм на одну особу, якісну організацію повітрообміну з використанням вентиляційних і фільтраційних систем (зокрема HEPA-фільтрів), облаштування санітарних вузлів, раціональне меблювання, а також наявність природного або штучного освітлення, достатнього для довготривалого перебування (Banholzer et al., 2023).

Адаптивність та гнучкість приміщень укриттів передбачає можливість їх трансформації під різні сценарії експлуатації — від короткочасного перебування до тривалого укриття у разі затяжної загрози. Така варіативність досягається за рахунок мобільного інтер'єру, гнучких зон функціонального призначення та технологічних рішень, що дозволяють оперативну зміну конфігурації простору.

Не менш значущим є принцип *доступності та інклюзивності*, який вимагає дотримання безбар'єрного середовища, пристосованого до потреб осіб з інвалідністю, маломобільних груп, а також дітей різного віку з особливими освітніми потребами. Просторові рішення мають забезпечувати доступність усіх зон укриття для кожного користувача без обмежень.

У межах принципу *модульності та трансформованості* розглядається застосування збірних конструктивних елементів, таких як модульні блоки,

мобільні панелі та багатофункціональні перегородки, що забезпечують можливість швидкого будівництва, розгортання та технічного оновлення укриттів (Sarmento, 2024). Це особливо актуально в умовах обмеженого часу та ресурсів.

Наступним є принцип *економічності та сталості*, який передбачає раціональне використання матеріальних і енергетичних ресурсів при облаштуванні укриття. Йдеться про застосування енергоефективних систем (зокрема LED-освітлення, рекуператорів повітря), локальних будівельних матеріалів, а також технологій з низьким вуглецевим слідом.

Останній — *принцип психологічного комфорту*, що враховує емоційний стан дітей та персоналу під час перебування в укритті. Наукові дослідження підтверджують, що просторові характеристики — такі як кольорова гама, якість освітлення, акустика, наявність зон відпочинку, ігрових куточків та елементів психологічної підтримки — мають суттєвий вплив на зменшення рівня тривожності, покращення поведінкових реакцій і загальний психоемоційний добробут (Conzatti et al., 2022).

Рис. 1. «Принципи об'ємно-планувальних рішень укриттів у закладах освіти (рисунок автора)

Таким чином, сформульовані дев'ять принципів (рис. 1) становлять цілісну методологічну основу для проєктування сучасних укриттів у навчальних закладах, що поєднує технічну раціональність, нормативну відповідність, гуманістичну орієнтацію та ресурсну ефективність. Їх дотримання дозволяє створити не лише захисне, а й функціонально повноцінне середовище, яке відповідає потребам дітей у кризових умовах.

Результати дослідження узгоджуються з актуальними практиками, зокрема ініціативами ЮНІСЕФ та національними урядовими програмами, що спрямовані на створення безпечного освітнього середовища в умовах надзвичайних ситуацій. Аналіз засвідчив, що сучасні стандарти проєктування

укриттів у закладах освіти повинні поєднувати технічну надійність конструктивних рішень із педагогічною функціональністю простору. Такий підхід виходить за межі традиційно інженерного розуміння безпеки, інтегруючи психосоціальний та освітній виміри, що є критично важливим для збереження безперервності навчального процесу і психологічного благополуччя дітей у кризових умовах (UNICEF, 2024; NRC, 2025).

Запропонована у статті система принципів об'ємно-планувального проєктування має міждисциплінарний характер і поєднує концептуальні елементи, які в попередніх дослідженнях розглядалися фрагментарно. Зокрема, до системи включено принципи модульності та трансформованості (Sarmento, 2024), забезпечення якісного повітрообміну і фільтрації (Banholzer et al., 2023), а також створення психологічно комфортного середовища (Conzatti et al., 2022). Це дозволяє сформувати цілісну модель проєктування укриттів, адаптовану до потреб дітей як найбільш вразливої категорії населення.

Під час планування і реалізації укриттів у шкільному середовищі доцільно враховувати мультикритеріальні сценарії експлуатації — від короткочасного перебування до тривалого укриття та гібридного використання як освітнього простору. У цьому контексті окреслено низку ключових техніко-організаційних рішень, зокрема: обов'язкову інтеграцію систем фільтрації повітря та аварійного електропостачання у випадку довготривалого перебування; уніфікацію типових модульних конструкцій для забезпечення оперативного будівництва чи реконструкції; застосування екологічно безпечних матеріалів і облаштування зон для психологічної підтримки дітей; а також необхідність формування чітких механізмів фінансування та технічного обслуговування укриттів на місцевому рівні.

Висновки. На основі проведеного дослідження сформульовано дев'ять принципів об'ємно-планувальних рішень укриттів у закладах освіти, які охоплюють технічні, організаційні, функціональні та психосоціальні аспекти. Пріоритетними є безпекові та інтеграційні рішення, проте всі окреслені принципи мають практичну значущість і взаємодоповнюють одне одного в рамках цілісного підходу. Запропонована концептуальна система може слугувати методичною основою для архітекторів, інженерів, освітніх управлінців та представників органів державної влади при проєктуванні нових об'єктів освіти та реконструкції існуючої інфраструктури. Для подальшої валідації сформульованих положень доцільно ініціювати реалізацію серії пілотних проєктів у різних географічних регіонах з подальшою оцінкою їх інженерної ефективності та соціального впливу.

Список використаних джерел

1. ЮНІСЕФ. (2024). ЮНІСЕФ представляє типові проекти укриттів для шкіл та дитячих садків в Україні. ЮНІСЕФ. URL: https://www.unicef.org/ukraine/ en/press-releases/unicef-presents-standard-shelters-designs-schools-and-kindergartens-ukraine (дата звернення: 1.10.2025).

2. ЮНІСЕФ. (2023). ЮНІСЕФ розробляє нові стандарти проектування укриттів у навчальних закладах. ЮНІСЕФ. URL: https://www.unicef.org/ ukraine/en/stories/unicef-developps-new-standards-shelter-design-educational-institutions (дата звернення: 1.10.2025).

3. Кабінет Міністрів України (КМУ). (2023). Україна створить нові стандарти будівництва укриттів у навчальних закладах: підписаний меморандум з ЮНІСЕФ. КМУ. URL: https://www.kmu.gov.ua/en/news/v-ukraini-stvoriat-novi-standarty-dlia-budivnytstva-ukryttiv-u-zakladakh-osvity-uklaly-memorandum-z-iunisef (дата звернення: 30.09.2025).

4. Українська правда. (2023). В Україні 68% навчальних закладів мають бомбосховища, але цього недостатньо – Прем'єр-міністр. Українська правда. URL: https://www.pravda.com.ua/eng/news/2023/08/11/7415211 (дата звернення: 30.09.2025).

5. УНН. (2023). Близько 65% навчальних закладів в Україні мають бомбосховища. УНН. URL: https://en.lb.ua/news/2023/07/29/21288_ 65_educational_institutions.html (дата: 29.09.2025).

6. УНН. (2023). Майже 80% навчальних закладів в Україні мають укриття – Шмигаль. УНН. URL: https://unn.ua/en/news/almost-80percent-of-educational-institutions-in-ukraine-are-sheltered-shmyhal (дата: 29.09.2025).

7. Укрінформ. (2025). В Україні створять нові стандарти будівництва укриттів у навчальних закладах – МОН. Укрінформ. URL: https://www.ukrinform.net/ rubric-ato/3794301-new-standards-for-construction-of-shelters-in-educational-institutions-to-be-created-in-ukraine-mes.html (дата звернення: 28.09.2025).

8. Рубрика. (2024). Відбудова України: Міністерство освіти, ЮНІСЕФ та Фонд Баффета об’єднуються, щоб забезпечити вісім проектів шкільного житла для громад – Рубрика. Рубрика. URL: https://rubryka.com/en/ 2024/04/02/bezoplatni-typovi-proyekty-ukryttiv (дата звернення: 27.09.2025).

9. Бангольцер, Н., Джент, П., Біттель, П., Цюрхер, К., Фуррер, Л., Бертшингер, С., Вайнгартнер, Е., Раметт, А., Еггер, М., Хашер, Т., & Феннер, Л. (2023). Очищувачі повітря та респіраторні інфекції в школах: Моделювання з використанням епідеміологічних, екологічних та молекулярних даних

[Препринт]. medRxiv. URL: https://academic.oup.com/ofid/article/11/4/ofae169/7633042 (дата звернення: 25.09.2025).

10. Ер Дін, Гірі, А., Гайяр, А., Бонн, Д., & Блюйссен, П. М. (2024). Використання мобільних очищувачів повітря в шкільних класах для видалення аерозолів: Які, де і як. SagePublications. URL: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1420326X241267007 (дата звернення: 23.09.2025).

11. PMC (Banholzer et al.). (2023). Передача SARS-CoV-2 з використанням масок та без них або очищувачів повітря в школах Швейцарії: Моделювання епідеміологічних, екологічних та молекулярних даних. PLOS Medicine. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10194935 (дата звернення: 21.09.2025).

12. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. (2022). Безпека під час навчання: Державна служба України з надзвичайних ситуацій розробляє рекомендації щодо організації укриттів. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. URL: https://nupp.edu.ua/en/news/safety-during-studying-the-state-emergency-service-of-ukraine-develops-recommendations.
html (дата звернення: 18.09.2025).

13. ДБН В.2.2-3:2018 "Будинки і споруди. Заклади освіти". URL: https://ips.ligazakon.net/document/DBN00101 (дата звернення: 12.09.2025).

14. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту». URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3225773063500990463?doc_type=2 (дата звернення: 14.09.2025).

Postgraduate Student **Dumnych Petro**,
Lviv Polytechnic National University

PRINCIPLES OF SPATIAL PLANNING SOLUTIONS FOR SHELTERS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

The article considers the current problem of forming a safe educational environment in conditions of growing threats - in particular, military conflicts and emergencies of a natural and technological nature. Based on an interdisciplinary analysis of scientific research, international standards, regulatory documents and practical experience, in particular Ukrainian cases, nine principles of spatial planning solutions for shelters in educational institutions are formulated. The principles cover constructive safety, regulatory compliance, functional integration into the educational environment, ensuring ergonomics and microclimate, adaptability, inclusiveness, modularity, cost-effectiveness, as well as psychological comfort.

The proposed conceptual model is based on the integration of technical, architectural, pedagogical and psychological approaches, which allows designing shelters not only as engineering structures, but as environments capable of supporting the educational process, the psycho-emotional state of children and the functioning of an educational institution in crisis conditions. The results of the expert survey confirmed the priority of security and integration solutions, while emphasizing the importance of implementing a comprehensive approach.

The article can serve as a methodological guide for architects, engineers, educational managers and representatives of government agencies when designing or reconstructing the infrastructure of educational institutions. The implementation of pilot projects with subsequent assessment of engineering efficiency and social impact is recommended.

Keywords: principles; spatial planning solution; protective structure; educational institutions; inclusiveness; psychological comfort.

REFERENCES

1. UNICEF. (2024). *UNICEF presents standard shelters designs for schools and kindergartens in Ukraine*. UNICEF. URL: https://www.unicef.org/ukraine/en/ press-releases/unicef-presents-standard-shelters-designs-schools-and-kindergartens-ukraine (data zvernennia: 1.10.2025). {in Ukrainian}.

2. UNICEF. (2023). *UNICEF develops new standards for shelter design in educational institutions*. UNICEF. URL: https://www.unicef.org/ukraine/en/ stories/unicef-develops-new-standards-shelter-design-educational-institutions (data zvernennia: 1.10.2025). {in Ukrainian}.

3. Cabinet of Ministers of Ukraine (KMU). (2023). *Ukraine to create new standards for construction of shelters in educational institutions: memorandum signed with UNICEF*. KMU. URL: https://www.kmu.gov.ua/en/news/v-ukraini-stvoriat-novi-standarty-dlia-budivnytstva-ukryttiv-u-zakladakh-osvity-uklaly-memorandum-z-iunisef (data zvernennia: 30.09.2025). {in Ukrainian}.

4. Ukrainska Pravda. (2023). *In Ukraine, 68% of educational institutions have bomb shelters, but it's not enough – Prime Minister*. Ukrainska Pravda. URL: https://www.pravda.com.ua/eng/news/2023/08/11/7415211(data zvernennia: 30.09.2025). {in Ukrainian}.

5. UNN. (2023). *About 65% educational institutions in Ukraine have shelters*. UNN. URL: https://en.lb.ua/news/2023/07/29/21288_65_educational_ institutions.html (data zvernennia: 29.09.2025). {in Ukrainian}.

6. UNN. (2023). *Almost 80% of educational institutions in Ukraine are sheltered – Shmyhal*. UNN. URL: https://unn.ua/en/news/almost-80percent-of-

educational-institutions-in-ukraine-are-sheltered-shmyhal (data zvernennia: 29.09.2025). {in Ukrainian}.

7. Ukrinform. (2025). *New standards for construction of shelters in educational institutions to be created in Ukraine – MES*. Ukrinform. URL: https://www.ukrinform.net/rubric-ato/3794301-new-standards-for-construction-of-shelters-in-educational-institutions-to-be-created-in-ukraine-mes.html (data zvernennia: 28.09.2025). {in Ukrainian}.

8. Rubryka. (2024). *Rebuilding Ukraine: Ministry of Education, UNICEF, and Buffet Foundation unite to provide eight school shelter projects for communities – Rubryka*. Rubryka. URL: https://rubryka.com/en/2024/04/02/bezoplatni-typovi-proyekty-ukryttiv (data zvernennia: 27.09.2025). {in Ukrainian}.

9. Banholzer, N., Jent, P., Bittel, P., Zürcher, K., Furrer, L., Bertschinger, S., Weingartner, E., Ramette, A., Egger, M., Hascher, T., & Fenner, L. (2023). *Air cleaners and respiratory infections in schools: A modeling study using epidemiological, environmental, and molecular data* [Preprint]. medRxiv. URL: https://academic.oup.com/ofid/article/11/4/ofae169/7633042___(data zvernennia: 25.09.2025). {in Ukrainian}.

10. Er Ding, Giri, A., Gaillard, A., Bonn, D., & Bluyssen, P. M. (2024). *Using mobile air cleaners in school classrooms for aerosol removal: Which, where and how*. SagePublications. URL: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1420326X241267007 (data zvernennia: 23.09.2025). {in Ukrainian}.

11. PMC (Banholzer et al.). (2023). *SARS-CoV-2 transmission with and without mask wearing or air cleaners in schools in Switzerland: A modeling study of epidemiological, environmental, and molecular data*. PLOS Medicine. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10194935_(data zvernennia: 21.09.2025). {in Ukrainian}.

12. State Emergency Service of Ukraine. (2022). *Safety during studying: the State Emergency Service of Ukraine develops recommendations for shelter organization*. State Emergency Service of Ukraine. URL: https://nupp.edu.ua/en/news/safety-during-studying-the-state-emergency-service-of-ukraine-develops-recommendations.html (data zvernennia: 18.09.2025). {in Ukrainian}.

13. DBN V.2.2-3:2018 "Budynky i sporudy. Zaklady osvity". URL: https://ips.ligazakon.net/document/DBN00101 (data zvernennia: 12.09.2025). {in Ukrainian}.

14. DBN V.2.2-5:2023 «Zakhysni sporudy tsyvilnoho zakhystu». URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3225773063500990463?doc_type=2 (data zvernennia: 14.09.2025). {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.99-108
УДК 721

Зайцева А.О.,
zannett610@gmail.com, ORCID: 0009-0007-9420-8564,
Харківський національний університет
міського господарства імені О.М. Бекетова

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ІНКЛЮЗИВНИХ СПОРТИВНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА АРХІТЕКТУРНОЇ ДОСТУПНОСТІ ІСНУЮЧИХ СПОРТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Аналізуються основні методи комплексного дослідження архітектурної доступності спортивних об'єктів, що застосовуються у різних галузях життєдіяльності людей з обмеженими можливостями. Розглядаються підходи та інструменти, що застосовуються для вивчення доступності архітектурного середовища у трьох ключових галузях: архітектурі, медицині та спорті. Виявляються позитивні сторони використання даних методів дослідження.

Ключові слова: адаптивний спорт; інклюзивний спорт; спортивний об'єкт; архітектурна доступність; люди з обмеженими можливостями; людина з інвалідністю; методи дослідження; універсальний дизайн; інклюзивний спортивний об'єкт.

Постановка проблеми. Сучасне суспільство прагне інклюзивності та рівного доступу до всіх сфер життя, незалежно від фізичних, сенсорних чи когнітивних особливостей людини. Одним із ключових напрямків на шляху до цього є формування доступного архітектурного середовища, яке враховує потреби людей з інвалідністю та інших маломобільних груп населення.

На даний час проблема забезпечення доступності для людей з обмеженими можливостями постає однією із ключових у формуванні архітектурного і містобудівного середовища. Концепція універсального дизайну стає все популярнішою, дослідженням і розробкою даної тематики активно почали займатись в усьому світі, у тому числі й в Україні. При цьому організація спортивного середовища для людей з обмеженими можливостями займає одне з головних місць серед проблем формування безбар'єрного середовища [15, 16].

Формування інклюзивних спортивних комплексів вимагає комплексного багатогранного підходу для гарантування доступності середовища для людей з інвалідністю, залучення методів наукових досліджень з суміжних галузей (спорту та медицини), урахування вимог та особливостей цих галузів. Даний

підхід зумовлений необхідністю проєктування об’єктів, які враховують потреби усіх користувачів, до яких належать маломобільні групи населення, спортсмени з обмеженими можливостями, пацієнти, які проходять реабілітацію тощо.

Актуальність дослідження визначають:

- великий відсоток в структурі населення України людей з обмеженими можливостями, у тому числі людей з інвалідністю, збільшення їх кількості внаслідок бойових дій;
- відсутність умов для тренувань людей з обмеженими можливостями в існуючих спортивних об’єктах, тобто «недоступність» архітектурного спортивного середовища;
- відсутність комплексного підходу до дослідження при проєктуванні архітектурного середовища для людей з обмеженими можливостями.

Мета статті – проаналізувати методику комплексного дослідження архітектурної доступності спортивних для людей з обмеженими можливостями.

Завдання дослідження:

- визначити основні методи дослідження доступності архітектурного середовища для людей з інвалвідністю;
- виявити позитивні сторони комплексного використання методів дослідження доступності архітектурного середовища з різних галузей: архітектури, медицини та спорту.

В основі дослідження лежать **методи** порівняльного і факторного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час тема проєктування спортивного середовища для людей з обмеженими можливостями ще не розкрита повністю. Більшість досліджень спирається тільки на існуючу нормативну базу [1–3]. Наразі відсутній комплексний підхід в проектуванні спортивних об’єктів для людей з інвалідністю. Дана робота спирається на статті в галузі архітектури [4–7], спорту [12, 11] та медицини [8–10, 13].

Основна частина. Ефективне проєктування інклюзивного середовища неможливе без глибокого аналізу та об’єктивної оцінки його доступності. Для цього використовуються різні методи дослідження – від нормативно-правового аналізу та експертної оцінки до соціологічних опитувань та цифрового моделювання. При цьому особливістю дослідження інклюзивних спортивних об’єктів є необхідність застосування не лише методів наукових досліджень, які традиційно застосовуються в галузі архітектури, а й пошук нових, а також залучення методів дослідження з інших галузей – спорту і медицини. Це пов’язано з об’єктом дослідження – інклюзивні спортивні об’єкти, а також зі специфікою фокус-групи дослідження – люди з інвалідністю. Тому ефективне наукове дослідження інклюзивних спортивних об’єктів та аналіз архітектурної доступності існуючих спортивних будівель можливі лише у разі застосування

комплексної методики дослідження, що поєднує провідні методи досліджень в галузі архітектури, спорту і медицини.

В *галузі архітектури* дослідження доступності середовища полягає у використанні методів, які направлені на забезпечення бербар'єрного середовища та універсальний дизайн. До таких методів належать:

- контент-аналіз документів;
- функціонально-просторовий аналіз;
- ергономічний аналіз та моделювання;
- пост-експлуатаційна оцінка;
- геоінформаційний аналіз.

Метод контент-аналізу документів полягає у тому, що дослідження розпочинається з аналізу чинного законодавства, міжнародних конвенцій та інших нормативних актів, спрямованих на створення безбар'єрного середовища.

Ключовим документом в галузі дослідження є Національна стратегія із створення безбар'єрного простору в Україні на період 2030 року (схвалена розпорядженням КМУ від 14.04.2021 р.), яка реалізує Указ Президента України від 03.12.2020 р. «Про забезпечення створення безбар'єрного простору в Україні». Ця стратегія ставить за мету зробити оточуюче середовище доступним для всіх, гарантуючи рівні можливості та умови для участі у суспільному житті, включаючи заняття фізичною культурою та спортом. Безбар'єрність має стати наскрізним принципом державної політики на всіх рівнях [1].

Конвенція про права осіб з інвалідністю, ратифікована Законом України від 16 грудня 2009 р. № 1767-VI, також є важливим документом, який сприяє реалізації прав та свобод осіб з інвалідністю, зокрема забезпеченню їх доступності [2].

Нормативно-правовий документ ДБН В.2.2-40:2018 «Будинки і споруди. Інклюзивність будівель і споруд» визначає вимоги до проєктування об'єктів з урахуванням потреб маломобільної групи населення. Ці вимоги включають ширину проходів, наявність пандусів, тактильних покажчиків та інші елементи, що забезпечують доступність архітектурного середовища [3].

Методологія дослідження передбачає оцінку відповідності проєктних рішень до принципів універсального дизайну: рівноправність користування, гнучкість в експлуатації та інтуїтивна зрозумілість. Універсальний дизайн спрямований на створення середовища, яке було б комфортним для всіх категорій населення [14].

Метод функціонально-просторового аналізу передбачає вивчення планувальних рішень, оцінку їх відповідності вимогам різних видів спорту та потреб користувачів. Особлива увага приділяється зонуванню, логістиці переміщенням та наявності спеціалізованих приміщень, які враховують потреби всіх категорій відвідувачів [4].

Ергономічний аналіз та моделювання – це метод, застосування якого дозволяє оцінити відповідність архітектурних рішень фізичним особливостям спортсменів різної комплекції та ступеня рухливості, включаючи аналіз руху, навантажень, необхідних площ та ергономіки обладнання [5, 16].

Пост-експлуатаційна оцінка (POE) – метод, що передбачає оцінку ефективності архітектурних рішень після введення об'єкта в експлуатацію. Метод передбачає аналіз відгуків користувачів, аналіз та спостереження за користуванням простору, аналіз відповідності проєктних рішень до потреб користувачів. Проте, цей метод має істотний недолік – оцінка ефективності можлива лише після завершення будівництва. У разі виявлення невідповідності проєктного рішення до потреб людей з обмеженими можливостями, спортивний центр одразу після зведення потребуватиме нової адаптації. Тому, цей метод є більш ефективним для існуючих споруд, ніж для нових об'єктів [6].

Геоінформаційний аналіз – це використання геоінформаційних систем (ГІС), яке дає змогу здійснювати комплексну оцінку доступності міських об'єктів для різних верств населення. За допомогою ГІС-технологій можна виявити перешкоди на шляху до цих об'єктів та спланувати оптимальні маршрути, враховуючи індивідуальні потреби та можливості громадян. Методика аналізу передбачає дослідження пішохідної та транспортної доступності, моделювання руху населення та створення інклюзивних зон, які враховують потреби всіх членів суспільства [7].

В галузі медицини дослідження доступності умов архітектурного середовища спрямовано на відновлення та реабілітацію людей з обмеженими можливостями. Архітектурна доступність тісно пов'язана з медичними аспектами здоров'я людини, особливо у контексті людей з обмеженими можливостями, вікових змін людини, хронічних захворювань та травм. З погляду медицини, дослідження доступності архітектурного середовища спрямоване на усунення фізичних бар'єрів та на оцінку того, як середовище впливає на стан здоров'я, на психоемоційний стан і на функціональні можливості людей з особливими потребами. До цих методів належать:

- кваліметричні;
- психофізіологічні;
- використання медичної статистики та епідеміологічних даних.

Кваліметричні методи надають кількісні показники якості архітектурного середовища, враховуючи як естетичні, так і функціональні аспекти. До методів кваліметрії належать розробка системи оцінок, проведення експертних опитувань та аналіз відповідності середовища встановленим нормативним документам [8].

Психофізіологічні методи дослідження спрямовані на оцінку впливу архітектурного середовища на психологічний стан спортсменів, зокрема рівень стресу та мотивації. Метод включає анкетування, аналіз та проведення психофізіологічних вимірювань [9, 13].

Метод використання медичної статистики та епідеміологічних даних полягає у тому, що архітектурне середовище досліджується з використанням даних про травматизм, кількість повторних звернень за медичною допомогою у зв'язку з падіннями, перенавантаженнями опорно-рухового апарату, порушеннями адаптації в міському середовищі. Така інформація допомагає встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між станом архітектурного середовища та здоров'ям населення [10].

Архітектурна доступність в *спортивній галузі* має особливе значення, оскільки фізична активність та спорт відіграють вирішальну роль у підтримці здоров'я, реабілітації, соціалізації та інтеграції людей з інвалідністю та маломобільних груп населення. З точки зору спорту, дослідження архітектурного середовища спрямоване не лише на забезпечення фізичного доступу, а й на створення умов для рівноправної та безпечної участі у тренувальному процесі, змаганнях та активному дозвіллі. Базові методи – це:

- анкетування фокус-групи;
- дискретного спостереження;
- визначення відповідності міжнародним стандартам та спортивної класифікації.

Метод анкетування фокус-групи – передбачає збір первинної інформації шляхом опитувань та анкетування серед двох ключових груп користувачів спортивних комплексів: тренерського складу та відвідувачів. Метою анкетування є ідентифікація чинників, що перешкоджають доступності архітектурного середовища спортивних комплексів, а також виявлення потреб користувачів щодо інклюзивного дизайну таких споруд. Отримані дані сприятимуть формуванню більш ефективного архітектурного рішення для інклюзивних спортивних комплексів.

Метод дискретного спостереження базується на вивченні взаємовідносин між суб'єктами (користувачами) та об'єктом (архітектурним середовищем) у системі «Людина – Простір» спортивних комплексів. Аналіз спрямований на визначення впливу архітектури на досвід користувачів, їхнє сприйняття та поведінку в даному просторі [11].

Метод визначення відповідності міжнародним стандартам та спортивної класифікації полягає у тому, що об'єкти порівнюються з міжнародними вимогами (наприклад, рекомендаціями Міжнародного паралімпійського комітету, нормами IWAS та ін.), щоб забезпечити можливість

проведення інклюзивних тренувань та змагань. Враховується різноманітність видів інвалідностей та класифікацій спортсменів, що впливає на архітектурні рішення [12].

Висновки. Створення інклюзивних спортивних центрів, які задовольняють потреби різноманітних користувачів, вимагає комплексного застосування методів з архітектури, медицини та спорту. Такий підхід передбачає:

- міждисциплінарний підхід: тісну взаємодію архітекторів, медичних працівників та тренерів для розробки оптимальних проєктів;
- дотримання нормативних вимог: неухильне виконання стандартів доступності та безпеки для всіх категорій користувачів;
- централізацію фокусу на користувачах: активне залучення майбутніх відвідувачів до процесу проєктування шляхом проведення опитувань та тестування макетів;
- оцінку ефективності: здійснення пост-експлуатаційних досліджень для виявлення та усунення недоліків, що виникають під час експлуатації центру.

Дослідження доступності архітектурного середовища в міждисциплінарних сферах архітектури, медицини та спорту демонструє, що універсальний підхід неможливий без урахування специфіки кожної області. Комплексне застосування нормативно-правового аналізу, емпіричних обстежень, клініко-функціональних та соціологічних методів дозволяє виявити реальні бар'єри та неочевидні перешкоди, які можуть обмежувати участь людей у соціальному, медичному та спортивному житті.

Таким чином, формування доступного архітектурного середовища можливе лише за умови міжгалузевої взаємодії та використання широкого набору методів, орієнтованих не тільки на фізичну доступність, а й на якість життя, безпеку та залучення кожної людини.

Список джерел:

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2021 р. № 366-р «Про схвалення Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/366-2021-%D1%80/conv#Text (дата звернення 25.09.2025).

2. Конвенція про права осіб інвалідністю. Резолюція генеральної асамблеї ООН № 61/106: ратифікована Законом України від 16 грудня 2009 р № 1767-IV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_g71#Text (дата звернення 19.09.2025).

3. ДБН В.2.2-40-2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ: Мінрегіон. 2018. 70 с.

4. Thapar N., Warner G., Williams S. A pilot study of functional access to public buildings and facilities for persons with impairments. *Disability and*

Rehabilitation. 2004. Т. 26, vol. 3. С. 280–289. DOI: https://doi.org/10.1080/09638280310001649543

5. Сьомка С.В. Ергономіка та ергодизайн: підручник. Київ: Видавництво Ліра-К. 2017. 618 с.

6. Прейзер У.Ф., Уайт Э., Рабинович Х. Пост-експлуатаційна оцінка. (Відродження Рутледжа). Рутледж. 2015. 216с.

7. Roszewska K. Geographic information systems and accessibility for persons with disabilities. *GIS Odissey Journal*. 2021. № 1. С. 21–29. DOI: https://doi.org/10.57599/gisoj.2021.1.2.21

8. Yakob H., Nasrudin N. Qualitative assessment of usability and accessibility of housing design elements for disabled people. Planning Malaysia. 2022. Vol. 20. P. 374–388. DOI: https://doi.org/10.21837/pm.v20i23.1173

9. Байда Л.Ю., Красюкова-Еннс О. В. Інвалідність та суспільство. Київ. 2012. 216 с.

10. Harniss M. Conducting Accessible Research: Including People With Disabilities in Public Health, Epidemiological, and Outcomes Studies. *American Journal of Public Health*. 2016. № 9. P. 2137–2144. DOI: https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303448

11. Zallio M., Clarkson P. J. Inclusion, diversity, equity and accessibility in the built environment: A study of architectural design practice. Building and Environment. 2021. Т. 206, vol. 4. С. 11. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108352

12. Андрієць Є.К., Маринич В.Л. Популярність руху спеціальних олімпіад у світі та в Україні. «Спорт та сучасне суспільство»: Матеріали XIV Міжнародної студентської наукової конференції. Київ: НУФВСУ, 2021. 347 с. С. 204-208. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/24144/1/Shandrygos_5.PDF (дата звернення 30.09.2025)

13. Цимбалюк С.М. Стан та перспективи розвитку спортивно-оздоровчої сфери в Україні. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2020. № 4. Том 3. С. 31-36. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2020-284-4(3)-5

14. Шкляр С.П., Шушлякова О.С. Універсальний дизайн як основа формування доступного архітектурного середовища сучасних міст. *Містобудування та територіальне планування*. К.: КНУБА, 2023. Вип. 82. С. 350-363. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.350-363

15. Довідник безбар'єрності. URL: https://bf.in.ua/ (дата звернення 24.09.2025).

16. Альбом безбар'єрних рішень. URL: https://bcl.com.ua/projects/albom-bezbariernih-rishen (дата звернення 24.09.2025).

graduate student **Anna Zaitseva**,
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

METHODOLOGY FOR COMPREHENSIVE RESEARCH OF INCLUSIVE SPORTS FACILITIES AND ARCHITECTURAL ACCESSIBILITY OF EXISTING SPORTS BUILDINGS

Modern society strives for inclusivity and equal access to all spheres of life, regardless of the physical, sensory or cognitive characteristics of a person. One of the key directions on the way to this is the formation of an accessible architectural environment that takes into account the needs of people with disabilities and other low-mobility population groups.

This paper analyzes the main methods of comprehensive research of architectural accessibility of sports facilities used in various areas of life of people with disabilities. The approaches and tools used to study the accessibility of the architectural environment in three key areas are considered: architecture, medicine and sports. The positive aspects of using these research methods are revealed.

Creating inclusive sports centers that meet the needs of diverse users requires the comprehensive application of methods from architecture, medicine and sports.

In the field of architecture, the study of environmental accessibility consists of using methods aimed at ensuring a barrier-free environment and universal design. Such methods include: document content analysis, functional-spatial analysis, ergonomic analysis and modeling, post-operational assessment. geoinformation analysis.

In the field of medicine, research into the accessibility of the architectural environment is aimed at the restoration and rehabilitation of people with disabilities. These methods include qualimetric, psychophysiological, the use of medical statistics and epidemiological data.

Architectural accessibility in the sports industry is of particular importance, since physical activity and sports play a crucial role in maintaining health, rehabilitation, socialization and integration of people with disabilities and low-mobility population groups. The basic methods are focus group questionnaires, discrete observation, determination of compliance with international standards and sports classification.

Such a comprehensive approach involves:

- an interdisciplinary approach: close interaction of architects, medical professionals and trainers to develop optimal projects;
- compliance with regulatory requirements: strict implementation of accessibility and safety standards for all categories of users;
- centralization of focus on users: active involvement of future visitors in the design process by conducting surveys and testing mock-ups;

- effectiveness assessment: conducting post-operational studies to identify and eliminate shortcomings that arise during the operation of the center.

Research on the accessibility of the architectural environment in the interdisciplinary fields of architecture, medicine and sports demonstrates that a universal approach is impossible without taking into account the specifics of each area. The complex application of regulatory and legal analysis, empirical surveys, clinical-functional and sociological methods allows us to identify real barriers and non-obvious obstacles that may limit people's participation in social, medical and sports life.

Thus, the formation of an accessible architectural environment is possible only under the condition of interdisciplinary interaction and the use of a wide range of methods focused not only on physical accessibility, but also on the quality of life, safety and involvement of each person.

Keywords: adaptive sports; inclusive sports; sports facility; architectural accessibility; people with disabilities; people with disabilities; research methods; universal design; inclusive sports facility.

REFERENCES:

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 14, 2021 No. 366-r “On approval of the National Strategy for the creation of a barrier-free space in Ukraine for the period until 2030”. [Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14 kvitnia 2021 r. № 366-r «Pro skhvalennia Natsionalnoi stratehii iz stvorennia bezbariernoho prostoru v Ukraini na period do 2030 roku»]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/366-2021-%D1%80/conv#Text (date of access: 19.09.2025) {in Ukrainian}

2. Convention on the Rights of Persons with Disabilities. UN General Assembly Resolution No. 61/106 [Konventsiia pro prava osib invalidnistiu. Rezoliutsiia heneralnoi asamblei OON № 61/106]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_g71#Text (date of access: 19.09.2025) {in Ukrainian}

3. DBN V.2.2-40-2018. (2018). Inclusiveness of buildings and structures. Basic provisions. [Inkliuzyvnist budivel i sporud. Osnovni polozhennia] 70 p. {in Ukrainian}

4. Thapar N., Warner G., Williams S. (2004). A pilot study of functional access to public buildings and facilities for persons with impairments. Disability and Rehabilitation. T. 26, vol. 3. P-p. 280–289. DOI: https://doi.org/10.1080/09638280310001649543 {in English}

5. Sömka S.V. (2017). Ergonomics and ergonomic design: a textbook. [Erhonomika ta erhodyzain: pidruchnyk]. K.: Vydavnytstvo Lira-K. 618 p. {in Ukrainian}

6. Preizer U.F., White E., Rabinowitz H. Post-operational assessment. (Routledge Revivals) [Post-ekspluatatsiina otsinka (Vidrodjennya Rutledga)]. Routledge. 2015. 216 p. {in Ukrainian}

7. Roszewska K. (2021). Geographic information systems and accessibility for persons with disabilities. GIS Odissey Journal. Vyp. 1. P-p. 21–29. DOI: https://doi.org/10.57599/gisoj.2021.1.2.21 {in English}

8. Yakob H., Nasrudin N. (2022). Qualitative assessment of usability and accessibility of housing design elements for disabled people. Planning Malaysia. Vol. 20. P. 374–388. DOI: https://doi.org/10.21837/pm.v20i23.1173 {in English}

9. Baida L.U. (2012). Disability and society. [Invalidnist' ta suspilstvo]. K. 216 p. {in Ukrainian}

10. Harniss M. (2016). Conducting Accessible Research: Including People With Disabilities in Public Health, Epidemiological, and Outcomes Studies. *American Journal of Public Health*. № 9. P. 2137–2144. DOI: https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303448 {in English}

11. Zallio M., Clarkson P. J. (2021). Inclusion, diversity, equity and accessibility in the built environment: A study of architectural design practice. Building and Environment. T. 206, vol. 4. C. 11. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108352 {in English}

12. Andriets E.K., Marynych V. L. (2021). Popularity of the Special Olympics movement in the world and in Ukraine "Sport and modern society" [Populyarnist specialnykh Olimpiad u sviti ta v Ukraini: Sport ta suchasne suspilstvo]. Proceedings of the XIV International Student Scientific Conference. Kyiv: NUFVSU. 347 p. P-p. 204-208. URL: http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/24144/1/Shandrygos_5.PDF (date of access 30.09.2025) {in Ukrainian}

13. Tsymbalyuk S.M. (2020) State and prospects for the development of the sports and recreation sector in Ukraine [Stan ta perspectyvy rozvytku sportyvno-ozdorovchoi sfery v Ukraini]. Bulletin of the Khmelnytsky National University. No. 4, Vyp. 3. P-p. 31-36. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2020-284-4(3)-5 {in Ukrainian}

14. Shklyar S.P., Shushlyakova O. S. (2023). Universal design as the basis for forming an accessible architectural environment of modern cities. [Universalnyi dyzain yak osnova formuvannia dostupnoho arkhitekturnoho seredovyshcha suchasnykh mist]. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. Vyp. 82. Pp. 350-363. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.82.350-363 {in Ukrainian}

15. Accessibility Guide. [Dovidnyk bezbariernosti]. URL: https://bf.in.ua/ (date of access: 24.09.2025) {in Ukrainian}

16. Album of barrier-free solutions. [Albom bezbariernykh rishen]. URL: https://bcl.com.ua/projects/albom-bezbariernih-rishen (date of access: 24.09.2025) {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.109-118
УДК 72+745/749]/035/1(477)
PhD **Івашко О.Д.,**
ghok2233@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9194-2153, h-10,
канд.арх., доцент **Омельяненко М.В.,**
omelianenko.mv@knuba.edu.ua, ORCID:0000-0002-5787-5241,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СУЧАСНІ ФОРМИ ВИРАЖЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ (ХУДОЖНІ ФОРМИ В АРХІТЕКТУРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ, ХУДОЖНЬО-ДЕКОРАТИВНЕ ОЗДОБЛЕННЯ, ЖИВОПИС)

Під впливом російсько-української війни активізувались процеси переосмислення поняття національна ідентичність. Оскільки сьогодні вектор орієнтації остаточно змістився на розвинені країни, а не на Росію, варто проаналізувати, як національна ідентичність в сучасній архітектурі, дизайні, мистецтві виявляється саме в розвинених країнах. Визначено і аргументовано дві стадії проявів національної ідентичності – більш наочна, заснована на використанні традиційних маркерів, і прихована шляхом виявлення нових маркерів, які виникли внаслідок сучасних умов.

Ключові слова: сучасна форма; вираження; національна ідентичність; художня форма; архітектурне середовище; художньо-декоративне оздоблення; живопис.

Постановка проблеми. Ознайомлення із прикладами мистецтва й архітектури у розвинених країнах (скандинавські країни, Фінляндія, Японія) дозволило визначити дві основні стадії утвердження національної ідентичності як всередині країни, так і поза її межами.

Перша стадія притаманна періоду, коли виникає потреба в об’єднанні суспільства навколо національної ідеї в умовах окупації або війни. Як приклад можна назвати фінський національний романтизм кінця XIX – початку XX століття, який виник в умовах загрози остаточної втрати ідентичності під пануванням Російської імперії. Так само творчість Антоніо Гауді з його химерним модернізмо була спробою довести мовою візуальних національних маркерів не-тотожність Калалонії і всієї території Іспанії з точки зору ментальності й культурних уподобань. Таким самим прикладом став український національний романтизм початку XX століття, який проф. В. Чепелик назвав українським архітектурним модерном.

Друга стадія утвердження національної самобутності наступає тоді, коли загроза втрати ідентичності минає. В такому випадку відпадає потреба

використовувати традиційні візуальні маркери для об'єднання суспільства і доказу своєї ідентичності поза межами країни. Як приклад можна назвати знов-таки Фінляндію, де у творчості Алвара Аалто такими маркерами фінської ідентичності стають відповідність об'єкта природному оточенню, екологічність, використання традиційних матеріалів. Якщо транслювати це на сучасну архітектуру скандинавських країн в цілому, помітимо те ж саме: відсутність прямих алюзій до архітектури попередніх віків, навіть визначної, натомість перетворення на маркери національної ідентичності підхід до проєктування («скандинавський мінімалізм»), екологічність, відповідність природному оточенню, «зелену архітектуру», тощо.

В умовах війни Україна об'єктивно буде знаходитись на першій стадії утвердження національної ідентичності, тобто із використанням пізнавальних національних символів до періоду, коли загроза мине. Саме тому спостерігаємо зростання зацікавлення історією, перехід на спілкування українською мовою, поширення українського контенту в мережах і в різних сферах культури, поступовий перехід віруючих з УПЦ МП до ПЦУ. До цього варто долучити традицію використання вишиванок і віночків в повсякденному житті.

Втім, вже зараз ми спостерігаємо приховану стадію переходу до другої стадії вираження національної ідентичності шляхом появи нових маркерів. Можливо, такими новими маркерами поза межами України стануть дрони, а країна асоціюватиметься не так з Чорнобилем, вишиванкою, писанкою і варениками, як з образом «країни-фортеці», незламної нації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Напрям дослідження і актуальність вибраної теми визначив перелік опрацьованої джерельної бази:

– публікації, які присвячені проблемам критеріїв мистецтва [1];

– принципи організації музейних і виставкових просторів [69];

– проблеми кризового впливу війни на архітектуру і мистецтво [2-5,10,11];

– інформація про музей Manggha [12, 13].

Метою публікації є аналіз сучасних форм вираження національної ідентичності засобами художніх форм в архітектурному середовищі, художньо-декоративного мистецтва і живопису.

Актуальність дослідження полягає в прогнозуванні напрямків трансформації української національної ідентичності під впливом російсько-української війни.

Задачі дослідження полягають в наступному:

– аргументувати тему дослідження в умовах російсько-української війни і задач, які воно вирішує;

– на прикладах розвинених країн визначити стадії утвердження національної ідентичності і форми її вираження;

– на прикладі сучасної японської архітектури проаналізувати сучасні способи виявлення національної своєрідності.

Наукова новизна дослідження полягає в аналізі явища трансформації національної ідентичності і визначення стадій проявів національної ідентичності в залежності від зовнішніх чинників.

Основна частина. Аналіз форм виявлення японської національної ідентичності сучасними засобами.

Характерним прикладом сучасної форми прояву національної ідентичності поза межами країни слід назвати комплекс будівель Японського Музею мистецтва і техніки Manggha у Кракові. Складність в проєктуванні цього об'єкту-символу діалогу двох культур – японської і польської, полягала в тому, що Музей розташований на пологому березі Вісли, якраз навпроти святині Польщі – замку на Вавелі. Отже, автор – Арата Ісодзакі – мав вирішити складну задачу: як спроектувати символ японської національної ідентичності, одночасно не протиставляючи його символу Польщі.

На наш погляд, це питання було вирішено дуже тактовно і дипломатично, саме тому цей об'єкт свідомо користується увагою відвідувачів. До Вісли звернутий «нейтральний» за образом фасад з панорамним вікном. Його оточує алея сакур. Головний фасад, більш пластичний і виразний, зорієнтований в протилежний бік, так само як і сучасна галерея Європа-Далекий Схід.

В жодному с фасадів немає безпосередньої алюзії до національних форм, однак японський колорит відчувається на підсвідомому рівні – в мінімалізмі художньо-декоративного оздоблення, окремих цитат до японської післявоєнної архітектури, в розташуванні художніх творів в виставкових залах, тощо.

Якщо спробувати визначити перелік відібраних тут для вираження японської національної ідентичності, то вони можуть бути згруповані наступним чином:

1) ландшафтні традиції: будівля не суперечить природному оточенню, а підпорядковується йому – витягнутий силует з горизонтальним вектором розвитку відповідає пологому берегу, передньою лінію перед річковим фасадом стоять традиційні японські сакури;

2) втілення принципів мінімалізму в обмеженні форм, поліхромії, декору, експонованих творів;

3) непрямі алюзії до традиційної і післявоєнної японської архітектури – навіс над головним входом до Музею породжує алюзії до священних врат-торії (Рис.1), а в обрисах ребристих дахів Арата Ісодзакі віддає таким чином пошану своєму вчителю Кензо Танге;

4) тактовне втілення ознак японської культури – центром експозиції творів мистецтва стає композиції з предметів для чайної церемонії (Рис.2).

Рис.1. Головний вхід. Фото Ю. Івашко,2025.

Рис.2. Композиція на тему чайної церемонії. Фото Ю. Івашко,2025.

Таким чином, сучасна японська ідентичність виражається засобами вже осучаснених і нових маркерів, які доповнюють традиційні символи, як-то храми синто і буддизму, гейші і майко, хайку, самураї, кімоно, хризантеми.

Проаналізуємо тепер детально кожну групу маркерів. Перша група – це підпорядкування штучно створеного об'єкту природному оточенню і зелені. Такий принцип історично побутував і в Китаї, і в Японії, в Китаї він відповідав принципам фен-шуй, даосизму і буддизму, в Японії – синто і буддизму. Згідно історичним японським ландшафтним традиціям, об'єкт повинен максимально «зливатись» з природним оточенням, акцентуючи і покращуючи його. У випадку з музеєм Manggha перше враження від річкового фасаду – це нейтральність і розпластаний по землі об'єм. Цей ефект підсилюється нейтральною колористикою з різними відтінками сірого і бежевого кольору стін, огороджень, сходів нижнього ярусу і темно-сірого даху. Акцентом з боку головного фасаду є травник з двома скульптурами і басейн.

Друга група маркерів – це втілення принципів мінімалізму в архітектурних формах і формуванні внутрішнього простору з експозицією. Крупномасштабність форм, які об'єднані в цілісність, досягається їх не-подрібненістю додатковими елементами і відсутністю дрібного декору. Таким чином, невисокий по суті об'єкт справляє враження монументальності, яка підкреслюється широкими парадними сходами. Непрямою алюзією до національної архітектури є виявлені дерев'яні балки у внутрішньому просторі. Ще одним прихованим маркером є принцип перетікання просторів, коли частини стін по суті заміняють собою ширми і так само не піднімаються до рівня стелі. Особливо це відчувається в головній виставковій залі, де експоновано кольорові гравюри доби Мейдзі.

Ми не зупиняємося детально на художніх властивостях традиційної японської гравюри, натомість нас цікавить ефект створення національного колориту, позбавившись при цьому враження архаїзму.

В основній експозиційній залі також витримано принцип мінімалізму, коли порожні площини стін, стелі і підлоги домінують над акцентами яскравих творів. Зала відділена від вхідного вестибюлю скляними дверима. Тут варто сказати про ефект контрасту: з залитого світлом вестибюлю в майже темний простір зали без вікон, освітлений точковими світильниками, направленими на твори. Принцип мінімалізму витриманий і в уніфікації обрамувань для гравюр.

Третя група маркерів – це непрямі алюзії. Ми вже сказали про такі алюзії назовні і тепер акцентуємо на них у внутрішньому просторі експозиційної зали. Простір розділений на окремі секції і напіввідкриті перетікаючи простори, коли алюзією до японських ширм стають стіни червоної лицьової цегли подекуди до рівня дерев'яних конструкцій, але зазвичай десь на половину висоти до незашитих конструкцій даху. Наступною алюзією є підкреслене використання деревини – на стелі, у покритті підлоги, в обрамуваннях-входах з гравюрами.

Контрастні поліхромні гравюри художника доби Мейдзі Мізуно Тошіката 1880-х-1905 років є єдиними яскравими акцентами, на які направлене світло. Вони розташовані на нейтральному темному зеленому, синьому і коричневому тлі стін. Варто зазначити, що таке домінування порожнього простору над предметом також є алюзією до традиційної японської ментальності і світосприйняття. Нейтральні стіни неначе «розчиняються» вгорі в темному перекритті, частина стін взагалі порожня. Такі напівтемні світлі стіни огороджують залу з обох боків.

Четверта група маркерів – це алюзії до традиції. Варто звернути увагу на одну особливість, а саме неможливість огляду всієї зали з однієї точки. Насправді, це алюзія до давньої традиції перегородження простору ширмами і екранами для перекривання шляху злим духам, які приходять з неба. Так само, акцентом є композиція на тему чайної церемонії, яка свідомо зміщена від осі входу. Збоку від композиції на тему чайної церемонії розташована вітрина зі справжнім осіннім кімоно 1930-х років, що додає враження автентичності сучасному простору.

Незвичною алюзією до традиції є використання тіней. На відміну від китайської культури, націленої на земне, японська культура сильно тяжіла до потойбічного, тому в переказах, легендах, казках і гравюрах помітне місце відведено потойбічним істотам. Спеціальне освітлення влаштовано таким чином, що створює химерні силуети-тіні дерев'яних конструкцій і відвідувачів. Так, тіні від конструкцій в поєднанні з угнутими завершеннями стін створюють враження торій або храмів сінто. Таким чином, до ефекту створення японської атмосфери долучається гра світла і тіні. Символічно, що навпроти розміщено гравюри під назвами «Чоловік і силуети» і «Сайго Такаморі протистоїть привиду».

Висновки

На прикладах розвинених країн можна визначити дві стадії утвердження національної ідентичності, в тому числі в архітектурі і мистецтві. Використання традиційних маркерів минулих століть притаманне ситуації, коли національна ідентичність нації перебуває перед загрозою і потребує пізнавальних маркерів для об'єднання суспільства і утвердження себе в світі. Натомість розвинені країни вже не потребують таких історичних маркерів, оскільки створюються нові маркери на потребу часу.

На прикладі Музею Manggha простежено, як в сучасних умовах сучасними засобами досягнуто ефект японського колориту поза межами Японії, не користуючись при цьому традиційними історичними архітектурними маркерами. В Японії цей шлях трансформації втілення національної ідентичності в архітектурі і дизайні можна простежити на прикладах трьох

генерацій архітекторів – Кензо Танге, Арати Ісодзакі і Шигеру Бана. Це аргументує перехід від модернізації традиційних форм і символів в бік появи нових символів, часто не пов'язаних з традицією, але відповідних потребам часу. Отже, національна ідентичність – це явище, яке постійно трансформується, так само як і набір маркерів національної ідентичності.

Список літератури

1. Gryglewski P., Ivashko Y., Chernyshev D., Chang P., Dmytrenko A. Art as a message realized through various means of artistic expression. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*, 2020. Vol. XXII. P. 57–88. DOI: 10.26485/AI/2020/22/4

2. Ivashko Y., Tovbych V., Hlushchenko A., Belinskyi S., Kobylarczyk J., Kuśnierz-Krupa D., Dmytrenko A. Preparing for the post-war reconstruction of historical monuments in Ukraine: Considerations in regard of the ongoing Polish post-WWII experience and international law on the protection and conservation of historical monuments. *Muzeológia a kultúrne dedičstvo*, 2023. Vol.10, No. 1. P. 53–71. DOI:10.46284/mkd.2023.11.1.4

3. Ivashko Y., Dmytrenko A., Pawłowska A., Lisińska-Kuśnierz M., Krupa M., Tišliar P., Hlushchenko A., Serafin A., Shpakov A. Destruction of the Architectural Heritage as a Result of War: The Experience of Reconstruction (Conservation and Logistical Aspects) *International Journal of Conservation Science*, 2024. Volume 15, Spec. issue. P. 17–30. DOI: 10.36868/IJCS.2024.SI.02

4. Ivashko Y., Dmytrenko A., Belinskyi S., Pabich M., Kuśnierz–Krupa D., Kobylarczyk J., Bednarz L., Kuzmina H., Kovtiukh N.. The Influence of Colonial Policy on the Destruction of National Cultural Identity and Ways of Overcoming its Consequences. *International Journal of Conservation Science*, 2024. Volume 15, Spec. issue. P. 31–42. DOI: 10.36868/IJCS.2024.SI.03

5. Ivashko Y., Dmytrenko A., Molodid O., Ivashko O., Molochko V., Belinskyi S., Bigaj P. The Destruction of the Established Urban Environment of Borodianka and Irpen as a Result of the Russian-Ukrainian War. *International Journal of Conservation Science*, 2024. Volume 15, issue 2, P. 785–800. DOI: 10. 36868/IJCS.2024.02.03

6. Ivashko Y., Pawlowska A., Kusnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2024). Problems of replacing museum exhibitions during the Russian-Ukrainian war. *Museologica Brunensia*, 2024. Vol. 13, No.2. P. 38–45. DOI:10.5817/MuB2024-2-4

7. Ivashko Y., Pawlowska A. Transformations of Exhibitions in War-Affected Ukraine: 2024 Perspectives on Art-Driven Inclusion and Socialization. *Muzeológia a* kultúrne *dedičstvo*, 2025. Vol. 13, No.2. P. 43–63. DOI: 10.46284/mkd.2025.13.2.3 (in English)

8. Jagošová L. Emotions in museum education. Potential for the development of a relationship to cultural and historical heritage. *Museologica Brunensia*, 2020. Vol. 9, No.2. P. 10–16. DOI:10.5817/MuB2020-2-2

9. Jagošová L. Professional standards in museum pedagogy in the international context. *Muzeológia a kultúrne dedičstvo,* 2020. Vol. 8, No.4. P. 35–47. DOI:10.46284/mkd.2020.8.4.3

10. Kozłowski T., Ivashko Y., Belinskyi S., Dmytrenko A., Ivashko O. Teoretyczne i prawne zasady odbudowy zabytków architektonicznych w Ukrainie, które ucierpały w trakcie agresji rosyjskiej. *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Krakowie,* 2022. Tom / Volume L. P. 391–408. DOI: 10.24425/tkuia.2022.144859

11. Nadolny A., Ivashko Y., Słuchocka K., Sandu I.G., Bigaj P. In-fill Development Architecture, As Element of Post Second War Reconstruction of City of Poznan. Case Study of Joseph Stübben's Extension Plan of the City from Years 1902-1918. *International Journal of Conservation Science,* 2023. Volume 14, Issue 1. P. 57–74. DOI: 10.36868/IJCS.2023.01.05

12. Muzeum Sztuki i Techniki Japońskiej Manggha. URL: https://manggha.pl/ (дата звернення: 15.09.2025).

13. Fundacja Kioto-Krakow URL: https://kyotokrakow.org.pl/fundacja-kyoto-krakow/budynek-muzeum-manggha (дата звернення: 15.09.2025).

PhD, Senior Lecturer, **Oleksandr Ivashko**,
PhD, Associate Professor **Maryna Omelianenko**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

MODERN FORMS OF EXPRESSION OF NATIONAL IDENTITY (ART FORMS IN THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT, ARTISTIC AND DECORATIVE DECORATION, PAINTING)

Under the influence of the Russian-Ukrainian war, the processes of rethinking the concept of national identity have intensified. Since today the vector of orientation has finally shifted to developed countries, and not to Russia, it is worth analyzing how national identity in modern architecture, design, and art manifests itself precisely in developed countries. Two stages of manifestations of national identity are identified and argued – more obvious, based on the use of traditional markers, and hidden by identifying new markers that have arisen as a result of modern conditions. The first stage is characteristic of the period when there is a need to unite society around a national idea in conditions of occupation or war. The second stage of national identity formation occurs when the threat of identity loss passes. In this case,

there is no need to use traditional visual markers to unite society and prove one's identity outside the country. In conditions of war, Ukraine will objectively be at the first stage of establishing national identity, that is, with the use of recognizable national symbols, until the period when the threat passes. However, we are already observing a hidden stage of transition to the second stage of expression of national identity through the emergence of new markers.

Keywords: modern form; expression; national identity; Art form; architectural environment; artistic and decorative decoration; painting.

REFERENCES

1. 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*, *XXII,* 57-88. DOI: 10.26485/AI/2020/22/4 {in English}

2. Ivashko Y., Tovbych V., Hlushchenko A., Belinskyi S., Kobylarczyk J., Kuśnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2023). Preparing for the post-war reconstruction of historical monuments in Ukraine: Considerations in regard of the ongoing Polish post-WWII experience and international law on the protection and conservation of historical monuments. *Muzeológia a kultúrne dedičstvo*, *10* (1), 53-71. DOI:10.46284/mkd.2023.11.1.4 {in English}

3. Ivashko Y., Dmytrenko A., Pawłowska A., Lisińska-Kuśnierz M., Krupa M., Tišliar P., Hlushchenko A., Serafin A., Shpakov A. (2024). Destruction of the Architectural Heritage as a Result of War: The Experience of Reconstruction (Conservation and Logistical Aspects). *International Journal of Conservation Science*, *15*(S.I.), 17-30. DOI: 10.36868/IJCS.2024.SI.02 {in English}

4. Ivashko Y., Dmytrenko A., Belinskyi S., Pabich M., Kuśnierz–Krupa D., Kobylarczyk J., Bednarz L., Kuzmina H., Kovtiukh N. (2024). The Influence of Colonial Policy on the Destruction of National Cultural Identity and Ways of Overcoming Its Consequences. *International Journal of Conservation Science*, *15*(S.I.), 31-42. DOI: 10.36868/IJCS.2024.SI.03 {in English}

5. Ivashko Y., Dmytrenko A., Molodid O., Ivashko O., Molochko V., Belinskyi S., Bigaj P. (2024). The Destruction of the Established Urban Environment of Borodianka and Irpen as a Result of the Russian-Ukrainian War. *International Journal of Conservation Science*, *15*(2), 785-800. DOI: 10. 36868/IJCS.2024.02.03 {in English}

6. Ivashko Y., Pawlowska A., Kusnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2024). Problems of replacing museum exhibitions during the Russian-Ukrainian war. *Museologica Brunensia*, *13*(2), 38-45. DOI:10.5817/MuB2024-2-4 {in English}

7. Ivashko Y., Pawlowska A. (2025). Transformations of Exhibitions in War-Affected Ukraine: 2024 Perspectives on Art-Driven Inclusion and Socialization. *Muzeológia a* kultúrne *dedičstvo*, *13*(2), 43-63. DOI: 10.46284/mkd.2025.13.2.3 {in English}

8. Jagošová L. (2020). Emotions in museum education. Potential for the development of a relationship to cultural and historical heritage. *Museologica Brunensia*, *9*(2), 10-16. DOI:10.5817/MuB2020-2-2 {in English}

9. Jagošová L. (2020). Professional standards in museum pedagogy in the international context. *Muzeológia a kultúrne dedičstvo, 8*(4), 35-47. DOI:10.46284/mkd.2020.8.4.3 {in English}

10. Kozłowski T., Ivashko Y., Belinskyi S., Dmytrenko A., Ivashko O. (2022). Teoretyczne i prawne zasady odbudowy zabytków architektonicznych w Ukrainie, które ucierpały w trakcie agresji rosyjskiej. *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, L*, 391-408. DOI: 10.24425/tkuia.2022.144859 {in Polish}

11. Nadolny A., Ivashko Y., Słuchocka K., Sandu I.G., Bigaj P. (2023). In-fill Development Architecture, As Element of Post Second War Reconstruction of City of Poznan. Case Study of Joseph Stübben's Extension Plan of the City from Years 1902-1918. *International Journal of Conservation Science*, *14*(1), 57-74. DOI: 10.36868/IJCS.2023.01.05 {in English}

12. Muzeum Sztuki i Techniki Japońskiej Manggha. Retrieved September 15, 2025, from https://manggha.pl/ {in Polish}

13. Fundacja Kioto-Krakow. Retrieved September 15, 2025, from https://kyotokrakow.org.pl/fundacja-kyoto-krakow/budynek-muzeum-manggha {in Polish}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.119-130
УДК 725.1:069.9]-044.922"364":316.347(477)
PhD **Івашко О.Д.,**
ghok2233@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9194-2153, h-10,
кандидат архітектури, доцент **Омельяненко М.В.,**
omelianenko.mv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-5787-5241,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВИСТАВКОВИХ ПРОСТОРІВ В ЧАСИ ВІЙНИ І НАЦІОНАЛЬНА ІДЕНТИЧНІСТЬ

Російсько-українська війна докорінно трансформувала підходи до музейної і виставкової діяльності. Оскільки найбільш цінні колекції були прибрані з експозицій або взагалі евакуйовані до партнерських музеїв за кордон, їх місце зайняли менш унікальні твори і особливо твори фотомистецтва. Специфікою музейної і виставкової діяльності часів війни є те, що фотографія – як документальна, так і художня – перебрала на себе основну роль. При цьому фотографія може бути частиною перформансу або доповнюватись специфічними ефектами і техніками. Таким чином, в сучасних умовах музеї по суті перебрали на себе роль галерей і орієнтуються на змінних експозиціях.

Ключові слова: трансформація;виставкові простори;війна; національна ідентичність; художні форми; архітектурне середовище; художньо-декоративне оздоблення.

Вступ Російсько-українська війна докорінно змінила підходи до музейництва і виставкової діяльності. Одною з основних особливостей стало зникнення російського контенту, який замінили вітчизняні і зарубіжні експонати. В часи війни музеї і галереї намагаються довести свою потрібність і тому змушені шукати нетипові варіанти для заміни постійних експозицій. Сьогодні опрацьовані такі основні варіанти переорієнтації музейницької діяльності: експонування робіт менш відомих митців на місці постійних експозицій, показ приватних колекцій за бажанням власника, організація фотовиставок. В цьому дослідженні ми якраз звертаємо увагу на практичний досвід фотовиставок і їх можливостей.

Постановка проблеми. В умовах війни музеї і галереї змушені прибирати свої колекції з експозиції, аби їх убезпечити. Наприклад, колекцію синайських ікон 6-7 ст. з фондів Музею Ханенків в Києві перевезли до Лувру. Для того, аби музеї могли приймати відвідувачів в часи війни, необхідно вирішувати проблему заповнення залів. Як найбільш економічний і безпечний варіант слід назвати виставки фотографії, як документальної, так і художньої. Пояснення

полягає в тому, що в разі пошкодження або втрати фотографію легко відновити, вони не вимагають спеціальної охорони, мікроклімату, легко монтуються і миттєво пересилаються на великі відстані в цифровому вигляді.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Напрям дослідження і актуальність вибраної теми визначив перелік опрацьованої джерельної бази:

- джерела, присвячені впливу війни на життя суспільства [3,5,6,7,13,14]
- трансформація музейництва в часи війни [9,10]
- традиційна музейницька діяльність [11,12]
- критерії мистецтва і мистецького [2]
- видання, присвячені художній фотографії часів війни [1,4,8,15].

Метою публікації є дослідження трансформації виставкових просторів в часи війни і визначення можливих способів створення експозицій.

Актуальність дослідження полягає в аналізі тих варіантів організації виставкових і музейних просторів, які можливі в часи повномасштабної війни.

Задачі дослідження полягають в наступному:

- проаналізувати новітній досвід в організації виставкових просторів в часи війни;
- визначити ті можливості, які надають в часи війни фотовиставки.

Наукова новизна дослідження полягає в визначенні особливостей організації виставкових і музейних просторів, коли місце сталих експозицій займають фотовиставки.

Основна частина.

Відмінність сучасної російсько-української війни від попередніх воєн заклечається в тому, що на зміну так званої «окопної» війни приходить війна технологій. Це призводить по появи зброї, яка вражає цілі на великих відстанях, коли досяжною для дронів і ракет стає вся територія України. Це відповідно змінило традиційну форму музейницької діяльності і місце постійних експозицій зайняли роботи молодих митців, або – ще частіше – фотовиставки. Такий підхід активно використовують Музей Західного і Східного мистецтва імені Богдана і Варвари Ханенків в Києві, Український Дім і Художня галерея в Полтаві.

Як вже було зазначено вище, перевагою фотовиставок є насамперед технічна причина, яка заключається в здатності легкого відновлення твору у випадку його втрати, в швидкому пересиланні знімку в оцифрованому вигляді і широкому охопленні глядацької аудиторії. Крім цього, фотографія фіксує подію в моменті, вона не потребує для цього обладнаного приміщення, специфічних умов для митця, дорогих матеріалів. Фактично, фотомистецтво вимагає лише присутності фотографа і фотоапарату або камери, це мобільний вид мистецтва, оскільки він прив’язаний не до приміщення, а до людини,

здатної переміщуватись. Піднесення значення фотомистецтва в суспільстві в часи російсько-української війни зумовлюється тим, що фотографія дає реальний образ події «тут і зараз» і задовольняє потребу в правдивій інформації. Отже, це допомагає музейним і виставковим просторам виконувати соціальну, ідеологічну, пропагандистську і культурну функцію.

Перевага фотомистецтва над іншими видами мистецтва – скульптурою, живописом, графікою полягає в тому, що в кризові моменти життя суспільства, як-от війна воно є не-ідеалізованим, натомість скульптура, графіка живопис на певній часовій дистанції можуть ідеалізуватись. Як яскравий приклад можна назвати пам'ятник радянському воїну з дівчинкою в Трептов-парку в Берліні, що символізує певну ідеологію: «радянський солдат ворог фашизму, однак друг німецького народу».

Як документальна, так і художня фотографія часів війни виконують певне ідеологічне завдання і створюють образ національної ідентичності, користуючись при цьому різними засобами:

- в документальній фотографії акцент зроблено на показ певних соціальних і політичних аспектів в житті суспільства, а в часи війни вона має виражати стійкість і мужність народу, волю до перемоги, і саме в цьому сенсі роль документальної фотографії в часи війни стає навіть більш вагомою, ніж фотографії художньої;

- на відміну від документальної фотографії, яка промовляє мовою неприкрашених фактів, художня фотографія використовує мову символів і справляє вплив на емоційну сферу і підсвідоме, саме тому вона уникає натуралізму в висвітленні жахів війни і застосовує натомість образи-символи, як-то шафка з мапою України в розбитій ракетою школі, прапор серед спаленого лісу, побитий кулями дорожній знак, біла хмара з обрисами України, тощо.

Отже, кожний різновид фотографії в часи війни виконує одне завдання, однак використовуючи при цьому різні засоби. Якщо говорити про організацію сучасних експозицій в часи війни, одним з питань є сучасність таких експозицій, які зазвичай перетворюються на синтез мистецтв, як персональна виставка Олександра Глядєлова «І побачив я» в Українському Домі з поєднанням документальної фотографії, відео, есе і текстів на стінах та експозиції фотоапарату, яким були зроблені ці фото (Рис.1). Фотовиставка являла собою не тільки фотолітопис історії незалежності України, а й певний портрет особистості фотографа (Рис.2). Саме тому на одній з стін було вміщено слова самого фотохудожника: «Коли я торкаюсь найпотаємнішого в житті людей, мене – звичайного фотографа – не дивує зло, що примножується між

ними. Але мене вражає глибина людяності, не здатна знищити саму себе до кінця. І я її шукаю».

Рис.1,2. Фрагмент експозиції Олександра Глядєлова. Фото Ю. Івашко,2025.

Так само складним мистецьким явищем, де поєднано фотографію, відео, аудіо, літературні твори і театральний спектакль є польсько-український проєкт про творчість відомого фотографа, магістра мистецтв, майора Сергія Белінського, начальника прес-служби 28 ОМБР ім. Лицарів Зимового Походу. Цей проєкт складно порівнювати з аналогічними виставками в музеях і галереях міст України часів російсько-української війни, оскільки він починався як фотовиставка, а поступово перетворився на мистецький перформанс і був представлений як в галереях, такі у вигляді театрального спектаклю в камерному театрі на Канонічей в Кракові (Рис.3,4).

Рис. 3. Театральний спектакль на основі фотовиставки. Фото Ю. Івашко,2025.

Можна виділити кілька стадій розвитку цього проєкту, коли він поступово ускладнювався шляхом доручення інших видів мистецтв.

Рис. 4. Глядацька зала камерного театру на Канонічей в Кракові. Фото Ю. Івашко,2025.

Первісним етапом був фотопроєкт „A światłość w ciemności świeci i ciemnośćjej nie ogarnęła” (J 1,5) в Galerii Wozownia 11 Лодзького університету (1.10–15.12.2022) під кураторством проф. Анети Павловської, де вдалося поєднати експозицію художньої фотографії, короткометражних фільмів «Жах», «Боротьба» і «Надія», аудіо з текстами есе, друкованих каталогів і виставки фрагментів зброї.

Другий етап стосувався показу експозиції в країнах Європи, зокрема в університеті в Остраві в Чеській Республіці (24.11.2022– 20.01.2023) в GALERIE NA PŮDĚ під назвою „A to světlo svítí ve tmě a tma je nepohltila” (Jan 1,5), в Шльонзькому Університеті (Slezská Univerzita) в Опаві в Чеській Республіці в Galerii Hauerowa 4 (13.02–26.03.2023) і в університеті Адама Міцкевича в Познані в головному холі Collegium Maius в рамах Днів України „ U k r a i n a 2 0 2 2 – 2 0 2 3 ” (15.03–12.04.2023). В 2023 році виставку фотографій було представлено в залі Археологічного резервату на острові Тумським в Познані, протягом 2023-2024 років – в Лодзькій Політехніці. Проєкт був презентований в Краковській політехніці ім. Т. Косцюшки.

Третій етап передбачив доповнення фотовиставки літературою: в краківському видавництві «Impuls» в 2023 році видано дві художні повісті – «А

światłość w ciemności świeci…» і «I ciemność jej nie ogarnęła», проілюстровані фотографіями з фотовиставок.

Четвертий етап стосувався появи наукових видань, які аналізували твори, представлені на фотовиставках: «W dobrej I zlej doli» (2023) і “Sergij Belinskij. Fotografia” (2025). Монографія «W dobrej I zlej doli» була удостоєна нагороди на Міжнародному конкурсі International Photography Awards 2024 в США.

П’ятий етап проєкту - це постановка спектаклю «A światłość w ciemności świeci…» за мотивами повісті «A światłość w ciemności świeci…» в рамах традиційного театрального фестивалю в Кракові Театральний Гайд Парк.

Таким чином, мистецький проєкт, який початково був запланований як персональна фотовиставка, поступово трансформувався в складний перформанс, заснований на синтезі мистецтв з поєднанням фотографії, мультимедіа, літератури, театрального мистецтва, пісень і музики (Рис.4).

Рис. 5. Синтез мистецтв в проекті фотографій Сергія Белінського.
З фондів кафедри Основ архітектури і архітектурного проектування

Висновки

Аналіз музейної діяльності в часи російсько-української війни довів, що в кризових умовах музеї перебирають на себе функції галерей. Оскільки постійні колекції вилучають з експозицій з міркувань безпеки, їх місце займають менш важливі твори, експонати з приватних колекцій і – найчастіше – фотовиставки документальної і художньої фотографії. Використання фотовиставок в умовах війни є найбільш обґрунтованим для заповнення експозицій в залах музеїв і галерей, оскільки фотографії легко відтворити в разі втрати і пошкодження, їх легко транспортувати, пересилати в цифровому вигляді, вони не вимагають особливих умов як для самого створення, такі для експонування, охоплюючи при цьому велику кількість глядачів. До того ж, в часи війни суспільство потребує правдивої інформації, і фотографія надає цю правдивість.

Слід також відмітити важливу ідеологічну роль, яку відіграє фотографія в часи війни. Користуючись різними образними прийомами, документальна і художня фотографія перебирають на себе в часи війни основну ідеологічну роль об’єднання суспільства навколо ідеї національної ідентичності.

Проаналізовані приклади фотовиставок Музеї Ханенків, в українському Домі і мистецького проєкту, заснованого на творчості фотомитця Сергія Белінського засвідчили широкі можливості для заповнення такими фотовиставками спорожнілі музейні і виставкові простори. В більшості випадків фотовиставки доповнюються супутніми видами мистецтв або експозиціями. Так, виставка фотографій зруйнованих церков в Музеї Ханенків доповнювалась артефактами з цих об’єктів і відеорядом, виставка фотографій Олександра Глядєлова – відеофільмом про процес його творчості і есе на стінах. Найбільш складним явищем є проєкт, присвячений творчості Сергія Белінського, який поступово інтегрував в себе декілька мистецьких напрямків. На його прикладі доведено, як фотографія може стати темою для літературних і наукових творів і навіть для театрального спектаклю. Перевагою створення спектаклю на основі фотографій і повістей є те, що фотографії, спроєктовані на екран, виконують роль театральних декорацій і створюють відповідну атмосферу.

Таким чином, зазначимо, що в Україні формується унікальний досвід трансформації музейної і виставкової діяльності в кризових умовах.

Список літератури

1. Serhii Belinskyi, Yulia Ivashko, Iryna L.Kravchenko, Andrii Dmytrenko, Iryna Dreval \. Analysis of fine-art photography techniques in representing the tragedy of war in Ukraine using Serhii Belinskyi’s works /Art Inquiry. Recherches sur les arts, vol. XXV, 2024. Pp.345 -365.

2. Gryglewski P., Ivashko Y., Chernyshev D., Chang P., Dmytrenko A. Art as a message realized through various means of artistic expression / Art Inquiry. Recherches sur les arts, XXII, 2020. Pp. 57-88.

3. Ivashko Y., Tovbych V., Hlushchenko A., Belinskyi S., Kobylarczyk J., Kuśnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2023). Preparing for the post-war reconstruction of historical monuments in Ukraine: Considerations in regard of the ongoing Polish post-WWII experience and international law on the protection and conservation of historical monuments / Muzeológia a kultúrne dedičstvo. Vol.10, no. 1, 2023. Pp. 53-71.

4. Iwaszko J., Pawłowska A., Iwaszko O. W dobrej I złej doli. Przekształcenia stylistyczne fotografii Sergija Belińskiego. LTN-Łódz, 2023. 152 s.

5. Ivashko Y., Dmytrenko A., Pawłowska A., Lisińska-Kuśnierz M., Krupa M., Tišliar P., Hlushchenko A., Serafin A., Shpakov A. (2024). Destruction of the Architectural Heritage as a Result of War: The Experience of Reconstruction (Conservation and Logistical Aspects) / International Journal of Conservation Science. Volume 15, 2024. Pp. 17-30.

6. Ivashko Y., Dmytrenko A., Belinskyi S., Pabich M., Kuśnierz–Krupa D., Kobylarczyk J., Bednarz L., Kuzmina H., Kovtiukh N. (2024). The Influence of Colonial Policy on the Destruction of National Cultural Identity and Ways of Overcoming its Consequences / International Journal of Conservation Science.Volume 15, 2024. Pp.31-42.

7. Ivashko Y., Dmytrenko A., Molodid O., Ivashko O., Molochko V., Belinskyi S., Bigaj P. (2024). The Destruction of the Established Urban Environment of Borodianka and Irpen as a Result of the Russian-Ukrainian War /International Journal of Conservation Science. Volume 15, issue 2, 2024. Pp. 785-800.

8. Ivashko Y., Pawłowska A., Belinskyi S., Dmytrenko A. Conveying the Tragedy of War Through Unconventional Photography Methods. Faces of war, no.2, 2024, 121-140.

9. Ivashko Y., Pawlowska A., Kusnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2024). Problems of replacing museum exhibitions during the Russian-Ukrainian war / Museologica Brunensia, 13(2), 2024. Pp. 38-45.

10. Ivashko Y., Pawlowska A. (2025). Transformations of Exhibitions in War-Affected Ukraine: Perspectives on Art-Driven Inclusion and Socialization / Muzeológia a kultúrne dedičstvo, 13(2), 2025. Pp. 43-63.

11. Jagošová L. Emotions in museum education. Potential for the development of a relationship to cultural and historical heritage /Museologica Brunensia, 9(2), 2020. Pp. 10-16.

12. Jagošová L. Professional standards in museum pedagogy in the international context / Muzeológia a kultúrne dedičstvo, 8(4), 2020. Pp. 35-47.

13. Kozłowski T., Ivashko Y., Belinskyi S., Dmytrenko A., Ivashko O. Teoretyczne i prawne zasady odbudowy zabytków architektonicznych w Ukrainie, które ucierpały w trakcie agresji rosyjskiej / Teka Komisji Urbanistyki i Architektury Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Tom / Volume L (2022). Pp. 391-408.

14. Nadolny A., Ivashko Y., Słuchocka K., Sandu I.G., Bigaj P. In-fill Development Architecture, As Element of Post Second War Reconstruction of City of Poznan. Case Study of Joseph Stübben's Extension Plan of the City from Years 1902-1918 /International Journal of Conservation Science" Volume 14, Issue 1, 2023. Pp. 57-74.

15. Pawlowska A., Iwaszko J., Dmytrenko A. Sergij Belinskij. Fotografia. LTN – Uniwersytet Lodzki, 2025. 360 str.

PhD of Architecture, Senior Lecturer, **Oleksandr Ivashko**,
PhD of Architecture, Associate Professor **Omelianenko Maryna**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

TRANSFORMATION OF EXHIBITION SPACES IN TIMES OF WAR AND NATIONAL IDENTITY

The Russian-Ukrainian war radically transformed approaches to museum and exhibition activities. As the most valuable collections were removed from exhibitions or evacuated to partner museums abroad, their place was taken by less unique works, especially works of photographic art. A specific feature of museum and exhibition activities during the war is that photography – both documentary and artistic – took on a central role. At the same time, photography could be part of a performance or supplemented with specific effects and techniques. Thus, in modern conditions, museums have essentially taken over the role of galleries and are oriented towards changing exhibitions.

The analyzed examples of photo exhibitions at the Khanenko Museum, in the Ukrainian House, and in the art project based on the work of the photo artist Serhii Belinskyi demonstrated the wide possibilities for filling empty museum an exhibition spaces with such photo exhibitions. The most complex phenomenon is the project dedicated to the work of Serhii Belinskyi, who gradually integrated several artistic directions. His example proves how photography can become a theme for literary and scientific works and even for a theatrical performance.

An analysis of museum activities during the Russian-Ukrainian war has shown that in times of crisis, museums take on the functions of galleries. As permanent collections are removed from display for security reasons, their place is taken by less

important works, exhibits from private collections, and – most often – photo exhibitions of documentary and fine art photography. The use of photo exhibitions in wartime is most justified for filling expositions in the halls of museums and galleries.

Keywords: transformation; exhibition spaces; war; national identity; artistic forms; architectural environment; artistic and decorative decoration.

REFERENCES

1. Serhii Belinskyi, Yulia Ivashko, Iryna L. Kravchenko, Andrii Dmytrenko, Iryna Dreval. Analysis of fine-art photography techniques in representing the tragedy of war in Ukraine using Serhii Belinskyi's works /Art Inquiry. Recherches sur les arts, vol. XXV, 2024. Pp.345 -365. {in English}

2. Gryglewski P., Ivashko Y., Chernyshev D., Chang P., Dmytrenko A. Art as a message realized through various means of artistic expression / Art Inquiry. Recherches sur les arts, XXII, 2020. Pp. 57-88. {in English}

3. Ivashko Y., Tovbych V., Hlushchenko A., Belinskyi S., Kobylarczyk J., Kuśnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2023). Preparing for the post-war reconstruction of historical monuments in Ukraine: Considerations in regard of the ongoing Polish post-WWII experience and international law on the protection and conservation of historical monuments / Muzeológia a kultúrne dedičstvo. Vol.10, no. 1, 2023. Pp. 53-71. {in English}

4. Iwaszko J., Pawłowska A., Iwaszko O. W dobrej I złej doli. Przekształcenia stylistyczne fotografii Sergija Belińskiego. LTN-Łódz, 2023. 152 s.{in Polish}

5. Ivashko Y., Dmytrenko A., Pawłowska A., Lisińska-Kuśnierz M., Krupa M., Tišliar P., Hlushchenko A., Serafin A., Shpakov A. (2024). Destruction of the Architectural Heritage as a Result of War: The Experience of Reconstruction (Conservation and Logistical Aspects) / International Journal of Conservation Science. Volume 15, 2024. Pp. 17-30. {in English}

6. Ivashko Y., Dmytrenko A., Belinskyi S., Pabich M., Kuśnierz–Krupa D., Kobylarczyk J., Bednarz L., Kuzmina H., Kovtiukh N. (2024). The Influence of Colonial Policy on the Destruction of National Cultural Identity and Ways of Overcoming its Consequences / International Journal of Conservation Science.Volume 15, 2024. Pp.31-42. {in English}

7. Ivashko Y., Dmytrenko A., Molodid O., Ivashko O., Molochko V., Belinskyi S., Bigaj P. (2024). The Destruction of the Established Urban Environment of Borodianka and Irpen as a Result of the Russian-Ukrainian War /International Journal of Conservation Science. Volume 15, issue 2, 2024. Pp. 785-800. {in English}

8. Ivashko Y., Pawłowska A., Belinskyi S., Dmytrenko A. Conveying the Tragedy of War Through Unconventional Photography Methods. Faces of war, no.2, 2024, 121-140. {in English}

9. Ivashko Y., Pawlowska A., Kusnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2024). Problems of replacing museum exhibitions during the Russian-Ukrainian war / Museologica Brunensia, 13(2), 2024. Pp. 38-45. {in English}

10. Ivashko Y., Pawlowska A. (2025). Transformations of Exhibitions in War-Affected Ukraine: Perspectives on Art-Driven Inclusion and Socialization / Muzeológia a kultúrne dedičstvo, 13(2), 2025. Pp. 43-63. {in English}

11. Jagošová L. Emotions in museum education. Potential for the development of a relationship to cultural and historical heritage /Museologica Brunensia, 9(2), 2020. Pp. 10-16. {in English}

12. Jagošová L. Professional standards in museum pedagogy in the international context / Muzeológia a kultúrne dedičstvo, 8(4), 2020. Pp. 35-47. {in English}

13. Kozłowski T., Ivashko Y., Belinskyi S., Dmytrenko A., Ivashko O. Teoretyczne i prawne zasady odbudowy zabytków architektonicznych w Ukrainie, które ucierpały w trakcie agresji rosyjskiej / Teka Komisji Urbanistyki i Architektury Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Tom / Volume L (2022). Pp. 391-408. {in English}

14. Nadolny A., Ivashko Y., Słuchocka K., Sandu I.G., Bigaj P. In-fill Development Architecture, As Element of Post Second War Reconstruction of City of Poznan. Case Study of Joseph Stübben's Extension Plan of the City from Years 1902-1918 /International Journal of Conservation Science" Volume 14, Issue 1, 2023. Pp. 57-74. {in English}

15. Pawlowska A., Iwaszko J., Dmytrenko A. Sergij Belinskij. Fotografia. LTN – Uniwersytet Lodzki, 2025. 360 str. {in Polish}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.131-139
УДК 73/76.08]-043.5:001.891.3

Карпов Є.Є.,
ribakarp@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7306-4422,
Пластара О.П.,
plastara76@gmail.com, ORCID:0009-0004-5382-2590,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЙОМІВ ВЗАЄМОДІЇ АРХІТЕКТУРНИХ ФОРМ І ТВОРІВ МИСТЕЦТВА (СКУЛЬПТУРА, ГРАФІКА, ЖИВОПИС)

Попри тяжіння сучасної архітектури до мінімалізації кількості декору, малі архітектурні форми і твори мистецтва залишаються акцентами, які підкреслюють навколишнє оточення і стилістику архітектурних об'єктів. На прикладі скульптур в історичному центрі Кракова проаналізовано варіанти вписування скульптур в існуюче середовище, коли масштаб забудови і контекст визначає масштаб і стиль скульптури. Темою дослідження є прийоми розташування творів мистецтва (скульптура, графічні і живописні твори) навколо архітектурних об'єктів та в інтер'єрах. Наукова новизна дослідження полягає в аналізі прийомів розташування сучасних творів мистецтва біля видатних об'єктів архітектури та в інтер'єрах.

Ключові слова: дослідження; прийоми взаємодії; архітектурні форми; твори мистецтва; скульптура; графіка; живопис

Постановка проблеми. Попри те, що сучасна архітектура тяжіє до тенденцій мінімалізації декору, твори мистецтва займають акцентне місце в міських просторах. На відміну від минулих віків, коли в часи готики, Ренесансу, бароко, модерну і історизму декор розташовувався безпосередньо на площинах фасаду і в просторах інтер'єру, сьогодні модерністські форми сучасних будівель взагалі позбавлені декору, оскільки основний ефект зроблено на оригінальність самої форми, технологічність, новітність застосованих матеріалів.

Темою дослідження є прийоми розташування творів мистецтва (скульптура, графічні і живописні твори) навколо архітектурних об'єктів та в інтер'єрах. Автори дослідили приклади таких творів в Кракові.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Напрям дослідження і актуальність вибраної теми визначив перелік опрацьованої джерельної бази:

- статті, які висвітлюють проблеми мистецтва [1];
- дослідження, присвячені музейницькій і виставковій діяльності [6-9];
- джерела про скульптури Смока в Кракові

- джерела про музей Manggha [12,13]

Метою публікації є дослідження прийомів взаємодії архітектурних форм і творів мистецтва (скульптура, графіка, живопис).

Актуальність дослідження полягає в визначенні прийомів експозиції творів мистецтва назовні та в інтер'єрах і їх взаємодії з архітектурою.

Задачі дослідження полягають в наступному:

- проаналізувати приклади розташування сучасної скульптури біля видатних об'єктів архітектури Кракова та творів мистецтва в інтер'єрах галерей;
- дослідити прийоми експозиції творів в галерейному просторі;
- сформулювати висновки про особливості сучасного експонування творів мистецтва і їх взаємодії з архітектурою об'єкту.

Наукова новизна дослідження полягає в аналізі прийомів розташування сучасних творів мистецтва біля видатних об'єктів архітектури та в інтер'єрах.

Основна частина. Сучасна скульптура коло видатних об'єктів архітектури: Вавельського замку, Музею фотографії і Японського Музею мистецтва і техніки Manggha.

Розташування скульптури коло видатних об'єктів архітектури завжди є надскладним завданням, особливо тоді, коли сучасна за образом скульптура знаходиться в безпосередній близькості з пам'яткою архітектури. Першим таким прикладом слід безумовно назвати бронзову скульптуру Вавельського Смока (Дракона) під стінами Вавельського замку. Автором скульптури є Броніслав Хроми, сама скульптура хоча датована 1972 роком, проте досі сприймається досить сучасно.

Показово, що за первісним задумом Смок мав бути частково занурений у води Вісли біля стін замку, однак від цього задуму відмовилися, бочися, що сміття з річки буде осідати на скульптурі. Саме тому скульптуру було вирішено розмістити в рекреаційній зоні безпосередньо під мурами Вавельського замку, біля так званої «ями Смока». Фігуру Смока встановили на кам'яній брилі. З 1973 року всередині зроблено газове обладнання і час від часу з пащі Смока виривається полум'я.

Цей пам'ятник є однією з найбільших туристичних атракцій Кракова, оскільки пов'язаний з давньою легендою про страшного дракона, який в часи легендарного короля Крака жив під стінами замку і харчувався тваринами і молодими дівчатами. Знищив його хитрістю молодий шевчик-чоботар.

Досьогодні образ Вавельського Смока є головним сувеніром з Кракова. Маленька бронзова фігурка Смока також розташована перед входом до сучасного Музею фотографії MuFo (Рис.1).

Рис.1. Смок-фотограф. Музей MuFo. Фото Ю.Івашко, 2025.

Тепер проаналізуємо розташування пам’ятника в оточуючому середовищі набережної Вісли і стін замку (Рис.2,3).

Рис.2. Вавельський Смок. Фото Ю.Івашко,2025

Рис.3. Пам’ятник Вавельському Смоку в оточуючому середовищі. Фото Ю. Івашко, 2025.

Приклад пам’ятника Вавельському Смоку у підніжжя стін Вавельського замку – це приклад тактовного поєднання двох національних символів. Памятник розташованій в при замковій прирічковій рекреаційній зоні. Висота і масштаб пам’ятника не протиставляються висоті замкових мурів, попри активний виразний силует він не домінує на тлі середньовічної фортечної забудови. Навколо пам’ятника – вільний простір, який не перешкоджає його огляду. Позаду – Вавельський замок, попереду – Вісла.

Порівняльний аналіз двох пам’ятників Смоку доводить, як один і той самий легендарний персонаж зображується відповідно масштабу і в певному образі. Смок під стінами Вавеля має більш традиційний грізний вигляд і масштаб, який відповідає оточенню. Натомість Смок коло центрального входу Музею фотографії має іронічний, гумористичний вигляд.

Принципово іншим прикладом слід назвати сучасні скульптури перед головним фасадом Японського Музею мистецтва і техніки Manggha. Музей розташований на протилежному березі Вісли, якраз навпроти Вавеля, однак до ріки він звернутий «дворовим» фасадом. Перед головним фасадом в стилі пост метаболізму на зеленому травнику розташовані дві модерністські скульптури, одна з яких – «золота» - зображує абстрактну угнуту фігуру, а друга – дівчину з морозивом (авторка Агата Агатовська, «Морозиво», 2013) (Рис.4). Блискуче металеве погруддя зображує дівчину з морозивом на паличці, а збоку – песика, який злизує солодку калюжу на землі.

Рис.4. Скульптури Музею Manggha. Фото Ю.Івашко, 2025.

Ще одна символічна абстрактна скульптура розташована на алеї сакур, з боку ріки (Рис.5).

Рис.5. Скульптури Музею Manggha. Фото Ю.Івашко, 2025.

Цікаве співвідношення виникає при порівнянні архітектурного образу і скульптур-малих архітектурних форм. Попри новаторські форми будівлі, вона

сприймається досить нейтрально через підкреслено розпластаний силует і «заховання» в зелені. Масивні форми справляють ефект монументальних через відсутність розчленованості і декору. Натомість, скульптура виконує роль акцентів, які протиставляються масивним формам.

Варто проаналізувати принципи поєднання сучасності і традиційного мистецтва в експозиційних залах, де кольорові гравюри розташовані в напівтемному приміщенні (Рис.6). Такий прийом сприяє «діалогу епох», коли видатні твори мистецтва минулого розташовані в підкреслено сучасному просторі. Основна специфіка експозиції творів полягає у візуальному домінуванні порожніх просторів над власне експозицією, що також відповідає японській мистецькій концепції обмеження предметів. Важливу роль в сприйнятті творів відіграє освітлення, яке також бере участь в створенні відповідного ефекту і виділення акцентів.

Рис.6. Експозиція японської гравюри епохи Мейдзі. Фото Ю.Івашко,2025.

Висновки

Дослідження прийомів розташування скульптур в громадських просторах історичного центру Кракова довело можливості уникнення архаїчності і тактовного поєднання сучасних малих форм і об’єкта архітектури. На прикладі скульптур Смока на Вавелі і коло Музею фотографії можна визначити, як один і той самий образ може змінюватись відповідно ситуації і характеру оточуючої забудови.

Іншим прикладом використання скульптури перед визначним об'єктом є сучасні скульптури коло Музею Manggha. Там малі архітектурні форми є доповнюючи ми акцентами масивних монументальних форм.

На прикладі експозиції гравюр епохи Мейдзі можна визначити прийоми поєднання сучасних форм і алюзій до японських традицій. Такими алюзіями є перетікаючи простори, дерев'яні елементи, дотримання принципу мінімалізму в експозиції, доповнення експозиції гравюр центральною композицією на тему чайної церемонії і виставкою старовинного жіночого кімоно.

Список літератури

1. Gryglewski P., Ivashko Y., Chernyshev D., Chang P., Dmytrenko A. Art as a message realized through various means of artistic expression. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*, 2020. Vol. XXII. P. 57– 88. DOI: 10.26485/AI/2020/22/4

2. Ivashko Y., Remizova O., Dmytrenko A. The Avant-Garde of the 1920's and the Deconstructivism of Today: The Logic of Inheritance. *Defining the architectural space*, 2022. Pp. 43-55.

3. Ivashko Y., Pawlowska A., Kusnierz-Krupa D., Dmytrenko A. Problems of replacing museum exhibitions during the Russian-Ukrainian war. *Museologica Brunensia*, 2024. Vol. 13, No. 2. P. 38–45. DOI:10.5817/MuB2024-2-4

4. Ivashko Y., Pawlowska A. Transformations of Exhibitions in War-Affected Ukraine: Perspectives on Art-Driven Inclusion and Socialization. *Muzeológia a* kultúrne *dedičstvo*, 2025. Vol. 13, No. 2. P. 43–63. DOI: 10.46284/mkd.2025.13.2.3

5. Ivashko Y., Pabich M., Toporkov V., Kravchuk O., Bigaj P. Problems of Repurposing the Monuments of Residential Architecture for Cultural and Artistic Function. *International Journal of Conservation Science*, 2025. Vol. 16, issue 2. P. 947-964. DOI: 10. 36868/IJCS.2025.02.13

6. Jagošová L. Emotions in museum education. Potential for the development of a relationship to cultural and historical heritage. *Museologica Brunensia*, 2020. Vol. 9, No. 2. P. 10–16. DOI:10.5817/MuB2020-2-2

7. Jagošová L. Professional standards in museum pedagogy in the international context. *Muzeológia a kultúrne dedičstvo,* 2020. Vol. 8, No. 4. P. 35–47. DOI:10.46284/mkd.2020.8.4.3

8. Żychowska M., Sandu I., Ivashko Y., Dmytrenko A., Ivashko O., Morklyanyk O. Style as a Reflection of Ideology of the Authorities . *Art Inquiry. Recherches sur les arts*, 2022. Vol.XXIV. P..273 -297. DOI:10.26485/AI/2022/24/16

9. Muzeum Sztuki i Techniki Japońskiej Manggha. URL: https://manggha.pl/ (дата звернення 20.09.2025)

10. Fundacja Kioto-Krakow URL: https://kyotokrakow.org.pl/fundacja-kyoto-krakow/budynek-muzeum-manggha (дата звернення 20.09.2025)

11. Muzeum Fotografii w Krakowie URL: https://mufo.krakow.pl/(дата звернення 20.09.2025)
12. Pomnik Smoka. URL: https://krakow.travel/22445-krakow-pomnik-smoka (дата звернення 20.09.2025)

Senior Lecturer **Yevhen Karpov**,
Lecturer **Oksana Plastara**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

RESEARCH OF THE METHODS OF INTERACTION BETWEEN ARCHITECTURAL FORMS AND WORKS OF ART (SCULPTURE, GRAPHICS, PAINTING)

Despite the tendency of modern architecture to minimize the amount of decor, small architectural forms and works of art remain accents that emphasize the surrounding environment and the style of architectural objects. Using the example of sculptures in the historic center of Krakow, the author analyzes the options for fitting sculptures into the existing environment, when the scale of the building and the context determine the scale and style of the sculpture. The topic of the study is the methods of arranging works of art (sculpture, graphic and pictorial works) around architectural objects and in interiors. The scientific novelty of the study lies in the analysis of methods for placing contemporary works of art near prominent architectural objects and in interiors.

The study of the methods of placing sculptures in public spaces of the historic center of Krakow proved the possibility of avoiding archaism and tactfully combining modern small forms and an architectural object. Using the example of Smoak's sculptures on Wawel and near the Museum of Photography, one can determine how the same image can change depending on the situation and nature of the surrounding buildings.

Another example of using sculpture in front of a significant object is the modern sculptures near the Manggha Museum. There, small architectural forms are complementary accents to massive monumental forms.

Using the example of an exhibition of prints from the Meiji era, one can identify techniques for combining modern forms and allusions to Japanese traditions.

Keywords: research; interaction techniques; architectural forms; works of art; sculpture; graphics; painting.

REFERENCES

1. 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*, *XXII,* 57-88. DOI: 10.26485/AI/2020/22/4 {in English}

2. Ivashko Y., Remizova O., Dmytrenko A. (2022). The Avant-Garde of the 1920's and the Deconstructivism of Today: The Logic of Inheritance. *Defining the architectural space*, 43-55. (in English)

3. Ivashko Y., Pawlowska A., Kusnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2024). Problems of replacing museum exhibitions during the Russian-Ukrainian war. *Museologica Brunensia*, *13*(2), 38-45. DOI:10.5817/MuB2024-2-4 {in English}

4. Ivashko Y., Pawlowska A. (2025). Transformations of Exhibitions in War-Affected Ukraine: 2024 Perspectives on Art-Driven Inclusion and Socialization. *Muzeológia a* kultúrne *dedičstvo*, *13*(2), 43-63. DOI: 10.46284/mkd.2025.13.2.3. {in English}

5. Ivashko Y., Pabich M., Toporkov V., Kravchuk O., Bigaj P. (2025). Problems of Repurposing the Monuments of Residential Architecture for Cultural and Artistic Function. *International Journal of Conservation Science*,16 (2), 947-964. } DOI: 10. 36868/IJCS.2025.02.13. {in English}

6. Jagošová L. (2020). Emotions in museum education. Potential for the development of a relationship to cultural and historical heritage. *Museologica Brunensia*, *9*(2), 10-16. DOI:10.5817/MuB2020-2-2 {in English}

7. Jagošová L. (2020). Professional standards in museum pedagogy in the international context. *Muzeológia a kultúrne dedičstvo, 8*(4), 35-47. DOI:10.46284/mkd.2020.8.4.3 {in English}

8. Żychowska M., Sandu I., Ivashko Y., Dmytrenko A., Ivashko O., Morklyanyk O. (2022). Style as a Reflection of Ideology of the Authorities . *Art Inquiry. Recherches sur les arts*, *XXIV*. P..273-297. DOI:10.26485/AI/2022/24/16. {in English}

9. Muzeum Sztuki i Techniki Japońskiej Manggha. Retrieved September 20, 2025, from https://manggha.pl/. {in Polish}

10. Fundacja Kioto-Krakow Retrieved September 20, 2025, from https://kyotokrakow.org.pl/fundacja-kyoto-krakow/budynek-muzeum-manggha. {in Polish}

11. Muzeum Fotografii w Krakowie . Retrieved September 20, 2025, from https://mufo.krakow.pl/. {in Polish}

12. Pomnik Smoka. Retrieved September 20, 2025, from https://krakow.travel/22445-krakow-pomnik-smoka. {in Polish}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.140-147
УДК. 711:004

Кисельов В.М.,
maketlab@ukr.net, ORCID: 0009-0004-5454-3681,
Кисельова Г.В.,
kiselisa@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0398-6413,
Одеська державна академія будівництва та архітектури

РОЗУМНИЙ ЛАНДШАФТ ПІДСИСТЕМА ДЛЯ «РОЗУМНОГО МІСТА»

Розглянуто концепцію «розумного ландшафту» як ключової підсистеми у структурі «розумного міста». Акцентовано увагу на інтеграції природних і антропогенних компонентів із цифровими технологіями для забезпечення ефективного управління та моніторингу міського середовища. Проаналізовано принципи взаємодії екологічних, соціальних та інфраструктурних елементів у рамках єдиної цифрової платформи.

Концепція «розумного ландшафту» виникає як відповідь на ці виклики. Вона передбачає поєднання екологічних принципів, цифрових технологій і соціальної взаємодії, що дозволяє забезпечити сталий розвиток міського парку, підвищити його ефективність та доступність для різних категорій населення. У контексті глобальної екологічної кризи, зміни клімату та зростання міського населення, дослідження та впровадження концепції «розумного ландшафту» стає надзвичайно актуальним напрямом наукових і практичних розробок.

Наголошується необхідність запровадження перспективних напрямків розвитку: створення «зелених коридорів» у транспортній інфраструктурі, впровадження адаптивних парків і скверів, розвиток цифрових інструментів для громадської участі в управлінні міськими просторами. Робота підкреслює, що «розумний ландшафт» є не лише елементом благоустрою, але й інноваційною підсистемою, що поєднує екологічні, технологічні та соціальні функції для формування стійкого й комфортного міського середовища.

Ключові слова: розумний ландшафт; розумне місто; цифрові технології; екологічна інфраструктура; урбаністика; сталий розвиток.

Постановка проблеми. У сучасних умовах стрімкої урбанізації та глобалізації особливо гостро постає проблема створення комфортного та екологічно стійкого міського середовища.

Однією з найперспективніших концепцій у сфері урбаністики сьогодні вважається концепція «розумного» міста. Термін «розумне місто» з’явився в академічній літературі в 1990-х, і з роками його трактування еволюціонувало й

розширилося. Такі міста пов'язуються в основному з інформаційними технологіями, суть яких зводиться до покращення можливості й усунення проблем міст технологічними засобами – оптимізації систем споживання, мінімізації шкідливих викидів і безвідходних технологій підвищення ефективності систем транспорту, безпеки та якості послуг для мешканців тощо.

Міські парки та зелені зони відіграють ключову роль у формуванні якості життя міського населення, забезпеченні рекреаційних, естетичних та екологічних функцій [1]. Водночас розвиток цифрових технологій, концепція «розумного міста» та підвищення екологічної свідомості населення формують потребу у нових підходах до організації міського простору, зокрема парків, що інтегрують природні та технологічні компоненти в єдину адаптивну систему [2].

Концепція «розумного ландшафту» виникає як відповідь на ці виклики. Вона передбачає поєднання екологічних принципів, цифрових технологій і соціальної взаємодії, що дозволяє забезпечити сталий розвиток міського парку, підвищити його ефективність та доступність для різних категорій населення [3]. У контексті глобальної екологічної кризи, зміни клімату та зростання міського населення, дослідження та впровадження концепції «розумного ландшафту» стає надзвичайно актуальним напрямом наукових і практичних розробок.

Вітчизняні та зарубіжні дослідження підтверджують, що інтеграція природних та технологічних елементів у міські зелені зони підвищує їхню функціональність і соціальну привабливість. Світові практики демонструють використання сенсорів для моніторингу стану рослинності, автоматизованих систем поливу, енергоефективного освітлення, а також інтерактивних сервісів для відвідувачів .

Аналіз досліджень і публікацій. Вагомий внесок у сферу досліджень «розумних міст» зробили зарубіжні дослідники всього світу Х.С. Грасіас, Г.С. Парнелл, Е. Спекінг та Е.А. Пол (Університет Арканзасу, США); А. Осман (Лулеоський технічний університет, Швеція), К.Д. Крістель Адже та У. Хабачі (Університет Клермон-Овернь, Франція); Д.М. Карктоза (Університет Ворвік, Велика Британія); Ч. Парк та Дж. Ча (Сеульський національний університет науки і технологій, Корея) та ін. Серед праць вітчизняних науковців присвячених вивченню інтеграції концепції «розумного ландшафту» у міське середовище можна виділити роботи: Андрущенко Т. В., Габрель М.М., Геєць В. М., Данилов С.М., Косьмій М.М., Ладигіна І.В., Плешкановська А.М.

Виклад основного матеріалу. Концепція розумного міста стала відповіддю на зростаючу роль ІТ-технологій у життя сучасного суспільства У трактуванні поняття «розумне місто» можна виділити два підходи. Перший – технократичний (системний). Представники цього підходу розглядають

«розумне місто» як систему складових: «Розумні міста» можуть бути визначені як системи, що інтегрують у рамках єдиного міського простори наступні напрямки (осі) діяльності: розумна економіка; розумна мобільність; розумне середовище; розумні люди; розумне життя; розумне управління».

На думку Адама Грінфілда, протягом останнього десятиліття завдяки масовому доступу до мережі інтернет та мініатюризації електроніки, розвитку нанотехнологій поняття «розумне місто» сформувалося в значенні уявлення про «місто-робот» [4].

Це уявлення виникло у технологічних корпораціях IBM, Cisco, Microsoft, Software AG тощо, які розраховують отримати значний прибуток від муніципальних контрактів.

Як зазначає дослідник у своїй книзі «Радикальні технології: дизайн повсякденного життя»: «Поняття розумного міста в його повній сучасній формі, схоже, походить скоріше від цих компаній, ніж від будь-якої партії, групи чи особи, відомої своїм внеском до теорії чи практики містобудування» [4].

Стрімкий розвиток електронних засобів, зменшення їх вартості і насичення ними усе більшої кількості різних сфер, породив надію, що за їх допомогою можуть бути вирішені існуючі урбаністичні проблеми.

Так, Британський інститут стандартів (BSI) описує розумне місто, як «ефективну інтеграцію фізичних, цифрових і людських систем в штучно створеному середовищі з метою забезпечити стійке, благополучне і всебічне майбутнє для громадян».

Міська трансформація є однією з найбільш динамічних властивостей міста та його зростання. Трансформація міста в просторі та часі відбувається постійно, тому для вивчення наслідків впровадження концепції «розумного» міста на міське середовище доцільне застосування інтегративного підходу.

Термін «розумний ландшафт» у сучасній науковій літературі трактується як інтеграція природних і антропогенних компонентів із цифровими технологіями для забезпечення ефективного управління, моніторингу та взаємодії між екосистемою і суспільством. Це не лише фізичний простір парків, скверів чи зелених коридорів, але й цифрова оболонка, що забезпечує збір та аналіз даних, автоматизацію догляду за насадженнями, інформування мешканців про стан довкілля.

На відміну від традиційного підходу до міського ландшафту, де ключовим завданням є естетичність і рекреаційність, розумний ландшафт поєднує:

– екологічну функцію – збереження біорізноманіття, очищення повітря, зниження рівня шуму;
– технологічну функцію – використання IoT, GIS, big data для моніторингу;
– соціальну функцію – створення інтерактивних громадських просторів;

– економічну функцію – оптимізацію витрат на утримання та розвиток.

Таким чином, розумний ландшафт є системою зворотного зв'язку: люди – технології – природа – люди.

Але ландшафт міста це сукупність багатофункціональних елементів і «розумний ландшафт» стає посередником між людиною і містом, поєднуючи природні процеси з цифровими.

Впровадження концепції можливе «розумний ландшафт» лише через інтеграцію цифрових технологій:

– Інтернет речей (IoT). Сенсори для вимірювання вологості ґрунту, якості повітря, рівня шуму.

– GIS-технології. Створення цифрових карт зелених зон, інтеграція у міські бази даних.

– Big Data та штучний інтелект. Аналіз даних для прогнозування стану рослинності, управління поливом.

– Автоматизовані системи поливу та догляду. Smart-irrigation, енергозберігаюче освітлення.

– VR/AR-технології. Візуалізація майбутніх проєктів, залучення громади до обговорення.

«Розумний ландшафт» необхідно розглядати як багаторівневу підсистему в ієрархії «розумного міста», що охоплює інфраструктуру, природне середовище та інформаційні технології. Архітектура такої системи включає три основні рівні:

1. Фізичний рівень – інфраструктурні об'єкти та природні компоненти: парки, сквери, зелені коридори, водойми, системи поливу та освітлення.

2. Цифровий рівень – сенсори, мережеві пристрої, бази даних, геоінформаційні системи, аналітичні платформи.

3. Керуючий рівень – інтелектуальні алгоритми, сервіси для управління просторами, прогнозування та автоматизації.

Можна виділити наступні принципи функціонування «розумного ландшафту»:

1. Інтегрованість – взаємодія з іншими підсистемами «розумного міста» (транспорт, енергетика, безпека).

2. Сталий розвиток – збереження екологічного балансу та раціональне використання ресурсів.

3. Прогнозованість – аналіз динаміки стану ландшафтів з використанням Big Data та штучного інтелекту.

4. Адаптивність – гнучке реагування на зміну кліматичних умов та соціальних потреб.

«Розумний ландшафт» – ядро екологічної та просторової системи міста, яке забезпечує комфортне середовище, управління зеленими зонами, кліматичну стабільність та рекреаційні можливості (рис.1).

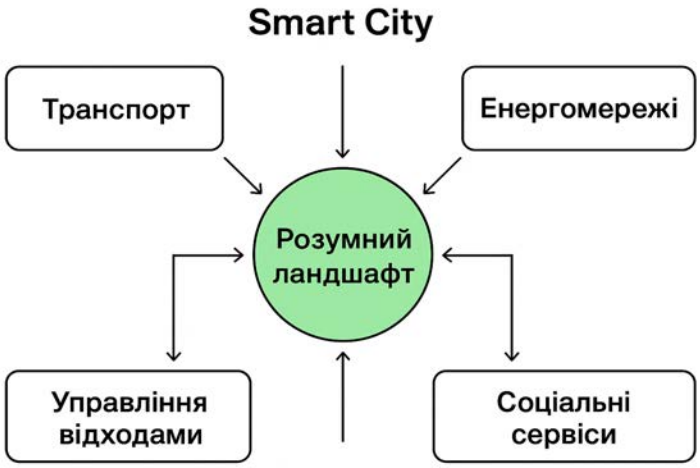


Рис.1. Схема взаємодії «розумного ландшафту» з підсистемами міста

Після опису структури, функцій та принципів системи управління, можна розглянути функціонал «розумного» ландшафту, тобто, те, яким буде «розумний ландшафт». Перша якість, що випливає з можливостей налаштування окремих елементів ландшафту – адаптивність. Адаптивність до зовнішніх умов та здатність зберігати мікрокліматичний комфорт. Кліматичний комфорт – тема наукових досліджень, яка актуальна у зв'язку із глобальними кліматичними змінами (рис.2).

1 – електричний транспорт;
2 – «розумний» перехід - частина єдиної системи управління рухом пішоходів і транспорту;
3 – «розумне» освітлення - частина єдиної системи управління рухом пішоходів та транспорту,
4 – зелений дах для формування комфортного мікроклімату,
5 – вуличне покриття, що формує комфортний мікроклімат,
6 – зелені острівці, що трансормуються,
7 – адаптивні фасади будівель з функціями світло- та шумопоглинання.

Рис. 2. Візуалізація концепції «розумний ландшафт»

Висновок. Мета цієї роботи полягала в тому, щоб на основі обраної парадигми отримати інтегральне уявлення про те, як трансформуватиметься міський ландшафт в умовах запровадження концепції розумного міста.

Розумний ландшафт – це інтегрований простір, у якому природні екосистеми (парки, сквери, зелені коридори) поєднуються з цифровими технологіями моніторингу, управління та комунікації. Він виконує не лише екологічну, а й соціальну, інформаційну та економічну функції, будучи «зеленою інфраструктурою нового покоління».

Впровадження підсистеми «розумний ландшафт» у містах може сприяти оптимізації управління зеленими зонами, підвищенню якості життя населення та формуванню екологічно сталого середовища.

Для українських міст «розумний ландшафт» може стати ключовим елементом стратегії повоєнного відновлення, інтегруючи екологічні, рекреаційні та соціальні компоненти у єдину систему. Використання сенсорних технологій, адаптивних інженерних рішень і цифрових платформ сприятиме розвитку інклюзивних, безпечних та комфортних міських просторів, що відповідатимуть принципам сталого розвитку.

Література:

1. Jacobs J. The Death and Life of Great American Cities. New York: Random House,1961. 458p.

2. Gehl J. *Cities for People*. London: ISLANDPRESS, 2010. 271p.

3. Batty M. *The New Science of Cities*. London: MTT Press, 2013. 452p.

4. Greenfield A. Radical Technologies: The Design of Everyday Life. New York: Verso, 2017. 368p.

5. Афанасьєв Д., Блонський О. Концепція впровадження BIM – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні. Київ: «Видавничий дім «Професіонал», 2020. С. 33-35

6. Данилов С.М., Вещев В.Є. Архітектурна урбаністика як комплекс уявлень про місто як динамічну систему. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНТУБА, 2019. Т. 1, № 2. С. 38-43.

7. Кізляр О.О. Методичні підходи до оцінювання рівня розвитку та ефективності функціонування «розумних» міст. Наукові перспективи. Київ: Видавнича група «Наукові перспективи» 2022, № 11(29). С. 164-177.

8. Ладигіна І.В. «SMART CITY» – складна підсистема в складній системі міста. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНТУБА, 2018. Т. 94, № 4. С. 52-59.

9. Кубер (Kufer). Парки та зони відпочинку. Навіщо містам зелені зони та як їх правильно створювати. [Електронний ресурс] URI:

https://kufer.media/misto/parky-ta-zony-vidpochynku-navishho-mistam-zeleni-zony-ta-yak-yih-pravylno-stvoryuvaty/?utm_source=chatgpt.com (Дата звернення 02.09.2025).

10. Рижова І.С., Захарова С.О. Вплив «Smart технологій» на розвиток «Smartміста» в інформаційному суспільстві. Запоріжжя: Гуманітарний вісник ЗДІА, 2018. Випуск 72. С. 81–90.

senior lecturer **Volodymyr Kyselov,**
Odessa state academy of civil engineering and architecture
senior lecturer **Ganna Kyselova,**
Odessa state academy of civil engineering and architecture

SMART LANDSCAPE SUBSYSTEM FOR A «SMART CITY»

The article considers the concept of a «smart landscape» as a key subsystem in the structure of a «smart city». The emphasis is on the integration of natural and anthropogenic components with digital technologies to ensure effective management and monitoring of the urban environment.

The term «smart landscape» in modern scientific literature is interpreted as the integration of natural and anthropogenic components with digital technologies to ensure effective management, monitoring and interaction between the ecosystem and society. This is not only the physical space of parks, squares or green corridors, but also a digital envelope that provides data collection and analysis, automation of plant care, and informing residents about the state of the environment.

The concept of a «smart landscape» arises as a response to these challenges. It involves a combination of ecological principles, digital technologies and social interaction, which allows for the sustainable development of a city park, increasing its efficiency and accessibility for different categories of the population.

The article emphasizes the need to introduce promising areas of development: the creation of «green corridors» in the transport infrastructure, the introduction of adaptive parks and squares, the development of digital tools for public participation in the management of urban spaces. The work emphasizes that the "smart landscape" is not only an element of landscaping, but also an innovative subsystem that combines ecological, technological and social functions to form a sustainable and comfortable urban environment.

Keywords: smart landscape; smart city; digital technologies; ecological infrastructure; urbanism; sustainable development.

REFERENCES

1. Jacobs J. The Death and Life of Great American Cities. New York: Random House,1961. 458p. {In English}

2. Gehl J. *Cities for People*. London: ISLANDPRESS, 2010. 271p. {In English}

3. Batty M. *The New Science of Cities*. London: MTT Press, 2013. 452p. {In English}

4. Greenfield A. Radical Technologies: The Design of Everyday Life. New York: Verso, 2017. 368p. {In English}

5. Afanasiev D., Blonskyi O. Kontseptsiia vprovadzhennia BIM – Budivelnoho Informatsiinoho Modeliuvannia v Ukraini. Kyiv: «Vydavnychyi dim «Profesional», 2020. P. 33-35. {In Ukrainian}

6. Danylov S.M., Veshchev V.Ye. Arkhitekturna urbanistyka yak kompleks uiavlen pro misto yak dynamichnu systemu. Naukovyi visnyk budivnytstva. Kharkiv: KhNTUBA, 2019. T. 1, № 2. P. 38-43. {In Ukrainian}

7. Kizliar O.O. Metodychni pidkhody do otsiniuvannia rivnia rozvytku ta efektyvnosti funktsionuvannia «rozumnykh» mist. Naukovi perspektyvy. Kyiv: Vydavnycha hrupa «Naukovi perspektyvy» 2022, № 11(29). S. 164-177. {In Ukrainian}

8. Ladyhina I.V. «SMART CITY» – skladna pidsystema v skladnii systemi mista. Naukovyi visnyk budivnytstva. Kharkiv: KhNTUBA, 2018. T. 94, № 4. S. 52-59. {In Ukrainian}

9. Kuber (Kufer). Parky ta zony vidpochynku. Navishcho mistam zeleni zony ta yak yikh pravylno stvoriuvaty. [Online]. Available: https://kufer.media/misto/parky-ta-zony-vidpochynku-navishho-mistam-zeleni-zony-ta-yak-yih-pravylno-stvoryuvaty/?utm_source=chatgpt.com Accessed on: September 02, 2025. {In Ukrainian}

10. Ryzhova I.S., Zakharova S.O. Vplyv «Smart tekhnolohii» na rozvytok «Smartmista» v informatsiinomu suspilstvi. Zaporizhzhia: Humanitarnyi visnyk ZDIA, 2018. Vypusk 72. S. 81– 90.{In Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.148-164
УДК 72.03

Конецул Б.С.,
konetsul_bs@knuba.edu.ua, orcid: 0009-0002-0453-5478,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АРХІТЕКТУРНА ТИПОЛОГІЯ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ТА ПОСТРАЖДАЛИХ ВІД ВІЙНИ

Стаття розглядає питання сучасної типології реабілітаційних закладів (далі - РЦ) для фізичної та психологічної підтримки ветеранів та постраждалих для війни в Україні та її відповідність до європейського та світового досвіду проєктування подібних закладів. Особливу увагу приділено аналізу іноземних аналогічних споруд та їх підходу, а також проблемі наявних будівельних норм.

Мета. *Визначенння та узагальнення типологічного різноманіття архітектурно-функціональних форм реабілітаційних центрів для військових та постраждалих від війни.*

Методологія. *Для створення даної статті використовувались такі методи: статистичний аналіз електронних, літературних джерел та проектно-технічної документації; порівняльний аналіз; синтез існуючої інформації.*

Результати. *Узагальнення типологічного аналізу елементів та просторових моделей реабілітаційних центрів.*

Наукова новизна. *Визначення інноваційних підходів у будівництві реабілітаційних центрів для військових, систематизація загальносвітового досвіду проєктування реабілітаційних центрів, формулювання напрямків майбутнього розвитку, виявлення особливостей функціонально- та об'ємно-планувальної організації реабілітаційних центрів.*

Практична значущість. *Практична значущість даної роботи полягає в тому, що вона надає загальні поняття типології та прийоми сучасного та ефективного створення реабілітаційних центрів для військових та постраждалих від війни. Основні висновки і результати дослідження можуть бути використані для внесення змін до чинних нормативних документів, а також у навчальному процесі у вищих навчальних закладах архітектурно-будівельного профілю при розробці завдань на проєктування, методичних рекомендацій та навчальних посібників. Робота також є апробаційним етапом власного аспірантського дослідження.*

Ключові слова: архітектура; архітектурна типологія; реабілітаційні центри; реабілітаційні центри для військових.

Вступ

Станом на 2023 рік в Україні налічувалось більше ніж 3 млн офіційно задокументованих осіб з інвалідністю, з яких лише за 2023 рік було близька 300 тис [3]. З масштабним зростанням кількості військовослужбовців та їх безпосередньої участі у воєнних подіях значно зросла необхідність обслуговування постраждалих воїнів як фізично, так і психологічно, до чого наявна медично-оздоровча система виявилась не готовою, що призводить зараз до постійного зростання попиту на створення нових та оновлення існуючих центрів для ефективного відновлення воїнів та повернення їм якості життя.

Реабілітаційні центри відіграють ключову роль у відновленні фізичного та психоемоційного стану осіб, які зазнали травм чи захворювань, зокрема внаслідок бойових дій. Багатофункціональні реабілітаційні заклади - єдиний спосіб надання комплексної допомоги постраждалим військовослужбовцям і підготовки їх до подальшого самостійного життя в соціумі. Спеціальні програми з залученням різнопрофільних реабілітологів нададуть змогу допомогти ветеранам зцілитись та соціалізуватись.

Проблематикою дослідження є трансформація системи охорони здоров’я та соціального захисту, з огляду на необхідність функціонального переосмислення існуючої інфраструктури. Водночас зростає потреба в інклюзивних, мультифункціональних реабілітаційних центрах, що відповідали б новим медико-соціальним, психофізіологічним та архітектурно-просторовим вимогам.

Як підкреслюється у сучасних дослідженнях, середовище закладу безпосередньо впливає на фізичний і психологічний стан пацієнтів – різноманіття форм, кольорів і наявність природи сприяють одужанню [18]. В Україні нині існує нагальна потреба створити спеціалізовані комплекси для захисників і цивільних, поранених у війні: однак стандарти проектування таких закладів практично не розроблені. Існуючі «адаптовані» приміщення часто мають довгі коридори та спільні палати на 6–10 осіб з «депресивним» інтер’єром [15]. Це свідчить про необхідність типологічного аналізу та розробки методології класифікації реабілітаційних центрів з урахуванням досвіду ЄС і США.

Аналіз попередніх досліджень

Незважаючи на різке зростання актуальності теми реабілітаційних центрів, більшість наукових робіт досліджують реабілітаційні центри для дітей, з вадами розвитку чи фізичними вадами. Про спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди писало багато українських та зарубіжних дослідників, таких як С.Ф. Юнаков, А.О. Ахаїмова, Г.І. Дорохіна, С.М Лінда, Р.О Крушельницький.

Однією з провідних країн у створенні реабілітаційних будівель для ветеранів стала США, з її великою кількістю військовослужбовців – учасників миротворчих операцій НАТО. Документи “Polytrauma Rehabilitation Center Design Guide” [22] та PG-18-12 [21] містять дуже багато профільної інформації щодо таких реабілітаційних центрів. Також досить корисними для перейняття досвіду є норми проєктування закладів охорони здоров’я Великої Британії – Health building notes.

Стаття «The three stages of polytrauma rehabilitation– a recommendation and a systematic literature review on behalf of SICOT» [19] окреслює рекомендації до трьог реабілітаційних періодів – гострого, післягострого та пізнього. Ці рекомендації можна застосовувати у вигляді особливостей проєктування РЦ.

Тези М.Д. Балджи «Creation of an innovative health and rehabilitation center» [6] розглядають потреби створення інноваційного оздоровчо-реабілітаційного центру, обумовлені багаторічною військовою російською агресією для створення інноваційного оздоровчо-реабілітаційного центру на базі фізкультурно-спортивного комплексу «ОЛІМП». Даний приклад є корисним досвідом соціо-економічних досліджень у сфері реабілітації в умовах російської агресії.

Статті Гнатюк Л.І та Журавльової К.С. «Environmental design of the rehabilitation center» [8] і «Innovations to support the rehabilitation process for people with disabilities» [9] є прикладами українських досліджень реабілітаційної сфери у дизайні та містить загальні принципи організації РЦ. Стаття Криворучко Н. і Майкл Х. «Зroblems of architectural formation of military clinic rehabilitation centers» [15], хоч і написана до повномасштабного вторгнення росії, все одно дає досить цінну характеристику архітектурного облаштування РЦ саме для військових, і виокремлює їх ознаки та тренди.

У дисертації «Lauren Kyle (2019). The Nature of Healing: Living Architecture for Long Term Care & Rehabilitation Hospitals» [18] вивчено вплив рослин та природи загалом (біофілія) на покращення умов реабілітації в закладах охорони здоров’я, на архітектурне сприйняття озеленених просторів, а також можливості взаємодії пацієнтів з природним середовищем. Також робота наголошує на погіршенні ментального здоров’я, сповільнення одужання та навіть на потребі підвищення дозувань ліків в занадто стерильних приміщеннях без доступу до природи.

Мета

Метою даного дослідження є визначення сучасних світових трендів та типологічних засад проєктування реабілітаційних центрів зі спрямуванням на обслуговування людей, постраждалих від повномасштабного вторгнення росії в

Україну та узагальнення архітектурної типології і відповідних просторових рішень і типів. Для досягнення її було обрано такі задачі:

- аналіз фахових джерел;
- аналіз національних і зарубіжних проєктів реабілітаційних центрів;
- систематизація типових архітектурно-планувальних рішень.

Результати та обговорення

Узагальнення сучасних знань

"Реабілітація осіб з інвалідністю - система медичних, психологічних, педагогічних, фізичних, професійних, трудових, фізкультурно-спортивних, соціально-побутових заходів, спрямованих на надання особам допомоги у відновленні та компенсації порушених або втрачених функцій організму для досягнення і підтримання соціальної та матеріальної незалежності, трудової адаптації та інтеграції в суспільство, а також забезпечення осіб з інвалідністю допоміжними засобами реабілітації і медичними виробами [22]";

Типологічний аналіз в архітектурі полягає у виявленні повторюваних принципів планування та організації простору, що веде до утворення «типових» рішень [23]. Будівлі групуються за подібними характерними ознаками – функцією, формою або стилем. Для реабілітаційних центрів це означає аналіз типових функціональних блоків (лікувальні відділення, фізіотерапія, психотерапевтичні зони, адміністрація, громадські простори) і їх взаємозв'язків. Типологічний підхід передбачає документування мінімального набору характеристик, що відрізняють конкретний тип будівлі, і порівняльний аналіз їх просторових схем.

При класифікації сучасних реабілітаційних центрів використовують такі критерії:

- *Цільова категорія користувачів*: реабілітація військових (ветеранів) чи цивільних; онкохворих дітей; людей з травмами різного профілю. Наприклад, Центр «Unbroken» у Львові об'єднує дорослих і дітей, постраждалих від війни, забезпечуючи їм хірургічну, ортопедичну та фізіотерапію.
- *Спеціалізація та рівень послуг*: комплексні центри (операції, ортопедія, протезування, психологічна реабілітація) або позалікарняні амбулаторії, спортивні/оздоровчі комплекси. В українському законодавстві виділяють такі види реабілітації: у сфері охорони здоров'я, медико-соціальної, соціальної, психолого-педагогічної, професійної, трудової, фізкультурно-спортивної [22]. Так, політравматологічний центр у Сан-Антоніо (США) включає і стаціонарні, і денні програми, а також спеціальну лабораторію для оцінки ходи пацієнтів.

- *Форма фінансування та підпорядкування*: державні, приватні чи благодійні ініціативи; асоційованість з медичними університетами чи МВС.
- *Розташування*: міські центри з високою доступністю (комплекси на базі великих лікарень) або виокремлені на природних територіях (курортні зони, лісопарки), що впливає на проектні рішення.
- *Розмір РЦ*: загалом лікувальна спроможність обчислюється ліжками для пацієнтів, а у амбулаторних закладах – потоком людей за зміну.

Типове **функціональне зонування** реабілітаційного центру включає декілька складових (рис. 1):

- Вхід/рецепція (зона прийому пацієнтів і орієнтування).
- Терапевтичні відділення: фізіотерапія, ерготерапія, гідротерапія, кабінети психолога, спортзал/басейн. Наприклад, на першому поверсі Groot Klimmendaal (Нідерланди) розташовані спортивні та оздоровчі зали – пацієнти і місцеві жителі користуються басейном, фітнесом, рестораном і театром.
- Підтримуючі служби: медичні маніпуляційні, діагностика, протезно-ортопедичні майстерні.
- Адміністративні та допоміжні приміщення: кабінети персоналу, конференц-зали, навчальні класи (для професійної реабілітації), соціальні кімнати.
- Громадські зони: простір для прийому родичів, зала відпочинку, їдальня – важливою є орієнтація на соціальну підтримку [12].

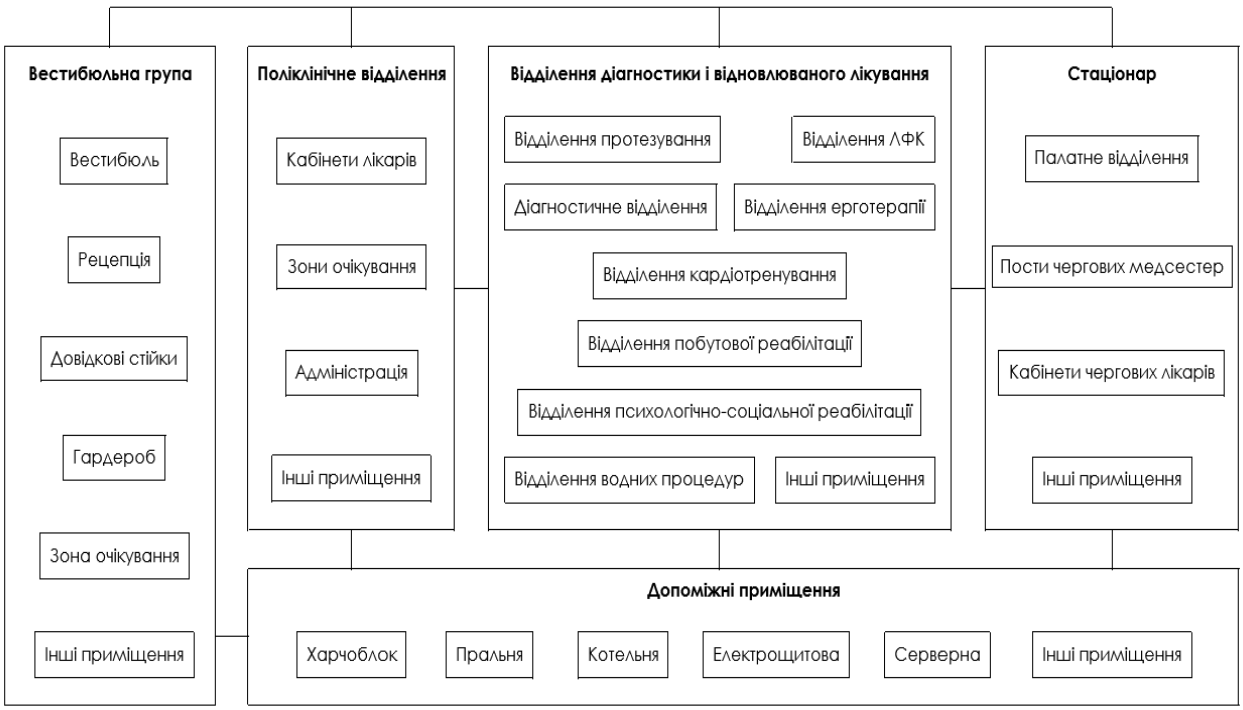


Рис. 1. Функціональна схема реабілітаційних центрів.

Просторові моделі та архітектурні рішення

Різні архітектурні проекти РЦ демонструють характерні просторові моделі (рис. 2).

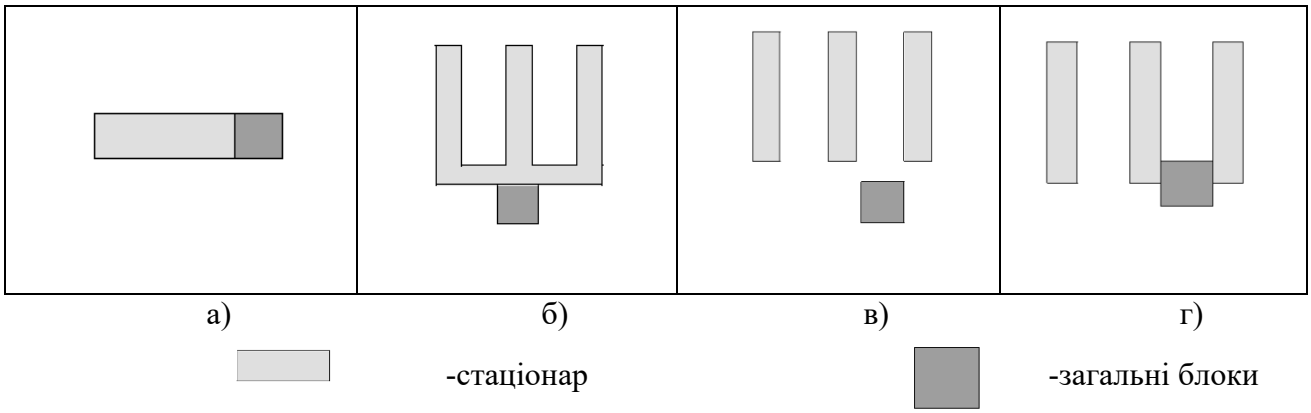


Рис. 2. Композиційні схеми закладів охорони здоров'я:
а)- централізована; б)- блокована; в)- павільйонна; г)- змішана.

Композиції лікарняних закладів формувались протягом довгого історичного періоду. Зараз в Україні одним з найпопулярніших рішень є блокування лікарняних закладів для мінімізації транзитних шляхів і зручного доступу пацієнтів до якомога більшої кількості лікувальних приміщень. У сучасній практиці також використовують *павільйонний*, *компактний* та *комбінований* прийоми компонування блоків.

Можна також виділити основні сучасні світові тренди проєктування РЦ:

- *Інтеграція з природою*: проєктування в природному середовищі, на базі лісу чи парку, як, наприклад, в Groot Klimmendaal. Там центральний об'єм поступово «вилітає» над природою – фасад з великої скляної поверхні «втягнуто» в ліс, дозволяючи пейзаж «заповнювати» інтер'єри. Пацієнти можуть відновлюватись під час прогулянок серед дерев, відчуваючи сильну присутність природи повсюди.
- *Прозорі та динамічні плани*: поступово медичні заклади відходять від коридорного типу, і використовують більш живописні та комфортні для відвідувачів типи об'єднання різних блоків. Наприклад, у Shirley Ryan AbilityLab відсутні стандартні коридори – замість них застосовано плавні форми, насичені кольори та відкриті простори. Панорамні вікна відкривають вид на парк, зменшуючи ізоляцію хворих. У проєкті також інтегровано дослідні лабораторії у загальний простір, що сприяє взаємодії лікарів і пацієнтів.
- *Акцент на рух та спілкування*: часто постраждалі відчувають дуже сильну ізольованість від спільноти, природи та власного тіла, що негативно впливає на строки відновлення та його якість. наприклад, в Groot Klimmendaal центральний атріум з'єднує різні поверхи дерев'яною сходовою кліткою – пацієнти заохочуються пересуватися сходами, що включено до терапевтичної

стратегії. Світлові колодязі зв'язують поверхи, денне світло і яскраві кольори у приміщеннях підтримують стимулююче середовище.

- *Направленість на спільноту*: великі зали загального користування – басейни, спортзали, ресторани, театри (як на першому поверсі Groot Klimmendaal) – залучають місцеву громаду, роблячи центр «серцем спільноти». Також важлива пристосованість простору під родинні кімнати та зони спілкування – це підкреслюється експертами як обов'язковий елемент комфорту.

Аналіз національних і зарубіжних проєктів реабілітаційних центрів

1. Beit-Halochem Rehabilitation Center

Країна: Ізраїль, Беер-Шева;
Архітектори: Kimmel Eshkolot;
Збудовано: 2011 р.;
Площа: 6000 м^2.

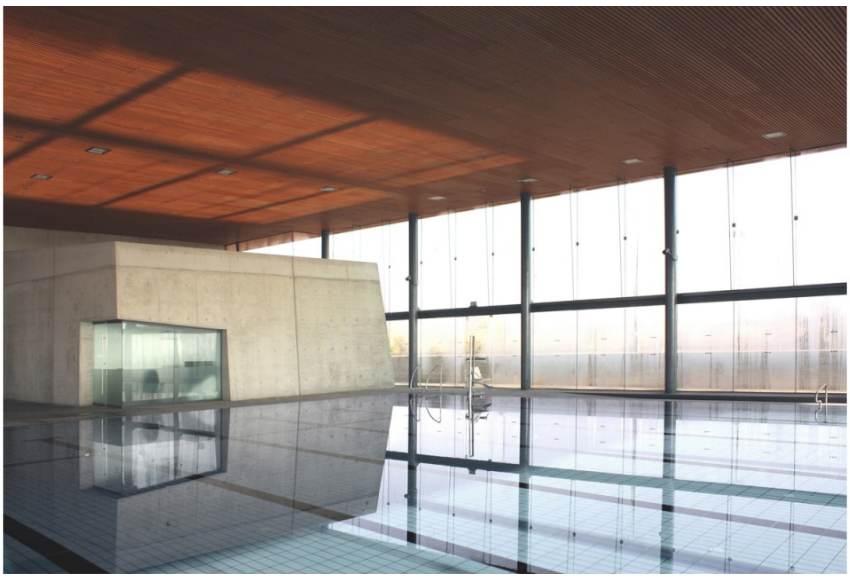


Рис. 3. Beit-Halochem Rehabilitation Center. Фото: Amit Giron [7].

Комплекс для ветеранів Армії оборони Ізраїлю організований у вигляді групи «скельних» масивів, які містять тихі лікувальні функції, а між ними розташовані відкриті двори для спілкування. Будівля має павільйонну композиційну схему, і поділена на такі композиційні блоки:

- Головне лоббі;
- Фізіотерапія з арт-студією на другому поверсі;
- Адміністративний блок з мультифункціональними класами на другому поверсі;
- Гідротерапевтичний басейн;
- Їдальня;

- Басейн з дитячим басейном;
- Спортивна зала.

РЦ також обслуговує людей з ПТСР, проводить соціальні заходи для ветеранів та постраждалих [7].

1. Rehabilitation Centre Groot Klimmendaal

Країна: Нідерланди, Арнем;

Архітектори: Koen van Velsen;

Збудовано: 2011 р.;

Площа: 14000 м^2.

Рис. 4. Rehabilitation Centre Groot Klimmendaal. Фото: Koen van Velsen [10].

14 000 м² будівля знаходиться посеред лісу, зливаючись з природним середовищем завдяки фасаду з бронзованого алюмінію. Даний РЦ має компактну централізовану композиційну схему, На цокольному рівні – басейн, фітнес і ресторан для пацієнтів та громади, вище – медичні відділення, спортивний центр, офіси і кафе на даху. Унікальним для Нідерландів стала актова зала, прилаштована для МГН. Архітектор акцентує на «стимулюючому середовищі»: багато світла, природи, різноманіття просторів підвищують добробут пацієнтів. Окрім того, при будівництві використовували природні екологічні матеріали, а також будівля використовує відновлювані джерела енергії (термальна енергія) [10].

1. Spaulding Rehabilitation Hospital (Чарлстаун, США, 2019, Perkins & Will)

Країна: США, Массачусетс, Чарльз Таун;

Архітектори: Perkins&Will;

Збудовано: 2013 р.;

Площа: 24 154 м^2.

Рис. 5. Spaulding Rehabilitation Hospital. Фото: Steinkamp Photography [10].

Даний блокований комплекс є третім за якістю у США та отримав золотий стандарт LEED. Лікарня для ветеранів розташована біля води. Архітектори передбачили скляні «коридори-вестибюлі» з видами на гавань, де інтер'єр і екстер'єр поєднуються грацією скла, світла та терас, що виходять до водного простору. Окрім того, будівля має зелений дах. Також 75% першого поверху відведено під загальне відвідування.

Даний РЦ фокусується на допомозі пацієнтам з нейротравмами, і містить усі необхідні для цього блоки. Важливим рішенням є створення окремих кімнат для перебування сімей постраждалих, що дуже позитивно впливає на психологічний стан пацієнтів та покращує соціалізацію [17].

2. Shirley Ryan AbilityLab (Чикаго, США, 2022, HDR/Gensler)

Місце: США, Іллінойс, Чикаго;

Архітектори: HDR, Gensler, Clive Wilkinson Architects;

Збудовано: 2017 р.;

Площа: 111 483 м^2.

Рис. 6. Shirley Ryan AbilityLab [10].

Shirley Ryan AbilityLab – сучасний 27-поверховий РЦ компактної структури із інтегрованими науково-дослідними лабораторіями та вільною відкритою планувальною структурою. Заміну стерильним коридорам дали криволінійні потоки кольору та форми, «стіни, що тікають» на стелю, а великі вікна забезпечують заспокійливі види на парк.

Лабораторії розділені по поверхам на невеликі капсули, що сприяють взаємодії між пацієнтами та лікарями. Традиційні медичні будівлі є специфічними для простору, в той час як у лабораторії Shirley Ryan Ability Lab визначним фактором є підхід до дизайну, орієнтований на пацієнта. Всі необхідні послуги орієнтовані на пацієнта, а пацієнт знаходиться в центрі уваги і знаходиться в центрі контуру. На кожному поверсі знаходиться окрема функція відповідно до конкретних вимог [16].

3. Unbroken National Rehabilitation Center

Місце: Україна. Львів.

Архітектори: Антон Коломєйцев, abmk, Shigeru Ban, Hermann Blumer;

Збудовано – 2023 р.

Рис. 7. Unbroken National Rehabilitation Center [20].

Одним з найновіших та найбільших центрів реабілітації в Україні наразі є національний центр “Незламні” (“Unbroken”) у Львові. Його було відкрито 11 квітня 2023 року. Це 7-поверховий корпус, створений на базі старого корпусу поліклініки Першого медоб’єднання поблизу Лікарні Святого Пантелеймона.

Тут надають послуги із фізичної та психологічної реабілітації. Окремим напрямком передбачена хірургія, зокрема реконструктивна, опікова травма, а також ортопедія і роботичне протезування.

У корпусі реабілітаційного центру встановлено новітнє обладнання, необхідне для якісної реабілітації: роботизовану систему ходьби, екзоскелети, роборукавички, які допомагають рухати рукою, тощо. Водночас тут створили реабілітаційні зали зі сталевими підйомниками, аби прикуті до ліжка пацієнти могли переміститися до басейну чи реабілітаційної кімнати. Також тут створили імітацію магазину, де пацієнти зможуть тренуватися робити покупки [20] .

Систематизація типових архітектурно-планувальних рішень

За результатами типологічного аналізу пропонується приблизна класифікація реабцентів для військових і постраждалих від війни:

Багатофункціональні клініко-реабілітаційні комплекси: великі стаціонарні центри (напр., Unbroken, VA Сан-Антоніо) з повним циклом лікування – від операцій до фізіо- і психотерапії та протезування. Зони зонуються за принципом «ліжко-центричних»: відділення розташовані вище, а на нижніх поверхах – спільні об’єкти (спортзал, басейн, їдальня) для пацієнтів і сімей.

Реабілітаційні центри під відкритим небом: комплекси в природних умовах (ліс, парк), де навколишній ландшафт інтегровано в дизайн. Вони мають відкриті тераси, панорамне скління і мережу пішохідних маршрутів, що заохочують пацієнтів до рухової активності (як у Groot Klimmendaal).

Психосоціальні та сімейні центри: заклади з акцентом на емоційну підтримку, соціалізацію, групову терапію і участь родини. Даний тип закладів є дуже важливим для підготовки ветеранів до самостійного цивільного життя. До цієї моделі близькі «мережі Маггіс» у Європі (лікування онкохворих): вони організовані як затишні громадські простори з акцентом на світло, колір та комфорт.

Модульні / мобільні рішення: – пересувні госпіталі і РЦ, здатні швидко розгортатися у зоні конфлікту. Типові простори включають легкі розбірні корпуси, тентовані зали та зовнішні терапевтичні майданчики [15].

Кожен тип охоплює різні функціональні та просторові характеристики, однак можна виділити загальносвітові практики проєктування РЦ:

У центрі уваги – пацієнт та його середовище. Комфортні, «домашні» інтер’єри з природним світлом, кольором і зеленню позитивно впливають на настрій хворих [4]. Важливо також заохочувати соціальну активність – через спільні зони, інклюзивні майданчики і маршрути для руху.

Гнучкість і персоналізація. Успішні проєкти показують, що центри повинні бути пристосовані під різні сценарії користування: від індивідуальної реабілітації до групових занять. Наприклад, сходові «маршрути здоров'я» у Groot Klimmendaal стимулюють пацієнтів рухатися поза межами лікувальних кабінетів [10].

Співпраця та залучення громади. Центри, що працюють «для всіх» (пацієнтів і місцевих мешканців), підвищують соціальну підтримку та стійкість проєктів. Тому слід проектувати не тільки медичні блоки, але й масштабні громадські простори (спортзали, їдальні, відкриті бібліотеки тощо) [4].

Висновки

Було визначено та узагальнено типологічні та архітектурно-функціональні ознаки форм РЦ для військових та постраждалих від війни. Розглянуті композиційні схеми включають централізовану, блоковану, павільйонну та змішану. Функціональне зонування передбачає створення таких блоків:

- Вхід/рецепція (зона прийому пацієнтів і орієнтування);
- Терапевтичні відділення;
- Підтримуючі служби;
- Адміністративні та допоміжні приміщення;
- Громадські зони.

Було визначено сучасні світові типологічні засади проєктування РЦ, такі як: створення багатофункціональних РЦ для комплексної допомоги, будівництво у природному середовищі з розлогими структурними рішеннями або у містах - з компактними рішеннями, обов'язкове включення соціальної та психологічної підтримки, а також використання тимчасових модульних рішень у критичних ситуаціях.

Проведений аналіз підкреслює, що архітектурна типологія реабілітаційних центрів поєднує особливі функціональні, просторові та соціальні аспекти і досить сильно відрізняється від загальних медичних закладів. Відсутність національних стандартів будівництва РЦ і «шаблонів» медичних закладів для військових в Україні робить актуальним врахування міжнародного досвіду. Виявлено, що у інших країнах будуються як стаціонарні компактні центри найвищого рівня (зокрема клініко-реабілітаційні комплекси), так і моделі з відкритим плануванням.

Побудова архітектурної типології реабілітаційних центрів для військових вимагає міждисциплінарного підходу, що поєднує нормативи, психолого-соціальні потреби і передовий міжнародний досвід. Запропонована структура класифікації та аналіз конкретних прикладів дають основу для розробки проєктних рішень, які б забезпечили ефективну та гуманну реабілітацію українських захисників та постраждалих від війни.

Список джерел

1. Лященко М. Класифікація вимог до проектування амбулаторних просторів центрів оздоровлення. І Міжнародна науково практична конференція «Інновації в архітектурі, дизайні та мистецтві» 25-26 травня 2023 р. м. Київ, Україна

2. Лященко М., Кащенко Т. Дизайн-прийоми поліпшення гігієнічних норм в оздобленні оздоровчих центрів BMC-2022 – International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2022". Kyiv National University of Construction and Architecture. Ukraine, Kyiv, 01-03 December 2022, Kyiv: KNUCA.

3. В Україні 300 тисяч людей стали інвалідами за півтора року - Мінсоцполітики. URL: https://zn.ua/ukr/UKRAINE/v-ukrajini-300-tisjach-ljudej16 (дата звернення: 22.01.2024).

4. Architecture of care: new solutions for the medical and rehabilitation infrastructure of Ukraine - PRAGMATIKA.MEDIA. *PRAGMATIKA.MEDIA*. URL: https://pragmatika.media/en/arkhitektura-pikluvannia-novi-rishennia-dlia-medychnoi-ta-reabilitatsijnoi-infrastruktury-ukrainy/#:~:text=Marina%20Garbar,%20co,of%20Yugma%20Design%20Group (date of access: 03.08.2025).

5. Atasoy, Y.Y. (2023). Beyond the present: Therapy Rehabilitation Through Landscape for Those With Post-War Traumatic Syndrom.

6. Baldzhy M. D. CREATION OF AN INNOVATIVE HEALTH AND REHABILITATION CENTER. *The actual problems of regional economy development*. 2023. Т. 2, № 19. С. 235–243. URL: https://doi.org/10.15330/apred.2.19.235-243 (дата звернення: 28.07.2025).

7. Beit Halohem Kimmel Eshkolot. *Kimmel Eshkolot Architects*. URL: https://www.kimmel.co.il/project/beit-halohem (date of access: 03.08.2025).

8. Gnatiuk L.R., Zhuravlova K. S. ENVIRONMENTAL DESIGN OF THE REHABILITATION CENTER. *Theory and practice of design*. 2024. № 34. С. 229–236. URL: https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.34.26 (дата звернення: 28.07.2025).

9. Gnatiuk L R., Zhuravlova K. S. INNOVATIONS TO SUPPORT THE REHABILITATION PROCESS FOR PEOPLE WITH DISABILITIES. *Theory and practice of design*. 2023. № 29-30. С. 164–173. URL: https://doi.org/10.32782/2415-8151.2023.29-30.19 (дата звернення: 28.07.2025).

10. Groot Klimmendaal. *Koen van Velsen architecten*. URL: https://www.koenvanvelsen.com/en/projects/15/groot-klimmendaal (date of access: 03.08.2025).

11. Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities 2010. ASHE, 2010. 411 p.

12. International Health Facility Guidelines - Part B: Health Facility Briefing and Design. *International Health Facility Guidelines*. URL: https://www.healthfacilityguidelines.com/GuidelineIndex/Index/Health-Facility-Briefing-and-Design (date of access: 03.08.2025).

13. Big City Lab. Альбом безбар'єрних рішень URL: https://bcl.com.ua/albomrozdil1/ (дата звернення: 29.04.2024).

14. Big City Lab. Безбар’єрність у реабілітаційних відділеннях. Посібник URL: https://projects.bcl.com.ua/projects/posibnyk-reab-viddilen/ (дата звернення: 29.04.2024).

15. Kryvoruchko N., Mhaikl H. PROBLEMS OF ARCHITECTURAL FORMATION OF MILITARY CLINIC REHABILITATION CENTERS. *space&FORM*. 2018. Т. 2018, № 35. С. 65–76. URL: https://doi.org/10.21005/pif.2018.35.b-04 (дата звернення: 28.07.2025).

16. Shirley Ryan AbilityLab | Projects | Gensler. *Gensler*. URL: https://www.gensler.com/projects/shirley-ryan-abilitylab?l=featured. (date of access: 03.08.2025).

17. Spaulding Hospital / Perkins&Will. *ArchDaily*. URL: https://www.archdaily.com/443408/spaulding-hospita-perkins-will (date of access: 03.08.2025).

18. Lauren Kyle (2019). The Nature of Healing: Living Architecture for Long Term Care & Rehabilitation Hospitals. UWSpace. http://hdl.handle.net/10012/14398

19. The three stages of polytrauma rehabilitation– a recommendation and a systematic literature review on behalf of SICOT / F. K.-L. Klingebiel та ін. *International Orthopaedics*. 2024. URL: https://doi.org/10.1007/s00264-024-06385-0 (дата звернення: 28.07.2025).

20. UNBROKEN: Designing for physical, psychological, and psychosocial rehabilitation in a European war zone. *EHD 09–11 June 2025 | European Healthcare Design*. URL: https://www.europeanhealthcaredesign.eu/news-media/unbroken-designing-for-physical-psychological-and-psychosocial-rehabilitation-in-a-european-war-zone#:~:text=The%20Unbroken%20National%20Rehabilitation%20Center,is%20provided%20free%20of%20charge (date of access: 03.08.2025).

21. VA Design Guides (PG-18-12) Appendix A URL: https://www.wbdg.org/ffc/va/design-guides-pg-18-12 (Дата звернення 19.11.2023)

22. VA Design Guides (PG-18-12) URL: https://www.wbdg.org/ffc/va/design-guides-pg-18-12 (Дата звернення 19.11.2023)

23. Ways to study and research: Urban, architectural, and technical design / ред.: J. T. M. de, Voordt, D. J. M. van der. Delft, The Netherlands: DUP Science, 2002. 554 с.

Master of Architecture, postgraduate student **Bohdan Konetsul,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

ARCHITECTURAL TYPOLOGY OF REHABILITATION CENTRES FOR VETERANS AND CIVILIAN VICTIMS OF WAR

This article examines the current typology of rehabilitation facilities for physical and psychological support for veterans and war victims in Ukraine and its compliance with European and global experience in designing such facilities. Particular attention is paid to the analysis of foreign similar facilities and their approach, as well as the problem of existing building codes.

Purpose. To identify and summarise the typological diversity of architectural and functional forms of rehabilitation centres for the military and war victims.

Methodology. The following methods were used to create this article: statistical analysis of electronic, literary sources and design and technical documentation; comparative analysis; synthesis of existing information.

Results. Generalisation of the typological analysis of elements and spatial models of rehabilitation centres.

Scientific novelty. Identification of innovative approaches to the construction of rehabilitation centres for the military, systematisation of global experience in the design of rehabilitation centres, formulation of directions for future development, identification of features of the functional and space-planning organisation of rehabilitation centres.

Practical relevance. The practical significance of this work is that it provides general concepts of typology and techniques for the modern and effective creation of rehabilitation centres for the military and war victims. The main conclusions and results of the study can be used to amend existing regulatory documents, as well as in the educational process in higher educational institutions of architecture and construction when developing design assignments, methodological recommendations and textbooks. The work is also an approbation stage of his own postgraduate research.

Keywords: architecture; architectural typology; rehabilitation centres; military rehabilitation centres.

REFERENCES

1. Liashchenko M. Klasyfikatsiia vymoh do proektuvannia ambulatornykh prostoriv tsentriv ozdorovlennia. I Mizhnarodna naukovo praktychna konferentsiia «Innovatsii v arkhitekturi, dyzaini ta mystetstvi» 25-26 travnia 2023 r. m. Kyiv, Ukraina {in Ukranian}.

2. Liashchenko M., Kashchenko T. Dyzain-pryiomy polipshennia hihiienichnykh norm v ozdoblenni ozdorovchykh tsentriv BMC-2022 – International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2022". Kyiv National University of Construction and Architecture. Ukraine, Kyiv, 01-03 December 2022, Kyiv: KNUCA. {in Ukranian}

3. V Ukraini 300 tysiach liudei staly invalidamy za pivtora roku - Minsotspolityky. URL: https://zn.ua/ukr/UKRAINE/v-ukrajini-300-tisjach-ljudej16 (data zvernennia: 22.01.2024). {in Ukranian}

4. Architecture of care: new solutions for the medical and rehabilitation infrastructure of Ukraine - PRAGMATIKA.MEDIA. PRAGMATIKA.MEDIA. URL: https://pragmatika.media/en/arkhitektura-pikluvannia-novi-rishennia-dlia-medychnoi-ta-reabilitatsijnoi-infrastruktury-ukrainy/#:~:text=Marina%20Garbar,%20co,of%20Yugma%20Design%20Group (date of access: 03.08.2025). {in Ukranian}

5. Atasoy, Y.Y. (2023). Beyond the present: Therapy Rehabilitation Through Landscape For Those With Post-War Traumatic Syndrom. {in English}

6. Baldzhy M.D. CREATION OF AN INNOVATIVE HEALTH AND REHABILITATION CENTER. The actual problems of regional economy

development. 2023. Т. 2, № 19. S. 235–243. URL: https://doi.org/10.15330/apred.2.19.235-243 (data zvernennia: 28.07.2025). {in Ukranian}

7. Beit Halohem | Kimmel Eshkolot. Kimmel Eshkolot Architects. URL: https://www.kimmel.co.il/project/beit-halohem (date of access: 03.08.2025). {in English}

8. Gnatiuk L.R., Zhuravlova K.S. ENVIRONMENTAL DESIGN OF THE REHABILITATION CENTER. Theory and practice of design. 2024. № 34. S. 229–236. URL: https://doi.org/10.32782/2415-8151.2024.34.26 (data zvernennia: 28.07.2025). {in English}

9. Gnatiuk L.R., Zhuravlova K.S. INNOVATIONS TO SUPPORT THE REHABILITATION PROCESS FOR PEOPLE WITH DISABILITIES. Theory and practice of design. 2023. № 29-30. S. 164–173. URL: https://doi.org/10.32782/2415-8151.2023.29-30.19 (data zvernennia: 28.07.2025). {in English}

10. Groot Klimmendaal. Koen van Velsen architecten. URL: https://www.koenvanvelsen.com/en/projects/15/groot-klimmendaal (date of access: 03.08.2025). {in English}

11. Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities 2010. ASHE, 2010. 411 p. {in English}

12. International Health Facility Guidelines - Part B: Health Facility Briefing and Design. International Health Facility Guidelines. URL: https://www.healthfacilityguidelines.com/GuidelineIndex/Index/Health-Facility-Briefing-and-Design (date of access: 03.08.2025). {in English}

13. Big City Lab. Albom bezbariernykh rishen URL: https://bcl.com.ua/albomrozdil1/ (data zvernennia: 29.04.2024). {in Ukranian}

14. Big City Lab. Bezbariernist u reabilitatsiinykh viddilenniakh. Posibnyk URL: https://projects.bcl.com.ua/projects/posibnyk-reab-viddilen/ (data zvernennia: 29.04.2024). {in Ukranian}

15. Kryvoruchko N., Mhaikl H. PROBLEMS OF ARCHITECTURAL FORMATION OF MILITARY CLINIC REHABILITATION CENTERS. space&FORM. 2018. Т. 2018, № 35. S. 65–76. URL: https://doi.org/10.21005/pif.2018.35.b-04 (data zvernennia: 28.07.2025). {in English}

16. Shirley Ryan AbilityLab | Projects | Gensler. Gensler. URL: https://www.gensler.com/projects/shirley-ryan-abilitylab?l=featured. (date of access: 03.08.2025). {in English}

17. Spaulding Hospital / Perkins&Will. ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/443408/spaulding-hospita-perkins-will (date of access: 03.08.2025). {in English}

18. Lauren Kyle (2019). The Nature of Healing: Living Architecture for Long Term Care & Rehabilitation Hospitals. UWSpace. http://hdl.handle.net/10012/14398 {in English}

19. The three stages of polytrauma rehabilitation– a recommendation and a systematic literature review on behalf of SICOT / F. K.-L. Klingebiel ta in. International Orthopaedics. 2024. URL: https://doi.org/10.1007/s00264-024-06385-0 (data zvernennia: 28.07.2025). {in English}

20. UNBROKEN: Designing for physical, psychological, and psychosocial rehabilitation in a European war zone. EHD 09–11 June 2025 | European Healthcare Design. URL: https://www.europeanhealthcaredesign.eu/news-media/unbroken-designing-for-physical-psychological-and-psychosocial-rehabilitation-in-a-european-war-zone#:~:text=The%20Unbroken%20National%20Rehabilitation%20Center,is%20provided%20free%20of%20charge (date of access: 03.08.2025). {in English}

21. VA Design Guides (PG-18-12) Appendix A URL: https://www.wbdg.org/ffc/va/design-guides-pg-18-12 (Data zvernennia 19.11.2023). {in English}

22. VA Design Guides (PG-18-12) URL: https://www.wbdg.org/ffc/va/design-guides-pg-18-12 (Data zvernennia 19.11.2023). {in English}

23. Ways to study and research: Urban, architectural, and technical design / red.: J.T.M. de, Voordt, D.J.M. van der. Delft, The Netherlands: DUP Science, 2002. 554 s. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.165-180
УДК 72.01+711.01.09
д-р архітектури, професор **Косьмій М.М.**,
mykhailo.kosmii@ukd.edu.ua, ORCID: 0000-0003-4823-5573,
доктор філософії **Жирак Р.М.,**
ruslan.zhyrak@ukd.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3051-5457,
ЗВО «Університет Короля Данила»

ВПЛИВ НЕМАТЕРІАЛЬНИХ ЧИННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИКЛАДІ м. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

Досліджено вплив нематеріальних чинників на формування екологічно збалансованого міського середовища. На основі аналізу програмних документів, просторових проєктів і ініціатив міста Івано-Франківська показано, що інтеграція соціокультурного виміру є необхідною умовою сталого розвитку урбанізованих систем. Визначено основні функції нематеріальних чинників (мотиваційну, координаційну, адаптаційну, культурно-ідентифікаційну) та їхній вплив на поведінкові моделі мешканців. Обґрунтовано, що ефективність екологічної політики залежить не лише від матеріальних рішень, а й від рівня довіри, участі громади та символічного осмислення простору. Результати дослідження засвідчують, що у Івано-Франківську нематеріальний потенціал міста поступово трансформується в управлінські інструменти, що зміцнюють урбоекологічну стійкість і культуру співдії.

Ключові слова: нематеріальні чинники; сталий розвиток; урбоекологія; міське середовище; просторовий розвиток; Івано-Франківськ.

Вступ. *Актуальність проблематики.* Вплив нематеріальних чинників на просторову організацію міст та екологічну збалансованість міського середовища стає дедалі помітнішим у контексті сучасних урбаністичних трансформацій. Міський простір формується не лише матеріальними параметрами – планувальною структурою, забудовою, інфраструктурою, але й системою цінностей, колективних уявлень, традицій, символічних значень, що визначають характер взаємодії людини з довкіллям. Ці ментально-культурні, історико-релігійні та соціопсихологічні компоненти визначають способи сприйняття міського середовища, впливають на його екологічну культуру, естетику та сталий розвиток.

Нематеріальні чинники, наприклад, місцева ідентичність, громадська активність, екологічна свідомість, символічне ставлення до ландшафту – зумовлюють екологічну поведінку мешканців і рівень адаптивності міста до

змін середовища. Зокрема, у контексті Івано-Франківська спостерігається стійка взаємозалежність між культурно-історичним середовищем, природними ландшафтами (міське озеро, набережна Бистиць, парк Шевченка) та колективними уявленнями про «зелене місто» як простір гармонійного співіснування людини і природи.

Урбоекологічна якість середовища значною мірою визначається нематеріальними аспектами міської культури – традиціями взаємодії з природою, духовними практиками, локальною екологічною освітою. Таким чином, сталий розвиток міста є результатом не лише раціонального планування, а й гармонізації матеріальних і духовних вимірів простору, що виявляються через щоденну поведінку, участь громад у прийнятті рішень, культурне осмислення природи та відповідальне ставлення до спільного середовища

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасному дискурсі архітектури, урбаністики та урбоекології нематеріальні чинники – місцева ідентичність, культурно-символічні сенси місця, соціальні норми, громадська участь – розглядаються як ключові медіатори ефективності матеріальних рішень (зелено-блакитної інфраструктури, регламентів забудови, програм екологічного менеджменту). Класичні гуманітарні підходи до «простору як соціального продукту» [23] та переживаного «місця» [32] заклали основу для врахування ціннісно-смислових вимірів міського середовища у плануванні та дизайні.

Польська дослідниця Малгожата Левіцька доводить, що місцева ідентичність та символічна прив’язаність до міського простору прямо корелюють із участю мешканців у турботі про простір і з екологічно дружньою поведінкою (від сортування відходів до догляду за зеленню) формують основу громадської участі, сприяють дбайливому ставленню до природного середовища та підтримці міських екологічних ініціатив [24].

У наукових працях останнього десятиліття активно розвивається напрям досліджень, пов’язаний із так званими культурними екосистемними послугами (Cultural Ecosystem Services – CES), що охоплюють нематеріальні блага, які люди отримують від природи: естетичні враження, рекреацію, емоційне благополуччя та відчуття зв’язку з місцем. Зокрема, Н. Тандарич зазначає, що сучасна практика планування міст недостатньо враховує ці нематеріальні складові, хоча саме вони визначають сталість і якість середовища [30]. Підтвердженням цього є й праця Л. Сонґ із колегами, де запропоновано методику кількісної оцінки культурних екосистемних послуг у структурі міських зелених насаджень [29].

У працях Тімоті Бітлі розвинуто концепцію «біофільного міста», яка базується на гармонійному поєднанні природних і культурних систем у межах

урбанізованого простору. Автор доводить, що сталий розвиток міста неможливий без відновлення емоційного та культурного зв'язку людини з природою, а також без формування ціннісної екологічної культури мешканців [18].

Питання взаємозв'язку нематеріальних чинників із просторовими процесами розвитку міста розглянуто у працях М. Косьмія [9, 10], М. Габреля [3], М.М. Габреля [2, 4], М. Дьоміна [5], які аналізують роль соціокультурних, історико-ціннісних та поведінкових детермінант у формуванні архітектурно-планувальної структури урбанізованого середовища. Доведено, що в умовах сучасних урбаністичних трансформацій провідне значення набувають не стільки матеріально-фізичні параметри міського простору, скільки його соціокультурні виміри – місцеві традиції, система цінностей, історична пам'ять та культурна спадщина. Врахування нематеріального потенціалу території є необхідною передумовою досягнення гармонійної рівноваги між екологічними, функціональними та гуманістичними аспектами розвитку міського середовища.

Вагомий внесок у становлення вітчизняної урбоекологічної науки належить В. Кучерявому, який узагальнив наукові основи екологічного управління міським середовищем і підкреслив важливість екологічного виховання, локальних освітніх практик і духовних цінностей як засобів формування сталого урбаністичного простору [11].

Б. Посацький розглядає міське середовище як багаторівневу систему, у якій просторові, соціальні й культурні складові є взаємозалежними, а ефективна модель розвитку міста можлива лише за умови інтеграції екологічних і культурно-історичних чинників у планувальні процеси [13].

Соціокультурний вимір урбаністичних процесів в Україні дослідив О. Мусієздов, який на прикладі Харкова та Львова аналізує феномен міської ідентичності. Він доводить, що рівень локальної ідентичності, прив'язаності до місця та участі громади у формуванні міського середовища безпосередньо впливає на екологічну стійкість територій і здатність громади підтримувати ініціативи сталого розвитку [12].

Загалом, без врахування нематеріальних атрибутів простору – місцевої ідентичності, норм співжиття з природою, символічної цінності зелених осередків, форм участі громади – матеріальні екологічні інвестиції міста ризикують залишатися «формою без змісту».

Мета статті – поглибити теоретико-методологічне розуміння ролі нематеріальних чинників у формуванні екологічно збалансованого міського середовища та емпірично показати, як їх інституціоналізація й просторове втілення реалізуються на прикладі міста Івано-Франківська. Відповідно до мети вирішуються завдання дослідження:

- теоретично окреслити понятійні рамки нематеріальних чинників у містобудуванні та урбоекології й зіставити їх із підходами сталого розвитку;
- узагальнити сучасні наукові підходи до впливу локальної ідентичності, культурно-символічних значень і громадської участі на ефективність матеріальних екологічних рішень;
- виокремити функціональні ролі нематеріальних чинників (мотиваційну, координаційну, адаптаційну, культурно-ідентифікаційну) та показати механізми їх дії у міському середовищі; .
- комплексно проаналізувати практики Івано-Франківська (стратегічні документи, інструменти співучасті та ключові проєктні кейси) й на цій основі запропонувати інтегровану рамку моніторингу, що поєднує екологічні метрики із соціокультурними індикаторами участі та довіри, з подальшим формулюванням управлінських висновків для міської політики.

Методологічною основою дослідження є міждисциплінарний підхід, що інтегрує принципи урбоекології, архітектурного аналізу, містобудування, урбаністики. У статті поєднано аналітичні й емпіричні методи: структурно-функціональний аналіз міських екосистем, контент-аналіз стратегічних і програмних документів розвитку Івано-Франківська, дослідження кейсів публічних просторів, а також зіставлення екологічних показників із соціокультурними індикаторами участі громади, що дозволяє виявити взаємозалежність між матеріальними параметрами міського середовища та нематеріальними чинниками.

Виклад матеріалу. ***І. Роль нематеріальних чинників у формуванні екологічно збалансованого міського середовища.*** Екологічно збалансоване міське середовище – це складна система, у якій взаємодіють природні процеси, інженерна інфраструктура та соціокультурні механізми, що забезпечують її стабільність [6, 7]. За визначенням В. Кучерявого, міська екосистема є результатом гармонізації трьох складових – природної, техногенної та соціальної [11]. При цьому саме нематеріальні чинники виступають сполучною ланкою, яка забезпечує сталість і функціональну взаємодію між ними.

У дослідженнях просторової організації міст особливе місце посідає п’ятивимірна модель професора М. Габреля, яка інтегрує людський, функціональний, середовищний, геометричний і часовий виміри міського розвитку. Її концептуальна цінність полягає у можливості комплексного аналізу урбанізованих систем як динамічних структур, де взаємодіють матеріальні та нематеріальні чинники сталого просторового розвитку [2].

Нематеріальні чинники посідають системоутворююче місце у структурі сталого розвитку міського середовища, оскільки забезпечують не лише екологічну збалансованість, а й соціальну згуртованість, культурну тяглість та

адаптивність урбанізованих систем. Їх вплив проявляється через низку функціональних ролей, що взаємопов'язано формують основу міста.

Мотиваційна функція полягає у формуванні ціннісних орієнтацій і морально-етичних засад екологічної поведінки мешканців. Вона ґрунтується на усвідомленні взаємозалежності людини та довкілля, що спонукає до відповідального використання природних ресурсів і підтримання екологічної рівноваги. Дослідження М. Левіцької засвідчують, що високий рівень place attachment (прив'язаності до місця) прямо корелює з готовністю громадян брати участь у збереженні зелених зон і громадських просторів [24]. Такий механізм внутрішньої мотивації формує «екологічний патріотизм» – відчуття особистої відповідальності за стан міського середовища [18].

Координаційна функція нематеріальних чинників забезпечує узгодження поведінкових моделей мешканців із цілями екологічної політики міста. Як зазначає Анрі Лефавр, міський простір є продуктом колективної практики, тому узгодженість між нормативною системою, планувальними стратегіями та культурними нормами є необхідною умовою його сталого розвитку [23]. У сучасних моделях управління містом координація досягається завдяки комунікаційним практикам, громадському діалогу та механізмам участі, що сприяють інтеграції екологічних цінностей у повсякденну діяльність мешканців [32].

Адаптаційна функція виражається у здатності спільноти реагувати на кліматичні, соціальні та економічні виклики завдяки колективній свідомості, взаємній підтримці та готовності до змін. Як показують дослідження Qi зі співавторами, у містах із високим рівнем соціальної когезії та локальної ідентичності підвищується ефективність реагування на природні катаклізми, кризові явища або урбаністичні трансформації [28]. Нематеріальні чинники – довіра, взаємодопомога, соціальний капітал – створюють основу адаптивності міського організму, підсилюючи його екологічну та соціальну стійкість.

Культурно-ідентифікаційна функція забезпечує збереження історичної спадковості, традицій і колективної пам'яті, завдяки чому міський простір перетворюється на носій культурних значень і стає частиною спільного досвіду. Через символічне осмислення місця мешканці формують почуття належності до простору, а отже, готовність його берегти й розвивати. Естетичне сприйняття середовища – це не пасивне споглядання і замилування, а форма взаємодії, що перетворює простір на «життєвий світ» людини [18].

Отже, сукупність зазначених функцій – мотиваційної, координаційної, адаптаційної та культурно-ідентифікаційної – визначає системний вплив нематеріальних чинників на стійкість міського розвитку. Вони сприяють формуванню гармонійного балансу між природними, соціальними й

культурними компонентами урбанізованого середовища, що відповідає принципам сталості, визначеним у документах ООН «Agenda 2030 for Sustainable Development» (UN, 2015) та Новому урбаністичному порядку (New Urban Agenda, UN-Habitat, 2016) [33].

На прикладі Івано-Франківська можна спостерігати, що урбоекологічна збалансованість простору підтримується через символічно важливі об'єкти – парк Шевченка, міське озеро, Вали, набережну річок Бистриці Надвірнянської та Бистриці Солотвинської. Ці локації виступають не лише рекреаційними зонами, а й місцями ідентичності – соціокультурними «якорями», які формують екологічну поведінку мешканців та визначають міський імідж як «зеленого міста».

Отже, нематеріальні чинники є не допоміжним, а базовим механізмом формування екологічно збалансованого міського середовища. Їх системне врахування дозволяє досягти інтеграції між екологічними, соціальними та культурними складовими розвитку міста.

II. Практична значимість нематеріального виміру у містобудівному проєктуванні. В умовах сучасної урбанізації та екологічних викликів, містобудівне проєктування дедалі частіше розглядається не лише як технічний процес упорядкування простору, а як соціокультурна діяльність, спрямована на формування гармонійних, життєстійких і психологічно комфортних міських середовищ. Практичне значення нематеріального виміру полягає у тому, що він дозволяє проєктувальникам ураховувати ціннісно-культурний потенціал громади, її колективну пам'ять, локальну ідентичність та екологічну свідомість – тобто ті аспекти, які безпосередньо визначають ефективність реалізованих просторових рішень [20].

На рівні стратегічного планування, де формується генеральна структура міста та політика його розвитку, важливим є попередній соціокультурний аудит території. Він включає діагностику нематеріальних чинників: виявлення місць із високим рівнем символічної цінності, місцевих звичаїв, громадських практик, що підтримують екологічні ініціативи. Як зазначають у звітах UN-Habitat [33] та OECD [26], саме включення соціокультурних даних до планувальної аналітики забезпечує сталість та адаптивність урбаністичних стратегій. Наприклад, у межах європейських проєктів Urban Heritage for Resilience (UNESCO, 2019) застосовується методика Cultural Mapping, що дозволяє інтегрувати нематеріальну спадщину до стратегічних планів розвитку міст [34].

На етапі проєктування громадських просторів нематеріальний вимір проявляється через створення середовищ, які стимулюють соціальну взаємодію, емоційне залучення та колективне піклування про простір. Як доводить J. Gehl, публічні простори, що формують емоційний зв'язок користувачів із місцем, є

стійкішими до деградації та отримують більше громадської підтримки. У практиці європейського ландшафтного дизайну ефективними інструментами стали збереження «історичних дерев», громадські сади, арт-об'єкти та меморіальні елементи, які підсилюють відчуття належності й локальної ідентичності [20].

Під час реалізації проєктів та управління середовищем важливим є створення постійних каналів взаємодії між громадою та міською владою. Згідно з рекомендаціями European Council of Spatial Planners (ECTP, 2018), участь громадян має розглядатися не як одноразовий етап консультацій, а як безперервний процес співуправління [19]. Практичні інструменти такого підходу включають волонтерські програми з догляду за зеленими зонами, інтерактивні мобільні додатки для екологічного моніторингу, краудсорсингові платформи для обміну ідеями з поліпшення міського середовища. Прикладом є платформа GreenMyCity (Green Cities Initiative, 2022), що поєднує просторовий моніторинг із громадським зворотним зв'язком [21].

Система моніторингу та оцінювання якості міського середовища має охоплювати не лише екологічні параметри (викиди CO_2, рівень забруднення, площу зелених насаджень), а й соціокультурні індикатори. Серед таких показників – рівень участі населення у громадських заходах, кількість екологічних ініціатив, відсоток мешканців, що здійснюють сортування відходів, динаміка зміни ставлення до екологічних проблем. За методологією European Green Capital Award (EC, 2021), ці індикатори відображають «інтенсивність соціального капіталу» — головного нематеріального ресурсу сталого розвитку міста [21].

Встановлено, що саме нематеріальні складові (відчуття належності, культурна пам'ять, колективна ідентичність) визначають ступінь ефективності реалізації природоорієнтованих рішень (Nature-Based Solutions) [25]. Якщо мешканці ототожнюють себе з місцем проживання, вони схильні брати участь у його догляді, що підсилює соціальну сталість і знижує витрати на утримання екологічної інфраструктури.

Таким чином, практична реалізація нематеріального виміру у містобудівному проєктуванні потребує інтегрованої взаємодії фахівців-урбаністів, екологів, соціологів та культурологів, адже лише комплексне врахування духовно-культурного та соціоповедінкового потенціалу дозволяє створювати середовища, стійкі не лише фізично, а й культурно. У цьому контексті «якість міського життя визначається не кількістю інфраструктури, а глибиною зв'язку між простором і людьми, які його населяють» [20].

III. Практична реалізація нематеріального виміру в архітектурно-містобудівному проєктуванні на прикладі міста Івано-Франківська. У

системі управління міським середовищем Івано-Франківська особливе значення має інтеграція соціокультурних, екологічних і поведінкових аспектів у процеси просторового планування. Визначальним документом у цьому контексті є Програма охорони навколишнього природного середовища Івано-Франківської міської територіальної громади на 2021–2025 роки, ухвалена рішенням міської ради у 2021 р. [14]. Програма структурує природоохоронну діяльність за ключовими напрямами — охорона атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів, поводження з відходами, розвиток зеленої інфраструктури — але її інноваційність полягає у включенні поведінкових і комунікаційних компонентів. У документі підкреслюється необхідність залучення громадськості до екологічних практик, зокрема шляхом проведення інформаційних кампаній, формування екологічної культури та участі мешканців у проєктах з озеленення, сортування відходів і благоустрою територій. Ці заходи мають не лише технічний, а й соціальний ефект, адже формують сталі моделі поведінки та залучення мешканців до управління простором, що підтверджує концепцію взаємозалежності матеріального та нематеріального у розвитку міста [14].

На регіональному рівні базовим документом виступає Програма охорони довкілля Івано-Франківської області до 2025 року (зі змінами), схвалена Івано-Франківською обласною радою [15]. Вона акцентує на інтеграції екологічних, економічних і соціальних пріоритетів у регіональну політику та підкреслює важливість партнерства між громадами, бізнесом і громадським сектором у реалізації природоохоронних стратегій. Такий підхід відповідає європейським принципам multi-level governance, які передбачають узгодження муніципальних рішень із надлокальними фінансовими й адміністративними механізмами (UN-Habitat, New Urban Agenda, 2016) [33].

Особливої уваги заслуговує Концепція розвитку зеленої інфраструктури Івано-Франківської громади до 2035 року, презентована у 2025 р. [8]. Цей документ є логічним продовженням вищезгаданих програм і поєднує стратегічне бачення міського екологічного каркасу з практикою партисипативного планування. Серед ключових акцентів Концепції – урізноманітнення міських насаджень, створення зелено-блакитних коридорів для з’єднання природних зон і впровадження «зеленого бюджету участі», який дає змогу мешканцям безпосередньо впливати на пріоритети фінансування екологічних мікропроєктів. Такий підхід трансформує нематеріальні ресурси – місцеву ідентичність, довіру, екологічну свідомість – у реальні управлінські інструменти [8]. Подібна практика корелює з принципами European Green Deal і відповідає міжнародним орієнтирам сталого розвитку [21].

Додатковим напрямом інтеграції нематеріального виміру є участь Івано-Франківська у партнерських європейських проєктах, що поєднують культурну ідентичність із природоорієнтованим управлінням. Зокрема, у 2024–2027 рр. громада реалізує транскордонний проєкт Interreg NEXT “ParksMatter” (Івано-Франківськ – Жешув), який спрямований на модернізацію системи управління зеленими зонами [22]. Проєкт передбачає інвентаризацію дерев, запровадження єдиних стандартів догляду, цифровий моніторинг і активне залучення мешканців через освітні та волонтерські програми.

Таким чином, стратегічний рівень містобудівної політики Івано-Франківська демонструє інституціоналізацію нематеріальних чинників – довіри, співучасті, ідентичності, які переходять із площини декларацій у конкретні управлінські механізми. Це забезпечує не лише сталість екологічних рішень, а й формує нову міську культуру взаємодії людини і середовища, що відповідає концепціям урбоекології і сучасним моделям соціальної екології міста [7].

На рівні просторових рішень міста нематеріальний вимір проявляється через синтез архітектурно-ландшафтних, культурних і соціальних елементів, що формують відчуття належності до місця та підсилюють колективну екологічну свідомість. Івано-Франківськ, маючи виразну історико-культурну структуру та багату природну морфологію (річка Бистриця, система парків, міське озеро), упродовж останніх років розвиває модель «екологічно-публічного простору», де поведінкові, емоційні та символічні чинники розглядаються нарівні з інженерними. Міське озеро, набережні, центральний міський парк культури та відпочинку, сквери виконують роль «екологічних маркерів» і водночас культурних топосів. Їхня культурна значущість підсилює готовність мешканців захищати ці простори від деградації, брати участь у толоках, ініціювати догляд. Сприйняття природи як частини міської ідентичності підвищує легітимність природоорієнтованих рішень.

В Івано-Франківську система громадської участі та співуправління міським простором має розвинену інституційну форму. З 2016 р. функціонує електронний бюджет участі – платформа, де мешканці ініціюють, голосують та контролюють реалізацію локальних проєктів благоустрою, екології, спорту й освіти [1].

Важливу роль у розвитку нематеріальної екосистеми відіграють платформи громадських інновацій. Зокрема, «Тепле Місто» виступає каталізатором культурного й екологічного підприємництва, адмініструючи грантові програми для низових ініціатив у сферах сталої мобільності, урбан-дизайну та екопросвіти [17]. Варто згадати ще один хороший приклад – Promprylad.Renovation – ревіталізований промисловий комплекс, що

функціонує як урбаністично-інноваційний кластер, де поєднуються підприємництво, архітектура, екологічні технології та освіта [27]. У цих просторах реалізуються пілотні проєкти з енергоефективності, громадського садівництва, рециклінгу матеріалів, а також ветерансько-громадські хаби, що сприяють соціальній інтеграції. Таким чином, нематеріальні чинники – довіра, співпраця, культура взаємодії – стають структурним ресурсом міського розвитку.

Важливим аспектом є роль медіа та громадських активістів у врегулюванні конфліктних ситуацій, наприклад, публічна дискусія щодо зменшення площі рекреаційних просторів або забудови міського озера. Це свідчить про те, що медійна відкритість і громадська експертиза функціонують як елементи урбоекологічної безпеки, доповнюючи формальні регуляторні процедури.

Висновки

1. Нематеріальні чинники є ключовим системоутворюючим елементом сталого розвитку міського середовища. Вони поєднують соціокультурні, поведінкові та ціннісні аспекти міського життя з матеріально-просторовими компонентами, формуючи цілісну урбоекологічну систему. Їхній вплив проявляється у зростанні екологічної свідомості, розвитку місцевої ідентичності, зміцненні соціального капіталу та формуванні екологічно орієнтованої поведінки мешканців.

2. Міський простір Івано-Франківська демонструє високий рівень інтеграції нематеріального виміру в політику і практику сталого розвитку. Через такі документи, як Програма охорони навколишнього природного середовища Івано-Франківської МТГ на 2021-2025 роки, Програма охорони довкілля Івано-Франківської області до 2025 року та Концепція розвитку зеленої інфраструктури до 2035 року, нематеріальні чинники інституціоналізуються у вигляді поведінкових, комунікаційних і освітніх компонентів екологічної політики міста.

3. Партисипативні інструменти, зокрема, бюджет участі, платформи «Тепле Місто» та Promprylad.Renovation – стали механізмами матеріалізації довіри й локальної ідентичності. Вони транслюють колективні цінності громади в реальні просторові рішення: від екологічних мікропроєктів до ревіталізованих урбан-просторів. Така модель співуправління зміцнює соціальну згуртованість і підвищує якість міського середовища.

4. Система моніторингу сталого розвитку міста потребує інтеграції «жорстких» екологічних показників із «м’якими» соціокультурними індикаторами. Показники участі громади, рівень довіри, кількість екологічних ініціатив і ступінь символічного залучення до публічних просторів повинні

розглядатися нарівні з екологічними метриками – площею зелених насаджень, якістю повітря, станом водних ресурсів тощо.

5. Наукова й практична значущість дослідження полягає у доведенні того, що ефективність екологічної політики неможлива без врахування нематеріального потенціалу міста. Його визнання на рівні стратегічного планування, проєктування й управління простором формує нову парадигму урбаністичного розвитку, у центрі якої – людина, її культура, цінності та відповідальність перед довкіллям.

Використана література:

1. Бюджет участі у Івано-Франківській МТГ. https://if.pb.org.ua/.
2. Габрель М.М. Просторова організація містобудівних систем. Київ: Видавничий дім А.С.С., 2004. 400 с.
3. Габрель М.М. Просторовий підхід до обґрунтування архітектурних рішень: навч. посібн. / упорядкували М.М. Габрель, М.М. Габрель. Львів: СПОЛОМ, 2016. 284 с.
4. Габрель М.М., Габрель Т.М. Косьмій М.М., Духовний комфорт міста як урбаністичний феномен і система сенсів. *Просторовий розвиток : наук.–техн. зб*. Київ : КНУБА, 2023. №3. С. 173–196.
5. Дьомін М.М., Габрель М.М., Косьмій М.М., Габрель Т.М. Теоретичні та методичні основи ревіталізації поствоєнного простору та обґрунтування шляхів розвитку України: нематеріальний контекст. *Просторовий розвиток : наук.–техн. зб*. Київ : КНУБА, 2024. Вип. 10. С. 3–29.
6. Жирак Р.М. Феномен життєстійкості як складова розвитку урбоекосистем. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*: *наук. – техн. збірник* / відпов. ред. В.В. Товбич. Київ: КНУБА, 2022. Вип. 64. С. 179–194.
7. Жирак Р.М. Екологічний підхід до просторової організації населених пунктів рекреаційного профілю Карпат. // *Науково–технічний збірник. «Комунальне господарство міст», серія: технічні науки та архітектура*. Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. 2024. Том 6. Випуск №187. С. 81–87.
8. Концепція розвитку зеленої інфраструктури Івано-Франківської громади до 2035 року. https://strategy.if.ua/#about.
9. Косьмій М.М. Нематеріальні чинники в просторовій організації та розвитку міст. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2020. Вип. 56. С. 218–233. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2020_56_19.
10. Косьмій М.М. Нематеріальне в урбаністиці XXI століття. *Науково–технічний збірник. «Містобудування та територіальне планування»*. Київський національний університет будівництва і архітектури. 2021. Вип. 78. С. 276–289.
11. Кучерявий В.П. Урбоекологія. Львів: вид–во Світ, 1999. 320 с.

12. Мусієздов О.О. Міська ідентичність у (пост)сучасному суспільстві: український досвід : [монографія] / О.О. Мусієздов – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 348 с.

13. Посацький Б.С. Основи урбаністики Львів: Вид–во НУ Львівська політехніка, 1997. Ч. 1. 116 с.

14. Програма охорони навколишнього природного середовища Івано-Франківської міської територіальної громади на 2021-2025 роки. https://business.ivano-frankivsk.ua/local-taxes-and-fees/miscevi-normativno-pravovi-akti-regulyatorni-akti-dlya-biznesu/programa-ohoroni-navkolishnogo-prirodnogo-seredovisha-ivano-frankivskoyi-miskoyi.

15. Програма охорони довкілля Івано-Франківської області до 2025 року. https://www.if.gov.ua/storage/app/sites/24/documentu-2022/programa_ohorony_navkolyshnogo_seredovysha_11111.pdf.

16. Стратегія розвитку Івано–Франківської області на 2021–2027 роки. https://www.if.gov.ua/strategiya–rozvitku–ivano–frankivskoyi–oblasti.

17. Тепле місто. https://warm.if.ua/.

18. Beatley T. *Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning.* Washington DC : Island Press, 2011. 225 p.

19. European Council of Spatial Planners. https://ectp-ceu.eu/.

20. Gehl J. Cities for People / Jan Gehl. – Washington, DC : Island Press, 2010. – 288 p.

21. Green Cities Initiative, 2022. https://award.thegreencities.eu/award-2022/.

22. Interreg Next Польща-Україна 2021-2027. https://invest-if.com/mizhnarodni-proyekti-ta-grantovi-mozhlivosti/na-stadiyi-realizaciyi/programa-interreg-next-polsha-ukrayina-2021-2027-golovnij-pa.

23. Lefebvre H. *The Production of Space.* Oxford : Blackwell, 1991. 454 p. https://monoskop.org/images/7/75/Lefebvre_Henri_The_Production_of_Space.pdf.

24. Lewicka M. Place attachment: How far have we come in the last 40 years? *Journal of Environmental Psychology.* 2011. Vol. 31, No. 3. P. 207–230. DOI: 10.1016/j.jenvp.2010.10.001

25. Nature-Based Solutions for Cities. https://www.researchgate.net/publication/373043794_Nature-based_Solutions_for_Cities.

26. OECD Economic Outlook. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-outlook/volume-2022/issue-1_62d0ca31-en.html.

27. Promprylad. Renovation. https://promprylad.ua/ua/.

28. Qi,J., Mazumdar, S. & Vasconcelos, A.C. Understanding the Relationship between Urban Public Space and Social Cohesion: A Systematic Review. *Int. Journal of Com. WB* **7**, 155–212 (2024). https://doi.org/10.1007/s42413-024-00204-5

29. Song L., Zhang J., Liu Y. et al. Research on the Evaluation of Cultural Ecosystem Services. *Sustainability.* 2023. Vol. 15, No. 15. Article 11964. DOI: 10.3390/su151511964

30. Tandarić N. Can we plan for urban cultural ecosystem services? *Journal of Urban Ecology.* 2020. Vol. 6, Issue 1. Article juaa016. DOI: 10.1093/jue/juaa016

31. The European Green Deal (2020). https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

32. Tuan Y.-F. *Space and Place: The Perspective of Experience.* Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977. 235 p. https://www.academia.edu/19846369/Yi_Fu_Tuan_Space_and_Place.

33. UN–Habitat. Urban Resilience Profiling Tool. Nairobi: UN–Habitat, 2018. URL: https://urbanresiliencehub.org/wp–content/uploads/2018/02/CRPT–Guide.pdf

34. Urban Heritage for Resilience. https://unesdoc.unesco.org/search/N-EXPLORE-abbeb81e-ea90-4c9d-8ffc-3f3c8bb06b05.

Professor **Mykhailo Kosmii**, PhD **Ruslan Zhyrak**,
University of King Danylo, Ivano-Frankivsk

THE INFLUENCE OF INTANGIBLE FACTORS ON THE FORMATION OF AN ECOLOGICALLY BALANCED URBAN ENVIRONMENT ON THE EXAMPLE OF IVANO-FRANKIVSK

The article examines the influence of intangible factors on the formation of an ecologically balanced urban environment. Based on the analysis of policy documents, spatial projects and initiatives of the city of Ivano-Frankivsk, it is shown that the integration of the sociocultural dimension is a necessary condition for the sustainable development of urbanised systems. The main functions of intangible factors (motivational, coordinative, adaptive, cultural-identification) and their influence on the behavioural patterns of residents are identified. It is substantiated that the effectiveness of environmental policy depends not only on material decisions, but also on the level of trust, community participation and symbolic understanding of space. The results of the study show that in Ivano-Frankivsk, the intangible potential of the city is gradually being transformed into management tools that strengthen urban ecological sustainability and a culture of cooperation.

The article examines the influence of intangible factors on the formation of an ecologically balanced urban environment. Based on an analysis of policy documents, 1. Intangible factors are a key system-forming element of sustainable urban development. They combine the socio-cultural, behavioural and value aspects of urban life with material and spatial components, forming a holistic urban ecological system. Their influence is manifested in the growth of environmental awareness, the development of local identity, the strengthening of social capital and the formation of environmentally oriented behaviour among residents.

The urban space of Ivano-Frankivsk demonstrates a high level of integration of the intangible dimension into sustainable development policy and practice. Through

documents such as the Ivano-Frankivsk MTG Environmental Protection Programme for 2021-2025, the Ivano-Frankivsk Region Environmental Protection Programme until 2025, and the Green Infrastructure Development Concept until 2035, intangible factors are institutionalised in the form of behavioural, communication, and educational components of the city's environmental policy.

The city's sustainable development monitoring system needs to integrate ‘hard’ environmental indicators with ‘soft’ socio-cultural indicators. Indicators of community participation, trust levels, the number of environmental initiatives, and the degree of symbolic involvement in public spaces should be considered on a par with environmental metrics such as green space area, air quality, water resources, etc.

The scientific and practical significance of the study lies in proving that effective environmental policy is impossible without taking into account the intangible potential of the city. Its recognition at the level of strategic planning, design and space management forms a new paradigm of urban development, at the centre of which is the human being, their culture, values and responsibility to the environment.

Keywords: intangible factors; sustainable development; urban ecology; urban environment; spatial development; Ivano-Frankivsk.

REFERENCES:

1. Biudzhet uchasti u Ivano-Frankivskii MTH https://if.pb.org.ua/ {in Ukrainian}

2. Habrel M.M. Prostorova orhanizatsiia mistobudivnykh system. Kyiv: Vydavnychyi dim A.S.S., 2004. 400 s. {in Ukrainian}

3. Habrel M.M. Prostorovyi pidkhid do obgruntuvannia arkhitekturnykh rishen: navch. posibn. / uporiadkuvaly M.M. Habrel, M.M. Habrel. Lviv: SPOLOM, 2016. 284 s. {in Ukrainian}

4. Habrel M.M., Habrel T.M. Kosmii M.M., Dukhovnyi komfort mista iak urbanistychnyi fenomen i systema sensiv. Prostorovyi rozvytok : nauk.–tekhn. zb. Kyiv : KNUBA, 2023. №3. S. 173–196. {in Ukrainian}

5. Domin M.M., Habrel M.M., Kosmii M.M., Habrel T.M. Teoretychni ta metodychni osnovy revitalizatsii postvoiennoho prostoru ta obgruntuvannia shliakhiv rozvytku Ukrainy: nematerialnyi kontekst. Prostorovyi rozvytok : nauk.–tekhn. zb. Kyiv : KNUBA, 2024. Vyp. 10. S. 3–29. {in Ukrainian}

6. Zhyrak R.M. Fenomen zhyttiestiikosti iak skladova rozvytku urboekosystem. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia: nauk. – tekhn. zbirnyk / vidpov. red. V. V. Tovbych. Kyiv: KNUBA, 2022. Vyp. 64. S. 179–194. {in Ukrainian}

7. Zhyrak R.M. Ekolohichnyi pidkhid do prostorovoi orhanizatsii naselenykh punktiv rekreatsiinoho profiliu Karpat. // Naukovo–tekhnichnyi zbirnyk. «Komunalne hospodarstvo mist», seriia: tekhnichni nauky ta arkhitektura. Kharkivskyi

natsionalnyi universytet miskoho hospodarstva imeni O. M. Beketova. 2024. Tom 6. Vypusk №187. S. 81–87. {in Ukrainian}

8. Kontseptsiia rozvytku zelenoi infrastruktury Ivano-Frankivskoi hromady do 2035 roku https://strategy.if.ua/#about {in Ukrainian}

9. Kosmii M.M. Nematerialni chynnyky v prostorovii orhanizatsii ta rozvytku mist. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. 2020. Vyp. 56. S. 218–233. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2020_56_19 {in Ukrainian}

10. Kosmii M.M. Nematerialne v urbanistytsi KhKhI stolittia. Naukovo–tekhnichnyi zbirnyk. «Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia». Kyivskyi natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury. 2021. Vyp. 78. S. 276–289. {in Ukrainian}

11. Kucheriavyi V.P. Urboekolohiia. Lviv: vyd–vo Svit, 1999. 320 s. {in Ukrainian}

12. Musiiezdov O.O. Miska identychnist u (post)suchasnomu suspilstvi: ukrainskyi dosvid: [monohrafiia] / O. O. Musiiezdov – Kh. : KhNU imeni V. N. Karazina, 2016. – 348 s. {in Ukrainian}

13. Posatskyi B.S. Osnovy urbanistyky Lviv: Vyd–vo NU Lvivska politekhnika, 1997. Ch. 1. 116 s. {in Ukrainian}

14. Prohrama okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha Ivano-Frankivskoi miskoi terytorialnoi hromady na 2021-2025 roky https://business.ivano-frankivsk.ua/local-taxes-and-fees/miscevi-normativno-pravovi-akti-regulyatorni-akti-dlya-biznesu/programa-ohoroni-navkolishnogo-prirodnogo-seredovisha-ivano-frankivskoyi-miskoyi {in Ukrainian}

15. Prohrama okhorony dovkillia Ivano-Frankivskoi oblasti do 2025 roku https://www.if.gov.ua/storage/app/sites/24/documentu-2022/programa_ohorony_navkolyshnogo_seredovysha_11111.pdf {in Ukrainian}

16. Stratehiia rozvytku Ivano–Frankivskoi oblasti na 2021–2027 roky https://www.if.gov.ua/strategiya–rozvitku–ivano–frankivskoyi–oblasti {in Ukrainian}

17. Teple misto https://warm.if.ua/ {in Ukrainian}

18. Beatley T. Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning. Washington DC : Island Press, 2011. 225 p. {in English}

19. European Council of Spatial Planners https://ectp-ceu.eu/ {in English}

20. Gehl J. Cities for People / Jan Gehl. – Washington, DC : Island Press, 2010. – 288 p. {in English}

21. Green Cities Initiative, 2022 https://award.thegreencities.eu/award-2022/ {in English}

22. Interreg Next Polshcha-Ukraina 2021-2027 https://invest-if.com/mizhnarodni-proyekti-ta-grantovi-mozhlivosti/na-stadiyi-

realizaciyi/programa-interreg-next-polsha-ukrayina-2021-2027-golovnij-pa {in Ukrainian}

23. Lefebvre H. The Production of Space. Oxford : Blackwell, 1991. 454 p. https://monoskop.org/images/7/75/Lefebvre_Henri_The_Production_of_Space.pdf {in English}

24. Lewicka M. Place attachment: How far have we come in the last 40 years? Journal of Environmental Psychology. 2011. Vol. 31, No. 3. P. 207–230. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.10.001 {in English}

25. Nature-Based Solutions for Cities https://www.researchgate.net/publication/373043794_Nature-based_Solutions_for_Cities {in English}

26. OECD Economic Outlook https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-outlook/volume-2022/issue-1_62d0ca31-en.html {in English}

27. Promprylad. Renovation https://promprylad.ua/ua/ {in Ukrainian}

28. Qi,J., Mazumdar, S. & Vasconcelos, A.C. Understanding the Relationship between Urban Public Space and Social Cohesion: A Systematic Review. Int. Journal of Com. WB 7, 155–212 (2024). https://doi.org/10.1007/s42413-024-00204-5 {in English}

29. Song L., Zhang J., Liu Y. et al. Research on the Evaluation of Cultural Ecosystem Services. Sustainability. 2023. Vol. 15, No. 15. Article 11964. https://doi.org/10.3390/su151511964 {in English}

30. Tandarić N. Can we plan for urban cultural ecosystem services? Journal of Urban Ecology. 2020. Vol. 6, Issue 1. Article juaa016. https://doi.org/10.1093/jue/juaa016 {in English}

31. The European Green Deal (2020) https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en {in English}

32. Tuan Y.-F. Space and Place: The Perspective of Experience. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977. 235 p. https://www.academia.edu/19846369/Yi_Fu_Tuan_Space_and_Place {in English}

33. UN–Habitat. Urban Resilience Profiling Tool. Nairobi: UN–Habitat, 2018. https://urbanresiliencehub.org/wp–content/uploads/2018/02/CRPT–Guide.pdf {in English}

34. Urban Heritage for Resilience https://unesdoc.unesco.org/search/N-EXPLORE-abbeb81e-ea90-4c9d-8ffc-3f3c8bb06b05 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.181-193
УДК 711.712
к. арх., доцент **Мерилова І.О.,**
iryna.merylova@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5375-1359,
Український державний університет науки та технології,
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»,
д. екон. н., професор **Безугла Л.С.,**
bezuhla.l.s@nmu.one, ORCID ID: 0000-0002-6520-4325,
к. екон. н., доцент **Бєлобородова М.В.**,
bieloborodova.m.v@nmu.one, ORCID ID: 0000-0001-8329-7679,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

КОНЦЕПЦІЯ «WETLAND PARK» ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕНОВАЦІЇ ЗАТОПЛЕНИХ КАР'ЄРІВ ПРИДНІПРОВ'Я

Стаття обґрунтовує концепцію реновації постіндустріальних територій Придніпров'я у форматі «Wetland Park» та демонструє її на прикладі затопленої чаші Костянтинівського вугільного розрізу. Методичний апарат поєднує порівняльно-нормативний аналіз і просторово-аналітичні ГІС-методи (модель рельєфу, покрив/землекористування, мережеву доступність та ін). Проаналізовано міжнародний досвід трансформації кар'єрних чаш і зон просідання у Німеччині, Великій Британії, Чехії та Китаї, аналіз використано для звірки принципів і підтвердження відтворюваності проєктної пропозиції. Узагальнено п'ять планувальних принципів реновації промислових територій на основі формування концепції «Wetland Park». Запропоновано концептуальне рішення для реновації Костянтинівського розрізу, яке включає каскад біолагун, локальні платформи та музейний індустріальний маршрут біля збережених промислових об'єктів. Запропоноване рішення забезпечує керовану рекреацію, зменшує екологічні ризики і може масштабуватися на інші об'єкти промисловості Придніпровського регіону.

Ключові слова: постіндустріальна реновація; wetland park; природоорієнтовані рішення; гідрологічний баланс; ГІС-аналіз; індустріальна спадщина.

Постановка проблеми. Рекреаційний потенціал Придніпровського регіону розглядається як похідна структурної трансформації індустріальної економіки та формування значних територій повторного освоєння. Попри наявність у регіоні значного масиву придатних для реновації постіндустріальних територій (затоплені кар'єри, вивільнені виробничі

майданчики, складсько-колійні коридори тощо), їх перетворення на рекреаційні простори стикається з низкою взаємопов'язаних проблем:

а). гідрогеологічні ризики й екологічна спадковість, що потребують природоорієнтованих заходів водного менеджменту та ремедіації;

б). фрагментована доступність і дефіцит безбар'єрних зв'язків із населеними пунктами;

в). брак узгодженої програмно-просторової моделі та зрозумілого операційного режиму (управління, утримання, безпека, доступ).

Сукупність цих питань формує науково-практичне завдання: розробити відтворювану концепцію реновації постіндустріальних водойм Придніпров'я, яка поєднує зниження екологічних ризиків, мережеву доступність та регламент етапної реалізації й експлуатації.

Мета дослідження: запропонувати модель реновації затоплених кар'єрів Придніпров'я на засадах концепції «Wetland Park» для подальшого рекреаційного використання.

Методичний апарат. Представлене дослідження поєднує порівняльно-нормативний аналіз і просторово-аналітичні ГІС-методи для постіндустріальних територій Придніпров'я (QGIS; ArcGIS; GRASS; SAGA для рельєфу і стоків; статистичні розрахунки; супутникові знімки, векторні шари землекористування і транспортної мережі; демографічні дані та ін.). Представлений набір геоданих узгоджує базову ситуаційну картину території з морфологією рельєфу та узагальненими шарами землекористування, забезпечуючи багатошарову інтерпретацію для обґрунтування проєктних рішень [4, 8, 9, 12, 14].

Так, наприклад, на зображенні рис. 1.А подано топографо-планувальний каркас у прив'язці до наявної дорожньо-вуличної та колійної мережі з населеними пунктами, дорогами, лісосмугами й водними об'єктами. У центрі фіксується затоплена чаша кар'єру з островом і техногенними ділянками. Цей шар використовується як опорний для мережевого аналізу доступності (вузли входів, зв'язки з найближчими зупинками громадського транспорту та ін..), а також для виявлення лінійних бар'єрів (насамперед залізничного коридору) та можливих зон під нові пішохідно-велосипедні перетини.

Зображення на рис. 1:D демонструє цифрову модель рельєфу з узагальненою шкалою висот (0–50 м), яка проявляє мікрорельєфні депресії, брівки відвалів і природні вододіли. Дана модель рельєфу є ключовою для гідрологічного читання території: за її даними локалізуються сектори акумуляції поверхневого стоку, лінії потенційних переливів та ділянки підвищеного ерозійного ризику. Саме ці місця обрано для каскадів біолагун,

дощових садів і «м’якого» берегоукріплення, а колишні відвали можуть бути використані як коридори оглядових маршрутів.

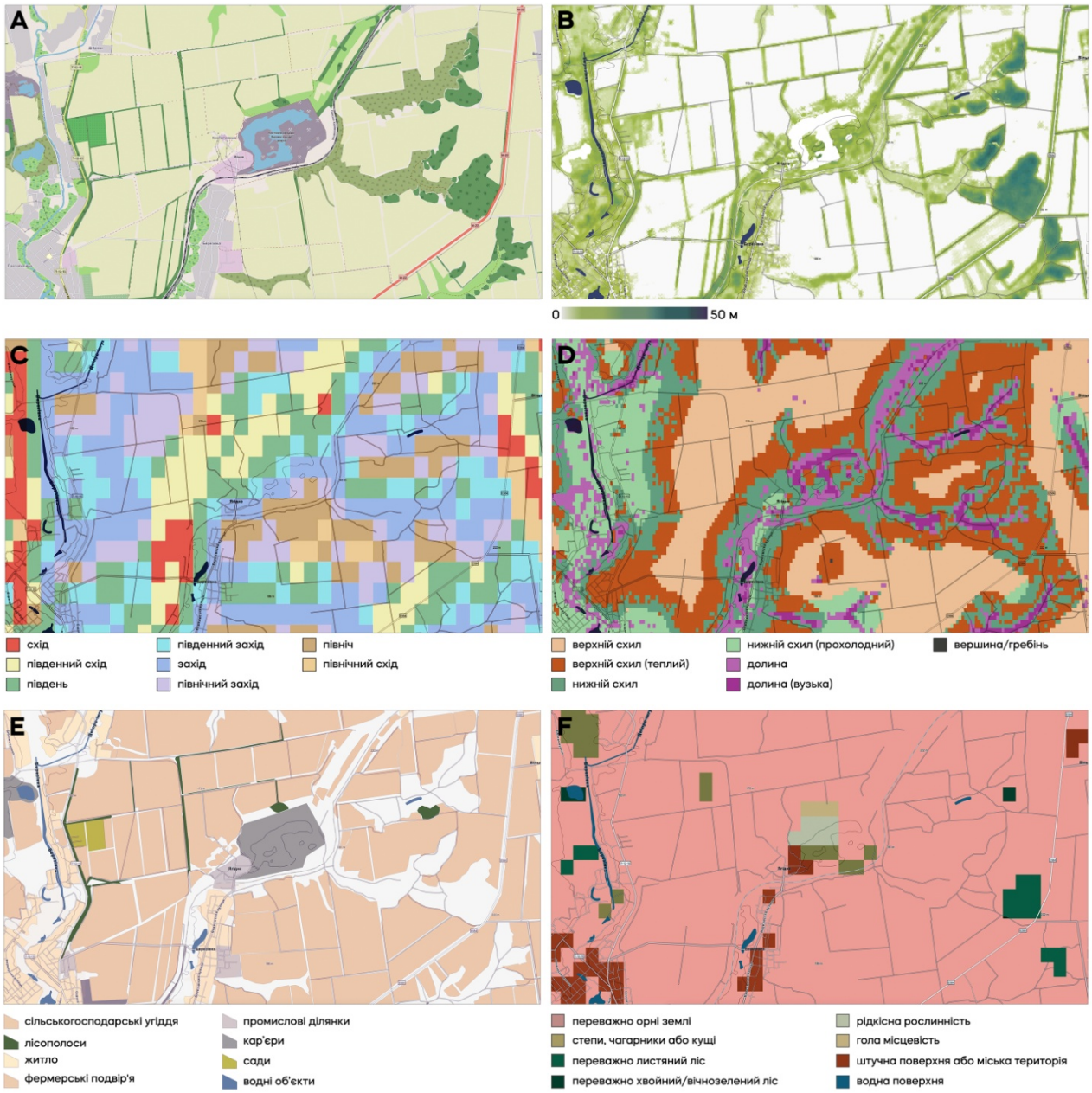


Рис. 1. Просторово-аналітичний аналіз ділянки Костянтинівського вугільного розрізу Олександрійського району Кіровоградської області: A - функціональне зонування території; B - висота рослинного покриву; C - напрями схилів рельєфу; D - екологічно релевантна геоморфологія (форми рельєфу); E – землекористування; F - типізація рослинного покриву.

Зображення на рис. 1:E відображає класифікацію землекористування в безпосередньому оточенні: домінує аграрна матриця (рілля), доповнена лісосмугами та розсіяними осередками садів; позначено житлові плями сільської забудови, фермерські подвір’я, водні дзеркала, промислові ділянки й кар’єри (включно з цільовою чашею). Просторова конфігурація цього шару пояснює нинішню фрагментацію рекреаційних зв’язків і водночас задає

потенційні «степінґ-стоунс» (термін з ландшафтної екології, який означає невеликі острівці екологічного середовища, що слугують проміжними пунктами для переміщення видів між більшими ядрами екологічної мережі) для зелених коридорів: лісосмуги працюють як біологічні та візуальні ребра променада, а дрібні водойми - як допоміжні точки гідроекологічної мережі.

На зображенні рис.1:F подано узагальнений покрив земної поверхні (за типами: переважно орні землі; степи/чагарники/кущі; листяні та хвойні/вічнозелені ліси; рідкісна рослинність; гола місцевість; штучні поверхні/міські території; водна поверхня). Така рекласифікація дозволяє оцінити ступінь «жорсткості» ландшафтної матриці та виявити осередки, придатні для швидкого відновлення природних біотопів (мозаїки лучно-очеретяних угідь у прибережній зоні кар'єру та на прилеглих цілинах).

У сукупності шість шарів забезпечують безперервну логіку роботи: ситуаційний каркас (A) дає контекст щодо мережі й бар'єрів середовища; висота рослинності (B) відображає зони тонізації, вітрозахисту та орнітологічні маршрути; аспекти рельєфу (C) закладають експозиційну політику маршрутів; форми рельєфу (D) фіксують місця буферних втручань і стабілізації схилів; землекористування (E) виявляє конфлікти та сумісність функцій; типи покриву (F) ілюструють потенціал екологічної реабілітації. Саме перетин долинних депресійних смуг (D), кар'єрної чаші (A) і осередків покривів (F) визначає першу чергу природоорієнтованих рішень (біолагуни, дощові сади, «м'який» берег), тоді як лісосмуги та гребені відвалів (E, D) формують кільцевий маршрут, оглядові зони та безбар'єрні входи з боку найближчих поселень.

Нормативно-правова база представленого дослідження охоплює чинні закони України (про регулювання містобудівної діяльності; про оцінку впливу на довкілля; про стратегічну екологічну оцінку), а також профільні ДБН щодо планування територій, складу та змісту проєктної документації, санітарно-захисних розривів, доступності та благоустрою.

Виклад основного матеріалу. У міському плануванні «Wetland Park» трактується як відновлена водно-болотна територія («водно-болотні парки», «водно-болотні угіддя»), яка поєднує екосистемні послуги (очищення стоків, утримання або уповільнення води, підсилення біорізноманіття) з регламентованою рекреацією та інтерпретацією ландшафту. Як інституційна категорія цей термін був введений у проєктну практику в Китаї в середині 2000 рр. у межах державної програми створення мережі відповідних національних парків (першим об'єктом став «Xixi National Wetland Park», Ханчжоу, 2005 р.). Це надалі задало еталон управління та проєктної документації для міських водно-болотних та порушених промисловістю територій.

У концептуально-методичному та технологічному вимірах поняття спирається на підхід «Treatment Wetlands» - тобто на штучно влаштовані або відновлені ділянки водно-болотної рослинності, які працюють як природні очисні системи для дощових, дренажних чи слабко забруднених стоків (поверхневі лагуни, підповерхневі фільтрувальні касети, гібридні схеми). Цей підхід укорінений у класичних джерелах з екології та гідрології боліт і задає базові параметри проєктування: глибини, гідравлічні навантаження, час утримання води, послідовність каскадів, типи субстратів і добір гігрофітів [7, 11].

На рівні практичних стандартів застосовуються рамки SuDS (сталі системи відведення дощових вод) і Nature-based Solutions (природоорієнтовані рішення), що формалізують етапи планування та перевірки: аналіз водозбору й пікових витрат; структурована прибережна «буферна» смуга; берегозахист; вимоги до доступності й безпеки; моніторинг якості води та стану насаджень; експлуатаційні регламенти (огляди, прочищення, догляд за рослинами). Ці рамки кодифіковані у керівництві CIRIA C753 (SuDS Manual) та Глобальному стандарті IUCN для NbS, які надають критерії проєктної якості та верифікації результатів [5, 16]. Водночас у постпромислових середовищах (зонах просідання від підземного видобутку та чашах відкритих розрізів та кар'єрів) концепція «Wetland Park» набуває статусу інструмента рекультивації з відтворюваною програмою рекреації та індустріальної інтерпретації.

Показовими є китайські приклади «Pan'an Lake National Wetland Park» у Сюйчжоу - це перший в країні «Wetland Park», спеціально створений для екологічного відновлення найбільшої в місті зони просідання від вуглевидобутку [17]. Комплементарним є приклад «Jiuli Lake National Ecological Wetland Park» (Сюйчжоу), де за підсумками урядової програми 2007-2013 рр. озеро просідання (деформація ґрунтової товщі землі) набуло статусу національного екологічного парку (водне дзеркало ≈3,5 км²) [15].

На регіональному рівні репрезентативним є німецький досвід «Lausitzer Seenland» на основі програми «IBA Fürst-Pückler-Land (2000-2010 рр.)», що конвертувала систему буровугільних чаш у мережу озер з презентаційними майданчиками, рекреаційними коридорами та індустріальною спадщиною [6]. У британському контексті колишній відкритий розріз «St. Aidan's» трансформовано у великий водно-болотний резерват під управлінням RSPB (Королівське товариство охорони птахів) [13]. До центральноєвропейських аналогів належить «Jezero Most» у Чехії – це гідрологічно керована чаша буровугільного кар'єру, рекультивована як водно-рекреаційний ландшафт із природоорієнтованою політикою берегів і туристичною програмою [10].

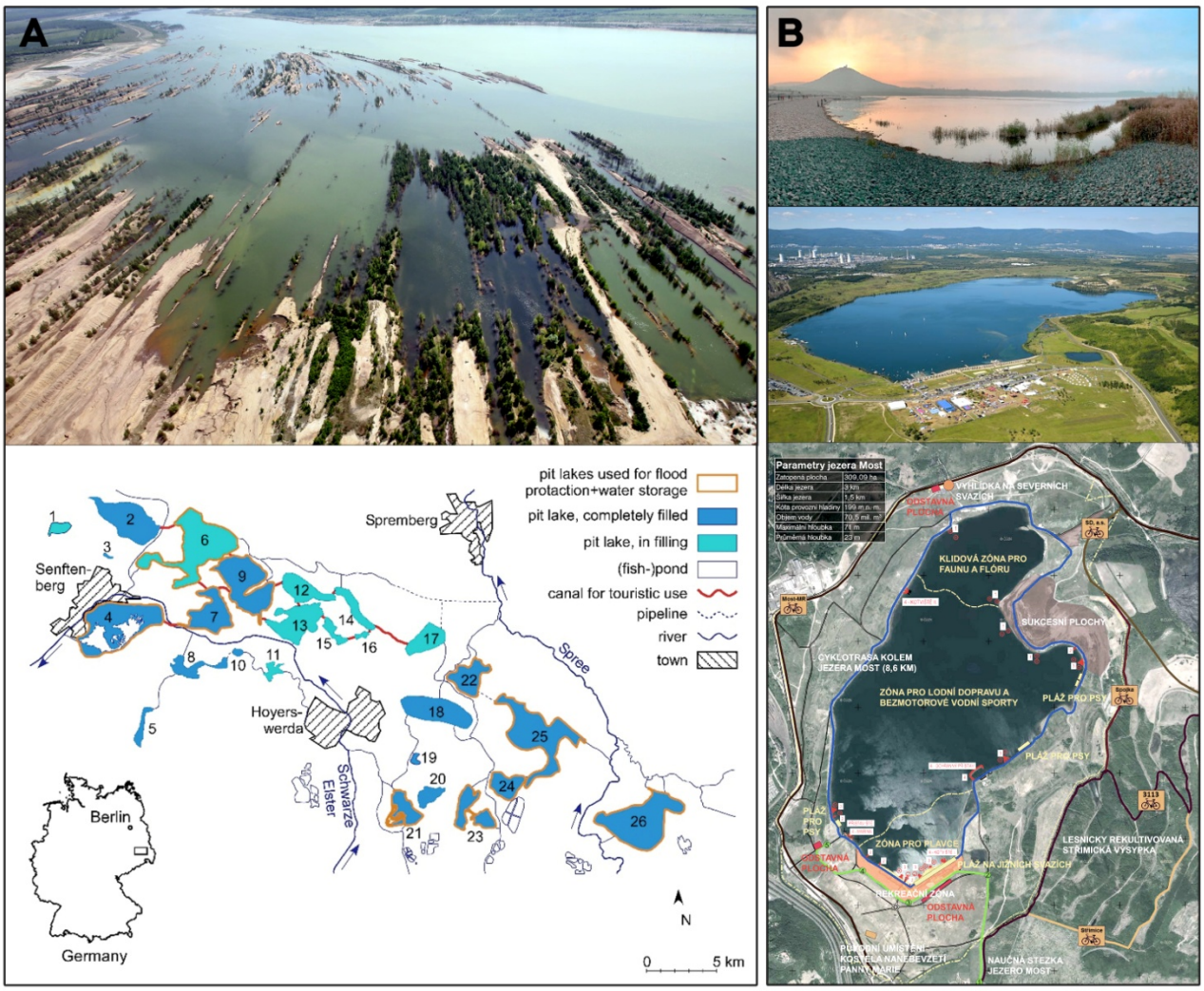


Рис. 2. Світовий досвід впровадження концепції «Wetland Park» на колишніх промислових територіях: A - Lausitzer Seenland, Німеччина; B - Jezero Most, Чехія.

Сучасний огляд наукових джерел підтверджує, що чаші відпрацьованих кар'єрів і озера просідання, за умов керованого водного балансу, контролю якості води та стабілізації схилів, можуть ставати осередками природоорієнтованих рекреаційних парків, при цьому рекомендовано віддавати перевагу пасивним технологіям очищення й управління ризиками, із чітким визначенням «кінцевого використання» водойми ще на етапі закриття промислового виробництва [16]. Для таких локацій концепція «Wetland Park» працює як гібридна модель: природне або техногенне водне ядро доповнюється прибережними каскадами біоочищення, «м'яким» берегозахистом, настилами та платформами, що забезпечують контрольовану взаємодію відвідувача з водою без деградації берегів.

Для подальшого викладу в статті введено робочі принципи, що переводять теорію й приклади у конкретні планувальні рішення для постпромислових водойм [3, 5, 16, 17].

«Принцип гідрологічного пріоритету» - усі планувальні рішення підпорядковуються балансу води в чаші кар'єра: визначаються робочі рівні, притоки та скиди рівня вод, інфільтрація й випаровування; лише після цього задаються рекреаційні сценарії та розміщуються об'єкти. Такий порядок мінімізує вторинне забруднення, ерозію схилів і ризики підтоплення.

«Принцип прибережного попереднього очищення» - зливові й поверхневі стоки перехоплюються й очищуються в буферній смузі до потрапляння у головну чашу через природоорієнтовані елементи (біолагуни, дощові сади, зелені канави, інфільтраційні ложі), організовані як безперервний ланцюг.

«Принцип м'якого берега» - стабілізація виконується переважно біоінженерними засобами (фасціни, геомати, гігрофітні пояси) з урахуванням ухилів і експозицій; жорсткі облицювання застосовуються лише точково з міркувань безпеки та експлуатації.

«Принцип просторового регламенту» - мережа маршрутів виступає в якості інструменту охорони берегової лінії, забезпечуючи безбар'єрність та нормативні ухили.

«Принцип інтеграції індустріальної спадщини» - збережені промислові об'єкти та промислова техніка включаються в музейно-освітній маршрут як опорні точки інтерпретації процесу «видобуток-консервація-відновлення» [6].

У межах даного дослідження, методом експериментального проєктування запропоновано реновацію території затопленої чаші кар'єру Костянтинівського вугільного розрізу на засадах наведених вище принципів концепції «Wetland Park». Ділянка розташована в адміністративних межах Олександрійського району Кіровоградської області, між залізничними станціями Лікарівка та Користівка, поблизу сіл Березівка та Ягідне.

В історичному контексті, буровугільна промисловість Олександрійського району формувалася як буровугільний вузол із другої половини XIX ст.: розвиток залізничної мережі (напрямок Харків-Миколаїв через с. Користівка, подальше прокладання гілок у напрямку П'ятихаток) сприяв швидкій індустріалізації та містоутворенню. Пік видобутку бурого вугілля припав на кінець 1980-х; працювали кілька розрізів і шахт, а також переробні підприємства. Костянтинівський розріз введений в експлуатацію у 1987 р. (станом на 2000 рр. показники видобутку перевищували 1 млн. т вугілля на рік). Після 2010 р. промисловий видобуток було припинено, кар'єр покинуто без належної консервації, чаша кар'єру поступово заповнилась ґрунтовими водами. На майданчику залишилися важкі роторні екскаватори, що сформувало відомий «індустріальний» образ ландшафту, який нині приваблює внутрішніх туристів [1].

Конфігурація кар’єру являє собою Р-образне водне дзеркало з острівцем посередині, загальною площею 2,34 га. Рівні забезпечення доступності на основі геоінформаційних даних: пішохідні - середні, громадський транспорт, велоінфраструктура й безбар’єрність - низькі. За морфологічними ознаками та гідрологією, кар’єр має чашоподібну геометрію із затопленням від ґрунтових та атмосферних вод. Локальний вододіл проходить по брівках відвалів. Природні притоки відсутні або є епізодичними. Існують ризики підтоплення окремих бровок. Спостерігається ерозія відкритих схилів.

Головний лінійний бар’єр – це залізничний коридор, що відтинає прямі зв’язки з населеним пунктом з південного боку; автомобільна доступність здійснюється локальними під’їздами від найближчих сіл (Березівка, Ягідне) та районних доріг. Початкові «низькі» індикатори доступності вело- та громадського транспорту, а також відсутність безбар’єрності формують завдання першої черги: безпечні входи, променада-кільце, локальні вело маршрути, інтеграція з найближчими зупинками громадського транспорту.

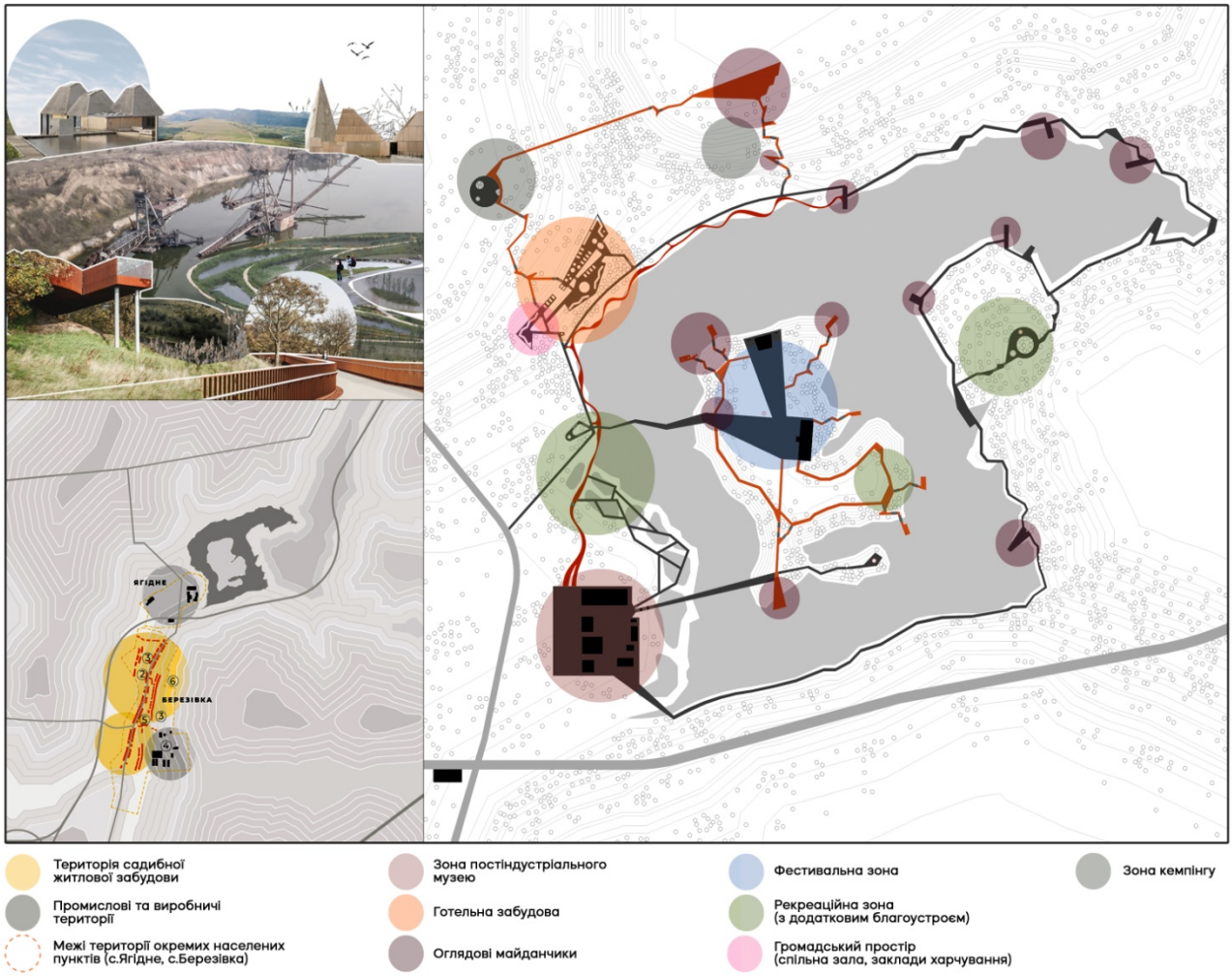


Рис. 3. Концептуальний проєкт реновації Костянтинівського розрізу на засадах концепції «Wetland Park»

Концепція формує водне ядро парку з буферною прибережною смугою та опорним кільцевим маршрутом верхніми терасами. Кільце маршруту має радіальні виходи до води, зв'язує три входи (північний, західний, східний), мінімізує перетини з крутими схилами та задає логіку етапності. Зонування прив'язане до рельєфу. Ядром виступає водне дзеркало з різними видами активностей. Уздовж прибережної смуги формується ланцюжок природоорієнтованих елементів попереднього очищення (біолагуни, дощові сади, зелені канави) і маршрути коротких оглядів. На гребенях відвалів закладено основний транзит та оглядові майданчики короткого відпочинку. Технічні під'їзди винесені за межі прибережної зони [2].

Музейний маршрут організовано як послідовність точок біля збережених індустріальних об'єктів. Кожна точка має короткий підхід, невеликий оглядовий майданчик і огородження. На ділянках з малою шириною проходу передбачено односторонній рух. Дві панорамні точки на брівках забезпечують огляд кар'єрної чаші та промислових ландшафтів [2].

Економіка проєкту спирається на помірні витрати утримання та стабільне відвідування: природоорієнтовані рішення (біолагуни, дощові сади, «м'який» берег) зменшують потребу в складному догляді, а впорядковані стежки, оглядові майданчики й музейний маршрут формують сталий потік відвідувачів. Територія спроєктована для цілорічного відпочинку, для щоденних коротко- та довгострокових прогулянок і коротких навчальних візитів, у вихідні - для екскурсій з прив'язкою до об'єктів індустріальної спадщини Придніпров'я. В опорних вузлах можливі базові сервіси малого бізнесу (екскурсії, прокат, харчування), що підтримає обіг коштів на місці. Поліпшена доступність і навігація зроблять простір зручним для різних груп населення, а закладені прийоми легко відтворюються на інших затоплених кар'єрах регіону.

Висновки. Дослідження підтвердило, що концепція «Wetland Park» є придатним інструментом реновації затоплених кар'єрів Придніпров'я за умови підпорядкування рішень водному режиму та прибережним природоорієнтованим заходам. Інтегрований ГІС-аналіз шести шарів (ситуаційний каркас, висота рослинності, аспекти схилів, форми рельєфу, землекористування, типи покриву) дав змогу локалізувати зони акумуляції стоку, визначити коридори руху та місця буферних втручань.

Для Костянтинівського розрізу сформовано чіткий просторовий каркас: кільцева променада верхніми терасами із радіальними виходами до води, каскад біолагун і дощових садів у прибережній смузі, локальні платформи у точках контакту, музейний маршрут біля збережених промислових об'єктів. Таке рішення сумісне з геоморфологією ділянки, воно зменшує ерозійні ризики, обмежує навантаження на крихкі береги та забезпечує безбар'єрний рух для

відвідувачів. Модель може бути масштабована на інші затоплені кар'єри Придніпровського регіону за однаковою логікою: вивчення геоданних, буферне очищення, маршрути та вузли, інтерпретація індустріальної спадщини. Для подальшої верифікації слід вести моніторинг показників доступності, а також поетапно ув'язувати об'єкти з регіональними маршрутами рекреації та індустріального туризму.

Список використаних джерел

1. Kostyantynivsky Coal Mine, Berezivka. Travels in Ukraine [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://travels.in.ua/en-US/object/4057 [Дата звернення: 14.07.2025].

2. Мерилова І.О., Макушина Я.А. Костянтинівський вугільний розріз. Сучасна урбаністика та містобудівні стратегії: альбом проєктних матеріалів. Дніпро: УДУНТ, 2024.

3. Blanchette M.L., Lund M.A. Pit lakes are a global legacy of mining: an integrated approach to achieving sustainable ecosystems and value for communities. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2016. № 23. 28-34 p. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.012.

4. European Space Agency (ESA). Land Cover – Climate Change Initiative (LC CCI), 2018 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://env1.arcgis.com/arcgis/rest/services/esa_cci_landcover_2018/ImageServer [Дата звернення: 26.09.2025].

5. IUCN. Global Standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. Gland, Switzerland: IUCN, 2020. ISBN 978-2-8317-2058-6. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en.

6. Internationale Bauausstellung (IBA) Fürst-Pückler-Land. Офіційний портал програми IBA (2000–2010): проєкти Lausitzer Seenland, IBA Terraces [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.internationale-bauausstellungen.de/en/history/2000-2010-iba-furst-puckler-land-werkstatt-fur-neue-landschaften/ [Дата звернення: 26.09.2025].

7. Kadlec R.H., Wallace S.D. Treatment Wetlands. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2008. 1016 p. DOI: https://doi.org/10.1201/9781420012514 .

8. Lang N., Jetz W., Schindler K., Wegner J. D. A high-resolution canopy height model of the Earth. arXiv preprint, 2022. arXiv: 2204.08322 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2204.08322 [Дата звернення: 14.07.2025].

9. Lehner B., Verdin K., Jarvis A. New global hydrography derived from spaceborne elevation data. Eos, Transactions, American Geophysical Union, 2008. № 89 (10), 93–94 p. DOI: https://doi.org/10.1029/2008EO100001.

10. Most. Jezero Most. i:Mostecko – turistický informační portál [Електронний ресурс]. https://www.imostecko.cz/en/lake-most/ [Дата звернення: 14.07.2025].

11. Mitsch W.J., Gosselink J.G. Wetlands. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2015. 752 p. ISBN 978-1-118-67682-0.

12. Moore S. OpenStreetMap Landuse Areas for Europe, 2023. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://services-eu1.arcgis.com/zci5bUiJ8olAal7N/arcgis/rest/services/OpenStreetMap_Landuse_Areas_for_Europe/FeatureServer [Дата звернення: 14.07.2025].

13. RSPB (Royal Society for the Protection of Birds). St Aidan's Nature Reserve. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.rspb.org.uk/about-us/our-history [Дата звернення: 26.09.2025].

14. Theobald D.M., Harrison-Atlas, D., Monahan W.B., Albano C.M. Ecologically-relevant maps of landforms and physiographic diversity for climate adaptation planning. PLOS ONE, 2015. № 10 (12), e0143619. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143619.

15. Wang L., Wang L., Yin P., Cui H., Liang L., Wang Z. Value Assessment of Artificial Wetland Derived from Mining Subsided Lake: A Case Study of Jiuli Lake Wetland in Xuzhou. Sustainability, 2017, № 9 (10), 1860 p. DOI: https://doi.org/10.3390/su9101860.

16. Woods-Ballard B., Wilson S., Udale-Clarke H., Illman S., Scott T., Ashley R., Kellagher R. The SuDS Manual (C753). London: CIRIA, 2015. 964 p. ISBN 978-0-86017-759-3.

17. Xu J., Zhang L., Xu E., Wang Y. A case study of the Pan'an Lake wetland in Xuzhou. PLOS ONE, 2020, № 15 (9), e0238243.DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238243.

Ph.D., Associate professor **Merylova Iryna,**
ESI 'Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture',
Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro,
Doctor of Economics, Professor **Liudmyla Bezuhla,**
Candidate of Economics, Associate Professor **Mariia Bieloborodova,**
Dnipro University of Technology, Dnipro

WETLAND PARKS AS AN INSTRUMENT FOR RENOVATING FLOODED QUARRIES IN THE PRYDNIPROVSK REGION

The article substantiates a planning model for the renovation of post-industrial territories in the Prydniprovsk region in the format of a wetland park and demonstrates its application to the flooded pit of the Kostyantynivskyi lignite open-cast mine. The research motivation arises from three constraint groups typical of quarry landscapes in the region: hydrogeological risks and environmental legacies; fragmented accessibility and a deficit of barrier-free connections; and the absence of a clear use scenario and operational regime. The methodological apparatus combines comparative–normative analysis with geospatial procedures (QGIS/ArcGIS; GRASS/SAGA for terrain and runoff; orthoimagery/satellite data; land-use/land-cover layers; and network-based accessibility indicators).

The international review covers transformations of pit lakes and subsidence basins in Germany, the United Kingdom, the Czech Republic, and China; it is used to cross-check principles and confirm the replicability of the approach. Four key planning principles are consolidated: hydrological primacy (definition of working water levels, the balance of inflows/outflows, infiltration, and evaporation); littoral pre-treatment via a chain of nature-based elements (biolagoons, rain gardens, vegetated swales, infiltration beds); spatial regulation of access (a ring promenade with controlled water-access points, barrier-free gradients, and separation of sensitive vs. intensive zones); and integration of industrial heritage as a structured visitor route.

For the Kostyantynivskyi pit, the proposal comprises a ring promenade on upper terraces with radial descents to the water, a cascade of biolagoons and rain gardens within the littoral buffer, local platforms for controlled water contact, and a museum trail aligned with preserved industrial artefacts. The solution accords with

site morphology, reduces erosion and flooding risks, simplifies maintenance, and enables managed recreation. The model is scalable to other sites across the Prydniprovsk region through a consistent procedure: reading geodata, designing the littoral buffer, organising routes and nodes, and incorporating heritage. The practical outcome is a typical sequence of actions that can be verified through monitoring of water quality, slope stability, accessibility metrics, and visitation dynamics, and progressively embedded within a regional network of industrial tourism.

Keywords: post-industrial renovation; wetland park; nature-based solutions; hydrological balance; GIS analysis; industrial heritage; pit lakes.

REFERENCES

1. Kostiantynivskyi vuhilnyi rozriz, Berezivka. Travels in Ukraine (tourist guide). URL: https://travels.in.ua/en-US/object/4057 (accessed 27.09.2025) {in English}

2. Merylova, I.O.; Makushyna, Ya.A. (2024). Kostiantynivskyi vuhilnyi rozriz. Suchasna urbanistyka ta mistobudivni stratehii: albom proektnykh materialiv [Kostiantynivskyi Coal Pit: Contemporary Urbanism and Urban-Planning Strategies: Project Album]. Dnipro: USUST. 15 p. {in Ukrainian}

3. Blanchette, M.L.; Lund, M.A. (2016). Pit lakes are a global legacy of mining: an integrated approach to achieving sustainable ecosystems and value for communities. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 23, 28–34 p. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.012 {in English}

4. European Space Agency (ESA) (2018). Land Cover – Climate Change Initiative (LC CCI). URL: https://env1.arcgis.com/arcgis/rest/services/esa_cci_landcover_2018/ImageServer (accessed 26.09.2025) {in English}

5. IUCN (2020). *Global Standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS.* Gland, Switzerland: IUCN. ISBN 978-2-8317-2058-6. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en {in English}

6. Internationale Bauausstellung (IBA) Fürst-Pückler-Land. Lausitzer Seenland, IBA Terraces. URL: https://www.internationale-bauausstellungen.de/en/history/2000-2010-iba-furst-puckler-land-werkstatt-fur-neue-landschaften/ (accessed 26.09.2025) {in English}

7. Kadlec, R.H.; Wallace, S. D. (2008). *Treatment Wetlands.* 2nd ed. Boca Raton: CRC Press. 1016 p. DOI: https://doi.org/10.1201/9781420012514 {in English}

8. Lang, N.; Jetz, W.; Schindler, K.; Wegner, J. D. (2022). A high-resolution canopy height model of the Earth. *arXiv preprint*: 2204.08322. URL: https://arxiv.org/abs/2204.08322 (accessed 14.07.2025) {in English}

9. Lehner, B.; Verdin, K.; Jarvis, A. (2008). New global hydrography derived from spaceborne elevation data. *Eos, Transactions, American Geophysical Union*. Vol. 89 (10), 93–94 p. DOI: https://doi.org/10.1029/2008EO100001 {in English}

10. Most. *Jezero Most*. i: Mostecko – turistický informační portál. URL: https://www.imostecko.cz/en/lake-most/ (accessed 14.07.2025) {in Czech}

11. Mitsch, W.J.; Gosselink, J.G. (2015). *Wetlands.* 5th ed. Hoboken: Wiley. 752 p. ISBN 978-1-118-67682-0. {in English}

12. Moore, S. (2023). OpenStreetMap Landuse Areas for Europe. URL: https://services-eu1.arcgis.com/zci5bUiJ8olAal7N/arcgis/rest/services/OpenStreetMap_Landuse_Areas_for_Europe/FeatureServer (accessed 14.07.2025) {in English}

13. RSPB (Royal Society for the Protection of Birds). St Aidan's Nature Reserve: https://www.rspb.org.uk/about-us/our-history (accessed 26.09.2025) {in English}

14. Theobald, D.M.; Harrison-Atlas, D.; Monahan, W.B.; Albano, C.M. (2015). Ecologically-relevant maps of landforms and physiographic diversity for climate adaptation planning. *PLOS ONE*. Vol. 10 (12), e0143619.DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143619 {in English}

15. Wang, L.; Wang, L.; Yin, P.; Cui, H.; Liang, L.; Wang, Z. (2017). Value Assessment of Artificial Wetland Derived from Mining Subsided Lake: A Case Study of Jiuli Lake Wetland in Xuzhou. *Sustainability*. Vol. 9 (10), 1860 p. DOI: https://doi.org/10.3390/su9101860 {in English}

16. Woods-Ballard, B.; Wilson, S.; Udale-Clarke, H.; Illman, S.; Scott, T.; Ashley, R.; Kellagher, R. (2015). *The SuDS Manual (C753).* London: CIRIA. 964 p. ISBN 978-0-86017-759-3. {in English}

17. Xu, J.; Zhang, L.; Xu, E.; Wang, Y. (2020). A case study of the Pan'an Lake wetland in Xuzhou. *PLOS ONE*. Vol. 15 (9), e0238243. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238243 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.194-201
УДК 725.9
Мусієвська В.О.,
veronika.musiyevska@gmail.com, orcid: 0000-0002-1214-6117,
Національний університет «Львівська Політехніка»

КІНОСТУДІЯ ІМ. О. ДОВЖЕНКА: ІСТОРІЯ, СТАН ТА ВИКЛИКИ РОЗВИТКУ

Проаналізовано історію, архітектурний розвиток та сучасний стан Кіностудії імені Олександра Довженка - унікального культурного та архітектурного об'єкта. Проаналізовано її просторовий контекст у міському середовищі Києва та окреслено ключові проблеми функціонального наповнення та модернізації. Наведено огляд офіційної концепції розвитку студії як креативного кластера. Результати створюють основу для подальших досліджень, спрямованих на практичне вдосконалення просторової організації та архітектурної адаптації студії.

Ключові слова: архітектура; архітектурні рішення; кіностудія; кіно студійний комплекс (КК); міське середовище; громадський центр.

Постановка проблеми. Кіностудія імені Олександра Довженка у 2028 році святкуватиме сторіччя діяльності. Студія є важливою частиною історії національного кінематографа і ключовим об’єктом культурної спадщини України.

Попри багату історію, потужний внесок у розвиток українського та радянського кіно, студія стикається з численними викликами : фінансові труднощі, технологічні відставання та зміни міського середовища, в якому вона розташована.

Досвід інших країн показує, що старі кіностудії можуть успішно трансформуватись. Наприклад, такі як Barrandov (Прага) та Babelsberg (Берлін) демонструють, як промислові об'єкти трансформуються у творчі кластери, об’єднуючи спадщину, інновації та освіту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження кіностудій та їх трансформацій має кілька напрямків: історичний, теоретичний, урбаністичний та соціокультурний аспект. Найбільше досліджень з даної теми, які б поєднували кілька аспектів зроблено в працях Комарова М.О.. В своїх працях [3-5] автор розглядає кіностудії не лише як виробничі об’єкти, а як важливий елементи міського середовища, аналізує як розташування впливає на формування творчих. Також Комаров М.О. проводить в своїх роботах порівняння двох кардинально різних моделей організації кіностудій (приватної

та державної). Також питання архітектури кіностудії досліджувалися Комаром С.С. та Костюченко О.А. у спільній праці [6], де автори досліджували вітчизняний та міжнародний досвід архітектурного проєктування студійних комплексів. Окрім академічних досліджень, тема кіностудії широко представлена у медійному просторі. Журналістські публікації та аналітичні матеріли [11-14] документують сучасні реалії функціонування студії, її фінансовий стан та культурні ініціативи. Дана робота є продовженням попередніх робіт автора Мусієвської В.О. [7-8] з фокусом на конкретному об'єкті і врахуванням усіх аспектів.

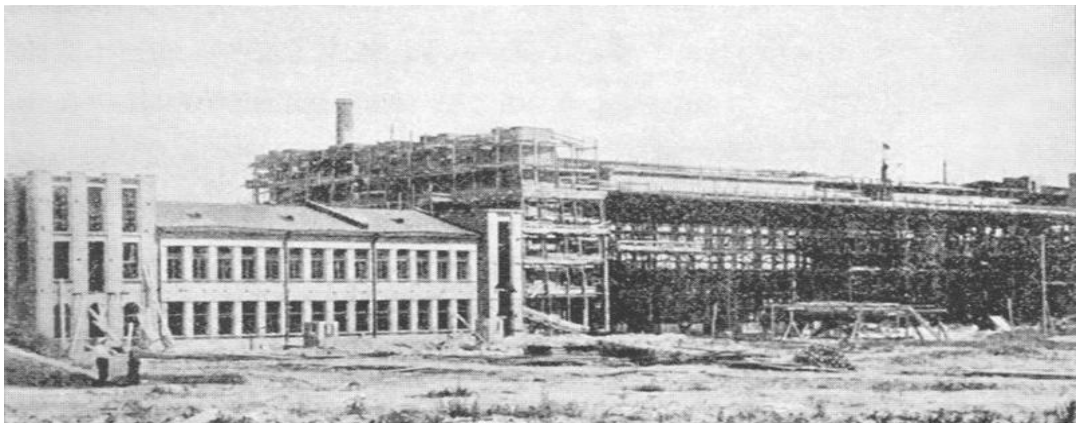
Метою публікації вивчити й проаналізувати історію розвитку, сучасний стан та основні виклики для діяльності Кіностудії ім. О. Довженка з метою використання для подальшого визначення можливих напрямків оновлення, її модернізації та інтеграції в культурний та міський простір України, зокрема Києва.

Основна частина. *Історичний огляд.* План будівництва виробничо-технічної бази української кінематографії – Київської кінофабрики (майбутньої Національної кіностудії імені О.Довженка) – було затверджено в 1925 році. Будівництво найбільшої в СРСР кінофабрики почалося 1926 за проєктом архітектора Валеріана Рикова та студентів Київського художнього інституту, чий проєкт переміг у конкурсі Всеукраїнського фотокіноуправління (ВУФКУ) за найкраще архітектурне рішення серед 20 робіт [10].

На віддаленій від центру Києва ділянці площею 30 га, недалеко від заводу «Більшовик», було побудовано цілий комплекс споруд, в тому числі великий головний знімальний павільйон, електростанція, водонапірна вежа, майстерні та житловий будинок для працівників студії. Студія працювала як повноцінне, практично незалежне, підприємство повного циклу : тут створювали декорації, костюми, макети, різноманітні піротехнічні ефекти, це все могли зберігати, а працівники, за потреби, могли жити на території.

Варто додати, що головний знімальний павільйон, площею 3600 м.кв., став "родзинкою" кіностудії, який був одним з найбільших у Європі і дозволяв одночасну зйомку понад 30 сцен. В 1930-х роках кінофабрика стала однією з найбільших кіностудій по виробництву радянських фільмів. Тут знімались класичні стрічки Олександра Довженка, зокрема "Земля" (1930), яка принесла міжнародне визнання, і у 1958 її внесли до списку найкращих фільмів світу на Всесвітній виставці в Брюсселі.

Ансамбль Київської кіностудії вважається одним з кращих творів київських архітекторів 1920-х років у стилі раннього українського конструктивізму (Рис.1). Протягом 1950-1980-х років студія зберігала статус головної в СРСР, а її наповнення робило її незалежною в користуванні [10].



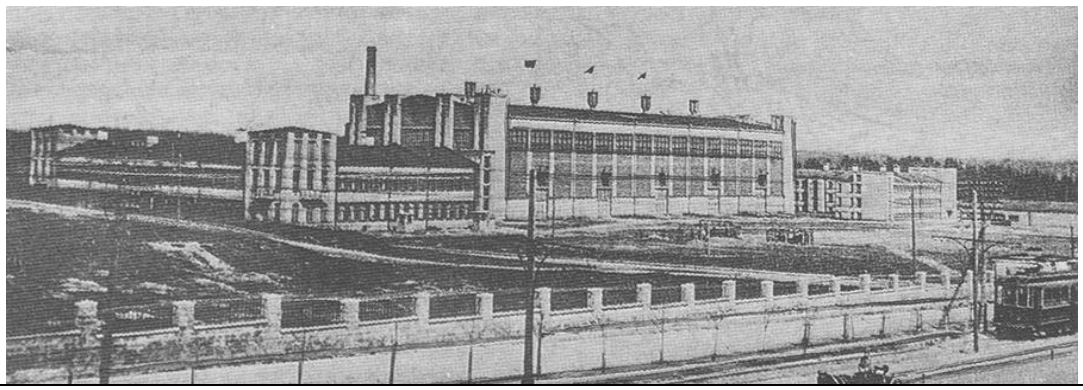


Рис. 1 – Фото кінофабрики за 1927р., 1928р., 1930р.

Сучасний стан. Сучасна Кіностудія ім.О.Довженка продовжує функціонувати як державне підприємство, але при тому перебуває в стані структурної трансформації. Кіностудія знаходиться на ділянці в центрі міста Київ, на проспекті Перемоги 44, площа ділянки 13 га, з яких близько 2 займають павільйони. При тому із п’яти знімальних комплексів повністю діяти можуть лише два. Решта в аварійному або частково законсервованому стані. На балансі також перебувають цехи сценічного оформлення, костюмерний фонд, музей, транспортний цех і сад Довженка (Рис. 2) .

Кінофабрика розташовувалась на межі міста. Тоді головною вимогою для архітектури кіностудій була «просторовість». Адже потрібно було забезпечити місце для всіх цехів, павільйонів та організувати зручний під’їзд з кількох сторін. Як ми бачимо, сьогодні кінофабрика розташована практично в центрі

міста і це дає можливість для того, щоб зробити з неї культурний центр. Сучасні кіностудії будують за межами міста. Наприклад, Victoria Film Studios знаходиться 30 км за Києвом, Film ua group на Троєщині. Тому виникає питання, що робити з існуючою студією - чи це дає потенціал для використання чи навпаки створює обмеження. Внаслідок реконструкції Шулявського транспортного вузла втрачена частина під'їзних шляхів, однак розвинена міська інфраструктура відкриває нові можливості - створення громадських мистецьких просторів.

Рис. 2 – Фото з території кіностудії

Кіностудія імені Олександра Довженко – національний креативний кластер. Потенціал розвитку та можливості. Офіційна стратегія розвитку Кіностудії імені Олександра Довженка передбачає її перетворення у національний креативний кластер, навіть мультидисциплінарну платформу, що об'єднує численні сектори економіки [9]. Гасло проєкту: “Кіностудія Довженка як національний креативний кластер – платформа розвитку креативної економіки.”

Тобто в планах перетворити виробничий кінокомплекс на багатофункціональну культурну платформу, де функції архітектури та простору використовуються для створення унікального середовища.

Функціонально даний кластер має включати резиденції, офіси, лабораторії, галереї та освітні центри, що поєднують дизайн, кіно, digital-технології, звукозапис, телевиробництво та інші креативні індустрії. Особлива увага приділяється музейній складовій – саме завдяки їй планують підсилити культурну привабливість студії та підвищити її туристичну значущість.

Щодо візуальної та просторової оновленості, то в планах є забезпечення художнього оформлення фасадів муралами з фрагментами класичних українських фільмів, а також створенням арт-парку з використанням декорацій, стріт-арту та арт-об'єктів просто неба. Ці простори можуть

слугувати місцем натхнення для резидентів, киян і туристів, а також майданчиком для творчих зустрічей і відпочинку.

Водночас зі сформованим планом розвитку кіностудії, реалізація цих задумів ускладнюється значними фінансовими проблемами студії, включно з боргами, блокуванням майна і нерегулярністю державної підтримки. Це підкреслює гостру потребу наукового та практичного супроводу подальшої трансформації.

Висновки. Проведене дослідження дає зробити такі висновки:

1) Дослідження кіностудії імені Олександра Довженка є актуальним не лише через її культурне значення, а й через потребу розуміння стану і перспектив інтеграції кіностудії у сучасне архітектурне та міське середовище.

2) Кіностудія, за майже 100 років діяльності, пройшла значні етапи розвитку, трансформації, сформувавши унікальну архітектурно-планувальну структуру та культурну спадщину.

3) Існує ряд досліджень, які висвітлюють як загальну ситуацію в кіноіндустрії, так і аналіз локальних прикладів. Попри це, існують прогалини в комплексному підході, що об’єднував би історичний, архітектурний та соціокультурний аналіз з виділенням чітких рекомендацій.

4) Кіностудія наразі характеризується складною ситуацією розвитку через застарілу інфраструктуру, відсутність вжитих заходів для рефункціоналізації та адаптації простору до сучасних вимог.

5) Офіційна концепція розвитку відкриває масштабні можливості просторової, функціональної та культурної модернізації, але її реалізація потребує ґрунтовного наукового супроводу, спрямованого на інтеграцію спадщини в міський простір.

6) Аналітичні: Студія має сильні сторони у вигляді історично сформованої архітектури, потенціалу творчості та потребує сильної підтримки через економічну нестабільність.

Дослідження показує, що кіностудія імені Олександра Довженка залишається важливим культурним і архітектурним об’єктом, який потребує оновлення та адаптації до нових умов. Надана інформація може бути основою для майбутніх глибших, точкових досліджень та допомогою в розробленні практичних рекомендацій з модернізації та функціональної трансформації.

Список джерел

1. Алейніков, М., 1936. Структура сучасної кіностудії. Радянське кіно, №6, С. 41–48.

2. Габрель, М.М., 2004. Просторова організація містобудівних систем. Київ: Видавничий дім А.С.С.

3. Комаров, М.О., 2016. Урбаністичний аспект у творенні українського кінопростору. Українська академія мистецтв. Науковий збірник «Дослідницькі та науково-методичні праці», №25, с. 303–311.

4. Комаров, М.О., 2019. Перехідний етап у функціональній організації українських державних кіностудій. В: Мистецтво на зламі: кризові моменти поступу. Всеукраїнська творчо-наукова акція «Мистецтво молодих 2019». с. 23–24.

5. Комаров М. Порівняльний аналіз функціонально-планувальної структури кіностудії FILM.UA та кіностудії ім. О. Довженка / науковий керівник д.т.н., проф. М.І. Яковлев // Архітектурний вісник КНУБА, вип. № 17-18. К.: КНУБА, 2019. С. 610-614. —

6. Комар, С.С. та Костюченко, О.А., 2022. Аналіз досвіду проєктування архітектурного середовища кіностудій. Теорія та практика дизайну, 26, с. 41–56. [online] Доступно: https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/17197/24522

7. Мусієвська, В.О., 2018. Особливості архітектурно-планувальних рішень кіностудійних комплексів. Сучасні проблеми архітектури та містобудування КНУБА, 68, с. 376–377.

8. Мусієвська, В.О., 2021. Еволюція формування архітектури кіностудійних об'єктів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка», 6, с. 48–56. [online] Доступно: https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2021/dec/25856/6.pdf

9. Dovzhenkofilm, 2024. Перспективи розвитку до 2028 року. [online] Доступно: https://dovzhenkofilm.com.ua/perspektyvy-rozvytku-do-2028-roku/

10. Інститут історії України НАН України, 2013. Національна кіностудія художніх фільмів імені О. Довженка. [online] Доступно: http://resource.history.org.ua/cgi-bin/eiu/history.exe?Z21ID=&I21DBN=EIu&P21DBN=EIU&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=eiu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=TRN=&S21COLORTERMS=0&S21STR=Natsionalna_kinostudiia

11. Kinokolo.ua, 2024. Як живе кіностудія Довженка під час війни. [online] Доступно: https://kinokolo.ua/conversations/yak-zhyve-kinostudiia-dovzhenka-pid-chas-viyny/

12. NaUKMA, 2024. Віртуальні виставки. Кіностудія імені Довженка. [online] Доступно: https://nlu.org.ua/vustavki.php?id=654

13. The Village Україна, 2023. Я працюю на кіностудії Довженка. [online] Доступно: https://www.village.com.ua/village/business/wherework/263179-ya-pratsyuyu-na-kinostudiyi-dovzhenka

14. Українське радіо, 2024. Кіностудія імені Олександра Довженка: Сьогодні і майбутнє. [online] Доступно: https://ukr.radio/news.html?newsID=104383

15. Укрінформ, 2024. Кіностудія Довженка. [online] Доступно: https://www.ukrinform.ua/tag-kinostudia-dovzenka

16. Українська правда. Життя, 2024. Що відбувається на кіностудії імені Довженка: фоторепортаж. [online] Доступно: https://life.pravda.com.ua/culture/shcho-vidbuvayetsya-na-kinostudiji-imeni-dovzhenka-fotoreportazh-303641/

Musiyevska Veronika,
Lviv Polytechnic National University

OLEKSANDR DOVZHENKO FILM STUDIO: HISTORY, CONDITION AND CHALLENGES OF DEVELOPMENT

In this article, the author analyzes and explains the context of the Oleksandr Dovzhenko Film Studio. The article is based on the architectural and urban analysis,

as well as the cultural significance of this site. The research uses a multidisciplinary approach to examine the evolution of the studio, from its establishment to its current state. The author defines three main dimensions of the studio complex: 1) its historical development as an example of early Ukrainian constructivism; 2) its current operational and spatial conditions; 3) its potential transformation into a creative cluster with multiple activities and spaces for different disciplines. This study also reveals the most critical challenges facing the current studio, including infrastructural obsolescence, financial instability, and the complexity of urban integration. The research is based on a comparative analysis of successful European cases of transforming film studios into urban spaces. Notably, the author shows examples of the Barrandov Studios in Prague and the Babelsberg Studios in Berlin. They illustrate how such complexes can be transformed into multifunctional creative hubs with a proper approach. The article's contribution lies in its systematic documentation of the studio's historical changes and evolution, and its potential role in architecture. Particularly, it is an example of early 1920s Ukrainian constructivism. Additionally, the text articulates the disconnect between the studio's development concepts and actual on-site challenges. This research establishes a foundational framework for further analysis. Subsequent examination can focus on developing more practical guidelines for modernizing and transforming the Dovzhenko Film Studio into a cultural hub, based on its available resources, historical heritage, and context, as well as successful cases from other countries. Additionally, it contributes to the scholarly discourse on the adaptive reuse of industrial heritage in post-Soviet urban contexts.

Keywords: architecture; architectural solutions; film studio; film studio complex; urban environment; public center; cultural heritage; creative cluster; Ukrainian constructivism; adaptive reuse

REFERENCES

1. Aleinikov, M. (1936). Struktura suchasnoi kinostudii. Radianske kino, 6, 41–48. {in Ukrainian}
2. Habrel, M.M. (2004). Prostorova organizatsiya mistobudivnykh system. Kyiv: Vydavnychyi dim A.S.S. {in Ukrainian}
3. Komarov, M.O. (2016). Urbanistichnyi aspekt u tvorenni ukrainskoho kinoprostoru. Ukrainska akademiya mystetstv. Naukovyi zbirnyk "Doslidnytski ta naukovo-metodychni pratsi", 25, 303–311. {in Ukrainian}
4. Komarov, M.O. (2019). Perekhidnyi etap u funktsionalnii organizatsii ukrainskykh derzhavnykh kinostudiy. In Mystetstvo na zlami: kryzovi momenty postupu. Vseukrainska tvorcho-naukova aktsiya "Mystetstvo molodykh 2019", 23–24. {in Ukrainian}

5. Komarov, M. (2019). Porivnialnyi analiz funktsionalno-planuvalnoi struktury kinostudii FILM.UA ta kinostudii im. O. Dovzhenka. Arkhitekturnyi visnyk KNUBA, 17-18, 610–614.

6. Komar, S.S., & Kostyuchenko, O.A. (2022). Analiz dosvidu proektuvannia arkhitekturnoho seredovyshcha kinostudiy. Teoriia ta praktyka dyzainu, 26, 41–56. Retrieved rom https://jrnl.nau.edu.ua/index.php/Design/article/view/17197/24522 {in Ukrainian}

7. Musiivska, V.O. (2018). Osoblyvosti arkhitekturno-planuvalnykh rishen kinostudiinykh kompleksiv. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia KNUBA, 68, 376–377. {in Ukrainian}

8. Musiivska, V.O. (2021). Evolyutsiya formuvannya arkhitektury kinostudiinykh obiektiv. Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika", 6, 48–56. Retrieved from https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2021/dec/25856/6.pdf {in Ukrainian}

9. Dovzhenkofilm. (2024). Perspektyvy rozvytku do 2028 roku. Retrieved from https://dovzhenkofilm.com.ua/perspektyvy-rozvytku-do-2028-roku/ {in Ukrainian}

10. Instytut istorii Ukrainy NAN Ukrainy. (2013). Natsionalna kinostudiya khudozhnikh filmiv imeni O. Dovzhenka. Retrieved from http://resource.history.org.ua/cgi-bin/eiu/history.exe?Z21ID=&I21DBN=EIu&P21DBN=EIU&S21STN=1 {in Ukrainian}

11. Kinokolo.ua. (2024). Yak zhyve kinostudiya Dovzhenka pid chas viiny. Retrieved from https://kinokolo.ua/conversations/yak-zhyve-kinostudiia-dovzhenka-pid-chas-viyny/ {in Ukrainian}

12. NaUKMA. (2024). Virtualni vystavky. Kinostudiya imeni Dovzhenka. Retrieved from https://nlu.org.ua/vustavki.php?id=654 {in Ukrainian}

13. The Village Ukraina. (2023). Ya pratsyuyu na kinostudiyi Dovzhenka. Retrieved from https://www.village.com.ua/village/business/wherework/263179-ya-pratsyuyu-na-kinostudiyi-dovzhenka {in Ukrainian}

14. Ukrainske Radio. (2024). Kinostudiya imeni Oleksandra Dovzhenka: Sogodni i maybutnie. Retrieved from https://ukr.radio/news.html?newsID=104383 {in Ukrainian}

15. Ukrinform. (2024). Kinostudiya Dovzhenka. Retrieved from https://www.ukrinform.ua/tag-kinostudia-dovzenka {in Ukrainian}

16. Ukrainska Pravda. Zhyttia. (2024). Shcho vidbuvayetsya na kinostudiyi imeni Dovzhenka: fotoreportazh. Retrieved from https://life.pravda.com.ua/culture/shcho-vidbuvayetsya-na-kinostudiji-imeni-dovzhenka-fotoreportazh-303641/ {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.202-211
УДК 72.01, 72.03, 72.04
канд. арх., доцент **Ніканоров С.О.,**
nikanorov.so@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0003-1002-599X,
Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

МЕТОДОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ ПЕРШОГО КУРСУ «ВІДМИВКА ПАМ'ЯТКИ АРХІТЕКТУРИ»

Стаття висвітлює методологію проведення курсового проєкту для студентів першого курсу осіннього семестру архітектурного факультету Київського національного університету будівництва і архітектури, що здійснюється під керівництвом викладачів кафедри Основ архітектури і архітектурного проєктування, спрямованого на освоєння навичок відмивки пам'ятки архітектури. Розглядається структура завдання, послідовність етапів виконання, а також принципи формування візуальної мови креслень для відтворення об'єкта культурної спадщини. Акцентовано увагу на значенні відмивки як засобу формування просторового мислення, вдосконалення вміння виявляти архітектурні форми й закономірності їх просторової організації. Запропонований методичний підхід сприяє не лише вдосконаленню проєктно-графічних навичок студентів, а й усвідомленню цінності архітектурної спадщини в сучасній освітньо-творчій парадигмі.

Ключові слова: відмивка; композиція; тональність; пам'ятка архітектури; фасад; туш.

Постановка проблеми. Початковий етап навчання студентів архітектурних спеціальностей вимагає формування у них навичок просторового мислення, візуально-графічної культури й усвідомленого ставлення до архітектурної спадщини. Попри важливість зазначених умінь для подальшої фахової діяльності, існує низка проблем у методичній організації курсового проєкту для першого курсу, спрямованого на відмивку пам'ятки архітектури. Зокрема, відсутність чіткої послідовності етапів проєктування, недостатня увага до принципів тональної побудови креслень, а також дефіцит навчально-методичних матеріалів ускладнюють формування в студентів базових навичок відтворення просторової структури архітектурних об'єктів. У зв'язку з цим постає потреба в систематизації існуючих методичних прийомів, удосконаленні структури завдання й чіткому формулюванні навчально-творчих орієнтирів для оптимізації процесу засвоєння принципів відмивки в рамках архітектурної освіти.

Актуальність дослідження Сучасна архітектурна освіта в умовах швидкого технологічного поступу потребує не лише вдосконалення методів навчання, а й повернення уваги до традиційних засобів графічної репрезентації архітектурної спадщини, серед яких особливе місце посідає відмивка. Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю формування у студентів першого курсу архітектурних спеціальностей цілісних навичок просторового мислення, здатності тонально моделювати об'ємно-просторову структуру історичних об'єктів, усвідомлювати їхню композиційно-структурну цінність, а також глибше відчути художньо-естетичні особливості архітектурної спадщини.

Особливу вагу в процесі навчання набуває робота в ручній графіці — важливий чинник розвитку просторової уяви, чутливості руки до форми й тональності, формування вміння усвідомлено відтворювати архітектурні деталі засобами відмивки. З огляду на зазначене, вдосконалення методології проведення даного курсового завдання є важливим чинником забезпечення якості архітектурної освіти, сприяє формуванню у майбутніх фахівців глибокого розуміння архітектурної спадщини як невід'ємної складової культури, а також відкриває можливість гармонійного поєднання традиційних та сучасних методів проєктної графіки.

Метою даного дослідження є обгрунтувати етапи проведення курсового проєкту для студентів першого курсу архітектурних спеціальностей із відмивки пам'ятки архітектури, спрямовану на формування просторового мислення, вдосконалення навичок ручної тональної графіки, усвідомлення принципів відтворення архітектурної форми, а також сприяти глибшому засвоєнню цінності архітектурної спадщини в навчально-творчому процесі.

Об'єкт дослідження навчально-творчий процес виконання курсового проєкту для студентів першого курсу архітектурних спеціальностей.

Предмет дослідження — методологія проведення курсового проєкту «Відмивка пам'ятки архітектури» як засіб формування просторового мислення, вдосконалення навичок ручної тональної графіки та усвідомлення принципів відтворення архітектурної форми.

Виклад основного матеріалу. Виконання курсової роботи з відмивки фасаду пам'ятки архітектури після отримання відповідного завдання відбувається послідовно в кілька чітко визначених етапів. На початковому етапі студенти здійснюють ескізний пошук оптимальної композиції, який виконується на аркуші формату А4. На ньому формуються основні складові аркуша: фасад пам'ятки архітектури, фрагмент плану, фрагмент розрізу, а також текстова інформація (зазвичай у вигляді короткої анотації). На цьому

етапі важливим є виявлення ключових пропорцій та особливостей об’єкта, чітке взаємне розташування його основних елементів.

Для глибшого вивчення архітектурних особливостей виконується графічний аналіз фасаду — виявлення основної композиційної структури, виділення головних і другорядних осей, визначення співвідношення основної частини будівлі, силуету даху, карнизів, віконних та дверних отворів, а також пілястр, колон та інших декоративних елементів. Таке аналітичне опрацювання сприяє усвідомленню просторової організації фасаду, виявленню домінантних та акцентних форм (рис.1).

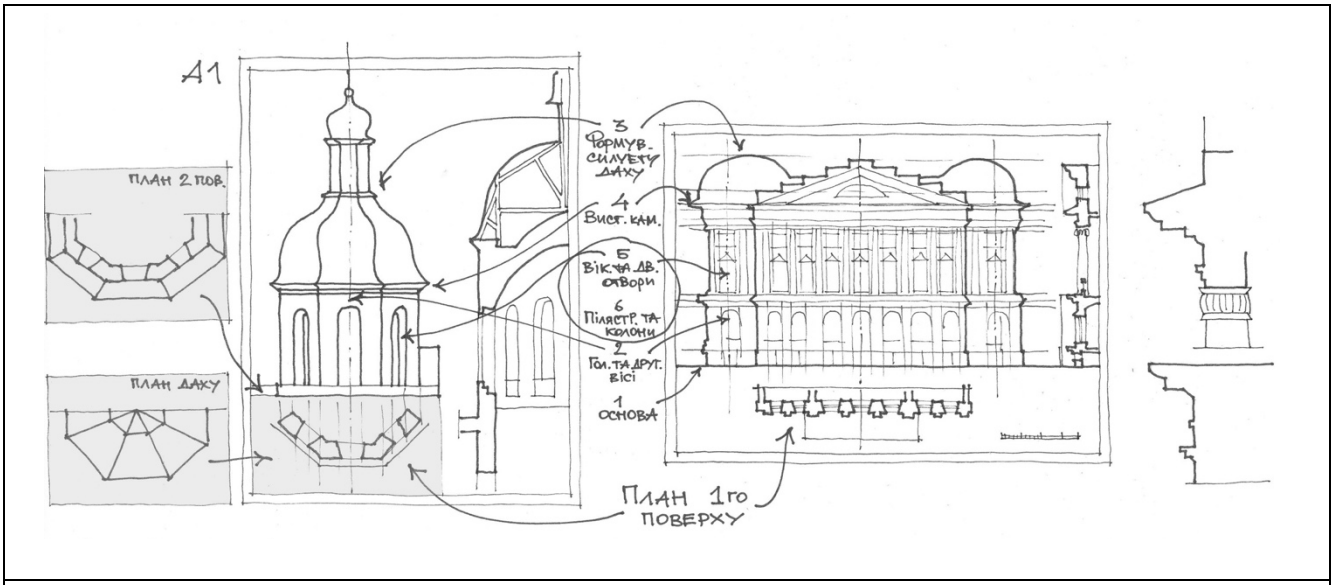


Рис. 1. Графічний аналіз фасаду та вивчення основних складових

Після затвердження оптимальної ескізної компоновки відбувається перенесення композиції в робочому масштабі — студент виконує креслення фасаду, плану й розрізу на аркуші формату А1, натягнутому на планшет для забезпечення чіткої лінійної основи. На цьому етапі виконується детальна проробка всіх креслень із максимальною увагою до відтворення архітектурних деталей. Закінчені креслення обводяться спеціально розведеним розчином туші для отримання чіткої й тональної лінійної основи (рис.2).

Наступним етапом є побудова тіней, для чого використовується прозора калька: виконується чітке виявлення світлотіньового рисунка фасаду й окремих деталей для подальшого застосування у відмивці. На основі отриманих результатів здійснюється відмивка — тональне й світлотіньове моделювання креслень, спрямоване на виявлення просторової глибини, характеру й особливостей архітектурних форм. Якість відмивки безпосередньо впливає на виразність, достовірність та цілісне сприйняття представленого архітектурного об’єкта.

Завершена робота виставляється для оцінювання екзаменаційною комісією. Кожний студент готує коротку усну презентацію щодо особливостей вибраного об’єкта, принципів його відтворення в процесі відмивки, а також отримує кваліфікаційну оцінку, спрямовану на вдосконалення навичок архітектурної графіки.

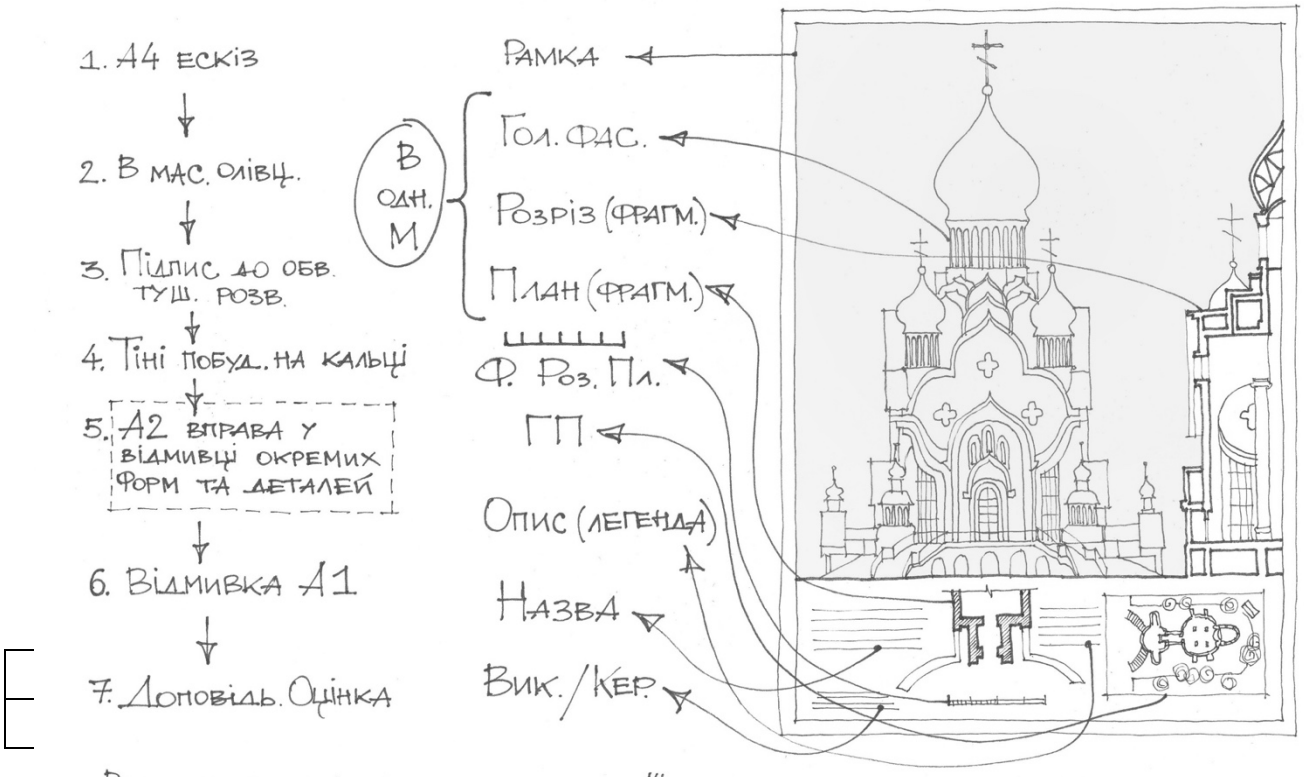


Рис. 2. Виконання ескізу пошуку композиції з урахуванням вимог до завдання

Під час роботи з основою роботою необхідно робити підготовчо-тренувальну вправу. Виконання вправи у відмивці передбачає поетапну організацію роботи на натягнутому планшеті формату А2. Першочергово студенти виконують побудову в олівці простих геометричних форм, які слугують тренувальним матеріалом для відпрацювання основних прийомів тональної відмивки. Зокрема, викреслюється прямокутник для вправ із виконання плавної тональної розтяжки — поступового переходу від світлого тону до насиченого темного з метою формування рівномірного градієнта. Наступним елементом є коло, що використовується для відпрацювання моделювання об’ємної кулі засобами світлотіні. Окремий прямокутник застосовується для створення з його основи форми циліндра — важливої для розуміння тонального розвитку поверхонь обертання. Додатково виконуються графічні побудови архітектурних деталей, характерних для конкретного об’єкта курсової роботи. Це можуть бути фрагменти віконного заповнення, капітелі, бази колон, карнизи та інші декоративно-конструктивні елементи (рис.3, 4).

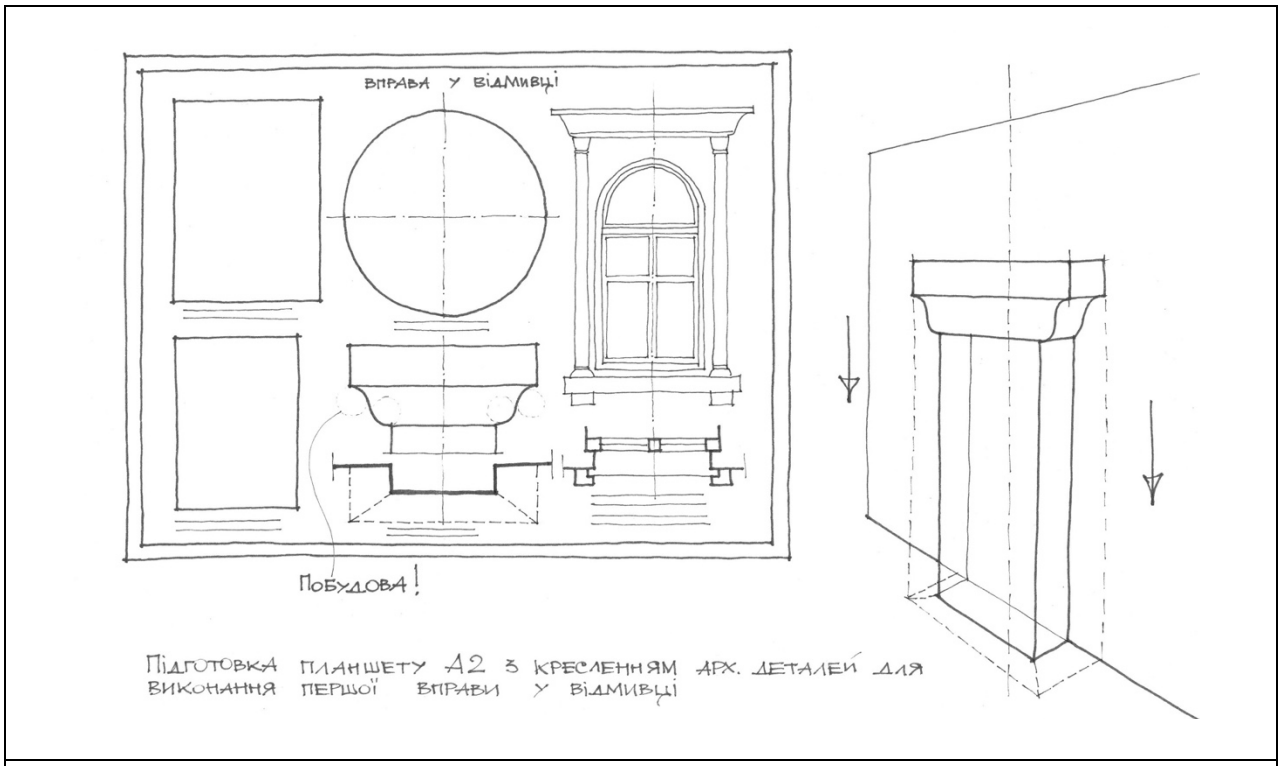


Рис. 3. Підготовка планшету А2 з кресленням архітектурних деталей для виконання першої вправи у відмивці

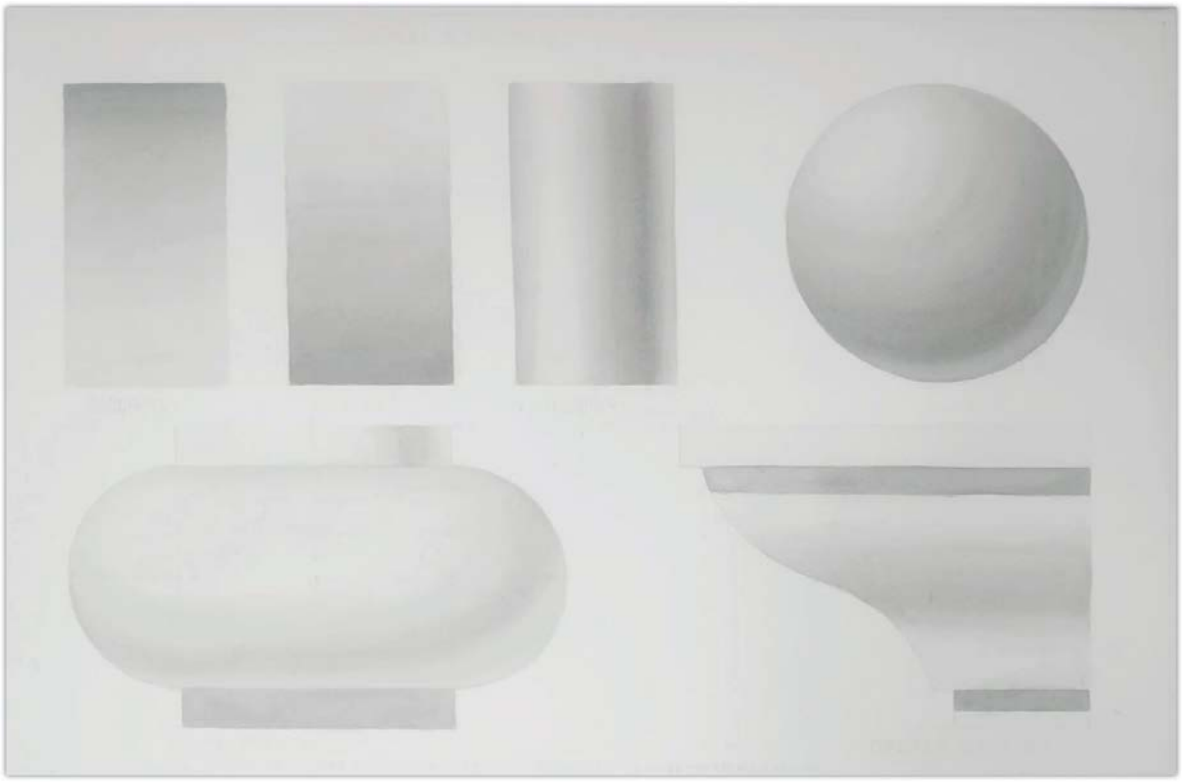


Рис. 4. Вправа у відмивці. Студентська робота.

Процес відмивання здійснюється із застосуванням розведених розчинів туші в різних пропорціях. Зазвичай підготовлюються два-три розчини, що відрізняються насиченістю тону для створення різноманітних градацій сірого. Для роботи використовуються художні матеріали: туш, попередньо відфільтрована через дрібне сито або марлю для уникнення осаду, кілька ємностей для розчинів туші, а також круглі пензлі (типу «білка», «колонок») різного діаметра залежно від характеру роботи (відмиватимуться загальні площини чи дрібні деталі). Важливим є також вибір якісного паперу, що забезпечує рівномірне поглинання розчину без утворення плям.

Під час роботи планшет розташовують під кутом до 30° відносно площини стола для зручності контролю за рухом рідини й запобігання її скупченню. Тональні розтяжки виконуються поступово — можливі дві методики: від світлих розчинів до темних або у зворотному порядку (від темного до світлого), залежно від поставленого завдання. При цьому важливо зберігати неперервну «краплю» розчину по всій робочій площині: у цю краплю під час роботи обережно додається новий шар розчину для формування плавного й рівномірного переходу між тонами.

Для виконання тіней попередньо будується світлотіньова схема на кальці. Виконується аналітичне опрацювання фасаду: визначаються власні тіні (тіні на самих об’єктах) та падаючі тіні (від об’єктів на прилеглі поверхні). Після узгодження й затвердження цієї схеми викладачем тіні акуратно переносяться на основний аркуш у техніці олівцевого креслення як підготовчий етап до подальшої відмивки (рис.5).

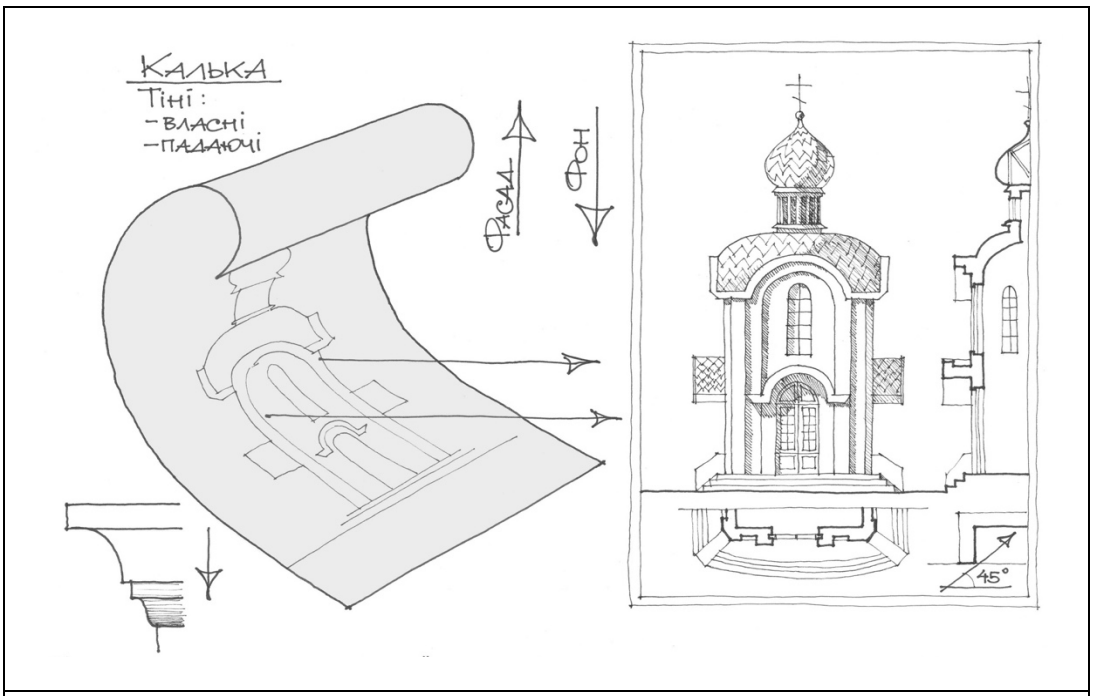


Рис. 5. Підготовка до відмивки чистової роботи. Побудова тіней, правила накладання розчину.

Виконання відмивки проводиться поетапно і потребує високого рівня акуратності. Спершу починають відмивати фон — площину фасаду без деталей. Його роблять темнішим у верхній частині та поступово світлішим донизу, що створює ілюзію глибини та так звану «повітряну перспективу». Щоб нанести розчин рівномірно і запобігти його стіканню великими плямами, працюють горизонтальними рухами пензлика: зліва направо та зверху донизу. Такі рухи дають змогу контролювати потік розчину. Коли доходять до нижньої межі тієї ділянки, що відмивається, зайвий розчин одразу прибирають напіввіджатим пензликом, не дозволяючи йому підсохнути і залишити плями.

Роботу ведуть шар за шаром: кожен наступний шар накладають лише після повного висихання попереднього, поступово нарощуючи насиченість тону до бажаної глибини. При цьому весь фасад зберігає загальну закономірність: він має бути темніший унизу й світліший угорі, що відповідає природному сприйняттю об’єкта у просторі — ближчі й нижні частини завжди виглядають більш контрастними і чіткими, ніж віддалені й верхні.

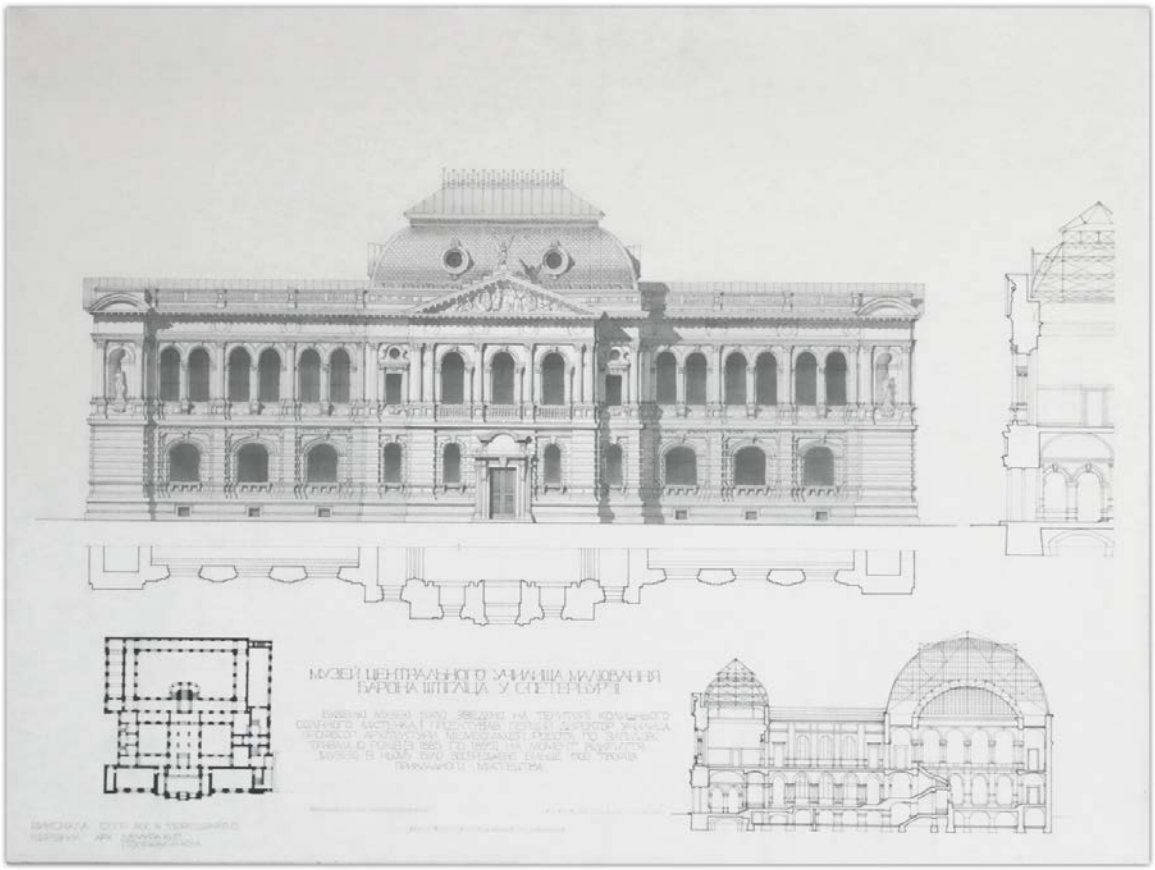


Рис. 6. Музей Центрального училища технічного малювання барона Штігліца. Студент - Терещенко О., викладачі - Демура К.Г., Поправкін Ю.М.

Після опрацювання фону переходять до промальовування власних і падаючих тіней. Тіні наносять з легкою «відтяжкою», що робить їх м'якими й природними. Віконні прорізи відмивають з урахуванням їхньої глибини: у верхній частині вони темніші, ніж унизу. Після цього студент працює над антуражем — деталями довкілля, які доповнюють образ пам'ятки та допомагають глядачеві зануритися в атмосферу відповідної історичної епохи.

Завершивши усі етапи, виконують загальну «дотяжку» — перевіряють і підправляють тональні переходи у всіх ділянках, щоб вони гармонійно поєднувалися і створювали цілісне враження. Відмивка фасаду вимагає від виконавця майстерності, уважності до деталей і контролю кожного руху. Необхідно дбайливо працювати з розчинами, точно дотримуватись послідовності дій і зберігати архітектурний контур фасаду — у потрібних місцях його можна навіть підкреслити для більшої виразності.

Рис. 7. Загальна фотографія студентів та викладачів кафедри Основ архітектури та архітектурного проєктування після успішної оцінки проєкту

Висновки. У процесі виконання курсового проєкту «Відмивка пам'ятки архітектури» студенти першого курсу набувають базових професійних навичок роботи з архітектурною графікою, розвивають просторове мислення та художній смак. Чітка послідовність етапів відмивки — від фону до деталей та антуражу — формує у здобувачів вищої освіти розуміння світлотіні, тональної гармонії та повітряної перспективи.

Застосування відмивки як методу візуалізації дозволяє не лише відтворити архітектурну форму, але й передати атмосферу епохи та підкреслити культурну цінність об'єкта. Отримані знання і вміння закладають міцну основу для подальшого опанування складніших проєктних завдань та сприяють розвитку професійної компетентності майбутніх архітекторів.

Список джерел

1. Архітектурне проектування : навч. посібник / О.В.Чемакіна, Л.М.Бармашина, Г.І.Болотов та ін. – К.: НАУ, 2016. –300 с. ISBN 978-966-932-017-9
2. Безродний П.П. Архітектурні терміни: Короткий російсько-український тлумачний словник / За ред. В.В.Савченка. - 2-ге вид., випр. і допов. - К.: Вища шк., 2008. - 263 с.
3. Горбик О.О. Римо-католицькі костьоли Києва і Київщини. - К.: Техніка, 2004. - 128 с.
4. Клименюк Т.М. Креслення, рисунок, композиція: навч. посібник / Т.М. Клименюк. – Львів: Видво Львівська політехніка, 2012. – 342 с. . ISBN 978-966-941-168-6
5. Обідняк М.М., Петришин Г.П. Архітектурна графіка. навч. посіб. для студ. базового напряму 6.12.01 "Архітектура" / Г. П. Петришин, М. М. Обідняк; ред. Г. П. Петришин. Львів : РАСТР-7, 2009. 272 с. ISBN 978-966-2004-23-6
6. 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
7. Чинь Франсис Д.К. Архитектурная графика / Франсис Д.К.Чинь. М.: АСТ: Астрель, 2010. - 224 с. ISBN 978-517-064-186-4

Candidate of architecture, Associate professor **Nikanorov Serhii**
Kyiv National University of Construction and Architecture.

METHODOLOGY FOR IMPLEMENTING THE FIRST-COURSE COURSE PROJECT "LAUNDRYING OF AN ARCHITECTURAL MONUMENT"

The article highlights the methodology of conducting a course project for first-year students of the fall semester of the Faculty of Architecture of the Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, which is carried out under the guidance of teachers of the Department of Fundamentals of Architecture and Architectural Design, aimed at mastering the skills of washing an architectural monument. The structure of the task, the sequence of stages of execution, as well as the principles of forming the visual language of drawings for reproducing a cultural heritage object are considered. The emphasis is on the importance of washing as a means of forming spatial thinking, improving the ability to identify architectural forms and the patterns of their spatial organization. The proposed methodological approach contributes not only to improving students' design and graphic skills, but also to the awareness of the value of architectural heritage in the modern educational and creative paradigm.

The initial stage of education of students of architectural specialties requires the formation of spatial thinking skills, visual and graphic culture and a conscious attitude to architectural heritage. Despite the importance of these skills for further professional activity, there are a number of problems in the methodological organization of the course project for the first year, aimed at the washing of an architectural monument. In particular, the lack of a clear sequence of design stages, insufficient attention to the principles of tonal construction of drawings, as well as the shortage of educational and methodological materials complicate the formation of basic skills in reproducing the spatial structure of architectural objects in students. In this regard, there is a need to systematize existing methodological techniques, improve the structure of the task and clearly formulate educational and creative guidelines to optimize the process of mastering the principles of washing within the framework of architectural education.

Keywords: wash; composition; tonality; architectural monument; facade; ink.

REFERENCES

1. Architectural design: a textbook / O.V.Chemakina, L.M.Barmashina, G.I.Bolotov and others. – Kyiv: NAU, 2016. –300 p. ISBN 978-966-932-017-9 {in Ukrainian}

2. Bezrodny P.P. Architectural encyclopedic dictionary / / Ed. O.S.Sleptsov. Ukrainian Academy of Architecture - 3rd ed., corrected and supplemented - Kyiv: A+S, 2024, Kyiv: Creative Agency "Artil", 2024. - 328 p. ISBN 978-966-642-378-1 {in Ukrainian}

3. Horbyk O.O. Roman Catholic churches of Kyiv and Kyiv region. - Kyiv: Tekhnika, 2004. - 128 p. ISBN 966-575-047-X {in Ukrainian}

4. Klymenyuk T.M. Drawing, drawing, composition: a textbook / T.M. Klymenyuk. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2012. – 342 p. ISBN 978-617-607-339-0 {in Ukrainian}

5. Obidnyak M.M., Petryshyn G.P. Architectural graphics. a textbook for students of the basic direction 6.12.01 "Architecture" / G. P. Petryshyn, M. M. Obidnyak; ed. G. P. Petryshyn. Lviv: RASTER-7, 2009. 272 p. ISBN 978-966-2004-23-6 {in Ukrainian}

6. Design graphics: a textbook / T.M. Klymenyuk, N.A. Konsulova, M.V. Bevz, H.I. Kovalchuk; Ed. T.M. Klymenyuk.- Lviv: Publishing House of the National University "Lviv Polytechnic", 2009. - 220 p. ISBN 978-617-607-089-4 {in Ukrainian}

7. Chyn Francis D.K. Architectural Graphics / Francis D.K. Chyn. M.: AST: Astrel, 2010. ISBN 978-517-064-186-4 {in Russian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.212-222
УДК 728.22.051.6
д. арх., професор **Ніколаєнко В.А.,**
ab.Nikolaienko_VA@nupp.edu.ua, ORCID: 0000-0003-3862-0988,
Національний університет «Полтавська політехніка
імені Юрія Кондратюка»

ПЕРЕОСМИСЛЕННЯ ДЕЯКИХ ПИТАНЬ ПОНЯТТЯ ЖИТЛОВОГО ПРОСТОРУ

Піднято проблему переосмислення питань поняття житлового простору. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю глибокого аналізу просторових характеристик та якості його житлового середовища. Парадигма тотальної державності призвела до домінування державної або комунальної форм власності на землю, що обумовлювало уніфікований, часто відчужений від індивідуального споживача підхід до формування житлового простору та його прибудинкових територій. Житло та прибудинковий простір досліджено через призму філософсько-історичних імперативів архітектури міста. Показано зміни у розумінні індивідуального та сімейного простору в історичному аспекті через призму еволюції житла – від Античності, Середньовіччя, епохи Відродження й до наших днів (XX-XXI рр.). Детально розглянуто характеристики житлових просторів цього періоду. Акцентовано увагу на прибудинковій території як соціальному буфері, просторі-інтерфейсі, медіатора між приватною сферою житла та публічною сферою вулиці чи площі. Доведено, що така трансформація прибудинкового простору дозволяє мешканцям поступово «входити» у публічний світ, пропонуючи проміжні зони для неформальної комунікації.

Ключові слова: житлове середовище; житлова забудова; доступне житло; житловий простір; багатоквартирне житло; прибудинкова територія; трансформація.

Постановка проблеми. Сучасне місто функціонує як багатовимірна соціально-економічна та просторова система, де домінують процеси, спрямовані на забезпечення життєдіяльності людини. Однак, зростання темпу міського життя та акцентування уваги на матеріальному добробуті призводять до нівелювання значущості неформальних соціальних аспектів. А це – шлях до дефіциту якісного відпочинку та звуження кола соціальних зв’язків, які наразі часто обмежуються сімейним колом та робочим колективом. Задоволення базових соціальних потреб населення відбувається на територіях міста з різним функціональним призначенням, проте житлові території набувають стратегічної

ваги. Саме тут зосереджені житлові фонди та супутня обслуговуюча інфраструктура, що безпосередньо формують буденність мешканців. Комфортність житлового середовища залишається ключовим індикатором задоволеності громадян місцем свого проживання.

76% житлового фонду України становить багатоквартирне житло [1]. Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю глибокого аналізу просторових характеристик та якості його житлового середовища, зокрема – прибудинкових територій, як критично важливого чинника для відновлення соціальної інтеграції та підвищення якості життя міського населення в умовах зростаючої урбанізації та соціальної атомізації.

Протягом значної частини XX століття, аж до трансформаційних 1990-х років, державна політика у сфері житлового забезпечення, зокрема в контексті Полтави, була детермінована парадигмою тотальної державності. Житло розглядалося як соціальна послуга, що надається державою, а просторова організація житлових масивів підпорядковувалася жорсткій логіці мікрорайонування. У цій архітектоніці домінувала державна або комунальна форма власності на землю, що обумовлювало уніфікований, часто відчужений від індивідуального споживача, підхід до формування прибудинкових територій. Перехід до ринкових відносин і приватизація житлового фонду призвели до атомізації права власності на вертикальні одиниці (квартири), тоді як горизонтальна площина – земельні ділянки під багатоквартирними будинками – часто залишалася у стані невизначеної правової суб'єктності. Ця онтологічна невизначеність земельного простору стає джерелом конфлікту при спробах «ущільнення» або реконфігурації забудови, створеної за канонами минулої епохи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Українське місто, міський простір та його житлова забудова стали об'єктом досліджень низки відомих учених, серед яких – М. Дьомін [2; 3], М. Габрель [3; 4], В. Єжов, І. Гнесь [5], Є. Клюшніченко [6], В. Куцевич, В. Вадімов [7; 8], А. Плешкановска, О. Олійник [9], О. Сингаївська та інші. Серед останніх авторських напрацювань у цій царині – статті, присвячені багатоквартирній житловій забудові м. Полтава, пошуку шляхів формування нової повоєнної житлової забудови [10; 11]. Дослідження житлового середовища в різних аспектах представлені в роботах А. Дмитренка [12] та Л. Шевченко [13; 14; 15], зокрема – житловій забудові останньої третини XX ст., прибудинковим територіям та ландшафтній організації житових дворів у такій забудові. Різні аспекти багатоквартирних житлових будинків з прибудинковою територією є об'єктом дослідження І. Смадича [16; 17] та Д. Вадімова [18; 19; 20].

Публікація має на меті висвітлити питання, пов’язані з переосмисленням поняття житлового простору та його прибудинкової території, які повинні задовольняти базові антропологічні потреби у безпеці, естетичному сприйнятті та можливості відновлення її мешканців (рекреації). Ця мета досягається **використанням загальнонаукових методів** пізнання.

Результати дослідження та їх обґрунтування. На сучасному етапі вибір житла перетинає суто функціональні критерії (площа, інженерне забезпечення) і набуває виміру екзистенційного комфорту. Сучасний мешканець, обираючи своє місце проживання, несвідомо прагне забезпечити гармонію між індивідуальним житлом та його безпосереднім оточенням. Прибудинкова територія перестає бути лише технічною буферною зоною; вона трансформується у життєвий простір, що щоденно формує сприйняття реальності та якість буття. Незважаючи на те, що матеріальна трансакція купівлі квартири стосується виключно «вертикальних» метрів, психологічна вартість володіння нерозривно пов'язана з якістю «горизонтального» простору. Ігнорування естетичної та екологічної складової благоустрою (озеленення, рекреаційні зони, місця для соціальної взаємодії) породжує розрив між очікуванням та реальністю.

Якщо поглянути на житло та прибудинковий простір через призму філософсько-історичних імперативів архітектури міста, то привертає особливу увагу мікрорівневі прояви загальної ідеї міського буття. Якщо архітектура міста в цілому є «філософією конструювання простору цивілізації», то житло є первинним онтологічним полем цієї цивілізації. Житло, або оселя, є тією точкою, де індивідуальне буття (особистість) зустрічається з колективним (суспільством), матеріалізуючи базові потреби у безпеці, приватності та відтворенні соціальних зв’язків. В історичному аспекті, еволюція житла відображає зміни у розумінні індивідуального та сімейного простору. Від спільного, відкритого житла ранніх спільнот до індивідуалізованих, захищених осель пізніших епох. Змінювалися інтенсивність та характер взаємодії між «я» та «ми». Філософія житла полягає у визначенні меж цієї взаємодії:

- *приватність*: архітектурна форма житла визначає ступінь захищеності внутрішнього простору від зовнішнього світу, що корелюється з філософськими концепціями індивідуальної свободи та автономії;
- *функціональність*: розподіл внутрішнього простору (спальня, кухня, вітальня) відображає соціальні ролі та побутові ритуали, які є суттю так званої «творчої повсякденності».

Прибудинкова територія як транзитна зона (двори, внутрішні дворики, сади) виконує функцію медіатора між приватною сферою житла та публічною сферою вулиці чи площі. Це не просто технічна зона обслуговування, а

соціальний буфер та простір-інтерфейс. За рахунок цієї трансформації прибудинковий простір дозволяє мешканцям поступово «входити» у публічний світ, пропонуючи проміжні зони для неформальної комунікації, гри чи відпочинку, які ще не вимагають повної відповідності публічному етикету. Якість ландшафтного дизайну та благоустрою прибудинкової території є прямим продовженням архітектурного образу будівлі та, опосередковано, філософії всього міста. Місто прагне до гармонії, тому ця гармонія повинна бути відчутна у безпосередньому оточенні оселі.

У контексті філософії архітектури, житло та прибудинковий простір є локальною презентацією глобального урбаністичного ідеалу. Вони є найбільш чутливими індикаторами того, наскільки успішно ідея міського буття (справедливість, краса, функціональність) була втілена на рівні щоденного досвіду мешканця. Недостатня увага до цих аспектів призводить до фрагментації міського досвіду: величні фасади та площі існують окремо від якості простору, в якому людина живе і відпочиває. Таким чином, якість житла є не лише соціальним, але й епістемологічним питанням архітектури міста [21].

Згідно з концепцією Арістотеля, рух є здійсненням потенційно можливого, оскільки можливість є ентелехією – «внутрішньою метою руху, закладеною в прихованому вигляді в кожному бутті до його здійснення» [22]. Архітектура, як філософське втілення містобудування через принципи стійкості, статики та тектоніки, інтегрує елементи руху як історичну часову концепцію. У сучасній філософії простір визначається протяжністю об’єктів, їхніми межами та взаємним розташуванням, тоді як час трактується як тривалість, швидкість, ритм та послідовність явищ [23]. Житловий простір та прибудинкова територія в цьому контексті виступають як особливі зони, де рух – як фізичний, так і соціально-часовий – набуває специфічної інтенсивності та форми. У межах житлового простору рух є первинним проявом ентелехії буття. Тут потенційне здійснюється у формі щоденних, ритмічних дій (наприклад, необхідність приготування їжі, відпочинку, спілкування). Архітектура житла структурує цей внутрішній рух: траєкторії переміщення між зонами формують мікроритм життя мешканця (наприклад, від спальні до кухні). Час тут суб’єктивний, він вимірюється не годинником, а послідовністю побутових процесів. Простір прибудинкових територій функціонує як транзитна та комунікативна зона, де відбувається перехід від інтимного (житла) до публічного. Рух тут стає більш соціально детермінованим: це рух зустрічі, гри, спільного відпочинку. Прибудинкові території, завдяки своїй організації (доріжки, майданчики), диктують певні траєкторії та швидкості пересування, інтегруючи їх у загальний міський потік, але зберігаючи при цьому елемент контрольованої приватності.

Проаналізувавши історичні трансформації міського середовища,

з'ясовано, як змінювалося сприйняття та організація простору і часу, і як ці зміни безпосередньо впливали на житло та прибудинкові території. Зокрема, у *добу Античності*, де простір і час були сумірні та впорядковані (наприклад, через гіпподамову сітку), житло було інтегровано у цю впорядковану структуру (грецький «ойкос», римська «домус»). Прибудинкові території (атріуми, перистилі) слугували буфером між упорядкованим публічним простором (агорою, форумом) та приватним життям. Рух усередині житла був передбачуваним, а зовнішні комунікації диктувалися раціональною сіткою вулиць, забезпечуючи гармонійну сумірність індивідуального та колективного руху. У *добу Середньовіччя* зі зміщенням фокусу на замки та храми, як альтернативні центри світу, житло поза цими центрами (у місті-селищі) стало менш формалізованим. Просторова організація міста була менш орієнтована на універсальну раціональність. Прибудинкові території (якщо вони існували у теперішньому розумінні) були злиті з хаотичною, органічною мережею вузьких вулиць. Рух ставав менш прямим, більш інтенсивним у вузьких просторах, але сповільненим через нерівномірність планування. *Епоха Відродження*, з руйнуванням мурів та фокусом на приватному житлі (палацах), повернула раціональність у планування, але змінила його акценти. Житло еліти (палаци) стало самодостатнім мікрокосмом, де внутрішні двори та сади (своєрідна форма прибудинкових територій) були ретельно організовані згідно з новими гуманістичними та геометричними ідеалами. Це створювало подвійний простір: упорядкований публічний простір міста та високоорганізований, але приватний простір елітного житла, де рух підкреслював статус і відокремленість.

У *XIX–XX столітті* кардинальні зміни, спричинені індустріалізацією та урбанізацією, призвели до руйнування сумірності між простором і часом. Прагнення до економічної ефективності домінувало над естетикою та гуманістикою. В результаті в якості житла з'явилися стандартизовані, типові забудови («масові панельні будинки»), які були розроблені для швидкого задоволення потреб, але часто ігнорували локальний контекст. Це призвело до створення однорідних, функціонально спрощених житлових зон. Прибудинкові території часто були спрощені до мінімального рівня – невеликі ділянки озеленення або відкриті простори, які мали обслуговувати велику кількість мешканців. У багатьох випадках, вони ставали місцями «залишкового простору» між транспортною інфраструктурою (магістралями, вокзалами) та житловими об'єктами. Рух тут ставав швидким (на шляху до транспорту) або утилітарним (на шляху до магазинів), втрачаючи соціальну та естетичну цінність, притаманну попереднім епохам. Складність, що виникла у XX столітті, полягає у спробі знову інтегрувати «швидкий» та «масштабни» рух, нав'заний інфраструктурою, з потребою людини у якісному, гуманному житлі

та прибудинкових територіях.

Висновок. Головною особливістю сучасності є докорінна зміна умов формування простору життєдіяльності людини, що вимагає глибокого філософського осмислення містобудівних пріоритетів. Перед сучасним містобудуванням стоїть низка гострих дихотомій: традиція проти інновацій, локальні цінності проти глобальних стандартів, моноцентричність проти поліцентричності, а також баланс між відкритістю та безпекою. Місто сьогодні сприймається як динамічний, незавершений «твір мистецтва», де різночасові об'єкти співіснують, постійно трансформуючись. Ключовим завданням стає досягнення якісної міської забудови, яка здатна інтегруватися у людський фактор – враховувати соціально-психологічні, візуальні та поведінкові аспекти сприйняття простору. Цільові орієнтири чітко визначені: гуманна та екологічна ідеологія, підкріплена технологічними інноваціями та новими формами просторової організації. В контексті житлового простору та прибудинкових територій ця трансформація набуває особливої актуальності. Якщо раніше житло було лише функціональною одиницею, то сьогодні воно має стати органічною частиною цього «твору мистецтва». Еволюція від масового, стандартизованого житла до якісної забудови вимагає, щоб житловий простір не просто задовольняв базові потреби, але й відображав цілісність ціннісної системи. Прибудинкові території повинні стати релевантним буфером між швидкісними, часто хаотичними транспортними артеріями, віртуальним простором (що зростає в значенні) та приватним життям мешканців. Їхнє планування має сприяти відновленню соціальної взаємодії, забезпечуючи якість візуального та екологічного середовища, що, своєю чергою, підтримує гуманну ідеологію сучасного містобудування.

Список використаних джерел:

1. Розподіл постійного населення Полтавської області за статтю та віком на 1 січня 2022 року: Статистичний збірник / Головне управління статистики у Полтавській області. Полтава, 2022.
2. Дьомін, М.М., Биваліна, М.В. Проблеми та методи модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років (на прикладі м. Києва), *Містобудування та територіальне планування*. 2005. Випуск 21. С. 67-75.
3. Дьомін М.М., Габрель М.М., Косьмій М.М., Габрель Т.М. Теоретико-методичні основи ревіталізації поствоєнного простору та обґрунтування шляхів розвитку України: нематеріальний контекст. *Просторовий розвиток*. 2024. Випуск № 10. С. 3-29. DOI: 10.32347/2786-7269.2024.10.3-29
4. Косьмій М.М., Габрель М.М., Габрель Т.М. Феномен духовного комфорту міста. *Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки. Післявоєнна відбудова України*: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. симпозіуму, м. Івано-Франківськ, 25 травня 2023 р. Івано-Франківськ, 2023. С. 121-124.
5. Гнесь І.П. Проблеми та перспективи еволюції масової типової житлової

забудови 50–90-х років в Україні. *Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". Архітектура*. 2001. Вип. 429. С. 63-68.

6. Клюшниченко Є.Є., Осипенко К.В. Вплив природно-кліматичних умов на якість життя населення. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2020. Вип. 57. С. 216-225. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.57.216-225.

7. Vadim Vadimov, Liudmyla Shevchenko, Dmytro Vadimov, Artem Shevchenko. Cluster dimensions of the space of a new residential district of Ukrainian 'post-socialist' city. *Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 2024. Vol. 35, No 2.

8. Вадімов В.М. Особливості просторового планування в умовах інтегрованого розвитку міст в Україні. (Практичний коментар). Полтава: Дивосвіт, 2019. 132 с.

9. Олійник, О., & Селешок, І. Принципи формування функціонально-просторової програми соціального житла на засадах сталого розвитку. *Містобудування та територіальне планування*. 2024. (85). С. 445–453. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.445-453

10. Зосім С.А., Ніколаєнко В.А. Теоретичні передумови формування нової повоєнної забудови в Україні. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2023. Вип. 67. С. 221-229. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.221-229.

11. Зосім С.А., Ніколаєнко В.А. Аналіз вітчизняного практичного досвіду формування багатоквартирної житлової забудови 1991-2010 рр. на прикладі міста Полтави. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2024. Вип. 70. С. 206-221. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.70.206-221.

12. Дмитренко А.Ю. Проблеми розвитку типології масового житла для післявоєнної відбудови України. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2023. Вип. 66. С. 150-167. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.66.150-167

13. Shevchenko L. Mass Housing in Ukraine in the Second Half of the 20th Century. *Docomomo Journal* – No 67, 2022/2, pp. 72-78. DOI: https://doi.org/10.52200/docomomo.67

14. Shevchenko L.S. Second Life of the Residential Building Area of the Middle of the 50s—Early 80s of the Twentieth Century in Ukraine: Opportunities and Perspectives *Lecture Notes in Civil Engineering.* 2019. Vol. 73. Pp. 449-462. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_37

15. Shevchenko L., Mykhaylyshyn O., Novoselchuk N., Troshkina, O., Kamal, M. A. Landscaping and Greening of the Residential Buildings Courtyards of the 50s–Early 80s of the XX Century in Ukraine: Current Situations and Renewal Perspectives/ *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2023. 299. Pp. 541–558. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_43

16. Смадич , І., & Капеліст, В. (2021). Межовий простір житлового будинку як елемент соціо-психологічного комфорту мешканців міста: особливості формування, характеристика, ознаки. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. (60). 152–165. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.60.152-165

17. Смадич І.П. Дослідження соціальної активності внутрішньо дворових просторів в архітектурних рішеннях житлових будинків. *Український журнал будівництва та архітектури.* 2021. № 2. С. 99-105. DOI: https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.99.756

18. Вадімов Д.В. Особливості формування прибудинкових територій багатоквартирної житлової забудови. *Містобудування та територіальне планування.* 2023. № 82, С. 53-63. DOI: 10.32347/2076-815x.2023.82.53-63

19. Вадімов Д.В. Принципові положення щодо просторового вирішення прибудинкових територій багатоквартирних житлових будинків. *Просторовий розвиток*. 2025. №11. С.16-29. DOI: 10.32347/2786-7269.2025.11.16-29

20. Вадімов Д.В. Фактори впливу на комфортність простору прибудинкових

територій багатоквартирної житлової забудови. *Просторовий розвиток*, 2024. №7, С. 21–31. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.21-31

21. Бабенко В.М. Філософія архітектури міста: історія і майбуття. *Збірник наукових праць ДонНАБА*. Випуск №1 - 2015(1). С. 128-137. URL: https://donnaba.edu.ua/journal/images/2015-1/2015-1_128-137.pdf (дата звернення: 15.10.2025).

22. Ентелехія. Словник іншомовних слів. URL: https://www.jnsm.com.ua/cgi-bin/m/s2.pl?Article=7495&action=show (дата звернення: 15.10.2025).

23. Каранфілова О.В. Естетика містобудування у філософському осмисленні. *Перспективи. Соціально-політичний журнал*. 2021. №4. С. 153-156. DOI: https://doi.org/10.24195/spj1561-1264.2021.4.20

Doctor of Architecture, Professor **Nikolaienko Volodymyr,**
National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

RECONSIDERING SOME ISSUES OF THE LIVING SPACE CONCEPT

The article shows the problem of rethinking the concept of living space. The modern city functions as a multidimensional socio-economic and spatial system. It is dominated by processes aimed at ensuring human life. The relevance of this study is due to the need for a deep analysis of the spatial characteristics and quality of its living environment. The paradigm of total statehood led to the dominance of state or communal forms of land ownership. This led to a unified, often alienated from the individual consumer, approach to the formation of living space and its adjacent territories.

Housing and adjacent space are studied through the prism of philosophical and historical imperatives of urban architecture. Changes in the understanding of individual and family space in the historical aspect are shown through the prism of the evolution of housing - from Antiquity, the Middle Ages, the Renaissance and to the present day (XX-XXI centuries). The characteristics of residential spaces of this period are considered in detail. Ancient space and time were commensurate and ordered with integrated housing and adjacent territory. It served as a buffer between public space and private life. Movement inside the housing was predictable, and external communications were dictated by a rational grid of streets. The spatial organization of the medieval city was less oriented towards universal rationality. The focus of attention shifted to castles and temples. Housing outside these centers became less formalized, and adjacent territories were merged with a chaotic network of narrow streets. Traffic became more intense in narrow spaces, but slowed down due to uneven planning. The focus of the Renaissance city was on the private residence of the elite with carefully organized courtyards and gardens. This created a dual space: the orderly public space of the city and the highly organized, but private space of elite housing, where movement emphasized status and isolation. The radical

changes in cities of the 19th and 20th centuries, caused by industrialization and urbanization, led to the destruction of the proportionality between space and time, the desire for economic efficiency, which dominated aesthetics and humanism. The emphasis is on the adjacent territory as a social buffer, an interface space, a mediator between the private sphere of housing and the public sphere of the street or square. It is proven that such a transformation of the adjacent space allows residents to gradually "enter" the public world, offering intermediate zones for informal communication.

Keywords: residential environment; residential development; affordable housing; living space; multi-apartment housing; adjacent territory; transformation.

REFERENSES

1. Rozpodil postiinoho naselennia Poltavskoi oblasti za stattiu ta vikom na 1 sichnia 2022 roku: Statystychnyi zbirnyk / Holovne upravlinnia statystyky u Poltavskii oblasti. Poltava, 2022 {in Ukrainian}

2. Domin, M.M., Byvalina, M. \V. Problemy ta metody modernizatsii raioniv masovoi zhytlovoi zabudovy 60-70-kh rokiv (na prykladi m. Kyieva), Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2005. Vypusk 21. S. 67-75. {in Ukrainian}

3. Domin M.M., Habrel M. \M., Kosmii M. \M., Habrel T.M. Teoretyko-metodychni osnovy revitalizatsii postvoiennoho prostoru ta obgruntuvannia shliakhiv rozvytku Ukrainy: nematerialnyi kontekst. Prostorovyi rozvytok. 2024. Vypusk № 10. S. 3-29. DOI: 10.32347/2786-7269.2024.10.3-29 {in Ukrainian}

4. Kosmii M.M., Habrel M.M., Habrel T.M. Fenomen dukhovnoho komfortu mista. Kontseptualni problemy rozvytku suchasnoi humanitarnoi ta prykladnoi nauky. Pisliavoienna vidbudova Ukrainy: materialy VII Mizhnar. nauk.-prakt. sympoziumu, m. Ivano-Frankivsk, 25 travnia 2023 r. Ivano-Frankivsk, 2023. S. 121-124. {in Ukrainian}

5. Hnes I.P. Problemy ta perspektyvy evoliutsii masovoi typovoi zhytlovoi zabudovy 50–90-kh rokiv v Ukraini. Visnyk Nats. un-tu "Lvivska politekhnika". Arkhitektura. 2001. Vyp. 429. S. 63-68. {in Ukrainian}

6. Kliushnychenko Ye.Ie., Osypenko K.V. Vplyv pryrodno-klimatychnykh umov na yakist zhyttia naselennia. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. 2020. Vyp. 57. S. 216-225. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.57.216-225. {in Ukrainian}

7. Vadim Vadimov, Liudmyla Shevchenko, Dmytro Vadimov, Artem Shevchenko. Cluster dimensions of the space of a new residential district of Ukrainian 'post-socialist' city. *Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 2024. Vol. 35, No 2. Pp. 67-81. {in English}

8. Vadimov V.M. Osoblyvosti prostorovoho planuvannia v umovakh intehrovanoho rozvytku mist v Ukraini. (Praktychnyi komentar). Poltava: Dyvosvit, 2019. 132 s. {in Ukrainian}

9. Oliinyk, O., & Seleshok, I. Pryntsypy formuvannia funktsionalno-prostorovoi prohramy sotsialnoho zhytla na zasadakh staloho rozvytku. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2024. (85). S. 445–453. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.85.445-453 {in Ukrainian}

10. Zosim S.A., Nikolaienko V.A. Teoretychni peredumovy formuvannia novoi povoiennoi zabudovy v Ukraini. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. 2023. Vyp. 67. S. 221-229. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.221-229 {in Ukrainian}

11. Zosim S.A., Nikolaienko V.A. Analiz vitchyznianoho praktychnoho dosvidu formuvannia bahatokvartyrnoi zhytlovoi zabudovy 1991-2010 rr. na prykladi mista Poltavy. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. 2024. Vyp. 70. S. 206-221. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2024.70.206-221 {in Ukrainian}

12. Dmytrenko A.Iu. Problemy rozvytku typolohii masovoho zhytla dlia pisliavoiennoi vidbudovy Ukrainy. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. 2023. Vyp. 66. S. 150-167. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.66.150-167 {in Ukrainian}

13. Shevchenko L. Mass Housing in Ukraine in the Second Half of the 20th Century. *Docomomo Journal* – No 67, 2022/2, pp. 72-78. DOI: https://doi.org/10.52200/docomomo.67 {in English}

14. Shevchenko L.S. Second Life of the Residential Building Area of the Middle of the 50s—Early 80s of the Twentieth Century in Ukraine: Opportunities and Perspectives *Lecture Notes in Civil Engineering.* 2019. Vol. 73. Pp. 449-462. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_37 {in English}

15. Shevchenko L., Mykhaylyshyn O., Novoselchuk N., Troshkina, O., Kamal, M. A. Landscaping and Greening of the Residential Buildings Courtyards of the 50s–Early 80s of the XX Century in Ukraine: Current Situations and Renewal Perspectives/ *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2023. 299. Pp. 541–558. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_43 {in English}

16. Smadych , I., & Kapelist, V. (2021). Mezhovyi prostir zhytlovoho budynku yak element sotsio-psykholohichnoho komfortu meshkantsiv mista: osoblyvosti formuvannia, kharakterystyka, oznaky. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. (60). 152–165. DOI: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.60.152-165 {in English}

17. Smadych I.P. Doslidzhennia sotsialnoi aktyvnosti vnutrishno dvorovykh prostoriv v arkhitekturnykh rishenniakh zhytlovykh budynkiv. Ukrainskyi zhurnal

budivnytstva ta arkhitektury. 2021. № 2. S. 99-105. DOI: https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.270421.99.756 {in Ukrainian}

18. Vadimov D.V. Osoblyvosti formuvannia prybudynkovykh terytorii bahatokvartyrnoi zhytlovoi zabudovy. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2023. № 82, S. 53-63. DOI: 10.32347/2076-815x.2023.82.53-63 {in Ukrainian}

19. Vadimov D.V. Pryntsypovi polozhennia shchodo prostorovoho vyrishennia prybudynkovykh terytorii bahatokvartyrnykh zhytlovykh budynkiv. Prostorovyi rozvytok. 2025. №11. S.16-29. DOI: 10.32347/2786-7269.2025.11.16-29 {in Ukrainian}

20. Vadimov D.V. Faktory vplyvu na komfortnist prostoru prybudynkovykh terytorii bahatokvartyrnoi zhytlovoi zabudovy. Prostorovyi rozvytok, 2024. №7, S. 21–31. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.21-31 {in Ukrainian}

21. Babenko V.M. Filosofiia arkhitektury mista: istoriia i maibuttia. Zbirnyk naukovykh prats DonNABA. Vypusk №1 - 2015(1). S. 128-137. URL: https://donnaba.edu.ua/journal/images/2015-1/2015-1_128-137.pdf (data zvernennia: 15.10.2025). {in Ukrainian}

22. Entelekhiia. Slovnyk inshomovnykh sliv. URL: https://www.jnsm.com.ua/cgi-bin/m/s2.pl?Article=7495&action=show (data zvernennia: 15.10.2025). {in Ukrainian}

23. Karanfilova O.V. Estetyka mistobuduvannia u filosofskomu osmyslenni. Perspektyvy. Sotsialno-politychnyi zhurnal. 2021. №4. S. 153-156. DOI: https://doi.org/10.24195/spj1561-1264.2021.4.20 {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.223-235
УДК 711.4

Печененко О.В.,
ovpechenenko@gmail.com., ORCID: 0009-0007-2912-7506 ,
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ СТАЛИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В ЗОНІ ВПЛИВУ ВЕЛИКОГО МІСТА

Розвиток сучасного великого міста супроводжується впливом на прилеглі території. Відбувається формування щільних взаємозв'язків між містом та приміською територією які пов'язані з трудовими, культурно-побутовими, міграційними, рекреаційними та іншими процесами, що в свою чергу обумовлює виникнення містобудівних інфраструктурних елементів. Інтенсивне містобудівне освоєння приміських зон як територій багатофункціонального призначення, зумовлює потребу у створенні системного підходу до формування функціонально-просторового каркасу, який би забезпечував збалансованість між забудовою, транспортною інфраструктурою, природними ландшафтами та місцями рекреації. Основою такого каркасу стають сталі містобудівні функціональні елементи які забезпечують збалансований еколого-ландшафтний просторовий розвиток у зоні впливу великого міста. У процесі містобудівного проектування елементи каркасу розглядаються під кутом інтегрованого розвитку приміських територій разом з просторовою організацією міста.

Ключові слова: зона впливу; приміська зона; кліматичні зміни; містобудівні функціональні елементи; функціонально-просторовий каркас; концепція інтегрованого розвитку; містобудівна просторова організація.

Актуальність роботи. Просторовий розвиток великих міст передбачає взаємопов'язаний характер функціональних зв'язків з приміськими територіями. Міста зростаючи у територіальній організації, впливають на природне оточення, що в свою чергу призводить до фрагментації територій, деградації природного середовища, втрати родючих земель і неефективного використання ресурсів. Великі міста – це складні «екосоціосистеми», характерні високою щільністю населення на обмежених територіях, що обумовлено концентрацією промислових підприємств, об'єктів обслуговування та інженерно-транспортної інфраструктури. На сучасному етапі розвитку міст особливо актуальності набувають риси глобальних екологічних змін —

зростання температур, зміни гідрологічних режимів, зменшення біорізноманіття, часті екстремальні погодні явища, що приводять до стихійних лих (підтоплення міських територій, зсуви та карстові геологічні утворення та інші інженерно-геологічні негативні процеси). Глобальні кліматичні зміни мають локалізовану негативну прояву що впливає на функціональну просторову організацію міста та прилеглої території. У процесі містобудівного проектування, за останні часи, змінювались науково-проектні підходи які ставили за мету вдосконалення містобудівної проектної діяльності. Такі зміни відбуваються на основі законодавчих документів державного рівня. Поєднання питань раціонального використання земельного фонду та перспектив містобудівного розвитку територій в одному проектному документі ставить необхідним розробку Комплексних планів просторового розвитку територій територіальних громад. При цьому Комплексний план просторового розвитку територій розробляються на всю територію територіальної громади включаючи міста та прилеглі території [1]. Методологічно послідовними, у зв'язку з цим, слід вважати необхідність врахування ландшафтно-екологічних чинників що враховують кліматичні зміни, встановлення екологічно-сталих містобудівних елементів у формуванні просторової організації [2]. Особливої актуальності ці питання набувають у сучасному містобудування в Україні у зв'язку з проблемою відбудови зруйнованих міст.

Мета даної роботи. Процес розробки містобудівної документації на місцевому рівні передбачає актуалізацію вихідної інформації про взаємопов'язаний характер розвиток міста та прилеглої території [2]. Зона впливу великого міста стає територією де повинно відбуватись формування сталих функціональних елементів — таких як зелена та блакитна інфраструктура, екологічні коридори, рекреаційні осі, ландшафтно-орієнтовані вузли. Включення природно-ландшафтних елементів у якості опорних елементів функціонально-просторового каркасу у зоні впливу великого міста потребує системного підходу. Одним з таких системних підходів є розробка Концепцій інтегрованого розвитку територій [3]. Підвищення просторової стійкості територій відбувається шляхом формування екологічно сталого функціонально-просторового каркасу.

Вивченість теми. Наукові дослідження та проектна діяльність процесів містобудування в Україні має послідовний характер і певну етапність [4]. При цьому важливим ознакою досліджень є творча співпраця географічних та містобудівних наукових шкіл в Україні, що надавало унікальні можливості всебічного розгляду актуальних містобудівних проблем. Серед таких проблем розглядались і проблеми взаємопов'язаного характеру розвитку міст та прилеглих територій. Розробки провідних українських науково-дослідних

інститутів (ДП Український держаний науково-дослідний інститут проектування міст «Діпромісто», Київ НДПІ містобудування та інш.) створювали передумови подальшого розвитку вітчизняної теорії і практики містобудування. Містобудівний напрямок досліджень забезпечувався науково-практичними роботами вчених Ю. Білоконя, М. Дьоміна, Г. Заблоцького, Є. Клюшніченко, М. Кушнаренко, Г. Лаврика А. Рудницького, В. Ступаченко, Т. Панченко, О. Хорхота, Г. Фільварова, І. Фоміна та інш. Плідно співпрацювали з містобудівниками спеціалісти суміжних наукових напрямів, особливо у географічно-економічній галузі розвитку продуктивних сил, де відзначаються роботи Д. Богорад, І. Бистрякова, М. Колосовського, В. Нудельмана, А. Оситнянко, М. Паламарчука, Ю. Палехи, С. Проценко, Ю. Саушкіна, Б. Солухи та ін.

Виклад основного матеріалу. Урбанізаційні процеси супроводжуються глибокими трансформаціями просторової організації територій, що проявляються у швидкому зростанні великих міст, розширенні меж їхнього впливу, тісних взаємозалежностей між міськими і сільськими поселеннями, посилення тиску на навколишнє середовище. У результаті формується нова типологія простору — зона впливу великого міста, яка охоплює не лише адміністративні межі міста, а й прилеглі території, транспортну інфраструктуру, рекреаційні території та природні системи. У зоні впливу формуються нові містобудівні об’єкти як об’єднані територіальні громади (ОТГ). Саме ці території стають ареною найбільш інтенсивних просторових змін. Законодавчі та нормативно-правові документи повинні передбачають такі зміни особливо при реалізації державних програм, як наприклад при реалізації Концепції реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні [5].

Містобудівний розвиток міст в Україні регулюється шляхом розробки та реалізації містобудівної документації на трьох взаємопов’язаних територіальних рівнях, що забезпечує конструктивність у прийнятті рішень.

За певний час попередніх етапів XX ст. містобудівного розвитку українських міст накопичилось проблеми структурних деформацій економіки, домінування ресурсно- та енергоємних галузей і технологій, сировинної орієнтації експорту та надмірної концентрації виробництва у промислових регіонах, нехтування питаннями охорони оточуючого середовища. В Україні сформувалася розбалансована структура природокористування та управління розвитком на всіх взаємопов’язаних територіальних рівнях (макро, мезо, мікро).

З метою усунення негативних проблем на початку 2000-х років була розроблена Генеральна схема планування території України. Генеральна схема планування території України стала основою для розроблення містобудівної

документації на території областей, районів, територіальних громад та окремих населених пунктів [6]. Застосування системних принципів демонструє новий підхід до формування систем розселення різного територіального рівня, що в свою чергу забезпечував і збалансований підхід до проблем раціонального природокористування.

Подальший розвиток містобудівної практики був спрямований з урахуванням процесів євроінтеграції. Серед таких системних підходів розвитку містобудівної практики в Україні актуальним стає містобудівний напрямок який узгоджується з міжнародними документами. Україна ще у 1992 році приєдналася до стратегічного документу ООН «Порядок денний на XXI століття», підписала ряд міжнародних угод і договорів, які зобов'язують управлінські структури держави здійснювати розвиток на принципах сталого розвитку, оскільки сталий розвиток є фундаментальною метою Європейського Союзу. Ініціатива сталого розвитку (SCI), Концепцію сталого розвитку населених пунктів України (1999 р.), Лейпцизька Хартія «Міста Європи на шляху сталого розвитку» (2007 р.). визначено шляхи збалансованого розвитку населених пунктів у оточуючому середовищі [7]. Процес реалізації положень сталого розвитку став прикладом для більшості європейських міст, під кутом зору стали питання поліпшення екологічного стану, врахування кліматичних змін. Було проведене експертне корегування матеріалів у «Лейпцизької хартії» 2021 році. Так з’явилась «Нова Лейпцизька хартія – перетворююча сила міст для спільного блага», документ для врахування у розробці проектів просторового розвитку [8]. Інтегрований розвиток міст та прилеглих до міст територій є вкрай важливим напрямком перспективних містобудівних досліджень в Україні [9].

Процеси євроінтеграції в Україні спричинили рух до проведення адміністративно-територіальних реформ у яких активною реалізацією стала реалізація - Програми "U-LEAD з Європою". В Україні процес децентралізації розпочато 2014 року з прийняттям Концепції реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні [5], законів України «Про співробітництво територіальних громад» (Закон України від 17.06.2014, №1508-VII), «Про добровільне об’єднання територіальних громад» (Закон України від 05.02.2015, №157-VIII) та змін до бюджетного і податкового кодексів – щодо фінансової децентралізації. Проект децентралізації став одним із наймасштабніших проектом реформ в Україні з 2014 року по теперішній час. В результаті її реалізації було створено понад 800 об’єднаних територіальних громад (ОТГ), які охопили третину території України. Цей процес дозволив формувати відповідно до положень Європейської хартії місцевого самоврядування значний дієвий і спроможний інститут місцевого

самоврядування на базовому рівні – об'єднані територіальні громади (ОТГ). У багатьох випадках лідером у просторовій організації територіальної громади (ОТГ) ставало місто із зоною впливу де особливо місце займають великі міста. Великі міста України складаються передусім із міст обласних центрів та міст обласного значення. На території країни знаходиться 37 міст з населенням понад 100 тисяч, в яких проживає близько 9,32 млн. осіб. Новий містобудівний об'єкт – об'єднана територіальна громада потребував і нових підходів у містобудівному проектуванні.

Подальші кроки у реформуванні адміністративно-територіальному устрою та класифікації міст потребували перегляд ряд окремих положень попередніх законодавчих, нормативно-правових документів. В Україні передбачає наступні зміни: визначення "селище міського типу" анулюють містом вважатиметься населений пункт із компактною багатоповерховою забудовою та населенням не менше 10 тисяч осіб селищем вважатиметься населений пункт із садибною забудовою та населенням понад 5 тисяч осіб селом будуть вважатися населені пункти із садибною забудовою та населенням менш, ніж 5 тисяч осіб введуть визначення "поселення", "міста обласного та районного значення" вважатимуться просто містами, а колишні селища міського типу стануть "селищами". Нормативно-класифікаційні зміни актуалізують впливовість міст на прилеглі території.

Зони впливу великих міст як центрів об'єднаних територіальних громад (ОТГ) не обмежуються тільки приміською зоною, де найбільш має прояв впливовості міської інфраструктури. Приміська зона – це багатофункціональна територія, сформована навколо певного міста, яка має із ним тісні економічні, трудові, міграційні, інфраструктурні, історико-культурні, земельні, освітні, культурно-побутові, рекреаційні та природоохоронні зв'язки. Приміські зони – позаміські території, які необхідні для функціонування та розвитку міст. Величина приміських зон збільшується зі зростанням міст і складає, за практикою містобудівництва, для міст із населенням від 100 до 500 тис. осіб – 20–25 км, для міст із населенням від 500 тис. до 1 млн осіб – 25–30 км, для міст із населенням понад 1 млн осіб – 35–50 км. [10].

Так, на прикладі великого міста Полтава, (внесення змін до генерального плану міста, ДП «Діпромісто», 2021 р.) можна констатувати про зону впливу значно більшою за територією чим приміські території. Приміська зона Полтави – територія найбільш тісних зв'язків обласного центру з прилеглими територіями. Відповідно до генерального плану міста Полтава площа приміської зони становить 5016 км^2, чисельність наявного населення станом на 01.01.2019 – 164,5 тис. осіб, але зона впливу міста простягається на суміжні території 5 адміністративних районів: Диканського, Котелевського,

Новосанжарського, Полтавського та Решетилівського. При подальшому проведення адміністративно-територіальної реформи у Полтавській області було проведення укрупнення адміністративних районів, замість 25 районів у області стало – 4 райони: Полтавський, Миргородський, Лубенський та Кременчуцький [11]. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13.04.2020 №571-р затверджено «Перспективний план формування територій громад Полтавської області». Відповідно до Перспективного плану в зоні впливу Полтави передбачається створення 13 об'єднаних територіальних громад ОТГ.

Розробка містобудівної документації для великих міст, центрів ОТГ повинно передбачати системні заходи щодо функціональних елементів сталого просторового каркасу. Поліпшення екологічної ситуації на прилеглих до міст територій є складною і міжгалузевою проблемою. Впровадження сучасних підходів поводження з ресурсами, раціональне природокористування, збереження та поліпшення доступу до зелених зон та водойм, об'єктів природно-заповідного фонду - сприяє підвищення стійкості до змін клімату, встановлення екологічної сталості населених пунктів. Послідовність виконання проектних процедур передбачає певну науково-дослідну роботу, встановлення на основі SWOT-аналізу висновків, що надають можливість виявити сильні та слабкі сторони, переваги всіх сфер розвитку, обмеження та ризики що ускладнюють перспективний розвиток територій [12]. Важливими стають проектні процедури щодо виявлення сталих функціональних елементів які поліпшують стан навколишнього середовища. На основі аналітичних матеріалів розробляються Концепція інтегрованого розвитку території територіальної громади та Комплексний план просторового розвитку територіальної громади.

Концепція інтегрованого розвитку території територіальної громади – документ стратегічного планування, який може розроблятися на замовлення органу місцевого самоврядування із залученням місцевих мешканців, суб'єктів господарювання, що зареєстровані та/або здійснюють господарську діяльність на території відповідної територіальної громади або мають намір здійснювати таку діяльність у межах відповідної території, і визначає довгострокові, міждисциплінарні, просторові та соціально-економічні пріоритети розвитку території, є вихідними даними для розроблення містобудівної документації на місцевому рівні на принципах сталого розвитку з метою підвищення якості життя, доступності та рівності можливостей, сприяння розвитку соціальних суспільних відносин та ділової активності, оптимізації адміністративної діяльності, відповідає державним і регіональним програмам розвитку та затверджується відповідним органом місцевого самоврядування. На основі Концепції розробляються Комплексні плани просторового розвитку території

територіальної громади.

Тому важливим для міст України стало впровадження сучасних методів просторового планування у міжнародній програмі «Інтегрований розвиток міст в Україні», яка реалізовується німецькою урядовою компанією «Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH». До цього проекту первісно долучені були муніципалітети Винниці, Чернівців, Житомиру і Полтави. У Полтаві вперше з міст України була розроблена Концепцію інтегрованого розвитку (ISEK), яка була затверджена у 2018 року [13]. Концепція інтегрованого розвитку міста «Полтава 2030» складається з трьох основних частин. В першій частині документ підсумовує результати всебічних досліджень за окремими галузями, зроблених вперше за багато років, та представляє своєрідний звіт про стан міста. Глибокий аналіз усіх сфер життєдіяльності міста, його функцій та прогнози майбутнього стали основою для Концепції. Результати всіх попередніх етапів дозволили ідентифікувати сфери, що потребують першочергової трансформації на шляху сталого розвитку Полтави. Визначені сфери розвитку відображають інтегрований підхід, оскільки вони узгоджені (гармонізовані) між собою, а кожна з них містить компоненти, що доповнюють, підсилюють та підтримують інші. Моделювання просторової організації міста надало узагальнене бачення пріоритетних напрямків просторової організації. Таким чином вдалось провести гармонізацію функціонально-просторового каркасу міста та прилеглих територій.

Реформування адміністративно-територіального устрою у зоні впливу великого міста Полтава поставили нові завдання у функціонально-просторовій організації - гармонізація функціонально-просторового каркасу як самого міста, так і прилеглих до міста територій. Щоденні маятникові поїздки мешканців прилеглих населених пунктів до Полтави приблизно 13,5 тис. вказували про необхідність скоординованих просторових рішень (Рис. 1) Дослідження потенціалу прилеглих територій міста на основі ретельного аналізу соціально-економічного значення об’єктів інфраструктури, проведення анкетування і опитування дозволило встановити чотири зони: перша зона 30 хвилинної доступності; друга зона 60 хвилин доступності; третя зона населені пункти та території на відстані 60 км; четверта зона населені пункти та території на відстані понад 100 км. [13].

Результати дослідження, проведеного в рамках формування КІРМ «Полтава2030», свідчать, що території навколо Полтави мають чітко виражену зональну структуру впливу міста, яка відображає просторову диференціацію соціально-економічних, трудових та сервісних зв’язків між міським ядром і навколишніми поселеннями.

Рис 1. Зони впливу великого міста Полтава (Концепція інтегрованого розвитку м. Полтава - КІРМ, 2018 р.)

Перша зона (до 30 хв доступності) відповідає безпосередньо приміській території, де формується найбільша інтенсивність маятникових міграцій, трудових і побутових контактів з Полтавою. Тут простежується тісна інтеграція з міським середовищем, що зумовлює зростання урбанізованих функцій, забудови та інфраструктурної взаємозалежності.

Друга зона (до 60 хв доступності) охоплює навколишні райони, що утворюють Полтавську міжрайонну систему розселення. Вона характеризується активним соціально-економічним обміном, але з меншою щільністю маятникових потоків.

Третя зона (60–100 км) перебуває під змішаним впливом міста Полтава та інших великих центрів (зокрема Києва та Дніпра), що формує поліцентричну структуру простору та послаблює домінування обласного центру.

Четверта зона (>100 км) — це периферійна частина області, де вплив Полтави зменшується, натомість зростає роль інших великих міст (Кременчука, Лубен, Пирятина тощо) як субцентрів розвитку.

Зонування прилеглих територій Полтави відображає ієрархічну модель просторового впливу міста, що визначає ступінь його інтеграції в регіональну систему розселення.

Внутрішній та зовнішній пояси першої (приміської) зони формують безпосереднє поле впливу великого міста, у межах якого проявляються найінтенсивніші соціально-економічні та трудові зв'язки між Полтавою та навколишніми населеними пунктами. Внутрішній пояс характеризується високим рівнем маятникової міграції, щільним функціональним зв'язком із міським центром і фактичним злиттям частини поселень з міською забудовою. Близькість до Полтави зумовлює розвиток транспортної, торговельної та освітньої взаємодії, що підтверджує доцентрову спрямованість трудових і соціальних потоків.

Зовнішній пояс, хоча й має меншу щільність населення, демонструє сталий вплив урбанізаційних процесів, проявом яких є щоденні трудові та сервісні поїздки до міста. Просторова взаємодія цих двох поясів створює зону динамічного обміну ресурсами, робочими місцями, освітніми та рекреаційними можливостями, що потребує інтегрованого планування території як єдиної функціонально-просторової системи.

Розвиток сучасних великих міст в Україні супроводжується зростанням антропогенного навантаження на довкілля та активним освоєнням приміських територій. Урбанізаційні процеси, посилені економічною концентрацією, транспортною мобільністю та розширенням житлової забудови, формують зони впливу великих міст, які характеризуються складною системою взаємодії природних і штучно створених елементів простору. За таких умов актуалізується потреба у формуванні сталого екологічного каркасу як базового елементу функціонально-просторового розвитку територій.

Екологічний каркас розглядається як цілісна система природних і трансформованих ландшафтних структур, що забезпечують підтримання екологічної рівноваги, зв'язність екосистем і відновлювальні процеси у межах урбанізованого середовища [14]. Його основними складовими є природні ядра (*лісові масиви, водойми, заповідні зони), екологічні коридори (річкові долини, балки, зелені пояси, захисні насадження*) та буферні території, що відокремлюють зони активної забудови від природних комплексів. У системі містобудівного планування екологічний каркас виконує функцію просторової «екологічної матриці», яка формує умови для збалансованого розвитку та підвищення стійкості територіальних систем.

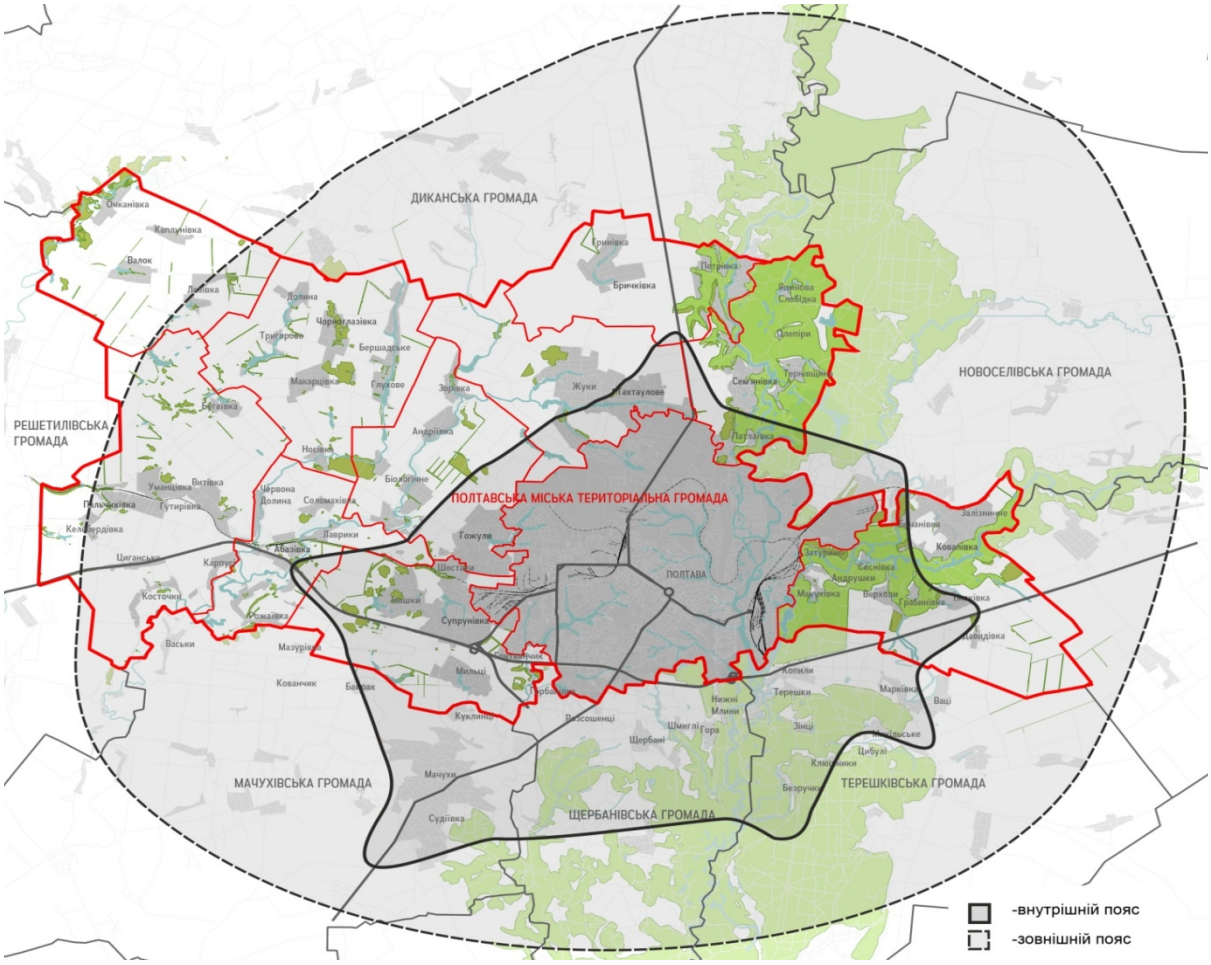


Рис. 2. Внутрішній та зовнішній пояси приміської зони Полтави із елементами екологічного каркасу.

З позицій інтегрованого підходу до просторового планування, екологічний каркас не є ізольованим природоохоронним об’єктом, він виступає основою для організації екологічно збалансованої містобудівної системи, що узгоджується з транспортною, інженерною, рекреаційною та житловою інфраструктурою [15]. Його формування повинно ґрунтуватися на принципах:

- *екологічної безперервності*, тобто забезпечення зв’язності природних територій між собою та з міською зеленою системою;
- *ландшафтної узгодженості*, що передбачає врахування морфології місцевості, водних потоків та існуючих природних меж;
- *адаптивності*, яка дозволяє каркасу виконувати регулювальні функції в умовах змін клімату та урбаністичного навантаження;
- *інтегрованості* — взаємодії між органами влади, проектними установами, екологічними службами та місцевими громадами при ухваленні планувальних рішень.

Висновки. Сучасні містобудівні процеси вказують на взаємопов'язаний характер формування функціонально-просторового каркасу міста та прилеглих територій у зоні впливу великого міста. Особливої актуальності ці питання набули у процесі децентралізації, реформування адміністративно-територіального устрою. Використання та впровадження європейського досвіду інтегрованого розвитку міст надало нові методологічні підходи у просторовій організації міста та прилеглий територій. Концепції інтегрованого розвитку територій об'єднаних територіальних громад (ОТГ) які гармонізовані з Концепціями інтегрованого розвитку міст (КІРМ) стають дієвим організаційним засобом розробки Комплексних планів просторового розвитку територій ОТГ, де актуальними є питання збалансованого розгляду проблем охорони навколишнього середовища.

Список використаних джерел

1. Закон України №711-IX від 17.06.2020 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2020, № 46, ст.394).

2. ДБН Б.1.1-14:2021 Склад та зміст містобудівної документації на місцевому рівні. Мінрегіон, Київ. - 2022., 77 с.

3. Про затвердження Порядку формування Концепції інтегрованого розвитку території територіальної громади. Наказ Міністерства громад та територій України, від 22.09.2022 № 172.

4. Фомін І.О. Основи теорії містобудування. Підручник.- Київ: Наукова думка, 1997.- 192 с.

5. «Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні», Розпорядження Кабінету Міністрів України від 1 квітня 2014 р., №333-р.

6. Білоконь Ю. Регіональне планування. Теорія та практика. / Київ, Логос, 2003 р. - 246 с.

7. Leipzig Charter on Sustainable European Cities. – Leipzig: EU Ministers for Urban Development, 2007. – 8 p.

8. The New Leipzig Charter – The Transformative Power of Cities for the Common Good**.** – Leipzig: German Presidency of the Council of the EU, 2020. – 12 p.

9. Панченко Т.Ф. Інтегроване планування сталого розвитку територій: теоретико-методологічні засади**.** // *Сучасні проблеми архітектури та містобудування.* – 2019. – Вип. 53. – С. 22–31.

10. Олійник В.Д. Особливості формування і функціонування міста і приміської зони. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія «Географія і сучасність». 2015. № 33. С. 163–172.

11. Верховна Рада України. Постанова; від 17.07.2020 № 807-IX. «Про утворення та ліквідацію районів».

12. Вадімов В.М. Особливості просторового планування в умовах інтегрованого розвитку міст в Україні. (Практичний коментар) Полтава:Дивосвіт, 2019. – 132 с.

13. Концепція інтегрованого розвитку міста Полтава 2030**.** – Полтава: Полтавська міська рада, GIZ, 2020. – 145 с.

14. Панченко Т.Ф., Криворучко Ю.І**.** Екологічний каркас у структурі сталого просторового розвитку територіальних громад**.** // *Містобудування та територіальне планування.* – 2021. – Вип. 77. – С. 59–70.

15. Шубін С.О. Екологічний каркас як структуроутворюючий елемент містобудівного планування**.** // *Науково-технічний збірник КНУБА.* – 2020. – № 9. – С. 101–108.

PhD student **Oleksandr Pechenenko**,
National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

DEFINING SUSTAINABLE FUNCTIONAL ELEMENTS IN THE INFLUENCE ZONE OF A LARGE CITY

The development of a modern large city is accompanied by an increasing influence on adjacent territories. Dense interconnections are being formed between the city and its suburban areas, linked to labor, cultural, residential, migration, recreational, and other processes. These, in turn, determine the emergence of urban planning and infrastructural elements. Intensive urban development of suburban zones as multifunctional territories necessitates a systematic approach to the formation of a functional and spatial framework that ensures a balance between urban development, transport infrastructure, natural landscapes, and recreational spaces. The foundation of such a framework is composed of sustainable urban functional elements that maintain balanced ecological and landscape-based spatial development within the city's zone of influence. In the process of urban planning, the elements of this framework are considered from the perspective of the integrated development of suburban areas together with the spatial organization of the city.

Key words: zone of influence; suburban zone; climate change; urban planning functional elements; functional-spatial framework; integrated development concept; urban spatial organization.

REFERENCES.

1. Zakon Ukrainy No. 711-IX vid 17.06.2020 "Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo planuvannia vykorystannia zemel." Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 2020, No. 46, p. 394. {in Ukrainian}

2. DBN B.1.1-14:2021 Sklad ta zmist mistobudivnoi dokumentatsii na mistsevomu rivni. Kyiv: Minregion, 2022. 77 p. {in Ukrainian}

3. Nakaz Ministerstva hromad ta terytorii Ukrainy vid 22.09.2022 No. 172 "Pro zatverdzhennia Poriadku formuvannia Kontseptsii intehrovanoho rozvytku terytorii terytorialnoi hromady." {in Ukrainian}

4. Fomin, I. O. Osnovy teorii mistobuduvannia. Kyiv: Naukova Dumka, 1997. 192 p. {in Ukrainian}

5. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 1 kvitnia 2014 r. No. 333-r "Pro skhvalennia Kontseptsii reformuvannia mistsevoho samovriaduvannia ta terytorialnoi orhanizatsii vlady v Ukraini." {in Ukrainian}

6. Bilokon, Yu. Rehionalne planuvannia. Teoriia ta praktyka. Kyiv: Lohos, 2003. 246 p. {in Ukrainian}

7. Leipzig Charter on Sustainable European Cities. Leipzig: EU Ministers for Urban Development, 2007. 8 p. {in English}

8. The New Leipzig Charter – The Transformative Power of Cities for the Common Good. Leipzig: German Presidency of the Council of the EU, 2020. 12 p. {in English}

9. Panchenko, T. V. Intehrovane planuvannia staloho rozvytku terytorii: teoretyko-metodolohichni zasady. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia, 2019, Issue 53, pp. 22–31. {in Ukrainian}

10. Oliinyk, V. D. Osoblyvosti formuvannia i funktsionuvannia mista i prymiskoi zony. Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriia "Heohrafiia i suchasnist", 2015, No. 33, pp. 163–172. {in Ukrainian}

11. Postanova Verkhovnoi Rady Ukrainy vid 17.07.2020 No. 807-IX "Pro utvorennia ta likvidatsiiu raioniv." {in Ukrainian}

12. Vadimov, V. M. Osoblyvosti prostorovoho planuvannia v umovakh intehrovanoho rozvytku mist v Ukraini (praktychnyi komentar). Poltava: Dyvosvit, 2019. 132 p. {in Ukrainian}

13. Kontseptsiia intehrovanoho rozvytku mista Poltava 2030. Poltava: Poltavska miska rada, GIZ, 2020. 145 p. {in Ukrainian}

14. Panchenko, T. V., Kryvoruchko, Yu. I. Ekolohichnyi karkas u strukturi staloho prostorovoho rozvytku terytorialnykh hromad. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, 2021, Issue 77, pp. 59–70. {in Ukrainian}

15. Shubin, S. O. Ekolohichnyi karkas yak strukturo-utvoriuiuchyi element mistobudivnoho planuvannia. Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk KNUBA, 2020, No. 9, pp. 101–108. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.236-245
УДК 624.042.8

д.т.н., професор **Банах В.А.**,
viktorbanakh@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7681-6370,
Гребенюк І.В.,
saliongsx@yahoo.com, ORCID: 0000-0003-4721-2505,
Гребенюк О.В.,
gsxgev@meta.ua, ORCID: 0000-0002-0123-6803,
Мєшков К.В.,
meshkov_kv@ukr.net, ORCID 0009-0008-9314-6522,
Запорізький національний університет

МЕХАНІЗМИ ПЕРЕДАЧІ ВИБУХОВИХ ВПЛИВІВ НА БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ ЧЕРЕЗ ГРУНТОВІ ОСНОВИ В СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Визначені особливості вибухових впливів на об'єкти забудови. Проведено аналогії між вибуховими та сейсмічними впливами. Розглянуто особливості передачі динамічних навантажень через ґрунтові основи. Наведені принципи моделювання взаємодії будівель і споруд за допомогою комплектів скінчених елементів. Ознайомлено з програмною системою реєстрації землетрусів для отримання вихідних даних щодо параметрів сейсмічних та вибухових впливів. За результатами розрахунків проведений аналіз можливих механізмів передачі вибухових впливів на будівлі та споруди через ґрунтові основи в складних інженерно-геологічних умовах. Показаний алгоритм оцінки технічного стану будівель і споруд після впливу ударної хвилі.

Ключові слова: вибухові впливи; технічний стан; міська забудова; інженерно-геологічні умови; попередні деформації; експлуатаційна придатність; розрахункова модель.

Постановка проблеми. У післявоєнний період однією з нагальних проблем буде відновлення будівель і споруд, як житлових, так і об'єктів інфраструктури, пошкоджених у результаті військових дій. Окрім об'єктів, які мають видимі суттєві, значні або незначні пошкодження, велика кількість будівель і споруд підпала під дію вибухових впливів. Такі впливи не є характерними для роботи цих об'єктів, тому завдають їм шкоди навіть при тому, що видимих пошкоджень немає.

Вибухові впливи характеризуються сукупною дією негативних факторів, що виникають внаслідок швидкого виділення великої кількості енергії. Одним з основних і найбільш руйнівних факторів, що завдає шкоди будівлям і

спорудам, є ударна хвиля. Це хвиля стиснення середовища (повітря, води, ґрунту), що поширюється із надзвуковою швидкістю і має потужний динамічний (імпульсний) вплив. Складності моделювання впливу ударної хвилі від вибухів на об'єкти забудови полягає в тому, що потужність вибуху, відстань до об'єкту та напрями дії заздалегідь невідомі. Але якщо мати інформацію про розташування місця вибухів та їхню потужність, можна оцінити їхній вплив на будівлі та споруди.

Враховуючи специфіку впливу вибухів на огороджуючі конструкції та дахи будівель і споруд, обстеженню їхнього технічного стану після завершення бойових дій треба буде приділити особливу увагу. Це буде потребувати визначення зони враження кожного вибуху, який відбувся поблизу забудови. Вплив вибухів аналогічний впливу сейсміки, причому вибух 450 – 800 кг тротилу (крилаті та балістичні ракети) викликає сейсмічні хвилі, еквівалентні в радіусі 250 м землетрусу 6-8 балів. Найгірша ситуація, коли такі вибухи відбуваються не один раз і виникає накопичувальний ефект, коли можна говорити про скорочення терміну експлуатації таких будівель.

У тих випадках, коли ударна хвиля розповсюджується через ґрунтову основу, треба враховувати як склад ґрунтової товщі, так і стан будівлі. Для складних інженерно-геологічних умов, коли обстеженню будуть підлягати експлуатовані будівлі, треба враховувати їхній попередній деформований стан.

Таким чином, моделювання механізмів передачі вибухових впливів через ґрунтові основи на будівлі та споруди є актуальною задачею, яка дозволить визначити фактичний стан об'єктів забудови, які знаходилися у зоні враження ударної хвилі та не мають видимих пошкоджень і дефектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження поведінки ударної хвилі після вибуху, закономірності її розповсюдження в різних середовищах, вплив на конструкції будівель і споруд, принципи розподілу тиску, результати аналітичних досліджень та нормативні вимоги наведені в [1-4].

Моделюванню впливу динамічних навантажень, у тому числі ударних, присвячені роботи [5-8]. Дослідження засноване на принципах і моделях, апробованих в аналогічних розрахунках програмними комплексами, сертифікованими в Україні.

Концепція розробки механізму передачі динамічних навантажень різних видів через ґрунтову основу на будівлі та споруди, врахування попередніх деформацій будівель, які експлуатуються в складних інженерно-геологічних умовах, методика обстеження технічного стану таких будівель та виконання перевірочних розрахунків наведені в [9-12].

Мета досліджень. Метою цього дослідження є апробація

запропонованого механізму передачі вибухових впливів через ґрунтову основу на будівлі та споруди з урахуванням попередніх деформацій в складних інженерно-геологічних умовах, а також виявлення умов для оцінки остаточного експлуатаційного ресурсу будинків.

Виклад основного матеріалу. Для апробації запропонованого механізму, який полягає в моделюванні вибухового впливу на систему «будівля – ґрунтова основа», представлену просторовою розрахунковою моделлю, де для моделі ґрунту використовується базовий просторовий комплект у вигляді зосереджених мас, з'єднаних спеціальними скінченими елементами (рис. 1). Ці елементи моделюють нелінійні однобічні зв'язки. Динамічні впливи в такій моделі прикладаються за межами будівлі, а динамічні характеристики основи можна отримати методами прямого інтегрування систем диференційних рівнянь руху. Перевага такої моделі полягає в можливості детального врахування структури ґрунтової основи та її інерційні характеристики, врахувати будь які неоднорідності в основі, у тому числі споруди інженерних мереж та конструкції в ґрунті. Також такий підхід дає можливість дослідження динамічної реакції системи у часі [9].

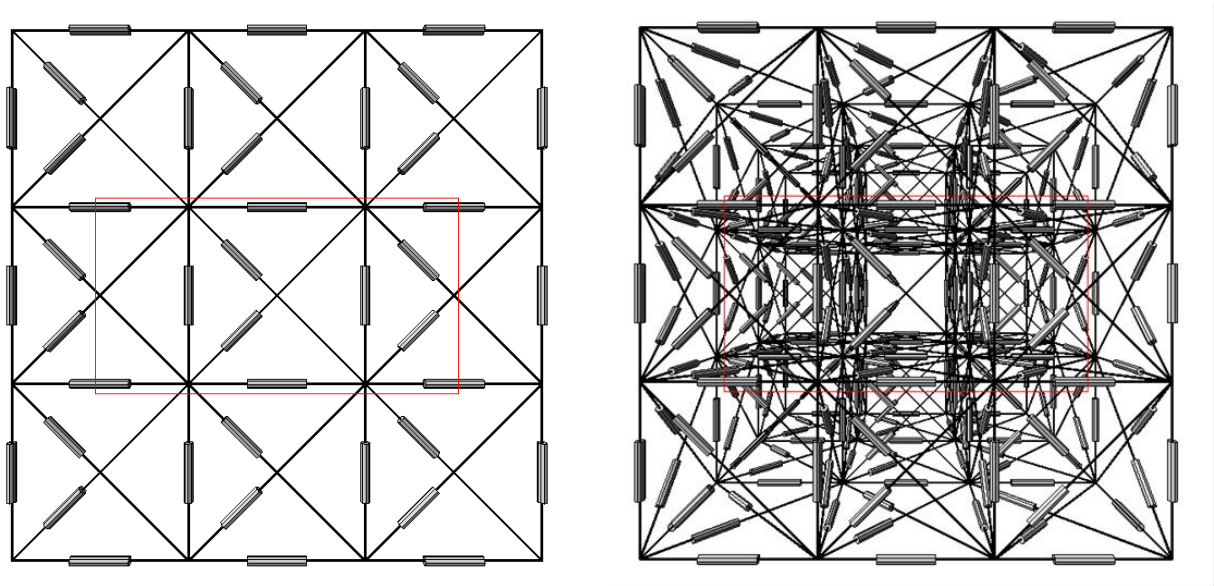


Рис. 1. Плаский та просторовий комплекти скінчених елементів для моделювання ґрунтової основи при взаємодії з будівлями та спорудами

Для моделювання вибухових впливів скористаємося системою Raspberry Shake для фіксації в реальному часі землетрусів та інших аналогічних впливів. Один з датчиків системи (унікальний номер RD834) розташований у м. Запоріжжя, що дає можливість моделювати динамічні впливи фактичними сейсмограмами (рис. 2). Координатна прив'язка не показана з міркувань безпеки.

В результаті ворожої атаки, яка сталася 01.06.2024 р., були зафіксовані

сейсмограми вибухів. Приклади такої фіксації на двох локаціях, прийняті для подальших розрахунків, наведені на рис. 3. Програмно також фіксуються параметри амплітуди коливань та швидкості в режимі реального часу.

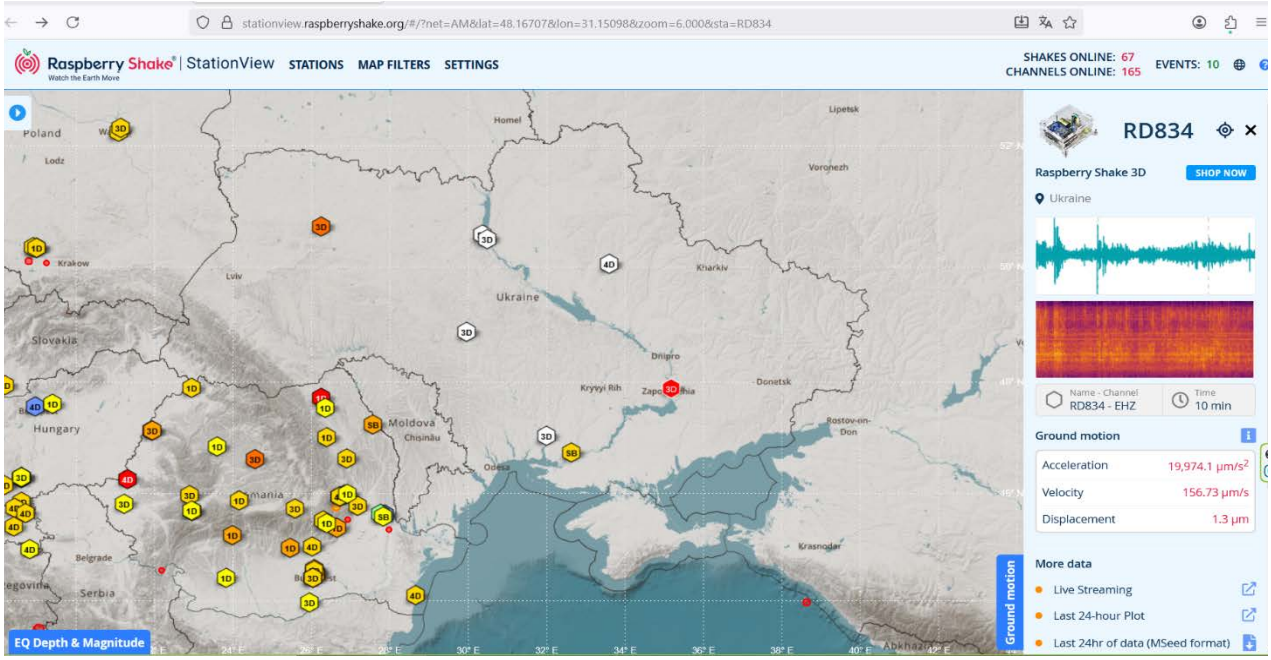


Рис. 2. Розміщення датчиків системи Raspberry Shake

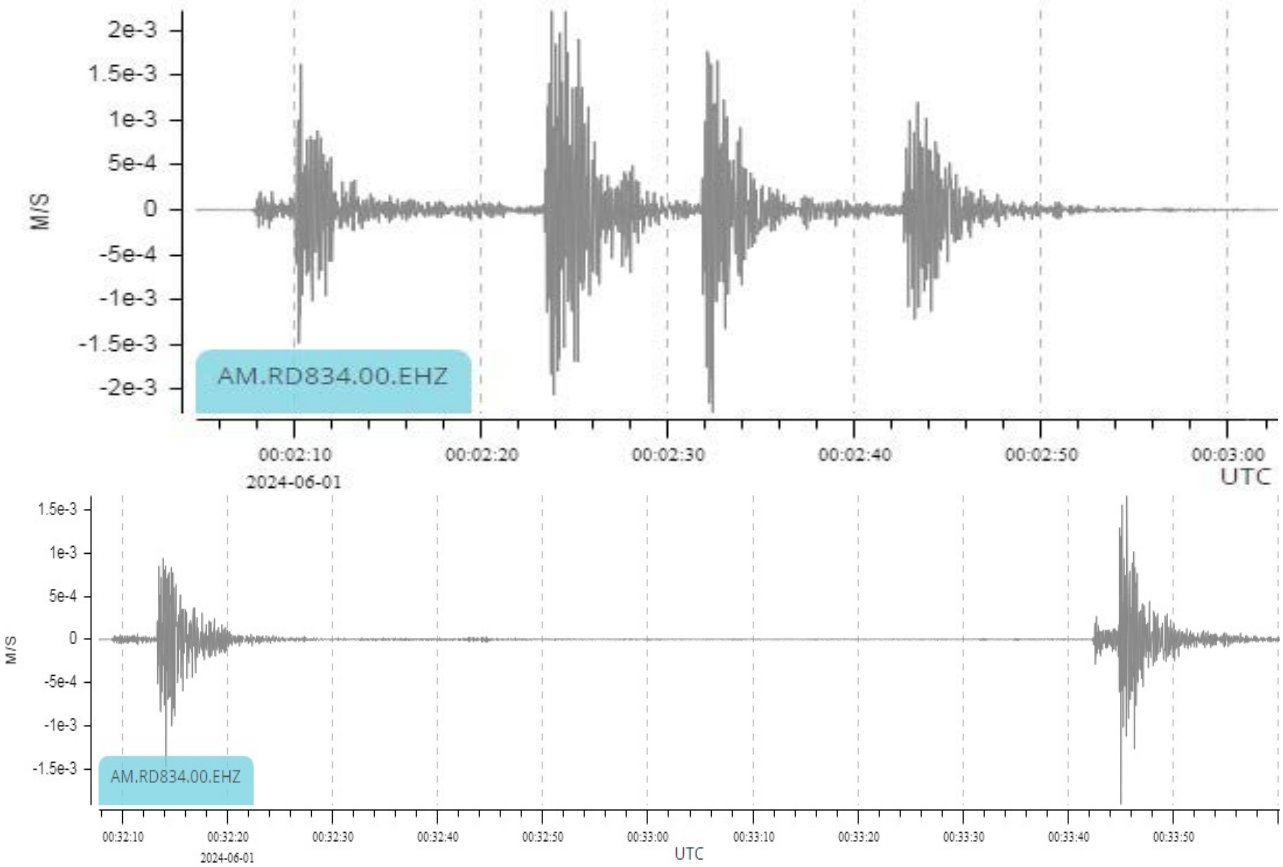


Рис. 3. Сейсмограми вибухів у різних локаціях

Така фіксація дає можливість фіксувати і можливі афтершоки – вторинні вибухові хвилі. Це важливо у зв'язку з тим, що такі ефекти суттєво знижують міцність конструктивних елементів будівель і їх необхідно враховувати при розрахунках.

Розрахунки виконувалися з використанням програмного комплексу ЛИРА-САПР 2016 R5. Задіяна розрахункова модель взаємодії експлуатованої типової великопанельної 9-поверхової будівлі серії І-480, адаптованої до будівництва в умовах просідаючих ґрунтів, з ґрунтовою основою, яка моделюється просторовими комплектами скінчених елементів. Фрагмент такої статико-динамічної моделі наведений на рис. 4.

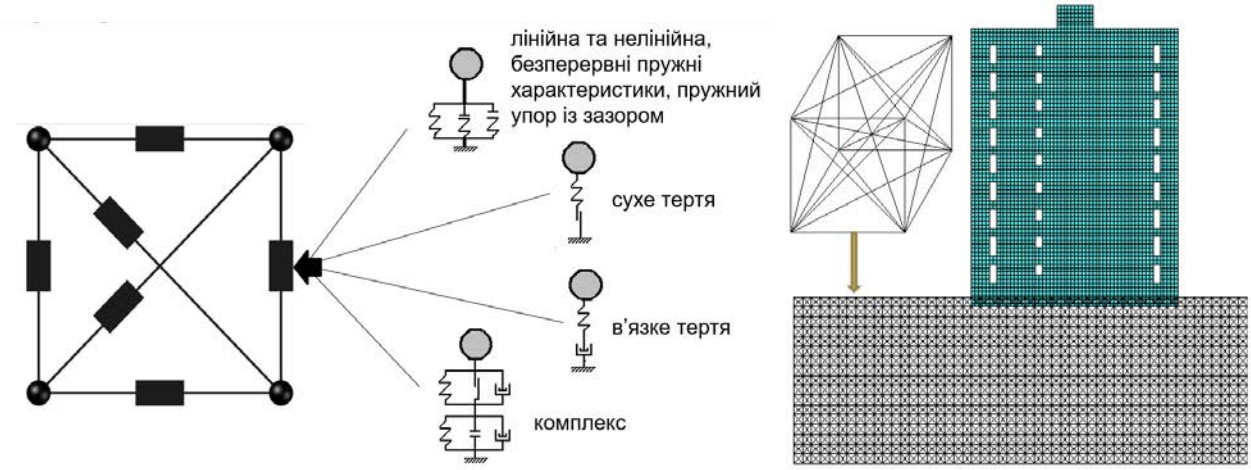


Рис. 4. Фрагменти статико-динамічної моделі взаємодії будівлі з ґрунтовою основою

За результатами розрахунків отримані динамічні характеристики вертикальних коливань поверхні ґрунту в зоні контакту з будівлею при різних положеннях прикладення вибухових впливів для середньої частини будівлі та її торців (рис. 5).

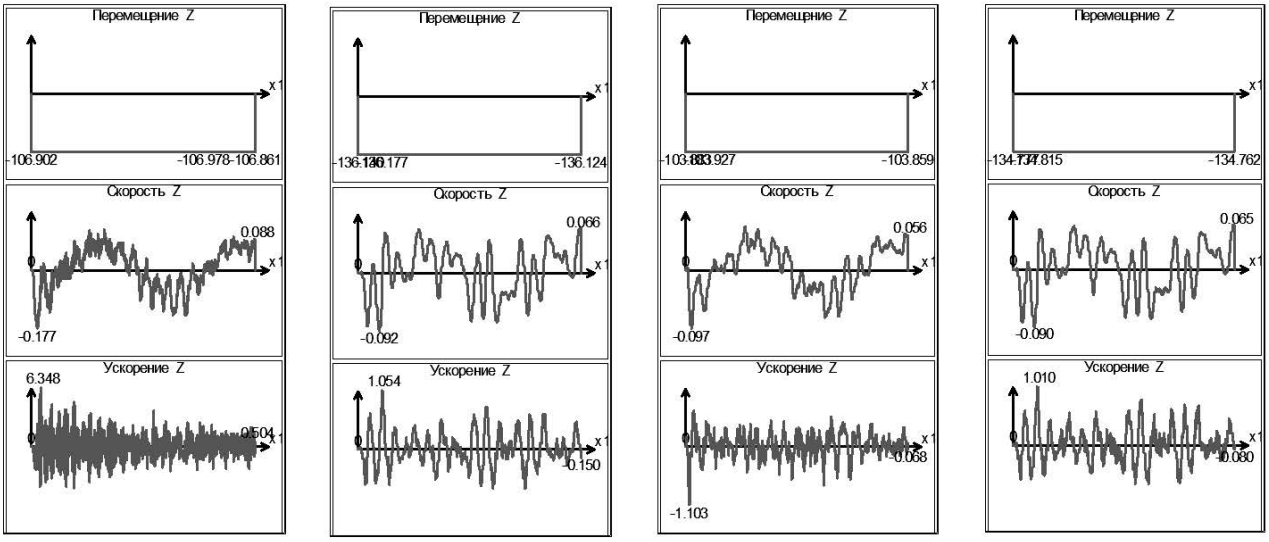
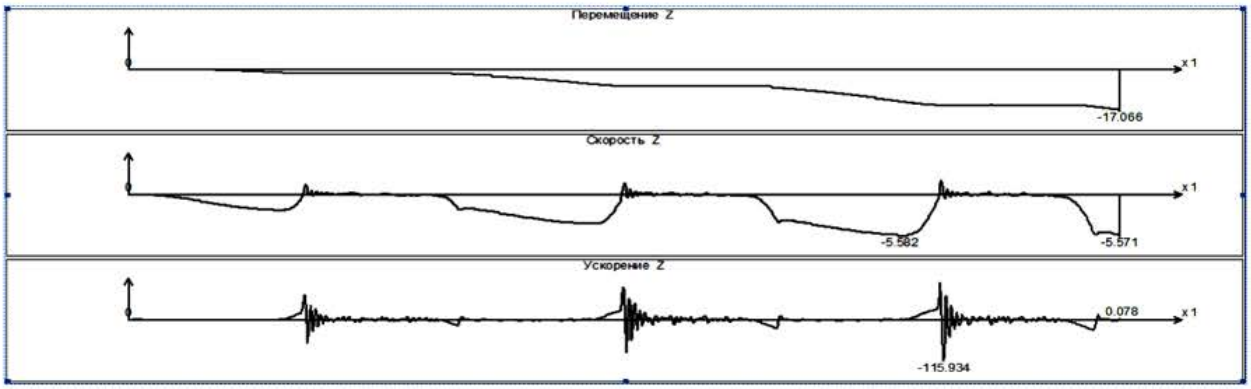


Рис. 5. Динамічні характеристики в зоні контакту для середини і торця будівлі та відстаней до вибуху 30 м та 80 м

На рис. 6 наведені віброграми амплітуд вертикальних переміщень, швидкостей та прискорень контактних елементів будівлі при різних відстанях до місця вибуху на поверхні ґрунту в інтервалі 30 секунд.

на відстані 30 м



на відстані 80 м

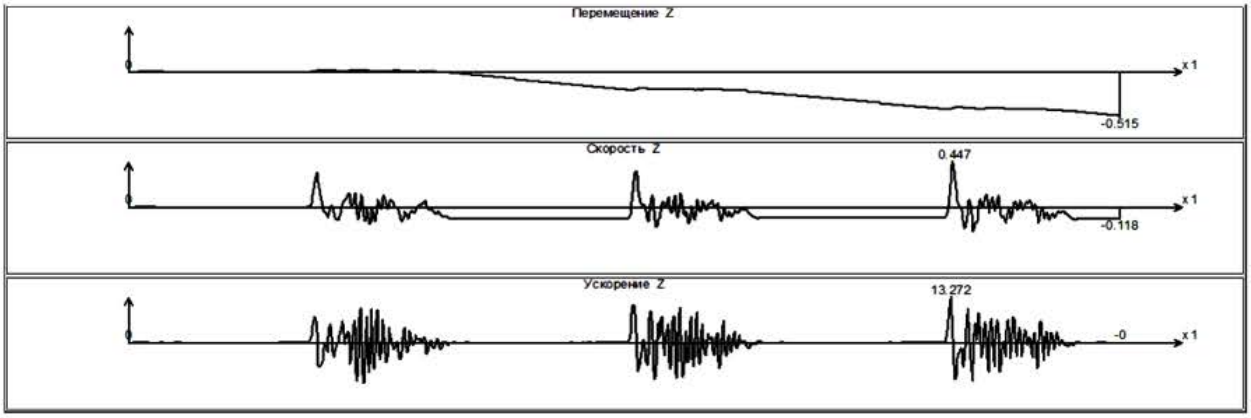


Рис. 6. Віброграми амплітуд вертикальних переміщень, швидкостей та прискорень контактних елементів будівлі

Висновки та рекомендації подальшого дослідження. Використання запропонованого апарату дозволяє моделювати механізм впливу динамічних навантажень від вибухів та отримувати динамічні характеристики в зоні контакту будівлі з ґрунтовою основою. Для будівель, експлуатованих в складних інженерно-геологічних умовах, є можливість моделювання деформованого стану врахуванням попередніх деформацій. Це дозволяє точніше визначити напружено-деформований стан та динамічні характеристики конструкцій, та прогнозувати залишковий експлуатаційний ресурс будівлі.

Розрахунки показали, що вибухові впливи, навіть на відстані 200-250 м від будівлі, суттєво впливають на міцнісні характеристики матеріалів конструкцій та їхню цілісність, особливо при повторних вибухах. При відновленні забудови у післявоєнний час необхідно обстежувати всі будинки, які були в зоні враження вибуховими навантаженнями та встановлювати

залишковий експлуатаційний ресурс будівель і споруд. Безумовно, вибухові впливи не обмежуються передачею динамічних навантажень через ґрунт, є ще безпосередній вплив повітряної вибухової хвилі, тому подальші дослідження пов'язані з комплексним впливом на конструкції будівель ударної хвилі через ґрунтову основу та повітря.

Бібліографія

1. ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи (EN 1991-1-7:2006/A1:2014, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 15 с.

2. Mykhailovskyi D.V., Skliarov I.O., Komar O.A. Analysis of calculation methods for explosion shock wave parameters in the design of protective structures. *Strength of materials and theory of structures: scientific and technical collection*. Kyiv: KNUBA, 2025. Issue 114. P. 173-182.

3. Іванченко Г.М., Гетун Г.В., Безклубенко І.С., Соломін А.В., Постернак О.М. Вплив вибухових навантажень на будівлі та споруди цивільного захисту населення. *Опір матеріалів і теорія споруд*. К.: КНУБА, 2023. Вип. 111. С. 39-48.

4. Мартиновський К., Плоский В., Михальченко С., Скочко В. Аналіз впливу дії ударної хвилі на будівлі і споруди. *International Scientific-Practical Conference of young scientists «Build-Master-Class-2024»*. Kyiv, 2024. P. 207-208. DOI: 10.59647/978-617-520-936-3/1.

5. Максименко В., Барабаш М., Костира Н., Бармін І. Моделювання динамічних навантажень вибухового типу в задачах дослідження міцності будівельних конструкцій з використанням ПК ЛІРА-САПР. *Наука та будівництво*. 2024. 38(4). DOI: 10.33644/2313-6679-4-2023-3.

6. Поздєєв С., Новгородченко А., Шналь Т., Яковчук Р., Тур Н. Математичне моделювання розрахункових схем конструкцій модульного захисного укриття. *Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація*. 2023. Том 7. № 2. С. 183-192. DOI: 10.31731/2524.2636.2023.7.2.183.192.183-192.

7. Ромашкіна М., Пісаревський Б., Журавльов О. Розрахунок будівлі на вплив дії повітряної ударної хвилі прямим динамічним методом з використанням ПК ЛІРА-САПР. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. 2024. Вип. 14. DOI: 10.32347/2522-4182.14.2024.147-160.

8. Барабаш М.С., Костира Н.О., Томашевський А.В. Визначення напружено-деформованого стану та міцності пошкоджених несучих конструкцій інструментами ПК «ЛІРА-САПР». *Український журнал будівництва та архітектури*. 2022. № 1(007). С. 7-14. DOI: 10.30838/J.PSACEA.2312.220222.7.827.

9. Шимановський О.В. Особливості вибухових навантажень та практичні прийоми захисту будівель від вибуху. *Промислове будівництво та інженерні споруди*. 2019. № 4. С. 28–32.

10. Банах В.А., Банах А.В. Моделирование взаимодействия системы «здание (сооружение) – основание» при передаче динамических воздействий через грунтовые основания. *Містобудування та територіальне планування*. Вип. 44. К.: КНУБА, 2012. С. 26-36.

11. Моргун А.С., Меть І.М., Ніцевич А.В. Моделювання ефекту взаємодії системи «будівля – фундамент – основа» числовим методом граничних елементів: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2010. 132 с.

12. Махінько А.В., Скляренко С.О. Чисельне моделювання навантажень від вибухових хвиль на будівлі та споруди і прогнозування ризику руйнувань їх конструктивних елементів. *Актуальні проблеми розрахунків будівельних конструкцій.* К.: SCAD Soft, 2024. С. 31-33.

Doctor of Technical Sciences, Professor **Viktor Banakh,**
Senior Lecturer **Ihor Hrebeniuk,**
Senior Lecturer **Olena Hrebeniuk,**
Postgraduate **Kostiantyn Meshkov,**
Zaporizhzhia National University

MECHANISMS OF TRANSMISSION OF EXPLOSIVE IMPACTS ON BUILDINGS AND STRUCTURES THROUGH SOIL FOUNDATIONS IN DIFFICULT ENGINEER-GEOLOGICAL CONDITIONS

The features of explosive impacts on urban development objects have been determined. Analogies between explosive and seismic impacts have been drawn. The results of supervision of the technical state of buildings and structures on urban areas after exposure to explosive loads, which are characterized by the combined effect of negative factors arising from the rapid release of a large amount of energy, have been analyzed. It has been determined that the blast wave is the primary and most destructive factors causing damage to buildings and structures. It has been proven that modeling the mechanisms of transmission of explosive impacts through soil foundations on buildings and structures is a relevant task that will allow to determine the actual state of urban development objects that were in the zone of impact of the blast wave and do not have visible damages and defects. The features of dynamic loads' transmission through soil foundations are considered. The principles of modeling the interaction of buildings and structures using sets of finite elements that model nonlinear unilateral connections are provided. The earthquake registration

software system is introduced to obtain initial data on the parameters of seismic and explosive effects. A series of calculations of the “building – soil foundation” system is performed to determine the dynamic characteristics of the system components. The influence of previous deformations of buildings in difficult engineer-geological conditions on the dynamic characteristics and operational resource of the building is clarified. Based on the results of the calculations, an analysis of possible mechanisms of transmission of explosive effects to buildings and structures through soil foundations in difficult engineer-geological conditions is conducted. The results of the research of the possibility of applying the blast wave propagation mechanism using a static-dynamic calculation model of a residential building operated for a long time, together with the soil foundation during explosions at different distances from the object under consideration are presented. An algorithm for assessing the technical state of buildings and structures after the impact of a blast wave is shown.

Keywords: explosive effects; technical state; urban development; engineer-geological conditions; previous deformations; operational suitability; calculation model.

REFERENCES

1. DSTU-N B EN 1991-1-7:2010 Yevrokod 1. Dii na konstruktsii. Chastyna 1-7. Zahalni dii. Osoblyvi dynamichni vplyvy (EN 1991-1-7:2006/A1:2014, IDT). Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2018. 15 s. {in Ukrainian}.

2. Mykhailovskyi D.V., Skliarov I.O., Komar O.A. Analysis of calculation methods for explosion shock wave parameters in the design of protective structures. Strength of materials and theory of structures: scientific and technical collection. Kyiv: KNUBA, 2025. Issue 114. P. 173-182. {in English}.

3. Ivanchenko H.M., Hetun H.V., Bezklubenko I.S., Solomin A.V., Posternak O.M. Vplyv vybukhovykh navantazhen na budivli ta sporudy tsyvilnoho zakhystu naselennia. Opir materialiv i teoriia sporud. K.: KNUBA, 2023. Vyp. 111. S. 39-48. {in Ukrainian}.

4. Martynovskyi K., Ploskyi V., Mykhalchenko S., Skochko V. Analiz vplyvu dii udarnoi khvyli na budivli i sporudy. International Scientific-Practical Conference of young scientists «Build-Master-Class-2024». Kyiv, 2024. P. 207-208. DOI: 10.59647/978-617-520-936-3/1. {in Ukrainian}.

5. Maksymenko V., Barabash M., Kostyra N., Barmin I. Modeliuvannia dynamichnykh navantazhen vybukhovoho typu v zadachakh doslidzhennia mitsnosti budivelnykh konstruktsii z vykorystanniam PK LIRA-SAPR. Nauka ta budivnytstvo. 2024. 38(4). DOI: 10.33644/2313-6679-4-2023-3. {in Ukrainian}.

6. Pozdieiev S., Novhorodchenko A., Shnal T., Yakovchuk R., Tur N. Matematychne modeliuvannia rozrakhunkovykh skhem konstruktsii modulnoho

zakhysnoho ukryttia. Nadzvychaini sytuatsii: poperedzhennia ta likvidatsiia. 2023. Tom 7. № 2. S. 183-192. DOI: 10.31731/2524.2636.2023.7.2.183.192.183-192. {in Ukrainian}.

7. Romashkina M., Pisarevskyi B., Zhuravlov O. Rozrakhunok budivli na vplyv dii povitrianoi udarnoi khvyli priamym dynamichnym metodom z vykorystanniam PK LIRA-SAPR. Budivelni konstruktsii. Teoriia i praktyka. 2024. Vyp. 14. DOI: 10.32347/2522-4182.14.2024.147-160. {in Ukrainian}.

8. Barabash M.S., Kostyra N.O., Tomashevskyi A.V. Vyznachennia napruzheno-deformovanoho stanu ta mitsnosti poshkodzhenykh nesuchykh konstruktsii instrumentamy PK «LIRA-SAPR». Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury. 2022. № 1(007). S. 7-14. DOI: 10.30838/J.PSACEA.2312.220222.7.827. {in Ukrainian}.

9. Shymanovskyi O.V. Osoblyvosti vybukhovykh navantazhen ta praktychni pryiomy zakhystu budivel vid vybukhu. Promyslove budivnytstvo ta inzhenerni sporudy. 2019. № 4. S. 28–32. {in Ukrainian}.

10. Banakh V.A., Banakh A.V. Modelyrovanye vzaymodeistvyia systemы «zdanye (sooruzhenye) – osnovanye» pry peredache dynamycheskykh vozdeistvyi cherez hruntovыe osnovanyia. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. Vyp. 44. K.: KNUBA, 2012. S. 26-36. {in Russian}.

11. Morhun A.S., Met I.M., Nitsevych A.V. Modeliuvannia efektu vzaiemodii systemy «budivlia – fundament – osnova» chyslovym metodom hranychnykh elementiv: monohrafiia. Vinnytsia: VNTU, 2010. 132 s. {in Ukrainian}.

12. Makhinko A.V., Skliarenko S.O. Chyselne modeliuvannia navantazhen vid vybukhovykh khvyl na budivli ta sporudy i prohnozuvannia ryzyku ruinuvan yikh konstruktyvnykh elementiv. Aktualni problemy rozrakhunkiv budivelnykh konstruktsii. K.: SCAD Soft, 2024. S. 31-33. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.246-256
УДК 666.9.022

д.т.н, професор **Барабаш І.В.,**
dekansti@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0241-4728,
к.т.н., доцент **Стрельцов К.О.,**
0989051837@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5463-7395,
Кірсанов М.В.,
niki.reserve@gmail.com, ORCID: 0009-0009-2377-159X,
Одеська державна академія будівництва та архітектури

ВПЛИВ МЕХАНОАКТИВАЦІЇ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ З ДОБАВКОЮ МЕЛЕНОГО КВАРЦОВОГО ПІСКУ НА МІЦНІСТЬ БЕТОНУ

В практиці виробництва бетонних та залізобетонних виробів та конструкцій широке розповсюдження одержали цементи з мінеральними добавками і, зокрема, з меленим кварцовим піском. Такі цементи одержують як сумісним помелом портландцементного клінкеру, двоводного гіпсу та кварцового піску так і ретельним змішуванням портландцементу з меленим кварцовим піском. Перспективним методом покращення фізико-механічних властивостей бетону на таких змішаних цементах є інтенсивна механохімічна активація їх в швидкісному турбулентному змішувачі. Розглянуті у статті експериментальні результати пов'язані з визначенням впливу механохімічної активації змішаного портландцементу в присутності суперпластифікуючої добавки SP-5 на міцність бетону на стиск у віці 3-х, 7-и та 28-и діб твердіння. Змішаний портландцемент отримували поєднанням портландцементу ПЦ І-500 з меленим кварцовим піском в кількості від 30 до 60 % (від маси змішаного в'яжучого).

Експериментальні дослідження проводилися з використанням Д-оптимального математичного плану з варіюванням наступних факторів: X_1 - витрата змішаного цементу (370±50) кг/м^3; X_2 - витрата меленого кварцового піску (45±15) % від маси змішаного в'яжучого; X_3 - витрата суперпластифікуючої добавки SP-5 – (0,5±0,5) % маси змішаного в'яжучого. Одержані математичні моделі свідчать про те, що максимальний вплив на міцність бетону в дослідженні періоди часу надають фактори X_2 та X_3. Зростання витрати меленого кварцового піску у складі змішаного в'яжучого від 30 до 60 % викликає зниження міцності бетону, тоді як підвищення витрати SP-5 від 0 до 1 % викликає практично такий же процент підвищення міцності бетону. Сумісне використання механоактивації змішаного в'яжучого та суперпластифікуючої добавки SP-5 забезпечує підвищення міцності бетону (в порівнянні з контролем) в середньому на 25…30 %.

Ключові слова: механоактивація; портландцемент; суперпластифікатор; мелений кварцовий пісок; міцність на стиск.

Постановка проблеми. Однією з важливих проблем в технології виготовлення бетонів є створення оптимальних комбінації портландцементу з мінеральними добавками, наявність яких забезпечує підвищення потенційних можливостей як в'яжучого так і бетонів на його основі. Широке розповсюдження в якості мінеральних добавок до цементу одержали мелені вапняки, золи-виносу, доменні шлаки, кварцові піски. Наявність їх у складі в'яжучого надає йому ряд позитивних властивостей, а саме, знижений екзотермічний розігрів, знижену усадку та ін. В той же час слід відмітити, що зростання цін на мінеральні в'яжучі надає особливі цінності дослідженням, які направлені на вирішення питань, пов'язаних із зниженням матеріало- і енергоємності виробництва бетонних і залізобетонних виробів. Зниження енергетичних витрат в процесі їх виробництва досягається також за рахунок інтенсифікації процесів структуроутворення гідратуючих композицій. В цьому разі перспективним методом інтенсифікації процесів структуроутворення є механохімічна обробка портландцементу в швидкісному змішувачі турбулентного типу. В роботі розглядаються питання, які пов'язані з розглядом впливу механохімічної активації портландцементу з добавкою меленого кварцового піску та суперпластифікатору SP-5 на міцність на стиск важкого бетону в 3-х, 7-и та 28-и добовому віці. Сумісне використання перерахованих рецептурно-технологічних факторів, як показують експериментальні результати, сприяє отриманню бетонів з покращеною міцністю на стиск.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Застосування тонкодисперсного, з високою питомою поверхнею кварцового піску, в якості мінеральної добавки до цементу є одним із найбільш ефективних технологічних прийомів, який застосовується в технології виготовлення бетонних та залізобетонних виробів [1-4]. Відомо, що цементний камінь, який має в своєму складі тонкомелені зерна кварцового піску, характеризується відносно незначними об'ємними деформаціями і має підвищену корозійну стійкість [5, 6]. Спільне подрібнення портландцементу з кварцовим піском утворює змішаний цемент, який при твердінні характеризується зменшеними усадковими деформаціями в порівнянні з бездобавочними цементами [7, 8]. В умовах традиційної технології приготування бетонної суміші мелений кварцовий пісок практично не вступає в хімічну взаємодію з новоутвореннями гідратуючого цементу і виконує тільки роль затравки, провокуючи, в деякій мірі, прискорення процесів структуроутворення [9]. Для ефективного підвищення активності в'яжучого значне місце займають механохімічні

способи його активації з використанням швидкісних змішувачів оригінальних конструкцій [10, 11, 12]. Основна ідея таких швидкісних змішувачів полягає в значному зростанні поверхневої енергії тонкодисперсних часток в'яжучого та наповнювачів [13]. Таким чином можливо розглядати використання швидкісних змішувачів як одним із способів зростання активності в'яжучого, що в кінцевому випадку, приводить до підвищення міцності бетону та зниженню його собівартості.

Мета дослідження. В результаті літературного огляду наукових робіт попередників визначилася мета роботи, яка полягає в отриманні бетонів підвищеної міцності на стиск за рахунок механохімічної активації змішаного в'яжучого та використання суперпластифікатору SP-5.

Методи досліджень. В експериментальних дослідженнях в якості мінерального в'яжучого використовувався портландцемент ПЦ І-500 ПАТ «Волинь Цемент», який відповідає вимогам ДСТУ 2.7-46:2010 «Цементи загальнобудівного призначення. Технічні умови» та однорідна суміш портландцементу з добавкою меленого кварцового піску в ній.

Механохімічна активація водної композиції портландцементу з добавкою меленого кварцового піску в кількості (45±15) % від маси змішаного в'яжучого здійснювалася в швидкісному змішувачі (n=1800 об/хв) протягом 120 сек. Активація суміші здійснювалася в присутності суперпластифікатору SP-5, витрата якого варіювалася в діапазоні від 0 до 1 % маси змішаного в'яжучого. В якості дрібного заповнювача для приготування бетонної суміші використовувся кварцовий пісок з Мк=2,7. В якості крупного заповнювача використовувався гранітний щебінь фракцій 5…10 та 10…20 мм в співвідношенні 40:60 %. Для сумісного визначення впливу досліджуємих факторів на міцність на стиск бетону був проведений 3-х факторний експеримент, де в якості незалежних фактори були прийняті: а) витрата змішаного портландцементу у складі бетонної суміші; б) витрата меленого кварцового піску у складі змішаного в'яжучого; в) витрата суперпластифікуючої добавки SP-5. Досліджувалася міцність бетонних зразків у 3-х, 7-и та 28-и добовому віці твердіння в нормальних умовах як на механоактивованому змішаному в'яжучому так і на в'яжучому, яке не підлягало механоактивації (контроль).

Результати досліджень. Для визначення сумісного впливу механоактивації, а також складу бетонної суміші на міцність бетону у 3-х, 7-и та 28-и добовому віці був проведений 3-х факторний експеримент, де в якості незалежних перемінних були використані слідуючі фактори: X_1 - витрата змішаного цементу (370±50) кг/м^3; X_2 - витрата меленого кварцового піску (45±15) % від маси змішаного в'яжучого; X_3 - витрата суперпластифікуючої

добавки SP-5 – (0,5±0,5) % маси змішаного в'яжучого. Витрата води замішування для кожної строчки математичного плану приймалася з розрахунку одержання рухомості бетонної суміші в діапазоні 7…8 см осідання конуса. Задана рухливість суміші приймалася однаковою для двох порівнювальних технологій. План експерименту і склади досліджених бетонних сумішей для двох порівнювальних технологій наведено в табл.1.

Таблиця 1

Математичний план експерименту і склади бетонних сумішей з розрахунку на 7 л (для двох порівнювальних технологій виготовлення бетонних сумішей)

№	Рівні незалежних факторів			Портландцемент, г	Мелений кв. пісок, г	Кварцевий пісок, г	Гранітний щебінь фракцій		Суперпластифікатор, г	Вода, г (контроль)	Вода, г (механоактивація)
	X_1	X_2	X_3				5…10 мм	10-20 мм			
1	-	-	-	1568	672	5110	3510	5265	0	1523	1344
2	-	+	-	896	1344	5110	3510	5265	0	1501	1322
3	0	0	-	1424,5	1165,5	4984	3404	5106	0	1373	1217
4	+	-	-	2058	882	4865	3330	4995	0	1294	1176
5	+	+	-	1176	1764	4865	3330	4995	0	1499	1352
6	-	0	0	1232	1008	5110	3512	5268	11,2	1456	1277
7	0	-	0	1813	777	4984	3418	5127	12,9	1191	1062
8	0	0	0	1424,5	1165,5	4984	3418	5127	12,9	1243	1088
9	0	+	0	1036	1554	4980	3330	4995	12,9	1399	1243
10	+	0	0	1617	1323	4860	3512	5268	14,7	1352	1205
11	-	-	+	1568	672	5110	3512	5268	22,4	1299	1142
12	-	+	+	896	1344	5105	3514	5271	22,4	1299	1142
13	0	0	+	1424,5	1165,5	4980	3414	5121	25,9	1217	1062
14	+	-	+	2058	882	4867	3334	5001	29,4	1176	1058
15	+	+	+	1176	1764	4867	3334	5001	29,4	1205	1088

Показники міцності бетону на стиск у досліджуваному інтервалі часу на механоактивованому змішаному в'яжучому ($f^{м.}_{ск.cube}$) та в'яжучому, яке не піддавалося механоактивації ($f^{к.}_{ск.cube}$), наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Показники міцності бетону на стиск у досліджуваному інтервалі часу

№	Рівні незалежних факторів			Відгуки					
				$f^{к.}_{ск.cube}$, МПа			$f^{м.}_{ск.cube}$, МПа		
	X_1	X_2	X_3	3 доби	7 діб	28 діб	3 доби	7 діб	28 діб
1	-	-	-	8,2	12,2	16,0	12,0	16,8	21,0
2	-	+	-	5,7	8,3	10,9	8,6	11,3	14,3
3	0	0	-	9,3	13,4	17,4	13,8	17,9	22,5
4	+	-	-	10,6	15,6	20,6	15,3	20,0	24,9
5	+	+	-	7,7	11,3	14,8	11,4	15,2	19,5
6	-	0	0	8,4	11,8	15,2	11,9	15,3	18,9
7	0	-	0	11,4	16,2	21,4	16,1	21,5	26,5
8	0	0	0	9,9	13,9	18,0	14,0	18,4	22,7
9	0	+	0	8,5	11,9	15,5	12,0	15,7	19,2
10	+	0	0	11,1	15,9	20,6	15,7	20,7	25,5
11	-	-	+	11,6	16,5	21,2	16,2	21,9	27,2
12	-	+	+	9,1	13,3	16,9	12,9	17,0	21,7
13	0	0	+	11,9	17,6	22,7	16,7	22,8	28,5
14	+	-	+	14,3	20,9	26,9	19,7	27,3	33,7
15	+	+	+	*10,4*	*14,9*	*19,3*	*14,5*	*19,5*	*23,9*

Примітка: *$f^{к.}_{ск.cube}$ - міцність на стиск бетону у 3-х, 7-и та 28-и добову віці на змішаному в'яжучому, яке не піддавалося механоактивації, МПа; $f^{м.}_{ск.cube}$ - міцність на стиск бетону у 3-х, 7-и та 28-и добовому віці на механоактивованому змішаному в'яжучому, МПа.*

Математичні моделі, які відображають вплив технології приготування бетонної суміші та варійованих факторів складу на міцність на стиск бетону у досліджувані терміни часу, мають вигляд:

$$f^{к.3}_{ск.cube}(\text{МПа}) = 10{,}2 + 1{,}1X_1 - 0{,}5X_1^2 - 0{,}2X_1X_2 \quad (1)$$
$$-1{,}5X_2 - 0{,}3X_2^2$$
$$1{,}6X_3 + 0{,}3X_3^2$$

$$f_{ск.cube}^{к.7}(МПа) = 14{,}4 + 1{,}7X_1 - 0{,}7X_1^2 - 0{,}4X_1X_2 \quad (2)$$
$$-2{,}2X_2 - 0{,}5X_2^2$$
$$2{,}2X_3 + 0{,}9X_3^2$$

$$f_{ск.cube}^{к.28}(МПа) = 18{,}7 + 2{,}2X_1 - 1{,}0X_1^2 - 0{,}5X_1X_2 \quad (3)$$
$$-2{,}9X_2 - 0{,}5X_2^2$$
$$2{,}7X_3 + 1{,}1X_3^2$$

$$f_{ск.cube}^{м.3}(МПа) = 14{,}5 + 1{,}5X_1 - 0{,}8X_1^2 - 0{,}3X_1X_2 \quad (4)$$
$$-2{,}0X_2 - 0{,}5X_2^2$$
$$1{,}9X_3 + 0{,}7X_3^2$$

$$f_{ск.cube}^{м.7}(МПа) = 18{,}9 + 2{,}0X_1 - 1{,}1X_1^2 - 0{,}3X_1X_2 - 0{,}3X_2X_3 \quad (5)$$
$$1{,}5X_2 - 0{,}3X_2^2$$
$$1{,}6X_3 + 0{,}3X_3^2$$

$$f_{ск.cube}^{м.28}(МПа) = 23{,}4 + 2{,}4X_1 - 1{,}3X_1^2 - 0{,}4X_1X_2 - 0{,}4X_2X_3 \quad (6)$$
$$-3{,}5X_2 - 0{,}7X_2^2$$
$$3{,}3X_3 + 2{,}0X_3^2$$

Розгляд математичних моделей (1…6) свідчить про те, що вибрані фактори варіювання по різному впливають на міцність бетону. Так, згідно величин коефіцієнтів при варійованих факторах як на механоактивованому змішаному в’яжучому так і на змішаному в’яжучому, яке не піддавалося механоактивації, визначальний вплив на міцність бетону на стиск у 28-и добовому віці надає фактор X_2 – вміст меленого кварцового піску у змішаному в’яжучому. Зростання його кількості від 30 до 60 % у складі змішаного в’яжучого приводе до зниження міцності бетону в середньому на 35 %, рис. 1.

Такий характер впливу вмісту меленого кварцового піску на міцність бетону як на механоактивованому так і на змішаному в’яжучому, яке не підлягало механоактивації, спостерігається для всього діапазону витрати суперпластифікуючої добавки SP-5 (від 0 до 1 %). В той же час слід відмітити, що керуючи вмістом SP-5, а саме зростанням його кількості від 0 до 1 %, можливо компенсувати зниження міцності бетону (на 75…80 %) від введення до складу меленого кварцового піску (30…60 %). Що стосується впливу витрати змішаного портландцементу (в перерахунку на 1 м^3 бетону) на міцність бетону в 28-и добовому віці, то слід відмітити той факт, що зростання його кількості від 320 до 420 кг/м^3 викликає підвищення його міцності в середньому на 23…26 % - це характерно для всіх вивчених концентрації суперпластифікатору.

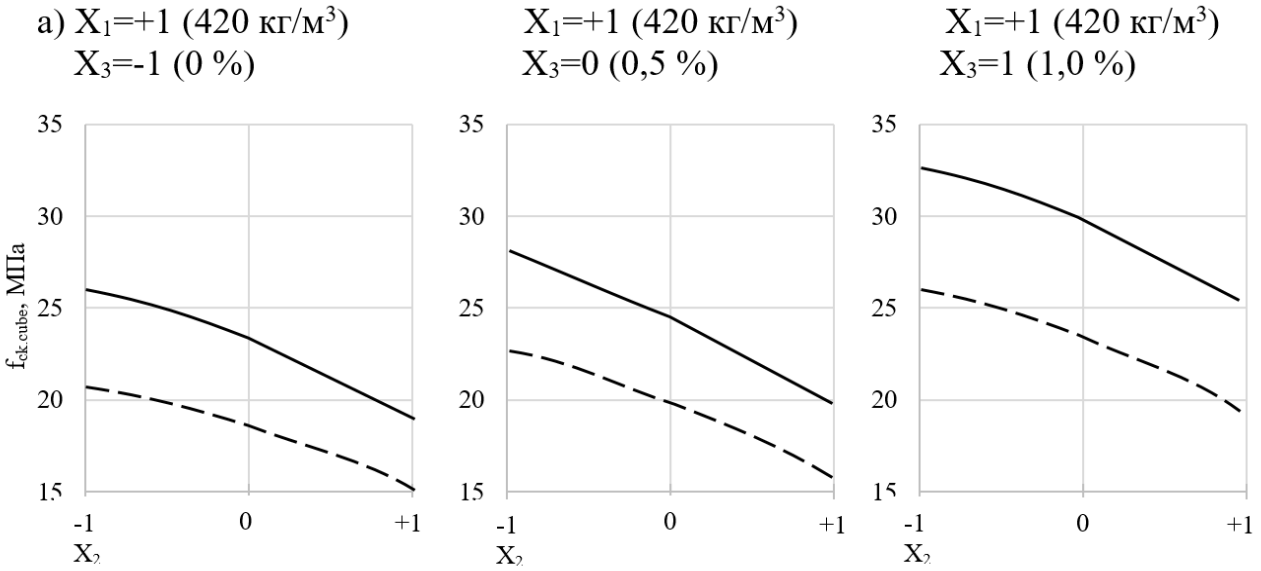


Рис.1 Вплив вмісту меленого піску X_2 у змішаному в'яжучому на міцність бетону:

——— - бетон на механоактивованому змішаному в'яжучому;

---------- - бетон на змішаному в'яжучому, яке не підлягало механоактивації (контроль)

Зафіксувавши фактор X_2 на нульовому рівні отримуємо графічні залежності, які наведені на рис 2.

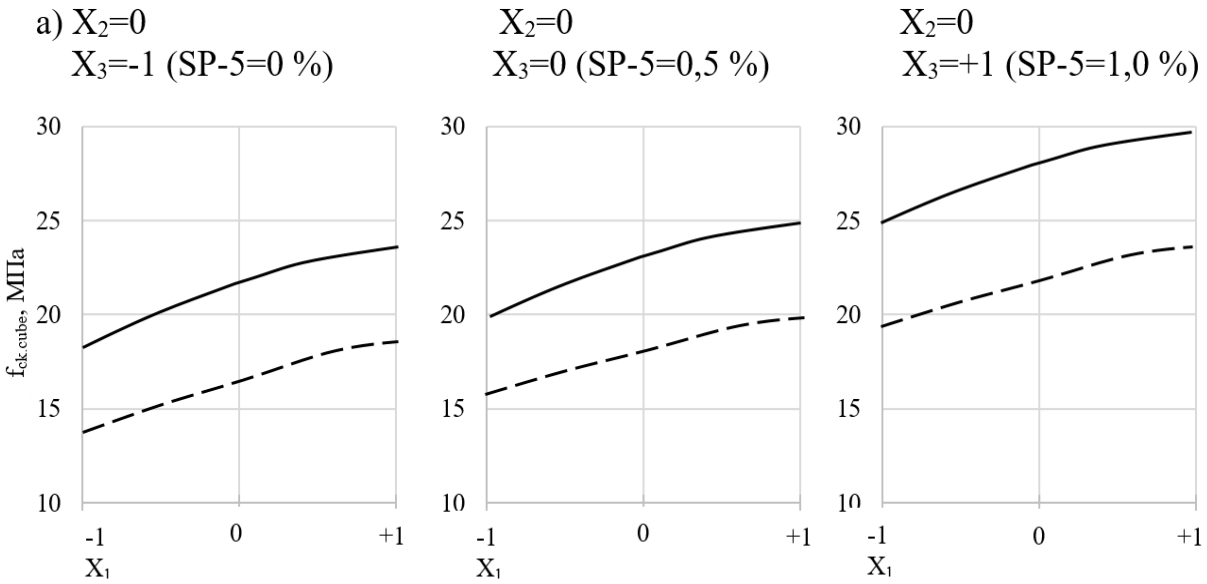


Рис.2 Вплив вмісту змішаного в'яжучого X_1 на міцність бетону:

——— - бетон на механоактивованому змішаному в'яжучому;

---------- - бетон на змішаному в'яжучому, яке не підлягало механоактивації (контроль)

Розгляд графічних залежностей дозволяє зробити висновок про те, що сумісне використання механоактивації в присутності 1 % SP-5 дозволяє підвищити міцність бетону в марочному віці (в порівнянні з контролем - механоактивація відсутня, витрата SP-5 = 0 %) з 18,3 до 29,8 МПа, тобто більше ніж на 60 %.

Висновки:

1. Механохімічна активація в'яжучого є дієвим технологічним прийомом, який дозволяє, за інших рівних умовах, підвищувати міцність бетону як у ранньому (3 доби) так і в марочному віці.

2. Механохімічна активація змішаного в'яжучого в поєднані з суперпластифікуючої добавкою SP-5 (1 %) забезпечує зростання міцності бетону в марочному віці (в порівнянні з контролем) більш ніж на 60 %.

Список літератури

1. Саницький М.А., Кропивницька Т.П., Гев'юк У.М. Швидкотверднучі клінкер-ефективні цементи та бетони. Монографія. Львів: ТОВ «Простір-М». 2021. 206с.

2. Sanytsky M., Kropyvnytska T., Ivashchyshyn H., Rykhlitska O. Eco-efficient blended cements with high volume of supplementary cementitious materials/ Budownictwo i Architektura. 2019. T.18(4). S.5-14.

3. Троян В.В. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Київ. Аспект- Поліграф. 2010. 228 с.

4. Токарчук В.В. Сокольцев В.Ю. Свідерський В.А. Особливості твердіння композиційних цементів з силікатними добавками різного походження. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2015. №3/11 (75). С.9-14.

5. Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Марчук В.В. та ін. Ефективні технології бетонів та розчинів із застосуванням техногенної сировини: Монографія. Рівне: НУВГП. 2017. 424с.

6. Саницький М.А., Соболь Х.С., Марків Т.С. Модифіковані композиційні цементи. Львів: Вид-во Львів. політехніки. 2010. 132 с.

7. Рунова Р.Ф., Носовський Ю.Л. Технологія модифікованих будівельних розчинів. Київ: КНУБА. 2007. 236с.

8. Енергозберігаючі мінеральні в'яжучі речовини та композиційні будівельні матеріали на їх основі/ К.К. Пушкарьова, М.М. Зайченко, А.А. Плугін та ін. Монографія. Київ: Задруга. 2014. 272с.

9. Дворкін Л.Й., Житковський В.В., Марчук В.В. та ін. Ефективні технології бетонів та розчинів із застосуванням техногенної сировини: Монографія. Рівне: НУВГП. 2017. 424с.

10. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'яжучих речовин: Навч. посібник. Одеса : «Астропринт». 2002. 156 с.

11. Шпирько М.В., Дубов Т.М. Дослідження впливу електромагнітної активації концентрованої цементної суспензії на властивості цементного каменю та бетону. Вісник Приднепровської державної академії будівництва та архітектури. 2020, №2 (263-264) с. 102-107.

12. Гаращенко Д.П. Дисперсно-армований самоущільнюючий бетон на механоактивованому портландцементі: дисерт. на здобуття наук. ст. к.т.н.: 05.23.05. Одеса, 2021.156с.

13. Дворкін Л.Й., Бабич Є.М., Житковський В.В. та ін. Високоміцні швидкотверднучі бетони та фібробетони : монографія. Рівне: НУВГП. 2017. 331с.

Doctor of Technical Sciences, Professor **Barabash Ivan**,
Ph.D., Associate Professor **Streltsov Kostiantyn**,
graduate student **Kirsanov Mykola**,
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture

INFLUENCE OF MECHANICAL ACTIVATION OF PORTLAND CEMENT WITH GROUND QUARTZ SAND ADDITIVE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

In contemporary practice of manufacturing concrete and reinforced concrete products and structures, cements containing mineral additives, in particular ground quartz sand, have gained wide application. Such cements are produced either by simultaneous grinding of Portland cement clinker, gypsum dihydrate, and quartz sand, or by thorough mixing of Portland cement with ground quartz sand. A promising approach to improving the physico-mechanical properties of concrete based on such blended cements is the application of intensive mechanical activation in a high-speed turbulent mixer.

This study presents experimental results concerning the influence of mechanical activation of blended Portland cement in the presence of the superplasticizer SP-5 on the compressive strength of concrete at the ages of 3, 7, and 28 days. The blended Portland cement was obtained by combining Portland cement CEM I 52.5 (PC-I 500) with ground quartz sand in proportions ranging from 30 % to 60 % by mass of the blended binder.

The experimental program was designed using a D-optimal mathematical approach, with variation of the following factors:

• X_1 – content of blended cement (370 ± 50 kg/m³);

• X_2 – proportion of ground quartz sand (45 ± 15 % of the blended binder mass);

• X_3 – dosage of the superplasticizer SP-5 (0,5 ± 0,5 % of the blended binder mass).

The developed mathematical models demonstrate that the most significant factors influencing the compressive strength of concrete at different curing ages are the proportion of ground quartz sand (X_2) and the dosage of superplasticizer (X_3). An increase in the proportion of ground quartz sand in the binder from 30 % to 60 % results in a reduction in compressive strength, whereas increasing the dosage of SP-5 from 0 % to 1 % leads to a comparable percentage increase in compressive strength. The combined application of mechanical activation of the blended binder and the superplasticizer SP-5 provides an improvement in compressive strength, compared to the control specimens, by an average of 25–30 %.

Keywords: mechanical activation; Portland cement; superplasticizer; ground quartz sand; compressive strength.

REFERENCES

1. Sanytskyi M.A., Kropyvnytska T.P., Heviuk U.M. Shvydkotverdnuchi klinker-efektyvni tsementy ta betony. Monohrafiia. Lviv: TOV «Prostir-M». 2021. 206s. {in Ukranian}

2. Sanytsky M., Kropyvnytska T., Ivashchyshyn H., Rykhlitska O. Eco-efficient blended cements with high volume of supplementary cementitious materials/ Budownictwo i Architektura. 2019. T.18(4). S.5-14. {in Poland}

3. Troian V.V. Dobavky dlia betoniv i budivelnykh rozchyniv. Kyiv. Aspekt- Polihraf. 2010. 228 s. {in Ukranian}

4. Tokarchuk V.V. Sokoltsev V.Iu. Sviderskyi V.A. Osoblyvosti tverdinnia kompozytsiinykh tsementiv z sylikatnymy dobavkamy riznoho pokhodzhennia. Skhidno-Yevropeiskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii. 2015. №3/11 (75). S.9-14. {in Ukranian}

5. Dvorkin L.I., Zhytkovskyi V.V., Marchuk V.V. ta in. Efektyvni tekhnolohii betoniv ta rozchyniv iz zastosuvanniam tekhnohennoi syrovyny: Monohrafiia. Rivne: NUVHP. 2017. 424s. {in Ukranian}

6. Sanytskyi M.A., Sobol Kh.S., Markiv T.S. Modyfikovani kompozytsiini tsementy. Lviv: Vyd-vo Lviv. politekhniky. 2010. 132 s. {in Ukranian}

7. Runova R.F., Nosovskyi Yu.L. Tekhnolohiia modyfikovanykh budivelnykh rozchyniv. Kyiv: KNUBA. 2007. 236s. {in Ukranian}

8. Enerhozberihaiuchi mineralni viazhuchi rechovyny ta kompozytsiini budivelni materialy na yikh osnovi/ K.K. Pushkarova, M.M. Zaichenko, A.A. Pluhin ta in. Monohrafiia. Kyiv: Zadruha. 2014. 272s. {in Ukranian}

9. Dvorkin L.I., Zhytkovskyi V.V., Marchuk V.V. ta in. Efektyvni tekhnolohii betoniv ta rozchyniv iz zastosuvanniam tekhnohennoi syrovyny: Monohrafiia. Rivne: NUVHP. 2017. 424s. {in Ukranian}

10. Barabash I.V. Mekhanokhimichna aktyvatsiia mineralnykh viazhuchykh rechovyn: Navch. posibnyk. Odesa : «Astroprynt». 2002. 156 s. {in Ukranian}

11. Shpyrko M.V., Dubov T.M. Doslidzhennia vplyvu elektromahnitnoi aktyvatsii kontsentrovanoi tsementnoi suspenzii na vlastyvosti tsementnoho kameniu ta betonu. Visnyk Prydneprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury. 2020, №2 (263-264) s. 102-107. {in Ukranian}

12. Harashchenko D.P. Dyspersno-armovanyi samoushchilniuiuchyi beton na mekhanoaktyvovanomu portlandtsementi: dysert. na zdobuttia nauk. st. k.t.n.: 05.23.05. Odesa, 2021.156s. {in Ukranian}

13. Dvorkin L.I., Babych Ye.M., Zhytkovskyi V.V. ta in. Vysokomitsni shvydkotverdnuchi betony ta fibrobetony : monohrafiia. Rivne: NUVHP. 2017. 331s. {in Ukranian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.257-271
УДК 517.583 : 72.03
к.т.н., доцент **Безклубенко І.С.,**
bezklubenko.is@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9149-4178,
к.т.н., доцент **Гетун Г.В.,**
getun.gv@knuba.edu.ua, ORSID: 0000-0002-3317-3456,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЛАНЦЮГОВА ЛІНІЯ ЯК ОПТИМАЛЬНА ФОРМА ДЛЯ СТІЙКИХ КОНСТРУКЦІЙ

Досліджується ланцюгова лінія (катенарія) як геометрично та механічно оптимальна форма для створення стійких і міцних архітектурних та інженерних конструкцій. Розглядаються унікальні властивості ланцюгової лінії, зокрема її здатність перебувати виключно під стиском, коли вона використовується як інвертована арка (наприклад, у куполах або склепіннях), або виключно під розтягом у формі підвісного ланцюга чи кабелю. Проаналізовано історичне та сучасне застосування катенарії, починаючи від робіт Роберта Гука, до монументальних споруд Антоніо Гауді та сучасних інженерних рішень. Доведено, що конструкції, геометрія яких точно відповідає ланцюговій лінії (у формі інвертованої арки), мінімізують внутрішні згинальні моменти та рівномірно розподіляють навантаження по всьому перерізу, що значно підвищує їхню довговічність, економічність і стійкість до зовнішніх впливів. Стаття обґрунтовує, чому ланцюгова лінія є не просто естетичною, а функціонально необхідною формою для досягнення максимальної структурної ефективності.

Ключові слова: катенарія; ланцюгова лінія; геометрична модель; арки; проєкти; практичне застосування.

Постановка проблеми. Вивчення кривих у математиці має давнє коріння. З глибокої давнини вчені досліджували їхні властивості та особливості. Ланцюгова лінія, або катенарія займає особливе місце. Це одна з найважливіших кривих для математики, інженерії та архітектури. Катенарія – це форма, яку приймає ідеально гнучкий ланцюг, мотузка чи канат, що вільно звисає під впливом лише власної ваги між двома точками кріплення.

Математично ця форма описується графіком гіперболічного косинуса [1]:

$$y = \frac{a}{2}\left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}\right) = ach\left(\frac{x}{a}\right),$$

де a — певний параметр, що залежить від довжини ланцюга і відстані між точками підвісу та використана відома математична функція гіперболічний косинус

$$y = \frac{1}{2}\left(e^{x} + e^{-x}\right) = ch(x).$$

Незважаючи на те, що ланцюгова лінія (катенарія) є математично обґрунтованою кривою, яка ідеально передає сили стиснення при рівномірному розподілі ваги (будучи формою, оберненою до кривої провисання ідеально гнучкої нитки), її потенціал і значення у сучасній архітектурній практиці та теорії часто недооцінюються або обмежуються лише історичними прикладами (арки та куполи). Проблема полягає в тому, щоб системно дослідити та визначити реальний вплив і значення ланцюгової лінії не лише як елементу конструктивної ефективності (оптимальне використання матеріалу та розподіл навантажень), а й як джерела формоутворення та естетичної виразності в контексті сучасних будівельних матеріалів (наприклад, залізобетон, сталеві конструкції) і комп'ютерного моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тема дослідження математичних і структурних властивостей ланцюгової лінії (катенарії) зберігає свою наукову актуальність. Останні дослідження демонструють широкий спектр її практичного застосування. Робота [2] присвячена адаптації теорії граничної рівноваги до кам'яної кладки (з припущенням про нульовий опір розтягу). Роботи [3,4] присвячені аналізу конструктивних рішень архітектора Гауді, що базуються на катенарії для створення самодостатніх, органічних форм. У роботі [5] досліджується використання ланцюгової лінії у висячих та вантових мостах, а також застосування оберненої катенарії для формування тонкостінних залізобетонних куполів. У роботі [6] доведено, що катенарна форма сприяє економії матеріалів та зниженню вуглецевого сліду будівництва, оскільки дозволяє зменшити поперечні перерізи елементів порівняно з традиційними формами, що працюють на вигин. Робота [7] фокусується на інтеграції катенарних форм у параметричне проєктування. Всі представлені роботи чітко засвідчують перехід від теоретичних математичних концепцій до їх успішного практичного впровадження у сучасну інженерію та архітектуру.

Метою публікації є наукове обґрунтування та демонстрація переваг використання ланцюгової лінії як оптимальної геометричної форми для підвищення стійкості, зниження матеріаломісткості та збільшення довговічності інженерних конструкцій в умовах реальних експлуатаційних навантажень.

Виклад основного матеріалу. Ланцюгова крива (катеноїда) виражається через гіперболічний косинус, що підкреслює її відмінність від параболи, з якою її іноді плутав Галілей [8]. Що і не дивно, оскільки форми параболи і ланцюгової лінії подібні лише поблизу вершини і помітно розходяться при віддалені від неї [9]. З точки зору фізики, згідно з принципом мінімуму загальної потенційної енергії, фізична система в стані стабільної рівноваги приймає конфігурацію, при якій її загальна потенційна енергія є мінімальною. Форма ланцюга, що провисає, є результатом мінімізації його гравітаційної потенційної енергії. У положенні рівноваги, центр мас ланцюга знаходиться на мінімально можливій висоті, що відповідає мінімуму потенційної енергії, обумовленої гравітацією. Сили натягу ланцюга врівноважуються силами тяжіння в кожній точці, забезпечуючи рівновагу. Положення, яке відповідає мінімуму потенційної енергії, є положенням стабільної рівноваги.

Отже, ланцюгова лінія (катеноїда) є не лише математичною кривою, але й фізичним проявом фундаментального принципу природи: системи прагнуть до стабільної рівноваги, мінімізуючи свою потенційну енергію. Найвідоміше застосування — це *інвертування* форми катенарії для створення *катенарної арки* або склепіння. Коли ланцюгова лінія перевертається, вона стає ідеальною формою для арки, яка підтримує лише свою власну вагу (або рівномірно розподілене навантаження вздовж її довжини). Причина існування природних арок, що мають форму, близьку до ланцюгової лінії (або катенарії), полягає в їхній структурній оптимальності під дією гравітації та ерозії. У природі, коли гірська порода руйнується внаслідок вивітрювання та ерозії (вітром, водою), ті частини, які зазнають меншого напруження (більших згинальних моментів), руйнуються швидше. Поступово залишається лише найміцніша, оптимальна геометрична форма, яка найкраще витримує власну вагу — а саме, форма, що слідує траєкторії сил стиснення, тобто інвертована катенарія.

Багато природних арок, сформованих ерозією (наприклад, Rainbow Natural Bridge в Юті, США), мають форму, дуже близьку до катенарії, оскільки матеріал руйнується до моменту досягнення оптимальної форми рівноваги [10].

В Китаї знаходиться арка Місячний пагорб і найдовша арка в світі, її довжина 120 м. Найвища арка Вікно в пустелю знаходиться в Чаді, її висота 122 м. На Мальті знаходиться арка Лазурове вікно, а в Ісландії можна побачити мшисту скелю у формі арки (рис. 1).

Хоча більшість природних кам'яних арок є продуктом ерозії, їхня остаточна стабільна форма часто схожа на перевернуту катенарію. Це тому, що така форма ідеально розподіляє сили стиску і є найбільш стійкою до обвалення під власною вагою, що дозволяє їм існувати тисячоліттями. Це принцип природного самодобору матеріалу, де найменш навантажені (з точки зору

згину) ділянки видаляються ерозією, залишаючи профіль, оптимізований для чистого стиснення. Отже, ланцюгова лінія — це свого роду опора природи, ідеальний спосіб стояти на двох ногах.

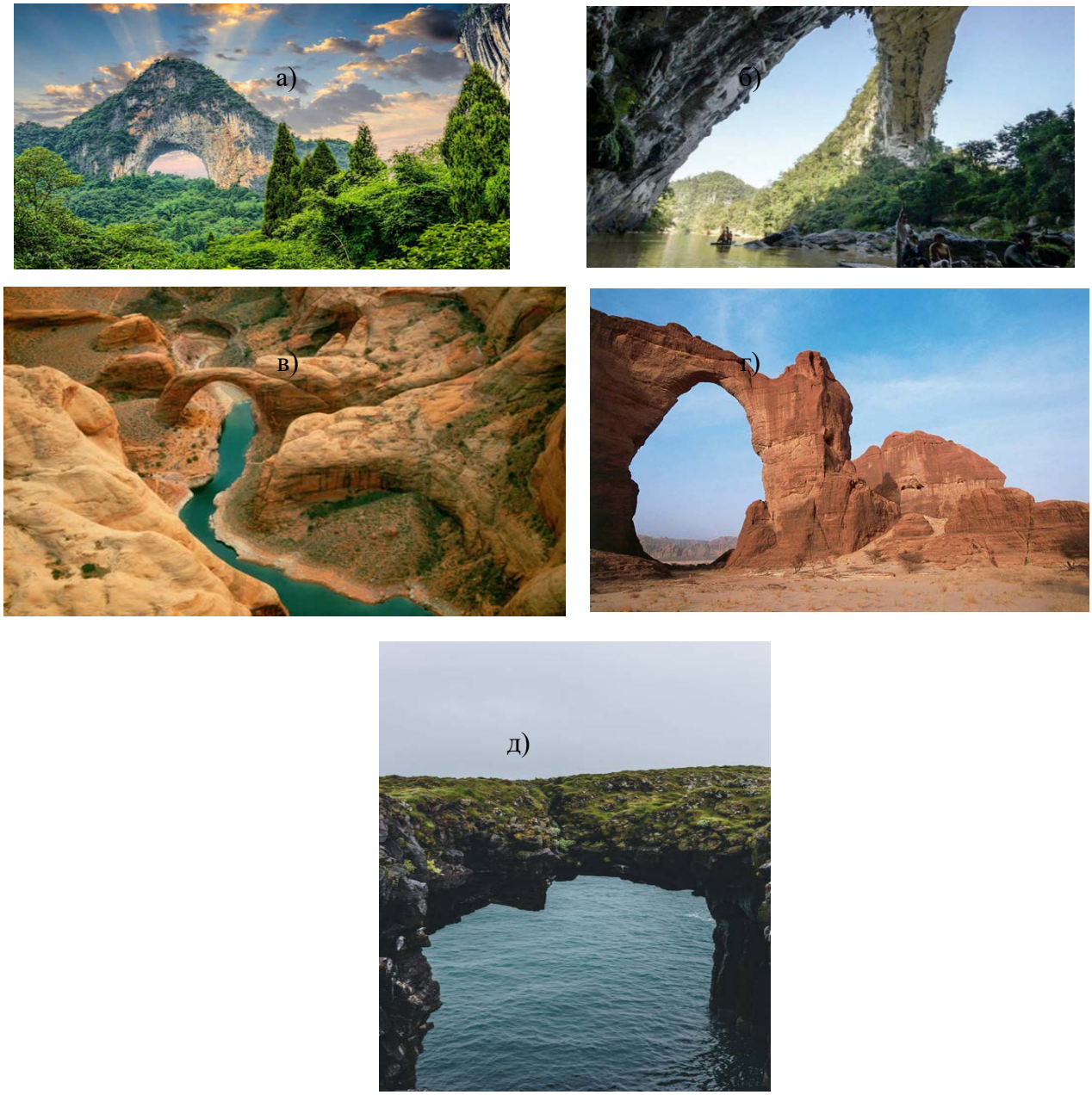


Рис. 1. Природні арки: а) Місячний пагорб; б) найдовша арка; в) Лазурове вікно
г) Вікно в пустелю; д) мшиста скеля

Інтуїтивне використання форм близьких до оберненої катенарії відоме з давніх часів. Вважається, що канадські ескімоси використовували іглу (житло зі снігу) принаймні з другої половини I тисячоліття до н.е. (епоха Туле, приблизно 350-320 рр. до н.е.). Ескімоські племена заселили Арктику приблизно в XI-XII ст. н.е., і іглу є їхнім традиційним зимовим житлом.

Збудований зі снігових блоків, які мають достатню структурну міцність для різання та укладання. Зазвичай має купольну (сферичну) форму, хоча точніше її описують як форму катенарії або параболоїда. Ця форма забезпечує максимальну стійкість. Іглу будується без допоміжної опорної структури. Блоки снігу нахиляються один на одного і поліруються, щоб забезпечити щільне прилягання. Цікаво, що в мовах інуїтів слово "іглу" (iglu) насправді означає будинок або дім, збудований з будь-якого матеріалу (снігу, дерну, дерева, навіть сучасні будівлі). Але поза межами культури інуїтів термін закріпився виключно за сніговим купольним житлом.

Іглу мають переріз у формі ланцюгової арки, що забезпечує оптимальний баланс між висотою і діаметром, запобігаючи обваленню під вагою ущільненого снігу (рис. 2).

Рис. 2. Іглу

Прикладом історичної арки, яка збереглася до наших часів служить арка фасаду палацу Так-Кісра (Taq Kasra). На фото (рис. 3) руїни перської арки, збудованої приблизно у 6 столітті. Її проліт довжиною понад 25 метрів має форму, дуже близьку до ланцюгової арки, що забезпечило її довговічність.

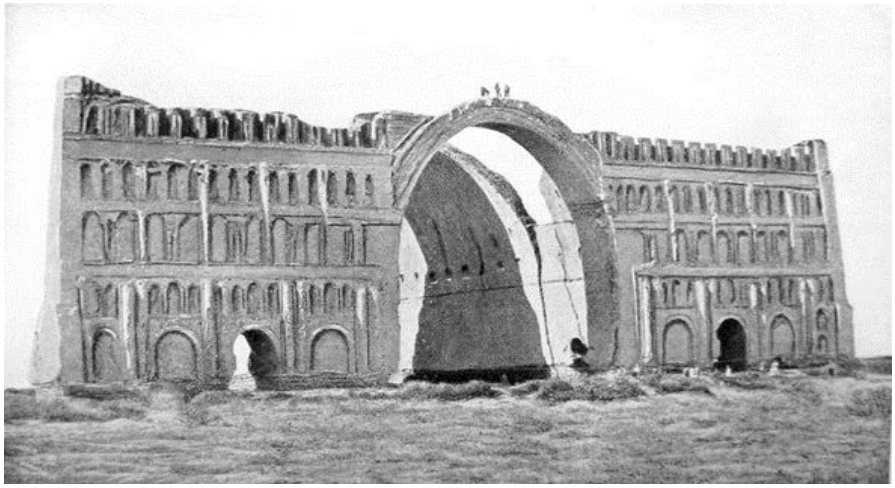


Рис. 3. Ірак, Палац Такі-Кісра. Фасад (арка Хосрова)

Свідоме, науково обґрунтоване застосування катенарії як найміцнішої форми арки (тобто перевернутої ланцюгової лінії) є досягненням Нового часу (починаючи з XVIII століття) [11, 12]. До того часу архітектори покладалися на емпіричні знання та більш прості геометричні форми.

Англійський фізик Роберт Гук (Robert Hooke, 1635–1703) [13] відкрив одну дивовижну властивість ланцюгової лінії: у перевернутому вигляді вона є найстійкішою формою для арок, що стоять окремо. Ланцюг, що провисає, знаходиться в положенні, в якому внутрішні сили розтягують його вздовж лінії кривої, тобто дотичні до ланцюга в кожній її точці. У перевернутому вигляді всі ці сили, що розтягують, перетворюються на сили стиснення, роблячи ланцюгову лінію ідеальною аркою, в якій всі сили стиснення теж діють уздовж лінії кривої. В арці, що має форму ланцюгової лінії, немає згинальних сил: вона підтримує себе власною вагою, не потребуючи, взагалі кажучи, ніяких скоб чи опор. Така арка буде дуже стійкою за мінімальної кількості цегляної кладки. Для того щоб арка стояла міцно, цеглини, в принципі, навіть не потрібно скріплювати цементним розчином, оскільки вони притискають одна одну по всій її висоті. Невдовзі після цього інженери почали використовувати ланцюгові лінії у роботі. До настання комп'ютерної ери найшвидший спосіб створити їх зводився до того, щоб повісити ланцюг, накреслити криву, побудувати модель із жорсткого матеріалу та поставити її в перевернутому положенні.

Каталонський архітектор Антоніо Гауді (Antoni Gaudí) був піонером у використанні ланцюгової арки, вважаючи її «божественною» формою, оскільки вона є природною та самонесучою. Використання катенарних (їх ще називають ланцюговими чи ламаними) арок характерна риса архітектури Гауді. Ламана арка запозичена архітектором у природі. Якщо взяти, наприклад, гілочку і почати її згинати, перетворюючи на параболічну арку, то вона рано чи пізно зламається. Причому зламається саме у тих місцях, які будуть навантажені максимально. А сила дії дорівнює протидії. Ось і виходить, що гладку арку, яку збудувати складніше, можна замінити ламаною, зібраною з прямих балок. Треба тільки, щоб вони сходилися у тих місцях, де концентруються напруження. Гауді так і робив, хоча математично розрахувати ці арки не міг. Зате використав свою знамениту підвісну ланцюгову модель, яку насправді придумав не Гауді, а німецький архітектор Вільгельм Таппе ще наприкінці XVIII ст. [15, 16]. Працює підвісна ланцюгова модель так: спочатку на стелю майстерні наноситься план будівництва, потім до тих місць, де на землю повинна спиратися арка, кріпиться ланцюг. Ланцюг під власною вагою провисає і утворює параболічну арку. Тепер ланцюг можна навантажити,

підвісивши до нього мішечки з піском. Під навантаженням арка стане ламаною. Так, крок за кроком можна у ланцюгах змоделювати весь силовий каркас майбутньої будівлі. Потім залишиться його сфотографувати, заміряти кути, що утворилися, і перенести на папір. Жодної математики і жодних додаткових підпорок-контрфорсів. Вся силова структура одночасно всередині та зовні (рис. 4).

Рис. 4

Підвісна ланцюгова модель дозволила Гауді спроєктувати і побудувати і храм Святого сімейства Саграда Фамілія (Sagrada Família) в Барселоні і крипту в колонії Ґуель (Palau Güell). Саграда Фамілія – неоготичний храм без підпор і контрфорсів, в якому навантаження сприймають похилі та вертикальні стовпи, витягнуті точно вздовж силових ліній (рис. 5). І тут цікаво, що розрахунок навантажень за допомогою підвісної моделі взагалі не потребує математичних розрахунків.

Рис. 5. а) Саграда Фамілія	Рис. 5. б) Саграда Фамілія - склепіння

Арки палацу Ґуель (Palau Güell), які здаються параболічними, насправді були розраховані як ланцюгові. Це забезпечило його конструкціям надзвичайну міцність (рис. 6).

Рис. 6 а) Інтер'єр церкві Колонії Ґуель (Colònia Güell)	Рис. 6 б) Крипта Колонії Ґуель (Colònia Güell)

Гауді не любив прямих ліній і кутів і вважав, що пряма лінія належить людині, крива – богу. Придумав власну безопорну систему перекриттів. Лише через 100 років зявилася комп. програма, здатна виконувати такі розрахунки. Перший вів купольні оболонки, використовуючи параболічні форми арок і перекриттів, які реалізував при побудові таких архітектурних шедеврів, як будинки Міла, Бальо, Кальвет, тощо. Запровадив метод математичного моделювання для розрахунку навантажень на арки і куполи. Фрагменти інтер'єру будинку Бальйо та будинку Кальвет, побудованого за проектом Гауді в Барселоні (рис. 7). Форма склепіння над галереєю тут також незвичайна: більшість мистецтвознавців називають її параболічною. Але можна не сумніватися – і тут ми маємо справу з ланцюговою лінією.

Ланцюгова лінія має важливі інженерні та архітектурні застосування. Перевернута катенарія ідеально розподіляє сили стиску, перетворюючи розтягувальні напруги на стискаючі, і не вимагає додаткових опор чи контрфорсів для своєї стійкості. Це робить її надзвичайно міцною. Найвідомішим прикладом використання є арка у Меморіалі Джефферсона (Gateway Arch) у Сент-Луїсі, США [17], яка фактично є оберненою катенарією, хоча її форма описується дещо складнішим рівнянням: ідеальний приклад використання принципу максимальної стійкості (рис. 8).

Ланцюгова лінія широко застосовується в інженерії та будівництві, наприклад, при будівництві висячих конструкцій - мостів та покриттів [18, 19].

Рис. 7. а) Мансарда будинку Бальє

Рис. 7.б) Інтер'єр будинку Бальє

Рис. 7. с) Інтер'єр будинку Кальвет

Рис. 8. Арка Ворота на захід (Gateway Arch)

В сучасному будівництві ланцюгова лінія використовується не тільки в мостобудуванні (для підвісних елементів) а й у створенні легких, самонесучих куполів, які використовують унікальні геометричні властивості криволінійних поверхонь для перерозподілу сил:

Основним механізмом роботи купола є стиск. Вертикальне навантаження (сила тяжіння) на верхню частину купола перетворюється на сили, що діють уздовж кривизни оболонки. Купол постійно знаходиться у стані стиску, подібному до арки, що робить його надзвичайно міцним, особливо при використанні матеріалів, які добре працюють на стиск (камінь, цегла, бетон). У нижній частині купола, ближче до основи, виникають сили розпірки (горизонтальні сили тяги). Ці сили намагаються «розірвати» купол назовні. Щоб протистояти цьому розпору, самонесучі куполи потребують опорної конструкції — кільця жорсткості (або барабана) в основі. Це кільце приймає горизонтальну тягу і перетворює її на вертикальне навантаження, яке передається на фундамент. У стародавніх спорудах цю роль виконували важкі масивні стіни, а в сучасних — сталеві або залізобетонні обручі, що працюють на розтягнення [20].

Найбільший у світі неармований бетонний купол, який досі стоїть це Пантеон у Римі (II ст. н.е.). Його самонесучий характер досягається завдяки надзвичайно масивній конструкції та поступовому полегшенню матеріалу вгору.

Собор Санта-Марія-дель-Фьоре у Флоренції відомий своїм куполом, спроєктованим архітектором Філіппо Брунеллескі. Купол є дивом архітектури епохи Відродження, найбільшим цегляним куполом у світі та має діаметр 45,5 метра та висоту 116м. вага куполи 37 тис тонн. Купол Філіппо Брунеллескі, який має подвійну оболонку і не потребував тимчасових внутрішніх опор під час будівництва, що стало інженерним дивом (рис. 9а).

В сучасній архітектурі використовуються геодезичні куполи, винайдені Бакмінстером Фуллером [21]. Вони складаються з мережі трикутних елементів (геодезичні трикутники), які покривають сферичну поверхню. Завдяки цій сітчастій геометрії, навантаження рівномірно розподіляється по всій структурі. Вони мають неймовірне співвідношення міцності до ваги, дозволяючи перекривати величезні прольоти з мінімальними витратами матеріалу. Наприклад куполи Едемського проєкту (Eden Project) у Великій Британії (рис. 9б).

Рис. 9. а) купол Брунеллески	Рис. 9. б) куполи Едемського проєкту

Самонесучі куполи є прикладом того, як геометрія (у тому числі форми, близькі до ланцюгової лінії, про які йшлося раніше) може бути використана для створення максимальної міцності та простору без потреби у внутрішній підтримці.

Гіперболічний косинус також використовується в розрахунках різних складних конструкціях, де потребується точне моделювання кривизни, наприклад, в деяких типах дахів або при створенні архітектурних форм, що імітують природні криві [22]. У 2011 році в лондонській архітектурній компанії Foster and Partners було прийнято рішення використати принцип ланцюгової лінії в рамках особливо складного проекту — мегааеропорту в Кувейті. Для даху будівлі терміналу довжиною 1,2 кілометра найкраща конструкція — це

раковина, поперечний переріз якої має форму ланцюгової лінії. Хоча ця гігантська споруда (45 метрів завширшки біля основи і 39 метрів заввишки посередині), її вага розподілена настільки ефективно, що товщина може бути всього 16 сантиметрів. Що ж до будівлі, побудованої з використанням ланцюгової лінії, то навіть якщо відпаде її зовнішнє облицювання, а всередині все зруйнується і перетвориться на пил, пісок і битий камінь, воно все одно буде стояти (рис. 10).

Рис. 10. Аеропорт. Кувейт

Висновки. В статті подано дослідження ланцюгової ліній (катенарії). Проведено її математичний та геометричний опис. Надано її визначення, сформовано геометричну модель, виконано аналіз структурних властивостей, представлено наочні зображення. Доведено існування катенарії у природному середовищі наведеними найбільш характерними прикладами. Виконано підбір природних творінь й архітектурних споруд, які мають форму катенарії. Проаналізовано сфери практичного використання у діяльності людини зокрема в машинобудуванні, архітектурі підібрані найбільш яскраві та характерні приклади, наведені фотографічні та графічні зображення Проаналізовано найбільш цікаві проекти всесвітньо відомого архітектора Антоніо Гауді. Наведено зображення сучасних архітектурних споруд, які мають форму катенаріі та інвертованої катенарії. Зроблено висновок про доцільність геометричних досліджень з метою поширення сфер застосування катенарії.

Список джерел

1. *Leibniz G.W.* (1691). Solutio problematic catenarii // *Acta Eruditorum*. – June, V. 277. P. 277-281.

2. *Heyman, J.* (1966). The stone skeleton // *International Journal of Solids and Structures*, 2(2), p. 249–279.

3. *Huxtable, A.L.* (1999). The Unreal America: Architecture and Illusion. The New Press. ISBN 9781565844278

4. *Burry, M.C.* (2007). Gaudí. In Wintle, J. (ed.), New Makers of Modern Culture, Volume 1, p. 595-597. DOI: https://doi.org/10.4324/9780203822999

5. *Billington, D.P.* (1987). Thin Shell Concrete Structures (2nd ed.). McGraw-Hill. ISBN 0070052719, 9780070052710

6. *Block, P.* (2009). Thrust Network Analysis: Exploring Three-Dimensional Equilibrium// *International Journal of Space Structures*, 24(4), p. 275-290. URL: http://hdl.handle.net/1721.1/49539

7. *Veenendaal D.* (2017). Digital Fabrication // *Dessau International Architecture Graduate School*. DOI:10.1007/978-94-007-7137-6

8. *Mencke O.* (1691) Solutions of the problem proposed by J.B. // *Acta Eruditorum*. - Lipsia, June, p. 273.

9. *Carlson S.C.* Catenary mathematics / Encyklopedia Britannica URL: https://www.britannica.com/science/catenary

10. Найкрасивіші нерукотворні арки в світі. - *Red Bull*. Режим доступу: https://www.redbull.com/ua-uk/natural-bridges-that-ll-give-you-wanderlust

11. *Bernoulli Jakob*. (1690). Analysis problematis antehac propositi, de inventione lineae descensus a corpore gravi percurrendae uniformiter, sic ut temporibus aequalibus aequales altitudines eme tiantur: et alterius cujusdam problematis proposition // *Acta Eruditorum,* Lipsia, May, p. 217-219.

12. *Гетун Г.В., Безклубенко І.С., Баліна О.І., Буценко Ю.П.* Принципи конструювання та особливості статистичного розрахунку арок / *Spatiol Development.* Київ: КНУБА, 2022 (1). 43-56. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2022.1.43-55.

13. *Huygens Christiani*. (1691). Dynaste Zulichemii, solutio problematis funicularii // *Acta Eruditorum*. – June, V. 277. P. 281-282.

14. *Гетун Г.В., Безклубенко І.С., Соломін А.В.* Аналіз та класифікація сучасних конструкцій великопрогонових покриттів будівель / *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. Київ: КНУБА, 2023. № 65. С.216–225. http://archinform.knuba.edu.ua/issue/view/17525

15. *Honcharenko, T., Tsiutsiura, S., Kyivska, K., Balina, O., Bezklubenko, I.S.,* Transform approach for formation of construction project management teams based on building information modeling *// CEUR Workshop Proceeding,* Astana, 2021, 2851, p.11–21. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57223103586&eid=2-s2.0-85104834281.

16. *Euler Leonhard*. (1748). Introductio in Analysin Infinitorum. - Lausannæ: Apud Marcum-Michaelem Bousquet & Socios, V. 2., 398 p.

17. Арка Гетвей. *Українська Вікіпедія.*

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%BA%D0%B0_%D0%93%D0%B5%D0%B9%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%B9

18. *Ірина Безклубенко, Галина Гетун*. Катенарія та її практичне застосування в будівництві / *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. Київ: КНУБА, 2025. № 109 С.3-20. http://ageg.knuba.edu.ua/issue/archive

19. *Galina Getun, Iryna Bezklubenko, Vira Koliakova,Olena Balina.* Індустріальний розвиток Києва у другій половині XIX ст. / *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. Київ: КНУБА, 2020. № 6. С.22–33. DOI: https://doi.org/10.32347/2522-4182.6.2020.22-33.

20. Купол Бруноллески. - *Planet Hotels*. Режим доступу: https://guide.planetofhotels.com/ru/italiya/florenciya/kupol-brunelleski

21. *Gryhoriy Ivanchenko, Galyna Getun, Andriy Solomin, Iryna Bezklubenko.* Feature of design and calculations of complex reinforced concrete frams of buildings / *Опір матеріалів і теорія споруд,* Київ: КНУБА, 2023, №110, С. 108-117. https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.110

22. *Getun Galyna, Lesko Vitalii, Bezklubenko Iryna, Balina Olena, Butsenko Yurii.* Stochastic models for ensuring parametric reliability of the construction machines / *Опір матеріалів і теорія споруд,* Київ: КНУБА, 2021, №106, С. 262-273. http://omtc.knuba.edu.ua/article/view/235475.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Iryna Bezklubenko,**
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Galyna Getun,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

CHAIN LINE AS THE OPTIMAL FORM FOR SUSTAINABLE STRUCTURES

The article explores the catenary as a geometrically and mechanically optimal form for creating stable and durable architectural and engineering structures. The unique properties of catenary are considered, including its ability to be in compression only when used as an inverted arch (e.g., in domes or vaults), or in tension only in the form of a suspended chain or cable. The historical and modern applications of catenary are explored, ranging from the works of Robert Hooke to the monumental structures of Antonio Gaudi and modern engineering solutions. It has been proven that structures whose geometry exactly corresponds to a catenary (in the form of an inverted arch) minimize internal bending moments and evenly distribute the load across the entire cross-section, which significantly increases their durability, cost-effectiveness, and resistance to external influences. The article justifies why the

catenary line is not just an aesthetic, but a functionally necessary form for achieving maximum structural efficiency.

Keywords: catenary; catenary line; geometric model; arches; projects; practical application.

REFERENCES

1. *Leibniz G.W.* (1691). Solutio problematic catenarii // *Acta Eruditorum*. – June, V. 277. P. 277-281. {in English}.

2. *Heyman, J.* (1966). The stone skeleton // *International Journal of Solids and Structures*, 2(2), p. 249–279. {in English}.

3. *Huxtable, A.L.* (1999). The Unreal America: Architecture and Illusion. The New Press. ISBN 9781565844278. {in English}.

4. *Burry, M.C.* (2007). Gaudí. In Wintle, J. (ed.), New Makers of Modern Culture, Volume 1, p. 595-597. DOI: https://doi.org/10.4324/9780203822999.{in English}.

5. *Billington, D. P.* (1987). Thin Shell Concrete Structures (2nd ed.). McGraw-Hill. ISBN 0070052719, 9780070052710. {in English}.

6. *Block, P.* (2009). Thrust Network Analysis: Exploring Three-Dimensional Equilibrium// *International Journal of Space Structures*, 24(4), p. 275-290. {in English}. URL: http://hdl.handle.net/1721.1/49539

7. *Veenendaal D.* (2017). Digital Fabrication // *Dessau International Architecture Graduate School*. DOI:10.1007/978-94-007-7137-6. {in English}.

8. *Mencke O.* (1691) Solutions of the problem proposed by J.B. // *Acta Eruditorum*. - Lipsia, June, p. 273. {in English}.

9. *Carlson S.C.* Catenary mathematics / Encyklopedia Britannica URL: https://www.britannica.com/science/catenary. {in English}.

10. Naykrasyvishi nerukotvorni arky v sviti. - *Red Bull*. Rezhym dostupu: https://www.redbull.com/ua-uk/natural-bridges-that-ll-give-you-wanderlust

11. *Bernoulli Jakob*. (1690). Analysis problematis antehac propositi, de inventione lineae descensus a corpore gravi percurrendae uniformiter, sic ut temporibus aequalibus aequales altitudines eme tiantur: et alterius cujusdam problematis proposition // *Acta Eruditorum,* Lipsia, May, p. 217-219. {in English}.

12. *Hetun H.V., Bezklubenko I.S., Balina O.I., Butsenko YU.P.* Pryntsypy konstruyuvannya ta osoblyvosti statystychnoho rozrakhunku arok / *Spatiol Development.* Kyiv: KNUBA, 2022. № 1. S.43–56. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2022.1.43-55. {in Ukrainian}.

13. *Huygens Christiani*. (1691). Dynaste Zulichemii, solutio problematis funicularii // *Acta Eruditorum*. – June, V. 277. P. 281-282. {in English}.

14. *Hetun H.V., Bezklubenko I.S., Solomin A.V.* Analiz ta klasyfikatsiya suchasnykh konstruktsiy velykoprohonovykh pokryttiv budivel′ / *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya*. Kyiv: KNUBA, 2023. № 65. S.216–225. http://archinform.knuba.edu.ua/issue/view/17525. {in Ukrainian}

15. *Honcharenko, T., Tsiutsiura, S., Kyivska, K., Balina, O., Bezklubenko, I.S.,* Transform approach for formation of construction project management teams based on building information modeling *// CEUR Workshop Proceeding,* Astana, 2021, 2851, p.11–21 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57223103586&eid=2-s2.0-85104834281 {in Kazakhstan}.

16. *Euler Leonhard*. (1748). Introductio in Analysin Infinitorum. - Lausannæ: Apud Marcum-Michaelem Bousquet & Socios, V. 2., 398 p. {in English}.

17. Arka Hetvey. Ukrayins'ka Vikipedyia; Rezhym dostupu: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%BA%D0%B0_%D0%93%D0%B5%D0%B9%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%B9

18. *Iryna Bezklubenko, Halyna Hetun*. Katenariya ta yiyi praktychne zastosuvannya v budivnytstvi / Prykladna heometriya ta inzhenerna hrafika. Kyiv: KNUBA, 2025. № 109 S.3-20. http://ageg.knuba.edu.ua/issue/archive.{in Ukrainian}.

19. *Galina Getun, Iryna Bezklubenko, Vira Koliakova,Olena Balina.* Industrial′nyy rozvytok Kyyeva u druhiy polovyni KHIKH st. / Budivel′ni konstruktsiyi. Teoriya i praktyka. Kyiv: KNUBA, 2020. № 6. S.22–33. DOI: https://doi.org/10.32347/2522-4182.6.2020.22-33 .{in Ukrainian}.

20. Kupol Brunollesky. - *Planet Hotels*. Rezhym dostupu: https://guide.planetofhotels.com/ru/italiya/florenciya/kupol-brunelleski

21. *Gryhoriy Ivanchenko, Galyna Getun, Andriy Solomin, Iryna Bezklubenko*. Feature of design and calculations of complex reinforced concrete frams of buildings / *Opir materialiv i teoriya sporud*, Kyiv: KNUBA, 2023, №110, C. 108-117. https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.110. {in Ukrainian}.

22. *Getun Galyna, Lesko Vitalii, Bezklubenko Iryna, Balina Olena, Butsenko Yurii.* Stochastic models for ensuring parametric reliability of the construction machines / *Опір матеріалів і теорія споруд,* Київ: КНУБА, 2021, №106, С. 262-273. http://omtc.knuba.edu.ua/article/view/235475. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.272-283
УДК 69.003:330.46

Блонний А.В.,
blonnyya@gmail.com, ORCID: 0009-0006-4565-8625,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ЯК ЧИННИКА ВПЛИВУ НА ХРОНОЛОГІЧНУ СТРУКТУРУ РЕАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

Невизначеність у сучасному будівельному проєктуванні та управлінні виступає ключовим фактором, що безпосередньо впливає на часову структуру, логіку реалізації та результативність проєкту. Її природа багатовимірна, оскільки поєднує технологічні, економічні, правові, соціальні та інформаційні чинники, які формують складну мережу ризиків і затримок. В умовах зростаючої мінливості ринку, динаміки середовища та фрагментації учасників саме невизначеність визначає межі прогнозування, адаптивності та управлінської чутливості. Класичні методи планування, зокрема критичний шлях (CPM) і мережева модель PERT, втрачають ефективність у складних сценаріях, де часові параметри не мають стабільності.

Сучасні концепції управління вимагають переходу до моделей, що враховують стохастичну динаміку, нечітку логіку (fuzzy logic) і симуляційні підходи, такі як монте-карло аналіз. Це дозволяє не лише прогнозувати можливі відхилення, а й формувати реактивно-аналітичну систему календарного планування, у якій графік стає живим інструментом адаптації. Невизначеність змінює саму логіку часу у будівництві: від лінійного руху до гнучкого, багатосценарного процесу, що реагує на зміни зовнішніх і внутрішніх факторів. Розвиток цифрових технологій, зокрема BIM, ERP, DSS і Power BI, формує нову архітектуру управління строками — інтегровану, синхронізовану та адаптивну.

Ключові слова: невизначеність; хронологічна структура; будівельний проєкт; ризик-аналіз; адаптивне планування; стохастична модель; цифрове управління; DSS.

Постановка проблеми: Сучасне будівництво характеризується високою складністю взаємодії між технічними, організаційними та економічними системами, що породжує значну кількість невизначеностей. Вони виникають через непередбачуваність зовнішнього середовища, динамічні зміни вартості ресурсів, правові обмеження, соціальні фактори та цифрові ризики. Унаслідок цього класичні підходи до планування та управління строками стають

неефективними, адже не здатні адекватно враховувати багатовимірність змінних. Проблема полягає у відсутності системного механізму, який би дозволяв оцінювати, прогнозувати й адаптувати часову структуру проєкту відповідно до рівня невизначеності. Зростаюча кількість непередбачуваних подій змінює традиційне уявлення про календарний план як статичний документ. Він перетворюється на динамічну модель, що потребує постійного оновлення та інтеграції з аналітичними інструментами. Відсутність узгодженості між учасниками, несвоєчасна реакція на зміни та слабка аналітична підтримка рішень збільшують ризик порушення строків.

Метою статті є визначення закономірностей впливу невизначеності на хронологічну структуру реалізації будівельних проєктів і формування науково-методичного підґрунтя для адаптивного календарного управління. Завдання полягає у виявленні ключових типів невизначеності, їхнього зв'язку з ризиками зміни строків та аналізі сучасних підходів до планування, що здатні мінімізувати деструктивний вплив зовнішніх і внутрішніх факторів. Особливу увагу приділено цифровим системам підтримки прийняття рішень, стохастичним моделям і симуляційним методам, які забезпечують гнучке реагування на зміни в реальному часі. Мета також полягає у розробленні аналітичної основи для створення інтегрованої системи управління, де час розглядається як активний, динамічний елемент стратегічного контролю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Тема невизначеності в управлінні будівельними проєктами активно досліджується у межах теорії ризику, прогнозного планування та цифрової аналітики. У науковій літературі підкреслюється, що невизначеність є невід'ємною характеристикою сучасних інвестиційно-будівельних систем, яка формується під впливом зовнішніх (економічних, політичних, регуляторних) і внутрішніх (технологічних, інформаційних, організаційних) чинників. Розвиваються методи її оцінювання — від імовірнісного моделювання до нечіткої логіки та симуляційного аналізу. Значна увага приділяється концепціям адаптивного управління, що замінюють статичні календарні моделі динамічними системами, які реагують на зміну контексту в режимі реального часу. В межах цих досліджень формуються поняття «динамічного критичного шляху» та «гнучкої структури життєвого циклу». Окремим напрямом стає використання цифрових платформ — BIM, ERP, DSS, AnyLogic — для моніторингу та прогнозування відхилень в строках.

Виклад основного матеріалу: Поняття невизначеності займає ключове місце у теорії управління будівельними проєктами, оскільки саме вона визначає рівень ризику, складність прогнозування та гнучкість системи управління на всіх фазах реалізації інвестиційно-будівельної діяльності. Історичний розвиток

наукової думки щодо цього поняття пройшов еволюцію від філософського тлумачення до прикладного аналітичного конструювання моделей адаптації до зовнішніх і внутрішніх дестабілізуючих впливів.

На ранніх етапах розвитку економічної науки невизначеність розглядалася як щось протилежне до "знання", і асоціювалася з відсутністю детермінованості майбутніх подій. Зокрема, Франк Найт (Frank H. Knight) ще у 1921 році у своїй праці "Risk, Uncertainty, and Profit" чітко розділяє поняття ризику та невизначеності: ризик підлягає кількісному вимірюванню (через ймовірність), натомість невизначеність не може бути формалізована за допомогою класичних статистичних методів. Його трактування поклало початок концептуальному розділенню двох споріднених, але сутнісно відмінних феноменів [1].

Згодом Джон Мейнард Кейнс у своїй "Загальній теорії зайнятості, відсотка і грошей" (1936) підкреслював, що економічні суб'єкти приймають рішення в умовах радикальної невизначеності, коли не існує навіть приблизного розуміння імовірнісного розподілу майбутніх подій. Ця ідея стала основою для подальших досліджень у сфері фінансового прогнозування та сценарного планування [2]. На основі кейнсіанської думки розвинулись концепції сценарного аналізу, які активно використовуються в девелоперському управлінні.

З огляду на зростання складності середовища, розвиток проектного менеджменту в будівництві починає переосмислювати роль невизначеності як органічного чинника, що не може бути повністю усунутий, але має бути адаптований і керований. Це призвело до появи термінів "керована невизначеність", "вимірювана невизначеність", "аналітична невизначеність".

Науковці сучасності (зокрема, Норман Вен, Девід Хілсон, Йен Вудстін) розглядають невизначеність як сукупність умов, що обмежують можливість прийняття обґрунтованих управлінських рішень у зв’язку з неповнотою, суперечністю або непередбачуваністю інформації. Особливо гостро це проявляється в будівельній сфері, де існує велика кількість взаємопов’язаних технологічних, фінансових, погодних, правових факторів [3].

Нижче наведена порівняльна таблиця 1, яка демонструє трактування поняття "невизначеність" у наукових підходах.

Для кращого розуміння еволюції поняття невизначеності у контексті управління будівельними проєктами, доцільно візуалізувати основні історико-концептуальні етапи її формування. На нижченаведеному рисунку 1 представлено послідовність розвитку цього поняття — від філософського осмислення до сучасних цифрових концепцій аналітичного управління, що охоплюють адаптивні сценарії та мультифакторні моделі оцінювання ризику.

Таблиця 1.

Порівняння підходів до трактування невизначеності у науковій традиції проєктного упра*вління (розроблено автором на основі [1,2, 3, 4])*

Автор / школа	Період	Основне трактування	Застосування в проєктному управлінні
Ф. Найт	1921	Невизначеність як неможливість оцінити ймовірність	Розмежування ризику і невизначеності
Дж. Кейнс	1936	Радикальна невизначеність, непередбачуваність	Обмеження логіки прогнозу
І. Ансофф	1970-ті	Реактивна стратегія управління	Адаптація до середовища
В. Акерман, Т. Чепмен	1990-ті	Структурована невизначеність, класифікація	Інтеграція в процесне управління
Й. Вудстін, Д. Хілсон	2000-ті	Динамічна невизначеність, що потребує сценарної аналітики	Управління за допомогою сценаріїв
Європейська комісія	2020+	Невизначеність у зв'язку з кліматичними, регуляторними, технологічними ризиками	Вбудована в цифрове управління

З початку XXI століття поняття невизначеності дедалі частіше починає інтегруватися з концептами цифрового моделювання, сценарного аналізу, fuzzy logic та мультиагентних систем. У контексті будівельного проєкту це проявляється у таких напрямах [5]:

- сценарне прогнозування тривалості робіт при недостатній вихідній інформації;
- використання експертних моделей для оцінки вірогідності відхилень від графіка;
- ітеративне оновлення планів у середовищі BIM із урахуванням нових ризиків;
- побудова дашбордів невизначеності з допомогою Power BI або Qlik.

Реалізація будівельного проєкту — це послідовність взаємопов'язаних етапів, які формують життєвий цикл об'єкта — від передінвестиційної фази до етапу експлуатації. В умовах стабільного зовнішнього середовища структура такого циклу може бути досить чітко регламентованою. Однак в умовах зростаючої динаміки, зокрема під впливом невизначеностей, відбувається трансформація самої логіки побудови календарного плану проєкту, послідовності робіт та визначення критичних точок переходу між фазами [6].

Невизначеність, на відміну від класичного ризику, не завжди є подією з імовірнісним виміром. Вона часто представлена як контекстна змінна, що виявляється у вигляді неповної, суперечливої або динамічно змінної інформації. У сфері будівництва це може бути відображено через зміни в законодавстві, перебої з фінансуванням, дефіцит матеріалів, нестабільність

тендерного середовища, зміну ландшафту або геологічних умов на ділянці. Саме такі невизначеність-сценарії змінюють не лише строки виконання робіт, а й конфігурацію самого графіка: його гнучкість, точки стику між фазами, черговість дій.

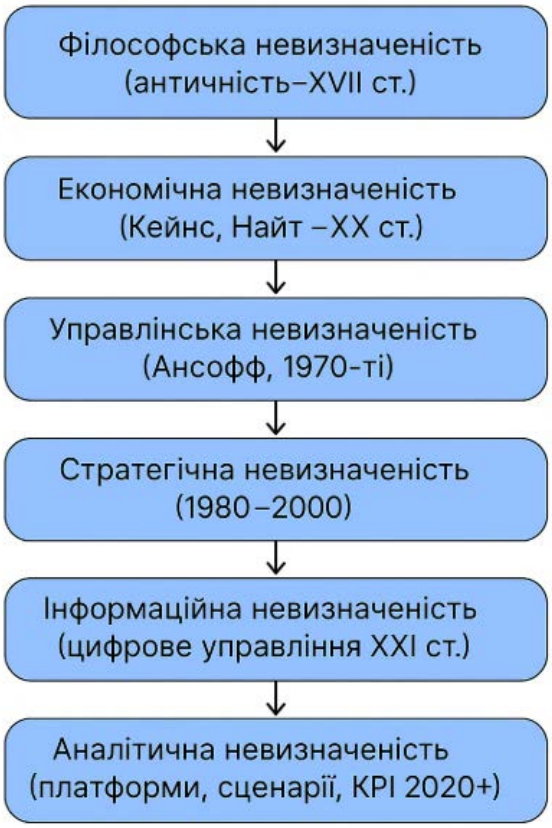


Рис. 1. Еволюція наукових підходів до категорії невизначеності у проектному управлінні *(розроблено автором на основі [6])*

Сучасні підходи до планування передбачають наявність адаптивної логіки життєвого циклу — тобто моделі, де черговість етапів не завжди є фіксованою, а може змінюватись відповідно до поточної ситуації. Це стосується, зокрема, інвестиційно-будівельних проєктів у середовищі обмеженого доступу до ресурсів, урбанізованих умов або високої інституційної фрагментації. Окремі дослідники вказують на доцільність використання ітеративних моделей (agile-project delivery, IPD, design–build–operate), які не фіксують фази у строгій послідовності, а допускають перехресність, паралельність або розщеплення етапів [7].

Для кращого розуміння того, як саме невизначеність змінює класичну лінійність життєвого циклу будівельного проєкту, нижче подано рисунок 2, що порівнює детерміновану та адаптивну структуру проєкту з урахуванням впливу невизначеності.

Рис. 2. Порівняння класичної та адаптивної структури життєвого циклу будівельного проєкту під впливом невизначеності
(розроблено автором автором на основі [7])

Серед багатьох чинників, що впливають на ефективність реалізації будівельного проєкту, одним із визначальних є фактор часу. При цьому саме невизначеність постає як критичний модифікатор часової структури: вона не лише генерує можливість затримок, а й трансформує логіку управління строками виконання. Щоб зрозуміти цю взаємодію, слід систематизувати типи невизначеностей, які зустрічаються у будівельному середовищі, а також вивчити підходи до їх класифікації у науковій літературі.

Сучасна дослідницька практика (Perry & Hayes, 1985; Chapman & Ward, 2002; Zhi, 1995) надає декілька класифікаційних основ для невизначеності. Серед них найчастіше згадуються структурні ознаки джерела невизначеності (внутрішні чи зовнішні), її характер (об’єктивна чи суб’єктивна), фаза життєвого циклу проєкту, до якої вона належить (передінвестиційна, проєктна, будівельна, експлуатаційна) [8].

Ключові типи невизначеностей та їх вплив на часову структуру проєкту [9]:

1. Технічна невизначеність – пов’язана з невизначеністю у виборі конструктивних рішень, матеріалів, технологій, специфікацій. Найчастіше

призводить до зміщення термінів через потребу в повторному проєктуванні або адаптації технології до умов об’єкта. Такі ситуації особливо характерні для нестандартних або інфраструктурно складних проєктів.

2. Правова невизначеність – породжується неоднозначністю регуляторної бази, змінами в будівельних нормах, затримками у видачі дозволів, конфліктами юрисдикцій. Вона впливає на ключові контрольні точки проєкту, зокрема дату початку робіт або прийняття в експлуатацію.

3. Економічна невизначеність – має макро- або мезорівневий характер і включає інфляцію, коливання курсу валют, зміну вартості матеріалів, збої у фінансуванні. Це породжує ефект "технічної паузи", коли проект уповільнюється або заморожується в очікуванні нових розрахунків або погоджень.

4. Соціальна невизначеність – стосується реакції суспільства, локальних громад або стейкхолдерів на проєкт. Може призводити до блокування будівництва, публічного тиску, перегляду соціальних умов або навіть до юридичних позовів, що змінює часові орієнтири.

5. Цифрова невизначеність – пов’язана з недостатньою інтегрованістю IT-систем, збої в передаванні даних, невідповідністю форматів, несумісністю платформ (напр., BIM-середовище з юридичними або кошторисними модулями). Вона викликає відставання в синхронізації робіт між підрядниками, відтермінування перевірок або погоджень.

Для візуального уявлення про типи невизначеності, що найбільш суттєво впливають на часову структуру будівельного проєкту, нижче наведено рисунок 3. Він демонструє п’ять основних категорій невизначеності, їх джерела та зони впливу в межах життєвого циклу.

Історично першим системним інструментом управління строками стала мережева модель PERT, яка впроваджує поняття трьох оцінок тривалості — оптимістичної, песимістичної та найвірогіднішої — та дозволяє будувати графік з урахуванням ймовірнісного розподілу. Метод PERT задає аналітичний підхід до оцінки невизначеності на рівні окремих операцій, дозволяючи формувати критичний шлях не як лінійний набір дій, а як діапазон із рівнями ризику [10].

Наступним кроком стала модель GERT (Graphical Evaluation and Review Technique), яка дозволила враховувати петлі, умовні переходи та розгалуження у логіці проєкту. Такий підхід особливо актуальний для будівельних проєктів із варіантними сценаріями реалізації, фазовими залежностями та перехресною участю стейкхолдерів. Перевагою GERT є те, що вона відображає логіку реального будівельного середовища, де рішення часто приймаються на основі змінних умов.

Рис. 3. Типологія невизначеностей і зони їх впливу на хронологію будівельного проєкту *(розроблено автором на основі [9])*

З розвитком цифрових технологій з'явилися методи симуляційного аналізу, зокрема монте-карло моделювання, що дозволяє генерувати вірогідні сценарії зміни строків на основі великого обсягу змінних параметрів. Такий підхід реалізується у середовищах Oracle Primavera, @Risk, AnyLogic, що інтегруються з BIM-модулями та календарними блоками ERP-систем.

Водночас паралельно формуються концепції адаптивного планування (Agile Construction Management), які не орієнтуються на фіксовані календарі, а будуються на логіці спринтів, контрольованих результатів (deliverables), швидкого зворотного зв'язку та реактивної адаптації. В таких моделях важливішою за точність стає чутливість — здатність системи адаптуватися до зовнішнього впливу в межах дозволеного проміжку часу [11].

Для систематичного порівняння підходів до управління невизначеністю у календарному плануванні будівельних проєктів доцільно представити узагальнену таблицю 2, що враховує структуру методу, джерело невизначеності, рівень моделювання, можливість симуляції та приклади програмного забезпечення.

У сучасному будівництві спостерігається тенденція до інтеграції одразу кількох підходів в рамках одного проекту. Наприклад, GERT може задавати логіку структури, PERT — оцінки операцій, а MCS — ймовірнісну симуляцію сценаріїв. Одночасно, паралельно у цифровому середовищі BIM-система може

зчитувати фактичну затримку та автоматично запускати ітерацію Agile-спринту для відновлення графіка [12].

Таблиця 2.

Системні підходи до управління невизначеністю в календарному плануванні будівельних проєктів *(розроблено автором на основі [11])*

Підхід / Модель	*Джерело невизначеності*	*Рівень впливу*	*Можливість симуляції*	*Приклади реалізації*
PERT	Статистична оцінка тривалості	**Операційний**	Так (3-точкова оцінка)	MS Project, OpenProject
GERT	Логічні сценарії, умовність	**Структурний**	Так	RiskyProject, Custom Graph Builders
Монте-Карло (MCS)	Багатофакторна ймовірність	**Інтегральний**	Так	@Risk, Primavera Risk Analysis
Fuzzy Logic Scheduling	Суб'єктивна нечіткість	**Оцінковий**	Частково	MATLAB, Fuzzy BIM, FIS Tools
Agile Construction (SCRUM)	Змінність зовнішнього середовища	**Тактичний**	Ні	Jira, Monday, Asana, Notion
BIM-based Feedback Planning	Дані з цифрового середовища	**Реактивно-контрольний**	Частково	Navisworks, BIM360, Synchro

Така гібридна система управління невизначеністю створює передумови для розвитку нової концепції — адаптивно-аналітичного управління календарною структурою, у якій план виступає не як сталий документ, а як живий механізм, що оновлюється відповідно до змін контексту, поведінки підрядників та зовнішніх ризиків.

В умовах нестабільності зовнішнього середовища, підвищеної динаміки ринку та множинності взаємопов’язаних ризиків, сучасні будівельні проєкти дедалі більше потребують гнучких і передбачливих систем управління, які дозволяють адаптувати календарне планування у реальному часі.

Ці системи не лише дозволяють здійснювати моніторинг ходу робіт, а й формують адаптивне ядро управління, в межах якого можливе оперативне коригування планів на основі інтегрованих даних. DSS-платформи виконують роль «аналітичного посередника» між змінним середовищем і фіксованими проектними обмеженнями, трансформуючи логіку реагування на невизначеність із реактивної в превентивно-аналітичну [13].

Сучасна DSS-система в будівництві не є ізольованим модулем — вона інтегрується з BIM, ERP, CRM, PPM (Project Portfolio Management), інструментами візуалізації (Tableau, Power BI), а також з платформами

сценарного моделювання (AnyLogic, Simio). У поєднанні ці компоненти формують аналітичний контур прийняття рішень, який дає змогу реагувати не лише на відомі ризики, а й на невідомі (emerging risks), що не піддаються класичному сценарному аналізу [14].

Розвиток цифрових систем DSS дозволяє трансформувати управління строками в будівництві з реактивного на інтелектуально-проактивне, у якому рішення приймаються не тоді, коли проблема вже сталася, а до того — на основі розпізнавання закономірностей у даних. Це дозволяє скорочувати тривалість проєктів, уникати перевитрат і втрати довіри стейкхолдерів.

Ключовим принципом тут виступає цифрова контекстуалізація строків — тобто здатність системи розглядати строки не у відриві від інших параметрів (ресурси, бюджет, прогрес), а в інтеграції з ними. Часові метрики (SPI, CPI, SV, TV) поєднуються з візуалізацією відставань, геопросторовим положенням об'єкта, ризиками субпідрядника або зовнішніми умовами (наприклад, погодними або ринковими) [15].

Література

1. Найт, Ф. Ґ. Risk, Uncertainty and Profit. Boston, MA: Houghton Mifflin Co., 1921. 381 с.
2. Кейнс, Дж. М. The General Theory of Employment, Interest and Money. London: Macmillan, 1936. 460 с.
3. Кейнс, Дж. М. A Treatise on Probability. London: Macmillan, 1921. 272 с.
4. Перрі, Дж. Г., Гейс, Р. В. Risk and Its Management in Construction Projects. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Part I. 1985. Vol. 78, № 3, pp. 499–521.
5. Чепмен, Кр., Ворд, Ст. Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights. 2-е вид. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. 374 с.
6. Купер, Д., Чепмен, Кр. Risk Analysis for Large Projects: Models, Methods and Cases. New York: Wiley, 1987. 312 с.
7. Чжі, Х. Risk management for overseas construction projects. International Journal of Project Management, 1995. Vol. 13, № 4. pp. 231–237.
8. Акінтойе, А., МакКлеод, М. Risk and uncertainty in construction: an overview, a presentation. Univ. of Alberta, Dept. of Civil Eng., 2003. 45 с.
9. Ансофф, І.І. Corporate Strategy. New York: McGraw-Hill, 1965. 270 с.
10. Фразер, Е. (Fragaran?) та ін. Uncertainty in quantitative risk analysis – characterization and methods of treatment. Lund University, Fire & Safety Engineering, 2002. 200 с.
11. Фазі-логічні підходи до оцінки ризику. A fuzzy approach to construction project risk assessment. International Journal of Project Management, 2010. Vol. 28. pp. 68–78.
12. Мохаммебарак Каутб, Дієф. Risk in The Construction Industry. PM World Journal, 2019. Vol. 8, № 1. 13 с.
13. 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).
14. Абрахамссон, М. Uncertainty in Quantitative Risk Analysis – Characterization and Methods of Treatment. Lund University, 2002. 180 с.

15. 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.

Blonnyi Andrii,
Kyiv National University of Construction and Architecture

ANALYSIS OF UNCERTAINTY AS A FACTOR INFLUENCING THE CHRONOLOGICAL STRUCTURE OF CONSTRUCTION PROJECT IMPLEMENTATION

Uncertainty in modern construction design and management acts as a key factor directly affecting the temporal structure, implementation logic, and overall project performance. Its nature is multidimensional, combining technological, economic, legal, social, and informational factors that form a complex network of risks and delays. In an increasingly volatile market environment characterized by dynamic changes and fragmentation among stakeholders, uncertainty determines the limits of forecasting, adaptability, and managerial responsiveness. Classical planning methods, such as the Critical Path Method (CPM) and the PERT network model, lose efficiency under complex scenarios where time parameters lack stability. Contemporary management concepts require a shift toward models that incorporate stochastic dynamics, fuzzy logic, and simulation-based approaches such as Monte Carlo analysis. These models make it possible not only to predict potential deviations but also to establish a reactive–analytical scheduling system in which the timeline becomes a living, adaptive mechanism. Uncertainty transforms the very logic of time in construction — from a linear sequence to a flexible, multi-scenario process responsive to both external and internal factors. The advancement of digital technologies, including BIM, ERP, DSS, and Power BI, is shaping a new architecture of schedule management — one that is integrated, synchronized, and adaptive.

Keywords: uncertainty; chronological structure; construction project; risk analysis; adaptive planning; stochastic model; digital management; DSS.

REFERENCES

1. Knight, F.G. Risk, Uncertainty and Profit. Boston, MA: Houghton Mifflin Co., 1921. 381 p. {in English}

2. Keynes, J.M. The General Theory of Employment, Interest and Money. London: Macmillan, 1936. 460 p. {in English}

3. Keynes, J.M. A Treatise on Probability. London: Macmillan, 1921. 272 p. {in English}

4. Perry, J.G., & Hayes, R.W. Risk and Its Management in Construction Projects. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Part I, 1985, Vol. 78, No. 3, pp. 499–521. {in English}

5. Chapman, C., & Ward, S. Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. 374 p. {in English}

6. Cooper, D., & Chapman, C. Risk Analysis for Large Projects: Models, Methods and Cases. New York: Wiley, 1987. 312 p. {in English}

7. Zhi, H. Risk Management for Overseas Construction Projects. International Journal of Project Management, 1995, Vol. 13, No. 4, pp. 231–237. {in English}

8. Akintoye, A., & McLeod, M. Risk and Uncertainty in Construction: An Overview, a Presentation. University of Alberta, Department of Civil Engineering, 2003. 45 p. {in English}

9. Ansoff, I.I. Corporate Strategy. New York: McGraw Hill, 1965. 270 p. {in English}

10. Frazer, E. et al. Uncertainty in Quantitative Risk Analysis – Characterization and Methods of Treatment. Lund University, Fire & Safety Engineering, 2002. 200 p. {in English}

11. A Fuzzy Approach to Construction Project Risk Assessment. International Journal of Project Management, 2010, Vol. 28, pp. 68–78. {in English}

12. Mohammadbarak Koutb, Dief. Risk in the Construction Industry. PM World Journal, 2019, Vol. 8, No. 1, 13 p. {in English}

13. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Reznik, N. 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, 2023. {in English}

14. Abrahamsson, M. Uncertainty in Quantitative Risk Analysis – Characterization and Methods of Treatment. Lund University, 2002. 180 p. {in English}

15. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Biloshchytskyi, A., Zinchenko, M., & Plys, N. Tools for Assessing the Competitiveness of a Construction Company as a Contractor in Public-Private Partnership Projects. Proceedings of the 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2024, pp. 473–481. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.284-295
УДК 658.114.5:69.003
Боштан А.В.,
boshtan_av-2022@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0000-5599-125X,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ ДІЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО УПРАВЛІННЯ ДИВЕРСИФІКАЦІЄЮ У БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ РІЗНОГО МАСШТАБУ

Управління диверсифікацією у будівельних підприємствах різного масштабу є ключовим напрямом підвищення стійкості бізнесу в умовах економічної турбулентності та невизначеності ринку. Різні рівні ресурсного забезпечення, організаційної зрілості та стратегічної гнучкості формують унікальні підходи до розробки й реалізації диверсифікаційних стратегій. Для великих корпорацій характерним є системний підхід із використанням матричних структур управління, портфельного аналізу та багаторівневої оцінки ефективності за фінансовими, ринковими та ризиковими показниками. Середні підприємства орієнтуються на проектно-функціональні або гібридні моделі, що дозволяють швидко реагувати на зміни, тоді як малі компанії переважно спираються на гнучкі, спрощені схеми ухвалення рішень. Сутність сучасного управління диверсифікацією полягає у поєднанні стратегічного бачення з аналітичними інструментами, серед яких SWOT-аналіз, BCG-матриця, Balanced Scorecard та мультикритеріальні моделі оцінки ефективності. Ці інструменти дозволяють не лише оцінювати потенціал нових напрямів, а й інтегрувати їх у загальну корпоративну систему управління. Цифрова трансформація управлінських процесів створює нові можливості для підтримки диверсифікації — від базових BI-рішень до інтегрованих аналітичних платформ ERP і SAP, що забезпечують моніторинг результатів у реальному часі.

Ключові слова: диверсифікація; будівельне підприємство; стратегічне управління; масштаб підприємства; цифрова трансформація; ефективність; ризик-аналіз; бізнес-аналітика.

Постановка проблеми: У сучасних умовах підвищеної економічної турбулентності, швидких технологічних змін та динаміки попиту будівельні підприємства різного масштабу стикаються з необхідністю перегляду стратегій розвитку. Одним із найдієвіших інструментів забезпечення стабільності та конкурентоспроможності стає диверсифікація діяльності, яка дозволяє розподіляти ризики, освоювати нові ринки й напрями бізнесу. Проте ефективність диверсифікації значною мірою залежить від масштабу

підприємства, рівня його організаційної структури, управлінської зрілості та ресурсних можливостей. Для великих компаній характерна формалізована стратегія з чіткою структурою підрозділів, тоді як малі підприємства діють переважно інтуїтивно, що знижує прогнозованість результатів.

Метою статті є формування науково-практичних засад управління диверсифікацією у будівельних підприємствах різного масштабу з урахуванням їх організаційних, фінансових та цифрових особливостей. Дослідження спрямоване на узагальнення існуючих підходів до формування диверсифікаційних стратегій, визначення критеріїв їхньої ефективності та адаптацію аналітичних інструментів до потреб підприємств різного рівня. Також метою є розроблення структури цифрової підтримки процесів диверсифікації, що забезпечує аналітичну прозорість і гнучкість управління. Основний акцент зроблено на порівнянні організаційних моделей, побудові системи оцінки ефективності та обґрунтуванні ролі цифрових технологій у процесі стратегічного управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Питання диверсифікації підприємницької діяльності та управління нею розглядалися у працях вітчизняних і зарубіжних науковців, що досліджували стратегії розвитку бізнесу, управління ризиками та формування конкурентних переваг. У науковій літературі диверсифікація визначається як інструмент зниження ризику та підвищення стійкості підприємства в умовах невизначеності. У роботах вітчизняних економістів наголошується на її ролі як елементу стратегічного оновлення бізнес-моделі, здатного забезпечити гнучкість і життєздатність компанії у мінливому середовищі. Сучасні дослідження приділяють увагу класифікації видів диверсифікації — вертикальної, горизонтальної, конгломеративної — та аналізу їх впливу на фінансові результати. Акцент робиться на мультикритеріальних підходах до оцінки ефективності, де поєднуються фінансові, ринкові та ризикові індикатори. Водночас, у літературі окреслено розрив між теоретичними моделями стратегічного управління та реальними можливостями будівельних підприємств малого і середнього бізнесу.

Виклад основної інформації: У сучасному економічному середовищі, що характеризується зростаючою невизначеністю, турбулентністю та високою конкуренцією, будівельні підприємства дедалі частіше стикаються з необхідністю адаптації власної стратегії розвитку. Одним із дієвих інструментів такої адаптації виступає диверсифікація – як спосіб оптимізації ризиків, розширення ринків, освоєння нових напрямків бізнесу або стабілізації грошових потоків. У практиці будівельних компаній різного масштабу (від малих до великих корпорацій) підходи до диверсифікації значно варіюються

залежно від ресурсної бази, регіонального охоплення, проектної складності та рівня інтеграції з іншими галузями.

Перш за все, необхідно розрізняти вертикальну, горизонтальну та конгломеративну диверсифікацію як ключові стратегічні напрями. Вертикальна диверсифікація у будівництві передбачає або розширення вгору (контроль над постачальниками матеріалів, логістикою, виробництвом), або вниз (контроль над збутом, управління експлуатацією об'єктів після здачі). Горизонтальна диверсифікація фокусується на освоєнні нових типів будівництва (наприклад, житлове, інфраструктурне, енергетичне), тоді як конгломеративна пов'язана з виходом за межі основного ринку (наприклад, створення інвестиційних, страхових, девелоперських підрозділів). Варто зазначити, що великі компанії, такі як KAN Development, «Інтергал-Буд» або ПБГ «Ковальська», частіше реалізовують змішані моделі диверсифікації, тоді як середні й малі гравці концентруються на обмежених горизонтальних стратегіях через обмеженість капіталу [1].

Ключовим чинником ефективного управління диверсифікаційними процесами є наявність структурованої аналітики, здатної оцінити як внутрішню здатність підприємства до розширення, так і зовнішню доцільність такого кроку. У цьому контексті на перший план виходить система прийняття стратегічних рішень, що базується на поєднанні фінансового аналізу, оцінки ринку, управління ризиками та інституціональної відповідності. На нижче поданому рисунку 1 відображено типову послідовність управлінських кроків, що супроводжують впровадження диверсифікаційної моделі в будівельному підприємстві.

Системне управління диверсифікацією вимагає проходження низки аналітичних і управлінських етапів, що дозволяє уникнути імпульсивних рішень і сформувати сталу модель зростання. У цьому процесі ключову роль відіграють аналітичні центри підприємства (відділи стратегічного планування, контролінгу, фінансового аналізу), а також зовнішні консультанти, особливо у випадку виходу на нові сегменти чи регіони.

Серед сучасних інструментів, які використовуються в управлінні диверсифікацією, слід відзначити моделі SWOT-аналізу для оцінки внутрішніх сильних/слабких сторін і можливостей/загроз, методології BCG-матриць для класифікації напрямів бізнесу, а також стратегічні карти Балансованої системи показників (Balanced Scorecard), що дозволяють інтегрувати фінансові та нефінансові цілі. Прикладом ефективного впровадження таких підходів може слугувати компанія «БудКапітал», яка в умовах зростаючої конкуренції у 2023–2024 роках успішно розширилася на ринок енергоефективного будівництва, спираючись на стратегічну карту цілей та ризиків [2].

Рис. 1. Типова структура управління диверсифікацією у будівельному підприємстві
(розроблено автором на основі [1])

З іншого боку, малі підприємства частіше покладаються на експертну оцінку або інтуїтивні рішення, що знижує точність прогнозів і може призвести до нераціонального використання ресурсів. У цьому випадку постає потреба в доступних цифрових платформах, які могли б допомогти малим компаніям аналізувати потенціал диверсифікації. У цьому напрямку перспективною є інтеграція елементів business intelligence у середовища управління малих та середніх будівельних підприємств. Наприклад, платформи типу Power BI або Zoho Analytics можуть бути налаштовані на базову оцінку проектів за показниками IRR, ROI, періоду окупності чи ризик-профілю.

Підходи до управління диверсифікацією будівельних підприємств відображають як масштаби операційної діяльності, так і рівень зрілості управлінської системи. Для великих корпорацій характерним є стратегічне управління диверсифікацією через матричні структури та спеціалізовані підрозділи, тоді як малі компанії потребують спрощених інструментів підтримки прийняття рішень, але з можливістю швидкого адаптивного коригування. Пошук балансу між стратегічною дисципліною і операційною гнучкістю стає вирішальним для підвищення життєздатності у динамічному ринковому середовищі [3].

У сучасному економічному середовищі, що характеризується високим рівнем турбулентності, технологічних зрушень і регуляторної нестабільності, диверсифікація в діяльності будівельних підприємств постає як інструмент не лише розширення ринку, а й адаптації до зміни попиту, зниження ризиків та забезпечення довготривалої життєздатності організації. В роботах В.Г. Шинкарука диверсифікація розглядається як ключовий напрям стратегічного оновлення бізнес-моделі, що дозволяє забезпечити збереження конкурентної позиції за умов зростаючої динаміки зовнішнього середовища [4].

Сутність підходів до управління диверсифікацією залежить насамперед від масштабу підприємства та рівня його ресурсного забезпечення. Великі будівельні холдинги, такі як KAN Development, Інтергал-Буд чи БудКапітал, зазвичай впроваджують матричні та функціонально-матричні моделі управління, які передбачають створення окремих диверсифікаційних підрозділів у складі загальної корпоративної структури [5].

На відміну від великих корпорацій, середні будівельні компанії тяжіють до квазіпроєктних форм, що дозволяють гнучко перерозподіляти ресурси між основною діяльністю та новими ініціативами.

Малі будівельні підприємства, які мають обмежену ресурсну базу, переважно функціонують у межах лінійно-функціональних або гібридних моделей управління. Дослідження І. П. Мазаракі та Н. М. Репіної вказують, що в умовах обмежених фінансів власник найчастіше виступає ключовим агентом змін, поєднуючи стратегічну та операційну функції, а успіх диверсифікації залежить не стільки від формалізованої структури, скільки від швидкості адаптації та гнучкості комунікацій [6].

Одним із поширених підходів є застосування зваженої сукупної функції прийняття рішень, що дозволяє формалізовано визначати пріоритетні напрями диверсифікації на основі рейтингової системи:

Формула 1 – Мультикритеріальна модель оцінки перспективи напряму диверсифікації:

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \times C_{ij} \ , \tag{1}$$

де P_i — інтегральна оцінка перспективності напряму i, w_j — ваговий коефіцієнт j-го критерію, C_{ij} — оцінка напряму i за критерієм j, n — кількість критеріїв.

Додатково, для оцінки ефективності довгострокових ініціатив можуть застосовуватись сценарні моделі стратегічного прогнозування, які враховують ймовірність реалізації кожного з варіантів розвитку подій:

Формула 2 – Сценарна модель оцінки очікуваної вартості інвестиційного напряму:

$$EV = \sum_{k=1}^{m} p_k \times \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_{kt}}{(1+r)^t} \ , \tag{2}$$

де EV — очікувана вартість, p_k — ймовірність реалізації сценарію k, CF_{kt} — грошовий потік у t періоді за сценарієм k, r — дисконтна ставка, T — тривалість прогнозного періоду, m — кількість сценаріїв.

Підходячи до емпіричного узагальнення моделей управління диверсифікацією в будівельному секторі, важливо враховувати не лише організаційні особливості, але й масштаб функціонування підприємства, рівень централізації управлінських рішень, а також характер стратегічної взаємодії між основним і додатковими напрямами діяльності. Відповідно, для систематизації підходів було доцільно побудувати таблицю 1 [7].

У великих будівельних компаніях, таких як "KAN Development" або "Інтергал-Буд", оцінка ефективності диверсифікації базується на портфельному підході, в якому кожен новий напрям розглядається як інвестиційна одиниця з власними очікуваними потоками, ризик-профілем і потенціалом зростання. Застосування таких методик у будівництві адаптує підходи, викладені у працях Мниха О. Б., зокрема щодо KPI-орієнтованого моніторингу результативності інноваційних стратегій.

Таблиця 1.

Організаційні моделі реалізації диверсифікації за масштабом будівельного підприємства *(розроблено автором на основі [7])*

Масштаб компанії	**Організаційна модель**	**Управлінський фокус**	**Типова стратегія диверсифікації**
Велика	Матрична / кластерна	Централізована стратегія, керовані підрозділи	Змішана, конгломеративна
Середня	Проєктно-функціональна	Міжфункціональні групи, симуляція сценаріїв	Горизонтальна
Мала	Лінійна / гібридна	Інтуїтивне управління, гнучкість рішень	Вертикальна або партнерська

Для малих і середніх підприємств, де системи стратегічного аналізу часто не формалізовані, вирішальне значення мають локальні критерії, такі як прибутковість (ROI), термін окупності інвестицій, ліквідність активу, ризик виходу та ефект використання внутрішніх ресурсів. Гриньова В. М. у своїх дослідженнях акцентує увагу на важливості адаптивного управління критеріями оцінки в залежності від динаміки зовнішнього середовища та цифрової зрілості підприємства [8].

У практичному контексті така багатокритеріальна оцінка ефективності потребує формалізації, що дозволяє об’єднати різнорідні показники в єдину інтегральну систему. Для цього застосовується метод скалярного згортання ефектів, що базується на зваженій сумі ключових індикаторів:

Формула 3 – Зведений показник ефективності диверсифікаційної стратегії:

$$E = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \times K_i \,, \qquad (3)$$

де E — загальний індекс ефективності, K_i — значення i-го критерію (наприклад, ROI, стратегічна релевантність, синергія тощо), α_i — ваговий коефіцієнт критерія залежно від масштабу підприємства, n — кількість критеріїв.

В межах комплексного стратегічного аналізу ефективності диверсифікаційних стратегій у будівництві також застосовується моделювання вартості напрямів з урахуванням ризик-сценаріїв. У працях Оліференка О. О. показано, що використання сценарного моделювання дозволяє більш точно визначати очікувану рентабельність з урахуванням можливих коливань у макро- та мікросередовищі.

Формула 4 – Індекс ефективності диверсифікації з корекцією на ризик і масштаб підприємства**:**

$$D_{adj} = \left(\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \times K_i\right) \times (1 - \sigma_R) \times M_f\,, \qquad (4)$$

де D_{adj} — скоригований індекс ефективності диверсифікації, α_i — вага i-го критерію в системі оцінювання, K_i — значення i-го критерію (наприклад, ROI, Strategic Fit, Exit Agility тощо), σ_R — індекс ризику для даного напряму (нормований у діапазоні 0–1), M_f — мультиплікатор масштабу підприємства (наприклад, 1.2 для великих, 1.0 — для середніх, 0.8 — для малих), n — кількість критеріїв.

Для наочності процесу оцінки ефективності диверсифікаційної стратегії пропонується узагальнений рисунок 2, який демонструє послідовність дій: від визначення масштабу підприємства до формалізованого обрахунку інтегрального індексу ефективності з урахуванням ваг критеріїв і ризикових сценаріїв [9].

Щоб проілюструвати, як змінюється значущість окремих критеріїв залежно від масштабу будівельного підприємства, нижче наведено таблицю 2 вагових коефіцієнтів. Ці значення вказують на пріоритетність кожного індикатора в системі оцінювання ефективності диверсифікаційної стратегії в межах великої, середньої або малої компанії.

Управління диверсифікацією в умовах високої динаміки зовнішнього середовища дедалі більше тяжіє до цифрової трансформації процесів прийняття рішень. Особливо це актуально в будівельному секторі, де традиційно переважала консервативна модель управління, що ґрунтувалася на досвіді керівника та фіксованих показниках бухгалтерської звітності. Втім, у реаліях багаторівневих інвестиційних проектів, взаємодії з декількома стейкхолдерами, необхідності гнучкого управління ризиками та прийняття рішень на основі

неповних даних, саме цифрові інструменти стають основою модернізованої диверсифікаційної стратегії [11].

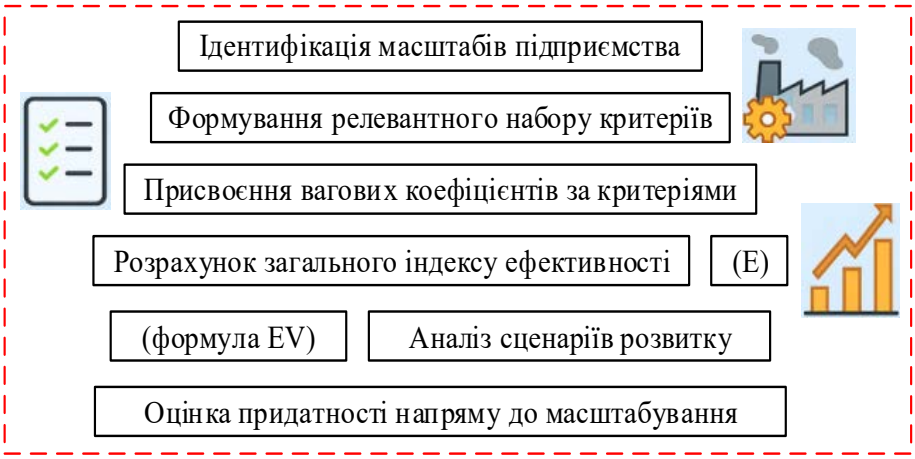


Рис. 2. Алгоритм оцінки ефективності диверсифікаційної стратегії з урахуванням масштабів підприємства *(розроблено автором на основі [9])*

Таблиця 2.

Вплив масштабу підприємства на вагомість критеріїв оцінки диверсифікації *(розроблено автором на основі 10[])*

Критерій	**Велике підприємство**	**Середнє підприємство**	**Мале підприємство**
ROI (прибутковість інвестицій)	0.2	0.3	0.5
Strategic Fit Index (стратег. відповідність)	0.3	0.2	0.1
Synergy Ratio (індекс синергії)	0.25	0.2	0.1
Exit Agility (гнучкість виходу)	0.05	0.1	0.15
Інституційна релевантність	0.2	0.2	0.15

Сучасні цифрові рішення, які використовуються в управлінні диверсифікацією, охоплюють широкий спектр інструментів — від стандартних систем моніторингу ефективності (KPI-дашборди, BI-аналітика, SCOR-моделі) до високоспеціалізованих модулів прогнозування та сценарного аналізу, які інтегруються в корпоративні ERP або функціональні блоки управління проєктами. У малих підприємствах здебільшого використовуються хмарні платформи типу Power BI, Zoho Analytics, Qlik Sense, які не потребують значних інвестицій, але дозволяють здійснювати візуалізацію та порівняння ключових показників по напрямках діяльності. У великих компаніях, навпаки, поширені інтегровані модулі, вмонтовані в середовища SAP ERP, Oracle Primavera, IFS Applications, які включають аналітичні та прогнозні функції для диверсифікованого портфеля проектів.

Ключовим викликом, пов’язаним із цифровізацією управління диверсифікацією, є питання масштабування інструментів відповідно до категорії підприємства. Малі компанії не завжди мають доступ до складних систем, тому потребують адаптивних, легких у використанні рішень з модульною структурою. Середні компанії тяжіють до моделі "гібридної цифровізації", в якій частина процесів. Великі компанії, своєю чергою, формують цілісні аналітичні платформи на базі цифрових двійників, систем моделювання ефективності і комплексних дашбордів з динамічною логікою.

Перед тим як розглядати конкретні інструменти, необхідно окреслити загальну логіку, за якою відбувається масштабування цифрової підтримки диверсифікаційних процесів у будівельних підприємствах різного розміру. Така логіка базується на рівні цифрової зрілості підприємства, доступності ресурсів та складності управлінської структури [12]. На рис. 3 подано ієрархію застосування цифрових інструментів в межах підтримки процесів диверсифікації, де кожен рівень відображає характерне поєднання технологічних рішень, типів управлінських задач та відповідних масштабів організації.

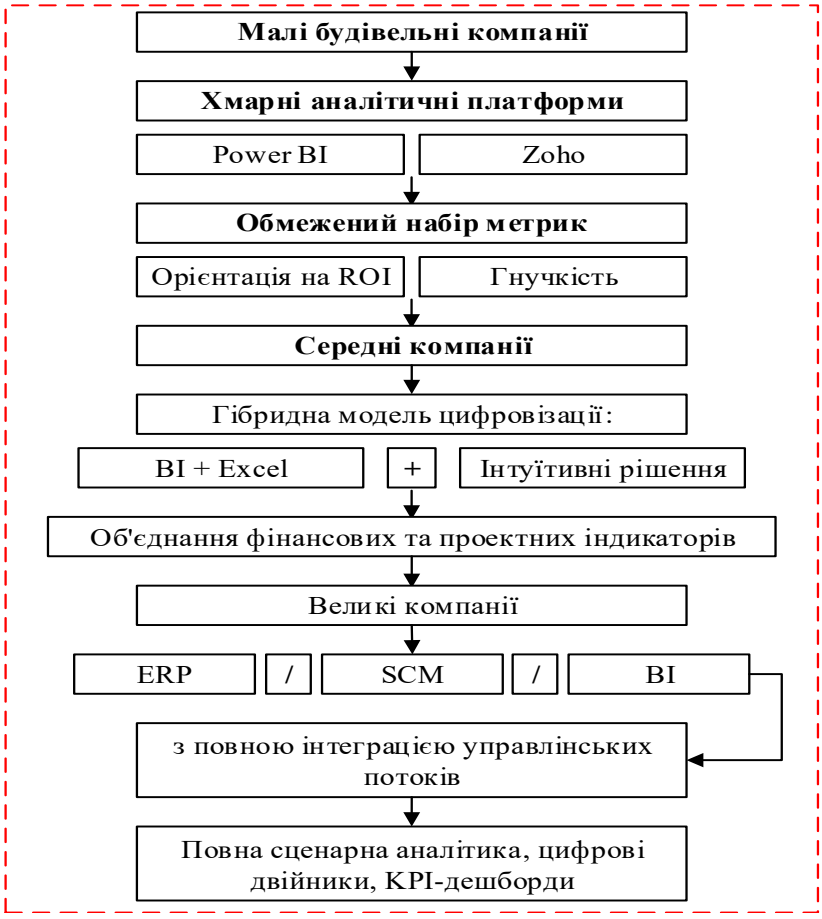


Рис. 3. Ієрархія масштабування цифрових інструментів у підтримці диверсифікації
(розроблено автором на основі [12])

Так, цифрова підтримка диверсифікаційних рішень у будівельному секторі не є універсальною — вона тісно пов'язана з масштабами підприємства, рівнем організаційної зрілості, глибини діджиталізації та фінансового потенціалу. Важливим аспектом тут стає не тільки вибір інструменту, а й формування навичок інтерпретації даних, побудови цифрових моделей та розвитку сценарного мислення. Майбутнє за тими компаніями, які зможуть гнучко масштабувати цифрові рішення відповідно до складності своїх бізнес-задач, уникаючи як надмірної складності, так і зайвої спрощеності.

Література

1. Лівшиць В. (2024). Аналіз стратегії диверсифікації діяльності сучасних підприємств // Data & Strategy: збірник наукових праць, № 11.24, с. 14–22, 2024. – Електронний ресурс. – Режим доступу: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2024/11/11.24._topic_Valentyn-Livshyts-14-22.pdf

2. Ковтуненко Ю.В. (2019). Теоретико-методологічні засади диверсифікації інноваційного розвитку бізнес-структур в умовах інтелектуалізації економіки: дис. доктора економічних наук. Одеса: Одеський нац. політехнічний ун-т, 2019. – 372 с. – Електронний ресурс. – Режим доступу: https://economics.net.ua/wp-content/uploads/2020/04/Дисертація-Ковтуненко.pdf

3. SWOT-аналіз – основа формування маркетингових стратегій: навчальний посібник / за ред. Л.В. Балабанової. 2-ге вид., випр. і доп. Київ: Знання, 2005. 301 с.

4. Вдовічен А.А., Шинкарук Л.В. (2018). Макроекономічні диспропорції в Україні та шляхи їх вирішення. Чернівці: ЧНТУ.

5. Загородній А.Г., Стадницький Ю.І. Менеджмент реальних інвестицій: Навч. посіб. – К.: Т-во „Знання", КОО,2000. – 209 с. – (Вища освіта XXI століття).

6. Шинкарук В.Г. Диверсифікація діяльності підприємств як фактор зниження ризиків в умовах невизначеності: монографія. – Київ: КНЕУ, 2020. – 312 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/34647

7. 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

8. Економіка підприємства: теорія і практика [Електронний ресурс] : зб. матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф. — К. : КНЕУ, 2016. — 185 с. ISBN 978-966-926-112-0

9. Гриньова В.М. Дослідження сутності управління змінами в забезпеченні циклічного розвитку підприємств [Електронний ресурс] / В. М. Гриньова, Ю. І. Гребнєва // Бізнес Інформ. - 2013. - № 12. - С. 249-254. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2013_12_45

10. Економіка підприємства: теорія і практика [Електронний ресурс] : зб. матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф. — К. : КНЕУ, 2016. — 185 с. ISBN 978-966-926-112-0

11. 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

12. Мних, О.Б. Економічний аналіз: підручник. – Львів: «Магнолія-2006», 2020. – 480 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://library.nuft.edu.ua/doc/ebook/Mnyh_Ekonomichnyj_analiz.pdf

Boshtan Anatolii
Kyiv National University of Construction and Architecture

ANALYSIS OF CURRENT APPROACHES TO DIVERSIFICATION MANAGEMENT IN CONSTRUCTION ENTERPRISES OF DIFFERENT SCALES

Diversification management in construction enterprises of various scales serves as a key direction for enhancing business resilience under conditions of economic turbulence and market uncertainty. Different levels of resource availability, organizational maturity, and strategic flexibility shape unique approaches to developing and implementing diversification strategies. Large corporations typically apply a systematic approach based on matrix management structures, portfolio analysis, and multi-level performance evaluation using financial, market, and risk indicators. Medium-sized enterprises tend to adopt project-functional or hybrid models that allow rapid response to changes, while small firms primarily rely on flexible, simplified decision-making schemes.

The essence of modern diversification management lies in combining strategic vision with analytical instruments such as SWOT analysis, the BCG matrix, the Balanced Scorecard, and multicriteria performance assessment models. These tools enable not only the evaluation of potential new directions but also their integration into the overall corporate management system. The digital transformation of management processes creates new opportunities for supporting diversification — from basic Business Intelligence (BI) solutions to integrated analytical ERP and SAP platforms that ensure real-time monitoring of results.

Keywords: diversification; construction enterprise; strategic management; enterprise scale; digital transformation; efficiency; risk analysis; business analytics.

REFERENCES

1. Livshyts, V. (2024). Analysis of the Diversification Strategy of Modern Enterprises. Data & Strategy: Collection of Scientific Papers, No. 11.24, pp. 14–22, 2024. [Electronic resource]. – Available at: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2024/11/11.24._topic_Valentyn-Livshyts-14-22.pdf {in Ukrainian}

2. Kovtunenko, Yu.V. (2019). Theoretical and Methodological Foundations of Diversification of Innovative Development of Business Structures in the Context of the Economy’s Intellectualization (Doctor of Economics dissertation). Odesa:

Odesa National Polytechnic University, 372 p. [Electronic resource]. – Available at: https://economics.net.ua/wp-content/uploads/2020/04/Дисертація-Ковтуненко.pdf {in Ukrainian}

3. SWOT Analysis – The Basis for the Formation of Marketing Strategies: Textbook / edited by L.V. Balabanova. 2nd ed., revised and supplemented. Kyiv: Znannia, 2005. 301 p. {in Ukrainian}

4. Vdovichen, A.A., & Shynkaruk, L.V. (2018). Macroeconomic Disproportions in Ukraine and Ways of Their Resolution. Chernivtsi: ChNTU. {in Ukrainian}

5. Zahorodnii, A.H., & Stadnytskyi, Yu.I. Management of Real Investments: Textbook. Kyiv: Znannia Publishing, 2000. 209 p. (Higher Education of the 21st Century). {in Ukrainian}

6. Shynkaruk, V.H. Diversification of Enterprise Activities as a Risk Reduction Factor under Uncertainty: Monograph. Kyiv: KNEU, 2020. 312 p. [Electronic resource]. – Available at: https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/34647 {in Ukrainian}

7. Ryzhakova, H.M., & Chupryna, Yu. A. Formation of a Construction Cluster within the Format of State Investment Target Programs. Scientific Collection "Ways to Increase Construction Efficiency in Market Economy Conditions", Issue 40. Kyiv: KNUBA, 2019, pp. 19–24. [Electronic resource]. – Available at: http://ways.knuba.edu.ua/issue/view/11913 {in Ukrainian}

8. Economics of the Enterprise: Theory and Practice [Electronic resource]: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Kyiv: KNEU, 2016. 185 p. ISBN 978-966-926-112-0 {in Ukrainian}

9. Hrynova, V.M., & Hrebnieva, Yu. I. Research on the Essence of Change Management in Ensuring the Cyclical Development of Enterprises. Business Inform, 2013, No. 12, pp. 249–254. [Electronic resource]. – Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2013_12_45 {in Ukrainian}

10. Economics of the Enterprise: Theory and Practice [Electronic resource]: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. Kyiv: KNEU, 2016. 185 p. ISBN 978-966-926-112-0 {in Ukrainian}

11. Chupryna, Yu.A., Petrenko, H.S., Hrynenko, I.M., & Pokolenko, V.O. Methodological Regulation and Analytical-Information Support of Process-Oriented Management in the Modern System of Construction Development. Management of Complex Systems Development, 2021, No. 48, pp. 125–134. {in Ukrainian}

12. Mnykh, O.B. Economic Analysis: Textbook. Lviv: "Magnolia-2006", 2020. 480 p. [Electronic resource]. – Available at: https://library.nuft.edu.ua/doc/ebook/Mnyh_Ekonomichnyj_analiz.pdf {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.296-312
УДК 656.073.3:711.4 + 504.062
Вантюх Д.Е.,
dianavantyukh@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6096-7016,
к.т.н., доцент **Голик Й.М.,**
g.jolana@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5135-0711,
Ужгородський національний університет

ІНЖЕНЕРНІ ТА МІСТОБУДІВНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСКОРДОННИХ КОРИДОРІВ ЗАКАРПАТТЯ: АНАЛІЗ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

Викладено сутність та значення транскордонних коридорів Закарпаття. Наголошено на стратегічному положенні регіону, який межує з чотирма країнами Європейського союзу, що зумовило його почесну роль коридору до Європи. Окреслено основні критичні проблеми транскордонних коридорів, серед яких – інженерно-технічні (фізична обмеженість та крихкість інфраструктури, недостатня пропускна здатність пунктів пропуску, бар'єр різної ширини залізничної колії); а також містобудівні та екологічні виклики. У зв'язку з цим, визначені можливі шляхи вирішення та запропоновані інженерно-технічні рекомендації: розробка капітальних проєктів з реконструкції ключових автошляхів, подальше розширення мережі євроколії, модернізація залізничних вузлів, реконструкція Ужгородського аеропорту для розвантаження автодоріг, будівництво нових пропускних пунктів. Також наведені містобудівні й управлінські рекомендації. Адже для повного розкриття транзитного та туристичного потенціалу Закарпаття необхідна не просто клаптикова модернізація транскордонних коридорів, а системна трансформація інфраструктури та управління, яка поєднає інженерну стійкість, ефективне просторове планування та екологічну відповідальність.

Ключові слова: транскордонні коридори Закарпаття; інженерні та містобудівні проблеми; інфраструктура; пункти пропуску; пропускна спроможність; сталий розвиток.

Актуальність теми і постановка проблеми. Актуальність дослідження інженерних та містобудівних проблем транскордонних коридорів (ТК) Закарпаття зумовлена низкою стратегічних факторів, які мають вирішальне значення для національної безпеки, економічної стійкості та європейської інтеграції України. Геостратегічне значення ТК полягає в тому, що Закарпатська область є провідним логістичним та транспортним вузлом, який межує одразу з чотирма країнами Європейського Союзу. Це робить регіон критично важливою ланкою для міжнародних зв'язків, адже ефективність

функціонування цих коридорів безпосередньо впливає на зовнішньоекономічну діяльність та транзитний потенціал усієї України. Окрім того, в умовах отримання Україною статусу кандидата в члени ЄС та необхідності інтеграції у транс'європейську транспортну мережу, пріоритетного значення набуває модернізація прикордонної інфраструктури. Однак, існуючі інженерні бар'єри та містобудівні конфлікти (трафік через населені пункти) гальмують інтеграційні процеси та певним чином нівелюють економічні переваги від географічного положення, що створює перешкоди для європейської інтеграції:

Наступним недоліком ТК Закарпатської області є їх фізична крихкість та стійкість. Під крихкістю інфраструктури розуміють такий стан стратегічно важливих об'єктів (енергетики, транспорту, зв'язку, водопостачання тощо), за якого їх руйнування, виведення з ладу або незапланована зупинка можуть спричинити серйозні наслідки для життєдіяльності суспільства, економіки, безпеки та довкілля [2]. Системна крихкість дорожньої та мостової інфраструктури Закарпаття, особливо в умовах гірських районів, та відсутність адекватних резервних шляхів створюють критичні ризики для безперебійності логістичних ланцюгів. Тому актуальними залишаються дослідження з розробки сучасних інженерних рішень, які здатні підвищити стійкість транспортної мережі до природних та техногенних загроз.

Незважаючи на унікальне географічне положення та високий транзитний потенціал Закарпаття, ефективне функціонування транскордонних коридорів стримується комплексом невирішених інженерних, містобудівних та управлінських проблем. Головна проблема полягає в тому, що фізичний стан та функціональність існуючої інфраструктури не відповідають сучасним обсягам трафіку, потребам сталого розвитку та стандартам ЄС, що призводить, насамперед, до інженерної несумісності. Існування фундаментальних інженерних бар'єрів (зокрема, різна залізнична колія та застарілі інженерні споруди) значно уповільнюють рух товарів і пасажирів [3, 7, 8].

Окрім того, існує певний містобудівний дисбаланс, коли виникає конфлікт між інтенсивними транзитними потоками (зокрема, вантажним транспортом, який руйнує місцеві дороги), та міським середовищем, де спостерігається зниження якості життя громади та створюються екологічні ризики внаслідок проходження трафіку через населені пункти. Ситуація поглиблюється ще й через фрагментованість управління та несистемний підхід до модернізації, коли розрізнені проєкти не інтегруються в єдиний генеральний план розвитку регіону, а робота зі створення супутньої інфраструктури (логістичних хабів, об'їзних шляхів, сервісних зон) є недостатньою [12].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Значна частина наукових праць, присвячених Закарпаттю, розглядає його як ключовий елемент

євроінтеграційних процесів України. Дослідники М. Долішній, Х. Притула, А. Максименко, О. Демедюк (2022) акцентують увагу на ролі географічного положення області як "транспортних воріт" до Центральної Європи. Вони аналізують особливості транспортних коридорів, які проходять через Закарпаття, підкреслюючи їхнє значення для зовнішньоекономічної діяльності України. Також піднімають питання про недостатній розвиток інфраструктури, яка не відповідає сучасним вимогам та обсягам транзиту. Це створює "вузькі місця" на кордоні, уповільнює рух товарів та пасажирів. Автор В. Савіцький, вказує на інфраструктурні проблеми, критичний стан дорожнього та залізничного полотна, застаріле обладнання на митних пунктах пропуску та низьку пропускну спроможність. Вчені V. Nikiforenko, Yu. Kuryliuk (2024) у своїх роботах висвітлюють сучасні проблеми транскордонних коридорів в умовах війни, а Репіч Т. А. описує перспективи транзиту у післявоєнний час (2023). Однак, подібних досліджень обмаль, що і зумовило актуальність роботи.

Мета дослідження: на основі комплексного аналізу інженерно-технічних та містобудівних особливостей транскордонних коридорів Закарпаття, визначити пріоритетні напрямки модернізації та розробити комплексні рекомендації для забезпечення стійкого та інтегрованого розвитку регіону в контексті європейської логістичної мережі.

Виклад основного матеріалу. Транскордонні коридори – це складні багатокомпонентні системи, які включають наступні складові: транспортну інфраструктуру (автомобільні, залізничні, річкові та авіаційні шляхи); економічні зв'язки (торгівельні потоки, інвестиції, спільні підприємства); соціально-культурні контакти (освіта, туризм, культурний обмін, міграція); інформаційні потоки (обмін даними, технологіями, комунікаційні мережі). Тож, головним призначенням ТК є зменшення "ефекту кордону", тобто бар'єрів, які обмежують взаємодію між сусідніми країнами з метою формування стійких зв'язків для взаємної вигоди та сталого розвитку [11, 12].

Ефективність ТК зазвичай оцінюють за декількома вимірами:

1. Економічний вимір: економічна теорія транскордонних коридорів ґрунтується на концепції регіонального економічного розвитку. У цьому контексті ТК розглядаються як засоби для покращення логістики та зниження транзакційних витрат, адже коридори оптимізують транспортні маршрути, що зменшує витрати на перевезення товарів, стимулює торгівлю і інвестиційні потоки. Також ТК сприяють формуванню міжрегіональних економічних кластерів, де підприємства з різних країн співпрацюють, використовуючи переваги розташування і спеціалізації. Окрім того, розвинена інфраструктура приваблює іноземні інвестиції, що стимулює створення нових робочих місць і економічне зростання [4].

2. Соціокультурний вимір досліджує вплив ТК на соціальні та культурні зв'язки між прикордонними громадами, адже ТК сприяють зменшенню психологічних, мовних та культурних бар'єрів, а через активний обмін людьми, інформацією та ідеями ТК сприяють підвищенню рівня освіти та кваліфікації населення.

3. Геополітичний та інституційний вимір, у якому ТК розглядаються як інструменти міжнародної інтеграції, зміцнення регіональної безпеки [6].

Загалом до проблем, пов'язаних з ТК, належать: “ефект перехрестя” (прикордонний регіон перетворюється на транзитну зону без локальної вигоди); асиметрія розвитку (одна сторона кордону отримує більше переваг, ніж інша); проблеми "м'яких" кордонів (стосуються насамперед нефізичних бар'єрів, таких як бюрократія, корупція та відмінності в законодавстві, які можуть нівелювати переваги розвиненої інфраструктури).

Транскордонні коридори на Закарпатті. Основні ТК, які проходять через Закарпаття, включають:

1. Пан'європейські транспортні коридори:

- коридор V: сполучає Венецію (Італія) з Києвом (Україна) через Будапешт, Чоп, Львів. Це один із найважливіших шляхів, який забезпечує транзит товарів та пасажирів між Центральною та Східною Європою.
- коридор IV: проходить трохи більше на північ, однак його відгалуження пов’язані з транспортною системою Закарпаття.

2. Регіональні та локальні коридори:

- Україна-Угорщина: численні прикордонні переходи, зокрема Чоп-Загонь, надають Закарпаттю вихід до загальноєвропейської мережі, тому цей напрямок є найбільш інтенсивним щодо вантажопотоків [1, 2];
- Україна-Словаччина: переходи Ужгород-Вишнє-Німецьке та Малий Березний-Убля мають важливе значення для легкового транспорту та пасажирських перевезень;
- Україна-Румунія: перехід Дякове-Халмеу (має значний потенціал для розвитку торгівлі та туризму);
- Україна-Польща: незважаючи на відсутність прямого кордону, Закарпаття пов'язане з Польщею через Словаччину та Угорщину, що робить його частиною більшого регіонального коридору [7].

Пан'європейські транспортні коридори та їх роль для Закарпаття.

Пан'європейські транспортні коридори – це мережі автомобільних, залізничних, водних та авіаційних шляхів, ключових для інтеграції транспортних систем європейських країн, які розроблені для усунення бар'єрів, спрощення митних процедур та покращення логістики. Для Закарпаття як прикордонного регіону, ці коридори мають особливе значення, оскільки вони

з'єднують його з основними економічними центрами Європи. Коридор V – це стратегічна вісь Закарпаття, адже, починаючись у Венеції, проходячи через Будапешт, Чоп, Львів і Київ, цей коридор фактично є головною транспортною артерією для забезпечення транзиту товарів та пасажирів, що дозволяє Україні й Закарпаттю, зокрема, інтегруватися в європейські логістичні ланцюги (рис. 1).

Рис. 1 Схема Пан'європейського транспортного коридору V демонструє його ключову роль у сполученні України з Центральною Європою. https://pidru4niki.com/92893/ekologiya/mizhnarodni_transportni_koridori_prohodyat_ukrayinu

При цьому місто Чоп функціонує як ключовий залізничний та автомобільний хаб. Тут відбувається перевантаження з широкої української колії на вузьку європейську, що є критично важливим для безперебійного руху товарів. Водночас, наявність такого потужного коридору робить Закарпаття привабливим для іноземних інвестицій, особливо в сфері логістики, складського господарства та виробництва, орієнтованого на експорт. Тому, з метою інтеграції української залізниці до європейської мережі та забезпечення прямого залізничного сполучення з країнами Євросоюзу, в Ужгороді нещодавно було відкрито нову європейську колію (стандарт 1435 мм) на ділянці Чоп – Ужгород протяжністю 22 км, яка, починаючи з 12 вересня 2025 року, дозволила запускати прямі поїзди до країн ЄС, зокрема до Братислави, Відня, Будапешта та Кошице [10].

Коридор IV проходить на північ від Закарпаття, з'єднуючи Дрезден, Прагу, Братиславу, Будапешт та Стамбул, однак, його відгалуження опосередковано впливають на Закарпаття. Зокрема, цей коридор є важливою альтернативою для вантажів, які прямують із Польщі та Чехії до Балканських країн, адже відгалуження Коридору V "Vb" (Братислава-Ужгород-Львів) забезпечує пряме сполучення Закарпаття з центральними європейськими країнами, що значно розширює його транспортні можливості.

Варто зазначити, що обидва пан'європейські транспортні коридори на території Закарпаття, незважаючи на важливе стратегічне значення, зіштовхуються з певними проблемами, головними з яких є недостатнє фінансування, відсутність системного підходу до розвитку та крихкість інфраструктури (стан стратегічно важливих об'єктів енергетики, транспорту, зв'язку, водопостачання є вразливим до атак, аварій або природних катастроф, що може призвести до значних збитків і дестабілізації). Тому модернізація пунктів пропуску, будівництво доріг та впровадження сучасних технологій у логістику є ключовими для реалізації повного потенціалу цих коридорів [8].

Регіональні та локальні транскордонні коридори на Закарпатті: Переваги та недоліки з погляду функціонально-планувальних рішень. Окрім великих магістралей, регіональні та локальні коридори мають не менше значення для прикордонної співпраці, але їх ефективність безпосередньо залежить від якості функціонально-планувальних рішень. Ці коридори є комплексними системами, які вимагають інтегрованого підходу в проєктуванні.

1. Коридор Україна-Угорщина (Чоп-Загонь) є найбільш розвиненим завдяки наявній залізничній та автомобільній інфраструктурі, яка формувалася десятиліттями. Залізничний вузол Чоп, який є одним із найбільших в Україні, забезпечує перевантаження вантажів із широкої колії на вузьку європейську. Окрім того, наявність декількох пунктів пропуску (автомобільних, залізничних) дозволяє розвантажувати потоки та спеціалізувати їх. Наприклад, Чоп-Загонь орієнтований на вантажопотоки, тоді як інші, як-от Лужанка-Берегшурань, зорієнтовані на легкові автомобілі, що свідчить про високу багатофункціональність цього коридору.

Водночас, коридор Україна-Угорщина має свої функціонально-планувальні недоліки, серед яких – наявність вузьких місць: попри розвиток інфраструктури, її стан та пропускна здатність часто не відповідають зростаючому навантаженню, що призводить до заторів і тривалого очікування та є значним недоліком з погляду логістики [1].

2. Коридор Україна-Словаччина (Ужгород-Вишнє-Нємецьке та Малий Березний-Убля) характеризується своїми беззаперечними функціонально-планувальними перевагами, серед яких – орієнтація на пасажиропотоки. Цей коридор ефективно використовуються для легкового транспорту та пасажирських перевезень, що є перевагою для розвитку туризму та культурного обміну. Окрім того, внаслідок розташування поблизу адміністративних центрів (Ужгород, Перечин), коридор Україна-Словаччина сприяє активному локальному економічному співробітництву. До недоліків цього ТК можна віднести низьку пропускну спроможність. Так, перехід Ужгород-Вишнє-Нємецьке, попри орієнтацію на пасажирський транспорт, часто

перевантажений, особливо у вихідні та святкові дні, що вказує на недостатній технічний розрахунок щодо постійного збільшення трафіку. Окрім того, на відміну від Угорського напрямку, залізничне сполучення зі Словаччиною менш розвинене, що обмежує можливості для вантажних перевезень і вказує на недостатній розвиток залізничної інфраструктури [8].

Коридор Україна-Румунія (Дякове-Халмеу) вирізняється значним потенціалом для свого розвитку, оскільки він відкриває прямий шлях до Балканських країн, що важливо для розвитку регіональної торгівлі та туризму. Окрім того, цей коридор може слугувати альтернативою перевантаженим угорському та словацькому напрямкам. Водночас, серед функціонально-планувальних недоліків слід вказати на нерозвиненість інфраструктури, адже дорожнє покриття та інфраструктура на цьому напрямку часто є менш якісними порівняно з іншими коридорами, що обмежує його використання для інтенсивних вантажопотоків. Віддаленість від основних економічних центрів Закарпаття (Ужгород, Мукачево) робить його менш привабливим.

4. Коридор Україна-Польща має свої особливості, адже відсутність прямого кордону Закарпаття з Польщею змушує використовувати коридори через Словаччину та Угорщину (опосередковане сполучення), що збільшує час та витрати на транспортування. Ця ситуація підкреслює необхідність розгляду перспективних проєктів будівництва нових пунктів пропуску, таких як Боберка-Чорноголова, що могло б значно оптимізувати логістику.

Загалом, серед особливостей транскордонних коридорів Закарпаття варто відмітити поліфункціональність, оскільки коридори Закарпаття є не лише транспортними, але й економічними та соціокультурними. Вони сприяють розвитку прикордонної торгівлі, туризму, а також науково-освітній співпраці, наприклад, через спільні університетські програми. Також ТК виконують інтеграційну функцію, адже вони слугують містками для інтеграції України в європейський простір, сприяють гармонізації митних процедур, логістичних стандартів та законодавства. Функціонування Закарпаття як "воріт України" в Європу створює значне навантаження на інфраструктуру, але водночас відкриває широкі можливості для залучення інвестицій та розвитку логістичних центрів. Перетин різних культур (української, угорської, словацької, румунської та інших) створює унікальний соціокультурний фон, що сприяє активному розвитку людських контактів та обміну [2, 3, 6].

Водночас, недостатня пропускна спроможність деяких пунктів пропуску, необхідність модернізації дорожньої та залізничної інфраструктури, а також загрози, пов'язані з нелегальною міграцією та контрабандою, потребують вдосконалення інженерно-будівельних споруд цих ТК.

Необхідні містобудівні рішення для покращення транскордонних коридорів. З містобудівної точки зору, для покращення транскордонних коридорів на Закарпатті необхідно зосередитися на комплексних рішеннях, які повинні включати: модернізацію інфраструктури, оптимізацію просторового планування, впровадження інноваційних технологій. У процесі модернізації пунктів пропуску ТК можна виділити наступні етапи:

1. Розширення пропускної спроможності: необхідно збільшити кількість смуг руху для автомобільного транспорту та модернізувати залізничні колії для прискорення перевантаження. Це допоможе зменшити черги та час очікування.

2. Створення багатофункціональних хабів: пункти пропуску мають стати не просто місцями контролю, а багатофункціональними центрами, що включають зони відпочинку, логістичні термінали та сервісні центри.

3. Інтеграція з локальною інфраструктурою: важливо, щоб нові або модернізовані пункти пропуску були інтегровані з місцевою дорожньою мережею, щоб уникнути заторів на під’їздах до них.

Водночас, оптимізація дорожньої та залізничної інфраструктури повинна включати наступні моменти:

- будівництво та реконструкцію доріг (необхідно покращити якість дорожнього покриття на основних магістралях, а також збудувати об'їзні дороги навколо населених пунктів, щоб розвантажити міста від транзитного транспорту);

- розвиток залізничних сполучень (важливо модернізувати залізничну мережу, зокрема на ділянках, що ведуть до Угорщини та Словаччини, для прискорення перевезень вантажів і пасажирів, включаючи електрифікацію, покращення сигналізації та оновлення рухомого складу);.

- створення мультимодальних терміналів (необхідно запроєктувати логістичні хаби, які дозволять ефективно перевантажувати вантажі з автомобільного на залізничний транспорт і навпаки, що значно підвищить ефективність транзиту). Прикладом може служити модернізація залізничного вузла в Чопі з метою збільшення швидкості перевантаження контейнерів, що зробить його ще більш привабливим для міжнародних перевезень [7, 10].

Впровадження інноваційних технологій, просторове планування та розвиток супутніх територій повинні включати:

- виділення функціональних зон (у містобудівній документації необхідно чітко визначити зони для розвитку логістичних парків, індустріальних зон та складських приміщень, які мають бути розташовані поруч з основними транспортними коридорами);

- створення "зелених" коридорів (при плануванні необхідно враховувати екологічні аспекти, створюючи "зелені" буферні зони вздовж доріг та

залізничних шляхів для мінімізації негативного впливу транспорту на навколишнє середовище);

- естетика та ідентичність (функціонально-планувальні та архітектурні рішення мають враховувати місцеві особливості та естетику, щоб нові об'єкти інфраструктури гармонійно вписувалися в ландшафт і відображали культурну ідентичність регіону, наприклад, використання традиційних матеріалів у будівництві чи врахування особливостей рельєфу).

Критичні інженерні та містобудівні проблеми ТК Закарпаття.

Незважаючи на стратегічну важливість, транспортно-логістична мережа Закарпаття зіштовхується з низкою критичних інженерних та містобудівних проблем, що суттєво обмежують її пропускну здатність та потенціал. Серед інженерно-технічних проблем варто вказати на фізичну обмеженість та інфраструктурну крихкість дорожньої мережі. Так, аналіз стану дорожньої інфраструктури регіону вказує на системну крихкість, яка виходить за межі поодиноких випадків. Згадки про ремонтні роботи на аварійних ділянках, зокрема на автодорозі Н-09 Мукачево – Рахів – Івано-Франківськ – Львів, що пролягає вздовж кордону з Румунією, свідчать про те, що інфраструктура не витримує навантаження, особливо в гірській місцевості. Роботи з облаштування дренажних труб та стабілізації основи дороги в місцях утворення пучин вказують на боротьбу з наслідками, а не з першопричинами руйнування. Крім того, системна вразливість мережі яскраво проявилася після обвалу мосту в Жденієві на Мукачівщині, що змусило облаштовувати тимчасову переправу.

Подібні інциденти демонструють те, що наявні ремонтні стратегії є недостатніми. Існує причинно-наслідковий ланцюг, де недостатнє фінансування на капітальні ремонти та утримання призвело до погіршення технічного стану інфраструктури. Це, своєю чергою, знижує стійкість до природних факторів, характерних для регіону, таких як зсуви та каменепади, про що згадується у контексті дороги Н-09. В результаті, поодинокі аварії та обвали здатні спричинити масштабні перебої у логістичних ланцюгах. Відсутність адекватної резервної інфраструктури означає, що пошкодження однієї ключової ділянки, як-от міст чи частина дороги, може заблокувати цілий транспортний коридор, критично важливий для транзиту, що є ознакою низької стійкості всієї системи.

Недостатня пропускна здатність та фрагментарність пунктів пропуску. Мережа прикордонних пунктів пропуску Закарпаття є незбалансованою та фрагментованою, що створює постійні затори для транспортних потоків. У регіоні функціонують численні пункти, що забезпечують автомобільне, залізничне та пішохідне сполучення з Угорщиною, Словаччиною та Румунією. Однак на кордоні з Польщею автомобільні пункти пропуску наразі відсутні, а найближчі діючі знаходяться на значній відстані –

понад 120 км до ПП «Смільниця-Кросьценко» у Львівській області. Це створює надмірне навантаження на інші, вже перевантажені, напрямки.

Водночас, існуючі пункти мають різну та часто обмежену пропускну здатність. Наприклад, ПП «Велика Паладь – Нодьгодош» розрахований лише на 200 легкових авто та 600 пішоходів на добу. Це підтверджує, що інфраструктура не була спроєктована для сучасних обсягів трафіку, які значно зросли після повномасштабного вторгнення. Хоча міжнародні партнери впроваджують заходи для покращення ситуації, зокрема, такі як встановлення сучасних модульних споруд для митників та прикордонників, облаштування смуг для порожніх вантажівок та освітлення, ці ініціативи не вирішують першопричину проблеми – застарілу, нерозширену інфраструктуру, яка не може впоратися зі зростаючим потоком транспорту [7-9].

Проблеми залізничного сполучення Залізничний транспорт має значний потенціал для розвантаження автомобільних доріг, однак його розвиток на Закарпатті стримується фундаментальним інженерним бар'єром – різною шириною колії (1520 мм в Україні проти 1435 мм в ЄС). Хоча Транс'європейська транспортна мережа (TEN-T) була розширена на Україну, а європейські транспортні коридори, що мають найвище стратегічне значення, проходять через її територію, ця інженерна відмінність є серйозною перешкодою для повної інтеграції. Завершення будівництва євроколії з Ужгорода до міст ЄС є важливим кроком в напрямку вирішення цієї проблеми. Однак, потреба у перевантаженні товарів на кордоні між коліями різної ширини залишається одним із основних факторів, що знижують ефективність залізничних перевезень і потребують системних, а не локальних рішень [10].

Містобудівні та екологічні виклики. Конфлікт між транспортними потоками та міським середовищем. Варто зазначити, що сучасна транспортна інфраструктура Закарпаття недостатньо інтегрована у просторове планування регіону. Це призводить до гострого конфлікту між транзитним трафіком і життям місцевих громад. Проблема інтенсивного руху вантажівок, є типовою для багатьох прикордонних міст. Транзитний транспорт, проходячи через населені пункти, створює надмірний шум, посилює забруднення повітря, руйнує місцеві дороги і створює загрозу безпеці пішоходів та інших учасників руху. Прикладом стратегічного містобудівного рішення для оптимізації автотранспортних потоків і мінімізації негативного впливу на міське середовище є проєкт будівництва об'їзної дороги в обхід міста Берегово до нового пропускного пункту «Дийда-Берегдароц».

Водночас, інфраструктурні рішення не повинні обмежуватися лише прокладанням доріг. Вони мають передбачати створення комплексної екосистеми з об'їзними шляхами, сервісними зонами, такими як автозаправні

станції, СТО та майданчики для відпочинку, а також логістичними хабами. Окрім того, актуальним є формування лінійної системи транспортних коридорів у планувальній структурі міського середовища [5]. Відсутність такої супутньої інфраструктури змушує водіїв вантажівок зупинятися безпосередньо в населених пунктах, що посилює негативний вплив на громади. Це містобудівний виклик, який потребує єдиного стратегічного підходу до просторового планування, де інфраструктурні проєкти розглядаються в контексті їх впливу на соціальне та економічне життя регіону.

Екологічні виклики та збереження біорізноманіття. Розвиток транспортних коридорів у Закарпатті несе значні екологічні ризики, оскільки частина потенційних маршрутів проходить через унікальні природоохоронні території. Наприклад, перспективний пункт пропуску «Лубня – Волосате» розташований у межах Ужанського та Бещадського національних парків. Ця обставина створює фундаментальний конфлікт між економічним розвитком та необхідністю збереження біорізноманіття. Проєкти, такі як SaveGREEN, фінансовані в рамках Interreg Danube Transnational Programme, спрямовані на збереження екологічних коридорів у Карпатах. Це свідчить про міжнародне розуміння важливості балансу між інфраструктурним розвитком та охороною природи. Інтеграція України в європейські мережі вимагає дотримання стандартів Європейського зеленого курсу, що є частиною ширшого процесу євроінтеграції. Це означає, що будь-який новий інфраструктурний проєкт на Закарпатті не може ігнорувати екологічну складову. Замість того, щоб сприймати екологічні вимоги як перешкоду, їх слід розглядати як необхідну умову для сталого розвитку. Це вимагає впровадження інженерних рішень, таких як екодуки та спеціальні переходи для диких тварин, а також фінансових та технічних зусиль для мінімізації негативного впливу. Необхідність включення таких елементів є критичною для міжнародного фінансування.

Диспропорції у регіональному розвитку та туристичний потенціал. Транспортні коридори є потужним інструментом для стимулювання регіонального економічного розвитку, особливо в таких сферах, як туризм. Регіон має значний туристичний потенціал, зосереджений навколо природних об'єктів, таких як букові праліси, Ужоцький перевал та гірськолижні курорти, зокрема Красія. Однак цей потенціал залишається не до кінця реалізованим через поточний стан інфраструктури. Навіть аеропорт в Ужгороді, який є ключовим об'єктом для розвитку мультимодального сполучення та приваблення туристів, потребує значних капітальних інвестицій у реконструкцію злітно-посадкової смуги та світлосигнальної системи. Сектор послуг, зокрема індустрія туризму, може отримати значну вигоду від покращення транспортної мережі, оскільки це полегшить експорт послуг і

збільшить потік відвідувачів. Однак, фокусування лише на автомобільних дорогах, без комплексного розвитку залізничного та авіасполучення, створює дисбаланс. Ефективна мультимодальна система є запорукою того, що Закарпаття зможе повністю розкрити свій економічний потенціал, знявши навантаження з автомобільних шляхів та інтегрувавши регіон у ширші європейські транспортні та туристичні маршрути [3, 6].

Аналіз існуючих рішень та програмних ініціатив.

Національні та міжнародні стратегії. Для вирішення інфраструктурних проблем Закарпаття розроблено низку стратегічних документів, як на національному, так і на міжнародному рівнях. Кабінет Міністрів України ухвалив Державну програму розвитку транскордонного співробітництва на 2021-2027 роки, що визначає пріоритети, джерела фінансування та відповідальних виконавців. Крім того, схвалено Стратегію розбудови прикордонної інфраструктури до 2030 року, яка передбачає збільшення пропускної спроможності, цифровізацію процедур перетину кордону, запровадження спільного митного та прикордонного контролю і створення мережі зон очікування. Ці документи є необхідною основою, але їхня ефективність залежить від практичної реалізації, яка, своєю чергою, вимагає значного фінансування та політичної волі [12].

Роль міжнародної співпраці та фінансування. Вирішення проблем транскордонної інфраструктури Закарпаття значною мірою залежить від міжнародної співпраці та залучення донорського фінансування. Регіон активно бере участь у різних програмах, які мають на меті підвищити економічну стійкість та покращити інфраструктуру. Зокрема, проєкт USAID «Економічна підтримка України»: У співпраці з Міністерством розвитку громад, територій та інфраструктури, USAID впроваджує точкові, але важливі покращення на пунктах пропуску, встановлюючи модульні споруди, освітлення та оновлюючи дорожнє покриття [7]. У рамках проєкту OTRACON планується розробка транспортних моделей для оптимізації сполучення через кордон. Аналіз фінансування показує, що Закарпаття отримує кошти з різних джерел: державний бюджет, гранти ЄС та міжнародні донори. Така різноманітність свідчить про високу важливість регіону для міжнародних партнерів, однак, при цьому існує ризик "клаптикового" підходу, де розрізнені проєкти не завжди інтегровані в єдиний генеральний план. Тому, зміна вектору від вирішення вже існуючих проблем до стратегічного прогнозування та планування майбутнього розвитку інфраструктури є ключовим для сталого та інтегрованого розвитку.

Шляхи вирішення: Комплексні рекомендації для сталого розвитку Інженерно-технічні рекомендації. Для подолання інженерно-технічних проблем Закарпаття необхідний комплексний, багатовекторний підхід, що

передбачає пріоритезацію капітальних проєктів. Насамперед, слід розробити та реалізувати план реконструкції та будівництва ключових автошляхів, зокрема дороги Н-09 та під'їздів до пунктів пропуску. Ці проєкти мають використовувати сучасні інженерні рішення, що підвищать стійкість інфраструктури до характерних для гірської місцевості природних явищ, таких як зсуви та паводки. Крім того, стратегічно важливо розвивати мультимодальність, що включає подальшу інтеграцію залізничної інфраструктури через розширення мережі євроколії та модернізацію повітряного сполучення шляхом реконструкції Ужгородського аеропорту. Це допоможе зняти надмірне навантаження з автодоріг. Важливим інженерним кроком є також завершення будівництва та відкриття довгоочікуваного автомобільного пункту пропуску «Лубня – Волосате» на кордоні з Польщею, який диверсифікує логістичні потоки та відкриє нові можливості для транзиту.

Містобудівні та управлінські рекомендації. Вирішення містобудівних проблем вимагає переходу від реактивного ремонту до стратегічного просторового планування. Рекомендується впровадити єдину, динамічно оновлювану транспортну модель для всього регіону, наслідуючи досвід проєкту OTRACON. Це дозволить ефективно планувати та прогнозувати транспортні потоки, запобігаючи перевантаженню та конфліктам з міським середовищем. Крім того, необхідно прискорити цифровізацію процедур перетину кордону та розширити практику спільного митного та прикордонного контролю з сусідніми країнами, як це передбачено Стратегією до 2030 року. Ці заходи сприятимуть значному зменшенню часу очікування та підвищенню ефективності роботи прикордонної інфраструктури.

Фінансові та політичні рекомендації. Для забезпечення сталого розвитку та ефективної реалізації проєктів критично важливим є створення єдиної координаційної платформи. Ця платформа об'єднає зусилля всіх зацікавлених сторін, включаючи національну та місцеву владу, міжнародних донорів і приватний бізнес. Така координація дозволить забезпечити системний підхід до проєктів, де кожна ініціатива буде частиною єдиного генерального плану. Використання кластерного підходу і кластерних механізмів у формуванні транспортно-логістичних комплексів на прикордонні України із сусідніми прикордонними регіонами Європейського Союзу слугуватиме економічному зростанню цих регіонів [4].

Висновки та перспективи сталого розвитку. Аналіз інженерних та містобудівних проблем транскордонних коридорів на Закарпатті виявив певні взаємопов'язані особливості: фізичну крихкість інфраструктури та її функціональну несумісність з потребами сталого розвитку. Застарілі дороги, фрагментована мережа пунктів пропуску та фундаментальні залізничні бар’єри

обмежують економічний потенціал регіону, створюють значні логістичні труднощі та чинять негативний вплив на місцеві громади та довкілля.

Вирішення цих проблем вимагає переходу від точкових, реактивних заходів до комплексного, стратегічного планування, що охоплює не лише інженерні проєкти, але й просторове, екологічне та соціальне планування. Завдяки активній участі в міжнародних програмах та залученню фінансової підтримки Закарпаття має реальний шанс перетворитися з регіону, що вирішує наслідки крихкості своєї інфраструктури, на стійку, інтегровану та екологічно чисту частину європейської транспортної мережі. Такий підхід забезпечить збалансований розвиток, який гармонійно поєднає економічні, соціальні та екологічні потреби регіону.

Список літератури

1. Габчак Н.Ф., Дубіс Л.Ф., Маляр Е.М. Критерії виокремлення перспективних пунктів пропуску українсько-угорського кордону в межах Закарпаття. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія "Економіка" 2021. № 1(57). С. 80-84. DOI: https://doi.org/10.24144/2409-6857.2021.1(57).80-84

2. Габчак Н.Ф., Маляр Е.М. Транспортна мережа як важливий чинник розвитку транскордонних регіонів (на прикладі Закарпатської області). науковий вісник Ужгородського університету. Серія "Економіка". 2020. №1(55). С. 61-68. https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/30475.

3. Каблак Н.І., Куцина І.А., Гурчумелія У.І. До питання розвитку, забудови та раціонального використання транскордонних територій. Містобудування та територіальне планування. 2019. 70:250-261. DOI: 10.32347/2076-815x.2019.70.250-261

4. Кіш Є.Б. Кластерний підхід у розвитку прикордонного регіону Закарпатської області. Регіональні студії. 2019. № 17. С. 26-31. DOI https://doi.org/10.32782/2663-6170/2019.17.5

5. Лепешко Л. Формування лінійної системи транспортних коридорів у планувальній структурі міського середовища. «Проблеми та інновації у розвитку інженерії, технологій та транспорту»: II Міжнародна наукова конференція студентів і молодих вчених, 24-26 квітня 2025. – Хмельницький: ХНУ, 2025. 360-372. DOI: 10.13140/RG.2.2.18794.43208

6. Мельник О.Г., Приведа Р.Б. Форми транскордонного співробітництва в Україні: стан та перспективи розвитку. Підприємництво та інновації. 2020. Вип.12. С. 30-36. DOI: https://doi.org/10.37320/2415-3583/12.5

7. Модернізація кордонів: що змінилося на пунктах пропуску в Закарпатській області. Електронний ресурс. Режим доступу: Модернізація кордонів: що змінилося на пунктах пропуску в Закарпатській області - Проєкт

USAID Економічна підтримка України. https:// era-ukraine.org.ua/modernizatsiia-kordoniv-shcho-zminylosia-na-punktakh-propusku-v-zakarpatskiy-oblasti/

8. Оцінка перспектив розбудови мережі пунктів пропуску через державний кордон у Закарпатській області: науково-аналітична доповідь / наук. ред. Притула Х.М. Львів, ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долішнього НАН України». 2020. 131 с. (Серія «Транскордонне співробітництво»).

9. Репіч Т.А. Проблеми та перспективи України як транзитної держави у післявоєнний час. Ефективна економіка. 2023. № 9. DOI: http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.9.35

10. https://mindev.gov.ua/news/v-ukraini-zapustyly-pershu-ievrokoliiu-poizdy-z-uzhhoroda-kursuvatymut-do-bratyslavy-vidnia-ta-budapeshta

11. Nikiforenko, V., & Kuryliuk, Yu. Ukraine's Transit Potential Amid the Russian Invasion and European Integration. *Lex Portus.* 2024. 10*(*4):7–19. https://doi.org/10.62821/lp10401

12. Prytula Kh.M., Maksymenko A.O., Demedyuk O.P., Kalat Ya.Ya., and Kyryk, I.M. Methodology for Assessing the Prospects for Developing the Border Crossing Point Network of Ukraine. Sci. in nov. 2022. 18(3):37-48. https://doi.org/ 10.15407/scine18.03.037

PhD student **Diana Vantyukh,**
associate professor **Jolana Holyk**,
Uzhhorod National University

ENGINEERING AND URBAN PLANNING CHALLENGES OF TRANSBOUNDARY CORRIDORS IN TRANSCARPATHIA: ANALYSIS AND SOLUTIONS

The article presents the essence and importance of Transcarpathia's transboundary corridors. Particular emphasis is placed on the strategic location of the region, which borders four European Union countries. This makes Transcarpathia a key "gateway of Ukraine" to Europe. However, the efficiency of these corridors largely depends on addressing engineering, urban planning, and environmental challenges that limit the region's economic potential, create significant logistical difficulties, and negatively affect local communities and the environment. The primary issues include physical constraints, fragile infrastructure, and functional incompatibility with the principles of sustainable development. Outdated roads, fragmented networks of border checkpoints with insufficient throughput capacity,

and fundamental railway barriers due to differing rail gauges all require urgent modernization.

Possible solutions involve the implementation of a set of engineering, urban planning, and management recommendations. The most important among them are the development of capital projects for the reconstruction of key highways based on the principles of linearity and clustering, further expansion of the European-gauge railway network, modernization of railway hubs, reconstruction of Uzhhorod Airport to ease road traffic, and the construction of new border crossing points. To fully unlock Transcarpathia's transit and tourism potential, not just modernization but a systemic transformation of infrastructure and governance is necessary—combining engineering resilience, effective spatial planning, and environmental responsibility.

Addressing these challenges requires a shift from isolated, reactive measures to a strategic approach involving comprehensive engineering projects, spatial, environmental, and social planning. Through active participation in international programs and the attraction of financial support, Transcarpathia has a real chance to transform from a region coping with the consequences of fragile infrastructure into a sustainable, integrated, and environmentally responsible part of the European transport network. This approach will ensure balanced development that harmoniously meets the economic, social, and environmental needs of the region.

Key words: Transcarpathia's transboundary corridors; engineering and urban planning challenges; infrastructure; border checkpoints; throughput capacity; sustainable development.

REFERENCES

1. Habchak N.F., Dubis L.F., Maliar E.M. Kryterii vyokremlennia perspektyvnykh punktiv propusku ukrainsko-uhorskoho kordonu v mezhakh Zakarpattia. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia "Ekonomika" 2021. № 1(57). S. 80-84. DOI: https://doi.org/10.24144/2409-6857.2021.1(57).80-84 {in Ukrainian}

2. Habchak N.F., Maliar E.M. Transportna merezha yak vazhlyvyi chynnyk rozvytku transkordonnykh rehioniv (na prykladi Zakarpatskoi oblasti). naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriia "Ekonomika". 2020. №1(55). S. 61-68. https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/30475 {in Ukrainian}

3. Kablak N.I., Kutsyna I.A., Hurchumeliia U.I. Do pytannia rozvytku, zabudovy ta ratsionalnoho vykorystannia transkordonnykh terytorii. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. 2019. 70:250-261. DOI: 10.32347/2076-815x.2019.70.250-261 {in Ukrainian}

4. Kish Ye.B. Klasternyi pidkhid u rozvytku prykordonnoho rehionu Zakarpatskoi oblasti. Rehionalni studii. 2019. № 17. S. 26-31. DOI https://doi.org/10.32782/2663-6170/2019.17.5 {in Ukrainian}

5. Lepeshko L. Formuvannia liniinoi systemy transportnykh korydoriv u planuvalnii strukturi miskoho seredovyshcha. «Problemy ta innovatsii u rozvytku inzhenerii, tekhnolohii ta transportu»: II Mizhnarodna naukova konferentsiia studentiv i molodykh vchenykh, 24-26 kvitia 2025. – Khmelnytskyi: KhNU, 2025. 360-372. DOI: 10.13140/RG.2.2.18794.43208 {in Ukrainian}

6. Melnyk O.H., Pryveda R.B. Formy transkordonnoho spivrobitnytstva v Ukraini: stan ta perspektyvy rozvytku. Pidpryiemnytstvo ta innovatsii. 2020. Vyp.12. S. 30-36. DOI: https://doi.org/10.37320/2415-3583/12.5 {in Ukrainian}

7. Modernizatsiia kordoniv: shcho zminylosia na punktakh propusku v Zakarpatskii oblasti. Elektronnyi resurs. Rezhym dostupu: Modernizatsiia kordoniv: shcho zminylosia na punktakh propusku v Zakarpatskii oblasti - Proiekt USAID Ekonomichna pidtrymka Ukrainy. https:// era-ukraine.org.ua/modernizatsiia-kordoniv-shcho-zminylosia-na-punktakh-propusku-v-zakarpatskiy-oblasti/ {in Ukrainian}

8. Otsinka perspektyv rozbudovy merezhi punktiv propusku cherez derzhavnyi kordon u Zakarpatskii oblasti : naukovo-analitychna dopovid / nauk. red. Prytula Kh.M. Lviv, DU «Instytut rehionalnykh doslidzhen imeni M.I. Dolishnoho NAN Ukrainy». 2020. 131 s. (Seriia «Transkordonne spivrobitnytstvo»). {in Ukrainian}

9. Repich T.A. Problemy ta perspektyvy Ukrainy yak tranzytnoi derzhavy u pisliavoiennyi chas. Efektyvna ekonomika. 2023. № 9. DOI: http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.9.35 {in Ukrainian}

10. https://mindev.gov.ua/news/v-ukraini-zapustyly-pershu-ievrokoliiu-poizdy-z-uzhhoroda-kursuvatymut-do-bratyslavy-vidnia-ta-budapeshta.

11. Nikiforenko, V., & Kuryliuk, Yu. Ukraine's Transit Potential Amid the Russian Invasion and European Integration. *Lex Portus.* 2024. 10*(*4):7–19. https://doi.org/10.62821/lp10401{in English}

12. Prytula Kh.M., Maksymenko A.O., Demedyuk O.P., Kalat Ya. Ya., and Kyryk, I. M. Methodology for Assessing the Prospects for Developing the Border Crossing Point Network of Ukraine. Sci. in nov. 2022. 18(3):37-48. https://doi.org/ 10.15407/scine18.03.037. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.313-324
УДК 004.4:005.8:005.21:005.95
Данілов С.Ю.,
daniloff011@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9111-9047,
Київський національний університет будівництва і архітектури

КЛАСИФІКАЦІЯ ТИПІВ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В УПРАВЛІННІ ІТ-ПРОЄКТАМИ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЙ АГЕНТНОГО РОЗПОДІЛУ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ

Нині ІТ-проєкти функціонують у динамічному середовищі, де невизначеність стає не лише супутнім чинником, а й ключовим елементом управлінської парадигми. Вона проявляється на всіх етапах життєвого циклу проєкту — від ініціації до експлуатації цифрового продукту — та впливає на прийняття рішень, структурування команди, пріоритизацію завдань і розподіл ресурсів. У статті розглянуто класифікацію типів невизначеності, які формують когнітивне середовище управління ІТ-проєктами. Запропоновано систематизацію невизначеностей за джерелом походження (внутрішні та зовнішні), природою прояву (епістемічна, стохастична, поведінкова) та рівнем впливу на процес управління. Особливу увагу приділено агентному підходу, який дозволяє моделювати автономну поведінку учасників команди та їхню взаємодію у змінних умовах. Розкрито механізми формування стратегій агентного розподілу трудових ресурсів залежно від типу невизначеності: у разі стохастичних факторів ефективним є динамічне балансування навантаження, тоді як при поведінкових — доцільно впроваджувати системи адаптивного стимулювання та когнітивної підтримки рішень. Також проаналізовано вплив інформаційної прозорості на рівень сприйнятої невизначеності та швидкість реагування агентів у мультиагентному середовищі. Запропонована класифікація дозволяє уточнити межі управлінської гнучкості та забезпечити узгодженість між технологічними, людськими й організаційними складовими ІТ-проєктів.

Ключові слова: невизначеність; ІТ-проєкт; агентна модель; управління ресурсами; когнітивна система; адаптивна стратегія; самоорганізація; проектна гнучкість.

Постановка проблеми: Управління ІТ-проєктами у сучасних умовах характеризується підвищеною складністю, що зумовлена нестабільністю зовнішнього середовища, швидкою еволюцією технологій та високою залежністю від людського чинника. Невизначеність у цьому контексті виступає критичним параметром, який визначає результативність процесів планування,

прогнозування та прийняття управлінських рішень. Традиційні методи управління, орієнтовані на лінійну прогнозованість, виявляються недостатніми, адже не враховують поведінкових аспектів команди, змін у вимогах користувачів та динаміки інформаційних потоків. Тому постає потреба у формуванні системної класифікації типів невизначеності, що дозволить визначити закономірності їхнього впливу на процес управління та створити адаптивні механізми реагування. Особливої уваги потребує питання інтеграції агентного підходу, який здатен забезпечити гнучкість, самоорганізацію та автономність прийняття рішень у розподілених командах. Актуальність проблеми підсилюється переходом IT-компаній до когнітивно-орієнтованих моделей управління, де ключову роль відіграє баланс між інформаційною прозорістю, мотивацією виконавців та ефективністю розподілу трудових ресурсів.

Метою статті є систематизація типів невизначеності, що впливають на управління IT-проєктами, та розроблення підходів до формування стратегій агентного розподілу трудових ресурсів у змінному середовищі. Для досягнення цієї мети передбачено уточнення класифікаційних ознак невизначеності за джерелом, рівнем впливу й можливістю контролю, а також виявлення взаємозв’язку між типом невизначеності та моделлю поведінки агентів. У роботі ставиться завдання створити основу для подальшої побудови когнітивних моделей управління, здатних адаптивно реагувати на ризики, забезпечувати стійкість командної взаємодії та оптимізувати процеси розподілу трудових ресурсів у цифрових проєктах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Проблематика невизначеності в управлінні проєктами розглядається у працях таких дослідників, як Shenhar і Dvir, які підкреслюють важливість динамічної адаптації управлінських підходів до складності середовища. У контексті IT-проєктів дослідження Highsmith та Cockburn розкривають роль гнучких методологій (Agile, Scrum) як інструментів зниження невизначеності через постійний зворотний зв’язок і самоорганізацію команд. Nonaka і Takeuchi акцентують на когнітивному аспекті управління знаннями, який стає основою для подолання епістемічної невизначеності. У свою чергу, роботи Luhmann розкривають соціальну природу невизначеності в комунікаційних процесах, що особливо актуально для мультиагентних систем. Агентне моделювання як інструмент дослідження поведінкової невизначеності активно використовується у працях Jennings, Wooldridge та Castelfranchi, які доводять ефективність автономних агентів у децентралізованому управлінні. У сфері IT-проєктів цей підхід дозволяє враховувати нелінійні взаємодії між членами команди, інформаційні затримки, різницю у когнітивних моделях сприйняття ризику.

Виклад основного матріалу. Управління ІТ-проєктами характеризується високим ступенем динамічності, складності й мінливості, що зумовлює постійну наявність різноманітних форм невизначеності, які прямо або опосередковано впливають на ефективність організаційних рішень, зокрема у сфері розподілу трудових ресурсів. Особливу складність становить поєднання технічної невизначеності, яка випливає з інноваційності рішень, із соціальною та управлінською невизначеністю, що пов'язана з поведінкою агентів — членів команд, експертів, замовників. У мультиагентних системах, які все частіше застосовуються для моделювання таких проєктів, необхідним є формалізований підхід до класифікації типів невизначеності з метою адаптивної побудови стратегій розподілу ресурсів.

Технічна невизначеність охоплює невпевненість у виборі технологій, наявності потрібних компетенцій, інтеграції нових рішень в архітектуру проєкту. Ринкова — пов'язана з невизначеним запитом клієнта, змінами в середовищі, конкуренцією або коливанням вартості реалізації. Організаційна невизначеність виникає внаслідок слабкої координації, нечіткого розподілу ролей, множинності контрагентів. Поведінкова невизначеність стосується неможливості точно передбачити реакції виконавців, рівень мотивації, опір змінам чи колективні ефекти [1].

Наявність таких різних форм невизначеності формує потребу в класифікованому підході до створення стратегій розподілу ресурсів. В рамках мультиагентного моделювання це означає, що агенти повинні не лише володіти внутрішніми змінними, які реагують на зовнішнє середовище, а й мати вбудовані стратегії поведінки залежно від типу загрози: від стабільного перерозподілу задач до введення буферного резерву або коаліційної взаємодії з іншими агентами [2]. На основі класифікації невизначеностей формуються алгоритми адаптивного управління. Щоб візуалізувати класифікацію типів невизначеності та їхній вплив на структуру мультиагентного розподілу ресурсів, подаємо нижче рисунок 1.

Впровадження класифікації невизначеності в агентну архітектуру дозволяє перейти від загального підходу до стратегій розподілу ресурсів до індивідуально адаптованої моделі, яка враховує контекст, рівень ризику та поточну здатність до самоорганізації всередині колективу. У контексті управління будівельними проєктами поняття "невизначеність проєктного середовища" означає наявність факторів, які унеможливлюють точне передбачення результатів, часових меж, вартості, ресурсного навантаження або реакцій виконавців у межах проекту [3].

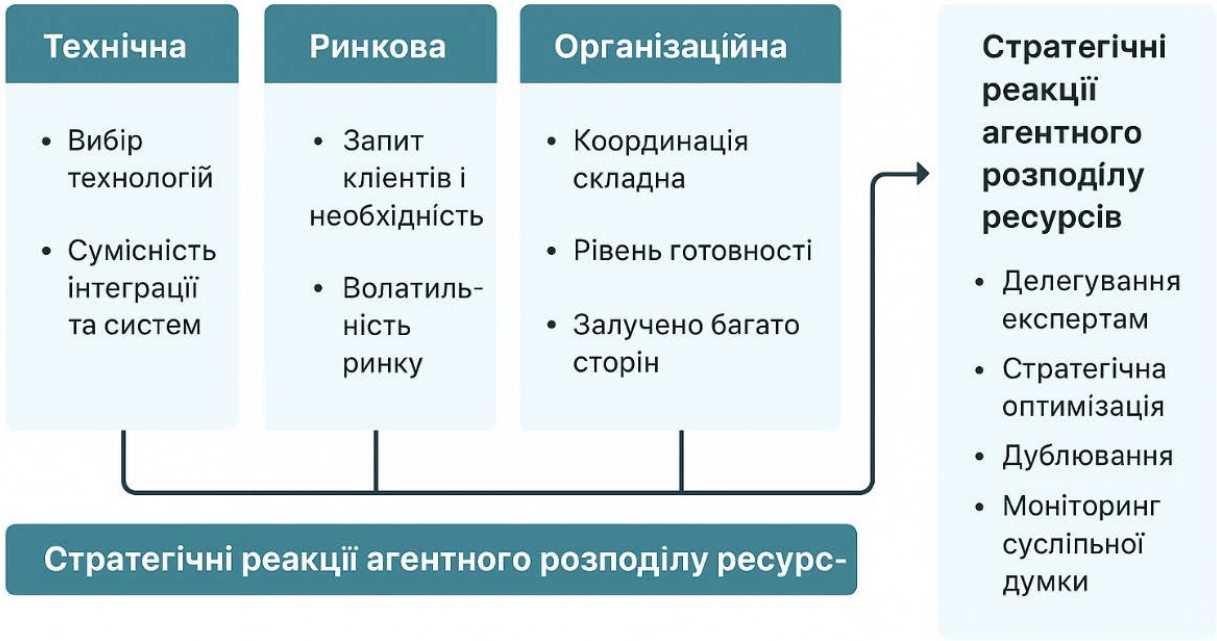


Рис. 1. Класифікація типів невизначеності в ІТ-проєктах і стратегічні реакції мультиагентної системи розподілу ресурсів *(розроблено автором на основі [2])*

Початкове трактування невизначеності в проєктному менеджменті було переважно пов'язане з ризиками і носило технократичний характер. Зокрема, американський дослідник Девід Хілсон у 1990-х роках увів диференціацію між ризиком (як вимірюваною ймовірністю) і невизначеністю (як неможливістю точної оцінки). Він підкреслював, що в умовах високої невизначеності необхідні не лише інструменти аналізу ризиків, а й гнучкі управлінські підходи, які враховують слабку передбачуваність середовища. Подальший розвиток концепції пов’язаний із роботами Кетлін М. Ейзенгардт (Kathleen Eisenhardt), яка у 1999 році запропонувала розглядати невизначеність як структурну характеристику проєкту, що потребує спеціалізованих механізмів адаптації: наприклад, частішої комунікації, децентралізації рішень і експериментального тестування гіпотез [4].

На сучасному етапі невизначеність у проєктному середовищі розглядається не лише як виклик, а й як можливість для гнучкого управління. Дослідники, як-от Торгер Рів та Шазія Султан пропонують мультивимірні моделі, в яких невизначеність класифікується за рівнем джерела (внутрішня, зовнішня), природою впливу (системна або випадкова) та часовою динамікою (стабільна чи ескалаційна) [5, 6].

Щоб узагальнити еволюцію підходів до розуміння невизначеності проєктного середовища в будівництві, нижче подано таблицю 1.

Таблиця 1.

Трактування невизначеності проєктного середовища у дослідженнях різних авторів *(розроблено автором на основі [5, 6, 7, 8,])*

Автор	**Рік**	**Основний фокус трактування**	**Наслідки для управління трудовими ресурсами**
Девід Хілсон [7]	1997	Розмежування ризику і невизначеності	Необхідність інтуїтивного та резервного планування
Кетлін Ейзенгардт [8]	1999	Невизначеність як організаційна характеристика	Гнучкість у делегуванні, розширення зворотного зв'язку
Торгер Рів	2007	Невизначеність як функція зовнішньої складності	Адаптивне планування на основі сценаріїв і тенденцій
Шазія Султан	2019	Динамічна багатофакторна класифікація невизначеностей	Контекстно-чутливе формування команд і режимів роботи

Подальший розвиток і практичне застосування концепції невизначеності проєктного середовища потребують переосмислення традиційної ролі проєктного менеджера та формальних структур планування. У класичних підходах передбачалось, що ключовим викликом є виключно брак інформації або зміна зовнішніх умов. Натомість сучасна парадигма, особливо у сфері будівництва, визнає, що значна частина невизначеності є системною, тобто невід'ємною від самої природи проєктного процесу — багатоетапного, колективного, територіально розподіленого, регульованого десятками акторів із власними інтересами [9].

У межах складних IT-проєктів, де високий рівень інтегрованості технічних компонентів поєднується з мультиакторністю та непередбачуваністю ринкових вимог, невизначеність стає ключовим модулюючим чинником поведінки як менеджерів, так і виконавців. Особливо це актуально в мультиагентному середовищі, де кожен агент діє автономно, але взаємопов'язано з іншими, перебуваючи у постійній взаємодії з середовищем і змінними проектного ландшафту. На відміну від лінійних моделей, мультиагентні структури дозволяють враховувати те, як тип і характер невизначеності змінює поведінкову стратегію кожного агента, включаючи його мотиваційні реакції, інтерпретацію цілей, готовність до співпраці або ізоляції, а також тактичні рішення щодо розподілу ресурсів [10].

У мультиагентних системах поведінка агента завжди є функцією середовища, але тип невизначеності суттєво впливає на патерн цієї функції. Наприклад, технічна невизначеність — пов'язана з новизною технологій, невідомими помилками або нестабільністю архітектури — змушує агента діяти

обережно: ухвалення рішень відкладається, активується запит на додаткову інформацію, формується пріоритет на міжагентні консультації з більш досвідченими "експертними" агентами.

Натомість ринкова невизначеність впливає передусім на рівень стратегічної орієнтації агентів. Якщо очікується зміна запиту замовника, вимог функціональності або бізнес-умов, агенти демонструють схильність до гнучких, сценарно-чутливих стратегій [11]. Для наочного представлення впливу типів невизначеності на поведінкові стратегії в агентному середовищі ІТ-проєкту, нижче подано рисунок 2, що демонструє взаємозв'язок між джерелами невизначеності, агентною реакцією та ефектами на рівні моделі.

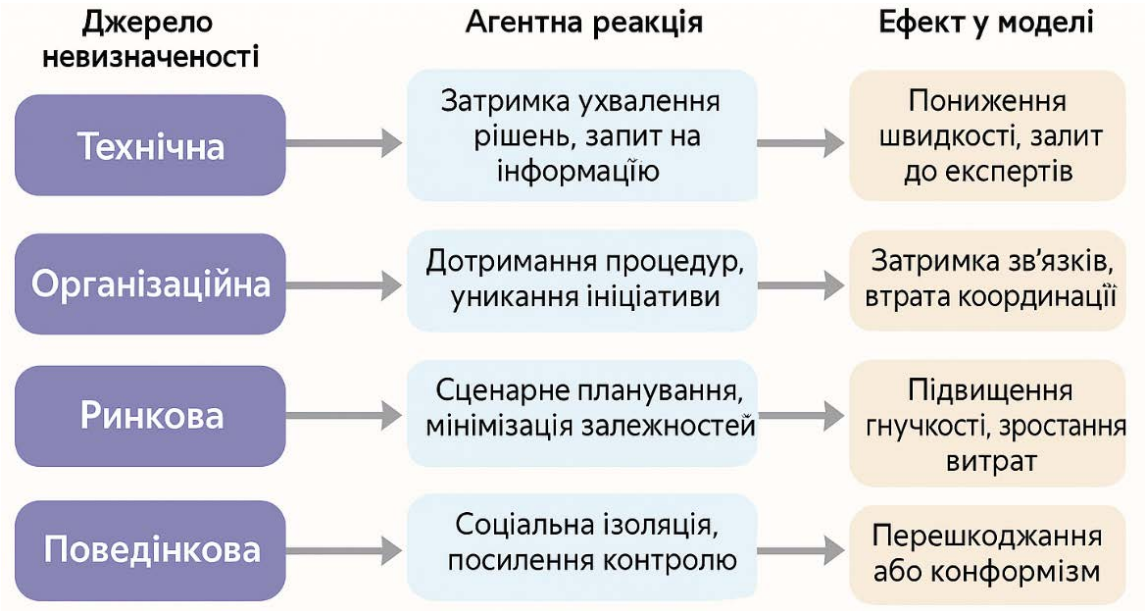


Рис. 2. Взаємозалежність типів невизначеності та змін поведінкових стратегій у мультиагентному середовищі ІТ-проєкту *(розроблено автором на основі [11])*

У мультиагентному моделюванні передбачається, що кожен агент має набір потенційних стратегій, однак лише деякі з них активізуються залежно від наявного контексту. Саме тип невизначеності виконує функцію **тригера**, що визначає, яку з поведінкових ліній агент обере. При технічній невизначеності перевага надається стратегіям затримки ухвалення рішення, використанню "обхідних шляхів", зверненням до експертів або машинного навчання. Організаційна невизначеність формує поведінку уникання, мінімізації ризиків через формалізацію дій. Ринкова — стимулює проксі-планування, багатоваріантність і створення умовної автономії функціональних блоків. Поведінкова — потребує додаткового обліку емоційних, соціальних і мотиваційних реакцій, які часто не піддаються формальному контролю, але критично важливі для стабільності агентної мережі.

Щоб систематизувати ці впливи та окреслити можливості їх моделювання в мультиагентних системах, нижче подано таблицю 2, яка пов'язує тип невизначеності з характерною агентною реакцією та потенційними ефектами на рівні ІТ-проєкту [12].

Поведінкові реакції агентів на невизначеність не є статичними чи незмінними. Навпаки, з розвитком проєкту вони можуть трансформуватись унаслідок нагромадження досвіду, міжагентного навчання та зміни ролей у межах мультиагентної структури.

Таблиця 2.

Типи невизначеності та відповідні поведінкові стратегії агентів у ІТ-проєкті *(розроблено автором на основі [11])*

Тип невизначеності	**Аспекти невизначеності**	**Типова поведінкова стратегія агента**	**Потенційний ефект у моделі**
Технічна	Нові технології, нестабільність, відсутність досвіду	Затримка рішень, звернення до експертів	Зниження швидкості, підвищення точності рішень
Організаційна	Розмиті ролі, відсутність лідерства, подвійна ієрархія	Дотримання формальних процедур, уникання ініціативи	Затримка в комунікації, зменшення гнучкості системи
Ринкова	Зміна попиту, непередбачуваність вимог	Стратегічна гнучкість, сценарне планування	Підвищення адаптивності, зростання вартості резервування
Поведінкова	Конфлікти, коливання мотивації, людський фактор	Соціальна згуртованість або фрагментація	Зміна інтенсивності комунікації, виникнення неформальних структур

Наприклад, агент, який на ранніх етапах демонстрував пасивну стратегію уникання у відповідь на організаційну невизначеність, після кількох ітерацій може перейти до більш активної стратегії структурного впливу — ініціювання нових комунікаційних форматів, створення мікрогруп або інтерфейсного буферування між конфліктуючими структурами. Цей динамізм обов'язково має враховуватись у мультиагентному симуляційному середовищі, що претендує на реалістичність [13].

В межах мультиагентного моделювання ІТ-проєктів питання формування інституціональних ролей та логіки делегування є не лише функціональним, а й концептуальним, оскільки саме ці параметри визначають гнучкість, стійкість і реактивність системи в умовах змінного середовища. Інституціональна роль агента — це не просто його формальна позиція (розробник, аналітик, координатор), а структурована функція взаємодії, яка включає рівень автономії,

право ухвалювати рішення, зону відповідальності, а також очікувану поведінку у випадках конфліктів або нестабільності.

Типи невизначеності, описані раніше, по-різному впливають на ієрархію взаємодії та правила делегування. У ситуації технічної невизначеності, наприклад, підвищується цінність експертного ядра — агентів з найвищим рівнем компетенції, незалежно від їхньої формальної позиції [14].

Організаційна невизначеність, натомість, потребує створення ролей, здатних до інтерфейсного управління — агенти, що виконують функцію мостів між непогодженими структурами, вирівнюють конфлікти, забезпечують комунікаційні переходи. Для візуалізації цих процесів нижче подано рисунок 3, який демонструє, як кожен тип невизначеності трансформує модель формування ролей та алгоритм делегування функцій у мультиагентній IT-структурі.

Найбільш непередбачуваною є поведінкова невизначеність, яка прямо впливає на емоційний фон взаємодії та довіру між агентами. У таких випадках критичне значення мають ролі з високим емоційним інтелектом — фасилітатори командної динаміки, гнучкі лідери, які не стільки керують, скільки моделюють стабільність. Делегування тут здійснюється на основі афективної синергії — тобто, можливості агента нейтралізувати напругу, залучати інших до діалогу, стабілізувати психологічну атмосферу [14].

Для систематизації описаних процесів нижче наведено таблицю 3, яка пов’язує типи невизначеності з новими інституційними ролями в агентному середовищі та відповідною логікою делегування.

Рис. 3. Вплив типів невизначеності на формування ролей та механізми делегування в мультиагентних IT-командах *(розроблено автором на основі [13])*

Таблиця 3.

Вплив класифікації невизначеностей на ролі та делегування в мультиагентних IT-командах *(розроблено автором на основі [14])*

Тип невизначеності	**Формовані інституціональні ролі**	**Логіка делегування функцій**	**Особливості поведінки системи**
Технічна	Експерти знань, технічні лідери	Функціональний авторитет, динамічна переадресація рішень	Тимчасова ієрархія, високий запит на точність і перевірку
Організаційна	Медіатори, комунікаційні фасилітатори	Репутаційне делегування, соціальна легітимність	Усунення конфліктів, адаптація через посередництво
Ринкова	Стратегічні агенти, адаптаційні планувальники	Мобільна відповідальність, варіативне делегування	Гнучке перепланування, сценарне балансування
Поведінкова	Лідери з емоційною компетентністю	Афективне делегування, підтримка через довіру	Стабілізація емоційної динаміки, запобігання фрагментації

Класифікація невизначеності стає не лише основою для прогнозування ризиків, а й архітектурним принципом побудови мультиагентних систем, у яких структура ролей не є заданою наперед, а формується адаптивно відповідно до природи викликів. Це дозволяє створювати не просто цифрові симулятори командної роботи, а гнучкі інституційні системи, здатні змінювати свою внутрішню логіку — розподілу, управління, відповідальності — залежно від еволюції зовнішнього середовища.

Література

1. Marinho M.L.M., Sampaio S.C.B., Lima T.L.A., Moura H.P. A Systematic Review of Uncertainties in Software Project Management // arXiv preprint arXiv: 1412.3690. – 2014. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/1412.3690

2. Gautier A. Resource Allocation for Constrained Multi-Agent Systems [Electronic resource]: PhD Thesis. – University of Oxford, 2023. – 212 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:443266f2-c49a-467a-a911-1c6bf6a0067a

3. Judson L., Paul V.K. Uncertainty Factors Affecting Construction Project Cost // The SPA Journal of Planning and Architecture. – 2019. – Vol. 23, No. 3–4. – С. 1–17. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/357504962_Uncertainty_Factors_Affecting_Construction_Project_Cost\

4. De Meyer A., Loch C.H., Pich M.T. A Framework for Project Management under Uncertainty // ResearchGate. – 2002. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/uqvjet

5. Reve T. Torger Reve – BI Norwegian Business School. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bi.no/om-bi/ansatte/institutt-for-strategi-og-entreprenorskap/torger-reve/

6. Hillson D.A. Towards a Risk Maturity Model // International Journal of Project & Business Risk Management. – 1997. – Vol. 1, No. 1. – P. 35–45. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://risk-doctor.com/wp-content/uploads/2020/06/RMM-IJPBRM-Mar97.pdf

7. Eisenhardt K.M. Making Fast Strategic Decisions in High-Velocity Environments // Academy of Management Journal. – 1989. – Vol. 32, No. 3. – P. 543–576. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://journals.aom.org/doi/10.5465/256434

8. Khatun M.T., Hiekata K., Nakashima T. Multi-project resource allocation under uncertainty: a concept of using resource buffers // Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing. – 2024. – Vol. 18, No. 7. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/zoplev

9. Stepanov V., Ferson S. Agent-based models under uncertainty // F1000Research. – 2024. – Vol. 12. – Article 834. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://f1000research.com/articles/12-834

10. Raoufi M., Fayek A.R. Hybrid fuzzy Monte Carlo agent-based modeling of workforce motivation and performance in construction // Construction Innovation. – 2021. – Vol. 21, No. 3. – С. 398–416. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1108/CI-03-2020-0045

11. Reinwald P., Leitner S., Wall F. An Agent-Based Model of Delegation Relationships With Hidden-Action: On the Effects of Heterogeneous Memory on Performance // arXiv preprint arXiv: 2009.07124. – 2020. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2009.07124

12. I. Chupryna, R. Tormosov, A. Aryn, M. Horbach, D. Prykhodko and M. Polzikov, "The Updated Tool for Selecting Projects for the Target Programs of Sustainable Energy Development," 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2023, pp. 457-467

13. Mazzetto S. Interdisciplinary Perspectives on Agent-Based Modeling in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Comprehensive Review // Buildings. – 2024. – Vol. 14, No. 11. – Article 3480. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.3390/buildings14113480

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.

Danilov Serhiy, Kyiv National University of Construction and Architecture

CLASSIFICATION OF UNCERTAINTY TYPES IN IT PROJECT MANAGEMENT AND THEIR IMPACT ON THE FORMATION OF AGENT-BASED LABOR RESOURCE ALLOCATION STRATEGIES

In the modern digital environment, IT projects operate under dynamic and rapidly changing conditions where uncertainty becomes not merely an accompanying factor but a core element of the managerial paradigm. It manifests itself at all stages of the project life cycle—from initiation to the operation of a digital product—and influences decision-making, team structuring, task prioritization, and resource allocation. This article examines the classification of uncertainty types that shape the cognitive environment of IT project management. A systematic approach is proposed

to categorize uncertainties by their origin (internal and external), nature (epistemic, stochastic, behavioral), and degree of influence on the management process. Particular attention is given to the agent-based approach, which enables modeling of the autonomous behavior of team members and their interactions under variable conditions. The mechanisms for forming agent-based labor resource allocation strategies are revealed depending on the type of uncertainty: dynamic workload balancing proves effective under stochastic factors, while adaptive motivation systems and cognitive decision-support mechanisms are more suitable for managing behavioral uncertainties. Furthermore, the study analyzes the influence of informational transparency on the perceived level of uncertainty and the responsiveness of agents within a multi-agent environment. The proposed classification clarifies the boundaries of managerial flexibility and ensures coherence among technological, human, and organizational dimensions of IT projects. The research results lay the groundwork for further development of cognitive models of self-organizing agent-based resource management systems, enhancing the resilience of project structures in the unstable conditions of the digital economy.

Keywords: uncertainty; IT project; agent-based model; resource management; cognitive system; adaptive strategy; self-organization; project flexibility.

REFERENCES

1. Marinho, M.L.M., Sampaio, S.C.B., Lima, T.L. A., & Moura, H.P. A Systematic Review of Uncertainties in Software Project Management. arXiv preprint arXiv:1412.3690, 2014. – [Electronic resource]. – Available at: https://arxiv.org/abs/1412.3690 {in English}

2. Gautier, A. Resource Allocation for Constrained Multi-Agent Systems. PhD Thesis. University of Oxford, 2023. 212 p. – [Electronic resource]. – Available at: https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:443266f2-c49a-467a-a911-1c6bf6a0067a {in English}

3. Judson, L., & Paul, V.K. Uncertainty Factors Affecting Construction Project Cost. The SPA Journal of Planning and Architecture, 2019, Vol. 23, No. 3–4, pp. 1–17. – [Electronic resource]. – Available at: https://www.researchgate.net/publication/357504962_Uncertainty_Factors_Affecting_Construction_Project_Cost {in English}

4. De Meyer, A., Loch, C.H., & Pich, M.T. A Framework for Project Management under Uncertainty. ResearchGate, 2002. – [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/uqvjet {in English}

5. Reve, T. Torger Reve – BI Norwegian Business School. – [Electronic resource]. – Available at: https://www.bi.no/om-bi/ansatte/institutt-for-strategi-og-entreprenorskap/torger-reve/ {in English}

6. Hillson, D.A. Towards a Risk Maturity Model. International Journal of Project & Business Risk Management, 1997, Vol. 1, No. 1, pp. 35–45. – [Electronic resource]. – Available at: https://risk-doctor.com/wp-content/uploads/2020/06/RMM-IJPBRM-Mar97.pdf {in English}

7. Eisenhardt, K.M. Making Fast Strategic Decisions in High-Velocity Environments. Academy of Management Journal, 1989, Vol. 32, No. 3, pp. 543–576. – [Electronic resource]. – Available at: https://journals.aom.org/doi/10.5465/256434 {in English}

8. Khatun, M.T., Hiekata, K., & Nakashima, T. Multi-project resource allocation under uncertainty: a concept of using resource buffers. Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 2024, Vol. 18, No. 7. – [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/zoplev

9. Stepanov, V., & Ferson, S. Agent-based models under uncertainty. F1000Research, 2024, Vol. 12, Article 834. – [Electronic resource]. – Available at: https://f1000research.com/articles/12-834 {in English}

10. Raoufi, M., & Fayek, A.R. Hybrid fuzzy Monte Carlo agent-based modeling of workforce motivation and performance in construction. Construction Innovation, 2021, Vol. 21, No. 3, pp. 398–416. – [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1108/CI-03-2020-0045 {in English}

11. Reinwald, P., Leitner, S., & Wall, F. An Agent-Based Model of Delegation Relationships With Hidden-Action: On the Effects of Heterogeneous Memory on Performance. arXiv preprint arXiv:2009.07124, 2020. – [Electronic resource]. – Available at: https://arxiv.org/abs/2009.07124 {in English}

12. Chupryna, I., Tormosov, R., Aryn, A., Horbach, M., Prykhodko, D., & Polzikov, M. The Updated Tool for Selecting Projects for the Target Programs of Sustainable Energy Development. 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2023, pp. 457–467. {in English}

13. Mazzetto, S. Interdisciplinary Perspectives on Agent-Based Modeling in the Architecture, Engineering, and Construction Industry: A Comprehensive Review. Buildings, 2024, Vol. 14, No. 11, Article 3480. – [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.3390/buildings14113480 {in English}

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}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.325-337
УДК 69.003:658.5
Зяхор Д.О.,
zyakhor.d@gmail.com, ORCID: 0009-0000-4362-8613,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОЦІНКА НЕДОЛІКІВ І ОБМЕЖЕНЬ ДІЮЧИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ В ОЦІНЮВАННІ ПРОЄКТІВ

Оцінювання будівельних і девелоперських проєктів потребує якісного оновлення через зростання складності, невизначеності та цифрової інтеграції процесів. Існуючі організаційно-технологічні підходи залишаються переважно фрагментованими, неузгодженими та недостатньо адаптивними до сучасних умов. Їхні обмеження проявляються у відсутності єдиного інформаційного простору, неефективному використанні цифрових інструментів, а також у низькому рівні автоматизації аналітики. Формування оцінки часто спирається на статичні моделі, що не враховують часових лагів, стохастичних впливів і поведінкових факторів. Це призводить до спотворення прогнозів, втрати достовірності результатів та несвоєчасного прийняття управлінських рішень. Необхідність переходу до інтегрованих аналітичних платформ пояснюється потребою поєднання економічних, соціальних, екологічних і поведінкових вимірів у межах єдиної системи оцінювання. Використання ESG-аналізу, методології LCSA та стохастичних моделей дозволяє розширити межі традиційного економічного підходу, забезпечуючи врахування сталості, екологічної рівноваги та соціальної відповідальності. Додаткову цінність має поєднання BIM-моделювання з економетричними розрахунками, що надає можливість виконувати оцінку ефективності у реальному часі з високою точністю.

Ключові слова: цифрова оцінка; організаційно-технологічні підходи; будівельний проєкт; стохастична динаміка; ESG-аналіз; поведінкова економіка; BIM-моделювання; адаптивне управління.

Постановка проблеми: Сучасні підходи до оцінювання ефективності будівельних і девелоперських проєктів демонструють істотні структурні недоліки, що обмежують здатність галузі реагувати на зростаючу складність та динамічність середовища. Незважаючи на поступову цифровізацію, більшість організаційно-технологічних систем залишаються орієнтованими на фрагментовані процедури, ізольовані бази даних та ручну обробку інформації. Це призводить до втрати оперативності, виникнення часових лагів і зниження точності оцінок. Наявні моделі оцінювання переважно розглядають проєкт

крізь економічну призму, ігноруючи соціальні, екологічні та поведінкові аспекти.

Мета статті полягає у виявленні й теоретико-аналітичному обґрунтуванні недоліків та обмежень чинних організаційно-технологічних підходів до оцінювання будівельних проєктів, а також у визначенні напрямів їх подолання шляхом впровадження цифрових, стохастичних і поведінкових моделей аналізу. Стаття спрямована на розроблення концептуальної основи для переходу від статичних методик до адаптивних систем оцінювання, що поєднують аналітику в реальному часі, машинне навчання та соціально-екологічну складову. Основним завданням є обґрунтування необхідності багаторівневої інтеграції аналітичних платформ в межах цифрової трансформації будівельної галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Сучасні наукові підходи до оцінювання ефективності будівельних проєктів концентруються на інтеграції економічних, технологічних, екологічних і поведінкових чинників у межах єдиної аналітичної системи. Дослідження останніх років демонструють зсув від класичних фінансових методик до цифрових моделей, заснованих на стохастичних і багатосценарних підходах. У центрі уваги перебувають питання використання машинного навчання, аналітики даних, ESG-оцінки, адаптивного управління та агентного моделювання. Розвивається тенденція до створення аналітичних платформ, що дозволяють проводити оцінку в реальному часі, враховуючи динаміку ризиків і невизначеності. У науковій літературі також акцентується важливість поєднання цифрових технологій з принципами сталого розвитку, що розширює межі традиційного економічного аналізу. Узагальнення наукових джерел підтверджує потребу у формуванні гнучких, адаптивних і поведінково орієнтованих систем оцінювання, здатних відображати багатовимірність сучасного проектного середовища.

Виклад основного матеріалу: У межах оцінювання будівельних і девелоперських проєктів цифровізація дедалі більше виступає не просто як технологічне доповнення, а як базова вимога до організаційно-технологічного підходу, здатного забезпечити точність, адаптивність і прозорість рішень. Проте в реальній практиці будівельної галузі — як українській, так і в більшості перехідних економік — інтеграція цифрових інструментів у процес оцінювання має низку критичних обмежень. Ці обмеження стосуються не лише відсутності технічної бази або кваліфікованих кадрів, а й структурних недоліків у самій методології оцінювання, яка переважно орієнтована на паперові, формальні, та відокремлені одна від одної процедури.

Центральною проблемою є недостатнє впровадження аналітичних платформ, які працюють у реальному часі, що унеможливлює проведення

оперативної переоцінки, адаптивного аналізу або коригування прогнозів. Зокрема, у багатьох випадках розрахунок ключових показників ефективності (KPI), таких як ROI, PI, IRR або NPV, виконується вручну в Excel-файлах, що не дозволяє враховувати змінність вхідних параметрів у реальному середовищі [1].

Формально, ефективність інтеграції цифрових платформ можна представити за допомогою наступної функціональної моделі інформаційної взаємодії, формули 1:

$$D_e = \frac{F(V,N,S)}{1+\Delta_\tau}, \quad (1)$$

де D_e — рівень ефективності цифрової оцінки проєкту, $F(V,N,S)$ — функція, що залежить від типу інструменту V, якості даних N та ступеня координації S між цифровими модулями, Δ_τ — часовий лаг між оновленням інформації та її аналітичною обробкою.

Чим більшим є часовий розрив Δ_τ, тим менш ефективною є система, навіть якщо окремі цифрові інструменти мають високу точність. Ця формула підкреслює, що ефективність не залежить лише від рівня автоматизації, а значною мірою — від синхронності систем [2].

Іншим проявом слабкої інтеграції є відсутність взаємодії між геоінформаційними платформами (наприклад, кадастровими мапами, архітектурними обмеженнями) і техніко-економічним модулем. У результаті критичні просторові обмеження або інфраструктурні обставини (наявність підземних комунікацій, щільність забудови, логістична недоступність) не враховуються в оцінці вартості або рентабельності проєкту.

Інформативним є й приклад використання BIM-середовища у поєднанні з економетричними модулями оцінювання ефективності, де аналітика інтегрується безпосередньо в середовище тривимірного моделювання. Наприклад можна використати формулу 2, розрахунок індексу прибутковості (Profitability Index, PI) може бути реалізований як частина BIM-моделі:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{N_t}{(1+m)^t}}{T}, \quad (2)$$

де: N_t — очікуваний грошовий потік у періоді t, m — ставка дисконтування, T — початкові інвестиційні витрати.

У рамках BIM-моделі ці параметри можуть бути пов’язані з об’єктами проєкту — поверхами, системами, матеріалами — і змінюватися динамічно залежно від змін у проектуванні або закупівлях. Це дозволяє вивести оцінку

ефективності за межі абстрактної моделі у реальну просторово-часову структуру об'єкта [3].

Однак в українській практиці ці інтеграції поки що обмежені пілотними проєктами або ініціативами великих девелоперів, які мають доступ до міжнародних технологій. У більшості компаній цифрова оцінка зводиться до експортованих таблиць, неавтоматизованого збирання даних та одноразової обробки результатів у вигляді PDF-звітів.

Для систематизації викликів, що супроводжують цифрову трансформацію процесів оцінювання в будівельному секторі, доцільно розглянути узагальнену схему взаємозв'язків між ключовими блоками. Наведений нижче рисунок 1 ілюструє як структурні недоліки, так і потенційні напрями інтеграції інструментів аналізу, візуалізації та моделювання в межах єдиної цифрової системи.

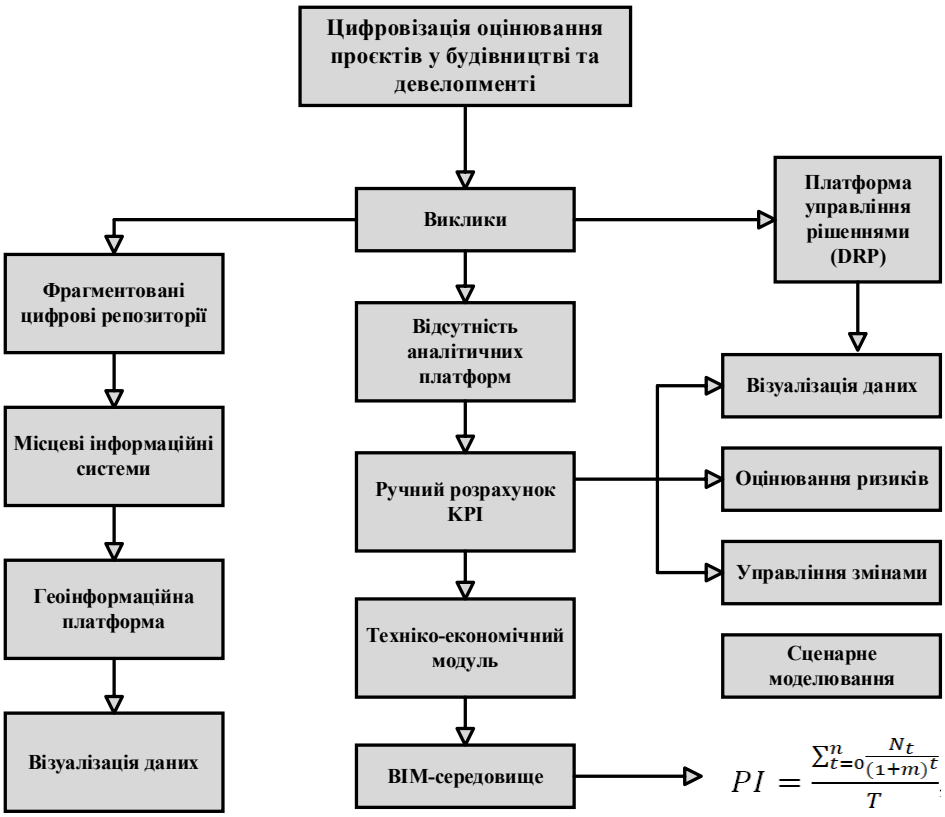


Рис. 1. Структура цифрової трансформації процесу оцінювання проєктів у будівництві та девелопменті *(розроблено автором на основі [3])*

Оцінювання ефективності проєктів у будівництві впродовж тривалого часу залишалося переважно технократичним процесом, де домінували показники економічного повернення інвестицій, мінімізації витрат, часової ефективності або коефіцієнта рентабельності. Водночас соціально-екологічні аспекти — такі як вплив проєкту на місцеві громади, рівень соціального

сприйняття, екологічна стійкість або відповідність принципам сталого розвитку — традиційно вважалися другорядними або «додатковими» показниками [4].

Основна проблема полягає в тому, що в більшості нормативно-методичних документів, зокрема українських, соціальні та екологічні параметри проєкту подаються у вигляді формальних оцінок відповідності — наприклад, висновків про екологічну експертизу або технічну документацію з охорони праці. Проте така процедура є переважно документальною, а не аналітичною. Вона не включає механізмів оцінки довгострокових соціальних наслідків, не містить системних індикаторів якості життя, не дозволяє порівнювати екологічні впливи в межах проектного портфеля.

Системний облік соціально-екологічних аспектів вимагає переходу до інтегрованого підходу, у якому економічні, соціальні й екологічні фактори зважуються в єдиній аналітичній системі. Одним із таких підходів є ESG-аналіз (Environmental, Social, Governance), що використовується для оцінки проєктів на міжнародних фінансових ринках, зокрема при залученні «зелених» або соціально орієнтованих інвестицій [5].

Оцінка соціально-екологічного ризику в межах проєкту може бути формалізована у вигляді зваженої оцінки впливу, яку можна описати формулою 3:

$$C = \sum_{a=1}^{n} (I_a \times A_a \times B_a), \quad (3)$$

Де C — інтегральна оцінка соціально-екологічного ризику, I_a — ступінь впливу проєкту за а-тим параметром (наприклад, рівень шуму, забруднення повітря, тиск на соціальну інфраструктуру), A_a — ваговий коефіцієнт значущості параметра для регіону реалізації, B_a — ймовірність виникнення ризику за а-тим параметром [6].

У сучасній міжнародній практиці застосовуються моделі, які інтегрують екологічні та соціальні дані в проектний розрахунок на ранньому етапі. Наприклад, у межах методології Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) здійснюється повна оцінка проєкту за трьома осями — економіка (LCC), екологія (LCA) та соціум (SLCA). Відповідна формула 4 інтеграційного індексу виглядає так:

$$\mathrm{LCS\,A_{total}} = \alpha \cdot \mathrm{LCC} + \beta \cdot \mathrm{LCA} + \gamma \cdot \mathrm{SLCA}, \quad (4)$$

де: α,β,γ— вагові коефіцієнти, що встановлюються залежно від пріоритетів замовника або нормативних вимог.

У рамках цього підходу соціальні показники можуть включати як індекси задоволеності мешканців, так і оцінку рівня доступу до інфраструктури, вплив на місцеву зайнятість, ступінь соціальної інтеграції нових об'єктів.

Екологічна складова, своєю чергою, теж часто зводиться до документальної фіксації у звітах типу ОВД (оцінка впливу на довкілля), що є малопродуктивною без кількісного моделювання. Ефективні моделі оцінки повинні враховувати кумулятивні ефекти забудови, перенасичення транспортної інфраструктури, погіршення мікроклімату або гідрологічного режиму території.

Інтеграція соціальних та екологічних вимірів у систему оцінювання проєктів потребує багатовимірної аналітики, яка виходить за межі традиційних економічних показників [7]. Представлений рисунок 2 демонструє основні напрями розширеного підходу до оцінювання ефективності проєктів у будівництві, що враховує не лише прибутковість, а й соціальне сприйняття, сталість розвитку та екологічну стійкість.

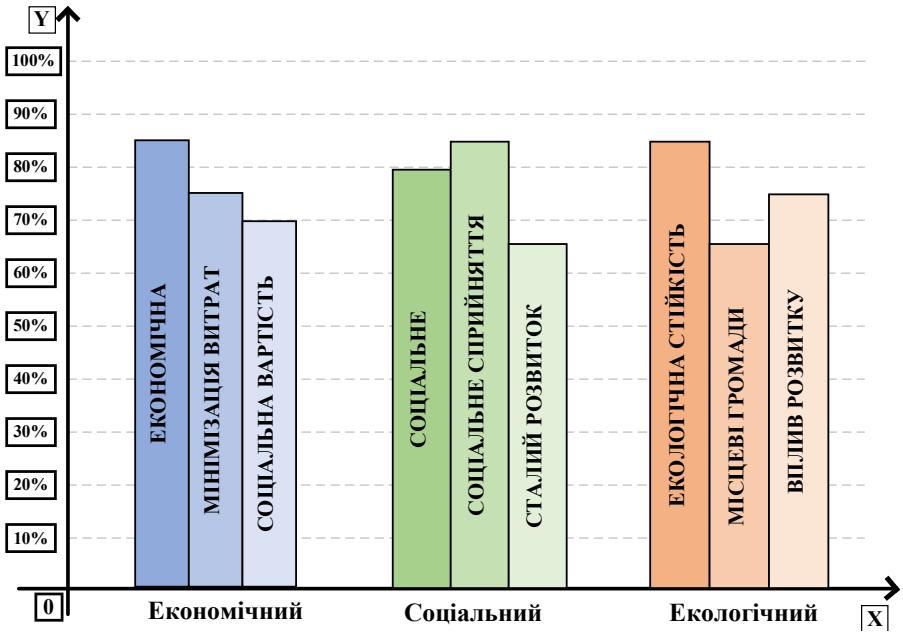


Рис. 2. Підходи до оцінювання ефективності проєктів: від економічних до соціально-екологічних вимірів *(розроблено автором на основі [7])*

Однією з найбільш серйозних прогалин у сучасних організаційно-технологічних підходах до оцінювання проєктів є їхня нездатність повноцінно враховувати параметри невизначеності, стохастичної динаміки та поведінкових відхилень з боку як суб'єктів управління, так і зовнішніх середовищ. Класичні підходи, на яких базується більшість інвестиційних або операційних моделей у будівництві, припускають наявність чітко визначених входів, статичних параметрів, лінійного часу виконання й раціональної поведінки всіх учасників проєкту.

Поведінкові фактори, такі як схильність до уникання ризику, ефект упередженості щодо статусу кво, асиметричне сприйняття втрат і прибутків, впливають на ухвалення рішень усіма учасниками проєкту — від інвесторів і замовників до виконавців і контролюючих органів. У межах сучасної економіки знань, що характеризується високою турбулентністю, стратегічною неокресленістю і зміною зовнішніх правил гри, моделі проєктного управління повинні базуватись на нечітких множинах, імовірнісних деревоподібних структурах, марковських ланцюгах або хоча б на багатосценарному аналізі [8].

Одним із напрямів подолання цієї прогалини є впровадження стохастичних моделей із зворотним навчанням, у яких система моделює не лише очікувану ефективність проєкту, а й адаптивно змінює параметри за результатами попередніх циклів реалізації схожих проєктів. У такій системі кожен новий проєкт — це не ізольована подія, а кейс у контексті організаційної пам'яті, що впливає на наступні оцінки ризику, бюджету та строків.

Сучасна аналітика проектної невизначеності може базуватись на стохастичних рівняннях, зокрема на модифікованій версії рівняння Колмогорова, адаптованого під економічну динаміку, яку можна виразити через формулу 5:

$$\frac{dC(x,t)}{dt} = -\frac{d}{dt}[S(x,t)C(x,t)] + \frac{1}{2}\frac{d^2}{dt^2}[M(x,t)^2C(x,t)] \ , \qquad (5)$$

де: C(x,t) — ймовірність знаходження проєкту у стані xxx у момент часу t, S(x,t) — дрейф-функція, яка відображає системну зміну стану (наприклад, вартісні коливання), M(x,t) — дисперсійна функція, що відповідає за інтенсивність випадкових флуктуацій (наприклад, ризики затримки, інфляції, відмов постачальників).

Поведінковий компонент, своєю чергою, можна враховувати через моделі агентного моделювання, в яких кожна зацікавлена сторона (агент) діє відповідно до власної логіки, а не глобально оптимального сценарію. У таких моделях значення має не лише загальна ефективність, а й динаміка міжагентної взаємодії — наприклад, спалахи конфліктів, приховані інтереси, ефекти коаліцій чи змова постачальників. Агентна модель дозволяє передбачати ірраціональну поведінку, яка з великим ступенем ймовірності матиме критичний вплив на реалізацію проекту [9].

З огляду на вищезазначене, можна констатувати, що нинішні організаційно-технологічні підходи не мають ні інструментальної, ні концептуальної готовності до роботи в умовах багатовимірної невизначеності. Відсутність стохастичних моделей, нечіткої логіки, машинного навчання та поведінкових симуляцій унеможливлює не лише адаптацію проєкту до змін, а й

формування стратегічної переваги через гнучкість. Тому ключовою вимогою наступного покоління систем оцінювання має стати інтеграція математичних моделей невизначеності, сценарного аналізу, адаптивної евристики і модулів поведінкової економіки.

Одним із найменш відпрацьованих напрямів в оцінюванні будівельних проєктів є вивчення нерівномірності реакції системи на зовнішні збурення, особливо в середовищах із обмеженим доступом до точних даних або нестабільною нормативною базою. У реальному середовищі інвестиційні проєкти в будівництві рідко реалізуються відповідно до початкових розрахунків. Спостерігається розбіжність між запланованими та фактичними параметрами, що пов’язано не лише з технологічними ризиками, а й із ефектом латентної невизначеності, яка не проявляється на момент оцінювання, але виникає під впливом взаємодії мікро- і макрофакторів протягом циклу реалізації проєкту [10].

Поведінкова економіка додає до цього дискурсу ще один важливий пласт — когнітивні спотворення, які властиві особам, що приймають рішення в рамках проектного циклу. Наприклад, ефект "прив’язаності" (anchoring effect) змушує замовників або аналітиків орієнтуватися на початкові оцінки, навіть якщо наявні дані вказують на їхню помилковість. А ефект "підтвердження" (confirmation bias) змушує нехтувати контраргументами і фокусуватись лише на тій інформації, яка підкріплює початкове бачення проекту. У комплексі такі механізми призводять до викривлень, які не піддаються жодному математичному згладжуванню, але мають серйозний вплив на управлінські дії .

У процесі трансформації підходів до оцінювання ефективності проєктів у будівельному та девелоперському середовищі виявляється низка критичних недоліків, які значно обмежують здатність традиційних моделей адаптуватися до складних умов ринку.

Надалі ускладнює ситуацію низький рівень інтеграції сучасних інструментів, таких як машинне навчання, адаптивні симуляційні алгоритми чи когнітивні платформи для обробки інформації з ризикованих джерел. Багато організаційних структур залишаються замкненими в рамках застарілих підходів, не здійснюючи належної корекції в системах зворотного зв’язку або в системах попереджувального реагування на зовнішні збурення [11].

Для кращого розуміння наявних прогалин та окреслення можливих рішень доцільно структурувати основні проблеми в таблиці 1, яка окреслює причинно-наслідкові ланцюги та пропонує відповідні аналітичні або організаційно-технологічні засоби подолання.

Таблиця 1.

Прогалини традиційних моделей оцінювання та шляхи подолання
(розроблено автором на основі [11])

№	Ключова проблема	Наслідки для проєкту	Рекомендовані рішення
1	Ігнорування поведінкових факторів	Викривлення управлінських рішень	Застосування моделей поведінкової економіки
2	Статичність сценаріїв	Втрата адаптивності до змін середовища	Використання багатосценарного аналізу
3	Відсутність стохастичної динаміки	Невідповідність оцінок реальним ризикам	Впровадження стохастичних моделей
4	Недостатній облік психологічних викривлень	Помилкове сприйняття ризиків	Використання bias-моделей і проспект-теорії
5	Недостатня інтеграція машинного навчання	Неможливість самооновлення моделей	Інтеграція аналітики зі зворотним зв'язком

Ще один значущий аспект — це часова асиметрія інформації, яка проявляється тоді, коли різні учасники проєкту мають різну швидкість доступу до нових даних. Наприклад, підрядник може володіти оперативною інформацією про затримки або зміну вартості матеріалів значно раніше, ніж технічний замовник або інвестор.

У міжнародній практиці однією з відповідей на ці виклики є впровадження адаптивного управління проектами (adaptive project management), у якому планування, оцінювання і реалізація відбуваються в постійному циклі зворотного зв'язку. Проте впровадження такої моделі потребує гнучкої архітектури управління, цифрових сенсорів і каналів зв'язку, а також нової культури відповідальності й горизонтального ухвалення рішень, що досі є нетиповими для більшості вітчизняних будівельних компаній. Успішна реалізація адаптивного підходу вимагає не лише технологічної, але й організаційної зрілості компанії, здатної працювати в режимі постійного перегляду управлінських гіпотез.

Ще одним перспективним напрямом розвитку є байєсівський аналіз у прогнозуванні ефективності, який дозволяє змінювати вірогідність настання події по мірі отримання нової інформації. Це контрастує із класичним сценарним плануванням, де всі вхідні параметри задаються заздалегідь і не змінюються в часі. У байєсівському підході ймовірність сценарію є змінною, а ефективність проекту оцінюється як функція умовної залежності від набору нових обставин. У впровадженні байєсівських підходів ключову роль відіграє аналітична інфраструктура, здатна інтегрувати змінні з полів будівництва у режимі реального часу [12].

Оцінювання ефективності будівельних проєктів в умовах високої невизначеності потребує врахування стохастичних факторів, поведінкових викривлень та динаміки зовнішніх впливів. Рисунок 3 демонструє

взаємозв'язок ключових чинників, які впливають на точність оцінки проєктної ефективності в умовах складного середовища. Подолання обмежень класичних моделей оцінювання можливе лише за умови поєднання інженерної точності з поведінковими та прогностичними підходами в єдину аналітичну систему.

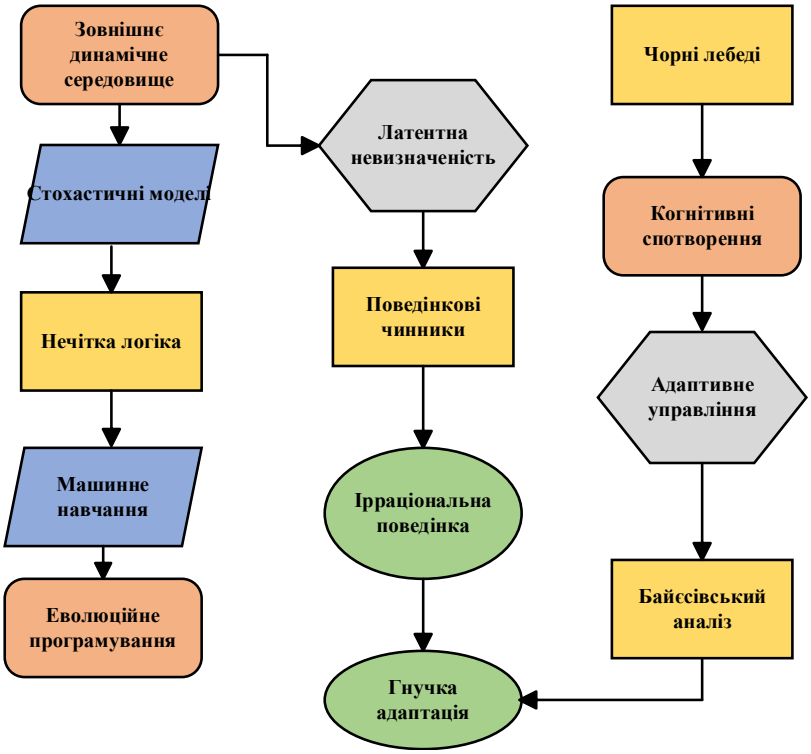


Рис.3. Комплекс взаємодії факторів невизначеності та поведінкових відхилень в системі оцінювання ефективності проєктів *(розроблено автором на основі [12])*

Література

1. Nieviedrov D. Methods and models of environmental impact assessment in critical infrastructure facilities construction and reconstruction projects (PhD дис.). – Київ: НТУ, 2020. – 256 с. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://surli.cc/zzilmy

2. Khodakarami V., Abdi A. Project cost risk analysis: A Bayesian networks approach for modeling dependencies between cost items. – International Journal of Project Management, 2014. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://surl.li/kkigbl

3. Damnjanovic I., Reinschmidt K. Data Analytics for Engineering and Construction Project Risk Management. – Springer, 2020. – 380 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-14251-3

4. Kruschke J.K. Doing Bayesian Data Analysis: A tutorial with R and JAGS. – Academic Press, 2015. – 620 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://surl.li/zvmdly

5. Gelman A. et al. Bayesian Data Analysis (3rd ed.). – CRC Press, 2013. – 675 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://sites.stat.columbia.edu/gelman/book/BDA3.pdf

6. Conti D. et al. Uncertainty network modeling method for construction risk. – Open article, 2023. – Режим доступу: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2023.2266760

7. Smith D.R. Adaptive leadership strategies and project success of construction project managers in Jamaica (DBA дис.). – Walden University, 2020. – 215 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations/9449

8. Mishlanova M. Adaptive management of investment and construction projects. – E3S Web of Conferences, 2023;403:01007. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340301007

9. I. Chupryna, R. Tormosov, A. Aryn, M. Horbach, D. Prykhodko and M. Polzikov, "The Updated Tool for Selecting Projects for the Target Programs of Sustainable Energy Development," 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2023, pp. 457-467

10. 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.

11. Магістерська дисертація (КПІ) Організаційно-економічний механізм реалізації проектів ДПП у сфері теплопостачання. – Київ: КПІ, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://surl.li/tomhry

12. Олексин С.М. Дисертація (ЛТЕУ, 2018): Удосконалення існуючих та нових теоретичних положень у проектному аналізі. [Електронний ресурс] https://surl.li/kupnto

Zyakhor Dmytrii,
Kyiv National University of Construction and Architecture

ASSESSMENT OF SHORTCOMINGS AND LIMITATIONS OF EXISTING ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL APPROACHES IN PROJECT EVALUATION

The evaluation of construction and development projects requires qualitative renewal due to increasing complexity, uncertainty, and the growing integration of digital processes. Existing organizational and technological approaches remain

largely fragmented, inconsistent, and insufficiently adaptive to modern conditions. Their limitations manifest in the absence of a unified information environment, inefficient use of digital tools, and a low level of analytical automation. The formation of assessments often relies on static models that fail to account for time lags, stochastic influences, and behavioral factors. This leads to distorted forecasts, reduced reliability of results, and untimely managerial decisions. The transition toward integrated analytical platforms is driven by the need to combine economic, social, environmental, and behavioral dimensions within a single evaluation system. The application of ESG analysis, the Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) methodology, and stochastic models expands the boundaries of the traditional economic approach, ensuring the consideration of sustainability, ecological balance, and social responsibility. Additional value arises from combining BIM modeling with econometric calculations, enabling real-time performance evaluation with high precision.

Keywords: digital assessment; organizational and technological approaches; construction project; stochastic dynamics; ESG analysis; behavioral economics; BIM modeling; adaptive management.

REFERENCES

1. Nieviedrov D. Methods and Models of Environmental Impact Assessment in Critical Infrastructure Facilities Construction and Reconstruction Projects (PhD thesis). Kyiv: NTU, 2020. 256 p. [Electronic resource]. – Available at: https://surli.cc/zzilmy {in English}

2. Khodakarami, V., & Abdi, A. Project Cost Risk Analysis: A Bayesian Networks Approach for Modeling Dependencies Between Cost Items. International Journal of Project Management, 2014. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/kkigbl {in English}

3. Damnjanovic, I., & Reinschmidt, K. Data Analytics for Engineering and Construction Project Risk Management. Springer, 2020. 380 p. [Electronic resource]. – Available at: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-14251-3 {in English}

4. Kruschke, J.K. Doing Bayesian Data Analysis: A Tutorial with R and JAGS. Academic Press, 2015. 620 p. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/zvmdly {in English}

5. Gelman, A. et al. Bayesian Data Analysis (3rd ed.). CRC Press, 2013. 675 p. [Electronic resource]. – Available at: https://sites.stat.columbia.edu/gelman/book/BDA3.pdf {in English}

6. Conti, D. et al. Uncertainty Network Modeling Method for Construction Risk. Open Article, 2023. [Electronic resource]. – Available at: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2023.2266760 {in English}

7. Smith, D.R. Adaptive Leadership Strategies and Project Success of Construction Project Managers in Jamaica (DBA thesis). Walden University, 2020. 215 p. [Electronic resource]. – Available at: https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations/9449 {in English}

8. Mishlanova, M. Adaptive Management of Investment and Construction Projects. E3S Web of Conferences, 2023; 403:01007. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340301007 {in English}

9. Chupryna, I., Tormosov, R., Aryn, A., Horbach, M., Prykhodko, D., & Polzikov, M. The Updated Tool for Selecting Projects for the Target Programs of Sustainable Energy Development. Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan, 2023, pp. 457–467. {in English}

10. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. 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), 2022, pp. 6–19. {in English}

11. Master's Thesis (KPI). Organizational and Economic Mechanism for Implementing PPP Projects in the Heat Supply Sector. Kyiv: KPI, 2017. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/tomhry {in English}

12. Oleksyn, S.M. Dissertation (LTEU, 2018): Improvement of Existing and New Theoretical Provisions in Project Analysis. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/kupnto {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.338-349
УДК 004.94:658.78:69.003
Іванина О.М.,
Olexandija@i.ua, ORCID: 0009-0007-1203-4792,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ОРГАНІЗАЦІЮ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У ПРОМИСЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Розглянуто концептуальні засади цифрової трансформації матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) у промисловому будівництві та вплив інноваційних технологій на ефективність логістичних процесів. Визначено, що цифровізація МТЗ є стратегічним напрямом розвитку сучасних будівельних підприємств, оскільки забезпечує інтеграцію інформаційних потоків, зменшення операційних ризиків і підвищення точності планування ресурсів. Науковий аналіз охоплює впровадження таких технологій, як ERP-, SCM-, BIM- та CRM-системи, а також цифрових двійників, інтернету речей (IoT), хмарних платформ і штучного інтелекту (AI). Окреслено основні моделі цифровізації — поетапну, централізовану та гібридну, які визначають архітектуру інформаційно-комунікаційної системи постачання у промисловому будівництві. Встановлено, що застосування наскрізної цифрової інтеграції (end-to-end integration) дозволяє зменшити помилки у логістичних процесах, скоротити терміни узгодження заявок, підвищити рівень прозорості обліку та автоматизувати управлінські рішення. Особливу увагу приділено стратегічним трендам цифрового розвитку МТЗ — предиктивній аналітиці, створенню цифрових двійників, автономізації процесів і використанню AI-агентів. У статті підкреслено, що впровадження цифрових інструментів у промислове будівництво є не лише технологічним оновленням, а й організаційною трансформацією, яка змінює підходи до управління ланцюгами постачання, ролі учасників процесу та методи координації. Доведено, що цифрові платформи створюють умови для формування єдиної екосистеми, де управління матеріально-технічними ресурсами ґрунтується на аналітичних даних, синхронізації процесів та алгоритмічній оптимізації. Результати дослідження свідчать, що цифровізація МТЗ у промисловому будівництві підвищує продуктивність, стійкість до зовнішніх ризиків і конкурентоспроможність підприємств.

Ключові слова: цифровізація; матеріально-технічне забезпечення; ERP; SCM; BIM; інтернет речей; аналітика даних; штучний інтелект

Постановка проблеми: Сучасні будівельні підприємства діють у середовищі високої мінливості ринку, дефіциту ресурсів і зростаючих вимог до швидкості реалізації проєктів. Традиційні підходи до матеріально-технічного забезпечення (МТЗ), які базуються на ручному обліку, розрізнених інформаційних системах і відсутності наскрізної координації, більше не забезпечують ефективності промислового будівництва. Основною проблемою є низький рівень прозорості ресурсних потоків, обмежена аналітика та відсутність можливості прогнозування ризиків і відхилень у постачанні. Це ускладнює планування, призводить до втрат часу, перевитрат коштів та збоїв у логістичних процесах. В умовах розвитку Індустрії 4.0 необхідно створювати інтегровані цифрові системи, які поєднують управління закупівлями, транспортом, складом, плануванням і контролем виконання робіт. Такий підхід забезпечує перехід від реактивної до проактивної моделі управління постачанням, у якій рішення приймаються на основі даних, аналітичних моделей і предиктивних алгоритмів.

Метою статті є дослідження впливу цифрових технологій на організацію матеріально-технічного забезпечення у промисловому будівництві та формування концептуальної моделі цифрового управління логістичними процесами. Для досягнення цієї мети визначено завдання: проаналізувати теоретичні основи цифровізації МТЗ; узагальнити практичні сценарії впровадження ERP-, SCM-, BIM- та CRM-систем; охарактеризувати переваги й ризики цифрової трансформації; визначити стратегічні тренди, що формують майбутню архітектуру МТЗ. Результати дослідження спрямовані на формування системного підходу до цифрового управління ресурсними потоками з метою підвищення ефективності, прозорості й стійкості промислового будівництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Питання цифрової трансформації логістичних систем активно досліджуються у працях зарубіжних і вітчизняних учених. Концепцію Індустрії 4.0 вперше системно сформулювали Г. Кагерман, В. Вальстер і Й. Хельбіг, підкресливши роль кіберфізичних систем, автоматизації та інтеграції IoT у виробництві. У працях М. Крістофа (2016) акцентується увага на побудові цифрових ланцюгів постачання, що забезпечують гнучкість і прозорість процесів. Д. Іванов, А. Долгуш і Б. Соколов (2019) дослідили вплив цифрових технологій на ризик-аналітику в логістиці та ефект «ланцюгових хвиль» у постачанні. Вагомий внесок у розвиток концепцій цифрового управління зробили М. Портер і Дж. Хепелман (2015), які визначили інтелектуальні платформи як новий рівень інтеграції фізичних і цифрових процесів.

Серед сучасних підходів важливе місце займають моделі ERP і SCM, які детально аналізувалися у працях А. Гунасекерана та Т. Пападопулоса (2017) у контексті досягнення конкурентних переваг через IT-рішення. Дослідження Р.

Грило та Р. Жардим-Гонсалвеса (2010) визначили взаємодію BIM з колаборативними цифровими середовищами як ключовий фактор інтеграції інформаційних процесів.

Виклад основного матеріалу: У сучасному науковому дискурсі цифровізація матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) у будівельній галузі розглядається як системний процес інтеграції цифрових технологій у процеси планування, закупівлі, транспортування, обліку та контролю матеріальних ресурсів, що забезпечують безперервність виробничо-будівельного циклу. В основі цього процесу лежать концепції цифрової трансформації (Digital Transformation), індустрії 4.0 (Industry 4.0) та інформаційно-аналітичного управління ресурсними потоками. Вони формують теоретичне підґрунтя впровадження інтелектуальних систем підтримки рішень, цифрових платформ управління ланцюгами постачання (SCM), хмарних сервісів, ERP-модулів та технологій інтернету речей (IoT).

Теоретичне осмислення цифрової трансформації як рушія змін у системі постачання належить, зокрема, Клаусу Швабу, який у своїй концепції Четвертої промислової революції наголошує на вирішальній ролі кіберфізичних систем, хмарної обробки даних та взаємодії «машина–машина» у побудові ефективних виробничих і логістичних процесів. У свою чергу, Майкл Портер у співавторстві з Джеймсом Хепелманом (2015) у статті «How Smart, Connected Products Are Transforming Companies» сформулював концепцію цифрової платформи як нового рівня стратегічного управління, де фізичний продукт невіддільний від цифрової інфраструктури, яка його обслуговує. Це положення лягло в основу трансформації підходів до організації МТЗ у промисловому будівництві, де інформаційне управління стало не менш важливим за фізичне переміщення ресурсів [1].

Сутнісною ознакою цифрового підходу до МТЗ є відмова від ізольованих процесів на користь інтегрованих інформаційних моделей. У цій площині важливими є праці Р. Каплана та Д. Нортона, які обґрунтували методологію BSC (Balanced Scorecard), що дозволяє вимірювати нематеріальні активи й логістичну ефективність за допомогою аналітичних KPI, побудованих на цифрових індикаторах. У контексті будівництва ця методика поєднується з цифровим моніторингом запасів, візуалізацією маршрутів постачання та автоматизованим балансуванням ресурсних потоків [2].

Особливе значення має також внесок Г. Крістофа, який у монографії Digital Supply Chains in the Construction Sector розкрив особливості використання цифрових інструментів у побудові гнучких ланцюгів постачання будівельних матеріалів, акцентуючи увагу на інтеграції SCM-систем із BIM-моделюванням. Згідно з Крістофом, ефективність цифрового МТЗ забезпечується завдяки трьом

головним факторам: вчасному аналізу потреб, прозорості ланцюгів постачання та здатності до миттєвого переналаштування маршрутів відповідно до змінних умов [3].

Щоб візуально відобразити ключові теоретичні напрями, які формують підґрунтя цифрової трансформації МТЗ у будівництві, нижче подано інфографіку, що структурує основні концепції, авторів та технології, які слугують базисом для наукового аналізу [4].

Як видно з таблиці 1, основні наукові підходи ґрунтуються на поєднанні цифрових платформ, кіберфізичних систем, аналітики великих даних і віртуалізованого управління ресурсами. Вони відкривають можливості для впровадження принципово нової моделі МТЗ — керованої даними, гнучкої, прозорої та інтегрованої в єдину цифрову екосистему будівельного підприємства.

Таблиця 1.

Теоретичні підходи до цифровізації матеріально-технічного забезпечення у промисловому будівництві *(розроблено автором на основі [4])*

Теоретичний підхід	***Ключові автори/дослідники***	***Основні ідеї та концепції***	***Значення для цифровізації МТЗ у будівництві***
Індустрія 4.0	Клаус Шваб	Кіберфізичні системи, автоматизація, інтеграція IoT у виробництво	Формує цифрове середовище для синхронізації постачання й управління ресурсами
Цифрова трансформація	Майкл Портер, Дж. Хепелман	Інтелектуальні платформи, злиття фізичних і цифрових процесів	Перетворює МТЗ у частину єдиної цифрової інфраструктури підприємства
Аналітика великих даних	Каплан і Нортон	KPI, цифрові індикатори, балансовані системи показників	Дає змогу точно вимірювати ефективність постачання та ресурсного планування
Цифровий двійник	Крістоф, Бош, Боррманн	Віртуалізація потоків, моделювання логістики, симуляція ризиків	Забезпечує прогнозованість і адаптивність МТЗ у реальному часі

Цифрове матеріально-технічне забезпечення (МТЗ) у промисловому будівництві функціонує в умовах складної, багатокомпонентної інформаційно-комунікаційної системи, яка поєднує логістичні, інженерні, адміністративні та аналітичні функції. Йдеться про створення цифрової екосистеми, в якій усі учасники ланцюга постачання — від проєктантів до виконавців і складських

менеджерів — працюють у єдиному цифровому середовищі на основі синхронізованих даних і прозорих інформаційних потоків [5].

Загальна логіка функціонування цифрового середовища ґрунтується на принципах наскрізної цифровізації (end-to-end integration), коли кожен процес — від внесення інформації про потребу до її задоволення — супроводжується цифровим слідом. У результаті це дозволяє [6]:

- зменшити кількість помилок;
- скоротити час на погодження;
- мінімізувати ризики збоїв у постачанні;
- забезпечити прозорість витрат.

Для наочного представлення архітектури цифрової системи МТЗ у промисловому будівництві нижче подано інфографіку, яка демонструє логіку взаємозв'язків між ключовими модулями, їхні функції, напрямки передачі даних та основні учасники [7].

Упровадження цифрових технологій у систему матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) у промисловому будівництві є складним і поступовим процесом, що охоплює як технічну інтеграцію, так і організаційну трансформацію. Його специфіка визначається високою вартістю помилок у постачанні, критичністю своєчасної доставки ресурсів і багаторівневою структурою взаємодії між учасниками. У практиці впровадження цифрових рішень формується декілька типових сценаріїв, кожен із яких має свої цілі, етапи, інструменти та ризики [8].

Як видно з рисунка 1, цифрове середовище МТЗ у промисловому будівництві не є сукупністю ізольованих інструментів, а виступає єдиною взаємопов'язаною платформою, що забезпечує наскрізне управління ланцюгом постачання.

Рис. 1 Архітектура інформаційно-комунікаційної системи цифрового МТЗ у будівництві *(розроблено автором на основі [7])*

Це дозволяє не лише знижувати витрати, а й формувати адаптивну інфраструктуру постачання, готову до змін попиту, затримок, перебоїв та інших кризових ситуацій.

Другий — сценарій централізованої цифровізації (top-down), де одразу закуповується інтегрований цифровий пакет (наприклад, SAP S/4HANA або Oracle Construction Cloud), і з боку керівництва розробляється корпоративна стратегія цифрової трансформації МТЗ. У такому випадку усі модулі (ERP, BIM, SCM, CRM) розгортаються одночасно або з коротким лагом. Цей сценарій передбачає суттєві інвестиції, але гарантує високу узгодженість даних, наскрізну аналітику та централізоване адміністрування. Ризиками є тривалі терміни впровадження, необхідність зміни внутрішніх процесів та високий рівень навчання персоналу.

Існує також гібридний сценарій — коли частина рішень будується на власних розробках підприємства (наприклад, складські облікові системи або мобільні додатки), а ключові модулі інтегруються через API до вже існуючих цифрових платформ. Цей варіант особливо актуальний для середніх компаній, які не мають можливості повністю впровадити «коробкові» рішення, але прагнуть використовувати елементи цифрової трансформації. Основним викликом у цьому випадку стає ризик фрагментації середовища та помилок синхронізації даних [9].

карти процесів, ідентифікацію вузьких місць і поступову цифрову модифікацію. Прикладами можуть бути кейси впровадження SAP у "Будівельна компанія Bud Capital", де була централізована система закупівель, або використання Autodesk Build у компанії KAN Development — для щоденної координації будівельних ресурсів через BIM-платформи з мобільним доступом.

Проте впровадження цифрових інструментів супроводжується низкою ризиків, серед яких найбільш критичні [10]:

- кіберзагрози, зокрема втручання в ERP- або SCM-модулі (вимагають шифрування даних і ролей доступу);
- технічні збої при оновленнях систем, які можуть призвести до втрати транзакцій;
- людський фактор — помилки при ручному вводі даних або відсутність цифрових навичок;
- інтеграційні ризики, коли одна з підсистем не підтримує обмін з іншими.

У світлі глобальних викликів, які охоплюють порушення ланцюгів постачання, нестабільність цін на ресурси, зростаючу складність будівельних об’єктів і вимоги до швидкості виконання, система матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) в будівництві поступово перетворюється з допоміжної

функції на стратегічний елемент управління, що визначає ефективність усього проєкту. Це зумовлює перехід до нових цифрових парадигм, які базуються на інтеграції передових технологій: штучного інтелекту (AI), цифрових двійників (digital twins), автоматизованих систем постачання, автономних агентів та предиктивної аналітики.

Щоб відобразити логіку типових сценаріїв цифрового впровадження в МТЗ, нижче наведено рисунок 2 з візуалізацією трьох основних моделей: поетапної, централізованої та гібридної. Вона систематизує етапи, інструменти, плюси й ризики кожного з варіантів впровадження.

Рис. 2. Типові сценарії впровадження цифрових технологій у систему МТЗ у промисловому будівництві *(розроблено автором на основі [10])*

Одним із ключових напрямів є впровадження предиктивної аналітики у процеси управління МТЗ. Це означає перехід від реактивного до проактивного управління логістичними процесами, де система на основі історичних даних, сенсорної інформації, зовнішніх факторів (погодні умови, коливання цін, політичні ризики) передбачає потенційні збої або затримки і автоматично пропонує альтернативні рішення. За даними McKinsey & Company (2023), впровадження предиктивної логістики в будівельних проєктах дозволяє скоротити середню тривалість постачання до 20%, зменшити непродуктивні витрати на 12% та знизити відсоток невиконаних постачань на 17% [11].

Другий потужний вектор — розвиток концепції цифрового двійника логістичної системи. Якщо раніше digital twin асоціювався переважно з архітектурним або інженерним моделюванням об’єкта (через BIM), то зараз акцент зміщується на створення віртуальної копії логістичного контуру — від складу до кінцевої точки доставки на майданчику [12].

Окреме стратегічне значення набуває автономізація процесів постачання, де головними інструментами є роботизовані системи складування, Smart Contracts на блокчейн-основі, автоматичне погодження закупівель і графіків без

участі людини. У таких системах рішення ухвалюються не вручну, а на основі алгоритмів машинного навчання, які враховують вартість, терміни, надійність постачальника, сезонність, завантаженість маршрутів. Приклади можна спостерігати у практиці Bechtel або Skanska, де повна автономія MRP-процесів поєднується з автоматичними тригерами для закупівель залежно від стадії будівництва [13].

Щоб систематизувати згадані підходи, інструменти та їх вплив, нижче подано відповідну узагальнюючу таблицю 2.

Таблиця 2.

Стратегічні тренди цифрового управління МТЗ у промисловому будівництві *(розроблено автором на основі [13])*

Тренд цифрового розвитку	Основні інструменти	Цільовий ефект	Джерела впровадження
Предиктивна аналітика в логістиці	AI-алгоритми, BI-модулі, хмарна аналітика	Зменшення затримок, точність планування	McKinsey (2023), SAP IBP, Microsoft Azure AI
Цифровий двійник ланцюга постачання	BIM+SCM, симуляційні модулі, IoT-датчики	Імітація сценаріїв, виявлення ризиків	BCG (2022), Autodesk Construction Cloud
Автономізація процесів	Smart Contracts, роботизовані складські системи	Усунення людського фактора, безперервність	Oracle, IBM Watson, SAP S/4HANA
AI-агенти для закупівель і логістики	Нейронні мережі, self-learning SCM, ML-оптимізація	Динамічна адаптація, самостійне ухвалення рішень	Bechtel, Skanska, Siemens Supply Intelligence

На рисунку 3 можна побачити, що кожен із розглянутих стратегічних трендів цифрового управління МТЗ демонструє різний рівень потенційного впливу на загальну ефективність логістичних процесів [14].

Рис. 3. Очікуване підвищення ефективності внаслідок впровадження стратегічних трендів цифрового МТЗ у промисловому будівництві *(розроблено автором на основі [14])*

Найвищий результат показує використання AI-агентів, які забезпечують гнучке та самостійне ухвалення рішень, тоді як предиктивна аналітика і цифрові двійники займають проміжні позиції, акцентуючи на попередженні ризиків і оптимізації сценаріїв. Така візуалізація дозволяє наочно оцінити перспективність кожного з підходів для будівельних підприємств, які прагнуть підвищити точність, швидкість і прогнозованість системи МТЗ.

Література

1. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry. – Final report of the Industrie 4.0 Working Group. – Munich: Acatech – National Academy of Science and Engineering, 2013. – 84 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf

2. Christopher M. Logistics & Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks. – 5th ed. – Harlow: Pearson Education, 2016. – 302 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/logistics-supply-chain-management/P200000004585

3. Ivanov D., Dolgui A., Sokolov B. The Impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics. – International Journal of Production Research, 2019. – Vol. 57, No. 3. – P. 829–846. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086

4. Ben-Daya M., Hassini E., Bahroun Z. Internet of Things and supply chain management: a literature review. – International Journal of Production Research, 2019. – Vol. 57, No. 15–16. – P. 4719–4742. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140

5. Grilo A., Jardim-Goncalves R. Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. – Automation in Construction, 2010. – Vol. 19, No. 5. – P. 522–530. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.11.003

6. Gunasekaran A., Subramanian N., Papadopoulos T. Information technology for competitive advantage within logistics and supply chains: A review. – Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2017. – Vol. 99. – P. 14–33. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.12.008

7. Rezgui Y., Beach T., Rana O. A governance approach for BIM management across lifecycle and supply chains using mixed-modes of information delivery. – Journal of Civil Engineering and Management, 2013. – Vol. 19, No. 2. – P. 239–258. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.3846/13923730.2012.760480

8. Рачинський А.М. Цифрова трансформація логістичних систем промислових підприємств: концепції, моделі, інструменти. – Монографія. – Київ: НАУ, 2021. – 236 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/48784

9. Waller M.A., Fawcett S.E. Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management. – Journal of Business Logistics, 2013. – Vol. 34, No. 2. – P. 77–84. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.1111/jbl.12010

10. Cimini C., Pinto R., Cavalieri S. A framework for the implementation of Industry 4.0 in the supply chain: identifying enabling technologies and best practices. – IFAC-PapersOnLine, 2017. – Vol. 50, No. 1. – P. 12922–12927. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2056

11. Oliveira T., Thomas M., Espadanal M. Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors. – Information & Management, 2014. – Vol. 51, No. 5. – P. 497–510. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.im.2014.03.006

12. 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

13. Сороківська Н.В., Дмитрів Д.В. Цифрові двійники у логістичній діяльності. – Матеріали конференції «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства», Тернопіль, 2024. – С. 165–166. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/47139/2/TSEFISRS_2024_Sorokivska_N-Digital_twins_in_logistics_165-166.pdf

14. Войтович, В.А , Чуприна, Ю.А. (2023). Оптимізація та контроль програми робіт в підсистемі фінансового менеджменту будівельної організації. Шляхи підвищення ефективності будівництва, 1(51), 129–142.

Ivanyna Oleksandr,
Kyiv National University of Construction and Architecture

THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON THE ORGANIZATION OF MATERIAL AND TECHNICAL SUPPORT IN INDUSTRIAL CONSTRUCTION

The article examines the conceptual foundations of the digital transformation of material and technical support (MTS) in industrial construction and the influence of innovative technologies on the efficiency of logistics processes. It is determined that the digitalization of MTS is a strategic direction in the development of modern construction enterprises, as it ensures the integration of information flows, reduces operational risks, and enhances the accuracy of resource planning. The scientific analysis covers the implementation of such technologies as ERP, SCM, BIM, and CRM systems, as well as digital twins, the Internet of Things (IoT), cloud platforms, and artificial intelligence (AI). The main models of digitalization — step-by-step, centralized, and hybrid — are outlined, defining the architecture of the information and communication system of supply in industrial construction. It has been established that the application of end-to-end digital integration allows for a reduction in logistical errors, shorter approval cycles, improved transparency of accounting, and automation of managerial decisions. Particular attention is paid to strategic trends in the digital development of MTS — predictive analytics, the creation of digital twins, process automation, and the use of AI agents. The article emphasizes that the introduction of digital tools into industrial construction is not merely a technological upgrade but an organizational transformation that changes approaches to supply chain management, the roles of participants, and coordination methods. It is proven that digital platforms

create conditions for the formation of a unified ecosystem, where the management of material and technical resources is based on analytical data, process synchronization, and algorithmic optimization. The research results demonstrate that the digitalization of MTS in industrial construction increases productivity, resilience to external risks, and the competitiveness of enterprises.

Keywords: digitalization; material and technical support; ERP; SCM; BIM; Internet of Things; data analytics; artificial intelligence.

REFERENCES

1. Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry. Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. Munich: Acatech – National Academy of Science and Engineering, 2013. 84 p. [Electronic resource]. – Available at: https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf {in English}

2. Christopher, M. Logistics & Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks. 5th ed. Harlow: Pearson Education, 2016. 302 p. [Electronic resource]. – Available at: https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/logistics-supply-chain-management/P200000004585 {in English}

3. Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. The Impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics. International Journal of Production Research, 2019, Vol. 57, No. 3, pp. 829–846. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086 {in English}

4. Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. Internet of Things and Supply Chain Management: A Literature Review. International Journal of Production Research, 2019, Vol. 57, No. 15–16, pp. 4719–4742. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140 {in English}

5. Grilo, A., & Jardim-Goncalves, R. Value Proposition on Interoperability of BIM and Collaborative Working Environments. Automation in Construction, 2010, Vol. 19, No. 5, pp. 522–530. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.11.003 {in English}

6. Gunasekaran, A., Subramanian, N., & Papadopoulos, T. Information Technology for Competitive Advantage within Logistics and Supply Chains: A Review. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2017, Vol. 99, pp. 14–33. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.12.008 {in English}

7. Rezgui, Y., Beach, T., & Rana, O. A Governance Approach for BIM Management Across Lifecycle and Supply Chains Using Mixed-Modes of Information Delivery. Journal of Civil Engineering and Management, 2013, Vol. 19, No. 2, pp. 239–258. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.3846/13923730.2012.760480 {in English}

8. Rachynskyi, A.M. Digital Transformation of Logistics Systems of Industrial Enterprises: Concepts, Models, Tools. Monograph. Kyiv: National Aviation University, 2021. 236 p. [Electronic resource]. – Available at: https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/48784 {in Ukrainian}

9. Waller, M.A., & Fawcett, S.E. Data Science, Predictive Analytics, and Big Data: A Revolution That Will Transform Supply Chain Design and Management. Journal of Business Logistics, 2013, Vol. 34, No. 2, pp. 77–84. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1111/jbl.12010 {in English}

10. Cimini, C., Pinto, R., & Cavalieri, S. A Framework for the Implementation of Industry 4.0 in the Supply Chain: Identifying Enabling Technologies and Best Practices. IFAC-PapersOnLine, 2017, Vol. 50, No. 1, pp. 12922–12927. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2056 {in English}

11. Oliveira, T., Thomas, M., & Espadanal, M. Assessing the Determinants of Cloud Computing Adoption: An Analysis of the Manufacturing and Services Sectors. Information & Management, 2014, Vol. 51, No. 5, pp. 497–510. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.1016/j.im.2014.03.006 {in English}

12. Chupryna, Yu.A., Petrenko, H.S., Hrynenko, I.M., & Pokolenko, V.O. Methodological Regulation and Analytical-Information Support of Process-Oriented Management in the Modern System of Construction Development. Management of Complex Systems Development, 2021, No. 48, pp. 125–134. {in Ukrainian}

13. Sorokivska, N.V., & Dmytriv, D.V. Digital Twins in Logistics Activities. Proceedings of the Conference "Digital Economy as a Factor of Innovation and Sustainable Development of Society," Ternopil, 2024, pp. 165–166. [Electronic resource]. – Available at: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/47139/2/TSEFISRS_2024_Sorokivska_N-Digital_twins_in_logistics_165-166.pdf {in Ukrainian}

14. Voitovych, V.A., & Chupryna, Yu.A. Optimization and Control of the Work Program in the Financial Management Subsystem of a Construction Organization. Ways to Improve Construction Efficiency, 2023, No. 1(51), pp. 129–142. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.350-363
УДК 656.13

д.т.н, професор **Каблак Н.І.,**
nataliya.kablak@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2907-931X,
Варшавський політехнічний університет,
Ужгородський національний університет,
к.тн., доцент **Куцина І.А.,**
i.kutsina@gmail.com , ORCID: 0000-0002-1069-1680,
к.т.н., доцент **Кайнц Д.І.,**
diana.kaynts@uzhnu.edu.ua, ORCID 0000-0002-7242-027X,
Ужгородський національний університет,
Беспалов Д.О.,
dmitry.bespalov@me.com, ORCID: 0000-0002-0778-5627,
Київський національний університет будівництва і господарства

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ АВТОБУСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ (НА ПРИКЛАДІ М.УЖГОРОДА)

Проаналізовано проблеми розвитку автобусних пасажирських перевезень, організації роботи пасажирського транспорту, а також здійснено розподіл громадського транспорту в громадах, враховуючи особливості регіону, проаналізовано передумови формування і впровадження концепції транспортного розвитку м.У жгорода та його околиць.

Воєнний стан змінив попит і пропозицію на міські перевезення: приплив ВПО (тимчасових переселенців), обмеження через тривоги, нестабільність витрат (паливо), дефіцит водіїв (мобілізація) та дефіцит офіційної статистики у 2022–2023 рр. Ужгород активно діджиталізує оплату й облік: у 2025 р. запущено АСООП (валідатори, обов'язкова фіксація навіть пільгових поїздок), а також діють GPS-системи відстеження руху (DozoR/онлайн-розклади).

Основні проблеми становлять: коливання попиту й «транспортна бідність» окремих груп ВПО та маломобільні/вразливі мешканці (зокрема ромські спільноти з інвалідністю) мають гірший доступ до перевезень: відстані до зупинок, вартість, нерегулярність рейсів. Кадровий дефіцит і перебої у роботі, оскільки перевізники по всій країні скаржаться на вилучення водіїв та кадрову нестачу; наслідок — зменшення кількості рейсів і частоти руху, що проявляється і на локальних маршрутах

Частина цих проблем зі сполученням вирішується на локальному рівні територіальних громад, проте асиметричність активності і вихідних умов

призводить до нерівності в можливостях та економічному становищі мешканців міста та територіальних громад району. Такі питання потребують комплексних рішень на рівні міського та районних управлінь, а для перевірки цих рішень необхідно розуміти потреби в переміщеннях та поточні практики використання транспортної системи мешканцями Ужгорода та прилеглих громад. Також, з огляду на те, що частина мешканців працює та навчається у сусідніх країнах, відтак здійснює регулярні переміщення через кордон, важливо розуміти і такого роду потреби людей та розробити оптимізацію транскордонних регулярних сполучень..

Ключові слова: транспортна мережа; мережа громадського транспорту; транспортна модель; автобусні пасажирські перевезення; організація транспортного руху; мобільність населення.

Метою публікації є розглянути проблеми розвитку пасажирських перевезень, включаючи відповідні показники існуючого стану громадського транспорту м.Ужгорода.

Основна частина. Систему автобусних пасажирських перевезень в області аналізу розглянемо як сукупність

- міжнародних та міжрегіональних маршрутів (сполучення з іншими регіонами України та іншими країнами);
- внутрішньообласних міжміських та приміських маршрутів (сполучення з іншими районами Закарпатської області);
- приміських маршрутів в межах Ужгородського району;
- внутрішньоміських маршрутів транспорту загального користування м. Ужгород.

Головним хабом автобусних маршрутів далекого сполучення в області дослідження є автовокзал м. Ужгород, який приймає близько 200 міжрегіональних та міжнародних рейсів щотижня. Міжнародні рейси проходять переважно через Словаччину та сполучають регіон з Чехією, Угорщиною, Молдовою, Італією, Польщею (деякі рейси відбуваються лише у визначені дні тижня).

Пряме автобусне сполучення орієнтовано переважно на західні регіони України (Львів, Івано-Франківськ, Луцьк, Чернівці), а також Київ та Харків. Рейси заплановані щоденно.

Внутрішньообласні міжміські та приміські маршрути поєднують зону аналізу з іншими частинами Закарпатської області. З урахуванням слабкорозвинутої мережі залізних приміських та регіональних сполучень такі маршрути є основою мобільності мешканців на середніх відстанях. Згідно з даними сайту обласної адміністрації та відкритими даними перевізників та автовокзалів проаналізовано 115 напрямків сполучень, за якими щоденно

виконується більш ніж 160 рейсів у будні дні та близько 140 рейсів у вихідні (дані не враховують останні тимчасові коригування автобусних відправлень, що пов’язані з паливною кризою).

Найбільш активними напрямками є Ужгород - Мукачево, Свалява - Ужгород, Міжгір’я - Ужгород, Рахів - Ужгород, Чоп - Мукачево. Практично всі сполучення обласного масштабу відбуваються через Ужгород (автостанції №№1 та 2), пряме сполучення з іншими громадами області окрім Ужгородської мають лише Чопська та Тур’є-Реметівська.

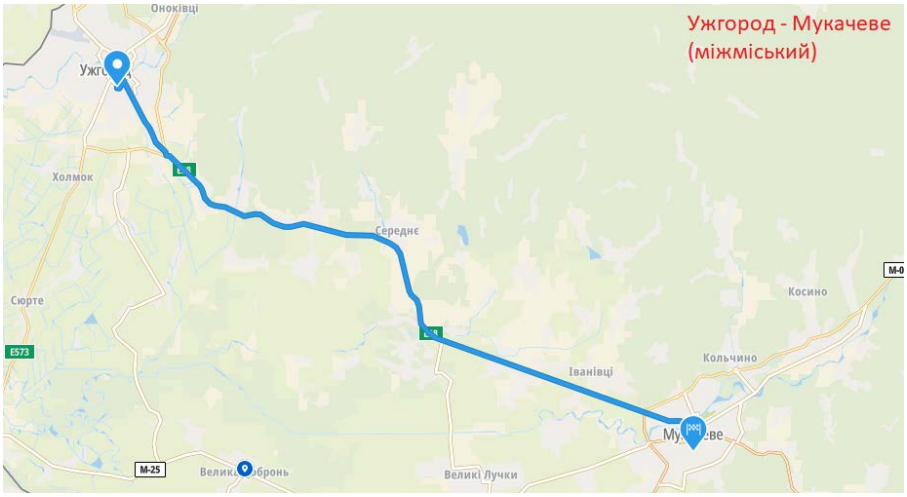


Рис. 1. Трасування міжміського рейсу Ужгород – Мукачево

Нижче наведено аналіз тижневої кількості рейсів міжміських та приміських маршрутів в межах області, використання тижневого проміжку часу для аналізу.

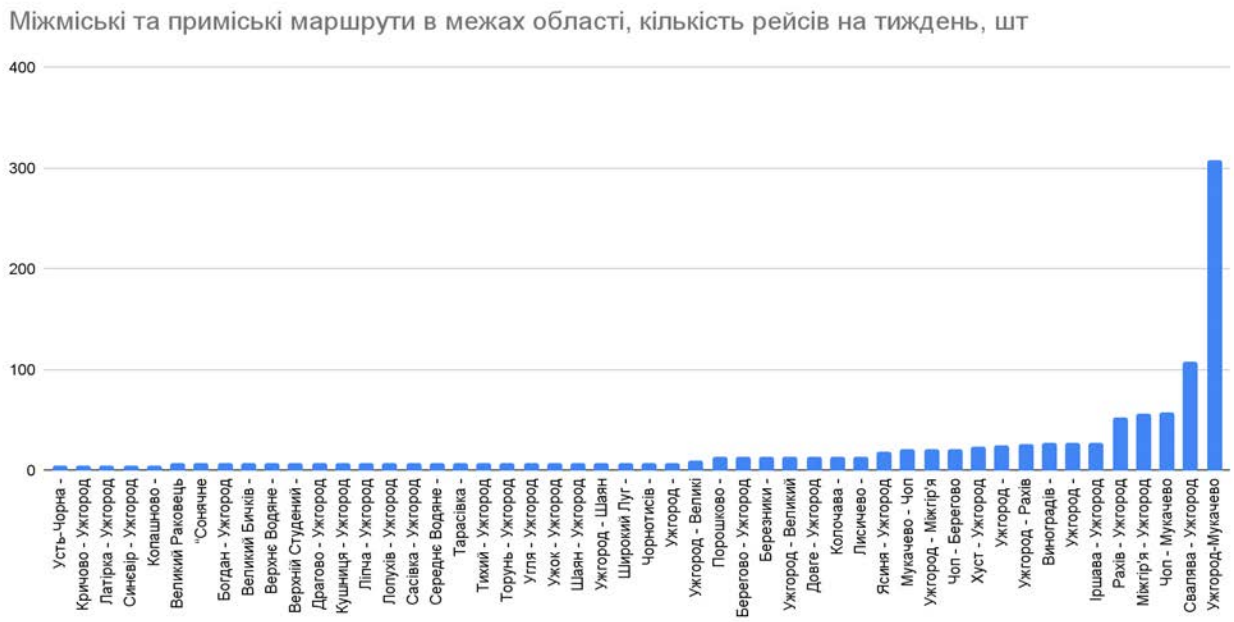


Рис. 2. Міжміські та приміські маршрути в межах області,
кількість рейсів на тиждень, шт.

Приміські маршрути, що виконуються у межах Ужгородського району (тобто в межах зони аналізу), мають чітку радіальну структуру - майже всі вони починаються в Ужгороді. Винятком є тільки локальні маршрути в межах Перечинської громади (Перечин - Зарічово та Перечин - Туриця) та в межах Чопської громади (Чоп - Соловка та Чоп - Соломоново). Загалом за інформацією з офіційних сайтів громад та інших відкритих джерел встановлено наявність більш ніж 50 приміських маршрутів в межах зони аналізу.

Маршрутна мережа та кількість відправлень проаналізовано у розрізі громад за тижневою кількістю рейсів та сукупним пробігом транспортних засобів.

З результатів аналізу видно, що найбільш активним напрямком руху автобусів є південний - Чопська та Сюртівська громади. Основний внесок тут належить маршрутам до пунктів пропуску Чоп, Малі Селменці та Палло, а також маршруту до Часлівців, де розташовано промисловий об’єкт газотранспортної системи (газовимірювальна станція “Ужгород”). Слід взяти до уваги той факт, що громади, ближчі до Ужгорода, часто виступають у ролі транзитних - так, хоча Холмківська громада має порівняно невисокий показник, проте через неї проходять рейси південного напрямку, зокрема найбільш активних Чопської та Сюртівської громад.

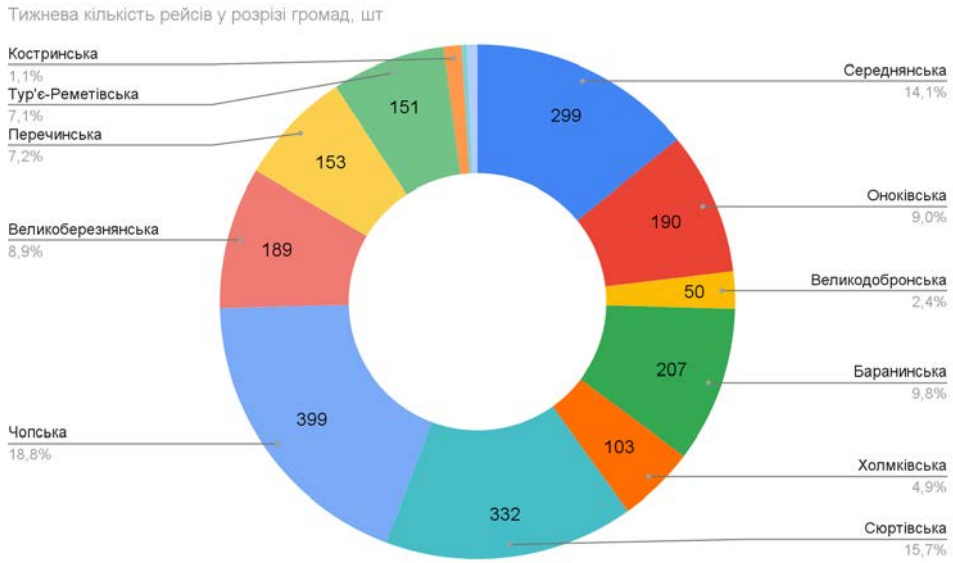


Рис. 3. Тижнева кількість рейсів у розрізі громад, шт

Громади східного напрямку (Баранинська та Середнянська) мають дещо скромніші показники, проте слід зауважити, що через ці громади проходить ключова магістраль регіону М-06 в напрямку на Мукачево. Ця магістраль

обслуговує переважну більшість приміських та міжміських маршрутів обласного масштабу, що створює додаткові транспортні можливості для мешканців східних громад.

Найменшу кількість рейсів мають найвіддаленіші північні громади - Ставненська та Костринська, а також Великодобронська громада на південному сході.

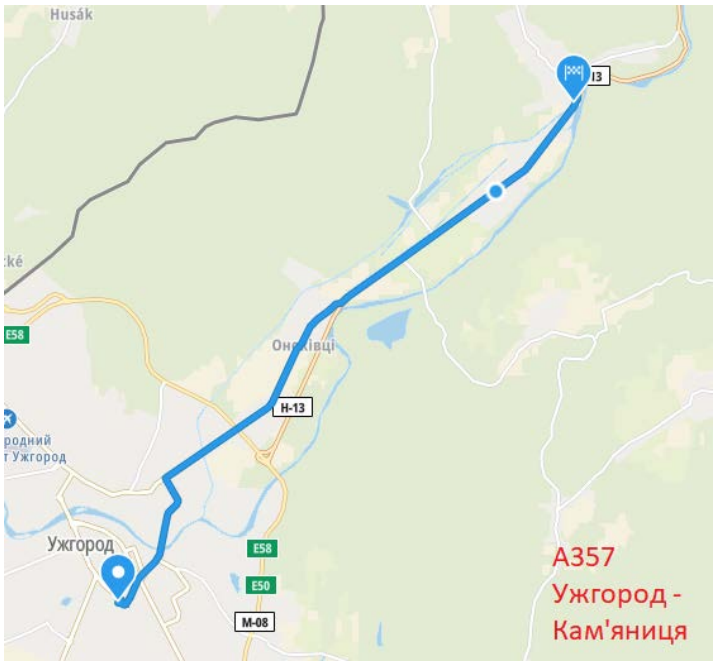


Рис. 4. Трасування приміського маршруту Ужгород - Кам’яниця

Сукупний пробіг автобусів є одним з визначних економічних показників системи пасажирських перевезень, тому було проаналізовано розподіл тижневого сукупного пробігу між маршрутами різних громад зони аналізу.

Рис. 5. Сукупний тижневий пробіг приміських автобусів, км

З результатів аналізу видно, що **33%** сукупного пробігу припадає на рейси до Чопської та Середнянської громад, які суміщають значну кількість рейсів та відносну віддаленість від Ужгорода. Питома вага пробігу до віддалених громад істотно вище ніж питома вага кількості рейсів через значну відстань до них.

Міський громадський транспорт м.Ужгород представлений виключно автобусними перевезеннями. До 2018 року послуги надавалися лише приватними перевізниками, в 2018 у місті створено комунального перевізника “Ужгородський муніципальний транспорт”, що був укомплектований великими автобусами “Електрон” (27 одиниць). КП “Ужгородський муніципальний транспорт” обслуговує 6 маршрутів, приватні перевізники (ПАТ "Ужгородське АТП-12107", ТОВ "ПАННОНІЯ АВТО-ЦЕНТР", ПП "ШІК-ТРАНС" та ТОВ "Транс-Уж") ще 11 маршрутів.

Таблиця 1

Маршрути комунального КП “Ужгородський муніципальний транспорт”.

№	**Маршрут**	**Перевізник**	**Довжина, км**	**Інтервал, хв**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
18	Епіцентр - УжНУ	КП Ужгородський муніципальний транспорт	12	12-20
20	м/н Доманинці - Речовий ринок	КП Ужгородський муніципальний транспорт	11,5	30-39
22	вул. Чорновола - пл. Корятовича (через вул. Капушанська)	КП Ужгородський муніципальний транспорт	5,6	18-34

1	2	3	4	5
24	м/н Дравці - УжНУ	КП Ужгородський муніципальний транспорт	17,8	17-23
38	вул. Чорновола - УжНУ	КП Ужгородський муніципальний транспорт	10,4	18-31
156	вул. Чорновола - кладовище "Барвінок"	КП Ужгородський муніципальний транспорт	13,9	120

Таблиця 2.

Маршрути приватних перевізників.

№	Маршрут	Перевізник	Довжина, км	Інтервал, хв
1	2	3	4	5
2	пл. Шандора Петефі - м/н Горяни - м/н 555	ПАТ "Ужгородське АТП-12107"	6,5	15-20
7	вул. Грушевського - вул. Котляревського	ТОВ "ПАННОНІЯ АВТО-ЦЕНТР"	9,6	5-15
7Д	вул. Грушевського - Дачний масив "Шахта"	ТОВ "ПАННОНІЯ АВТО-ЦЕНТР"	8,3	40-80
8	вул. Чорновола - УжНУ	ТОВ "ПАННОНІЯ АВТО-ЦЕНТР"	10,2	7-15
9	вул. Котляревського - Речовий ринок	ТОВ "ПАННОНІЯ АВТО-ЦЕНТР"	10,3	25
10	ТЦ "Нова Лінія" - м/н Горяни	ПАТ "Ужгородське АТП-12107"	11,2	8-20
11	пл. Корятовича - вул. Володимирська	ПАТ "Ужгородське АТП-12107"	6,2	9-12
14	пл. Корятовича - вул. Чорновола	ПАТ "Ужгородське АТП-12107"	7,5	7-12
17	вул. Котляревського - УжНУ	ТОВ "ПАННОНІЯ АВТО-ЦЕНТР"	7,3	60-80
26	м/н Горяни - УжНУ	ПП "ШІК-ТРАНС"	8,3	30
58	Залізничний вокзал - УжНУ	ТОВ "Транс-Уж"	6,8	6-15

Аналіз трасування маршрутів продемонстрував наочне дублювання маршрутів комунального та приватних перевізників.

Рис. 6. Трасування маршрутів А24 та Мт10

Окремо було досліджено зони пішохідної доступності зупинок транспорту загального користування. Згідно з ДБН 2.2-12 у зонах житлової забудови до зупинок транспорту загального користування необхідно забезпечувати нормативні відстані підходу пасажирів, як для багатоповерхової забудови становлять не більше 500 м, для малоповерхової та садибної забудови - не більше 600 м. Для оцінки пішохідної доступності було створено карту, на яку нанесено розташування відомих з відкритих джерел зупинок транспорту загального користування а також кола радіусом 500 м (до 10 хвилин пішки) з центрами в місцях розташування зупинок.

Рис. 7. Трасування маршрутів А38 та Мт8.

Рис. 8. Зони пішохідної доступності зупинок транспорту загального користування

Ужгородська міська рада у квітні 2019 та 2022 років замовляла обстеження кількості перевезених пасажирів на міських автобусних маршрутах. Обстеження виконувалось фахівцями Ужгородського національного університету. Результати обстеження та їх первинний аналіз наведено у табл. 3.

Таблиця 3.

Первинний аналіз даних обстеження кількості пасажирів міських автобусних маршрутів м. Ужгород.

№ маршруту	**Назва маршруту**	**Кількість пасажирів, робочий день, 2022, чол**	**Кількість пасажирів, вихідний день, 2022, чол**	**Зменшення кількості пасажирів у вихідні, раз**	**Кількість пасажирів в робочий день, 2019, чол**	**Кількість пасажирів, вихідний день, 2019, чол**	**Зменшення кількості пасажирів 2022 до 2019, раз**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
2	"пл.Ш.Петефі - в/м 555"	340	181	1,9	1101	378	2,8
7	"вул.Котляревського - вул.Грушевського"	4022	2294	1,8	6655	3944	1,7

1	2	3	4	5	6	7	8
7Д	"Дачний масив "Шахта" - вул.Грушевського"	467	361	1,3	1122	1103	2,7
8	"вул.Чорновола - УжНУ"	1823	844	2,2	4844	1885	2,5
9	"вул.Котляревського - Речовий ринок”	661	149	4,4	1425	932	2,9
10	"Кінцева Епіцентр - Горяни центр"	1054	358	2,9	4798	2484	5,2
11	"пл.Корятовича - вул.Володимирська"	286	346	0,8	2135	863	4,7
14	"пл.Корятовича - вул.Чорновола"	2113	857	2,5	4710	2712	2,5
17	"вул.Котляревського - УжНУ"	35	0		93	0	2,7
18	"Епіцентр 1-УжНУ"	6002	4401	1,4	5464	2739	0,8
20	"вул. Технічна-Речовий ринок"	2055	1603	1,3			
22	"вул. В. Чорновола пл. Корятовича"	884	0		2618	1224	4,3
24	"Дравці(коло) - УжНУ"	5959	3065	1,9			
26	"в/м 555 - м-н Горяни - УжНУ"	1255	478	2,6	3558	949	2,6
38	"вул. В. Чорновола-УжНУ"	1085	0				
58	"Залізничний вокзал - УжНУ"	1966	1091	1,8	3333	1309	1,5
156	"вул. В. Чорновола-міський цвинтар "Барвінок"	420	379	1,1			
Всього, чол		30427	16407	1,9			
Перевезено комунальним транспортом, чол		16405	9448	1,7			
Доля комунального, %		54%	58%				

Згідно з наведеними даними, загальний добовий пасажиропотік автобусних перевезень у робочий день складає трохи понад 30 тис пасажирів, зменшуючись у вихідні дні майже вдвічі до 16,5 тис пасажирів. Втім,

зменшення пасажиропотоку у вихідні дні не є рівномірним: так, для маршруту №9 (вул.Котляревського - речовий ринок) зафіксовано зменшення у 4,4 рази, а пасажиропотік маршруту №11 (вул.Котляревського - УжНУ) у вихідні навіть дещо збільшується.

У робочі дні 54% пасажиропотоку обслуговується маршрутами комунального транспорту, у вихідні його доля зростає до 58%.

Повне порівняння з даними 2019 року не є можливим через зміни кількості маршрутів та їх трасування, проте порівняння по окремих маршрутах, що не зазнали змін демонструє наочну тенденцію до зменшення кількості пасажирів у 2-4 рази. Причини такого зменшення мають бути проаналізовані на наступних етапах проєкту.

Таким чином, при виконанні даного етапу дослідження було вивчено та розглянуто ситуації з транспортом загального користування в зоні дослідження та навколо неї. Слід зауважити, що відсутність офіційних геоінформаційних даних щодо транспортних систем міста та області, а також обмежений через воєнний стан доступ до державних систем відкритих даних, значно ускладнили пошук релевантних даних по проєкту. Переважна більшість даних отримана з відкритих джерел, в тому числі офіційних.

Список використаних джерел

1. Дослідження попиту і пропозиції мобільності міського населення на прикладі м. Ужгорода / М.М. Осетрін, Д.О. Беспалов, А.С. Гаген, І.А. Куцина // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт.; гол. ред. М.М. Осетрін. - Київ : КНУБА, 2018. – Вип. 68. – С. 409-419.

2. Державне агентство автомобільних доріг України**.** Дані про стан автомобільних доріг України [Електронний ресурс]. — Посилання на джерело: https://data.gov.ua/organization/derzhavne-ahentstvo-avtomobilnykh-dorih-ukrayiny?tags=%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD&organization=derzhavne-ahentstvo-avtomobilnykh-dorih-ukrayiny ;

3. Uzhhorod.net.ua. В Україні назріла реформа міжнародних перевезень: Uzhhorod Urban Mobility Forum 2025 [Електронне видання]. — Посилання на джерело: https://uzhgorod.net.ua/news/189942 ;

4. Карпатський об’єктив (Ekonomika.ko.net.ua). Соціально-економічне становище міста Ужгород [Електронне видання]. — Посилання на джерело: https://ekonomika.ko.net.ua/?p=16563 ;

5. Сайт Ужгородської міської ради. Генеральний план міста Ужгорода [Електронний_ресурс]._Посилання_на_джерело:_https://old.radauzhgorod.gov.ua/genplan/;

6. Яновський, П.О. (2015). Загальна характеристика основних чинників, що визначають обсяги та структуру пасажирських перевезень. *Транспортні системи та технології перевезень*, (10), 117–123. Varosh**.** Місто для людей, а не для авто: як в Ужгороді впроваджують практики сталої міської мобільності [Електронне видання]. — Режим доступу: https://varosh.com.ua/life/misto-dlya-lyudej-a-ne-dlya-avto-yak-v-uzhgorodi-vprovadzhuyut-praktyky-staloyi-miskoyi-mobilnosti/ .

Doctor of Technical Sciences, Prof. **Kablak Nataliia**,
Warsaw University of Technology, Uzhhorod National University,
Associate Professor, PhD in Technical Sciences **Kutsyna Iryna,**
Associate Professor, PhD in Technical Sciences **Kaynts Diana,**
Uzhhorod National University,
Bespalov Dmitry, Kyiv National University of Construction and Architecture

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF BUS PASSENGER TRANSPORTATION SINCE THE TIME OF MARTIAL STATE (USING THE EXAMPLE OF THE CITY OF UZHGOROD)

The problems of developing bus passenger transportation, organizing passenger transport, and distributing public transport in communities were analyzed, taking into account the characteristics of the region, and the prerequisites for the formation and implementation of the concept of transport development of the city of Uzhhorod and its environs were analyzed.

Martial law changed the demand and supply for urban transportation: the influx of IDPs (temporary displaced persons), restrictions due to alarms, instability of costs (fuel), shortage of drivers (mobilization) and shortage of official statistics in 2022–2023. Uzhhorod is actively digitizing payment and accounting: in 2025, ASOOP was launched (validators, mandatory recording of even preferential trips), and GPS traffic tracking systems are also in operation (DozoR/online schedules).

The main problems are: fluctuations in demand and “transport poverty” of certain groups of IDPs and low-mobility/vulnerable residents (in particular, Roma communities with disabilities) have worse access to transportation: distances to stops, cost, irregularity of flights. Staff shortage and work interruptions, as carriers across the country complain about the removal of drivers and staff shortages; the result is a decrease in the number of flights and frequency of traffic, which is also manifested on local routes. Part of these connectivity problems is solved at the local level of territorial communities, however, the asymmetry of activity and initial conditions leads to inequality in the opportunities and economic situation of residents of the city

and territorial communities of the district. Such issues require comprehensive solutions at the level of city and district administrations, and to verify these solutions it is necessary to understand the needs for movement and current practices of using the transport system by residents of Uzhhorod and surrounding communities. Also, given that some residents work and study in neighboring countries, and therefore regularly travel across the border, it is important to understand this kind of people's needs and develop optimization of cross-border regular connections.

Keywords: transport network; public transport network; transport model; bus passenger transportation; organization of transport traffic; population mobility.

REFERENCES

1. Research on the supply and demand of urban population mobility on the example of Uzhgorod / M.M. Osetrin, D.O. Bespalov, A.S. Gagen, I.A. Kutsyna // Urban planning and territorial planning: scientific and technical collection / Kyiv. National University of Construction and Architecture; editor-in-chief M.M. Osetrin. - Kyiv: KNUBA, 2018. - Issue 68. - pp. 409-419. {in Ukrainian}

2. State Agency of Automobile Roads of Ukraine. Data on the Condition of Automobile Roads of Ukraine [Electronic resource]. — Available at: https://data.gov.ua/organization/derzhavne-ahentstvo-avtomobilnykh-dorih-ukrayiny?tags=%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD&organization=derzhavne-ahentstvo-avtomobilnykh-dorih-ukrayiny. {in Ukrainian}

3. Uzhhorod.net.ua. A Reform of International Transport is Brewing in Ukraine: Uzhhorod Urban Mobility Forum 2025 [Electronic publication]. — Available at: https://uzhgorod.net.ua/news/189942. {in Ukrainian}

4. Carpathian Objective (Ekonomika.ko.net.ua). Socio-Economic Situation of the City of Uzhhorod [Electronic publication]. — Available at: https://ekonomika.ko.net.ua/?p=16563. {in Ukrainian}

5. Uzhhorod City Council Website. General Plan of the City of Uzhhorod [Electronic resource]. — Available at: https://old.rada-uzhgorod.gov.ua/genplan/ . {in Ukrainian}

6. Yanovskyi, P. O. (2015). General characteristics of the main factors determining the volume and structure of passenger transportation. Transport Systems and Transportation Technologies, (10), 117–123.

7. Varosh. A City for People, Not for Cars: How Uzhhorod Implements Sustainable Urban Mobility Practices [Electronic publication]. — Available at: https://varosh.com.ua/life/misto-dlya-lyudej-a-ne-dlya-avto-yak-v-uzhgorodi-vprovadzhuyut-praktyky-staloyi-miskoyi-mobilnosti/. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.364-375
УДК 330.322.1:005.8:004.9
к.т.н., доцент **Козак А.А.,**
kozak.aa@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3192-1430,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕВОЛЮЦІЯ ТА КРИТЕРІЇ АДАПТИВНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИМИ ПРОЦЕСАМИ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ РИНКУ

Динамічні зміни глобального ринкового середовища, зумовлені цифровізацією економіки, технологічними інноваціями та підвищенням рівня невизначеності, вимагають трансформації традиційних систем управління інвестиційними процесами. Еволюція цих систем демонструє перехід від ієрархічно-статичних структур до гнучких, адаптивних моделей, які базуються на використанні цифрових технологій, аналітики даних, штучного інтелекту та інтегрованих інформаційних платформ. У таких умовах ключовою характеристикою ефективності інвестиційного управління стає рівень адаптивності — здатність системи швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища, прогнозувати ризики, оптимізувати ресурси та підтримувати стратегічну стійкість.

Адаптивна система управління інвестиціями розглядається як відкрита динамічна структура, що здатна змінювати свої параметри в режимі реального часу, спираючись на потоки цифрових даних. Її розвиток відбувається у кілька етапів — від реактивного управління (орієнтованого на корекцію вже здійснених дій) до проактивного та когнітивного (яке використовує прогностичну аналітику, машинне навчання та елементи штучного інтелекту для самонавчання системи). Цифрова трансформація створює можливість не лише автоматизувати інвестиційні рішення, а й перевести їх у площину саморегулювання, де система здатна адаптуватися до нових умов без зовнішнього втручання.

Ключові слова: адаптивність; інвестиційні процеси; цифрова трансформація; система управління; гнучкість; штучний інтелект; інформаційна інтеграція; стратегічна стійкість.

Постановка проблеми: Інвестиційна діяльність у сучасних умовах цифрової економіки характеризується підвищеною динамікою, технологічною мінливістю та складністю прогнозування. Традиційні системи управління інвестиціями, орієнтовані на стабільні умови функціонування, втрачають ефективність через низьку здатність адаптуватися до швидких змін ринку.

Складність сучасного середовища полягає у взаємозалежності фінансових, соціальних, технологічних та інформаційних факторів, які одночасно впливають на інвестиційні рішення.

Проблема полягає у необхідності створення систем управління, які не лише реагують на зміни, а й здатні передбачати їх, формуючи адаптивні стратегії розвитку. Такі системи повинні забезпечувати баланс між ризиками та ефективністю, швидко перебудовувати внутрішні процеси відповідно до зовнішніх впливів і використовувати цифрові технології для моніторингу, аналізу та прогнозування.

Метою статті є обґрунтування теоретичних засад і розроблення критеріїв адаптивності систем управління інвестиційними процесами в умовах цифрової трансформації ринку.

Для досягнення цієї мети передбачено:

– систематизувати етапи еволюції інвестиційних систем управління в контексті цифровізації економіки;

– визначити ключові ознаки адаптивних систем та їх відмінність від традиційних моделей;

– сформувати критерії оцінювання рівня адаптивності, що охоплюють технологічні, організаційні та поведінкові аспекти управління;

– обґрунтувати взаємозв’язок між рівнем цифрової зрілості підприємства та його інвестиційною гнучкістю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Проблематика адаптивного управління інвестиційними процесами активно розвивається в сучасній науці, зокрема в контексті цифрової економіки. У працях українських і зарубіжних дослідників увага приділяється питанням цифрової трансформації бізнес-моделей, автоматизації управлінських процесів, використання штучного інтелекту в інвестиційному прогнозуванні та формуванні стратегій розвитку.

Зарубіжні автори акцентують на переході від традиційного стратегічного управління до динамічних цифрових екосистем, де основним ресурсом виступають дані, а ключовою компетенцією — здатність швидко адаптуватися до змін. У працях сучасних українських науковців увага зосереджується на формуванні цифрової інфраструктури інвестиційного менеджменту, впровадженні ERP-, BI- та AI-рішень для управління капіталовкладеннями.

Водночас, попри наявність значного теоретичного напрацювання, недостатньо вивченими залишаються питання системної оцінки адаптивності управлінських структур, особливо з погляду їхньої цифрової готовності. Не розроблено універсальних критеріїв, які б дозволяли кількісно визначати рівень гнучкості, швидкість реакції, інтегрованість інформаційних потоків і технологічну зрілість систем управління.

Виклад основного матеріалу: Сучасна система управління інвестиційними процесами виходить далеко за межі класичного фінансового менеджменту. Вона охоплює аналітичну, технологічну, стратегічну та соціальну складові, котрі взаємодіють у єдиному управлінському контурі. Інвестиції сьогодні — це не лише капітал у грошовому вимірі, а й управління даними, ризиками, інноваціями та стійкістю. Компанії дедалі частіше розглядають ефективність через показники прибутковості чи окупності, через вплив на репутацію, екологічну відповідальність, соціальну цінність і технологічну готовність до змін. Управління інвестиціями трансформується у комплексну систему прийняття рішень, де фінанси, аналітика й стратегія функціонують у взаємозалежному цифровому середовищі.

Рушійним чинником цієї трансформації виступає цифровізація економіки, котра радикально змінила способи планування, моніторингу та оцінювання інвестицій. Використання великих даних, штучного інтелекту, хмарних платформ і технологій BIM забезпечує оперативність управлінських рішень і мінімізує людський фактор. Цифрові інструменти дозволяють формувати аналітичні дашборди, проводити прогнозування на основі сценарного моделювання, відстежувати ESG-показники та створювати інтегровані інвестиційні екосистеми. У результаті система управління стає адаптивною, динамічною та орієнтованою на довгострокову стійкість — ключову вимогу сучасного ринку [1].

Еволюція систем управління інвестиційними процесами відображає загальні тенденції розвитку економічного мислення — від централізованого контролю до децентралізованої аналітичної інтеграції та цифрової адаптивності. На ранніх етапах становлення ринкової економіки управління інвестиціями базувалося переважно на централізованих моделях, характерних для індустріальної епохи. Основними джерелами капіталу тоді виступали державні структури або великі корпорації з вертикальною ієрархією управління. Рішення приймалися директивно, а контроль ефективності зводився до порівняння планових і фактичних показників. Система мала обмежену гнучкість, проте забезпечувала стабільність у середовищі з низьким рівнем ринкових ризиків і прогнозованими макроекономічними умовами.

У другій половині XX століття почалася поступова децентралізація управління, що збіглася з поширенням теорій ефективного ринку, портфельного інвестування та стратегічного менеджменту. У цей період виникають перші моделі багаторівневого планування інвестицій, котрі враховують різні джерела фінансування, часові горизонти й індикатори ризику. Зростання ролі приватного капіталу та поява транснаціональних компаній стимулювали розвиток більш гнучких механізмів розподілу ресурсів, а також

формування нових критеріїв оцінювання інвестиційних рішень, серед яких — показники рентабельності, вартості капіталу та мультиплікатори економічного ефекту.

Подальший етап еволюції припадає на кінець XX — початок XXI століття, коли управління інвестиціями починає набувати стратегічного характеру. Розвиток інформаційних технологій і теорій корпоративного управління зумовив перехід від статичних планових систем до інтегрованих платформ, здатних синхронізувати фінансові, операційні та аналітичні потоки. Виникають корпоративні системи управління інвестиціями (Investment Management Systems), що поєднують фінансовий аналіз, управління ризиками, звітність і стратегічне планування в єдиному середовищі. Дозволяє компаніям реагувати на зміни, передбачати їх, перетворюючи інвестиційну діяльність із контрольної функції на механізм розвитку [2].

У сучасну добу домінує етап адаптивно-цифрових моделей управління, де ключовими принципами стають гнучкість, інтегрованість і прогнозна аналітика. Інвестиційна система сьогодні розглядається як відкрита платформа, що поєднує фінансові, технологічні, соціальні й екологічні параметри. Впровадження штучного інтелекту, блокчейну, машинного навчання, цифрових двійників (Digital Twin) та аналітичних інструментів Power BI або Tableau дозволяє приймати рішення у режимі реального часу. Замість річних бюджетів застосовуються rolling forecast-моделі, котрі постійно оновлюються на основі даних. У центрі уваги опиняється не лише прибутковість, а й довгострокова стійкість, відповідність ESG-стандартам та інституційна прозорість.

Еволюція систем управління інвестиціями пройшла шлях від централізованої адміністративної структури до високотехнологічної аналітичної екосистеми (рис. 1). Кожен етап цієї трансформації відображає послідовне ускладнення ринкового середовища й одночасне розширення інструментарію управління — від фінансового контролю до інтегрованого цифрового прогнозування. Розвиток демонструє закономірний перехід від моделі стабільності до моделі адаптивності, де основою конкурентної переваги стає здатність системи швидко навчатися, перерозподіляти ресурси та реагувати на зміни зовнішнього середовища.

Ключові критерії адаптивності сучасних інвестиційних систем визначають здатність підприємства ефективно реагувати на зміни ринкового середовища, технологічні трансформації та непередбачувані зовнішні виклики.

Першим і базовим критерієм адаптивності виступає ефективність, яка нині виходить далеко за межі фінансової прибутковості. Якщо раніше успіх інвестиційного проєкту вимірювався показниками ROI, IRR чи NPV, то сучасна методологія оцінювання включає також нефінансові метрики — інноваційність,

екологічну відповідальність, соціальний вплив і стратегічну відповідність. Ефективність адаптивної системи проявляється у здатності перетворювати інвестиційні ресурси в стійкий розвиток, тобто створювати не лише короткостроковий прибуток, а й довгострокову цінність.

Рис. 1. Етапи еволюції систем управління інвестиційними процесами
(розроблено автором на основі [3])

Другим ключовим критерієм є гнучкість — характеристика, що визначає здатність інвестиційної системи швидко адаптуватися до нових умов і сценаріїв розвитку. У XXI столітті гнучкість перестає бути простою операційною властивістю — вона стає стратегічною перевагою. Її сутність полягає в можливості оперативно змінювати інвестиційні пріоритети, коригувати бюджети, адаптувати проєктні графіки й навіть трансформувати бізнес-моделі. Досягається через використання інструментів сценарного моделювання, технологій прогнозної аналітики, машинного навчання та штучного інтелекту. Гнучка інвестиційна система здатна реагувати на зміни, передбачати їх, формуючи різні варіанти розвитку подій і визначаючи найоптимальнішу траєкторію дій.

Наступний критерій — цифрова стійкість, що відображає здатність системи функціонувати без збоїв у середовищі цифрової турбулентності, кіберзагроз і технологічної невизначеності. В умовах, коли більшість інвестиційних процесів відбувається у цифровому просторі — від управління ризиками до взаємодії з банківськими платформами — на перший план виходить безпека даних, стабільність інформаційних потоків і надійність

аналітичної інфраструктури. Цифрова стійкість досягається через впровадження захищених систем зберігання, резервного відновлення, використання блокчейн-технологій, інтеграційних платформ (API), хмарних сервісів і механізмів автономного реагування [4].

Взаємодія ефективності, гнучкості, цифрової стійкості та сталого розвитку формує інтегральний показник адаптивності — системну властивість, котра визначає здатність інвестиційної моделі пристосовуватись та еволюціонувати під впливом змін середовища. Система поєднує технічні, управлінські, поведінкові та аналітичні компоненти, створюючи єдиний механізм, здатний до прогнозування, навчання й оптимізації. У сучасних умовах саме адаптивність стає головним критерієм життєздатності інвестиційної системи, адже вона забезпечує перехід від реактивного управління до інтелектуально керованого розвитку — від простої стабільності до стійкого прогресу.

На нижче наведеному рисунку 2 представлено узагальнену модель взаємозв'язку критеріїв ефективності, гнучкості та цифрової стійкості, котрі формують концептуальну основу сучасної адаптивної системи управління інвестиціями.

Рис. 2. Модель взаємозв'язку критеріїв ефективності, гнучкості та цифрової стійкості *(розроблено автором на основі [5])*

Методи діагностики систем управління інвестиціями посідають центральне місце в процесі оцінювання ефективності, надійності та стратегічної узгодженості управлінських рішень. У сучасних умовах високої динаміки ринку та цифровізації економіки діагностика стає інструментом контролю,

ключовим механізмом адаптації, прогнозування й оптимізації інвестиційних процесів. Вона дозволяє виявляти відхилення, системно аналізувати структуру, взаємодію елементів і потенціал розвитку інвестиційної системи.

Сутність діагностики полягає у визначенні реального стану інвестиційної системи, рівня відповідності її цілей, ресурсів та інструментів стратегічним орієнтирам підприємства. Основним завданням є вимірювання результатів, виявлення причинно-наслідкових зв'язків між управлінськими рішеннями, фінансовими показниками та зовнішніми факторами.

Аналітика потребує поєднання кількісних і якісних методів, що базуються на концепціях стратегічного менеджменту, економічного моделювання, ризик-аналізу та цифрової обробки даних [6].

Одним із найпоширеніших інструментів діагностики є SWOT-аналіз, котрий дозволяє оцінити сильні та слабкі сторони системи, а також зовнішні можливості та загрози. Його перевага полягає у простоті застосування та можливості інтегрувати результати в процес стратегічного планування. У сфері інвестицій SWOT використовується для виявлення конкурентних переваг проектів, ефективності розподілу ресурсів і визначення напрямів подальшої оптимізації системи управління.

Для глибшого розуміння розривів між поточним і цільовим станом застосовується GAP-аналіз — метод порівняння фактичних результатів функціонування системи з бажаними стратегічними орієнтирами. Він дозволяє виявити дисбаланси в ефективності процесів, часові затримки, нестачу ресурсів або технологічні обмеження. На основі GAP-аналізу формується програма коригуючих дій, спрямована на досягнення запланованих індикаторів інвестиційної продуктивності.

Нині в інвестиційному менеджменті все ширше застосовується BI-діагностика (Business Intelligence), котра базується на аналізі великих масивів даних у реальному часі. За допомогою інструментів Power BI, Tableau чи QlikView здійснюється інтеграція фінансових, операційних та ринкових показників у єдину візуальну панель управління. BI-аналітика дозволяє виявляти тренди, прогнозувати прибутковість, проводити когортний аналіз і приймати рішення на основі доказових даних. Метод стає основою для побудови системи predictive analytics, що дозволяє передбачати інвестиційні ризики та моделювати сценарії майбутніх результатів [7].

Не менш значущим є застосування Balanced Scorecard (BSC) — системи збалансованих показників, що інтегрує фінансові й нефінансові критерії ефективності управління інвестиціями. У межах BSC формується чотиривимірна структура діагностики: фінанси, внутрішні процеси, клієнти та

розвиток потенціалу. Дозволяє оцінювати кінцеві результати та причини, що їх формують.

В умовах цифрової трансформації діагностика інвестиційних систем набуває інтегрованого характеру — класичні аналітичні підходи доповнюються моделями машинного навчання, котрі здійснюють автоматичну класифікацію проектів, прогнозують відхилення й оптимізують портфелі. Алгоритми нейронних мереж можуть на основі історичних даних визначати кореляцію між ризиками, динамікою ринку та внутрішніми управлінськими діями. Відкриває можливості для побудови інтелектуальних систем самодіагностики, що виявляють неефективність у режимі реального часу.

Для системного узагальнення підходів до оцінювання стану та ефективності інвестиційних систем доцільно виділити ключові методи діагностики, що поєднують аналітичну, стратегічну та цифрову складові управління. У сукупності методи формують багатовимірну архітектуру моніторингу, де аналітичні технології взаємодіють із традиційними управлінськими підходами. Узагальнена характеристика основних методів діагностики та оцінювання інвестиційних систем представлена у таблиці 1.

Таблиця 1.

Основні методи діагностики та оцінювання інвестиційних систем

(розроблено автором на основі [8])

Метод оцінки	***Мета застосування***	***Ключові характеристики***	***Переваги***	***Результати***
SWOT-аналіз	Визначення внутрішніх і зовнішніх факторів	Аналіз сильних/слабких сторін, можливостей і загроз	Простота, стратегічна орієнтація	Виявлення потенціалу та ризиків
GAP-аналіз	Порівняння поточного і бажаного стану системи	Визначення розривів у досягненні цілей	Ідентифікація слабких місць	Формування коригуючих дій
FMEA-аналіз	Виявлення потенційних відмов	Оцінка впливу помилок на стабільність процесів	Запобігання ризикам на ранніх етапах	Зниження втрат і збоїв
PEST-аналіз	Аналіз впливу макросередовища	Політичні, економічні, соціальні, технологічні фактори	Адаптація до зовнішніх викликів	Визначення ризиків і можливостей
Business Intelligence (BI)	Моніторинг і прогнозування ефективності	Інтеграція даних, візуалізація показників	Оперативність прийняття рішень	Підвищення точності управління
Balanced Scorecard (BSC)	Комплексна оцінка ефективності	Поєднання фінансових і нефінансових KPI	Забезпечення стратегічної збалансованості	Контроль результативності
Бенчмаркінг	Порівняння з лідерами ринку	Визначення відхилень від стандартів	Орієнтація на найкращі практики	Оптимізація процесів/підвищення конкуреції

На відміну від статичних показників, візуальні дашборди забезпечують динамічну взаємодію користувача з даними — наприклад, можна миттєво змінити часовий горизонт аналізу, фільтрувати інформацію за напрямами фінансування або рівнем ризику, що робить процес оцінювання більш гнучким і стратегічно орієнтованим.

Візуальна діагностика інтегрує дані з ERP-, CRM- та BIM-систем, що дозволяє створювати єдине аналітичне середовище для управління інвестиціями. У центрі таких систем перебувають KPI-аналітика та AI-прогнозування, котрі забезпечують контроль фактичних результатів та моделювання майбутніх сценаріїв. Heat-maps дозволяють візуально визначати критичні ділянки інвестиційного процесу — наприклад, зони перевитрат, недоотримання прибутку чи перевищення строків реалізації. Сучасна система візуальної діагностики поєднує аналітичну точність і наочність, перетворюючи великі масиви фінансово-економічних даних у зрозумілу, оперативну та стратегічно цінну інформацію для ухвалення управлінських рішень [9].

На нижче наведеному рисунку 3 представлено інтерактивну heat-map оцінювання ефективності системи управління інвестиціями, що відображає рівень результативності та стійкості управлінських процесів у динаміці. Використання heat-map у процесі діагностики забезпечує можливість оперативного моніторингу, аналітичного порівняння та пріоритизації управлінських рішень на основі візуальної інтерпретації даних.

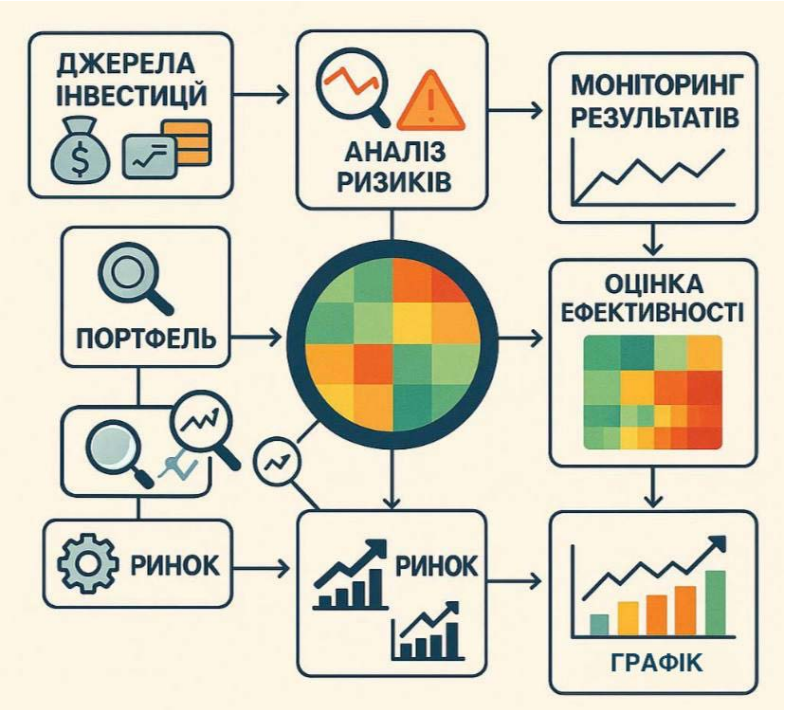


Рис. 3. Інтерактивна heat-map оцінювання ефективності системи управління інвестиціями *(розроблено автором на основі [10])*

Література

1. Джоболда, В.О. Впровадження оптимальних стратегій управління інвестиційними проектами в діяльність підприємства: кваліфікаційна робота / В.О. Джоболда. – Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2024. – 82 с. – Режим доступу: https://surl.li/wfjbyt

2. Гуцал Н.А. «ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ УПРАВЛІНСЬКОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА» – Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», [2024]. – Режим доступу: https://surl.li/gcpafu

3. OECD. Enhancing Resilience by Boosting Digital Business Transformation in Ukraine: Report. – Paris: OECD Publishing, 2024. – Режим доступу: https://surl.li/huegup

4. Лактіонова, О.А. Навчальний посібник з дисципліни «Інвестування» / О.А. Лактіонова. – Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2019. – 256 с. – Режим доступу: https://surl.li/sadkox

5. Войтович, В.А., Чуприна, Ю.А. (2023). Оптимізація та контроль програми робіт в підсистемі фінансового менеджменту будівельної організації. Шляхи підвищення ефективності будівництва, *1*(51), 129–142.

6. Гарматій, Н.М., Мартиняк, І.О. (відповідальні за випуск). Тези доповідей ІІ міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства» / Н.М. Гарматій, І.О. Мартиняк. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 175 с. – Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36263/1/Zbirnyk_2021.pdf.

7. Кухнюк, Н.В. Автоматизація технологічних процесів: електронний підручник / Н. В. Кухнюк. – Рівне: Технологічний коледж НУВГП, 2008. – 238 с. – Режим доступу: https://surl.li/ryrjqe

8. Стиркуль, Т.В. Європейська політика інформаційного суспільства: становлення та розвиток: магістерська робота / Т.В. Стиркуль. – Кропивницький: Центральноукраїнський національний технічний університет, 2024. – 115 с. – Режим доступу: https://surl.lu/skdico

9. Хоменко О., Петренко Г., Рижакова Г., Петруха Н., Чуприна Ю., Малихіна О., & Кушнір , О. (2022). Сучасні інструменти та програмні продукти smard адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. Управління розвитком складних систем, (52), 113–125

10. Пелих, І.А. Структура доходів державного бюджету України та шляхи її оптимізації: кваліфікаційна робота / І.А. Пелих. – Тернопіль: ЗУНУ, 2023. – 63 с. – Режим доступу: https://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/49565.

PhD in Technical Science **Kozak Andrii,**
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

VOLUTION AND CRITERIA OF ADAPTABILITY OF INVESTMENT MANAGEMENT SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF DIGITAL MARKET TRANSFORMATION

Dynamic changes in the global market environment, driven by the digitalization of the economy, technological innovations, and increasing uncertainty, necessitate the transformation of traditional investment management systems. The evolution of these systems demonstrates a transition from hierarchical and static structures to flexible, adaptive models based on the use of digital technologies, data analytics, artificial intelligence, and integrated information platforms. Under these conditions, the key characteristic of effective investment management becomes the level of adaptability — the system's ability to respond rapidly to external changes, forecast risks, optimize resources, and maintain strategic resilience.

An adaptive investment management system is viewed as an open, dynamic structure capable of modifying its parameters in real time, relying on continuous flows of digital data. Its evolution unfolds through several stages — from reactive management (focused on correcting previously made decisions) to proactive and cognitive management, which employ predictive analytics, machine learning, and elements of artificial intelligence for system self-learning. Digital transformation enables not only the automation of investment decisions but also their transition into the realm of self-regulation, where the system can adapt to new conditions without external intervention.

Keywords: adaptability; investment processes; digital transformation; management system; flexibility; artificial intelligence; information integration; strategic resilience.

REFERENCES

1. Dzhobolda, V.O. Implementation of Optimal Strategies for Managing Investment Projects in Enterprise Activities: Qualification Paper. [Electronic resource]. Dnipro: Dnipro State Agrarian and Economic University, 2024. 82 p. – Available at: https://surl.li/wfjbyt. {in Ukrainian}

2. Hutsal, N.A. Organizational and Economic Support for the Digitalization of the Enterprise Management System. [Electronic resource]. Kyiv: National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 2024. – Available at: https://surl.li/gcpafu. {in Ukrainian}

3. OECD. Enhancing Resilience by Boosting Digital Business Transformation in Ukraine: Report. [Electronic resource]. Paris: OECD Publishing, 2024. – Available at: https://surl.li/huegup. {in English}

4. Laktionova, O.A. Investment: Textbook for the Course. [Electronic resource]. Vinnytsia: Vasyl' Stus Donetsk National University, 2019. 256 p. – Available at: https://surl.li/sadkox. {in Ukrainian}

5. Voitovych, V.A., & Chupryna, Yu.A. (2023). Optimization and Control of Work Programs in the Subsystem of Financial Management of a Construction Organization. Ways to Improve Construction Efficiency, 1(51), 129–142. {in Ukrainian}

6. Harmatii, N.M., & Martyniak, I.O. (Eds.). Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students "Digital Economy as a Factor of Innovation and Sustainable Development of Society." [Electronic resource]. Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 2021. 175 p. – Available at: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36263/1/Zbirnyk_2021.pdf. {in Ukrainian}

7. Kukhniuk, N.V. Automation of Technological Processes: Electronic Textbook. [Electronic resource]. Rivne: Technological College of the National University of Water and Environmental Engineering, 2008. 238 p. – Available at: https://surl.li/ryrjqe. {in Ukrainian}

8. Styrkul, T.V. European Information Society Policy: Formation and Development: Master's Thesis. [Electronic resource]. Kropyvnytskyi: Central Ukrainian National Technical University, 2024. 115 p. – Available at: https://surl.lu/skdico. {in Ukrainian}

9. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, G., Petrukha, N., Chupryna, Yu., Malykhina, O., & Kushnir, O. (2022). Modern Tools and Software Products for Smart Administration of Construction Organizations in the Context of Transforming Management Operating Systems. Management of Complex Systems Development, (52), 113–125. {in Ukrainian}

10. Pelykh, I.A. Structure of State Budget Revenues of Ukraine and Ways to Optimize It: Qualification Paper. [Electronic resource]. Ternopil: West Ukrainian National University (ZUNU), 2023. 63 p. – Available at: https://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/49565. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.376-387
УДК 69.003.13:004.94:658.512.2
Коломієць В.В.,
Val1275@ukr.net, ORCID: 0009-0007-6405-6782,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОПРАЦЮВАННЯ ЗМІН ЩОДО ПЛАНУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ВИКОНУВАНИХ ПРОЄКТІВ БУДІВНИЦТВА ЗА УЧАСТЮ ДІДЖИТАЛ-АДАПТОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Сучасне будівництво перебуває у стані глибокої цифрової трансформації, що радикально змінює механізми планування, контролю й управління проєктами. Діджитал-адаптовані технології стають ключовим інструментом, який забезпечує синхронізацію між усіма учасниками будівельного процесу, підвищує точність прогнозування строків, вартості та ресурсів, а також формує основу для самокорегувального управління. На відміну від традиційних схем, що спиралися на фіксовані графіки, сучасні цифрові платформи дають змогу здійснювати динамічне, даноцентричне планування, інтегроване з аналітичними модулями, сенсорними мережами та штучним інтелектом.

Діджиталізація будівельних процесів відображається у впровадженні цифрових двійників, систем моніторингу IoT, аналітики великих даних, ERP та BIM-платформ, які створюють безперервний інформаційний потік між етапами життєвого циклу проєкту. Особливе значення мають інтелектуальні модулі управління, здатні здійснювати переконфігурувальне планування — автоматичне коригування графіків залежно від змін зовнішніх і внутрішніх факторів. Такі системи дозволяють формувати сценарії реагування на відхилення, прогнозувати ризики, оптимізувати ресурси та забезпечувати прозорість реалізації проєктів у реальному часі.

Ключові слова: діджиталізація будівництва; управління проєктами; планування; контроль; цифрові двійники; BIM; сценарне моделювання; штучний інтелект.

Постановка проблеми: Інтенсивна цифровізація економіки зумовлює потребу переосмислення принципів планування та контролю будівельних проєктів. Традиційні інструменти управління, орієнтовані на стабільні умови та ручне коригування, більше не відповідають динаміці сучасного ринку. Будівельні підприємства стикаються з високим рівнем невизначеності: змінюються ланцюги постачання, коливаються ціни на ресурси, впроваджуються нові регуляторні вимоги, а очікування замовників стають

дедалі гнучкішими. У таких умовах головним викликом стає забезпечення оперативного реагування на зміни, збереження точності планування й контроль реального стану виконання робіт. Діджитал-адаптовані технології дозволяють подолати ці бар'єри, створюючи середовище, у якому дані слугують основою управлінських рішень, а автоматизація знижує вплив людського фактору. Проблема полягає у розробленні ефективних моделей цифрової інтеграції, що поєднують різні інструменти планування, контролю, аналітики та моніторингу у єдину систему управління.

Метою статті є теоретичне узагальнення й систематизація сучасних наукових підходів до опрацювання змін у плануванні та контролі будівельних проєктів із застосуванням діджитал-адаптованих технологій. Завданням є визначення ключових компонентів цифрових платформ, що забезпечують динамічне коригування графіків, автоматизований моніторинг виконання, сценарне моделювання та управління ризиками. Також важливою є оцінка впливу технологій штучного інтелекту, BIM, ERP, IoT і Digital Twin на ефективність управління, прогнозування відхилень та підвищення прозорості комунікацій. Очікуваним результатом є обґрунтування концепції інтегрованої цифрової екосистеми управління проєктами, здатної забезпечити адаптивність і стійкість у мінливому середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Наукові дослідження останніх років демонструють зростання інтересу до цифрових технологій як рушійної сили еволюції управління будівельними проєктами. У працях із цифрової трансформації будівельної галузі розкриваються підходи до впровадження цифрових двійників, аналітики великих даних, ERP і BIM-рішень як основи інтегрованого управління. Дослідники підкреслюють, що сучасні системи планування повинні бути не лише інформаційними, а й когнітивними — такими, що здатні навчатися на основі накопичених даних та самостійно формувати нові сценарії управління.

Окремий напрям становлять роботи, присвячені цифровим платформам управління ресурсами, які поєднують моніторинг техніки, матеріалів та трудових потоків через сенсорні системи IoT. Такі платформи забезпечують перехід від постфактум-контролю до управління в реальному часі, де кожне відхилення автоматично фіксується та враховується у перерахунку календарних графіків.

Важливу роль відіграють дослідження, спрямовані на застосування штучного інтелекту, машинного навчання та аналітики прогнозів ризику. Вони дозволяють не лише виявляти проблеми, а й передбачати їх вплив на вартість, строки та якість будівництва. Сценарне моделювання у поєднанні з BIM і GIS-

середовищем формує нову логіку управління змінами, у якій кожна альтернатива прораховується з урахуванням просторових і часових факторів.

Виклад основного матеріалу: У сучасному будівельному середовищі спостерігається активна трансформація підходів до планування та контролю проектів. Ця трансформація зумовлена поширенням діджитал-адаптованих технологій, які суттєво змінюють класичні функції управління проектним циклом. У центрі змін перебувають концепції гнучкого реагування на зміну умов реалізації проектів, підвищення точності прогнозування строків і вартості, а також автоматизація системного контролю за виконанням робіт.

На відміну від традиційних статичних схем, які базувалися на фіксованих графіках, стандартизованих контрольних точках і ручному коригуванні, діджитал-підходи дозволяють будівельним компаніям здійснювати динамічне, даноцентричне управління проектом. Розгортання інтелектуальних цифрових модулів дає змогу формувати самокорегувальні плани, адаптувати сценарії реалізації до актуальних умов і синхронізувати міжфункціональні підрозділи компанії в режимі реального часу. Це дозволяє змінювати вектор виконання окремих фаз проекту, коли змінюються зовнішні або внутрішні обставини: дефіцит ресурсів, зміна регуляторного середовища, порушення логістики, нові вимоги замовника [1].

Однією з центральних особливостей таких технологій є опора на цифрові платформи, що поєднують візуальне моделювання, систему управління завданнями, модулі автоматизованого обліку ресурсів, хмарні сховища даних, сенсорні засоби моніторингу та алгоритми прогнозування ризиків. Цей підхід дозволяє здійснювати наскрізний контроль за проектом — від етапу концептуального планування до фактичного введення об’єкта в експлуатацію, при цьому відслідковуючи усі відхилення від базового сценарію та миттєво адаптуючи операційні задачі. Щоб краще проілюструвати принципову відмінність класичних і діджитал-адаптованих підходів до контролю будівельних проектів, подаємо рисунок 1 нижче.

Окрім основ технологічного контролю, діджитал-адаптовані технології формують нову культуру прийняття рішень у будівельному управлінні. Завдяки впровадженню алгоритмічного управління ризиками, аналітики великих даних, штучного інтелекту та систем business intelligence, підприємства отримують можливість оцінювати тисячі варіантів розвитку подій та обирати найоптимальніші шляхи виконання проекту на базі статистично обґрунтованих моделей.

Рис. 1. Відмінності між традиційними та діджитал-адаптованими системами контролю будівельних проектів *(розроблено автором на основі [1])*

Такі системи впроваджуються через архітектури цифрових платформ — зокрема, проєктно-орієнтованих ERP, модулів управління за методологією Earned Value Management (EVM), цифрових дашбордів реального часу, IoT-систем моніторингу будівельних майданчиків. Усі ці технології синхронізуються через API-з'єднання та формують єдиний інформаційний простір — не лише для керівників проектів, а й для виконавців на місцях, логістичних операторів, підрядників, аудиторів і замовників [2].

У процесі діджиталізації будівельного сектору особливе місце займають інтелектуальні цифрові платформи, здатні не лише створювати початкові плани будівництва, а й автоматично їх адаптувати залежно від внутрішніх і зовнішніх змін. Суть таких платформ полягає у їх здатності до переконфігурувального планування — коли на підставі моделі ризиків, обмежень ресурсів чи погоди план коригується без участі людини, максимально швидко та ефективно. Технологічний фундамент таких платформ складають предиктивна аналітика, штучний інтелект (ШІ), інтеграція потоків з BIM-моделі, ERP-систем та IoT-пристроїв.

За даними Калайди А. В. та Пана М. П., що досліджували цифрові двійники будівельних систем на платформі Azure, такі технології дозволяють суттєво підвищити стійкість інфраструктурних об'єктів до зміни

експлуатаційного середовища за рахунок оновлення ресурсних параметрів моделі в режимі реального часу [1].

Ключовим елементом таких платформ є цифрові двійники будівельних об'єктів — точні віртуальні моделі, що поєднують фізичні дані в реальному часі з інтелектуальною аналітикою. Так, дослідження Калайди та Пана показують, що навколо платформи Azure Digital Twins будується система управління «живим» цифровим образом об'єкта, що забезпечує постійне оновлення стану та надання рекомендацій для коригування плану.

Застосування таких платформ суттєво змінює корпоративні процеси будівельних підприємств [3]:

1. Миттєве оновлення графіків у разі відхилень;
2. Оптимізація ресурсного забезпечення (люди, техніка, матеріали);
3. Зниження простоїв, ресурсоємності та ризиків;
4. Підвищення внутрішньої координації між підрозділами;
5. Зростання прозорості для замовників та інвесторів.

В рамках цифрової екосистеми управління будівельними ресурсами особлива роль належить системам цифрової диспетчеризації — інтелектуальним рішенням, що формують ядро оперативного контролю підприємства. Це не просто облікова платформа, а динамічна модульна система, яка вловлює будь-які зміни на майданчику та оперативно реагує на них через аналіз даних у реальному часі.

Сучасні рішення побудовані на інтеграції GPS/GNSS-трекерів, RFID і QR-міток, IoT-сенсорів, підключених до ERP/BIM-систем, що дає змогу автоматично розпізнавати зміни у роботі техніки, переміщенні матеріалів, графіках змін і ресурсному завантаженні. Такі диспетчерські модулі здійснюють проактивний моніторинг, вловлюючи перші ознаки відхилень і запобігаючи зривам у графіках.

Щоб наочно відобразити структуру сучасної системи цифрової диспетчеризації в контексті управління будівельними ресурсами, доцільно подати у вигляді рисунка 2. Він дозволяє простежити взаємозв'язки між джерелами даних, центральним диспетчерським ядром та механізмами прийняття управлінських рішень у реальному часі.

Як показує досвід Калайди А.В. та Пана М.П., застосування платформи цифрової диспетчеризації на основі Azure Digital Twins забезпечує зниження часу реагування на відхилення на 30–40%, що суттєво підвищує стабільність робочих процесів [12].

Управління складними будівельними проєктами в умовах зростаючої невизначеності все більше потребує не лише динамічного контролю, а й передбачення розвитку подій із використанням цифрових інструментів. У

цьому контексті ключову роль відіграє сценарне моделювання, що дозволяє будівельним підприємствам формувати декілька альтернатив розвитку подій та відповідно адаптувати ресурси, графіки й логістику. Йдеться не про стандартне планування, а про інструмент «what-if», який вбудований у цифрові екосистеми і використовує штучний інтелект, цифрові двійники, моделі на основі великих даних і просторово-часові прогнози [5].

Рис. 2. Функціональна структура цифрової диспетчеризації ресурсів у будівництві
(розроблено автором на основі [4])

Цифрові інструменти такого типу відзначаються гнучкістю і швидкістю реакції на зміни, що робить їх незамінними у ситуаціях, коли, наприклад, змінюються умови постачання, погіршуються погодні умови чи виникає затримка від субпідрядника. Відповідно, підприємство формує не один варіант розвитку, а кілька — із розрахунком ймовірності їх настання та набором заходів на випадок кожного сценарію. Сценарне моделювання змін у будівельних проєктах потребує узгодженої роботи між джерелами даних, цифровими моделями та алгоритмами прогнозування. Щоб краще зрозуміти послідовність і логіку цих дій, нижче подано рисунок 3, який відображає ключові етапи сценарного аналізу.

На практиці сценарне моделювання охоплює такі типи даних, як інформація з GPS-трекерів, метеорологічні прогнози, аналітика проєктного ризику, історичні шаблони відхилень, дані про потужності субпідрядників, а також обмеження щодо логістики. Ці дані вводяться в цифрові модулі, які

дозволяють формувати симуляції у BIM-середовищі, використовувати Digital Twin для віртуального моделювання реакції на зміну, або застосовувати машинне навчання для прогнозу наслідків змін [6].

Рис. 3. Архітектура сценарного моделювання змін у будівельному середовищі
(розроблено автором на основі [5])

Реалізація таких симуляцій уже використовується у великих інфраструктурних проектах. Наприклад, в рамках міжнародних консорціумів транспортного будівництва застосовуються модулі, що дозволяють враховувати вплив від зміни підрядника або подовження терміну постачання матеріалів. Завдяки використанню сценарних платформ, замовник ще на етапі ранньої зміни бачить прогнозований вплив на строки і вартість, що відкриває нові горизонти для управління ризиками. Щоб конкретизувати інструментальну базу сценарного моделювання в будівництві, нижче наведено таблицю 1, яка вказує на сучасні цифрові платформи, які використовуються для прогнозування змін та перепланування дій у проектному середовищі.

Використання представлених у таблиці інструментів відкриває новий рівень проектного управління, де цифрове середовище виступає не лише як джерело інформації, а як активний учасник ухвалення рішень. Зокрема, застосування BIM-модулів зі сценарними функціями дозволяє не просто оновлювати графіки виконання робіт, а й генерувати альтернативні варіанти їх реалізації в залежності від зовнішніх і внутрішніх умов.

Таблиця 1.

Цифрові інструменти сценарного моделювання у будівельних проєктах *(розроблено автором на основі [6])*

Тип інструменту	Ціль використання	Приклад систем
Сценарні модулі у BIM	Моделювання графіку з урахуванням змін	Autodesk Revit + Navisworks
Digital Twin симулятори	Імітація змін на майданчику та в ресурсному середовищі	Siemens NX + Teamcenter
AI-прогнозери ризиків	Оцінка вірогідності зриву проєкту за історичними шаблонами	IBM Watson AI Builder
Аналітичні платформи з ML	Виявлення закономірностей у відхиленнях виконання	Power BI з ML Toolkit
GIS-інтегровані системи	Прогнозування ризиків у прив’язці до просторових факторів місцевості	ArcGIS Pro з BIM Add-in

Цифрові двійники (Digital Twins), в свою чергу, забезпечують можливість симуляції проєктного процесу з точністю до одиниць часу та ресурсів, дозволяючи будівельним підприємствам прогнозувати конфлікти та перевантаження до їх фактичного виникнення. Інтеграція штучного інтелекту та машинного навчання в аналітичні панелі дає змогу формувати складні прогнозні моделі на основі історичних і поточних даних. Наприклад, при виявленні тренду частих затримок у доставці певних видів матеріалів у конкретні регіони система автоматично генерує попередження й пропонує альтернативні логістичні рішення або резервування ресурсів.

GIS-інтегровані платформи додають до цього інструментарію просторово-часовий вимір, що особливо актуально в будівництві інфраструктурних або лінійних об'єктів. Вони дозволяють прогнозувати ризики з урахуванням природних умов, геології місцевості, близькості до об'єктів критичної інфраструктури або сезонних факторів, таких як паводки чи зсуви [7].

В умовах наростаючої складності будівельних проєктів питання контролю виконання робіт виходить за межі простого звіряння із календарним планом. Сучасні цифрові підходи базуються на постійній синхронізації фактичних даних з репозитаріями, у яких зберігаються повноцінні цифрові відображення об’єктів, ресурсів, логістичних потоків та історії змін. Такі репозитарії, сформовані на основі даних з BIM-систем, SCADA-модулів, IoT-сенсорів та аналітичних платформ, стають ядром цифрової екосистеми управління, що дозволяє автоматично виявляти відхилення, порушення послідовностей та критичні ризики [11].

Одним із ключових ефектів інтеграції цих даних із системами контролю є можливість динамічного перерахунку ризиків — тобто не лише фіксації проблем, а й активної оцінки їхнього впливу на подальший хід проєкту.

Наприклад, зміна темпів монтажу на певній ділянці може спричинити затримку у суміжних процесах, що в умовах обмеженого постачання матеріалів формує каскадні ризики. Якщо ці зміни автоматично потрапляють у цифрову репрезентацію (репозитарій), система одразу запускає оновлення матриць ризиків і адаптує графік виконання [8].

У таблиці 2, яка знаходиться нижче, подано ключові компоненти інтеграції, їхнє функціональне призначення та приклади конкретних впливів на ризик-середовище в будівельному проєкті.

Інтеграція зазначених компонентів створює передумови для рефлексивного управління, коли система не лише фіксує факт відхилення, а й ініціює дії щодо його усунення або адаптації плану. Цей підхід змінює філософію управління з реактивної на проактивну: об'єкт не просто підпорядковується зміні, а отримує змогу структуровано й цілеспрямовано на неї реагувати. Зокрема, репозитарії, які оновлюються в режимі реального часу, можуть бути під'єднані до сценарних модулів, що дає змогу оцінювати варіанти рішень без необхідності ручного втручання [10].

У практичному вимірі така інтеграція дозволяє будівельним підприємствам значно скоротити обсяги неузгоджених дій, повторного виконання, аварійних рішень та неефективного використання ресурсів. Крім того, система дає змогу вести цифровий архів усіх ризиків і реакцій на них, що стає цінною базою для наступних проєктів та формування стандартів цифрового управління в галузі. Це не лише покращує результативність, а й створює основу для перехідної уніфікації ризик-менеджменту в масштабах усього підприємства [9].

Таблиця 2.

Взаємозв'язок систем контролю робіт і репозитаріїв даних у контексті управління ризиками *(розроблено автором на основі [8])*

Компонент інтеграції	**Функціональне призначення**	**Приклад впливу на ризики**
IoT-сенсори прогресу	Передача фактичної інформації про виконані об'єми	Затримка в бетонуванні → ризик замерзання конструкції
SCADA-моніторинг обладнання	Відстеження режимів роботи техніки та механізмів	Перевантаження крану → ризик аварії або простою
Хмарні BIM-репозитарії	Зберігання та порівняння проєктної й фактичної геометрії	Відхилення в положенні елементів → ризик несумісності
Панелі динамічної оцінки KPI	Візуалізація критичних показників виконання (час, вартість, якість)	Перевищення бюджету по підрозділу → ризик втрати маржі
AI/ML-модулі ризик-аналізу	Оцінка ймовірності розвитку сценаріїв за історичними даними	Комбінація погодних умов і затримок → ризик зупинки

Література

1. Калайда, А.В. Цифровий двійник будівельного об'єкта на основі Microsoft Azure Digital Twins / А. В. Калайда, М. П. Пан // Інформаційні технології і комп'ютерна інженерія. – 2021. – № 3 (54). – С. 38–45. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://itce.knu.ua/article/view/235796

2. Левківський, О.Ю. Цифрова трансформація управління проектами у будівництві: концептуальні засади : монографія / О.Ю. Левківський. – Київ: НУБіП України, 2020. – 214 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nubip.edu.ua/node/124007

3. 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

4. Момот, Т.В. Інформаційні технології в управлінні ресурсами будівельного підприємства / Т. В. Момот, І. В. Піддубна // Управління розвитком складних систем. – 2022. – № 49. – С. 65–71. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://urss.knuba.edu.ua/article/view/257409

5. Вахненко, Т.О. Застосування інформаційних технологій для адаптивного перепланування виробничих систем у будівництві / Т. О. Вахненко // Сучасні технології в будівництві. – 2023. – № 2. – С. 30–37. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://journals.nupp.edu.ua/stb/article/view/2918

6. Olanipekun O.O. Facilitating Digital Transformation in Construction—A Systematic Review of the Current State of the Art // Frontiers in Built Environment. — 2021. — Vol. 7. DOI:10.3389/fbuil.2021.660758

7. Liu Z., Ding R., Gong Z., Ejohwomu O. Fostering Digitalization of Construction Projects through Integration: A Conceptual Project Governance Model // Buildings. — 2023. — Vol. 13(3). DOI:10.3390/buildings13030825

8. Tung Y.-H., Chia F.-C., Yong F. Y. Exploring the Usage of Digital Technologies for Construction Project Management // Planning Malaysia, Vol. 19(3), 2021, pp. 13–22.

9. Liu et al. A Robotic Cyber-Physical System for Automated Reality Capture and Visualization in Construction Progress Monitoring // arXiv preprint, 2024.

10. Yang J., Wilde A., Menzel K. et al. Computer Vision for Construction Progress Monitoring: A Real-Time Object Detection Approach // arXiv preprint, 2023.

11. 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.

12. Castañeda K., Sánchez O., Peña C.A., Herrera R.F., Mejía G. BIM Uses for Mitigating Deficiencies in Road Scheduling Planning // Sustainability, 2025, Vol. 17, No. 6, 2729. DOI:10.3390/su17062729

Kolomiiets Valerii,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

PROCESSING CHANGES IN THE PLANNING AND CONTROL OF CONSTRUCTION PROJECTS USING DIGITAL-ADAPTED TECHNOLOGIES

Modern construction is undergoing a profound digital transformation that is radically reshaping the mechanisms of planning, control, and project management. Digital-adapted technologies are becoming a key tool that ensures synchronization among all participants in the construction process, enhances the accuracy of forecasting timelines, costs, and resources, and forms the foundation for self-adjusting management systems. Unlike traditional schemes based on fixed schedules, modern digital platforms enable dynamic, data-centered planning integrated with analytical modules, sensor networks, and artificial intelligence.

The digitalization of construction processes is reflected in the implementation of digital twins, IoT monitoring systems, big data analytics, ERP, and BIM platforms, which create a continuous flow of information between the stages of the project life cycle. Of particular importance are intelligent management modules capable of reconfigurable planning—automatic adjustment of schedules depending on changes in external and internal factors. Such systems make it possible to form response scenarios to deviations, forecast risks, optimize resources, and ensure transparency in project execution in real time.

Keywords: digitalization of construction; project management; planning; control; digital twins; BIM; scenario modeling; artificial intelligence.

REFERENCES

1. Kalayda, A.V., & Pan, M.P. Digital Twin of a Construction Object Based on Microsoft Azure Digital Twins. Information Technologies and Computer Engineering, 2021, No. 3 (54), pp. 38–45. [Electronic resource]. – Available at: http://itce.knu.ua/article/view/235796 {in Ukrainian}

2. Levkivskyi, O.Yu. Digital Transformation of Project Management in Construction: Conceptual Foundations: Monograph. Kyiv: NUBiP of Ukraine, 2020.

214 p. [Electronic resource]. – Available at: https://nubip.edu.ua/node/124007 {in Ukrainian}

3. Chupryna, G., Ryzhakova, V., Pokolenko, D., 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 English}

4. Momot, T.V., & Piddubna, I. V. Information Technologies in the Management of Construction Enterprise Resources. Management of Complex Systems Development, 2022, No. 49, pp. 65–71. [Electronic resource]. – Available at: http://urss.knuba.edu.ua/article/view/257409 {in Ukrainian}

5. Vakhnenko, T.O. Application of Information Technologies for Adaptive Replanning of Production Systems in Construction. Modern Technologies in Construction, 2023, No. 2, pp. 30–37. [Electronic resource]. – Available at: https://journals.nupp.edu.ua/stb/article/view/2918 {in Ukrainian}

6. Olanipekun, O.O. Facilitating Digital Transformation in Construction—A Systematic Review of the Current State of the Art. Frontiers in Built Environment, 2021, Vol. 7. DOI:10.3389/fbuil.2021.660758 {in English}

7. Liu, Z., Ding, R., Gong, Z., & Ejohwomu, O. F. Fostering Digitalization of Construction Projects through Integration: A Conceptual Project Governance Model. Buildings, 2023, Vol. 13(3). DOI:10.3390/buildings13030825 {in English}

8. Tung, Y.-H., Chia, F.-C., & Yong, F. Y. Exploring the Usage of Digital Technologies for Construction Project Management. Planning Malaysia, Vol. 19(3), 2021, pp. 13–22. {in English}

9. Liu, Z., et al. A Robotic Cyber-Physical System for Automated Reality Capture and Visualization in Construction Progress Monitoring. arXiv preprint, 2024. {in English}

10. Yang, J., Wilde, A., Menzel, K., et al. Computer Vision for Construction Progress Monitoring: A Real-Time Object Detection Approach. arXiv preprint, 2023. {in English}

11. 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, 12(1), pp. 40–50. {in English}

12. Castañeda, K., Sánchez, O., Peña, C.A., Herrera, R F., & Mejía, G. BIM Uses for Mitigating Deficiencies in Road Scheduling Planning. Sustainability, 2025, Vol. 17, No. 6, 2729. DOI:10.3390/su17062729 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.388-402
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,
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,
Кошева І.С., kosheva.is@knuba.edu.ua, ORSID: 0000-0001-8224-3759,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ЧИСЕЛЬНОЇ МОДЕЛІ БУДІВЛІ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ НА ОСНОВІ ОБСТЕЖЕННЯ

Приведено методику створення комплексних чисельних моделей незавершених і пошкоджених будівель та споруд по результатам обстеження їх стану. На основі створеної методики з використанням BIM технологій розглядається моделювання технічного стану конструкцій каркасу дев'ятиповерхового будинку, що дає можливості для подальшого прийняття оптимальних проєктних рішень по реконструкції та будівництву і значно прискорює проєктні роботи, Представлені чисельні моделі дев'ятиповерхового житлового будинку створені по результатам технічного обстеження стану каркасу будівлі, на основі яких розроблені проєкти підсилення конструкцій і реконструкції будівлі в цілому. Результати чисельного дослідження комплексних просторових моделей і висновків про напружено-деформований стан та міцнісні характеристики конструкцій будівлі, на основі їх обстеження, значно розширюють можливості в прийнятті проєктних рішень для створення проєктів підсилення конструкцій та реконструкції будівлі в цілому, що дає можливості впровадження перспективних розробок в їх спорудження.

Ключові слова: комплексні чисельні просторові моделі; методика комп'ютерного моделювання; BIM технології; напружено-деформований стан та міцнісні характеристики будівель; технічне обстеження будівель; підсилення конструкцій та реконструкція; впровадження перспективних розробок; оптимальний варіант проєкту.

Розробка методики створення комплексних чисельних просторових моделей дослідження напружено-деформованого стану, залишкової міцності та жорсткості конструкцій, що враховує світовий і вітчизняний досвід

проектування конструкцій будівель та споруд, з використанням сучасних методів обстеження, на основі BIM технологій, спрямована на вирішення важливої соціально-економічної та наукової проблеми і є актуальною задачею будівельної механіки. Основні напрямки досліджень пов'язані з питаннями будівництва нових, реконструкції та відновлення існуючих будівель та споруд. Результати досліджень дають змогу визначити існуючий стан несучих конструкцій будівлі, на основі їх обстеження, створити комплексну чисельну просторову BIM-орієнтовану модель будівлі, дослідити напружено-деформований стан, міцність і жорсткість конструкцій, оцінити можливість подальшої експлуатації та розробки проєкту підсилення конструкцій, відновлення і реконструкції будівлі в цілому . 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]. Створена методика чисельного моделювання та дослідження стану конструкцій будівель та споруд значно прискорює оцінку можливостей їх подальшого відновлення та прийняття оптимальних проєктних рішень, з використанням перспективних розробок, на основі результатів комплексного технічного обстеження будівель в цілому [3,4,5].

В статті розглядається чисельне моделювання стану конструкцій каркасу будинку за адресою м. Київ, вул. Набережно-хрещатицька, буд. 9 по результатам обстеження і оцінки технічного стану (рис. 1). На основі візуального обстеження, аналізу проектно-технічної документації та обмірних робіт визначена загальна характеристика об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будинку.

Проведені інженерно-геологічні вишукування визначили геологічну будову та гідрогеологічні умови в межах ділянки будівництва, дали можливість розробити прогноз зміни геологічних умов при реконструкції будинку. Результати детального обстеження технічного стану несучих конструкцій будівлі та випробування бетонних монолітних залізобетонних конструкцій, за допомогою контрольно-вимірювальної апаратури - ОНИКС-2 для визначення міцності бетону по швидкості розповсюдження ультразвукових хвиль, визначений технічний стан окремих конструкцій:

1. Пілони – тріщини, шириною розкриття 0.2…0.7мм, руйнування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури, замокання, висоли. Технічний стан монолітних залізобетонних конструкцій, що оцінюється за

класифікаційними ознаками стану залізобетонних конструкцій **як задовільний (ІІ категорія)**

2. Монолітні залізобетонні стіни - руйнування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури, замокання, висоли. Технічний стан монолітних залізобетонних конструкцій, що оцінюється за класифікаційними ознаками стану залізобетонних конструкцій **як задовільний (ІІ категорія)**

3. Перекриття - тріщини, шириною розкриття 0.1…0.7мм, руйнування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури, замокання, висоли. Технічний стан монолітних залізобетонних конструкцій, що оцінюється за класифікаційними ознаками стану залізобетонних конструкцій **як задовільний (ІІ категорія)**

4. Зовнішні стіни огородження та внутрішні перегороди з газоблоків – тріщини, шириною розкриття 0.1…1.2мм, руйнування блоків кладки стін, замокання, висоли. Технічний стан зовнішніх стін огородження та внутрішніх перегородок з піноблоків, що оцінюютьється за класифікаційними ознаками стану **як непридатний до нормальної експлуатації (ІІІ категорія).**

5. Збірні залізобетонні сходи - руйнування захисного шару бетону, оголення та корозія арматури, замокання, висоли. Технічний стан монолітних залізобетонних конструкцій, що оцінюється за класифікаційними ознаками стану залізобетонних конструкцій **як задовільний (ІІ категорія),** окрім зруйнованих залізобетонних сходів на 3-й поверх технічний стан якого характеризується як аварійний **стан (IV категорія).**

На підставі даних отриманих за результатами обмірних робіт, інженерно-геологічних вишукувань, візуального та інструментального обстежень технічного стану будинку розроблено комп'ютерну модель несучих конструкцій будинку в цілому, з використанням програмного комплексу Revit [6,7,8]. Розрахунки комп'ютерної моделі виконані за допомогою програмного комплексу ЛІРА САПР 2017, який є комп'ютерною системою для структурного аналізу НДС, стійкості та жорсткості конструкцій будівлі і є основою для подашої розробки проєкту підсилення конструкцій та реконструкції будівлі в цілому [9,11]. Розрахункова схема прийнята у вигляді просторової системи. Вона складається із стрижневих скінченних елементів (СЕ), які моделюють елементи залізобетонних колон, та оболонкових СЕ, що моделюють роботу залізобетонних стін, плит перекриття та фундаменту. Сполучення основних несучих елементів між собою – жорстке. Розрахунок житлових будівель та підземного паркінгу виконані як система "основа-фундамент-споруда" згідно вимог п.8.4 ДБН В.2.1-10 в тривимірній постановці з урахуванням спільної роботи надземних та підземних конструкцій, фундаменту й основи під ним (рис. 2). За допомогою програмного комплексу враховано утворення тріщин,

розвиток непружних деформацій в матеріалі та нелінійну роботу каркасу за допомогою спеціалізованого модулю [2,6,11]. Ґрунтові умови майданчика були змодельовані у вигляді просторового масиву в підсистемі «Ґрунт» на підставі звіту про інженерно-геологічні вишукування.

Рис. 1. Загальний стан будинку з недобудованим 6-8 поверхами.

Згідно ДБН В.1.2-14 при розрахунках на забезпечення механічного опору та стійкості були використані усталені, перехідні та аварійні розрахункові ситуації. Результати розрахунку показали, що прийняті конструктивні рішення, схеми та перерізи елементів каркасу відповідають нормативним вимогам міцності, стійкості та жорсткості. Значення граничних деформацій основ будівель та споруд не перевищують допустимих значень, які наведені в ДБН В.2.1-10. Граничні прогини, переміщення конструкцій, вертикальні та горизонтальні перекоси відповідають вимогам ДСТУ Б В.1.2-3 та ДБН В.1.1-12.

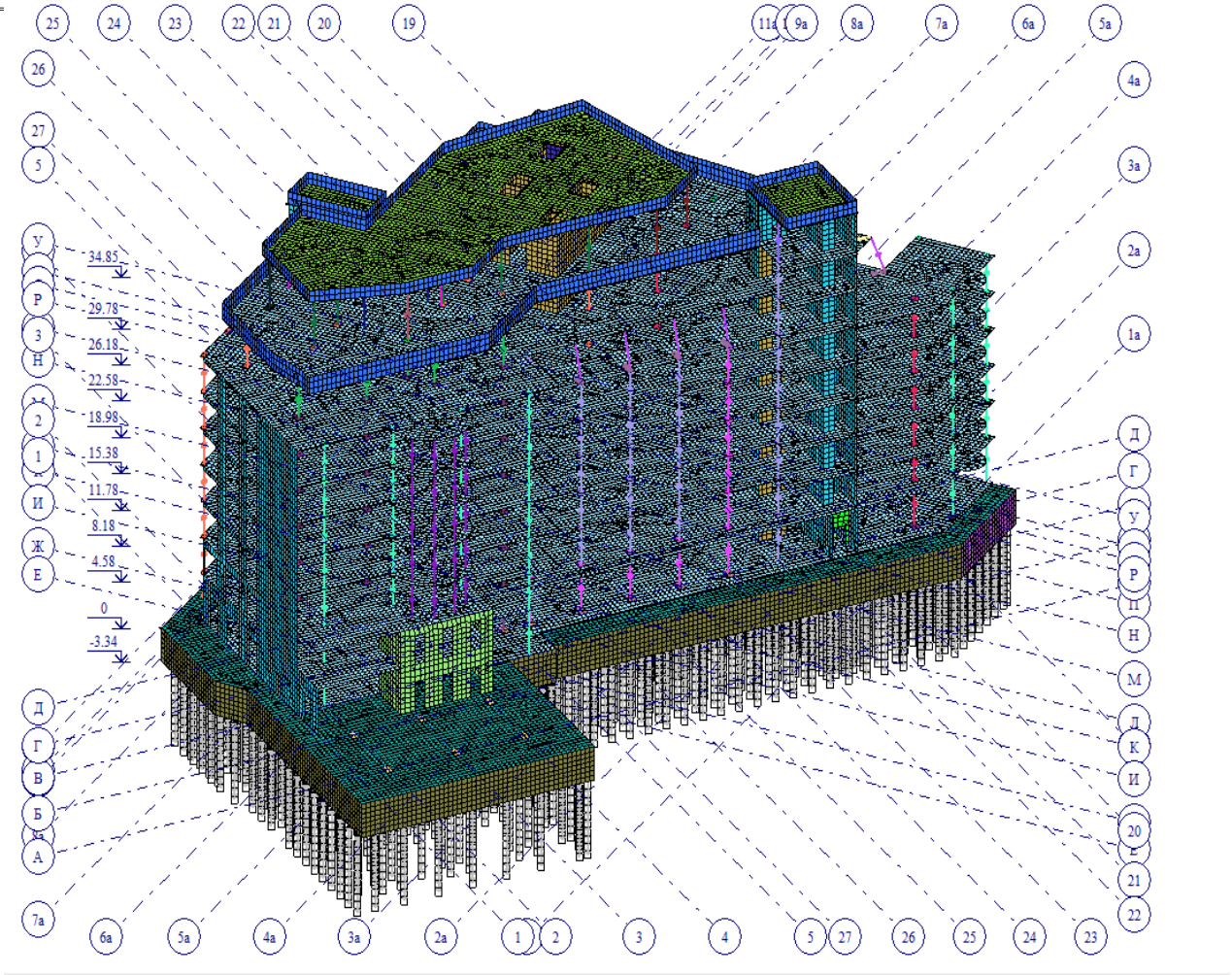


Рис.2 Просторова розрахункова чисельна модель будинку.

Для забезпечення сейсмостійкості несучих конструкцій, загальний процент армування поперечного перерізу не перевищує 3%, що дає змогу виключити виникнення крихкого руйнування конструкцій та появи пластичних деформацій в залізобетонних конструкціях при дії інтенсивних поперечних сил. При розрахунках будівельних конструкцій враховано сейсмічні впливи згідно ДБН В.1.1-12.

Так як згідно із завданням передбачається реконструкція існуючої будинку з частковим демонтажем несучих конструкції та надбудови додаткових елементів – розрахункова схема була побудована з врахуванням поетапного зведення будинку з розмежуванням на стадії:

Стадія 1 – зведення фундаментів, вертикальних елементів підвалу, плити перекриття 1-го поверху.

Стадія 2 – зведення вертикальних елементів 1-го поверху, плити перекриття 2-го поверху.

Стадія 3 – зведення вертикальних елементів 2, 3-го поверхів, плит перекриття 3, 4-го поверхів.

Стадія 4 – зведення вертикальних елементів 4, 5-го поверхів, плит перекриття 5, 6-го поверхів.

Стадія 5 – зведення вертикальних елементів 6, 7-го поверхів, плит перекриття 7, 8-го поверхів.

Стадія 6 - зведення вертикальних елементів 8, 9-го поверхів, плити перекриття 9-го поверху та плити покриття надо 1-м поверхом

Стадія 7 – демонтаж залізобетонних елементів згідно ескізного проекту наданого замовником.

Стадія 8 – надбудова додаткових вертикальних елементів та плит перекриття згідно з ескізним проектом наданим замовником.

Розроблена комплексна чисельна модель будівлі дозволила провести конструктивні розрахунки для кожної стадії зведення будинку з урахуванням реальних навантажень на кожному етапі розрахунку [12,14]. На рис. 3 показана розрахункова модель для 8 стадії розрахунку.

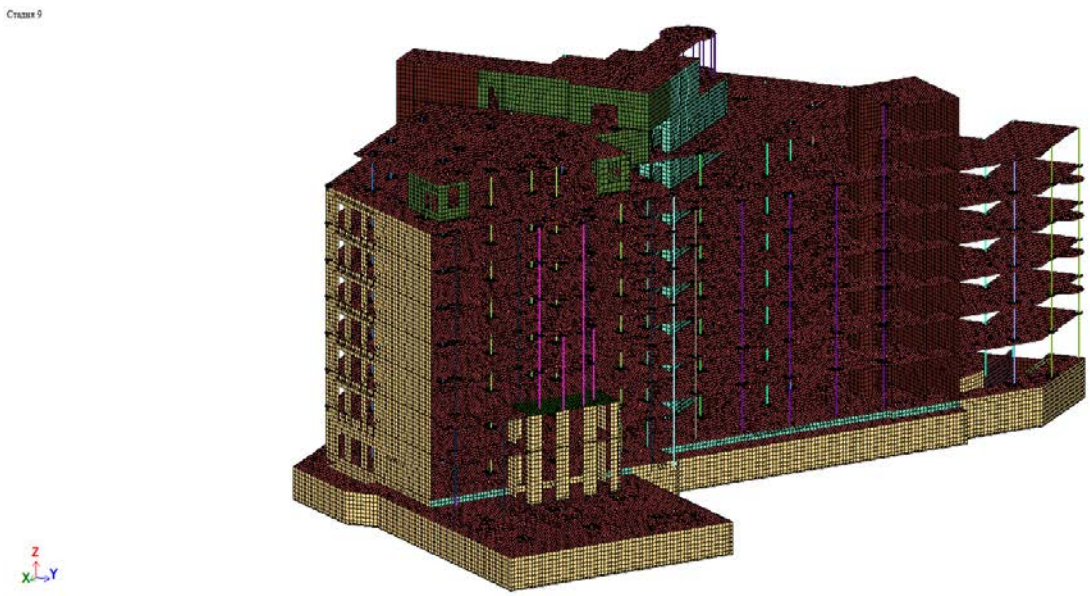


Рис. 3. Розрахункова модель будинку на стадії 8.

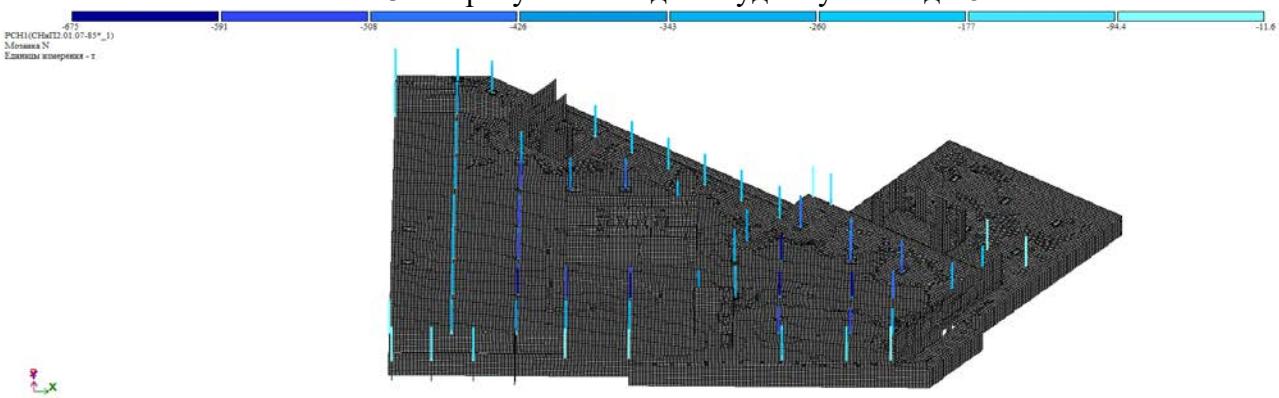


Рис.4.а Поздовжні зусилля N в колонах першого поверху

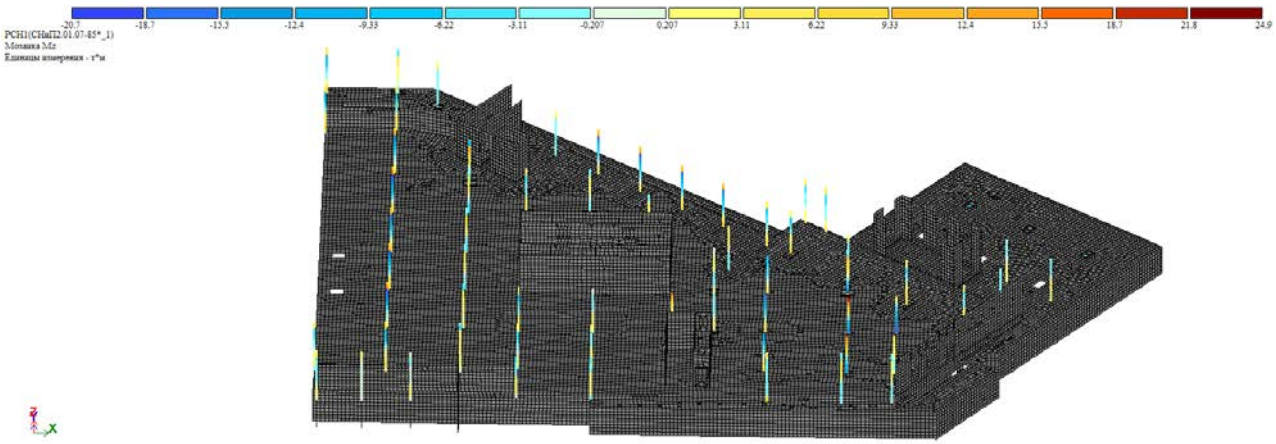


Рис. 4.б. Згинальні моменти M_z в колонах першого поверху

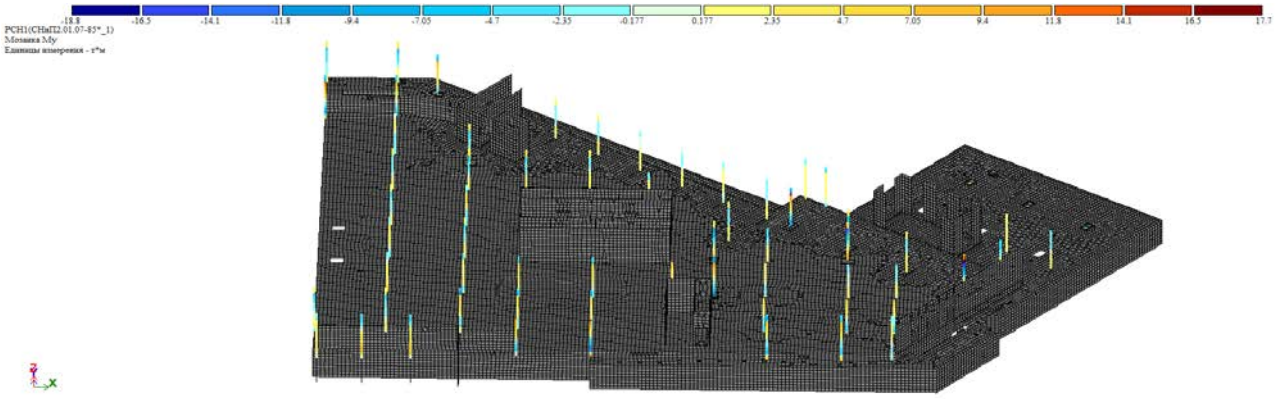


Рис. 4.в. Згинальні моменти M_y в колонах першого поверху

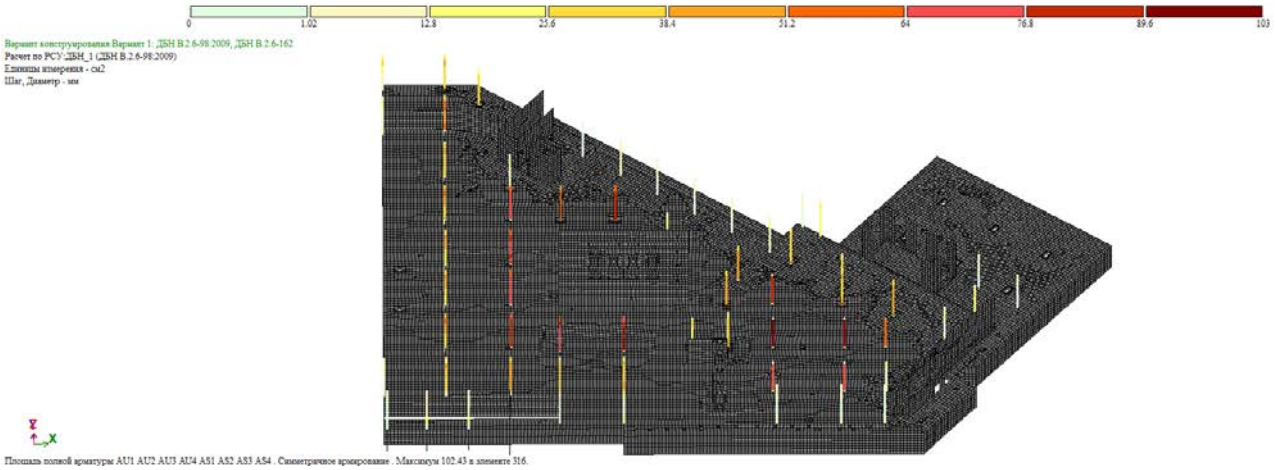


Рис. 4.г. Загальне основне армування в колонах першого поверху

В результаті дослідження НДС, міцності та жорсткості створеної чисельної моделі отримані значення внутрішніх зусиль, переміщень та необхідне армування для конструктивних елементів каркасу будівлі (фундаментів, колон, перекриттів, монолітних ядер жорсткості та ін.) [ ]. На рис. 4.а представлені зусилля N, на рис. 4.б -моменти M_z, на рис. 4.в. – моменти M_y, на рис. 4.г. – загальне основне армування для колон першого поверху.

Проведено моделювання НДС, стійкості та жорсткості монолітних ядер жорсткості будівлі та всіх монолітних перекриттів з урахуванням їх реального стану та навантажень, які можуть виникати в процесі експлуатації, та зміни конструктивної схеми будівлі в цілому[11,12,14].

Перевірочним розрахунком встановлено, що несучі конструкції будинку, згідно архітектурних креслень, відповідають вимогам першої та другої групи граничних станів. Можливе завершення незавершеного будівництва без зміни об’ємно-планувальних рішень та його подальша експлуатація без посилення залізобетонних елементів. Також відповідно розрахунку є можливим виконати надбудову додаткових двох поверхів з частковим посиленням вертикальних елементів перших поверхів.

По результатам технічного обстеження та чисельного дослідження НДС, міцності і жорсткості конструкцій в програмному розрахунковому комплексі LIRA-САПР 2017, створеної комплексної моделі будівлі дев’ятиповерхового житлового будинку, реалізований проєкт підсилення елементів каркасу та реконструкції будівлі в цілому [8,9]. Розроблений проєкт підсилення фундаментної плити в паркінгу будівлі та підсилення фундаментів несучого залізобетонного каркасу будівлі, також проєкт підсилення несучих залізобетонних колон металевими елементами з першого по восьмий поверх та підсилення перекриттів восьмого та дев’ятого поверхів для влаштування над ними технологічної надбудови. На рис.5.а представлено проєкт підсилення залізобетонної колони ПК – 5 (тип 5), на рис.5.б – проєкт підсилення плити перекриття дев’ятого поверху.

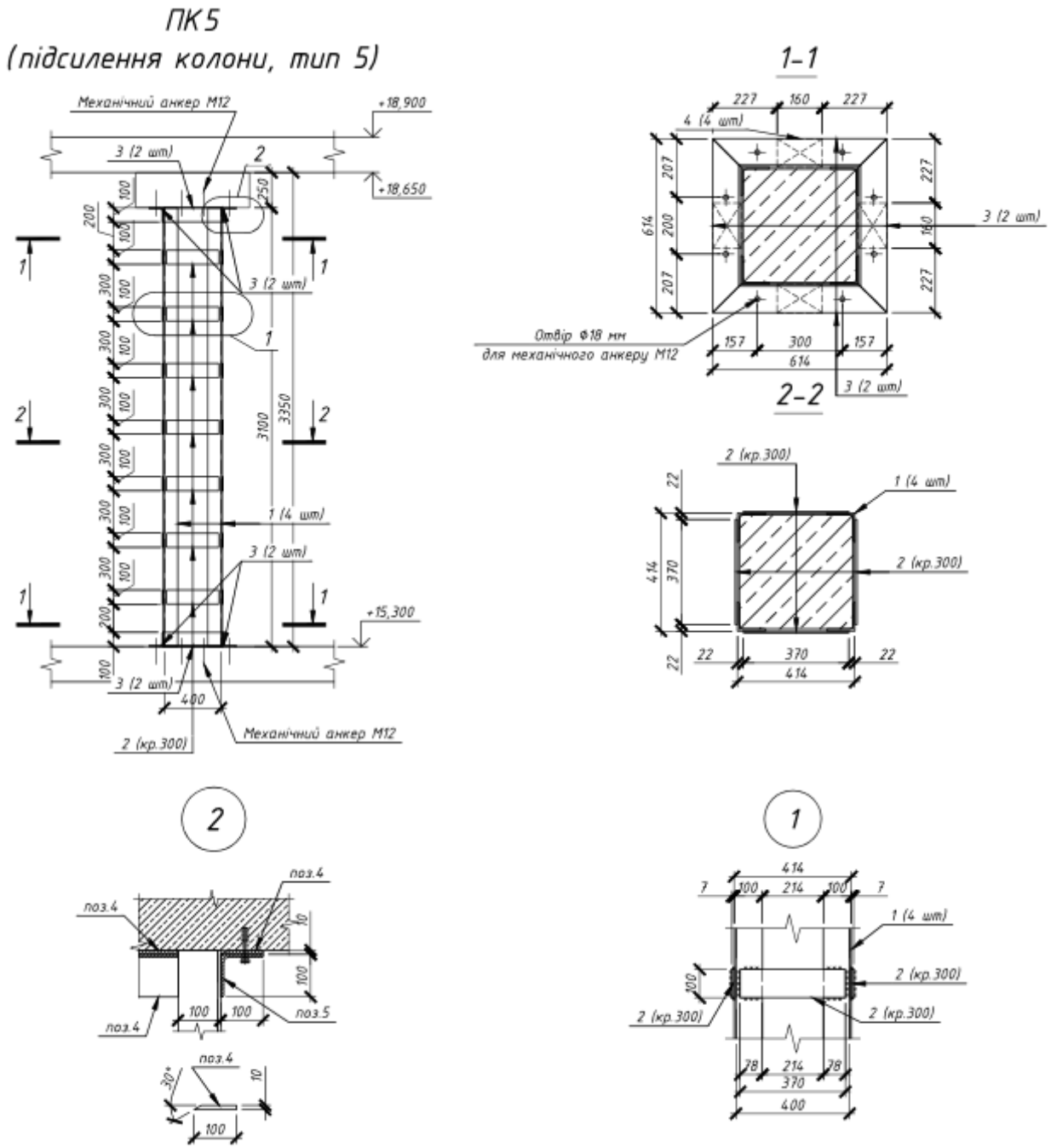


Рис. 5.а. Проєкт підсилення колони ПК – 5 (тип 5)

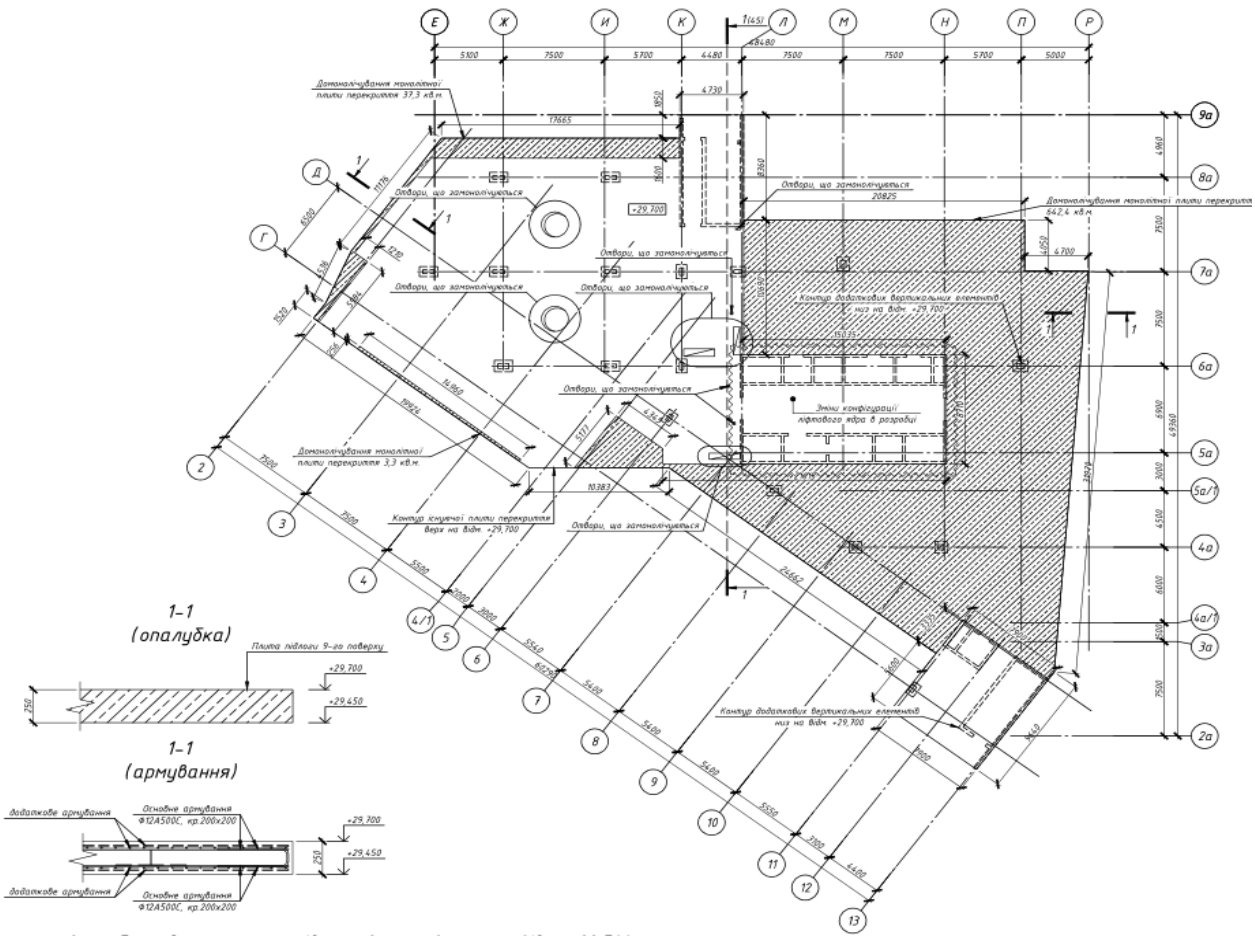


Рис. 5.б. Проєкт підсилення плити перекриття -го 9 поверху на відм. 26.100

Висновки. Розроблена комплексна методика чисельного моделювання просторових моделей стану будинків та споруд на основі використання BIM технологій, по результатам технічного обстеження, значно прискорює прийняття проєктних рішень по їх відновленню та реконструкції, що дає можливість розробки проєктів з використанням сучасних матеріалів та технологій і значно прискорює прийняття оптимальних проектних рішень за рахунок комплексного та одночасного використання чисельних методів дослідження та проєктування конструкцій. Використання розрахункового комплексу LIRA-САПР 2017 дає можливість визначення напружено-деформованого стану, міцності та жорсткості конструкцій будівлі і зробити висновки про загальний стан споруди в цілому, поряд з інженерними обстеженнями стану споруди експериментальними методами, що значно прискорює прийняття проєктних рішень.

Завдяки створеній чисельній моделі дев’ятиповерхового житлового будинку та врахуванню всіх зовнішніх навантажень на неї, виявляються найбільш невигідні місця концентрації впливів (силових, температурних, динамічних) на конструкції каркасу будівлі, розкриття тріщин в бетоні, оголення та корозії робочої арматури, зміни механічних характеристик

конструктивних матеріалів та загального зниження несучої спроможності , що підтверджується результатами інженерного обстеження стану дев'ятиповерхового житлового будинку експериментальними методами, та значно прискорюється прийняття рішень по підсиленню пошкоджених конструкцій, та вибору оптимального варіанту проєкту [10,13] подальшого відновлення та реконструкції будівлі. Розроблений проект реконструкції на основі концепції підсилення пошкоджених конструкцій елементами з прокатного металу, для підвищення просторової жорсткості будівлі, відновлення пошкоджених захисних шарів в залізобетонних конструкціях та створення додаткових залізобетонних елементів для підвищення несучої спроможності перекриттів. Можливість такого рішення підтверджена розрахунками створеної просторової комп'ютерної моделі будівлі з використанням результатів чисельного моделювання впливів на конструкції споруди в програмному комплексі LIRA–САПР 2017.

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., Левківський Д.В., Кошева В.О., Янсонс М.О., Чубарев А.Г., Марчук О.С. Чисельне моделювання напружено-деформованого стану магістральних трубопроводів в місцях переходів та компенсаторів при комплексному навантаженні / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. Збірник. – Вип. 85. – Київ, КНУБА, 2024. – С. 257-267.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. Кошевий О.П., Лазарева М.В., Янсонс М.О., Чубарев А.Г., Марчук О.С. Чисельне моделювання просторової моделі стану пошкодженого дев'ятиповерхового будинку для оцінки міцності та жорсткості на основі результатів обстеження / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. Збірник. – Вип. 86. – Київ, КНУБА, 2024. – С. 314-328.

13. Кошевий О.П., Кошевий О.О., Янсонс М.О., Йовко М.М. Параметрична оптимізація циліндричної оболонки під статичними навантаженнями / "Strength of materials and theory of structures".Issue 114. – Kyiv: KNUCA, 2025. – 313 p. 328-338.

14. 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 // Н.т. збірник «Просторовий розвиток», Випуск 13, К.: КНУБА, 2025р. – с. 308-324.

Candidate of technical sciences, associate professor Koshevyi Oleksandr,
Candidate of technical sciences, associate professor Yansons Maryna,
Chubarev Anton, Rubinskyi Oleksii, Yovko Mykola, Kosheva Inna,
Kyiv national university of construction and architecture

METHODOLOGY FOR CREATING A NUMERICAL BUILDING MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF STRUCTURAL REINFORCEMENT AND RECONSTRUCTION PROJECTS BASED ON INSPECTION

This document presents a methodology for creating comprehensive numerical models of unfinished and damaged buildings and structures, derived from the results of their technical condition inspections. Utilizing the developed methodology and BIM technologies, the technical condition modeling of the structural frame of a nine-story building is examined. This approach facilitates the subsequent adoption of optimal design solutions for reconstruction and new construction, significantly expediting project development. The numerical models of the nine-story residential building presented herein were developed based on technical inspections of the building's structural frame, forming the foundation for projects addressing structural reinforcement and overall building reconstruction. The findings from numerical analyses of complex spatial models, along with conclusions drawn from the stress-strain state and strength characteristics of building structures based on their technical inspection, significantly enhance the potential for developing optimal design solutions. This facilitates the creation of comprehensive projects for structural reinforcement and the overall reconstruction of the building, thereby enabling the implementation of innovative developments in their construction.

Keywords: comprehensive numerical spatial models; computer modeling methodology; BIM technologies; stress-strain state and strength characteristics of buildings; technical inspection of buildings; structural reinforcement and reconstruction; implementation of promising 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., Levkivskyi D.V., Kosheva V.O., Yansons M.O., Chubarev A.H., Marchuk O.S. Chyselne modeliuvannia napruzheno-deformovanoho stanu mahistralnykh truboprovodiv v mistsiakh perekhodiv ta kompensatoriv pry kompleksnomu navantazhenni/ Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. Zbirnyk. – Vol. 85. – Kyiv, KNUBA, 2024.– p. 257-267. {in Ukrainian}

8. 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}

9. 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}

10. 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}

11. 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}

12. Koshevyi O.P., Lazareva M.V., Yansons M.O., Chubarev A.H., Marchuk O.S. Chyselne modeliuvannia prostorovoi modeli stanu poshkodzhenoho deviatypoverkhovoho budynku dlia otsinky mitsnosti ta zhorstkosti na osnovi rezultativ obstezhennia / Mistobuduvannya ta terytorial′ne planuvannya: Nauk.-tekhn. Zbirnyk. Vol. 86. – Kyiv, KNUBA, 2024. – p. 314-328. {in Ukrainian}

13. Koshevyi O.P., Koshevyi O.O., Yansons M.O., Yovko M.M. Parametrychna optymizatsiia tsylindrychnoi obolonky pid statychnymy navantazhenniamy / “Strength of materials and theory of structures”.Issue 114. – Kyiv: KNUCA, 2025. – 313 p. 328-338. {in Ukrainian}

14. Koshevyi O.P., Yansons M.O., Chubarev A.H., Smolenskyi A.O., Rubinskyi O.I., Yovko M.M. Metodyka chyselnoho modeliuvannia stanu poshkodzhenykh pokryttiv budivel dlia stvorennia proektiv vidnovlennia ta rekonstruktsii na osnovi yikh obstezhennia // Nauk.-tekhn. Zbirnyk. «Spatial development», Vol. 13, Kyiv: KNUCA, 2025. – p. 308-324. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.403-414
УДК 711.4:004.9

Кривда К.Є.,
nebisa57@gmail.com, ORCID: 0009-0005-6724-4119,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФОРМУВАННЯ НАУКОВИХ ОСНОВ СИСТЕМНОГО МОНІТОРИНГУ В УМОВАХ ПРОСТОРОВО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Формування наукових основ системного моніторингу в умовах просторово-функціональної трансформації урбанізованих територій є стратегічним напрямом розвитку сучасного містобудування, орієнтованого на інтеграцію аналітичних, технологічних і управлінських підходів. Інтенсивність урбанізаційних процесів, зміна функціонального призначення територій, збільшення щільності забудови та ускладнення просторових зв'язків зумовлюють необхідність створення комплексних систем спостереження. Такі системи покликані забезпечити своєчасне виявлення тенденцій, ризиків і наслідків просторових змін для соціально-економічного розвитку міського середовища. Основою системного моніторингу є поєднання геоінформаційних технологій (ГІС), даних дистанційного зондування Землі, сенсорних мереж і цифрових платформ, які створюють інтегровану аналітичну екосистему для прийняття рішень. Наукова концепція системного моніторингу спирається на принципи комплексності, адаптивності та міждисциплінарності. Її впровадження передбачає аналіз просторових і часових параметрів міського розвитку, формування базових індикаторів сталості та оцінку впливу трансформацій на життєдіяльність населення. Ключовою проблемою є якість, повнота та актуальність даних, що вимагає розроблення методів валідації, стандартизації та інтеграції інформаційних потоків з різних джерел. Використання штучного інтелекту та алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматизувати процеси ідентифікації змін, прогнозування тенденцій та оцінки ризиків.

Ключові слова: системний моніторинг; урбанізація; просторово-функціональна трансформація; геоінформаційні системи; дистанційне зондування; аналітичні платформи; цифрові моделі; управління розвитком міста.

Постановка проблеми: Динамічний характер урбаністичного розвитку зумовлює необхідність постійного контролю за процесами просторово-функціональної трансформації міських територій. Висока щільність забудови,

збільшення транспортних потоків, деградація зелених зон та зміни у соціально-економічній структурі населення створюють складну систему взаємопов'язаних факторів, що потребує системного підходу до моніторингу. Традиційні методи спостереження, орієнтовані на окремі параметри (інженерні, екологічні або соціальні), більше не відповідають вимогам часу, адже не забезпечують комплексної оцінки урбаністичних процесів.

Проблема полягає у відсутності цілісної методології, яка б інтегрувала різні типи даних — від геопросторових до соціально-економічних — у єдину систему аналітичного управління. Це ускладнює прийняття стратегічних рішень, знижує ефективність планування й збільшує ризики деструктивних змін у міському середовищі. Актуальним завданням є створення наукових засад системного моніторингу, що передбачає формування єдиних принципів збору, валідації, обробки та візуалізації даних, а також побудову аналітичних моделей, здатних прогнозувати розвиток урбаністичних структур у реальному часі.

Метою статті є формування науково-методичних засад системного моніторингу урбанізованих територій у контексті просторово-функціональної трансформації міст. Дослідження спрямоване на визначення ключових принципів побудови інтегрованої системи спостереження, що поєднує геоінформаційні технології, цифрові платформи та методи штучного інтелекту. Завдання полягає у розробленні моделі взаємодії даних різного типу — сенсорних, супутникових, статистичних — для створення аналітичного простору, здатного забезпечити своєчасне виявлення змін і формування сценаріїв розвитку. Особливу увагу приділено питанням стандартизації, достовірності та актуальності інформації як основі ефективного управління урбаністичними процесами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Сучасні наукові підходи до системного моніторингу урбанізованих територій формуються на основі міждисциплінарного синтезу, що поєднує просторове моделювання, цифрові технології, екологічну аналітику та соціально-економічні дослідження. Наукові праці останніх років зосереджені на створенні комплексних моделей, здатних відображати взаємозв'язок між просторовими, функціональними та часовими змінами у міських системах. Значна увага приділяється розвитку методів збору, обробки та валідації даних, що формують інформаційний базис для прийняття управлінських рішень.

Одним із ключових напрямів досліджень є інтеграція геоінформаційних систем, супутникових знімків та сенсорних мереж, що забезпечує багаторівневу візуалізацію міських процесів. Розвивається концепція «розумного моніторингу», у межах якої цифрові платформи виконують не лише аналітичну, а й прогностичну функцію, дозволяючи моделювати сценарії розвитку

урбанізованих територій. Вагомим елементом таких досліджень є забезпечення сумісності даних через стандартизацію форматів, що гарантує точність, актуальність і повноту аналітичної інформації.

Виклад основної інформації: Системний моніторинг має відрізнятися від традиційного інженерного або екологічного спостереження своєю комплексністю та інтеграцією. Його методологічна база включає використання геоінформаційних систем (ГІС), дистанційного зондування Землі, інструментів «розумного міста» та цифрових аналітичних платформ. Це дозволяє отримувати багаторівневі дані, які відображають просторову структуру міста, функціональні зони, транспортні потоки, екологічний стан та демографічні тенденції. Особливу увагу в системному моніторингу слід приділяти взаємозв'язку між просторовими змінами та функціональною реорганізацією міських територій. Зміни у використанні земель чи реконструкції інфраструктури завжди супроводжуються впливом на транспортну логістику, екологію, соціальне середовище та економічні моделі розвитку [1].

Рисунок 1, що відображає ключові етапи формування системного моніторингу в умовах просторово-функціональної трансформації.

Рис. 1. Схема формування наукових основ системного моніторингу урбанізованих територій *(розроблено автором на основі [1])*

Окрім часового фактора, важливим аспектом є просторове охоплення даних. Якщо у системі моніторингу домінує інформація про центральні райони

міста, тоді периферія, що часто є найбільш динамічним середовищем трансформацій, залишається поза увагою. Це створює так званий ефект «асиметричного знання», коли частина міста аналізується з високою точністю, а інша оцінюється фрагментарно. Для зменшення такого ризику доцільним є використання багаторівневої стратегії збору даних, яка передбачає поєднання державної статистики, муніципальних кадастрів, геоінформаційного картографування, польових досліджень та даних, отриманих за допомогою краудсорсингових платформ [2].

Іншою фундаментальною проблемою є стандартизація даних. Коли інформаційні потоки формуються незалежними інституціями, що використовують різні формати, структури чи навіть системи координат, інтеграція таких даних у єдину систему стає надзвичайно складною. Для подолання цього бар'єру науковці та практики пропонують застосування міжнародних стандартів, серед яких особливого значення набули ISO 19115, що регламентує створення метаданих просторових даних, а також INSPIRE Directive, що впроваджує єдину політику управління геоінформаційними ресурсами на рівні Європейського Союзу [3]. Впровадження єдиних правил обробки дозволяє не тільки спростити інтеграцію, а й підвищити якість прийняття рішень за рахунок зменшення невизначеності, спричиненої технічними несумісностями.

Щоб описати якість даних у кількісному вигляді, доцільно застосовувати спеціальні індикатори. Одним із них є індекс повноти (CI), що визначається як відношення фактично зібраної інформації до кількості передбачених даних. Він дозволяє оцінити рівень заповнення системи і виявити ті ділянки, де є інформаційні прогалини:

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i} \times 100\%, \quad (1)$$

де D_i – кількість фактично зібраних даних по і-му показнику, P_i – кількість потрібних даних, а n – кількість показників.

Іншим важливим індикатором виступає індекс актуальності (AI), який показує ступінь застарівання інформації та визначається з урахуванням часу збору та коефіцієнта швидкості старіння:

$$AI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} e^{-\lambda \cdot (T - t_i)}, \quad (2)$$

де T – поточний момент, t_i – час збору і-го набору, λ – коефіцієнт старіння даних. На основі цих двох критеріїв формується інтегральний показник якості даних (IQD), який поєднує обидва підходи:

$$IQD = \alpha \cdot CI + \beta \cdot AI, \quad (3)$$

де α і β є ваговими коефіцієнтами, що дозволяють адаптувати модель під конкретні потреби системи.

Важливо підкреслити, що якість даних у міському моніторингу ніколи не обмежується лише точністю чи актуальністю. Сучасні дослідники, серед яких варто згадати праці Мезенцева і Фащевської, акцентують увагу на необхідності комплексного підходу, де інформаційна повнота поєднується з можливістю інтеграції та доступності. Це означає, що навіть максимально точні дані втрачають цінність, якщо вони не можуть бути використані у системах управління або інтегровані в цифрові аналітичні моделі [4]. Для демонстрації взаємозв'язку між чинниками якості даних доцільно подати таблицю 1.

Таблиця 1.

Основні чинники, що впливають на якість і повноту даних у системі моніторингу урбанізованих територій *(розроблено автором на основі [4])*

Чинник	**Характеристика**	**Потенційні наслідки відсутності контролю**
Часовий аспект	Регулярність оновлення інформації	Застарілі дані, некоректні прогнози
Просторове охоплення	Репрезентативність територій	Спотворене уявлення про трансформації
Стандартизація	Єдиний формат і структура даних	Неможливість інтеграції
Надійність методів збору	Використання перевірених джерел	Високий рівень похибок
Інтеграція багатофакторних даних	Поєднання соціальних, економічних, екологічних показників	Втрата системності аналізу

Геоінформаційні системи (ГІС) виступають базовим середовищем для інтеграції різнорідних даних. Вони забезпечують можливість просторової візуалізації, накладання тематичних шарів, аналізу територіальних зв'язків та виявлення закономірностей. Дослідження Yin та співавт. (2021) [5] підтверджує, що інтеграція супутникових даних з просторовою аналітикою дозволяє виявляти приховані тенденції урбаністичних процесів та будувати більш надійні прогнози.

Сенсорні мережі, розташовані безпосередньо в міському середовищі, додають новий рівень деталізації, адже вони фіксують параметри в режимі реального часу — від рівня забруднення повітря до інтенсивності транспортних потоків. Поєднання таких даних з геоінформаційними та супутниковими ресурсами створює умови для формування інтегрованих індикаторів, що характеризують як фізичні параметри території, так і соціально-економічні умови життя населення. У своїй роботі Aburukba та співавт. (2025) [6] доводять,

що мережі бездротових сенсорів, інтегровані у міський простір, здатні підвищити точність і регулярність моніторингу міських процесів.

Проблематика інтеграції сенсорних потоків у комплексні моделі розглядається і в дослідженнях Nguyen та ін. (2024) [7], де автори показали, що використання недорогих IoT-сенсорів для контролю за викидами у міському середовищі у поєднанні з просторовим аналізом дає змогу створювати стійкі прогнози впливу антропогенних факторів на якість довкілля.

У європейському контексті Kalogiannidis та ін. (2025) [8] показали, що інтеграція дистанційного зондування і ГІС-технологій при моніторингу урбаністичного розростання у великих містах Європи дозволяє отримати картину не лише про просторове поширення забудови, але й про функціональні зміни в міському середовищі, включаючи транспорт, рекреацію та екологічні аспекти. Формула інтегрального індексу просторово-функціональної зміни:

$$IFC = \frac{\sum_{i=1}^{n}(w_i \cdot S_i)}{\sum_{i=1}^{n} w_i}, \quad (4)$$

де S_i – показник зміни для i-го шару даних (ГІС, супутникові знімки, сенсорні дані), w_i – ваговий коефіцієнт значущості шару, nnn – кількість джерел даних. Цю модель використовують для інтеграції різнорідних даних у комплексний індекс [5].

Формула моделі просторово-часової актуальності даних:

$$STA = \sum_{i=0}^{n}\left(\frac{S_i}{1+\mu\cdot(T-t_i)}\right), \quad (5)$$

де S_i – значення індикатора, T – поточний момент часу, t_i – момент збору даних, μ коефіцієнт швидкості втрати актуальності. Формула дозволяє врахувати «старіння» інформації під час інтеграції [6].

Формула функції зваженої інтеграції сенсорних потоків:

$$WSN = \frac{\sum_{j=1}^{m}(d_j \cdot q_j)}{\sum_{j=1}^{m} q_j}, \quad (6)$$

де d_j – показник з сенсорного вузла j, q_j – коефіцієнт надійності даних вузла, m – кількість сенсорних пристроїв. Завдяки цьому підходу інтегруються сенсорні дані з урахуванням їхньої достовірності [7].

У процесі побудови системи моніторингу важливим є те, яким чином здійснюється інтеграція різних джерел даних. Геоінформаційна система виступає своєрідним ядром аналітики, куди надходять супутникові знімки,

сенсорні потоки та статистичні ресурси. Наочна структура цього процесу показана на рисунку 2.

Рис. 2. Блок-схема інтеграції джерел даних
(розробленоавтором на основі [5])

Інтеграція різних типів даних набуває повної наочності, коли вони систематизовані у вигляді порівняльного аналізу.

Прогнозні моделі стають тим інструментом, який дозволяє поєднати просторові зміни із соціально-економічними ефектами. Вони враховують динаміку забудови, транспортних потоків, деградацію зелених зон і водночас демонструють, як ці процеси впливають на рівень доступності послуг, якість життя та екологічну стійкість території. Важливим є використання складних математичних конструкцій, що забезпечують інтеграцію різних типів даних. Наприклад, інтегральна функція прогнозу може бути представлена виразом

$$IFP(t) = \sum_{i=1}^{n}(\alpha_i \cdot X_i(t) + \beta_i \cdot \int_0^t X_i(\tau)d\tau) + \gamma \cdot f(Z,t), \qquad (7)$$

де $X_i(t)$ описує параметри просторових змін, α_i,β є ваговими коефіцієнтами, а функція f(Z,t) відображає вплив соціально-економічних чинників. Ця формула дозволяє не лише враховувати поточні показники, але й інтегрувати ефект накопичених змін, що надзвичайно важливо в урбаністичному прогнозуванні.

Ще одним ключовим підходом є просторово-регресійні моделі, які пояснюють, як зміни у певних частинах міста корелюють із трансформаціями у

сусідніх районах. Цей напрямок активно розроблявся Люком Анселіним (Anselin) [11], який показав, що просторові залежності можуть бути кількісно описані рівнянням

$$Y = \rho WY + X\beta + \epsilon, \tag{8}$$

де Y – вектор залежних змінних, W – матриця просторових ваг, ρ – коефіцієнт просторової автокореляції, X – матриця незалежних змінних, а є – випадкова похибка. Завдяки такому підходу можна, наприклад, дослідити, як щільність забудови в одному районі впливає на транспортні навантаження та доступність зелених зон у суміжних територіях. Це відкриває можливості не лише для наукового аналізу, а й для практичного моделювання сценаріїв міського розвитку.

Сценарії розвитку оцінюються за допомогою спеціальних інтегральних функцій, що поєднують ймовірність їх настання та значущість для системи. Це відображено у виразі

$$Sp = \sum_{k=1}^{m} (\delta_k \cdot R_k(t) \cdot P_k), \tag{9}$$

де S_p – інтегральна оцінка сценарію, $R_k(t)$ – рівень реалізації параметра у часі, P_k – ймовірність його настання, а δ_k – ваговий коефіцієнт. Такий підхід дає можливість оцінювати не тільки теоретичні можливості сценарію, а й його реалістичність та вплив на стратегію розвитку.

Узагальнена модель взаємодії джерел даних у цифровій платформі наведена на рис. 4, де продемонстровано, як сенсорні мережі, супутникові знімки та соціально-економічна статистика інтегруються у цифрове середовище, яке перетворює їх на прогнозні моделі й сценарії розвитку.

Ще більш деталізоване відображення процесу представлено на рис. 5, де показано послідовність етапів сценарного планування: від збору даних до вибору конкретної стратегії.

Важливим у цій логіці є те, що системний моніторинг перестає бути суто науковим інструментом і перетворюється на практичний інструмент міського менеджменту. Еванс, Карвонен і Рейвен (Evans, Karvonen, Raven) [14] наголошують, що експериментальні підходи до управління містами передбачають тестування альтернативних рішень на основі цифрових симуляцій ще до їхньої реалізації у фізичному просторі. Така практика дозволяє мінімізувати ризики та адаптувати управлінські стратегії до мінливого середовища.

Рис. 4. Узагальнена модель взаємодії даних у цифровій платформі
(розроблено автором на основі [10] [11])

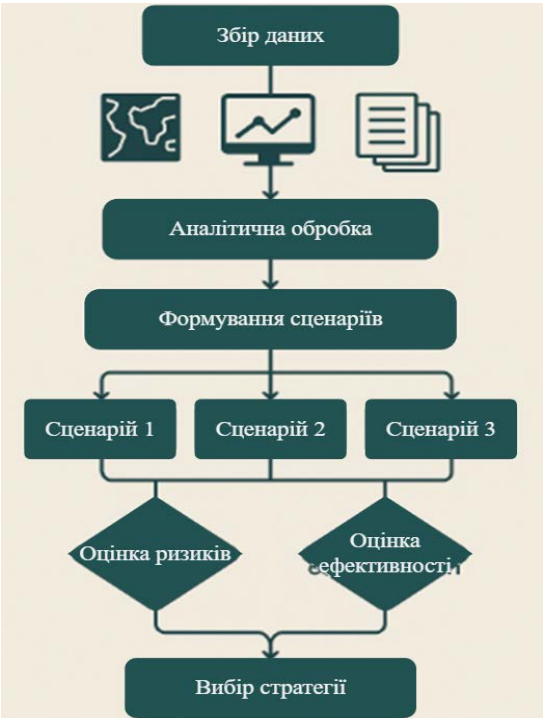


Рис. 5. Схема сценарного планування в міському управлінні
(розроблено автором на основі [12], [13], [14])

Література

1. Morar, C., et al. (2022). Spatiotemporal Analysis of Urban Green Areas Using Urban Remote Sensing / GIS Tools: The Case of Kharkiv, Ukraine. Frontiers in Environmental Science, Vol. 10

2. Yu, D., Li, X., Zhang, C., Zhou, Y., Gong, P. Urban Remote Sensing with Spatial Big Data: A Review. – Remote Sensing, 2023. – Vol. 15, No. 5. – P. 1307. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2072-4292/15/5/1307

3. Morar, C., Bănică, A., Iojă, C., Niță, M.R., Suditu, B., Onose, D.A., ... Petrișor, A.I. Spatiotemporal Analysis of Urban Green Areas Using Urban Remote Sensing / GIS Tools: The Case of Kharkiv, Ukraine. – Frontiers in Environmental Science, 2022. – Vol. 10. – Article 823129.

– [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.823129/full

4. Мезенцев, К. В., Олійник, Я., Мезенцева, Н. Урбаністична Україна: в епіцентрі просторових змін : монографія / за ред. К. Мезенцева, Я. Олійника, Н. Мезенцевої. — Київ : Видавництво «Фенікс», 2017. — 438 с.

5. Yin, J., et al. Integrating remote sensing and geospatial big data for urban process analysis. – Landscape and Urban Planning, 2021. – Vol. 214. – Article 104136. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/anehki

6. Aburukba, R., et al. Wireless Sensor Networks for Urban Development: A Study. – Applied Sciences, 2025. – Vol. 8, No. 3. – Article 89. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2624-6511/8/3/89

7. Nguyen, H.A. D., et al. Monitoring and estimation of urban emissions with low-cost IoT-enabled sensors. – Atmospheric Environment, 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/uywbua

8. Kalogiannidis, S., Spinthiropoulos, K., Kalfas, D., Chatzitheodoridis, F., Tziampazi, F. Integration of Remote Sensing and GIS for Urban Sprawl Monitoring in European Cities. – European Journal of Geography, 2025.– Vol. 16, No. 2. – P. 75–90. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/rdaxhp

9. Zitzlsberger, G., Podhoranyi, M. Monitoring of Urban Changes with Multi-modal Sentinel 1 and 2 Data in Mariupol, Ukraine, in 2022/23. – arXiv preprint, 2023. – arXiv:2309.08607. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2309.08607

10. Liu, X., Chen, Y., Xu, Y. Smart Urban Systems: Integrating Data Analytics and Digital Platforms. – Cities, 2023. – Vol. 132. – Article 104123. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275123001234

11. Anselin, L. An Introduction to Spatial Data Science with GeoDa. Volume 1: Exploring Spatial Data. – 1st ed. – New York: Chapman and Hall/CRC, 2024. – 444 p. – DOI: https://doi.org/10.1201/9781003274919

12. Batty, M. Urban Analytics: History, Trajectory, and Critique. (стаття / глава). — доступ через SSRN / arXiv. Наприклад: Boeing, G., Batty, M., Jiang, S., Schweitzer, L. Urban Analytics: History, Trajectory, and Critique. arXiv preprint 2021. — URL: https://arxiv.org/abs/2105.07020

13. Evans, J., Karvonen, A., Raven, R. The Experimental City: New Modes and Prospects of Urban Transformation. – 1st ed. – London: Routledge, 2016. – 280 p. – DOI: https://doi.org/10.4324/9781315719825

14. Kitchin, R. The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences. – Thousand Oaks, California: Sage Publications, 2014. – 222 p. – ISBN 978-1446287484. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/gtsrex

Kryvda Kyrylo,
Kyiv National University of Construction and Architecture

FORMATION OF SCIENTIFIC FOUNDATIONS FOR SYSTEMIC MONITORING UNDER CONDITIONS OF SPATIAL AND FUNCTIONAL TRANSFORMATION OF URBANIZED TERRITORIES

The formation of scientific foundations for systemic monitoring under conditions of spatial and functional transformation of urbanized territories represents a strategic direction in the development of modern urban planning, aimed at

integrating analytical, technological, and managerial approaches. The intensity of urbanization processes, changes in land-use functions, increasing building density, and the growing complexity of spatial interconnections necessitate the creation of comprehensive observation systems. Such systems are designed to ensure the timely detection of trends, risks, and consequences of spatial changes affecting the socio-economic development of the urban environment.
The foundation of systemic monitoring lies in the integration of geographic information systems (GIS), remote sensing data, sensor networks, and digital platforms that together form an integrated analytical ecosystem for decision-making. The scientific concept of systemic monitoring is based on the principles of complexity, adaptability, and interdisciplinarity. Its implementation involves the analysis of spatial and temporal parameters of urban development, the formation of sustainability indicators, and the assessment of the impacts of transformations on human living conditions. A key challenge in this process is ensuring the quality, completeness, and relevance of data, which requires the development of methods for validation, standardization, and integration of information flows from diverse sources. The use of artificial intelligence and machine learning algorithms enables the automation of change detection, trend forecasting, and risk assessment processes.

Keywords: systemic monitoring; urbanization; spatial and functional transformation; geographic information systems; remote sensing; analytical platforms; digital models; urban development management.

REFERENCES

1. Morar, C., et al. (2022). Spatiotemporal Analysis of Urban Green Areas Using Urban Remote Sensing / GIS Tools: The Case of Kharkiv, Ukraine. Frontiers in Environmental Science, Vol. 10. {in English}

2. Yu, D., Li, X., Zhang, C., Zhou, Y., & Gong, P. Urban Remote Sensing with Spatial Big Data: A Review. Remote Sensing, 2023, Vol. 15, No. 5, p. 1307. [Electronic resource]. – Available at: https://www.mdpi.com/2072-4292/15/5/1307 {in English}

3. Morar, C., Bănică, A., Iojă, C., Niță, M.R., Suditu, B., Onose, D.A., & Petrișor, A. I. Spatiotemporal Analysis of Urban Green Areas Using Urban Remote Sensing / GIS Tools: The Case of Kharkiv, Ukraine. Frontiers in Environmental Science, 2022, Vol. 10, Article 823129. [Electronic resource]. – Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.823129/full {in English}

4. Mezentsev, K.V., Oliinyk, Ya., & Mezentseva, N. Urban Ukraine: At the Epicenter of Spatial Changes: Monograph. Edited by K. Mezentsev, Ya. Oliinyk, & N. Mezentseva. Kyiv: Feniks Publishing House, 2017. 438 p. {in Ukrainian}

5. Yin, J., et al. Integrating Remote Sensing and Geospatial Big Data for Urban Process Analysis. Landscape and Urban Planning, 2021, Vol. 214, Article 104136. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/anehki {in English}

6. Aburukba, R., et al. Wireless Sensor Networks for Urban Development: A Study. Applied Sciences, 2025, Vol. 8, No. 3, Article 89. [Electronic resource]. – Available at: https://www.mdpi.com/2624-6511/8/3/89 {in English}

7. Nguyen, H.A.D., et al. Monitoring and Estimation of Urban Emissions with Low-Cost IoT-Enabled Sensors. Atmospheric Environment, 2024. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/uywbua {in English}

8. Kalogiannidis, S., Spinthiropoulos, K., Kalfas, D., Chatzitheodoridis, F., & Tziampazi, F. Integration of Remote Sensing and GIS for Urban Sprawl Monitoring in European Cities. European Journal of Geography, 2025, Vol. 16, No. 2, pp. 75–90. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/rdaxhp {in English}

9. Zitzlsberger, G., & Podhoranyi, M. Monitoring of Urban Changes with Multi-Modal Sentinel 1 and 2 Data in Mariupol, Ukraine, in 2022/23. arXiv Preprint, 2023, arXiv:2309.08607. [Electronic resource]. – Available at: https://arxiv.org/abs/2309.08607 {in English}

10. Liu, X., Chen, Y., & Xu, Y. Smart Urban Systems: Integrating Data Analytics and Digital Platforms. Cities, 2023, Vol. 132, Article 104123. [Electronic resource]. – Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275123001234 {in English}

11. Anselin, L. An Introduction to Spatial Data Science with GeoDa. Volume 1: Exploring Spatial Data. 1st ed. New York: Chapman and Hall/CRC, 2024. 444 p. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003274919 {in English}

12. Batty, M. Urban Analytics: History, Trajectory, and Critique. Article / Chapter. Access via SSRN / arXiv. Example: Boeing, G., Batty, M., Jiang, S., & Schweitzer, L. Urban Analytics: History, Trajectory, and Critique. arXiv Preprint, 2021. – Available at: https://arxiv.org/abs/2105.07020 {in English}

13. Evans, J., Karvonen, A., & Raven, R. The Experimental City: New Modes and Prospects of Urban Transformation. 1st ed. London: Routledge, 2016. 280 p. DOI: https://doi.org/10.4324/9781315719825 {in English}

14. Kitchin, R. The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 2014. 222 p. ISBN 978-1446287484. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/gtsrex {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.415-428
УДК 69.003:005.332.4:001.895
к.т.н., доцент **Малихін М.О.,**
malykhin.mo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9721-2733,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЗМІСТОВО-СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ФЕНОМЕНУ «ДЕСТРУКЦІЇ» В ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПЛОЩИНІ ТА БУДІВЕЛЬНІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Будівельна галузь функціонує як складна система, у якій взаємодіють численні організаційні, технологічні, економічні та соціальні чинники. Висока взаємозалежність між учасниками будівельного процесу створює передумови для появи деструктивних явищ, що здатні порушувати його стабільність. Під феноменом деструкції розуміється сукупність системних відхилень, які руйнують логіку організації, технологічну цілісність і управлінську послідовність реалізації проєкту. На відміну від локальних відхилень, деструкції мають кумулятивний характер, впливають на всі рівні управління і можуть призвести до масштабних кризових наслідків. Запропоновано змістово-структурний підхід до аналізу деструкцій у будівельних процесах, що враховує їхню природу, причини, наслідки та способи нейтралізації. Розглянуто п'ять груп ризиків, які впливають на стійкість будівельного проєкту — фінансові, організаційні, технологічні, нормативні та екологічні — та показано їхній взаємозв'язок із потенційними джерелами деструктивних відхилень.

Ключові слова: деструкція; будівельна трансформація; організаційно-технологічна модель; ризики; девелопмент; цифровізація; управління проєктами; життєвий цикл.

Постановка проблеми. Будівельна галузь є одним із найбільш динамічних і ризикових секторів економіки, де будь-які порушення у плануванні чи координації процесів можуть призвести до серйозних наслідків. Проблема полягає у тому, що деструктивні зміни в організаційно-технологічних системах накопичуються поступово, часто залишаючись непоміченими на ранніх етапах. Такі процеси здатні призвести до зниження якості, збільшення витрат, зриву термінів або навіть зупинки будівництва. Складність полягає у тому, що традиційні методи управління орієнтовані переважно на технічні параметри, ігноруючи системні управлінські зв'язки, комунікаційні ризики та зовнішні фактори впливу. У результаті виникає розрив між організаційною структурою та реальними процесами будівництва. Тому

актуальним стає пошук інструментів, здатних забезпечити діагностику, прогнозування та попередження деструктивних явищ у межах цілісної цифрової моделі управління.

Метою статті є формування змістово-структурного підходу до аналізу феномену деструкції в організаційно-технологічних системах будівництва та визначення ефективних методів її запобігання. Завдання полягає у виявленні чинників, що спричиняють деструктивні зміни, розробленні структурної моделі ризиків і пропозиції механізмів адаптації системи управління до кризових умов. Дослідження спрямоване на узагальнення практик девелопменту, формування цифрових інструментів моніторингу та розроблення принципів проактивного управління, орієнтованого на стійкий розвиток будівельних процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед наукових праць, присвячених організаційній стійкості будівельних систем, переважають дослідження, що описують ризики, управління змінами та методи оптимізації процесів. У міжнародній практиці значна увага приділяється життєвому циклу будівель (Life Cycle Management), концепції сталого розвитку (Sustainability) та цифровим технологіям — BIM, ERP, IoT, які дозволяють підвищити контроль за ресурсами й якістю.

Проте більшість робіт розглядають кризові ситуації як окремі випадки, не вивчаючи системної природи деструктивних явищ. Недостатньо розробленими залишаються питання взаємозв’язку між управлінськими, фінансовими, технологічними й людськими факторами, що формують комплексну деструктивну динаміку. Також обмежено досліджується роль цифрових платформ у ранньому виявленні ризиків і побудові механізмів попередження деструкцій.

Виклад основного матеріалу. Будівельне виробництво являє собою складну багатокомпонентну систему, що функціонує у динамічному середовищі та поєднує в собі широкий спектр технологічних, організаційних, економічних і соціальних процесів. Його зміст охоплює комплекс взаємопов’язаних робіт, що виконуються у певній логічній та технологічній послідовності з метою створення, реконструкції або модернізації об’єкта будівництва. До реалізації будівельного процесу залучаються численні суб’єкти – замовники, проєктні організації, підрядники, постачальники будівельних матеріалів і конструкцій, виробники технологічного обладнання, експертні та контролюючі установи, а також інші стейкхолдери. Висока ступінь взаємозалежності між цими учасниками потребує чіткої координації, належного інформаційного обміну та управління ресурсами. Порушення цієї узгодженості часто стає передумовою для виникнення відхилень, а іноді й

деструктивних процесів, що впливають на стабільність системи будівельного виробництва.

Під деструкцією в організації будівництва слід розуміти сукупність негативних явищ, які призводять до порушення логіки, послідовності й ефективності реалізації проєкту на будь-якому етапі життєвого циклу об'єкта. Такі явища можуть бути спричинені неефективним управлінням ресурсами, недостатнім контролем якості, невідповідністю нормативним вимогам, слабкою комунікацією між учасниками або нездатністю адаптуватися до змін зовнішнього середовища. Деструкції можуть мати організаційний, технологічний, інформаційний, фінансовий чи регуляторний характер, і в кожному випадку вони становлять загрозу цілісності системи управління будівельним процесом.

Відмінність між деструкцією та відхиленням від проєктних параметрів полягає у глибині впливу на систему. Якщо відхилення стосуються переважно технічних характеристик — геометрії, матеріалів, конструктивних рішень чи технологічних режимів, — то деструкції зачіпають саму структуру управління, логіку взаємодії суб'єктів і здатність системи до самовідновлення. Виправлення звичайних відхилень зазвичай можливе через локальні інженерно-технічні дії: корекцію креслень, заміну матеріалів, підсилення конструкцій чи збільшення трудових ресурсів [1].

Сутність проблеми полягає в тому, що деструктивні процеси часто мають кумулятивний характер, тобто накопичуються поступово, проявляючись у вигляді дрібних невідповідностей, які з часом переростають у кризові ситуації. Внаслідок цього проєкт може зіткнутися з перевитратами бюджету, зниженням якості робіт, порушенням строків реалізації або повною зупинкою будівництва.

З метою систематизації сутнісних відмінностей між цими двома типами відхилень у таблиці 1 наведено порівняльну характеристику їх природи, наслідків та способів усунення.

У процесі дослідження часових параметрів будівельного виробництва важливим є виявлення закономірностей виникнення порушень і деформацій термінів реалізації проєкту, що формуються під впливом організаційних, технологічних та управлінських чинників [2]. Візуалізація цих процесів дозволяє простежити динаміку накопичення відставань, визначити критичні етапи життєвого циклу об'єкта, де ризик деструкцій набуває максимального прояву, а також окреслити потенційні механізми їх компенсації. Узагальнені результати системного аналізу наведено на рисунку 1, який відображає характер, інтенсивність і наслідки часових відхилень у структурі будівельного процесу.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика деструкцій та відхилень у процесах організації будівництва *(розроблено автором на основі [1])*

Критерій порівняння	**Відхилення від проєктних параметрів**	**Деструкції процесів організації будівництва**
Сутність	Тимчасові або локальні порушення технічних параметрів, що не впливають на загальну структуру управління	Системні порушення, які впливають на організаційно-технологічну цілісність процесу
Характер впливу	Локальний, зосереджений на окремих елементах або роботах	Комплексний, що охоплює кілька рівнів управління і взаємодії
Причини виникнення	Технічні помилки, неточності проєктування, зміни матеріалів або умов виконання робіт	Недосконалість управління, слабка комунікація, неузгодженість рішень, управлінські помилки
Масштаб наслідків	Локальний, часто незначний вплив на загальний перебіг робіт	Глибокий, може спричинити зупинку або переформатування будівництва
Методи усунення	Технічне або конструктивне коригування	Комплексне управлінське втручання, реорганізація процесів
Рівень впливу на систему	Технічний рівень	Організаційно-технологічний і стратегічний рівень

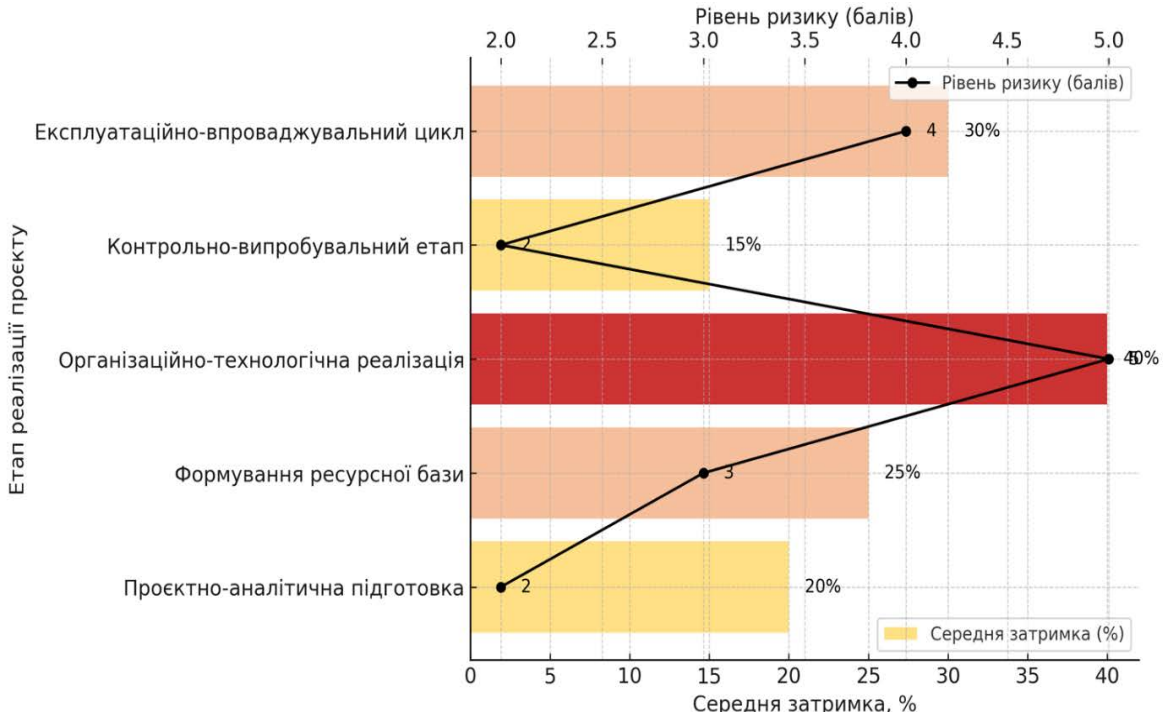


Рис. 1.. Порушення та деформації термінів реалізації будівельного проєкту *(розроблено автором на основі [2])*

Життєвий цикл будівельного об’єкта охоплює послідовність стадій, серед яких: ініціація, проєктування, будівництво, введення в експлуатацію, подальша експлуатація, реконструкція або демонтаж. Для будівельного проєкту

визначальними є перші чотири з них, оскільки саме на цих етапах формується управлінська та технологічна архітектоніка всього процесу. Система організації будівництва виконує роль інтеграційного механізму, який дозволяє забезпечити узгодженість дій усіх учасників, оптимізувати використання матеріальних, фінансових і трудових ресурсів, контролювати графік виконання робіт, своєчасно виявляти відхилення та нейтралізувати ризики. Раціональне управління організаційними процесами формує умови для зниження ймовірності деструктивних відхилень, які можуть проявлятися як у порушенні термінів і перевищенні кошторису, так і в порушенні нормативно-правових або технологічних вимог.

Організація будівельного процесу виступає системоутворювальним фактором, що не лише координує діяльність усіх сторін, але й визначає здатність системи до стійкого функціонування в умовах змін зовнішнього середовища. Ефективна організаційно-технологічна модель дозволяє запобігати деструктивним наслідкам, серед яких: фінансові втрати внаслідок затримок або нераціонального використання ресурсів; юридичні санкції через невідповідність нормативам; технологічні відмови, що впливають на надійність конструкцій; екологічні ризики, зумовлені порушенням стандартів охорони довкілля; а також зниження репутаційної та інвестиційної привабливості проєкту [3].

Для наочного представлення взаємозв’язку між основними видами ризиків, їх проявами, наслідками для будівельного проєкту та механізмами їх запобігання **у** таблиці 2 узагальнено ключові фактори, що впливають на стійкість організаційно-технологічних процесів і визначають потенційні джерела деструкцій у системі управління будівництвом.

Сучасний девелопмент формується як багаторівнева система управління, що поєднує стратегічне планування, проєктно-кошторисну діяльність, контроль ресурсів, логістику, експлуатаційний моніторинг і подальшу модернізацію об’єктів. Таке комплексне бачення вимагає інтегрованої управлінської моделі, у межах якої всі рішення розглядаються крізь призму життєвого циклу будівлі. Недостатня координація між окремими стадіями, особливо на етапах експлуатації, реконструкції та утилізації, часто призводить до непрогнозованого зростання витрат, збільшення техногенного навантаження та втрати економічної ефективності.

Необхідність дослідження передумов запобігання деструкціям у системі організації будівництва випливає з потреби у системному управлінні девелоперськими проєктами, де акцент зміщується від реактивного усунення помилок до їхнього проактивного попередження. Інтеграція підходів життєвого циклу дозволяє оцінювати ефективність рішень у динаміці, забезпечуючи

стійкість інвестицій, стабільність експлуатаційних показників і формування нових стандартів якості у будівельній галузі.

Таблиця 2.

Основні групи ризиків та їхній вплив на стійкість будівельного проєкту *(розроблено автором на основі [3])*

Група ризиків	Характер прояву	Потенційні наслідки	Механізми запобігання
Фінансові	Недооцінка вартості, перевищення бюджету, несвоєчасне фінансування	Перевитрати, зрив строків, зменшення рентабельності	Бюджетний контроль, цифрові системи моніторингу витрат, страхування ризиків
Організаційні	Недостатня координація між учасниками, неефективне планування	Деструкції управління, затримки у виконанні робіт	Впровадження BIM та ERP-систем, регламентація комунікацій
Технологічні	Порушення технологічних процесів, використання неякісних матеріалів	Зниження якості, аварійні ситуації	Контроль якості, сертифікація матеріалів, технічний аудит
Юридичні	Невідповідність законодавству, недоліки в дозвільній документації	Адміністративні санкції, зупинка робіт	Юридичний супровід, правова експертиза проєкту
Екологічні	Перевищення рівня викидів, порушення вимог щодо утилізації	Екологічні штрафи, репутаційні збитки	Екологічний моніторинг, оцінка впливу на довкілля

Урбанізаційні процеси, що набувають все більшого масштабу, та зростаючий попит на сталий розвиток будівельної галузі формують необхідність переосмислення традиційних підходів до управління ресурсами. У сучасних умовах економічної та соціальної нестабільності, спричиненої глобальними кризами, воєнними діями на території України та частими змінами в законодавчій базі, постає потреба у науково обґрунтованих механізмах адаптації девелоперських проєктів. Ці механізми мають забезпечувати безперервність будівельного процесу, збереження якості та мінімізацію ризиків, пов’язаних із виникненням деструктивних змін в організаційно-технологічних системах.

Зростання складності будівельних процесів вимагає впровадження інноваційних цифрових технологій, які дозволяють не лише автоматизувати процеси планування й контролю, а й передбачати потенційні деструкції. Використання BIM-моделювання, систем моніторингу на базі великих даних, машинного навчання та аналітичних моделей створює можливості для прогнозування кризових ситуацій і своєчасного прийняття управлінських рішень. Цифровізація галузі виступає не лише інструментом оптимізації

процесів, але й засобом підвищення стійкості проєктів у мінливих умовах ринку, коли традиційні підходи вже не гарантують ефективності.

Міжнародна практика демонструє ефективність системного підходу до управління життєвим циклом будівельних об'єктів. У країнах Європейського Союзу та Північної Америки активно застосовуються методики Whole Life Costing (WLC) і Life Cycle Assessment (LCA), які дозволяють оцінювати витрати, енергоспоживання та екологічний вплив будівництва в довгостроковій перспективі. Проте в сучасних умовах ці моделі потребують розширення — включення механізмів виявлення, прогнозування та усунення деструктивних змін, що виникають унаслідок зовнішніх або внутрішніх збурень системи. Саме інтеграція принципів адаптивності, цифрового аналізу та ризик-менеджменту в межах життєвого циклу будівлі формує нову парадигму сталого девелопменту [4].

Для наочного представлення взаємозв'язку між етапами управління деструктивними змінами та інструментами їх подолання запропоновано концептуальну модель, наведено у вигляді рисунка 2.

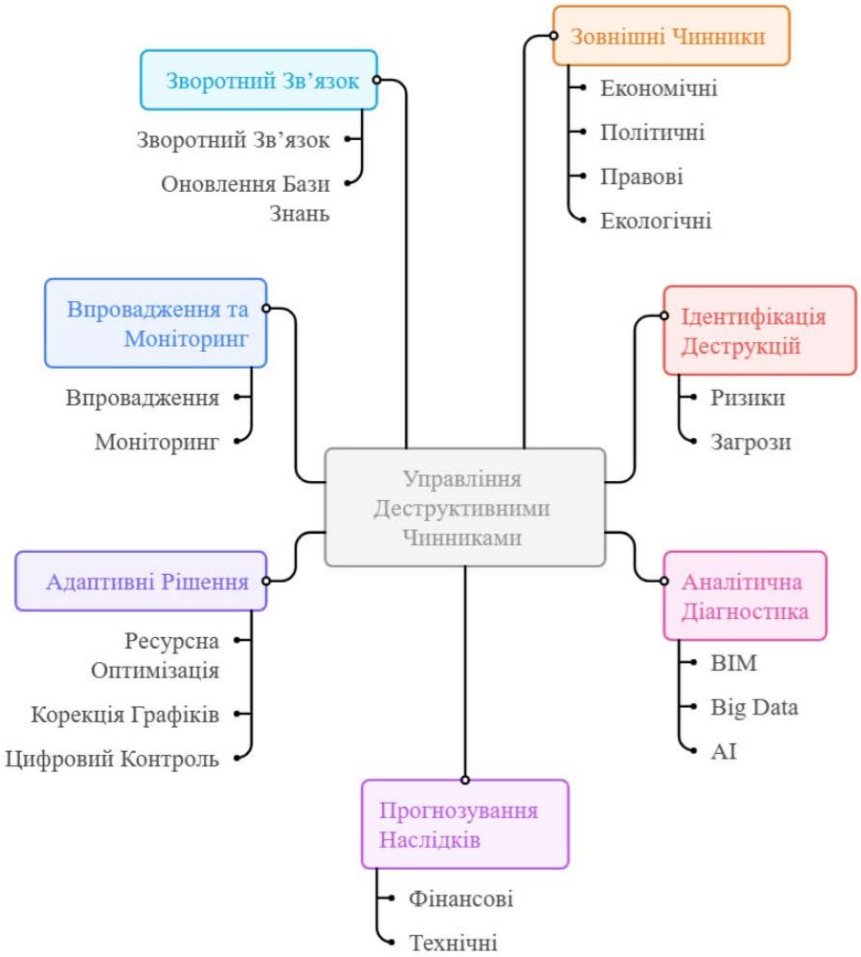


Рис. 2. Концептуальна модель управління деструктивними змінами в організаційно-технологічних системах будівництва *(розроблено автором на основі [4])*

В українській будівельній галузі ще не сформовано єдиної науково-методичної системи, яка б інтегрувала підходи управління життєвим циклом з урахуванням ризиків деструкцій. Водночас потреба у створенні такої системи зростає, оскільки сучасні девелоперські проєкти все частіше стикаються з викликами, що виходять за межі суто технологічних проблем: нестабільність постачання матеріалів, коливання фінансових потоків, порушення логістики, енергетичні загрози. Ефективна організація будівництва в цих умовах повинна забезпечувати здатність системи до адаптації, мобільного реагування на зміни та інтеграції інноваційних інструментів управління — від автоматизації процесів і цифрового моделювання до аналітики ризиків у режимі реального часу [7]. Це створює основу для формування нової моделі будівельного менеджменту, орієнтованої на випередження кризових явищ та підтримання безперервного розвитку будівельної індустрії.

Процеси організації будівництва становлять ключову складову системи управління життєвим циклом будівельного об’єкта, визначаючи ефективність реалізації девелоперських проєктів на всіх етапах – від планування до введення споруди в експлуатацію. Вони формують основу для координації дій усіх учасників, узгодження ресурсних, технологічних та часових параметрів, а також забезпечують безперервність і контрольованість будівельного процесу. Від якості організації залежить не лише технічна надійність об’єкта, а й економічна доцільність, терміни реалізації, рівень ризиків і здатність системи реагувати на зовнішні збурення. У разі порушення організаційної логіки процесів зростає ймовірність появи деструктивних змін, які призводять до зниження ефективності, зростання витрат і зменшення довговічності об’єкта [10].

Управління організаційно-технологічними процесами має забезпечувати стабільність системи, що функціонує в умовах високої складності та невизначеності. Серед чинників, які провокують деструктивні явища, можна виділити управлінські (неефективне планування, слабку комунікацію, відсутність контролю), економічні (нестача фінансування, коливання валют, інфляційні процеси), технічні (помилки в проєктуванні, дефекти матеріалів, порушення технологій), нормативні (зміни законодавства, недосконалість дозвільної системи) та людські (недостатня кваліфікація, помилки персоналу, низька мотивація). Саме їхня взаємодія формує складний комплекс дестабілізуючих впливів, які необхідно передбачати ще на етапі планування [5].

Щоб продемонструвати системність цих факторів і їхній взаємозв’язок із наслідками для будівельного процесу, доцільно звернутися до аналітичного узагальнення, представленого в таблиці 1.3.

Таблиця 3.

Класифікація факторів виникнення деструкцій у процесах організації будівництва та їх наслідки *(розроблено автором на основі [5])*

Група факторів	**Приклади проявів**	**Потенційні наслідки для проєкту**	**Можливі заходи протидії**
Управлінські	Недосконале планування, дублювання функцій, слабка комунікація між підрядниками	Порушення координації, затримки виконання, неузгодженість робіт	Впровадження систем управління проєктами (BIM, ERP), стандартизація процесів
Економічні	Зміна вартості матеріалів, фінансові обмеження, інфляція	Перевищення кошторису, зрив графіків, зниження рентабельності	Гнучке фінансове планування, страхування ризиків, створення резервів
Технічні	Помилки у проєктній документації, неякісні матеріали, відхилення від технологій	Зниження якості будівництва, аварійність, подовження строків	Контроль якості, технічний аудит, кваліфікаційний нагляд
Нормативні	Зміни у законодавстві, тривалі погоджувальні процедури	Затримки у видачі дозволів, ризик штрафних санкцій	Юридичний супровід, адаптація документації, оновлення стандартів
Людські	Недостатня кваліфікація персоналу, помилки виконання, низька мотивація	Втрата продуктивності, зростання браку, аварійні ситуації	Підвищення кваліфікації, система мотивації, кадровий аудит

Деструктивні процеси у сфері будівництва проявляються як наслідок невідповідності між організаційною структурою та динамікою зовнішнього середовища. Їхня небезпека полягає у здатності накопичуватися поступово, залишаючись непоміченими до моменту, коли вплив стає критичним. Запобігання таким явищам вимагає не лише технічних рішень, а й глибокого переосмислення підходів до управління знаннями, інформаційних потоків і відповідальності всіх учасників проєкту. Сучасні тенденції цифровізації дозволяють створювати системи раннього попередження деструкцій, інтегровані з аналітичними платформами моніторингу, що формує нову якість організаційної стійкості в будівельному девелопменті [6].

З огляду на багатофакторність і системний характер впливів, що зумовлюють порушення стабільності будівельного процесу, доцільно представити узагальнену модель формування таких явищ у вигляді рисунка 3, яка відображає основні передумови виникнення деструктивних процесів в організації будівництва.

Однією з провідних передумов виникнення деструктивних процесів у сфері будівництва є недосконалість планування та прогнозування, що часто

виявляється у поверхневому аналізі ризиків, відсутності сценарного підходу до управління невизначеністю та неадекватному розподілі ресурсів.

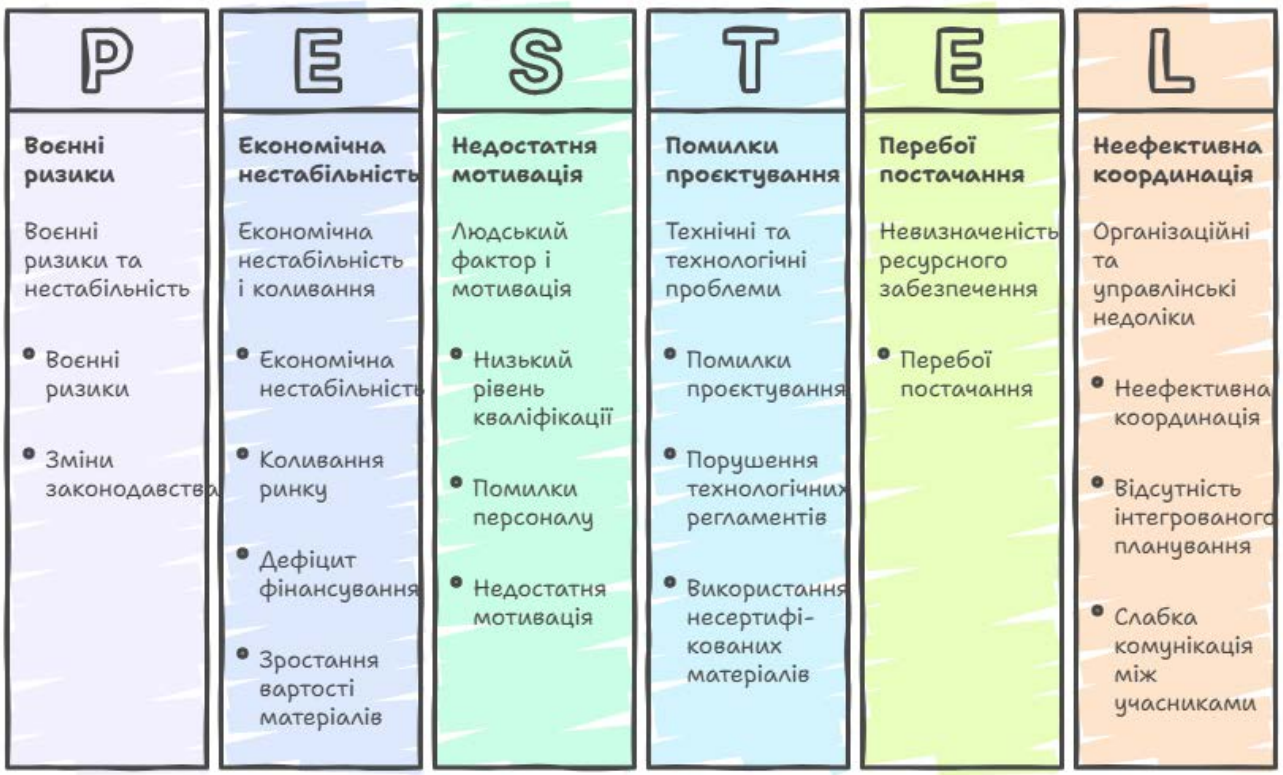


Рис. 3. Передумови виникнення деструктивних процесів в організації будівництва
(розроблено автором на основі [6])

Нерідко проєкти розробляються без урахування можливих зовнішніх збурень — коливань вартості матеріалів, змін законодавчих вимог, інфляційних процесів чи технічних обмежень. Як наслідок, на етапах реалізації виникає розбалансованість графіків робіт, порушується ритмічність будівельного процесу, що призводить до зниження продуктивності, втрат часу та перевитрат матеріальних і трудових ресурсів. Відсутність чіткої стратегії розвитку проєкту також негативно впливає на його гнучкість — будь-які відхилення стають причиною кризових ситуацій, замість того щоб бути контрольованими процесами адаптації.

Фінансові фактори є одним із найпотужніших джерел деструктивних впливів у будівельному виробництві. Нестабільність фінансування, несвоєчасні платежі підрядникам або постачальникам, неузгодженість між обсягом робіт і фактичними ресурсами, а також завищені або занижені кошториси можуть призводити до ланцюгової реакції порушень. У таких умовах виникає ризик часткового або повного зупинення робіт, втрати платоспроможності підрядників і підвищення фінансової напруги між усіма учасниками будівельного процесу. Відсутність ефективних механізмів фінансового

контролю, резервування коштів і системного аудиту лише поглиблює масштаб проблеми.

Важливим джерелом деструкцій є дефіцит комунікації та координації між учасниками проєкту. Багаторівнева структура девелоперського середовища — із залученням замовників, проєктних організацій, підрядників, субпідрядників, постачальників і контролюючих установ — потребує інтегрованої інформаційної системи, здатної забезпечити прозорість усіх етапів будівництва. Відсутність такого інформаційного простору призводить до дублювання функцій, помилок у документації, непорозумінь у технічних рішеннях і конфліктів інтересів. Це, своєю чергою, створює сприятливе середовище для накопичення організаційних деструкцій [8].

До суттєвих чинників належать технічні та технологічні обмеження. Використання застарілих методів проєктування й будівництва, низький рівень автоматизації та цифровізації процесів, відсутність систем моніторингу якості й контролю виконання робіт формують технологічну інерційність, що не дозволяє ефективно реагувати на сучасні виклики. Помилки у проєктній документації, несертифіковані матеріали чи недотримання технологічних регламентів стають підґрунтям для збоїв і перевитрат.

Не менш важливими є законодавчі та регуляторні чинники. Часті зміни у правових нормах, ускладнені процедури погодження проєктів, зростання вимог до екологічної безпеки або затримки в отриманні дозвільних документів можуть гальмувати будівництво, збільшувати адміністративне навантаження й створювати умови для виникнення деструктивних відхилень.

Окрему групу становить людський фактор, що охоплює кадрові, мотиваційні та етичні аспекти. Недостатня кваліфікація персоналу, відсутність належної підготовки, недооцінка професійного розвитку та низький рівень відповідальності сприяють появі організаційних помилок і порушенню дисципліни праці. Крім того, корупційні прояви, суб’єктивізм у прийнятті рішень і кадровий дефіцит підсилюють внутрішні дисбаланси у системі управління будівництвом.

Деструкції в організації будівельних процесів постають як наслідок накопичення системних недоліків, що охоплюють управлінську, фінансову, технологічну та соціальну складові. Їх подолання можливе лише за умови комплексного підходу — поєднання стратегічного планування, автоматизованого контролю, цифрових технологій управління (BIM, ERP, цифрові двійники) та постійного підвищення кваліфікації всіх учасників девелоперського середовища [9]. Тільки така інтегрована система здатна мінімізувати ризики деструктивних змін і забезпечити стабільність розвитку будівельної галузі в сучасних умовах.

Література

1. Xiang L., Tan Y., Shen G. Q. P. Applications of Multi-Agent Systems from the Perspective of Construction Management: A Literature Review // Engineering, Construction and Architectural Management. – 2022. – Vol. 29, No. 9. – P. 3288–3310. – DOI: 10.1108/ECAM-01-2021-0038.

2. Liu W., Meng Q., Zhi H., Li Z., Hu X. A Review of Agent-Based Modeling in Construction Management: An Analytical Framework Based on Multiple Objectives // Journal of Civil Engineering and Management. – 2024. – Vol. 30, No. 3. – P. 200–219.

3. Hu Y., Zhang X., Wang J., Chen L. Multi-Agent Decision-Making in Construction Engineering and Management // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No. 16. – Article 7132.

4. Yan Y., Kuphal T., Bode J. Application of Multiagent Systems in Project Management // International Journal of Production Economics. – 2000. – Vol. 68. – P. 185–197.

5. Liang X., Shen G.Q.P., Bu S.S. Multi-Agent Systems in Construction: A Ten-Year Review // Journal of Computing in Civil Engineering. – 2016. – Vol. 30, No. 6. – Article 04016016. – DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000574.

6. Perera H., Rodrigo M., Dissanayake M. Development of a Multi-Agent System to Tackle Project Communication Networks // Automation in Construction. – 2022. – Vol. 136. – Article 104128.

7. Хоменко О., Петренко Г., Рижакова Г., Петруха Н., Чуприна Ю., Малихіна О., Кушнір О. Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту // Управління розвитком складних систем. – 2022. – № 52. – С. 113–125.

8. Субботін С.О., Олійник АО., Олійник ОО. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей : монографія / під заг. ред. С.О. Субботіна. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2009. – 375 с.

9. 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

10. 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.

Associate Professor **Mykhailo Malykhin**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

CONTENT AND STRUCTURAL ANALYSIS OF THE "DESTRUCTION" PHENOMENON IN THE ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL DIMENSION AND CONSTRUCTION TRANSFORMATION

The construction industry functions as a complex system in which numerous organizational, technological, economic, and social factors interact. The high interdependence among participants in the construction process creates preconditions for the emergence of destructive phenomena capable of disrupting its stability. The phenomenon of "destruction" is understood as a set of systemic deviations that undermine the logic of organization, technological integrity, and managerial consistency in project implementation. Unlike local deviations, destructions have a cumulative nature, affect all levels of management, and can lead to large-scale crisis consequences.

A content-structural approach to the analysis of destructions in construction processes is proposed, taking into account their nature, causes, consequences, and methods of neutralization. Five groups of risks influencing the stability of a construction project are identified — financial, organizational, technological, regulatory, and environmental — and their interrelation with potential sources of destructive deviations is demonstrated.

Keywords: destruction; construction transformation; organizational and technological model; risks; development; digitalization; project management; life cycle.

REFERENCES

1. Xiang, L., Tan, Y., & Shen, G. Q. P. (2022). Applications of Multi-Agent Systems from the Perspective of Construction Management: A Literature Review. Engineering, Construction and Architectural Management, 29(9), 3288–3310. DOI: 10.1108/ECAM-01-2021-0038. {in English}
2. Liu, W., Meng, Q., Zhi, H., Li, Z., & Hu, X. (2024). A Review of Agent-Based Modeling in Construction Management: An Analytical Framework Based on Multiple Objectives. Journal of Civil Engineering and Management, 30(3), 200–219. {in English}
3. Hu, Y., Zhang, X., Wang, J., & Chen, L. (2024). Multi-Agent Decision-Making in Construction Engineering and Management. Sustainability, 16(16), Article 7132. {in English}

4. Yan, Y., Kuphal, T., & Bode, J. (2000). Application of Multi-Agent Systems in Project Management. International Journal of Production Economics, 68, 185–197. {in English}

5. Liang, X., Shen, G. Q. P., & Bu, S. S. (2016). Multi-Agent Systems in Construction: A Ten-Year Review. Journal of Computing in Civil Engineering, 30(6), Article 04016016. DOI: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000574. {in English}

6. Perera, H., Rodrigo, M., & Dissanayake, M. (2022). Development of a Multi-Agent System to Tackle Project Communication Networks. Automation in Construction, 136, Article 104128. {in English}

7. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, G., Petrukha, N., Chupryna, Yu., Malykhina, O., & Kushnir, O. (2022). Modern Tools and Software Products for Administration of Construction Organizations under the Transformation of Management Systems. Management of Complex Systems Development, 52, 113–125. Available at: https://mdcs.knuba.edu.ua/index.php/mdcs/article/view/583. {in Ukrainian}

8. Subbotin, S. O., Oliinyk, A. O., & Oliinyk, O. O. (2009). Non-Iterative, Evolutionary and Multi-Agent Methods for the Synthesis of Fuzzy-Logic and Neural Network Models. Monograph. Zaporizhzhia: Zaporizhzhia National Technical University, 375 p. {in Ukrainian}

9. Chupryna, Yu. A. (2019). Applying the Practical Advantages of BIM Technologies to the Methodology and Practice of Forming the Project Life Cycle within State Target Programs Implemented by the Construction Cluster. Economics and State, 2. {in Ukrainian}

10. 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. Cham: Springer. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.429-440
УДК 658.012.8:330.131.7
Молодько О.В.,
Oleksii.amk@gmail.com, ORCID: 0009-0001-9030-9153,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНСТРУМЕНТИ ДІАГНОСТИКИ РИЗИКІВ, КОНФЛІКТІВ ІНТЕРЕСІВ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ В УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕННЯХ

Розглядаються сучасні підходи та інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей в управлінських рішеннях, що виникають у процесах девелопменту та реалізації складних проєктів. Акцент зроблено на формуванні інтегрованої аналітичної системи, здатної забезпечити раннє виявлення ризикових факторів, асиметрій впливу між стейкхолдерами та потенційних точок дестабілізації. У роботі визначено три взаємопов'язані напрями дослідження: управління ризиками як процес адаптивного реагування, ідентифікація конфліктів інтересів як результат структурних та комунікаційних дисбалансів, а також нейтралізація невизначеностей через моделі нечіткої логіки, байєсівські процедури оновлення знань і симуляції Монте-Карло. Запропоновано багаторівневу архітектуру управління, що поєднує ERP, BI і KPI системи для формування єдиного цифрового простору моніторингу. Підкреслено, що ключова мета діагностики полягає у перетворенні ризику та невизначеності з непередбачуваних факторів на контрольовані параметри управлінських дій. Окрему увагу приділено методам кількісної оцінки конфліктогенності, побудові інтегрального індексу ризику та принципам динамічної адаптації управлінських рішень. Розроблена модель дозволяє формувати проактивну систему контролю, що функціонує у режимі реального часу та забезпечує сталість стратегічних процесів. Результати дослідження підтверджують ефективність інтегрованого підходу до ризик-менеджменту в умовах цифровізації та підвищеної складності девелоперського середовища.

Ключові слова: ризик-менеджмент; конфлікт інтересів; невизначеність; девелопмент; BI-система; ERP; діагностика; управлінські рішення.

Постановка проблеми: Сучасні девелоперські проєкти функціонують у середовищі високої складності, де ризики, конфлікти інтересів і невизначеності формують системну взаємозалежність, що безпосередньо впливає на ефективність управлінських рішень. Основною проблемою є відсутність універсальних методів виявлення та оцінки взаємодії цих чинників у реальному часі. Традиційні підходи управління ризиками переважно статичні, не

враховують швидких змін ринкових і соціальних контекстів та не здатні фіксувати приховані конфліктогенні впливи. В умовах цифрової трансформації необхідно створити інтегровані аналітичні системи, які поєднують інструменти кількісного аналізу, моделі прогнозування та візуалізаційні рішення. Вирішення цієї проблеми потребує формування архітектури, що забезпечує автоматичну діагностику ризикових подій, раннє попередження про можливі конфлікти інтересів та адаптивне реагування на невизначеність.

Метою статті є розроблення концептуальної моделі та системи інструментів діагностики ризиків, конфліктів інтересів і невизначеностей у процесі ухвалення управлінських рішень у девелоперських проєктах. У дослідженні ставиться завдання інтегрувати підходи аналітичної, цифрової та когнітивної діагностики для підвищення адаптивності управління. Визначено, що така система має забезпечити можливість кількісної оцінки ризиків, моніторинг конфліктогенних чинників, моделювання сценаріїв невизначеності й автоматизацію управлінських реакцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Питання управління ризиками й невизначеністю активно досліджуються у світовій науковій практиці. Розробки Donaldson і Preston заклали теоретичну основу stakeholder-підходу, у якому ризики й конфлікти розглядаються через призму взаємодії зацікавлених сторін. В роботах Renn (2008) та Kendrick (2012) обґрунтовано системний підхід до ризиків як до інтегрованого елемента управлінського процесу. Flyvbjerg (2013) акцентував на потребі зовнішнього погляду в оцінюванні ризикових проєктів, що посилює якість управлінських рішень. Дослідження Irfan та Thaheem (2019) довели вплив конфліктів між стейкхолдерами на основні параметри будівельних проєктів — строки, вартість і якість. У сучасних роботах Saarenketo (2024) і Okuntade (2020) наголошується на переході до вбудованого ризик-менеджменту (embedded risk management) як невід’ємної частини корпоративного управління. Проєктні стандарти PMI (2021) деталізують інструменти аналізу ризиків і конфліктів у межах методології IRM. Узагальнення наукових джерел свідчить, що інтеграція цифрових технологій, BI та ERP-платформ створює новий рівень прозорості та керованості ризиків, дозволяючи моделювати складні сценарії й підтримувати ухвалення обґрунтованих управлінських рішень у середовищі невизначеності.

Виклад основної інформації: Управлінські ризики у сфері девелопменту становлять одну з найсуттєвіших проблем, яка впливає на реалізацію проєктів, фінансову сталість, стратегічну передбачуваність та довгострокову капіталізацію активів. Складність полягає не лише в самій природі ризиків, а й у відсутності універсальних механізмів їхнього виявлення та класифікації у складних проєктних структурах. Девелоперська діяльність охоплює широкий

спектр взаємопов'язаних процесів — починаючи від містобудівного планування, правових узгоджень, фінансування, будівництва й закінчуючи маркетингом та експлуатацією — що створює численні точки входу для ризиків, як зовнішніх, так і внутрішніх.

Класична управлінська думка представляє ризик як функцію невизначеності та ймовірності негативного впливу на очікувані результати. У рамках девелопменту ця парадигма розширюється у бік сценарного аналізу, де ризик розглядається не лише як загроза, а й як потенційний фактор адаптації або стратегічного переосмислення проєкту. Як зазначає у своїх працях В. Гейзенберг, управлінський ризик варто інтерпретувати в динаміці — як результат складної взаємодії між очікуванням, ресурсним потенціалом та зовнішнім середовищем. Такий підхід дозволяє формувати не статичну, а процесно-чутливу модель ідентифікації ризиків [1].

У науковій практиці існує кілька домінантних підходів до класифікації управлінських ризиків у будівельному секторі. Один із них — факторний, який ґрунтується на аналізі джерел ризику: економічні (інфляція, коливання валютного курсу), політичні (регуляторна невизначеність), соціальні (протестні рухи, негативний суспільний резонанс), екологічні (наявність обмежень щодо землекористування, рекультивації тощо). Другий — структурно-процесний — формує класифікацію відповідно до етапів реалізації проєкту: концептуальний ризик, фінансовий ризик, юридичний, маркетинговий, технічний, експлуатаційний. Саме цей підхід найбільш релевантний у цифровому середовищі, де кожен етап проєкту є окремим модулем управління з власним переліком ризиків, показників, контролів та сценаріїв реакції.

Поглиблення аналітики ризиків неможливе без використання математичних моделей і формальних процедур. Однією з основних моделей у ризик-менеджменті є функція очікуваного збитку, яка дозволяє кількісно оцінити ризик:

$$R = \sum_{i=1}^{n} [P_i \cdot L_i \cdot \omega_i \cdot e^{-\lambda t_i} \cdot (1 - \alpha_i)], \quad (1)$$

де: R — інтегральний ризик проєкту; P_i — ймовірність і-го ризику; L_i — обсяг збитків від реалізації і-го ризику; ωі — вага впливу і-го ризику на критичні цілі проєкту ($0 < \omega i \leq 1$); t_i — момент часу настання ризику; λ — коефіцієнт дисконтування (показує зниження значущості майбутніх втрат); α_i — коефіцієнт адаптивного погашення ризику, який характеризує ефективність реагування системи управління ($0 \leq \alpha_i \leq 1$).

Ця формула дозволяє набагато точніше змоделювати ситуацію, коли не всі ризики мають однаковий пріоритет, не всі втрати рівнозначні в часі (через ефект дисконту), і система управління може зменшувати негативні наслідки

(через αi\alpha_iαi). Таке ускладнення є особливо корисним у розрахунках для портфельного ризик-менеджменту девелоперських проєктів зі складною фазовістю.

Окрему увагу в літературі заслуговує класифікація ризиків за критерієм контрольованості. Як стверджує Д. Хілсон, ризики можуть бути керованими (які піддаються регуляції з боку менеджменту) та некерованими (які є екзогенними, як-от зміни в законодавстві чи стихійні лиха). Цей поділ є основоположним для вибору інструментів впливу — адже до керованих ризиків застосовуються процедури зменшення або уникнення (mitigation/avoidance), тоді як до некерованих — інструменти страхування, резервування або диверсифікації [2].

У девелоперських проєктах високого рівня складності необхідно враховувати також синергічні ризики — ті, що виникають внаслідок взаємодії кількох факторів. Наприклад, поєднання затримок у дозвільній документації з подорожчанням будматеріалів формує ефект каскадного ризику, що виходить за межі прямолінійного аналізу. У таких випадках застосовується методика дерева подій (Event Tree Analysis), яка дозволяє моделювати розгалуження подій і їхній сукупний ефект на проєкт. Додатково може застосовуватись і метод Байєсовської сітки, яка ураховує умовні ймовірності з урахуванням оновленої інформації на кожному етапі розвитку проєкту.

Умови багатофазної реалізації проєктів потребують побудови структурованої діагностичної архітектури, яка забезпечує виявлення, інтерпретацію та прийняття управлінських рішень у режимі реального часу. У цьому контексті пропонується концептуальна блок-схема багаторівневої системи діагностики ризиків у девелопменті [3].

Як ми бачимо з даного рисунку, цифрова система діагностики управлінських ризиків базується на каскадному принципі: від збору даних і попереднього аналізу до прийняття рішень. Кожен рівень підкріплений відповідними інструментами: системи BI відповідають за KRI-аналіз, формули очікуваного збитку — за кількісне моделювання, а регресійні методи — за аналітичну інтерпретацію. У випадку оцінки системної вразливості за багатовимірними параметрами часто застосовується мультифакторна регресійна модель для побудови прогнозу ризикового індексу:

$$RiskIndex_t = \beta_0 + \sum_k^{j=1} \beta_j \cdot X_{jt} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

де X_{jt}— значення j-го факторного індикатора у момент часу t, β_j — його вплив, ε_t — стохастична похибка, що моделює невраховані відхилення. Інтерфейс візуалізації (дашборди) інтегрує всі рівні у єдине вікно прийняття

рішень, дозволяючи менеджеру адаптувати маршрут реалізації залежно від діагностованого профілю ризику.

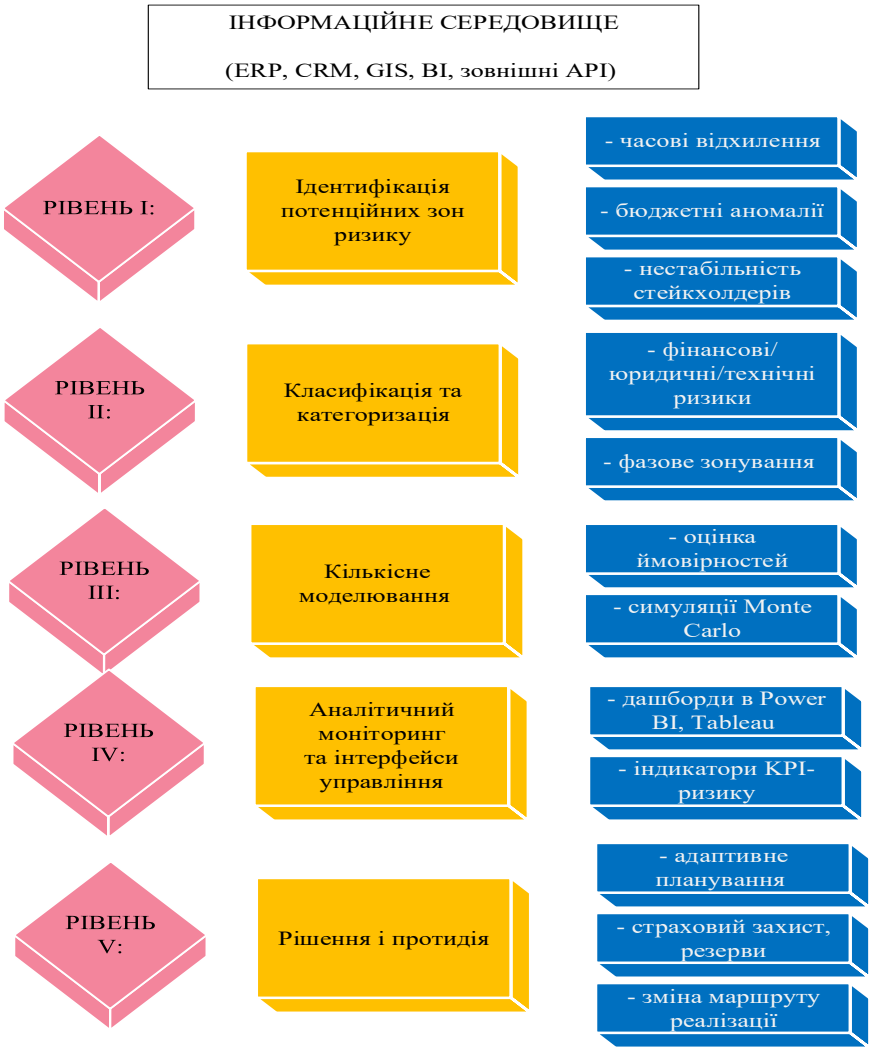


Рис. 1. Інтегрована система діагностики управлінських ризиків у девелоперському проекті *(розроблено автором на основі [3])*

Конфлікти інтересів у девелоперських проєктах не обмежуються класичним юридичним розумінням — як протиріччя між особистою вигодою й службовим обов'язком. У контексті складних багатосторонніх взаємодій між інвесторами, забудовниками, підрядниками, органами влади, банками та кінцевими користувачами, конфлікт інтересів набуває системного характеру, проявляючись у неузгодженості стратегій, відмінностях у часових горизонтах, розподілі відповідальності й непрозорих зонах впливу. Як наслідок, конфлікт не завжди є результатом свідомого зловживання — частіше він є проявом слабкої структури управління або відсутності механізмів синхронізації дій.

Загрозливість конфлікту полягає в його латентній природі: на відміну від ризику, який часто має зовнішнє або технічне джерело, конфлікт інтересів виникає в самій тканині управління. Як наголошує американський дослідник М.

Davis, конфлікт інтересів у багатостейкхолдерному проєкті — це "невидимий структурний дрифт", який виводить систему з оптимальної траєкторії без відчутних сигналів на вході. З цієї причини основним завданням сучасного інструментарію є раннє виявлення прихованої асиметрії впливу або очікувань.

Сучасна наука пропонує багатоаспектні методи ідентифікації конфліктних зон. На першому рівні — аналітичні: конфліктогенні матриці, аналіз векторів впливу (Power/Interest Grid), теорія агентів і принципалів, stakeholder mapping із конфліктними траєкторіями. На другому рівні — цифрові: автоматизований моніторинг затримок і витрат, аналіз дисперсії KPI за підрядниками, алгоритми NLP для семантичного аналізу переписок між сторонами. На третьому — управлінські: медіація, pre-contractual audit, compliance-протоколи, структура контрактів на основі open-book principles [4].

Особливу актуальність набуває кількісне представлення потенціалу конфлікту, що потребує формалізації. Запропонована нижче складна таблиця 1 дозволяє системно оцінити рівень конфліктогенності на основі чотирьох змінних: ступінь впливу сторони, розбіжність інтересів, непрозорість операційної взаємодії та часовий дисбаланс.

Таблиця 1.

Формалізована оцінка конфліктогенності в управлінні девелоперським проектом *(розроблено автором на основі [4])*

	Параметр конфліктності	***Формула індикатора***	***Інтерпретація значення (0–1)***	***Ваговий коефіцієнт ωi\omega_iωi***
1	**Дисбаланс впливу**	$D1 = \frac{I_i - I_j}{max(I)}$ |, (2)	I_i - I_j	}{\max(I)})
2	**Розбіжність цілей**	$D_2 = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} \mid G_{ik} - G_{jk} \mid$, (3)	G_{ik} - G_{jk}	)
3	**Непрозорість дій**	$D_3 = 1 - T_{ij}$, (4) де T_{ij} — коеф. прозорості між сторонами	Оцінка зниження довіри, обмеженого доступу	0.20
4	**Асиметрія часових горизонтів**	$D_4 = \frac{\lvert T_i - T_j \rvert}{T_{max}}$, (5)	T_i - T_j	}{T_{\max}})
5	**Індекс конфліктності**	$CI = \omega_1 \cdot D_1 + \omega_2 \cdot D_2 + \omega_3 \cdot$, (6)	Загальний інтегральний ризик конфлікту (від 0 до 1)	_

Управління стратегічною невизначеністю у девелоперських проєктах вимагає комплексного підходу, що поєднує аналітичні моделі, цифрові інструменти й інтерпретативні механізми, адаптовані до підвищеної складності

системи. Невизначеність тут визначається як сукупність змінних, апріорно невідомих або слабко прогнозованих: ринкові коливання, регуляторні зміни, поведінка споживачів, технічні інновації. Ігнорування цих аспектів призводить до інертних моделей прийняття рішень і втрати конкурентоспроможності. За теоретичними основами, запропонованими Nassim Taleb («Чорні лебеді») та Frank Knight, розрізняються ризик (відомі ймовірності) і глибока невизначеність (відсутність достовірної інформації). Девелоперська сфера вимагає моделювання саме глибокої невизначеності. Застосування нечіткої логіки (fuzzy logic), байєсівського оновлення знань, процедури Монте-Карло, машинного навчання і AI-оптимізації є ключем до адаптивних стратегічних рішень [5].

Рисунок 2 демонструє п’ять основних модулів, що логічно пов'язані в процесі перетворення сирих даних на ефективні управлінські рішення під умовами невизначеності. ВершИНА — “Збір даних” — включає джерела як внутрішні (ERP, CRM), так і зовнішні (макроекономічні API, сенсори, BI), які формують багатовимірну інформаційну матрицю.

Такими каналами інформації система отримує дані, моделює їх умовно через нечіткі множини $\tilde{x}_i \in \tilde{X}$, оновлює ймовірності байєсом:

$$P(H \mid E) = \frac{P(E|H)P(H)}{P(E)}, \tag{7}$$

та запускає симуляції Монте-Карло:

$$u_j(t) = f\left(X_t^{(j)}, \theta\right),\ j = 1, \dots, N, X_t^{(j)} \sim D, \tag{8}$$

де $Xt^{(j)}$ — j-та вибірка сценарію з розподілу D, а функція втрат:

$$Loss(u_j) = w_1 \cdot max(0, u_j - U_{crit})^2 + w_2 \cdot c(u_j), \tag{9}$$

де U_{crit} — критичний поріг (наприклад, перевитрата бюджету або зсув строків), $c(u_j)$ — вартість адаптації, w_1, w_2 — вагові коефіцієнти.

Штучний інтелект оптимізує $\min_{u(\cdot)} E[Loss(u)]$ шляхом навчання policy-моделі з урахуванням штрафу для дисбалансу:

$$\min_{\pi} E_{X \sim D}[Loss(u = \pi(X))] + \lambda \cdot \Omega(\pi), \tag{10}$$

де $\Omega(\pi)$ використовується як регулятор (наприклад L2-нормалізація складності політики).

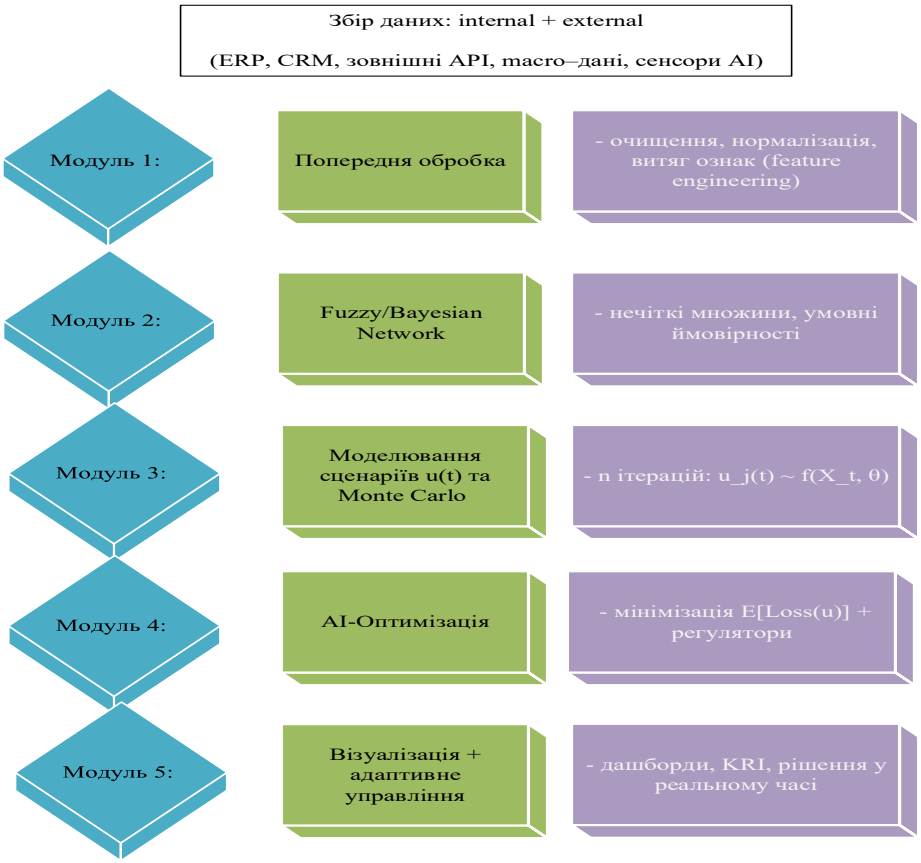


Рис. 2. Схема адаптивного моделювання невизначеності
(розроблено автором на основі [5])

В умовах сучасної цифровізації девелоперських проєктів створення єдиного аналітичного простору — де ризик, конфлікт і невизначеність відстежуються в режимі реального часу — стає не просто бажаним, а критично необхідним. Завдяки інтеграції ERP-систем, BI-платформ і KPI-механізмів можна побудувати мультиплексний механізм діагностики, який усуває інформаційні силоси, автоматично виявляє відхилення і дозволяє практично миттєво реагувати [6].

Архітектура спирається на принципи майже миттєвого аналізу (real-time BI) та інтерпретації даних інтегрованого ERP-ландшафту . Перший рівень — ERP-система — групує інформацію з фінансів, закупівель, логістики, кадрових систем, зовнішніх API чи сенсорних даних. Ці дані підключаються до модуля KPI, який в автоматичному режимі обчислює як прибуткові KPI, так і рисково-орієнтовані індикатори на кшталт дисперсії витрат, відхилень по строкам та сейф-прагів.

Далі інформація передається у BI-систему (Power BI, Tableau, Qlik) — із інтерактивними дашбордами, кореляційними аналізами, автоматичними alert-правилами та можливістю налаштування повідомлень. BI дозволяє хронічно

оцінювати KPI, порівнювати тренди, визначати шаблони «ризикових вікон» та співвідносити їх із бізнес-цілями і ресурсними джерелами [7].

Ці дані потрапляють у аналітичне ядро, де алгоритми виявляють аномалії (наприклад, показники витрат RSI > X або відхилення >±σ), корелюють між KPI і KRI, та формують інтегрований звіт [8]. При досягненні або перевищенні порогових значень спрацьовує модуль реакції, який може миттєво запропонувати альтернативні сценарії, перенаправити ресурси, скоригувати бюджети чи майстер-плани, або підготувати SOx-звіти для контролю. Реакція може включати навіть технічне автоматичне налаштування ролей і прав у ERP — наприклад, обмеження закупівель чи зміна доступу до контрактів [9].

Ця система реалізує концепції ERM та IRM, у тому числі рекомендації COSO щодо інтегрованого підходу до ризиків і комунікацій . Вона забезпечує проактивний моніторинг, аналіз та регуляторну відповідь, утворюючи замкнений цикл — «збір → аналіз → реакція → оновлення» [10].

Рисунок 3 нижче демонструє цю архітектуру: починаючи зі збігу операційних даних у ERP, продовжуючи аналітикою KPI та BI, і закінчуючи модулем оперативного реагування.

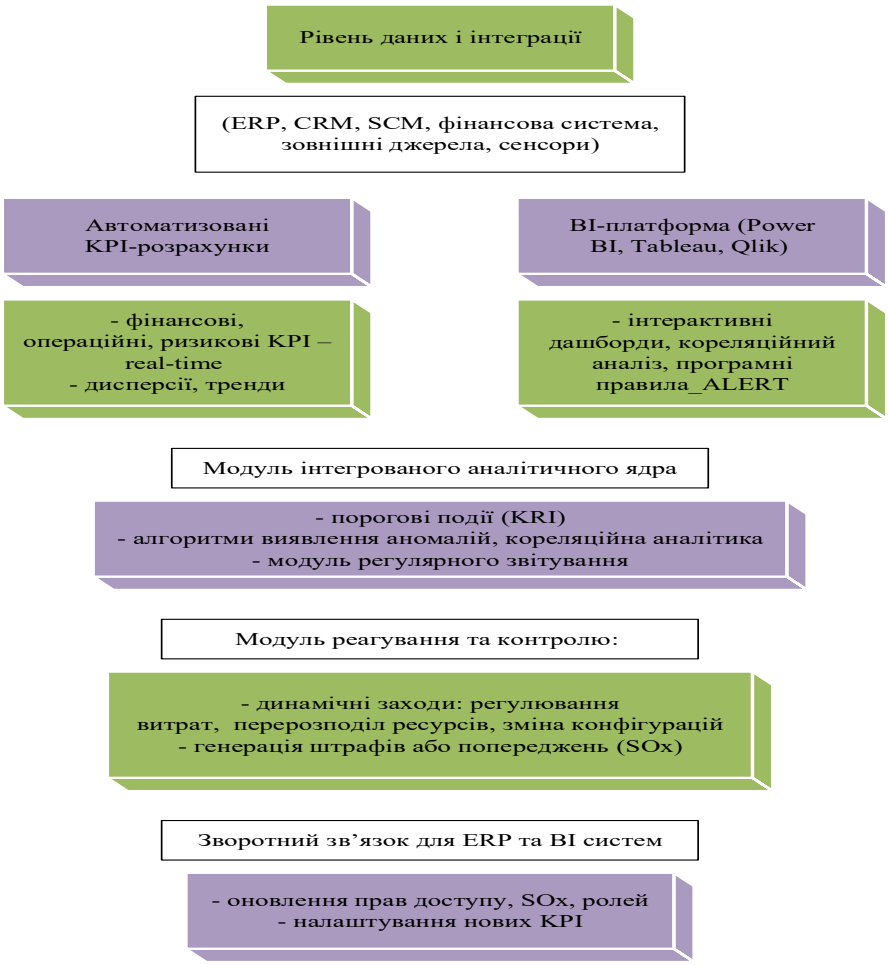


Рис. 3. Інтегрована аналітично-реактивна система моніторингу ризиків, конфліктів та невизначеності на основі ERP–BI–KPI *(розроблено автором на основі [6])*

Література

1. Donaldson T., Preston L. E. The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, Evidence, and Implications. – Academy of Management Review, 1995. – Vol. 20, No. 1. – P. 65–91. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.5465/amr.1995.9503271992

2. PMI (Project Management Institute). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). – 7th edition. – Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok

3. Giorgini, P., Massacci, F., Mylopoulos, J., & Zannone, N. (2006). Detecting conflicts of interest. In Proceedings of the 14th IEEE International Requirements Engineering Conference, 308–311.

4. Irfan, M., Thaheem, M.J., Gabriel, H.F., Malik, M.S.A. and Nasir, A.R., 2019. Effect of stakeholder's conflicts on project constraints: A tale of the construction industry. International Journal of Conflict Management, 30(4), pp.538–565. DOI: 10.1108/IJCMA-04-2019-0074.

5. Flyvbjerg, B. (2013). Quality control and due diligence in project management: Getting decisions right by taking the outside view. International Journal of Project Management, 31(5), 760–774.

6. T. F. Okuntade and I. C. Osuizugbo, "Conflict management practice among stakeholders in construction project delivery," Covenant J. Res. Built Environ., vol. 8, no. 1, pp. 40–57, 2020, doi:10.2384/cjrbe.v8i1.2091.

7. 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

8. Renn Ortwin. Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World. – London : Earthscan, 2008. – 476 с. – ISBN 978-1844072927.

9. Х.М.Чуприна Ю.А. Чуприна М.В. Бородавко Д.В. Грабчак Структурно-когнітивного моделювання процесів управління інтелектуалізацією будівельних підприємств// «Формування ринкових відносин в україні»// 2020. – № 5 (228). – с. 89-98Al-Riyami O. A New Approach to Assess a Project Risk in a Complex World. – Sustainability, 2021, Vol. 13, № 7. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/7/3808

10. Project Management Institute. Conflicts in the project environment. – PMI Libr. 2024. – 15 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.pmi.org/learning/library/project-environment-eleven-project-conflicts-7348

Molodko Oleksii,
Kyiv National University of Construction and Architecture

TOOLS FOR DIAGNOSING RISKS, CONFLICTS OF INTEREST, AND UNCERTAINTIES IN MANAGERIAL DECISIONS

The article examines modern approaches and tools for diagnosing risks, conflicts of interest, and uncertainties in managerial decision-making processes that emerge within development and complex project implementation. The focus is placed on the formation of an integrated analytical system capable of providing early detection of risk factors, asymmetries of stakeholder influence, and potential points of destabilization. The study identifies three interrelated areas of research: risk management as a process of adaptive response, identification of conflicts of interest as a result of structural and communicative imbalances, and the neutralization of uncertainty through fuzzy logic models, Bayesian knowledge updating procedures, and Monte Carlo simulations. A multi-level management architecture is proposed, combining ERP, BI, and KPI systems to form a unified digital monitoring environment. It is emphasized that the key purpose of diagnostics is to transform risk and uncertainty from unpredictable variables into controllable parameters of managerial action. Particular attention is given to quantitative methods for assessing conflict potential, constructing an integral risk index, and developing principles for dynamic adaptation of managerial decisions. The proposed model enables the formation of a proactive control system that operates in real time and ensures the stability of strategic processes. The research findings confirm the effectiveness of an integrated approach to risk management under conditions of digitalization and increasing complexity of the development environment.

Keywords: risk management; conflict of interest; uncertainty; development; BI system; ERP; diagnostics; managerial decisions.

REFERENCES

1. Donaldson, T., & Preston, L. E. The Stakeholder Theory of the Corporation: Concepts, Evidence, and Implications. Academy of Management Review, 1995, Vol. 20, No. 1, pp. 65–91. [Electronic resource]. – Available at: https://doi.org/10.5465/amr.1995.9503271992 {in English}

2. Project Management Institute (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 7th edition. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021. [Electronic resource]. – Available at: https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok {in English}

3. Giorgini, P., Massacci, F., Mylopoulos, J., & Zannone, N. Detecting Conflicts of Interest. Proceedings of the 14th IEEE International Requirements Engineering Conference, 2006, pp. 308–311. {in English}

4. Irfan, M., Thaheem, M. J., Gabriel, H. F., Malik, M. S. A., & Nasir, A. R. Effect of Stakeholders' Conflicts on Project Constraints: A Tale of the Construction Industry. International Journal of Conflict Management, 2019, Vol. 30, No. 4, pp. 538–565. DOI: 10.1108/IJCMA-04-2019-0074. {in English}

5. Flyvbjerg, B. Quality Control and Due Diligence in Project Management: Getting Decisions Right by Taking the Outside View. International Journal of Project Management, 2013, Vol. 31, No. 5, pp. 760–774. {in English}

6. Okuntade, T.F., & Osuizugbo, I.C. Conflict Management Practice among Stakeholders in Construction Project Delivery. Covenant Journal of Research in the Built Environment, 2020, Vol. 8, No. 1, pp. 40–57. DOI: 10.2384/cjrbe.v8i1.2091. {in English}

7. Chupryna, Yu.A., Fedorova, Ya., Ryzhakova, H., Petrenko, H., Hrynenko, I., & Nikolaieva, M. Analytical Components and Basic Functional Elements of Enterprise Management in the Modern System of Construction Development. Management of Complex Systems Development, Kyiv: KNUCA, 2021, No. 47, pp. 130–137. [Electronic resource]. – Available at: http://urss.knuba.edu.ua/article/view/47 {in Ukrainian}

8. Renn, O. Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World. London: Earthscan, 2008. 476 p. ISBN 978-1844072927. {in English}

9. Chupryna, Kh.M., Chupryna, Yu.A., Borodavko, M.V., & Hrabchak, D.V. Structural and Cognitive Modeling of Management Processes for the Intellectualization of Construction Enterprises. Formation of Market Relations in Ukraine, 2020, No. 5 (228), pp. 89–98. [Electronic resource]. – Available at: https://frvu.econjournal.com.ua {in Ukrainian}

10. Al-Riyami, O.A New Approach to Assess a Project Risk in a Complex World. Sustainability, 2021, Vol. 13, No. 7. [Electronic resource]. – Available at: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/7/3808 {in English}

11. Project Management Institute (PMI). Conflicts in the Project Environment. PMI Library, 2024, 15 p. [Electronic resource]. – Available at: https://www.pmi.org/learning/library/project-environment-eleven-project-conflicts-7348 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.441-454
УДК 624.04

к.т.н., доцент **Нєутов С.П.,**
neutov.stepan@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0002-0132-124X,
доктор философии **Сур'янінов В.М.,**
citykboss@odaba.edu.ua, ORCID: 0009-0006-9620-4287,
д.т.н., професор **Сур'янінов М.Г,**
sng@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0003-2592-5221,
Одеська державна академія будівництва та архітектури

МІЦНІСТЬ І ТРІЩИНОСТІЙКІСТЬ ФІБРОБЕТОННИХ БАЛОК ЗА ПОХИЛИМИ ПЕРЕРІЗАМИ

Експериментально отримано оцінку впливу сталевої фібри на несучу здатність, деформативність та тріщиностійкість приопорних ділянок залізобетонних та фібробетонних балок.

Для випробування балок змонтовано спеціальний силовий стенд.

Дослідні зразки всіх серій дослідів виготовляли за п'ятифакторним трирівневим, близьким за властивостями до Д - оптимального, планом типу На5 [21], що забезпечує описом рівним 1 щодо «нульової» точки.

Сталева фібра додавалася у кількості 1% від загального обсягу. Несуча здатність сталефібробетонних балок по похилих перерізах виявилася у 1,25-1,4 рази більшою, чим у залізобетонних. Балки зі звичайного бетону в процесі тривалого навантаження знизили свою несучу здатність на 5-6%. Сталефібробетонні підвищили несучу здатність на 7,5-8,2%.

При дії постійного тривалого навантаження ширина розкриття нормальних тріщин збільшувалася в середньому в 1,2-1,5 рази, то ширина розкриття похилих тріщин - в 2,5-3 рази.

Встановлено також, що в процесі збільшення навантаження до руйнування ширина розкриття нормальних тріщин залишилася практично незмінною, а ширина розкриття похилих тріщин збільшилася в 1,2-1,7 рази. При цьому руйнівне навантаження для балок, раніше навантажених тривалим навантаженням рівня 0,85 від руйнівного зросло на 13-15% порівняно з короткочасним навантаженням.

Ширина розкриття похилих тріщин по довжині приопорної ділянки балки була різною. Найбільша ширина розкриття спостерігалася посередині висоти перерізу приопорних ділянок балок.

Ключові слова: залізобетон, фібробетон, стенд для випробувань, несуча здатність, деформативність, тріщиностійкість, приопорна ділянка, зріз.

Вступ. Дослідженню залізобетонних балок на міцність, жорсткість та тріщиностійкість при короткочасному та тривалому впливі навантаження присвячено чимало робіт. Значно менше публікацій пов'язано з розглядом цієї проблеми стосовно фібробетонних балок.

Тривалий вплив навантаження, що викликає у матеріалі поява мікротріщин при початковому завантаженні, показує, що руйнування зразка йде повільно протягом тривалого часу. Досліди з бетоном (а ще більшою мірою - з фібробетоном) показують, що довготривала міцність бетону лежить вище за ту межу, яка визначає міцність під впливом тривалого навантаження. Досі немає єдиної думки про фактори, що впливають на тривалу міцність бетонних та фібробетонних балок при їх згинанні. Проблема вимагає подальших досліджень і залишається актуальною. В даний час в Україні розрахунок бетонних та фібробетонних конструкцій виконується за граничними станами першої та другої груп, як правило, з урахуванням класу відповідальності будівель та споруд та категорій відповідальності конструктивних елементів, встановлених відповідними нормативними документами, мінливості властивостей, навантажень та впливів, геометричних характеристик, терміну експлуатації та умов роботи конструкцій [1]. Розрахунок фібробетонних конструкцій при армуванні сталевою фіброю регламентується нормативним документом ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016 [2].

Аналіз попередніх досліджень. Першими дослідженнями аналізованої проблеми були експериментальні роботи, виконані в А.А. Гвоздєвим та М.С. Боришанським [3], в результаті яких визначено деякі можливі схеми руйнування фібробетонних елементів у зоні дії поперечних сил – руйнування стиснутої зони від зрізу, руйнування бетону від стиснення між похилими тріщинами, а також руйнування від спільної дії згинальних моментів та поперечних сил. Було встановлено, що при введенні в балки поперечної арматури – кут нахилу тріщин до поздовжньої осі елемента починає збільшуватись при підвищенні відсотка поперечного армування. У подальших роботах [4-6] визначено вплив поперечного армування, поздовжнього армування, розмірів зразків, характеристик матеріалів та інших факторів на механізм утворення похилих тріщин і глибину їх розкриття. Активні дослідження проблеми продовжуються аж до теперішнього часу. Зазначимо роботи [7-11], у яких міцність фібробетонних елементів за несучою здатністю похилих перерізів вивчається в контексті введення ряду нормативних документів [12-13]. Теоретичні дослідження несучої здатності фібробетонних елементів за міцністю перерізів, похилених до поздовжньої осі, проводилися за різними методиками: методиками діючих нормативів, розробками міжнародних

будівельних журналів, а також відповідно до пропозицій учених, які працюють у цьому напрямку.

Аналіз літератури показує, що робіт, присвячених дослідженню фібробетонних балок, суттєво менше, ніж залізобетонних [14-20].

Мета. Метою роботи була оцінка впливу сталевої фібри на несучу здатність, деформативність та тріщиностійкість приопорних ділянок елементів, що згинаються.

Матеріали та методи дослідження. Усі роботи проводились у лабораторіях кафедр будівельної механіки та опору матеріалів Одеської державної академії будівництва та архітектури. Досліджено балки прямокутного перерізу двох серій: I – залізобетонні балки із звичайного бетону; II – балки комбінованого армування з використанням сталевої фібри. Для виготовлення зразків серії II бетон рівномірно додавалася сталева анкерна фібра, загальний обсяг якої становив 1% від обсягу суміші. Цей обсяг був визначений як оптимальний під час наших попередніх досліджень.

Для випробування балок змонтовано спеціальний силовий стенд, схема якого наведена на рис. 1.

Результати та обговорення. Конструкція стенду складається в наступному: 1— станина; 2 — опорні кутки; 3 — домкрат гідравлічний; 4— зразковий динамометр; 5— кільцевий динамометр; 6— траверса; 7— стрижні передавальні; 8— гайки, що фіксують опорну траверсу; 9— верхня пружна траверса; 10— нижня пружна траверса; 11— пружини; 12— гайки, що фіксують пружну траверсу; 13— поздовжня траверса; 14— силові опори; 15— шарнірна опора; 16— з/б зразок.

Експериментальні дослідження, що розглядаються в статті, є частиною виконуваних системних досліджень і спрямовані на вивчення впливу різних факторів на роботу приопорних ділянок фібробетонних балок при високих рівнях тривалого поперечного навантаження порядку. Досліджувані фактори, рівні та інтервали їх варіювання показані в табл. 1.

Так як досліджувані фактори можуть впливати на функцію «виходу» нелінійно, а значить її доцільно апроксимувати поліномом другого ступеня, то дослідні зразки всіх серій дослідів виготовляли за п'ятифакторним трирівневим, близьким за властивостями до Д - оптимального, планом типу На5 [21], що забезпечує описом рівним 1 щодо «нульової» точки.

Для виготовлення дослідних балок використовували звичайний бетон класу С 20/25 на гранітному щебені фракцій 5...10 мм, кварцовому піску з модулем крупності 1,5. Використовували звичайний портландцемент марки 400 без добавок. Для зменшення водоцементного відношення, поліпшення зручноукладальності бетонної суміші та скорочення термінів набору міцності

бетону у всіх дослідах використовували комплексну добавку Релаксол-Супер М (атестат акредитації НААУ № ІА 6.002.Н.592, сертифікат відповідності ISO 9001 № 02.а), – 1% от веса цемента у перерахунку на суху суміш.

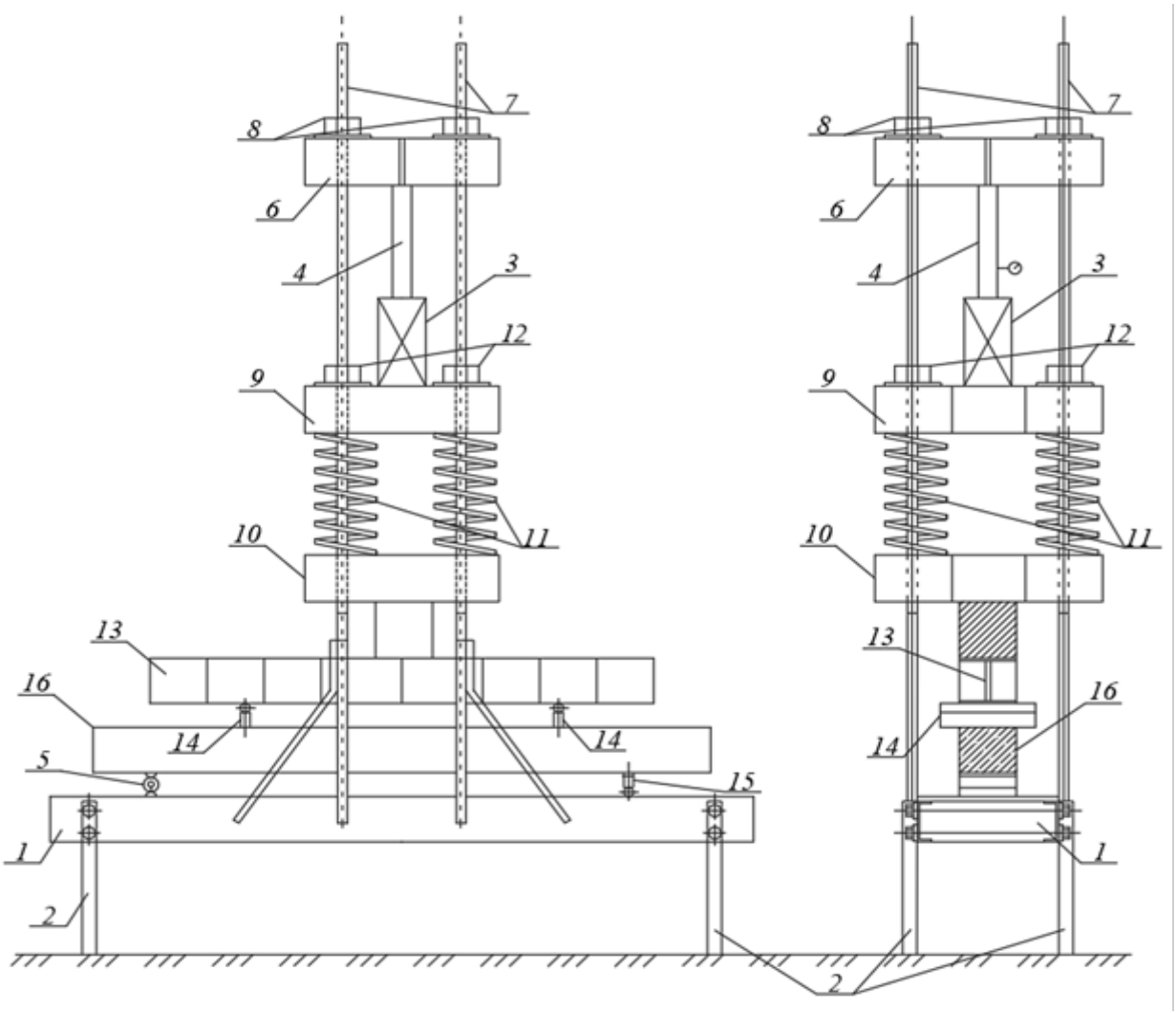


Рис. 1. Силовий стенд для випробувань

План експерименту при тривалій дії навантаження у натуральних значеннях факторів та загальний обсяг досліджень наведено у табл. 2, 3.

Як очевидно з табл. 2,3 експерименти виконуються не за повним планом типу На 5, а на так званих «нульових» дослідах основної серії через велику трудомісткість проведених досліджень.

Як експериментальні зразки були використані залізобетонні та фібробетонні балки прямокутного перерізу з номінальними розмірами 100х200х2000мм із бетону класу С20/25, армовані двома плоскими зварними каркасами, об'єднаними в просторовий каркас.

Поздовжнє армування виконано арматурою класу А500С. Як поперечна арматура, була прийнята арматура класу А200С.

Таблиця 1

Досліджувані фактори

Досліджувані фактори		Рівні варіювання			Інтервал варіювання	Прим.
Код	Натуральні значення	«-1»	«0»	«+1»		L=9h_0= =157,5см; h_0=17,5см; b=10,0см; s=8,25см.
X_1	Відносний проліт зрізу, a/h_0	1 (17,5см)	2 (35,0см)	3 (52,5см)	1 (17,5см)	
X_2	Класс бетону, мПа	С 20/25	С 20/25	С 20/25	С 20/25	
X_3	Коеф. поперечного армування, μ_{sw} (BI)	0,0016 (2Ø3)	0,0029 (2Ø4)	0,0045 (2Ø5)	≈0,00145	
X_4	Коефіцієнт поздовжнього робочого армування, μ_s (A500C)	0,0129 (2Ø12)	0,0176 (2Ø14)	0,0230 (2Ø16)	≈0,00505	
X_5	Коефіцієнт поздовжнього армування стиснутої зони, $\mu_s^{/}$ (A500C)	(2 Ø8) 0,0058	(2 Ø10) 0,0090	(2 Ø12) 0,0129	≈0,00355	

Перед виготовленням дослідних балок на поздовжню стислу та розтягнуту арматуру одного з плоских каркасів серій I та II було наклеєно тензорезистори КФ5П1-5-200 (базою 5мм), з дотриманням рекомендованої заводом-виробником (ТОВ «Веда», м. Київ) технології. Ланцюжки тензорезисторів клеяться таким чином, щоб була можливість визначати поздовжні та поперечні сили, а також згинальні моменти, що сприймаються безпосередньо арматурними стрижнями. Показання тензорезисторів фіксуються в автоматичному режимі спеціально розробленою для цього приставкою до ПК. Частота опитування складає від 1сеукунди до 5 хвилин.

Таблиця 2

План експерименту при тривалій дії навантаження (досліди1-6)

№ досліду	Марка балки	Натуральні значення факторів				Рівні зовнішнього навантаження
		a/h_0	μ_{sw} ,(CI)	$\mu_{sн}$, (A 500C)	$\mu_s^{/}$, (A 500C)	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
I, II 1-д	1 -д1	3	0,0029 (2Ø4см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0090 (2Ø10см)	***$Q_и$***
	1-д2					***0,95$Q_и$***
	1-д3					***0,90$Q_и$***
	1-д4					***0,85$Q_и$***
I, II 2-д	2-д1	1	0,0029 (2Ø4см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0090 (2Ø10см)	***$Q_и$***
	2-д2					***0,95$Q_и$***
	2-д3					***0,90$Q_и$***
	2-д4					***0,85$Q_и$***
I, II 3-д	3-д1	2	0,0029 (2Ø4см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0090 (2Ø10см)	***$Q_и$***
	3-д2					***0,95$Q_и$***
	3-д3					***0,90$Q_и$***
	3-д4					***0,85$Q_и$***

1	2	3	4	5	6	7
I, II 4-д	4-д1	2	0,0029 (2Ø4см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0090 (2Ø10см)	$Q_и$
	4-д2					$0,95Q_и$
	4-д3					$0,90Q_и$
	4-д4					$0,85Q_и$
I, II 5-д	5-д1	2	0,0045 (2Ø5см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0090 (2Ø10см)	$Q_и$
	5-д2					$0,95Q_и$
	5-д3					$0,90Q_и$
	5-д4					$0,85Q_и$
I, II 6-д	6-д1	2	0,0016 (2Ø3см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0090 (2Ø10см)	$Q_и$
	6-д2					$0,95Q_и$
	6-д3					$0,90Q_и$
	6-д4					$0,85Q_и$

Таблиця 3

План експерименту при тривалій дії навантаження (досліди 7-11)

№ досліду	Марка балки	Натуральні значення факторів				Рівні зовнішнього навантаження
		a/h_0	μ_{sw} ,(CI)	$\mu_{sн}$, (A 500C)	$\mu_s^{/}$, (A 500C)	
1	2	3	4	5	6	7
I, II 7-д	7-д1	2	0,0029 (2Ø4см)	0,0230 (2Ø16см)	0,0090 (2Ø10см)	$Q_и$
	7-д2					$0,95Q_и$
	7-д3					$0,90Q_и$
	7-д4					$0,85Q_и$
I, II 8-д	8-д1	2	0,0029 (2Ø4см)	0,0129 (2Ø12см)	0,0090 (2Ø10см)	$Q_и$
	8-д2					$0,95Q_и$
	8-д3					$0,90Q_и$
	8-д4					$0,85Q_и$
I, II 9-д	9-д1	2	0,0029 (2Ø4см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0129 (2Ø12см)	$Q_и$
	9-д2					$0,95Q_и$
	9-д3					$0,90Q_и$
	9-д4					$0,85Q_и$
I, II 10-д	10-д1	2	0,0029 (2Ø4см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0058 (2Ø8см)	$Q_и$
	10-д2					$0,95Q_и$
	10-д3					$0,90Q_и$
	10-д4					$0,85Q_и$
I, II 11-д	11-д1	2	0,0029 (2Ø4см)	0,0176 (2Ø14см)	0,0090 (2Ø10см)	$Q_и$
	11-д2					$0,95Q_и$
	11-д3					$0,90Q_и$
	11-д4					$0,85Q_и$

До початку системних експериментальних досліджень було апробовано дослідні склади бетонів, які використовувалися надалі для виготовлення дослідних балок.

В процесі бетонування балок у кожному досвіді з тієї ж бетонної суміші виготовляли по 6 бетонних кубиків 100х100х100мм і 6 призм 300х100х100мм, які згодом випробовували у віці 28 діб і за один день до початку основних

випробувань відповідно до вимог діючих. Для зменшення усадочних деформацій і забезпечення нормальних умов твердіння бетону дослідних зразків протягом 90...100 діб їх витримували під целофановою плівкою з вологою тирсою при близькій до 100%-вологості і температурі 16...24˚С.

Кожна серія складалася з 4х балок, одна з яких піддавалася короткочасному навантаженню до руйнування, а решта 3 - тривалому навантаженню відповідно з рівнем навантаження 0,85; 0,90 та 0,95 від руйнівного.

Балки піддавалися ступінчастому навантаженню з витримкою по 15 хвилин кожному рівні до розрахункового рівня.

Плоский поперечний вигин дослідних балок у силовій установці створюється за загальноприйнятою методикою. Для контролю сталості прикладеного навантаження опори балки виконані у вигляді кільцевого динамометра та трубчастої стійки кільцевого перерізу з наклеєними на неї тензорезисторами. Деформації бетону, фібробетону та робочої поздовжньої арматури у розрахункових перерізах, вимірювали тензодатчиками та контролювали механічним способом за допомогою індикаторів вартового типу.

У процесі випробувань ретельно стежили за появою та розвитком нормальних і похилих тріщин: при короткочасній дії навантаження - на кожному ступені навантаження, при тривалій дії навантаження - з деякою періодичністю. Ширину розкриття нормальних тріщин заміряли лише на рівні центру тяжкості поздовжньої арматури, а похилих тріщин - лише на рівні поздовжньої арматури і в середині висоти балки.

Експериментально досліджено несучу здатність та тріщиностійкість залізобетонних та фібробетонних балок при тривалих навантаженнях. Балки зі звичайного бетону в процесі тривалого навантаження знизили свою несучу здатність на 5-6%. Сталефібробетонні підвищили несучу здатність на 7,5-8,2%.

Проміжні результати отримані за повним спектром фактора «Х2» (клас бетону С20/25) та неповним спектром фактора «Х4» (кількістю поздовжньої робочої арматури μs):

1. За характером утворення та розвитку тріщин.

1.1. Простежується відмінність у бетоні та фібробетоні на початковий момент утворення нормальних та похилих тріщин: у фібробетоні момент, що відповідає появі нормальних тріщин, та поперечна сила, що відповідає появі похилих тріщин дещо збільшується. Максимальна ширина розкриття небезпечної похилої тріщини помітно зменшується у фібробетону.

1.2. Процес тріщиноутворення в досліджуваних балках починався, як правило, з появи нормальних тріщин у зоні чистого вигину при рівні навантаження (0,15...0,33) від руйнівного. Похилі тріщини з'являлися трохи

пізніше, а саме, при рівні навантаження близько 0,5 від руйнівного. За мінімального відсотка армування похилі тріщини були продовженням нормальних. При відносно великому відсотку робочого поздовжнього армування перші похилі тріщини з'являлися посередині висоти балки у «прольоті зрізу».

Встановлено, що стабілізація прогинів у балках II серії настає значно раніше (100 діб), ніж у балках I серії (175 діб).

Прогини за час тривалого навантаження в балках двох серій зросли на (30÷35)%. На момент повторного навантаження вони склали: бетонна балка (I серія) – 1,07 см, сталефібробетонна (II серія) – 0,6 см. Характер тріщиноутворення в балках двох серій суттєво відрізняється кількістю тріщин, початковою та кінцевою шириною їхнього розкриття. При рівні навантаження, близькому до 0,7, процес утворення нових тріщин практично припиняється, і, природно, ще інтенсивніше розкриваються вже існуючі тріщини.

1.3. Слід зазначити, що, якщо при дії постійного тривалого навантаження ширина розкриття нормальних тріщин збільшувалася в середньому в 1,2-1,5 рази, то ширина розкриття похилих тріщин - в 2,5-3 рази.

Експериментально встановлено також, що в процесі збільшення навантаження до руйнування раніше навантажених раніше балок ширина розкриття нормальних тріщин залишилася практично незмінною, а ширина розкриття похилих тріщин збільшилася в 1,2-1,7 рази. При цьому руйнівне навантаження для балок, раніше навантажених тривалим навантаженням рівня 0,85 від руйнівного зросло на 13-15% порівняно з короткочасним навантаженням.

1.4. Ширина розкриття похилих тріщин по довжині приопорної ділянки балки була різною. Найбільша ширина розкриття спостерігалася посередині висоти перерізу приопорних ділянок балок.

Таблиця 4

Ширина розкриття тріщин

Матеріал	Величина навантаження ***F***, кН (після донавантаж.)	$\max a_{crc}$ нормальних тріщин, мм		$\max a_{crc}$ похилих тріщин, мм	
		При короткоч. навантаж.	При тривалому навантаж. (після донавант.)	При короткоч. навант.	При трив. навантаж. (після донавант.)
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Бетон	144	0,1	-	1	-
	128	0,05	0,1	0,95	1,55
	120(144)	0,05	0,05(0,1)	0,5	1,3(2,5)
	120(163,2)	0,1	0,1(0,1)	0,8	1,6(2)

1	2	3	4	5	6
Фібробетон	232	0,2	-	0,7	-
	216(248)	0,2	0,25(0,25)	0,75	1,3(1,55)
	232	0,15	-	1,1	-
	216(248)	0,2	0,2(0,2)	0,75	1,5(1,6)

2. По розвитку прогинів (Табл. 5):

2.1. Для фібробетонних балок величина руйнівного навантаження збільшується і, як наслідок, збільшуються прогини.

2.2. Прогини дослідних балок при тривалому навантаженні перевищують такі при короткочасному навантаженні того ж рівня в середньому на 10-15%.

2.3. При довантаженні балок із стабілізованими прогинами до руйнування величини максимальних прогинів перевищили такі при короткочасному навантаженні балки тієї ж серії до руйнування на 25-45% залежно від матеріалу.

Таблиця 5

Величина прогинів дослідних балок

Сумарна величина навантаж. ***F***, кН (після донавантаження)	Максимальний прогин, мм	
	При короткоч. навантаженні	При тривалому навантаженні (після донавантаження)
144	10,6	-
128	10,09	11,11
120(144)	8,62	11,43(14,18)
120(163,2)	9,04	10,76(13,2)
192	12,15	
178	10,21	11,12(13,59)
173	9,60	11,125
168	9,01	10,87(15,71)
232	13,35	-
216(248)	12,6	16,03(19,22)
232	12,65	-
216(248)	12,9	14,6(16,45)

Висновки

Таким чином, експериментально отримано оцінку впливу сталевої фібри на несучу здатність, деформативність та тріщиностійкість приопорних ділянок залізобетонних та фібробетонних балок.

Несуча здатність сталефібробетонних балок по похилих перерізах виявилася у 1,25-1,4 рази більшою, чим у залізобетонних.

Балки зі звичайного бетону в процесі тривалого навантаження знизили свою несучу здатність на 5-6%. Сталефібробетонні підвищили несучу здатність на 7,5-8,2%.

При дії постійного тривалого навантаження ширина розкриття нормальних тріщин збільшувалася в середньому в 1,2-1,5 рази, то ширина розкриття похилих тріщин - в 2,5-3 рази.

У фібробетоні момент, що відповідає появі нормальних тріщин, та поперечна сила, що відповідає появі похилих тріщин дещо збільшується. Максимальна ширина розкриття небезпечної похилої тріщини помітно зменшується у фібробетону.

При дії постійного тривалого навантаження ширина розкриття нормальних тріщин збільшувалася в середньому в 1,2-1,5 рази, а ширина розкриття похилих тріщин - в 2,5-3 рази.

Встановлено також, що в процесі збільшення навантаження до руйнування раніше навантажених раніше балок ширина розкриття нормальних тріщин залишилася практично незмінною, а ширина розкриття похилих тріщин збільшилася в 1,2-1,7 рази. При цьому руйнівне навантаження для балок, раніше навантажених тривалим навантаженням рівня 0,85 від руйнівного зросло на 13-15% порівняно з короткочасним навантаженням.

1.4. Ширина розкриття похилих тріщин по довжині приопорної ділянки балки була різною. Найбільша ширина розкриття спостерігалася посередині висоти перерізу приопорних ділянок балок.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зміна № 1. Київ. Міністерство розвитку громад та територій України. 2020. 14 с. {in Ukrainian}

2. ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016 "Настанова з проектування та виготовлення конструкцій з дисперсноармованого бетону". Київ. ДП УкрНДНЦ, 2017. 35 с. {in Ukrainian}

3. Посібник з проектування фібробетонних просторових конструкцій покриттів та перекриттів (до СП 52-117-2008*) / НДІЖБ им. А.А. Гвоздева — інститут ВАТ «НДЦ «Будівництво». М., 2010. 159 с. {in Russian}

4. Голишев А.Б. Бачинський В.Я., Поліщук В.П. и др. Залізобетонні конструкції. Том 1. – К., вид-во «Логос», 2001. 417с. {in Russian}

5. Голишев О.Б. Курс лекцій з основ розрахунку будівельних конструкцій і з опору залізобетону. О.Б. Голишев, А.М. Бамбура. – К.: Логос, 2004. 310с. {in Ukrainian}

6. Голоднов К.А., Кондратюк Є.В. Напружено-деформований стан сталефібробетонних балок при різних навантаженнях. Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. Випуск 10, 2012. С. 242-249. {in Ukrainian}

7. Бліхарський З.Я. Напружено-деформований стан залізобетонних конструкцій в агресивному середовищі при дії навантаження: Дис… докт. техн. наук: 05.23.01- Львів, 2005. 357 с. {in Ukrainian}

8. Бліхарський З.Я., Вашкевич Р.В., Струк Р.Ф. Методика розрахунку залізобетонних конструкцій, відновлених після корозії. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Одеса.: „Місто майстрів”, 2004. С.41-47. {in Ukrainian}

9. Баженов В.А., Гуляр О.І., Рутковський В.А. Методика чисельного моделювання нелінійного деформування та руйнування просторових залізобетонних конструкцій. Збірник наукових праць: Будівельні конструкції. Кн.1. К.: НДІБК, 2003. Вип. 59. С.157-162. {in Ukrainian}

10. Бамбура А.М. Експериментальні основи прикладної деформаційної теорії залізобетону: Автореф. дис…д-ра техн. наук: 05.23.01/Харків, 2006. 39 с. {in Ukrainian}

11. Дорофеев В.С., Карпюк В.М., Аветисян А.Г., Крантовская Е.Н., Карпюк Ф.Р., Шепетюк Н.И., Ярошевич Н.Н. Про необхідність та постановку системних експериментальних досліджень міцності, тріщиностійкості та деформативності приопорних ділянок фібробетонних елементів, що згинаються, що зазнають складних деформацій з метою уточнення та розвитку методів їх розрахунку. // Будівельні конструкції/ Зб. наук. праць. Вип. 62- Київ, НДІБК, 2015. С. 160-167. {in Ukrainian}

12. EN 1992-1.1: Eurocode 2: Design of concrete structures Part 1-1: General rules and rules for buildings.

13. EN 1992-1-2 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design.

14. Fan, J., Nie, J., Li, Q., & Wang, H. (2010). Long-Term Behavior of Composite Beams under Positive and Negative Bending. I: Experimental Study. Journal of Structural Engineering, 136(7), 849–857. doi:10.1061/(asce)st.1943-541x.0000175.

15. Tan, K.H., & Saha, M.K. (2006). Long-Term Deflections of Reinforced Concrete Beams Externally Bonded with FRP System. Journal of Composites for Construction, 10(6), 474–482. doi:10.1061/(asce)1090-0268(2006)10:6(474).

16. Gao, D., Gu, Z., & Wu, C. (2020). Bending Behavior and Deflection Prediction of High-Strength SFRC Beams under Fatigue Loading. Journal of Materials Research and Technology. doi:10.1016/j.jmrt.2020.04.017.

17. Reza Ghasemi Mohammad, Shishegaran Aydin Role of slanted reinforcement on bending capacity SS beams. Vibroengineering PROCEDIA, Vol. 11, 2017, p. 195-199. https://doi.org/10.21595/vp.2017.18544

18. Kamenskikh, A.A., Bogdanova, A.P., Nosov, Y.O., & Kuznetsova, Y. S. (2025). Influence of the Pattern of Coupling of Elements and Antifriction Interlayer Thickness of a Spherical Bearing on Structural Behavior. Designs, 9(5), 117. https://doi.org/10.3390/designs9050117

19. Serhii Drobyshynets, Pavlo Sunak, Igor Melnyk, Andriy Pelekh, Vasyl Rizak, Oksana Mykaylo, Mykhailo Nesukh, Oleh Kukhniuk, Work of steel fiber reinforced concrete beams under the action of repeated loads: an experimental study, Procedia Structural Integrity, Volume 72, 2025, Pages 210-215, ISSN 2452-3216, https://doi.org/10.1016/j.prostr.2025.08.094.

20. De Laet, L., Veenendaal, D., Van Mele, T., Mollaert, M., & Block, P. (2013). Bending incorporated: designing tension structures by integrating bending-active elements. In H. Bögner-Balz, M. Mollaert, & E. Pusat (Eds.), Proceedings of the TensiNet Symposium 2013 – Rethinking Lightweight Structures (pp. 251-256).

21. Вознесенський В.А. Статистичні методи планування експерименту в техніко-економічних дослідженнях 2-е вид., Випр. та доп. М: Фінанси та статистика, 1981, С.215. {in Russian}

PhD **Stepan Neutov,**
Doctor of Philosophy **Vyacheslav Surianinov,**
Doctor of Science, Professor **Mykola Surianinov,**
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture

STRENGTH AND CRACK RESISTANCE OF FIBER-REINFORCED CONCRETE BEAMS IN INCLINED SECTIONS

An estimate of the influence of steel fiber on the bearing capacity, deformability and crack resistance of the supporting sections of reinforced concrete and fiber-reinforced concrete beams was experimentally obtained.

A special force stand was mounted to test the beams. Test specimens of all series of experiments were manufactured according to a five-factor three-level plan of the type Na5 [21], close in properties to the D-optimal one, which provides a description equal to 1 with respect to the "zero" point. Steel fiber was added in an amount of 1% of the total volume. The bearing capacity of steel-fiber-reinforced concrete beams in inclined sections was 1.25-1.4 times greater than that of reinforced concrete. Beams made of ordinary concrete during prolonged loading reduced their bearing capacity by 5-6%. Steel-fiber-reinforced concrete beams increased their bearing capacity by 7.5-8.2%. Under the influence of constant long-term loading, the width of normal crack opening increased on average by 1.2-1.5 times, while the width of inclined crack opening increased by 2.5-3 times. It was also established that in the process of increasing the load to failure, the width of normal crack opening remained practically unchanged, and the width of inclined crack opening increased by 1.2-1.7 times. At the same time, the destructive load for beams previously loaded with a long-term load of 0.85 times the destructive load increased by 13-15% compared to short-term loading.

The width of inclined crack opening along the length of the supporting section of the beam was different. The largest width of opening was observed in the middle of the cross-section height of the supporting sections of the beams.

Keywords: reinforced concrete; fiber concrete; test stand; bearing capacity; deformability; crack resistance; supporting section; slice

REFERENSES

1. DBN V.2.6-98:2009 Constructions of buildings and structures. Concrete and reinforced concrete structures. Basic provisions. Amendment No. 1. Kyiv. Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine. 2020. 14 p. {in Ukrainian}

2. DSTU-N B V.2.6-218:2016 "Guidelines for the design and manufacture of structures made of dispersed reinforced concrete". Kyiv. DP UkrNDNTs, 2017. 35 p. {in Ukrainian}

3. Manual for the design of fiber-concrete spatial structures of coatings and floors (to SP 52-117-2008*) / NDIZhB named after A.A. Gvozdev - Institute of JSC "NDTC "Construction". M., 2010. 159 p. {in Russian}

4. Golyshev A.B. Bachynsky V.Ya., Polishchuk V.P. et al. Reinforced concrete structures. Volume 1. – K., publishing house “Logos”, 2001. 417p. {in Russian}

5. Golyshev O.B. Course of lectures on the basics of calculation of building structures and on the resistance of reinforced concrete. O.B. Golyshev, A.M. Bambura. – K.: Logos, 2004. 310p. {in Ukrainian}

6. Golodnov K.A., Kondratyuk E.V. Stress-strain state of steel-fiber concrete beams under different loads. Collection of scientific papers of the Ukrainian Institute of Steel Structures named after V.M. Shymanovsky. Issue 10, 2012. P. 242-249. {in Ukrainian}

7. Blikharsky Z.Ya. Stress-strain state of reinforced concrete structures in an aggressive environment under load: Diss… doctor of technical sciences. sciences: 05.23.01- Lviv, 2005. 357 p. {in Ukrainian}

8. Blikharsky Z.Ya., Vashkevych R.V., Struk R.F. Methodology for calculating reinforced concrete structures restored after corrosion. Bulletin of the Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Odesa.: "City of Masters", 2004. P.41-47. {in Ukrainian}

9. Bazhenov V.A., Gulyar O.I., Rutkovsky V.A. Methodology for numerical modeling of nonlinear deformation and destruction of spatial reinforced concrete structures. Collection of scientific works: Building structures. Vol. 1. K.: NIIBK, 2003. Issue 59. P.157-162. {in Ukrainian}

10. Bambura A.M. Experimental foundations of applied deformation theory of reinforced concrete: Author's abstract. Dissertation of Doctor of Technical Sciences: 05.23.01/Kharkiv, 2006. 39 p. {in Ukrainian}

11. Dorofeev V.S., Karpyuk V.M., Avetysyan A.G., Krantovskaya E.N., Karpyuk F.R., Shepetyuk N.I., Yaroshevich N.N. On the need and formulation of systematic experimental studies of the strength, crack resistance and deformability of supporting sections of fiber-reinforced concrete elements that bend and undergo complex deformations in order to refine and develop methods for their calculation. // Building structures/Collection of scientific works. Issue 62- Kyiv, NIIBK, 2015. P. 160-167. {in Ukrainian}

12. EN 1992-1.1: Eurocode 2: Design of concrete structures Part 1-1: General rules and rules for buildings. {in English}

13. EN 1992-1-2 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design. {in English}

14. Fan, J., Nie, J., Li, Q., & Wang, H. (2010). Long-Term Behavior of Composite Beams under Positive and Negative Bending. I: Experimental Study. Journal of Structural Engineering, 136(7), 849–857. doi:10.1061/(asce)st.1943-541x.0000175. {in English}

15. Tan, K.H., & Saha, M.K. (2006). Long-Term Deflections of Reinforced Concrete Beams Externally Bonded with FRP System. Journal of Composites for Construction, 10(6), 474–482. doi:10.1061/(asce)1090-0268(2006)10:6(474). {in English}

16. Gao, D., Gu, Z., & Wu, C. (2020). Bending Behavior and Deflection Prediction of High-Strength SFRC Beams under Fatigue Loading. Journal of Materials Research and Technology. doi:10.1016/j.jmrt.2020.04.017. {in English}

17. Reza Ghasemi Mohammad, Shishegaran Aydin Role of slanted reinforcement on bending capacity of SS beams. Vibroengineering PROCEDIA, Vol. 11, 2017, p. 195-199. https://doi.org/10.21595/vp.2017.18544{in English}

18. Kamenskikh, A.A., Bogdanova, A.P., Nosov, Y.O., & Kuznetsova, Y. S. (2025). Influence of the Pattern of Coupling of Elements and Antifriction Interlayer Thickness of a Spherical Bearing on Structural Behavior. Designs, 9(5), 117. https://doi.org/10.3390/designs9050117{in English}

19. Serhii Drobyshynets, Pavlo Sunak, Igor Melnyk, Andriy Pelekh, Vasyl Rizak, Oksana Mykaylo, Mykhailo Nesukh, Oleh Kukhniuk, Work of steel fiber reinforced concrete beams under the action of repeated loads: an experimental study, Procedia Structural Integrity, Volume 72, 2025, Pages 210-215, ISSN 2452-3216, https://doi.org/10.1016/j.prostr.2025.08.094. {in English}

20. De Laet, L., Veenendaal, D., Van Mele, T., Mollaert, M., & Block, P. (2013). Bending incorporated: designing tension structures by integrating bending-active elements. In H. Bögner-Balz, M. Mollaert, & E. Pusat (Eds.), Proceedings of the TensiNet Symposium 2013 – Rethinking Lightweight Structures (pp. 251-256).

21. Voznesensky V.A. Statistical methods of experimental design in technical and economic research 2nd ed., Revised and supplemented. M: Finance and statistics, 1981, p.215. {in Russian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.455-465
УДК 624.04

к.т.н., доцент **Нєутов С.П.,**
neutov.stepan@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0002-0132-124X,
доктор философии **Сур'янінов В.М.,**
citykboss@odaba.edu.ua, ORCID: 0009-0006-9620-4287,
д.т.н., професор **Сур'янінов М.Г,**
sng@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0003-2592-5221,
Одеська державна академія будівництва та архітектури

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ФІБРОБЕТОНУ В ОДЕСЬКОМУ РЕГІОНІ

Наводиться аналіз застосування фібри в будівельних конструкціях в Україні та, зокрема, в Одеському регіоні.

Зазначається, що розвиток і застосування фібробетон отримав в Японії. Ще 1960 р. японська асоціація з цементу однією з перших спеціально заснувала Комітет із вивчення фібробетону.

Нагромаджено великий досвід у країнах Європи та Америки – сталефібробетон з успіхом використаний на будівництві злітних смуг аеропортів, прогонових конструкцій мостів, на складних ділянках автодоріг, при влаштуванні тимчасового кріплення тунелів метро, монолітних сейфів сховищ банків.

В країнах Європи, США, Японії й ін. діє нормативна документація, котра регламентує проектування конструкцій з фібробетону, регулює технологічні способи їх виготовлення, методи випробування зразків і характеристик фібробетонних сумішей. Більшість із них стосується сталефібробетону.

Обмежене застосування сталефібробетону в нашій країні можна пояснити практично повною відсутністю відповідної нормативної документації. На цей час в Одесі досить активно застосовують тількі бетонні суміші з поліпропіленовою фіброю. Можна навести багато прикладів такого застосування — при реконструкції Потьомкінських сходів, будівництві ЖК "Аркадія Сіті", ТРЦ "Riviera" та інших об'єктів.

Розширення застосування фібробетонів у будівництві може бути досягнуто лише внаслідок спільної взаємодії наукових та проектних організацій у згоді з організаціями-замовниками об'єктів, що експлуатують їх надалі.

Ключові слова: фібробетон; пропіленова фібра; сталева фібра; балка; арка; плита; оболонка.

Вступ. Серед матеріалів, застосовуваних у будівництві, бетон і залізобетон є затребуваними матеріалами. За статистикою виробництво бетону на рік становить одну тонну кожного жителя Землі.

Все більше застосування в будівництві знаходять високоміцні порошкові бетони, які отримують завдяки застосуванню сучасних модифікаторів і тонкодисперсних мінеральних заповнювачів. Такі бетони мають високу міцність і однорідність структури, підвищену тиксотропію бетонної суміші, що полегшує його транспортування, укладання та ущільнення. Однак поряд із очевидними перевагами високоміцних порошкових бетонів, цей матеріал має суттєвий недолік у порівнянні з традиційними бетонами: крихкість. Це одна з причин, що обмежує широке застосування високоміцного порошкового бетону в будівництві. Варіантом вирішення цієї проблеми є додавання в бетонну матрицю сталевої фібри (рис. 1), яка створює просторовий каркас [1-4], що підвищує стійкість до тріщиноутворення та в'язкість руйнування бетону, міцність на розтяг, стиснення та вигин.

Рис. 1. Сталева фібра із загнутими кінцями

Останнім часом проведено значну кількість міжнародних науково-технічних симпозіумів, конференцій та семінарів, присвячених результатам наукових досліджень та практичному застосуванню фібробетонів у будівництві США, Великобританії, Канаді, ФРН та інших країнах [5-7].

Аналіз попередніх досліджень. Огляд та аналіз результатів досліджень вітчизнянних і закордонних вчених виявив наступні переваги фібробетону: підвищена міцність міцність на розтяг, вигин та ударне навантаження; стійкість до різких коливань температур, вологості та агресивних середовищ; підвищена довговічність; знижується ризик утворення тріщин; зменшення витрат матеріалів, що дозволяє відмовитись від традиційного армування в деяких випадках; підвищена вогнестійкість — посилена структура матеріалу краще протистоїть високим температурам; легкість та швидкість робіт — зменшення трудовитрат та прискорення будівельного процесу.

В країнах Європи, США, Японії й ін. діє нормативна документація, котра регламентує проектування конструкцій з фібробетону, регулює технологічні способи їх виготовлення, методи випробування зразків і характеристик фібробетонних сумішей [8 – 12]. Більшість із них стосується сталефібробетону.

Мета. Метою роботи був аналіз застосування фібри в будівельних конструкціях в Україні та, зокрема, в Одеському регіоні.

Матеріали та методи дослідження. Експериментальні дослідження фібробетонних балок, арок, плит та оболонок в лабораторіях Одеської державної академії будівництва та архітектури. Огляд та аналіз вітчизнянних і закордонних публікацій стосовно застосування фібри в конструкціях, а також нормативної документації різних країн.

Результати та обговорення.

Особливого розвитку та застосування фібробетон отримав у Японії. Ще 1960 р. японська асоціація з цементу однією з перших спеціально заснувала Комітет із вивчення фібробетону. Своє основне завдання Комітет зробив підготовку нормативної документації, керівних матеріалів (РТМ). Саме ці документи повинні були забезпечити та розширити можливість подальшого використання фібри як при виробництві бетонів у промисловому секторі та на заводах товарного бетону, подальше дослідження характеристик фібробетону, так і вивчення конструкцій дорожніх покриттів та інших конструкцій з бетону, армованого різного роду волокнами, як сталевими, так і штучними.

На світовому ринку сталеві волокна як матеріал для промислового армування з'явилися в 1973 р. Поява фібри як самостійного технологічного продукту для армування стимулювало їх дослідження та подальше застосування для використання у дорожньому одязі та в обробці тунелів. Завдяки отриманим результатам підтвердилися унікальні експлуатаційні властивості сталефібробетону, що дозволило збільшити кількість конструкцій з нього та використовувати його при зведенні різних об'єктів будівництва.

Початок 80-х р. минулого століття став новим етапом у розвитку японської школи фібробетону. Фахівцями японської асоціації з тунелебудування було розроблено посібник з проектування та виготовлення сталефібробетону, призначеного для обробки тунелів, для конструкцій доріг та гідротехнічних споруд. Японське товариство інженерів цивільного будівництва підготувало керівництво з підбору складу та приготування сталефібробетону, а також розробило низку методів його випробувань.

На сьогоднішній день практично всі європейські країни застосовують сталефібробетон при будівництві тунелів. Чималий досвід накопичений у країнах Європи та Америки – сталефібробетон з успіхом використаний на будівництві злітних смуг аеропортів, прогонових конструкцій мостів, на складних ділянках автошляхів, при влаштуванні тимчасового кріплення тунелів метро, монолітних сейфів сховищ банків.

Війна в Україні відкрила ще одну найважливішу сферу застосування фібробетону – він виявився дуже ефективним у конструкціях стаціонарних та мобільних бомбосховищ.

Завдяки теоретичним дослідженням і безлічі натурних випробувань, відомо багато прикладів успішного застосування дисперсно-армованих бетонів у конструкціях різного призначення: стінових панелях, плитах покриттів, днищах резервуарів, палях, трубах, лотках комунікаційних каналів, підлогах промислових будівель, дорожніх та аерод. конструкцій та ін. (рис. 2). Дуже ефективним сталефібробетон виявився за високих температур (рис. 3).

Рис. 2. Застосування сталефібробетону в конструкціях

Рис. 3. Сталефібробетон при високих температурах

Обмежене застосування сталефібробетону нашій країні можна пояснити практично повною відсутністю відповідної нормативної документації [8, 10].

За кордоном постійно розширювалися інвестиції в дослідження, розробку та застосування фібробетонів, але у вітчизняній практиці фінансування у цьому напрямі велося за залишковим принципом та безсистемно, незалежно від думки та побажань наукових організацій.

Незважаючи на те, що, як у нашій країні, так і за кордоном дослідження сталефібробетону ведеться досить давно, інформації про фізико-механічні та реологічні властивості сталефібробетонів порівняно небагато. І зовсім мало досліджень про поведінку фібробетону у конструкціях. Проте досвід таких розвинених країн як Японія, США, Великобританія, Німеччина, Франція та Австралія переконливо довів техніко-економічну ефективність застосування сталефібробетону у будівельних конструкціях.

На жаль, досі не було розроблено типових конструкцій із СФБ, які могли б широко застосовувати проектувальники. Масштабні роботи у цьому напрямі ведуться співробітниками кафедр будівельної механіки та опору матеріалів Одеської державної академії будівництва та архітектури. Дослідження ще далекі від завершення, але вже отримано низку цікавих та корисних результатів. Досліджено фізико-механічні характеристики, міцність, повзучість, морозостійкість та ін., визначено оптимальний склад фібробетонної суміші. Проведено двоетапні експериментальні дослідження міцнісних та деформаційних характеристик фібробетону, армованого сталевою фіброю. На першому етапі обрано оптимальний відсоток фібрового армування та максимальний розмір фракції великого заповнювача. На другому етапі досліджено повзучість фібробетону та звичайного бетону аналогічного складу при різних рівнях напружень. Побудовано криві повзучості. Показано, що застосування фібрового армування призводить до зниження деформації повзучості на 21 – 30 відсотків залежно від рівня напружень.

Проведено експериментальні дослідження зміни міцності бетону та фібробетону з часом. Проведено випробування на стиснення зразків кубічної форми та випробування на розтягування зразків у формі гантелі. Період спостережень охоплює 400 діб. Аналіз результатів показав, що всі характеристики характеристики сталефібробетону при первинних випробуваннях вище, ніж у звичайного бетону, на 5÷10 %. Зі збільшенням віку бетону це співвідношення зростає до 30%.

Виготовлено та випробувано серії різних конструкцій з різним армуванням стрижневою арматурою та фіброю – балки, плити, арки, перехресно-балкові системи, оболонки (рис. 4). Розроблено методику та обладнання для визначення частот та форм коливань. Підготовлено практичні рекомендації.

Зокрема, запропоновано конструкцію плити перекриття з п'ятьма порожнечами, виконану з комбінованим армуванням стрижневою арматурою та сталевою фіброю. Виконано порівняльний аналіз напружено-деформованого стану плити пропонованої конструкції та серійної пустотної залізобетонної плити з шістьма пустотами. Моделювання плит та розрахунки проведено у двох програмних комплексах – ANSYS та SCAD – для двох варіантів закріплення – вільне спирання по двох коротких сторонах та жорстке закріплення по всьому контуру. Результати розрахунків показали, що напружено-деформований стан обох плит характеризується близькими значеннями прогинів і напружень з дещо меншими величинами у плити запропонованої конструкції.

Рис. 4. Дослідження сталефібробетону у конструкціях

Не менш цікаві результати отримані і при експериментальних дослідженнях інших типів конструкцій, проте їх опис виходить за межі даного огляду.

Важливим фактором, що впливає на незатребуваність фібробетону у вітчизняному будівництві, є його більш висока вихідна ціна в порівнянні зі звичайним бетоном або залізобетоном. Цей фактор діє в першу чергу на рівні відносин між заводом-виробником фібробетону або конструкцій з нього та підрядною організацією-будівельником, яка не хоче брати дорожчий матеріал, не передбачений проектувальниками. Як будівельний матеріал, сталефібробетон дає так званий відкладений економічний ефект.

Це відбувається за рахунок більш високої довговічності та зносостійкості, експлуатаційної придатності, збільшення міжремонтного ресурсу та підвищення безпеки споруд при сейсмічних впливах та пожежах.Перераховані вище фактори найбільш ефективні у вузлах і конструкціях багатоповерхових та висотних будівель, особливо в будівлях та спорудах, що будуються в сейсмічних районах. Дисперсне фіброве армування забезпечує дисипацію енергії в обсязі конструкції, вузла або зони за рахунок багаторазово більшої енергії деформування та руйнування в порівнянні зі звичайним бетоном. Проблема в цій ситуації полягає в тому, що реальну оцінку можна дати лише організація, яка експлуатує готову будівлю або споруду, але не бере участі, як правило, на першому етапі у виборі конструктивного рішення конструкції чи споруди.

Розширення застосування фібробетонів у будівництві може бути досягнуто тільки внаслідок спільної взаємодії наукових та проектних організацій у згоді з організаціями-замовниками об'єктів, що експлуатують їх надалі. Сьогодні необхідно розробити методику оцінки економічної ефективності фібробетонних конструкцій, враховуючи вищі фізико-механічні властивості, довговічність, технологічність, великий міжремонтний ресурс тощо у порівнянні з залізобетоном. Загалом конструкції із СФБ, безсумнів но, дадуть більший економічний ефект на експлуатацію всієї будівлі.

Сьогодні в Одесі досить активно застосовують тількі бетонні суміші з поліпропіленовою фіброю. Можна навести доситьбагато прикладів такого застосування — при реконструкції Потьомкінських сходів, будівництві ЖК "Аркадія Сіті", ТРЦ "Riviera" та інших об'єктів.

Викликає здивування той факт, що наше місто, маючи найбільшого виробника сталевої фібри — ТОВ "Стальканат-Силур", яке експортує свою продукцію до 50 країн світу, — досі не має в своєму розпорядженні не лише заводу, а й навіть цеху з виробництва сталефібробетону.

Сьогодні ми можемо використовувати як зарубіжний досвід, який переконливо довів техніко-економічну ефективність застосування сталефібробетону в будівельних конструкціях, так і власний, накопичений та напрацьований у досить довгий період часу, щоб вийти на передові рубежі у практичному застосуванні цього ефективного будівельного матеріалу.

Висновки

Особливого розвитку та застосування фібробетон отримав у Японії. Ще 1960 р. японська асоціація з цементу однією з перших спеціально заснувала Комітет із вивчення фібробетону.

Накопичено великий досвід у країнах Європи та Америки – сталефібробетон з успіхом використаний на будівництві злітних смуг аеропортів, прогонових конструкцій мостів, на складних ділянках автошляхів, при влаштуванні тимчасового кріплення тунелів метро, монолітних сейфів сховищ банків.

У країнах Європи, США, Японії та ін. діє нормативна документація, що регламентує проектування конструкцій з фібробетону, регулює технологічні способи їх виготовлення, методи випробування зразків та характеристик фібробетонних сумішей. Більшість із них стосується сталефібробетону.

Обмежене застосування сталефібробетону в нашій країні можна пояснити практично повною відсутністю відповідної нормативної документації. Сьогодні в Одесі досить активно застосовують тількі бетонні суміші з поліпропіленовою фіброю. Можна навести багато прикладів такого застосування — при реконструкції Потьомкінських сходів, будівництві ЖК "Аркадія Сіті", ТРЦ "Riviera" та інших об'єктів. Розширення застосування фібробетонів у будівництві може бути досягнуто тільки внаслідок спільної взаємодії наукових та проектних організацій у згоді з організаціями-замовниками об'єктів, що експлуатують їх надалі. Сьогодні ми можемо використовувати як зарубіжний досвід, який переконливо довів техніко-економічну ефективність застосування сталефібробетону в будівельних конструкціях, так і власний, накопичений та напрацьований у досить довгий період часу, щоб вийти на передові рубежі у практичному застосуванні цього ефективного будівельного матеріалу.

Список літератури

1. Будівельне матеріалознавство / За ред. П.В. Кривенка. К.: Ліра-К, 2012. 624 с. ISBN 978-966-2609-04-2.

2. Дорошенко О.Ю. Досвід застосування фібробетону у будівництві / О.Ю. Дорошенко, Ю.М. Дорошенко // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Сер.: Транспортні системи і технології. 2014. Вип. 24. С. 5-10.

3.Дворкін Л.Й. Високоміцні швидкотверднучі бетони та фібробетони: монографія / Рівне: НУВГП, 2017. – 332 с.

4. Новицький А.Г. Аспекти застосування базальтової фібри для армування бетонів / А.Г. Новицький, М.В. Ефремов // Науково-технічний збірник «Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка» Київ. 2010. Вип. 36. С. 22-26.

5. Рабінович, Ф.Н. Композити на основі дисперсно-армованих бетонів. Питання теорії та проектування, технологія, конструкції: монографія / Ф. Н. Рабінович. Вид-во АСВ, 2004. 560 с.

6. Ischenko, Aleksandr & Borisova, Anastasia. (2020). Application of fiber-reinforced concrete in high-rise construction. E3S Web of Conferences. 164. 02005. 10.1051/e3sconf/202016402005.

7. Chen Lin, Zhanchong Shi, Terje Kanstad, Mohammad Haj Mohammadian Baghban, Guomin Ji, Application of steel fiber reinforced-concrete in post-tensioned flat slabs: A numerical study, Engineering Structures, Volume 324, 2025, 119347, ISSN 0141-0296, https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.119347.

8. Gao, D., Gu, Z., & Wu, C. (2020). Bending Behavior and Deflection Prediction of High-Strength SFRC Beams under Fatigue Loading. Journal of Materials Research and Technology. doi:10.1016/j.jmrt.2020.04.017.

9. ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016 "Настанова з проектування та виготовлення конструкцій з дисперсноармованого бетону". Київ. ДП УкрНДНЦ, 2017. 35 с.

10. EN 14845-2:2006 Test methods for fibers in concrete. Effect on concrete.

11. EN 14845-2:2006 Test methods for fibers in concrete. Effect on concrete.

12. BS EN 14889-1:2006 Fibres for concrete. Steel fibres. Definitions, specifications and conformity.

PhD **Stepan Neutov,** Doctor of Philosophy **Vyacheslav Surianinov,**
Doctor of Science, Professor **Mykola Surianinov,**
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture

PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF FIBER-REINFORCED CONCRETE IN THE ODESSA REGION

The article provides an analysis of the use of fiber in building structures in Ukraine and, in particular, in the Odessa region.

It is noted that the development and application of fiber concrete was in Japan. Back in 1960, the Japanese Cement Association was one of the first to specifically establish a Committee for the Study of Fiber Concrete.

Extensive experience has been accumulated in European and American countries - steel fiber concrete has been successfully used in the construction of airport runways, bridge span structures, on complex sections of highways, in the arrangement of temporary fastening of subway tunnels, monolithic safes of bank vaults.

In European countries, the USA, Japan, etc., there is regulatory documentation that regulates the design of fiber concrete structures, regulates the technological methods of their manufacture, methods of testing samples and characteristics of fiber concrete mixtures. Most of them concern steel fiber concrete.

The limited use of steel fiber concrete in our country can be explained by the almost complete absence of relevant regulatory documentation. At present, only concrete mixtures with polypropylene fiber are quite actively used in Odessa. Many examples of such use can be given - during the reconstruction of the Potemkin Stairs, the construction of the residential complex "Arcadia City", the shopping center "Riviera" and other facilities.

The expansion of the use of fiber concrete in construction can be achieved only as a result of joint interaction of scientific and design organizations in agreement with the organizations-customers of the facilities that will operate them in the future.

Keywords: fiber concrete; propylene fiber; steel fiber; beam; arch; slab; shell.

REFERENSES

1. Construction Materials Science / Ed. P.V. Kryvenko. K.: Lira-K, 2012. 624 p. ISBN 978-966-2609-04-2. {in Ukrainian}

2. Doroshenko O.Yu. Experience in the use of fiber concrete in construction / O. Yu. Doroshenko, Yu.M. Doroshenko // Collection of scientific works of the State Economic and Technological University of Transport. Ser.: Transport Systems and Technologies. 2014. Issue 24. P. 5-10. {in Ukrainian}

3. Dvorkin L.Yu. High-strength quick-hardening concretes and fiber concretes: monograph / Rivne: NUVGP, 2017. – 332 p. {in Ukrainian}

4. Novytsky A.G. Aspects of the use of basalt fiber for reinforcing concrete / A.G. Novytsky, M.V. Efremov // Scientific and technical collection "Building materials, products and sanitary ware" Kyiv. 2010. Issue 36. P. 22-26. {in Ukrainian}

5. Rabinovich, F.N. Composites based on dispersion-reinforced concrete. Issues of theory and design, technology, constructions: monograph / F.N. Rabinovich. ASV Publishing House, 2004. 560 p. {in Russian}.

6. Ischenko, Aleksandr & Borisova, Anastasia. (2020). Application of fiber-reinforced concrete in high-rise construction. E3S Web of Conferences. 164. 02005. 10.1051/e3sconf/202016402005. {in English}

7. Chen Lin, Zhanchong Shi, Terje Kanstad, Mohammad Haj Mohammadian Baghban, Guomin Ji, Application of steel fiber reinforced-concrete in post-tensioned flat slabs: A numerical study, Engineering Structures, Volume 324, 2025, 119347, ISSN 0141-0296, https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.119347. {in English}

8. Gao, D., Gu, Z., & Wu, C. (2020). Bending Behavior and Deflection Prediction of High-Strength SFRC Beams under Fatigue Loading. Journal of Materials Research and Technology. doi:10.1016/j.jmrt.2020.04.017. {in English}

9. DSTU-N B V.2.6-218:2016 "Guidelines for the design and manufacture of structures made of dispersed reinforced concrete". Kyiv. State Enterprise UkrNDNC, 2017. 35 p. {in Ukrainian}.

10. EN 14845-2:2006 Test methods for fibers in concrete. Effect on concrete. {in English}

11. EN 14845-2:2006 Test methods for fibers in concrete. Effect on concrete. {in English}

12. BS EN 14889-1:2006 Fibres for concrete. Steel fibres. Definitions, specifications and conformity. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.466-481
УДК 624.042.7:614.8:539.37
Поляков А.П.,
4672349@stud.kai.edu.ua, ORCID: 0009-0002-1312-8858,
Лапенко О.І.,
oleksandr.lapenko@npp.kai.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2029-0792,
Державний університет «Київський авіаційний інститут»

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І АНАЛІЗ ЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ ПІДЗЕМНИХ УКРИТТІВ ПРИ НАЗЕМНОМУ ВИБУХУ

Представлено результати чисельного моделювання впливу наземного вибуху на підземні укриття із захисними екранами різних конструктивних рішень. Дослідження виконано в програмному комплексі ANSYS AUTODYN із застосуванням комбінованої схеми Euler–Lagrange, що дозволило відтворити поширення вибухової хвилі в системі «повітря–ґрунт–конструкція». Розглянуто два варіанти екранів: монолітний залізобетонний та збірний, сформований зі складених фундаментних блоків. Для обох моделей проаналізовано напружено-деформований стан конструкцій і ґрунтового масиву, а також часові залежності тиску на поверхні укриття.

*Результати показали, що використання збірного екрану знижує піковий тиск на поверхні підземного укриття на **13,84 %** у порівнянні з монолітною конструкцією, при цьому забезпечуючи простіший і економічно доцільний ремонт. Встановлено відмінності у рівні руйнувань елементів екранів та ефективності їхньої роботи при вибухових впливах.*
Отримані висновки підтверджують потенціал доцільності подальших натурних досліджень і можуть бути використані при проєктуванні споруд цивільного захисту та об'єктів критичної інфраструктури.

Ключові слова: вибухова хвиля; підземне укриття; ANSYS AUTODYN; захисний екран; чисельне моделювання.

1. Вступ

Актуальність дослідження. Вибухові навантаження є одним із найнебезпечніших динамічних впливів на будівельні конструкції, оскільки вони здатні призводити до масштабних руйнувань як наземних, так і підземних споруд. Потреба у підвищенні стійкості укриттів і об'єктів критичної інфраструктури особливо зросла в умовах воєнних загроз та техногенних ризиків. Роботи [6], [35] та українські дослідження [5], [30] підкреслюють актуальність проблематики для проєктування споруд цивільного захисту. Також дуже важливим є терміни будівництва і економічний фактор цього

питання. В даній роботі порівнюються два види захисних екранів, залізобетонний монолітний і збірний з фундаментних блоків.

Взаємодія вибухових хвиль з грунтом і підземними спорудами досліджувалася у багатьох роботах. Моделювання вибухів у слабозв'язаних ґрунтах показано у [23], а загальні закономірності взаємодії вибухових хвиль із техноурбаністичними системами наведено в [30]. Чисельні дослідження поширення вибухових хвиль у багатошаровому ґрунті із врахуванням взаємодії «ґрунт–споруда» представлені у [1], нелінійна динаміка ґрунту під дією ударних хвиль розглянута у [37]. Додатково механічні властивості піску для чисельного моделювання детально описані у [18].

Розрахункові підходи до опису вибухових процесів включають використання рівнянь стану. Класичні коефіцієнти для рівняння Джонса–Вілкінса–Лі (JWL) наведені в [19], що дозволяє достовірно відтворювати поведінку вибухових речовин. У роботі [20] подано побудову діаграм «тиск–імпульс» для оцінки впливу вибухів, тоді як довідкові дані з термодинамічних властивостей рідин і газів для інженерних розрахунків містяться в [34].

Експериментальні дослідження відіграють ключову роль у валідації чисельних моделей. Поведінку сендвіч-панелей при вибухових навантаженнях описано у [2], а реакцію сталевих і FRP-армованих елементів – у [9]. У роботі [15] наведено експеримент і чисельний аналіз сталевих панелей під дією ударної хвилі. Залізобетонні панелі досліджувалися у [24], тоді як робота [38] зосереджена на плитах із надміцного фібробетону та FRP-підсилення. Сучасний експериментальний стенд miniBLAST для лабораторних випробувань представлений у [27].

Чисельне моделювання конструкцій під дією вибуху активно розвивається завдяки застосуванню сучасних обчислювальних комплексів. У роботі [3] подано моделі для RC-структур, у [25] – результати для рам, а в [12] розглянуто можливості AUTODYN для відтворення дії повітряних вибухів. Моделювання FRP-підсилених балок показано у [29], а реакцію RC-плит досліджено у [28]. Моделювання з урахуванням взаємодії потоку та конструкцій подано у [4], а нелінійний аналіз процесів у 2D і 3D середовищах – у [17].

Розробка аналітичних та обчислювальних методів для розв'язання задач вибухової дії представлена у [7], де здійснено верифікацію гібридних чисельних моделей, та у [10], де проведено порівняння аналітичних методів і чисельних підходів по оцінці тиску від вибуху. Методи чисельної математики, які є основою для інженерних розрахунків, детально висвітлені у [11].

Питання міцності матеріалів при динамічних навантаженнях відображені у низці робіт. У [8] розглянуто екстремальні впливи на споруди, у [22] –

приклади обвалення будівель від вибухів, а в працях Ріделя [31], [32], [33] наведено результати дослідження поведінки бетону при ударних і вибухових навантаженнях.

Значну увагу у літературі приділено оглядовим роботам, які узагальнюють сучасний стан проблеми. У [6] викладено загальну феноменологію зовнішніх вибухів, у [14] – результати аналізу методів випробувань конструкцій, у [16] – розгорнутий огляд взаємодії вибухових хвиль із будівлями. Дослідження [26] демонструє ефективність захисних бар'єрів для підземних споруд, тоді як у [13] і [17] показано перспективи використання методів машинного навчання та редукованих моделей для прискорення обчислень.

Нормативні документи також залишаються невід'ємною частиною сучасних досліджень. У [36] представлено вимоги Міністерства оборони США (UFC 3-340-02) до проєктування споруд, стійких до вибухів, тоді як у [14] наведено рекомендації Європейської комісії. Ці документи доповнюються прикладними результатами робіт [5], [21], [30].

Таким чином, аналіз літератури [1]–[41] свідчить про різносторонність та різноплановість підходів до дослідження впливу вибухових навантажень – від експериментів та аналітичних моделей до чисельного моделювання і нормативних документів. Водночас недостатньо вивченим залишається питання ефективності різних типів захисних екранів для підземних укриттів, особливо при порівнянні монолітних і збірних систем, що і визначає актуальність проведення даного дослідження.

2. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження було чисельне дослідження впливу наземного вибуху на підземне укриття із захисним екраном та порівняння ефективності двох конструктивних рішень екрана — монолітного залізобетонного та збірного, виконаного зі складених фундаментних блоків.

Для досягнення цієї мети були поставлені й реалізовані такі завдання:

2.1 Підбір геометричних розмірів відповідно до методики запропонованої в [40].

2.2 Математичне моделювання процесу взаємодії вибухової хвилі з ґрунтовим середовищем і підземною спорудою із захисним екраном.

2.3 Чисельне моделювання в середовищі **ANSYS AUTODYN** для двох варіантів конструктивного виконання захисного екрана:

- Модель 1 - монолітний залізобетонний екран;
- Модель 2 - екран зі складених фундаментних блоків у три ряди.

2.4 Аналіз напружено-деформований стан конструкцій і ґрунтового масиву при дії вибухової хвилі.

2.5 Порівняння результатів для двох розглянутих моделей.

2.6 Оцінено ефективність застосування різних типів захисних екранів для підвищення стійкості підземних укриттів.

3. Методологія дослідження (Матеріали та методи)

Для дослідження впливу наземного вибуху на підземне укриття із захисним екраном було застосовано методи математичного та чисельного моделювання з використанням програмного комплексу **ANSYS AUTODYN**.

Постановка задачі. Розглянуто підземне укриття, розташоване у піщаному ґрунті, над яким встановлювався захисний екран. Обидві моделі мають різні конструктивні рішення, але ідентичні геометричні розміри

Геометричні параметри. Геометрія укриття та екранів відтворювалася у вигляді тривимірних моделей із застосуванням математичних спрощень, що дозволяють зменшити обчислювальні витрати без втрати точності результатів. Товщина залізобетонних елементів і розміри фундаментних блоків були розраховані у відповідності до методики в [40] (див. Рис. 3.1).

Фізико-механічні властивості матеріалів. Для бетону захисних екранів використовувалася модель матеріалу типу *Riedel-Hiermaier-Thoma (RHT)*, що враховує динамічну міцність, пошкодження та руйнування [31], [32], [33]. Властивості ґрунту задавалися на основі даних [18], а для опису поведінки вибухової речовини (тротилу) застосовувалося рівняння стану Джонса–Вілкінса–Лі (JWL) [19].

Модель вибуху. У моделі відтворювався наземний вибух заряду вибухової речовини сферичної форми, розташованого на поверхні ґрунту безпосередньо над екраном. Розрахунок здійснювався з урахуванням утворення та поширення ударної хвилі у повітрі, її взаємодії з ґрунтом і конструктивними елементами споруди. Вага вибухової речовини становила 792,18 кг TNT

Обчислювальна схема. Для розрахунків застосовувалася комбінована схема «Euler–Lagrange», що дозволила достатньо точно описати поширення хвилі в повітрі (AIR) і піску (SAND) (Euler-домен) та поведінку твердих тіл — залізобетонних елементів (Lagrange-домен). Між доменами реалізовувалася взаємодія через відповідні контактні алгоритми.

Граничні умови. Межі домену задавалися як Flow-out умов для уникнення штучного відбиття хвиль. Габарити домену див. Рис.3.1-3.3

Чисельні параметри. Для забезпечення стійкості та точності розрахунків сітка в Euler-домені мала розмір розбиття 50 мм для Моделі 1 і 150 мм для Моделі 2. Часовий крок визначався автоматично за критерієм стійкості Куранта.

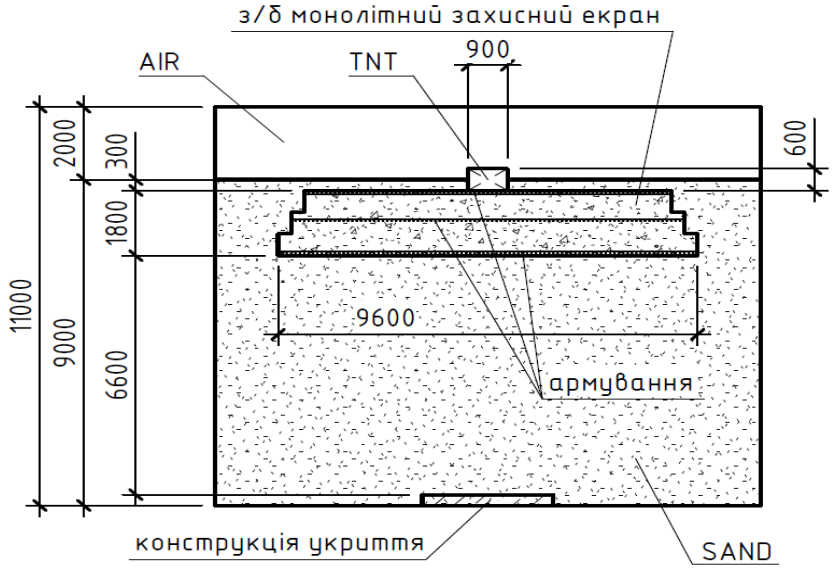


Рис.3.1 Геометричні розміри розрахункової моделі в розрізі. Модель 1

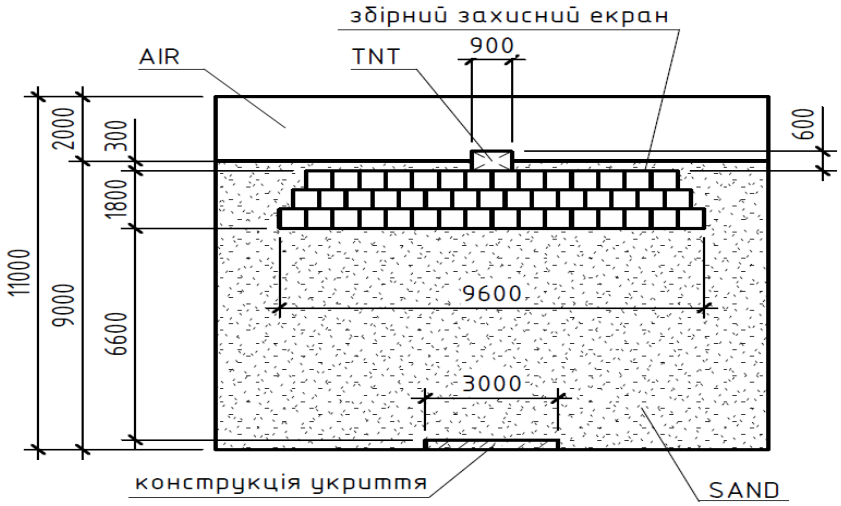


Рис.3.2 Геометричні розміри розрахункової моделі в розрізі. Модель 2

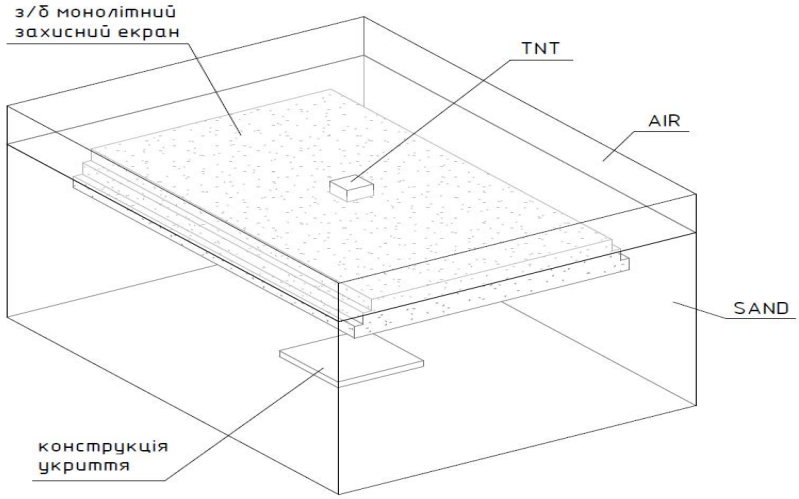


Рис.3.3. Загальний вигляд розрахункової моделі. Модель 1 і 2.

Таким чином, обрана методологія дозволила змоделювати поширення вибухової хвилі у системі «повітря–ґрунт–укриття», а також оцінити вплив

різних конструктивних рішень захисного екрана на напружено-деформований стан підземної споруди.

4. Результати дослідження

У процесі чисельного моделювання було отримано часові залежності тиску у ґрунті на поверхні підземного укриття. Дослідження проводилося для двох варіантів конструктивної схеми екрана: монолітного залізобетонного та збірного з фундаментних блоків.

4.1. Монолітний залізобетонний екран Модель 1.

Пікові значення тиску на контактній межі «екран–ґрунт» становили P_{max}=1674,67 кПа Максимальні напруження не перевищували розрахункової міцності бетону при динамічних впливах. Кількісна руйнація елементів екрану, після якої елемент не придатний для експлуатації, становила 100%. Також, присутня локальна руйнація поверхні укриття. Див. Рис.4.1-4.4

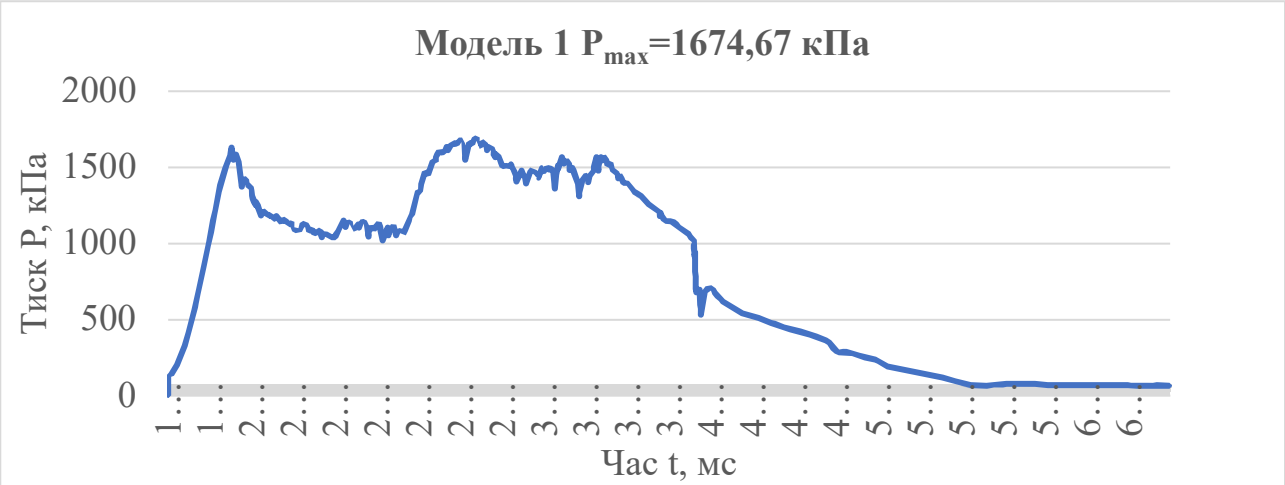


Рис.4.1. Значення тиску на поверхні підземного укриття.

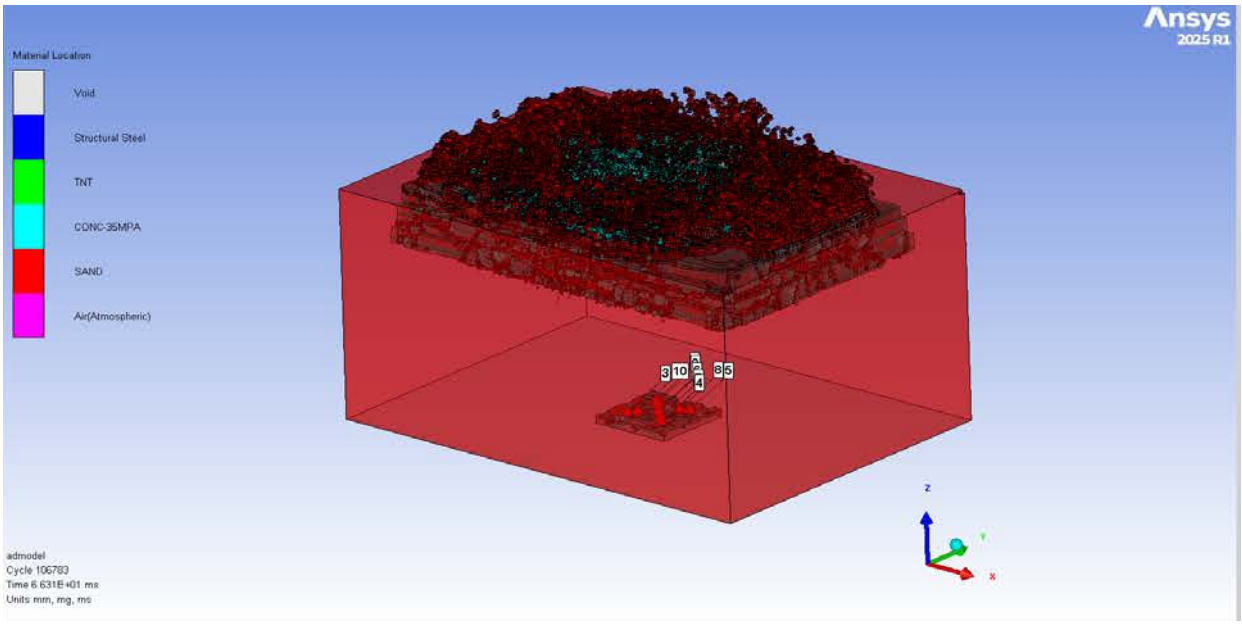


Рис.4.2. Розрахункова Модель 1 під час вибуху.

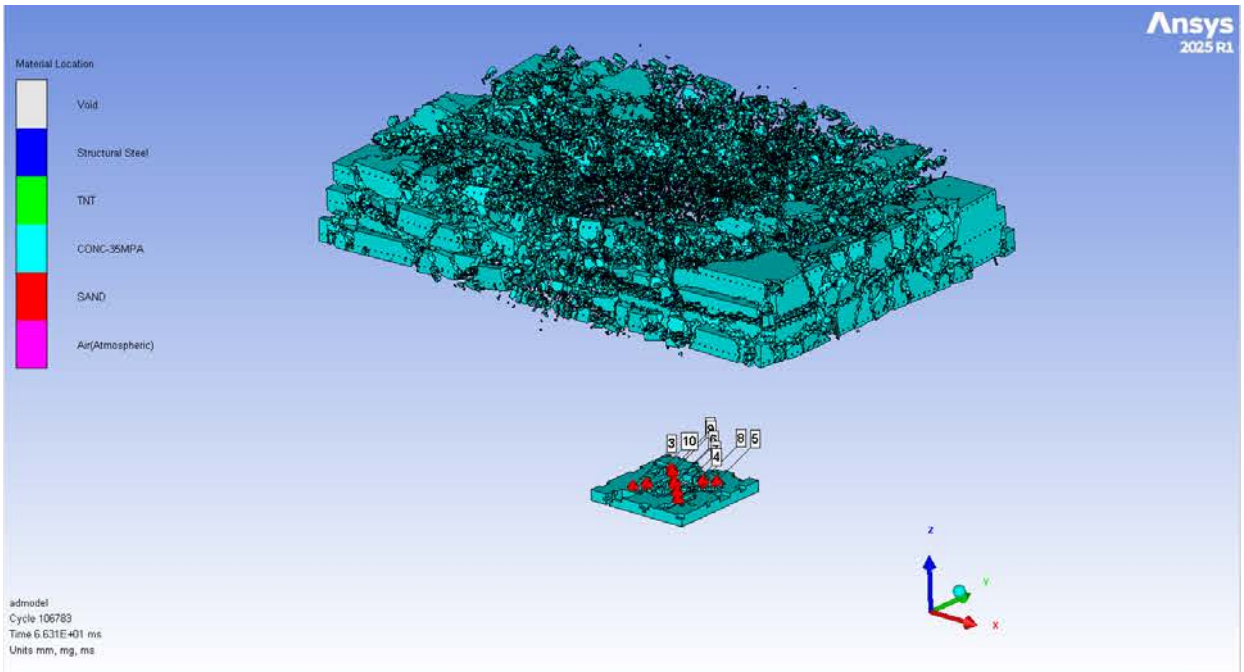


Рис.4.3. Розрахункова Модель 1. Відображені тільки залізобетонні елементи.

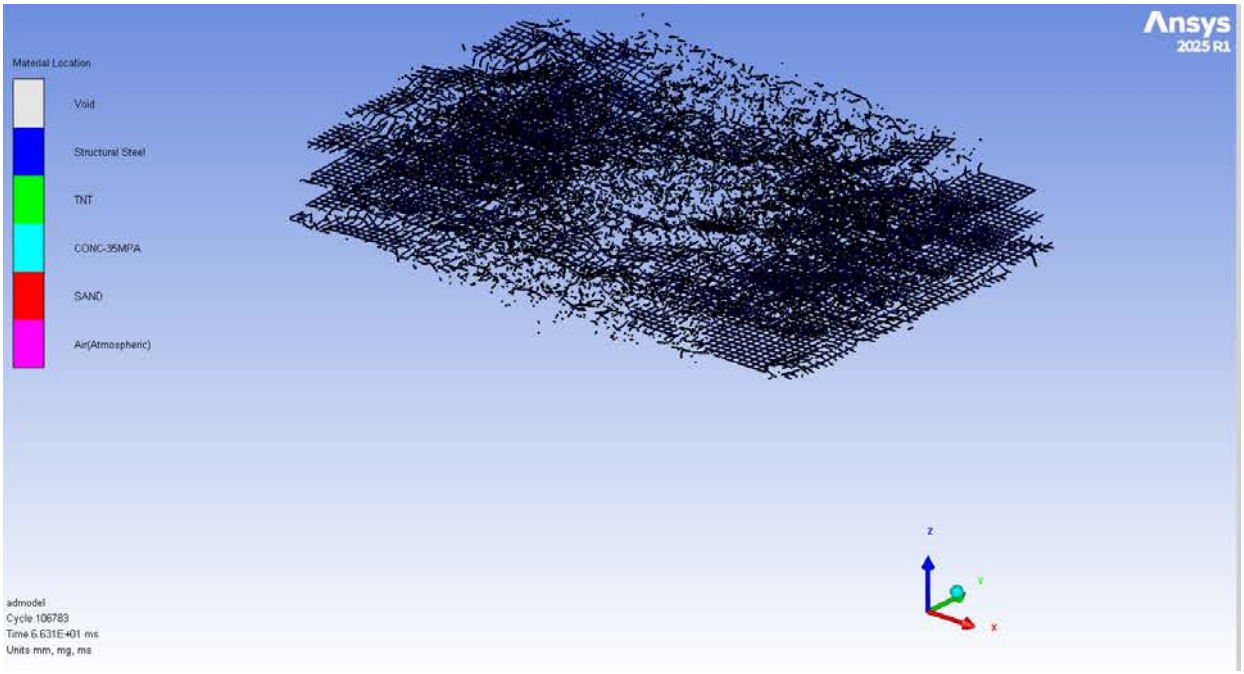


Рис.4.4. Розрахункова Модель 1. Відображене тільки армування.

4.2. Збірний екран зі складених фундаментних блоків Модель 2.

Пікові значення тиску на контактній межі «екран–ґрунт» становили P_{max}= 1457,92 кПа Максимальні напруження не перевищували розрахункової міцності бетону при динамічних впливах. Кількісна руйнація елементів екрану, які вже не придатні для експлуатації, становила 90%. Локальна руйнація поверхні укриття відсутня. Див. Рис.4.5-4.6.

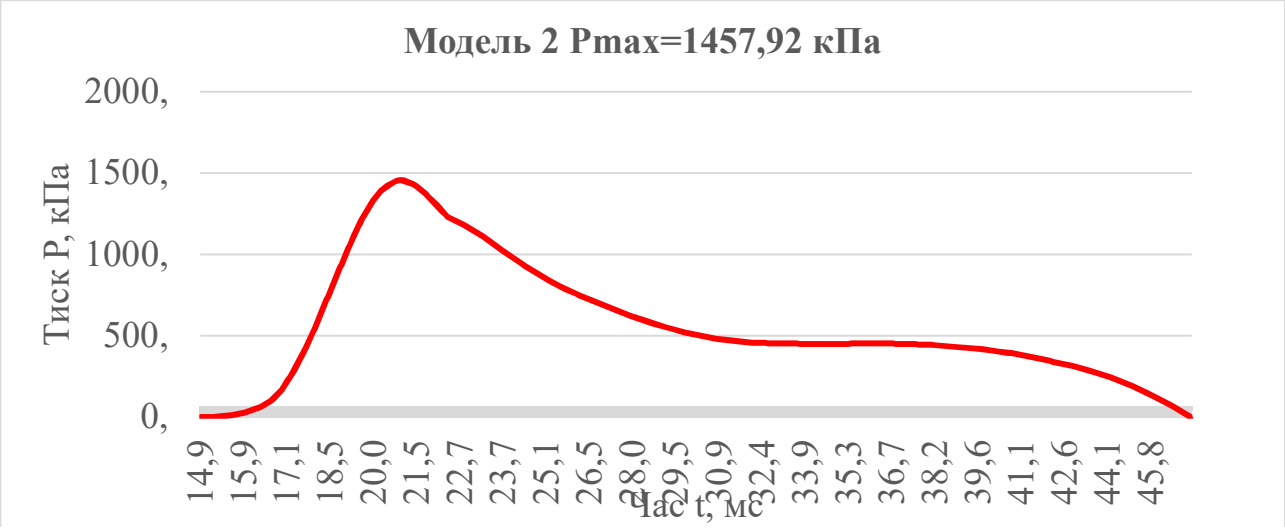


Рис. 4.5 Значення тиску на поверхні підземного укриття

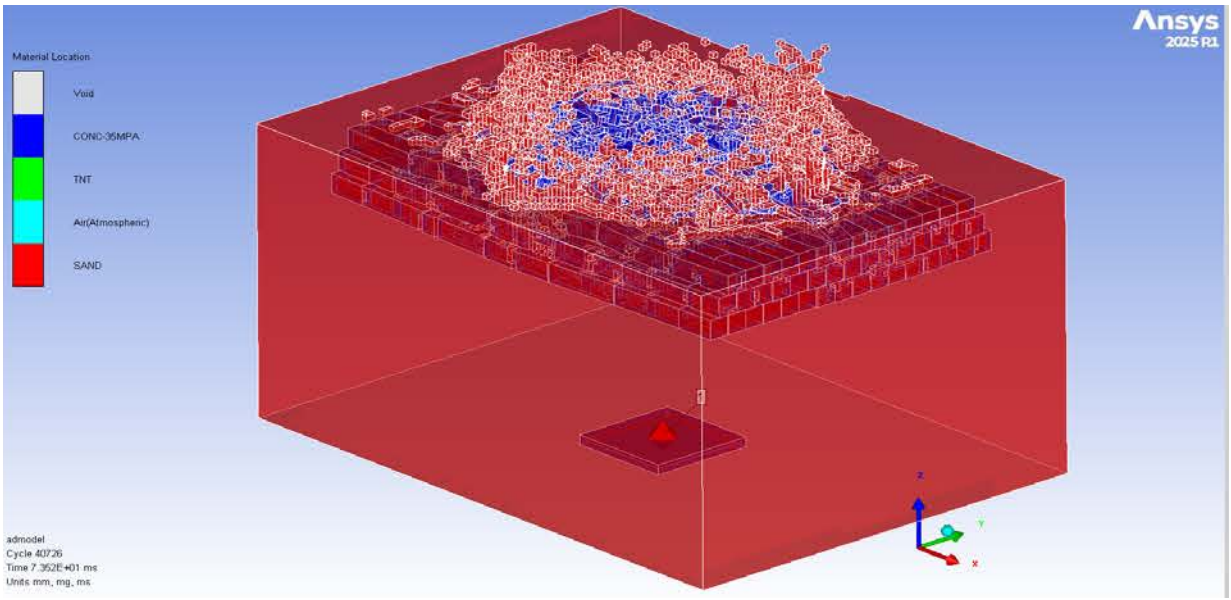


Рис.4.6 Розрахункова Модель 2 під час вибуху.

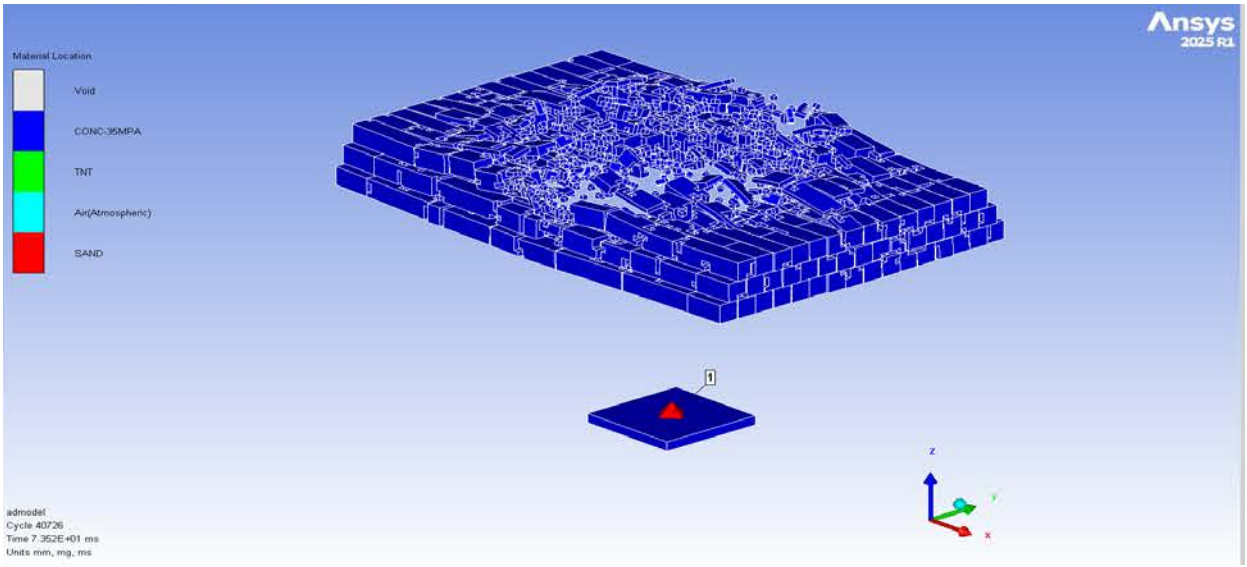


Рис.4.7. Розрахункова Модель 2. Відображені тільки бетонні елементи.

4.3. Порівняльний аналіз.

Отримані результати чисельних порівняльних досліджень показали, що при використанні збірного екрану з фундаментних блоків тиск на підземне укриття на 13,84 % менший ніж під час використання монолітної конструкції укриття. Також варто зазначити, що збірні конструкції набагато швидше і дешевше ремонтувати ніж монолітні. Виходячи з цього проведені чисельні дослідження показали потенційні можливості продовження вивчення даної тематики в експериментальних дослідженнях

5. Обговорення результатів

Чисельні дослідження показали, що застосування захисних екранів суттєво знижує динамічний вплив наземного вибуху на підземні споруди. Подібні висновки раніше робилися в роботах, присвячених вивченню взаємодії вибухових хвиль із ґрунтовими масивами та підземними конструкціями [1], [23], [37], [41]. Зокрема, відзначалося, що навіть часткове екранування дозволяє зменшити пікові значення тиску та рівень деформацій.

Порівняння двох конструктивних варіантів екрана показало потенційну перевагу збірного рішення. Також збірні системи залишаються привабливими з практичної точки зору завдяки простоті монтажу й можливості швидкого спорудження, що відзначалося у [26].

Результати моделювання в ANSYS AUTODYN добре корелюють із даними попередніх чисельних робіт [3], [12], [25], [28], [29], де також підкреслювалася можливість адекватного відтворення процесів поширення ударної хвилі та взаємодії її з конструкціями.

Таким чином, проведене дослідження підтвердило потенціал продовження вивчення даної проблематики в цій галузі

6. Наукова новизна

У проведеному дослідженні вперше було здійснено порівняльний чисельний аналіз різних конструктивних рішень захисних екранів над підземними укриттями при дії наземного вибуху із використанням програмного комплексу **ANSYS AUTODYN**.

Наукова новизна полягає у такому:

- Розроблено та реалізовано чисельні моделі для двох принципово різних типів захисних екранів — монолітного залізобетонного та збірного з фундаментних блоків.
- Встановлено величину тиску у ґрунтовому масиві залежно від типу екрана.
- Виявлено рівень і порівняння руйнацій захисних екранів обох моделей.

7. Практична значущість

Результати проведеного дослідження мають безпосереднє прикладне значення для проєктування споруд цивільного захисту та об'єктів критичної інфраструктури.

Практична значущість роботи полягає у такому:

- Потенціал для подальшого чисельного і натурного дослідження цієї тематики.
- Отримані дані можуть бути використані для вибору оптимального конструктивного рішення захисних екранів при проєктуванні захисних споруд.
- Порівняльний аналіз показав потенціал доцільності використання збірних захисних екранів.
- Збірні екрани зі складених блоків можуть розглядатися як швидкомонтовані та економічно доцільні рішення у випадках обмеженого часу чи ресурсів.
- Результати чисельного моделювання можуть бути використані для вдосконалення нормативних документів і методичних рекомендацій щодо підвищення захисту підземних споруд.

Список використаних джерел

1. Abir M., Arumugam D., Dhana Sekaran, Subash T.R. Numerical simulation of blast wave propagation featuring soil-structure in layered soil interaction // ECCOMAS Proceedia. Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering, Rhodes Island, Greece, 15–17 June 2017 / eds. M. Papadrakakis, M. Fragiadakis. – 2017. – P. 4752–4765.
2. Amini M.R., Nemat-Nasser S. Experiments on dynamic response of a sandwich panel to blast loads // Mechanics of Materials. – 2006.
3. Asprone D., Prota A., Manfredi G. Numerical models for dynamic analysis of RC structures under blast loading // Engineering Structures. – 2010.
4. Bailoor S., Annangi A., Seo J.H., Bhardwaj R. A fluid-structure interaction solver for compressible flows with applications in blast loading on thin elastic structures // Applied Mathematical Modelling. – 2017.
5. Barabash M.S., Bashynskyi O.V. Some approaches to modelling blast wave impact on structures in LIRA-FEM // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2024. – № 113. – С. 241–249. – DOI: 10.32347/2410-2547.2024.113.241-249.
6. Beshara F.B.A. Modelling of blast loading on aboveground structures – I. General phenomenology and external blast // Computers & Structures. – 1995.
7. Bhardwaj R., Mittal R. Benchmarking a coupled immersed-boundary-finite-element solver for large-scale flow-induced deformation // AIAA Journal. – 2012.

8. Birbraer A.N., Roledder A.Yu. Экстремальные воздействия на сооружения. – Москва: ДНЛ, 2009.

9. Burgueno R., Sezen H. Experimental investigation of steel and FRP-reinforced concrete under blast loading // Journal of Structural Engineering. – 2007.

10. Catovic A., Kljuno E. Comparison of analytical models and review of numerical simulation method for blast wave overpressure estimation // Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal. – 2021. – Vol. 6(1). – P. 748–758. – DOI: 10.25046/aj060187.

11. Chapra S.C., Canale R.P. Numerical methods for engineers. – 8th ed. – New York: McGraw-Hill Education, 2014. – 992 p.

12. Chock D., Ngo T. Using AUTODYN for simulating air blast loading // The 21st Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials. – 2012.

13. Cracco M., Stabile G., Lario A. та ін. Deep learning-based reduced-order methods for fast transient dynamics // arXiv. – 2022. – URL: https://arxiv.org/abs/2212.07737

14. European Commission. Resistance of structures to explosion effects: Review report of testing methods / Kevin C., Ans van Doormaal, Christof Haberacker та ін. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. – 78 p. – DOI: 10.2788/57271.

15. Giordano D., Wagner G., Puranik B. Experimental and numerical analysis of a steel panel subjected to shock wave loading // International Journal of Impact Engineering. – 2009.

16. Isaac O.S., Alshammari O.G., Pickering E.G., Clarke S.D., Rigby S.E. Blast wave interaction with structures – An overview // International Journal of Protective Structures. – 2022. – Vol. 14(4). – P. 584–620. – DOI: 10.1177/20414196221118595.

17. Kumar A., Rajesh R. Blast waves in two and three dimensions: Euler versus Navier–Stokes equations // Journal of Statistical Physics. – 2022. – Vol. 188(2). – DOI: 10.1007/s10955-022-02933-3.

18. Laine L., Sandvik A. Derivation of mechanical properties for sand // Proceedings of the 4th SILOS Conference. – Singapore: CI-Premier, 2004. – P. 361–367.

19. Lee E.L., Finger M., Collins S.A. JWL equations of state coefficients for high explosives. – Livermore (USA): Lawrence Livermore National Laboratory, 1973. – 17 p. – (UCID-16189).

20. Li Q.M., Meng H. Pressure–impulse diagram for blast loads based on dimensional analysis and single-degree-of-freedom model // Journal of Engineering Mechanics. – 2002.

21. Li X., Chen H., Yin J., Wang Z. Corner convergence effect of enclosed blast shock wave and high-pressure range // Applied Sciences. – 2022. – Vol. 12(22). – Article ID 11341. – DOI: 10.3390/app122211341.

22. Luccioni B.M., Ambrosini R.D., Danesi R.F. Analysis of building collapse under blast loads // Engineering Structures. – 2004.

23. Ma W., Wu C., Hao H., Su Y. Experimental investigation of blast loading on reinforced concrete panels // International Journal of Impact Engineering. – 2010.

24. Masi A., Pavese A., Del Vecchio C. Numerical simulation of RC frames under blast loads using AUTODYN // Journal of Structural Engineering. – 2016.

25. Mobaraki B., Vaghefi M. The effect of protective barriers on the dynamic response of underground structures // Buildings. – 2024. – 14:3764. – DOI: 10.3390/buildings14123764.

26. Morsel A., Masi F., Marché E. та ін. miniBLAST: a novel experimental setup for laboratory testing of structures under blast loads // Experimental Techniques. – 2025. – DOI: 10.1007/s40799-024-00771-4.

27. Nahas N., Ammar A., Belouettar S. A numerical study of the response of reinforced concrete slabs subjected to blast loading // Engineering Structures. – 2013.

28. Pham T.M., Hao H., Zhang X. Simulation of FRP-strengthened RC beams subjected to blast loading // Engineering Structures. – 2013.

29. Remez N.S. Взаємодія вибухових хвиль з ґрунтами і елементами техноурбоекосистем. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.

30. Riedel W. Beton unter dynamischen Lasten. – Stuttgart: IRB-Verlag, 2004.

31. Riedel W., Schmolinske E., Thoma K. Numerical assessment for impact strength // International Journal of Impact Engineering. – 2009. – Vol. 36. – P. 283–293.

32. Riedel W., Thoma K., Hiermaier S., Schmolinske E. Penetration of reinforced concrete // Proc. ISIEMS'99. – 1999. – P. 315.

33. Rogers G.F.C., Mayhew Y.R. Thermodynamic and Transport Properties of Fluids, SI Units. – 4th ed. – London: Blackwell Science, 2000. – 392 p.

34. Smith P.D., Hetherington J.G. Blast and ballistic loading of structures. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994.

35. United States. Department of Defense. UFC 3-340-02: Structures to resist the effects of accidental explosions. – Washington, D.C.: DoD, 2008. – Change 2, 1 Sept. 2014.

36. Wang I.-T. Nonlinear dynamic response and deformation analysis of soil under the explosion shock loading // Journal of Vibration and Control. – 2020. – Vol. 26(5–6). – P. 1107–1116. – DOI: 10.21595/jve.2020.21306.

37. Wu C., Oehlers D.J., Rebentrost M., Leach J., Whittaker A.S. Blast testing of ultra-high performance fibre and FRP-retrofitted concrete slabs // Engineering Structures. – 2007.

38. Yu T., Sun J., Wang J. та ін. Study on the propagation law and waveform characteristics of a blasting shock wave // Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering: Proc. 6th ECCOMAS Thematic Conf., Rhodes Island, Greece. – 2017.

39. Коваль М.В., Коваль В.В., Білик А.С., Коцюруба В.І., Кубраков О.М. Основи інженерного захисту об’єктів критичної інфраструктури енергетичної галузі України від засобів повітряного нападу противника: монографія / під ред. А.С. Білика. – Київ: Генеральний штаб Збройних Сил України, 2023. – 185 с. – ISBN 978-617-520-660-7.

40. Лучко І.А. Результати моделювання дії вибуху на викид сферичних зарядів в однорідних слабозв'язаних ґрунтах // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 1999. – Вип. 2. – С. 14–16.

41. Поляков А.П., Лапенко О.І. Аналіз чисельного моделювання впливу вибухової хвилі на підземні споруди цивільного захисту в ANSYS AUTODYN // Airport Planning Construction and Maintenance Journal. – 2025. – № 1. – DOI: 10.32782/apcmj.2025.1.12.

Postgraduate student **Anton Polyakov,**
Doctor of Technical Sciences, Professor **Alexander Lapenko,**
Kyiv Aviation Institute State University

NUMERICAL MODELING AND ANALYSIS OF PROTECTIVE SCREENS OF UNDERGROUND SHELTERS DURING A GROUND EXPLOSION

The article presents the results of numerical modeling of the impact of a ground explosion on underground shelters with protective screens of various designs. The research was performed in the ANSYS AUTODYN software package using a combined Euler–Lagrange method, which allowed the propagation of the shock wave in the air–soil–structure system to be reproduced. Two types of screens were considered: monolithic reinforced concrete and prefabricated, formed from assembled foundation blocks. For both models, the stress-strain state of the structures and soil mass, as well as the time dependence of the pressure on the surface of the shelter, were analyzed.

The results showed that the use of a prefabricated screen reduces the peak pressure on the surface of the underground shelter by 13.84% compared to a monolithic structure, while ensuring simpler and more cost-effective repairs. Differences were found in the level of damage to screen elements and their effectiveness under explosive impacts.

The conclusions confirm the potential for further field studies and can be used in the design of civil defense structures and critical infrastructure facilities.

Keywords: blast wave; underground shelter; ANSYS AUTODYN; protective screen; numerical modeling.

REFERENCES

1. Abir M., Arumugam D., Dhana Sekaran, Subash T.R. Numerical simulation of blast wave propagation in layered soil featuring soil-structure interaction. *ECCOMAS Proceedia. Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering*, Rhodes Island, Greece, 15–17 June 2017 / eds. M. Papadrakakis, M. Fragiadakis. 2017. P. 4752–4765.

2. Amini M. R., Nemat-Nasser S. Experiments on dynamic response of a sandwich panel to blast loads. *Mechanics of Materials*, 2006.

3. Asprone D., Prota A., Manfredi G. Numerical models for dynamic analysis of RC structures under blast loading. *Engineering Structures*, 2010.

4. Bailoor S., Annangi A., Seo J.H., Bhardwaj R. A fluid-structure interaction solver for compressible flows with applications in blast loading on thin elastic structures. *Applied Mathematical Modelling*, 2017.

5. Barabash M.S., Bashynskyi O.V. Some approaches to modelling blast wave impact on structures in LIRA-FEM // Opir materialiv i teoriia sporud. – 2024. – № 113. – S. 241–249. – DOI: 10.32347/2410-2547.2024.113.241-249.

6. Beshara F.B.A. Modelling of blast loading on aboveground structures – I. General phenomenology and external blast. *Computers & Structures*, 1995.

7. Bhardwaj R., Mittal R. Benchmarking a coupled immersed-boundary-finite-element solver for large-scale flow-induced deformation. *AIAA Journal*, 2012.

8. Birbraer A.N., Roledder A.Yu. Ekstremalnye vozdeistviia na sooruzheniia. – Moskva: DNL, 2009.

9. Burgueno R., Sezen H. Experimental investigation of steel and FRP-reinforced concrete under blast loading. *Journal of Structural Engineering*, 2007.

10. Catovic A., Kljuno E. Comparison of analytical models and review of numerical simulation method for blast wave overpressure estimation. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 2021. Vol. 6(1). P. 748–758. DOI: 10.25046/aj060187.

11. Chapra S.C., Canale R.P. *Numerical methods for engineers*. 8th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014. 992 p.

12. Chock D., Ngo T. Using AUTODYN for simulating air blast loading. *The 21st Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials*, 2012.

13. Cracco M., Stabile G., Lario A. та ін. Deep learning-based reduced-order methods for fast transient dynamics. *arXiv*, 2022. URL: https://arxiv.org/abs/2212.07737

14. European Commission. *Resistance of structures to explosion effects: Review report of testing methods* / Kevin C., Ans van Doormaal, Christof Haberacker

та ін. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 78 p. DOI: 10.2788/57271.

15. Giordano D., Wagner G., Puranik B. Experimental and numerical analysis of a steel panel subjected to shock wave loading. *International Journal of Impact Engineering*, 2009.

16. Isaac O.S., Alshammari O.G., Pickering E.G., Clarke S.D., Rigby S.E. Blast wave interaction with structures – An overview. *International Journal of Protective Structures*, 2022. Vol. 14(4). P. 584–620. DOI: 10.1177/20414196221118595.

17. Kumar A., Rajesh R. Blast waves in two and three dimensions: Euler versus Navier–Stokes equations. *Journal of Statistical Physics*, 2022. Vol. 188(2). DOI: 10.1007/s10955-022-02933-3.

18. Laine L., Sandvik A. Derivation of mechanical properties for sand. *Proceedings of the 4th SILOS Conference*. Singapore: CI-Premier, 2004. P. 361–367.

19. Lee E.L., Finger M., Collins S.A. JWL equations of state coefficients for high explosives. Livermore (USA): Lawrence Livermore National Laboratory, 1973. 17 p. (UCID-16189).

20. Li Q.M., Meng H. Pressure–impulse diagram for blast loads based on dimensional analysis and single-degree-of-freedom model. *Journal of Engineering Mechanics*, 2002.

21. Li X., Chen H., Yin J., Wang Z. Corner convergence effect of enclosed blast shock wave and high-pressure range. *Applied Sciences*, 2022. Vol. 12(22). Article ID 11341. DOI: 10.3390/app122211341.

22. Luccioni B.M., Ambrosini R.D., Danesi R.F. Analysis of building collapse under blast loads. *Engineering Structures*, 2004.

23. Luchko I.A. Rezultaty modeliuvannia dii vybukhu na vykydiv sferychnykh zariadiv v odnoridnykh slabozviazanykh gruntakh // Visnyk NTUU "KPI". Seriia "Hirnytstvo". – 1999. – Vyp. 2. – S. 14–16.

24. Ma W., Wu C., Hao H., Su Y. Experimental investigation of blast loading on reinforced concrete panels. *International Journal of Impact Engineering*, 2010.

25. Masi A., Pavese A., Del Vecchio C. Numerical simulation of RC frames under blast loads using AUTODYN. *Journal of Structural Engineering*, 2016.

26. Mobaraki B., Vaghefi M. The effect of protective barriers on the dynamic response of underground structures. *Buildings*, 2024. 14:3764. DOI: 10.3390/buildings14123764.

27. Morsel A., Masi F., Marché E. та ін. miniBLAST: a novel experimental setup for laboratory testing of structures under blast loads. *Experimental Techniques*, 2025. DOI: 10.1007/s40799-024-00771-4.

28. Nahas N., Ammar A., Belouettar S. A numerical study of the response of reinforced concrete slabs subjected to blast loading. *Engineering Structures*, 2013.

29. Pham T.M., Hao H., Zhang X. Simulation of FRP-strengthened RC beams subjected to blast loading. *Engineering Structures*, 2013.

30. Remez N.S. Взаємодія вибухових хвиль з ґрунтами і елементами техноурбоекосистем. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.

31. Riedel W. *Beton unter dynamischen Lasten*. Stuttgart: IRB-Verlag, 2004.

32. Riedel W., Schmolinske E., Thoma K. Numerical assessment for impact strength. *International Journal of Impact Engineering*, 2009. Vol. 36. P. 283–293.

33. Riedel W., Thoma K., Hiermaier S., Schmolinske E. Penetration of reinforced concrete. *Proc. ISIEMS'99*, 1999. P. 315.

34. Rogers G.F.C., Mayhew Y.R. *Thermodynamic and Transport Properties of Fluids, SI Units*. 4th ed. London: Blackwell Science, 2000. 392 p.

35. Smith P.D., Hetherington J.G. *Blast and ballistic loading of structures*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994.

36. United States. Department of Defense. *UFC 3-340-02: Structures to resist the effects of accidental explosions*. Washington, D.C.: DoD, 2008. Change 2, 1 Sept. 2014.

37. Wang I.-T. Nonlinear dynamic response and deformation analysis of soil under the explosion shock loading. *Journal of Vibration and Control*, 2020. Vol. 26(5–6). P. 1107–1116. DOI: 10.21595/jve.2020.21306.

38. Wu C., Oehlers D.J., Rebentrost M., Leach J., Whittaker A.S. Blast testing of ultra-high performance fibre and FRP-retrofitted concrete slabs. *Engineering Structures*, 2007.

39. Yu T., Sun J., Wang J. та ін. Study on the propagation law and waveform characteristics of a blasting shock wave. *Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering: Proc. 6th ECCOMAS Thematic Conf.*, Rhodes Island, Greece, 2017.

40. Koval M.V., Koval V.V., Bilyk A.S., Kotsiuruba V.I., Kubrakov O.M. Osnovy inzhenernoho zakhystu ob'iektiv krytychnoi infrastruktury enerhetychnoi haluzi Ukrainy vid zasobiv povitrianoho napadu protyvnyka: monohrafiia / pid red. A.S. Bilyka. – Kyiv: Heneralnyi shtab Zbroinykh Syl Ukrainy, 2023. – 185 s. – ISBN 978-617-520-660-7.

41. Poliakov A.P., Lapenko O.I. Analiz chyselnoho modeliuvannia vplyvu vybukhovoi khvyli na pidzemni sporudy tsyvilnoho zakhystu v ANSYS AUTODYN // Airport Planning Construction and Maintenance Journal. – 2025. – № 1. – DOI: 10.32782/apcmj.2025.1.12.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.482-492
УДК 624.01:005.8:620.9
Соболь Д.В.,
soboldv@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9986-9520,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ МОДЕЛІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ З ПІДВИЩЕНОЮ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ АДАПТИВНІСТЮ В УМОВАХ ІНДУСТРІАЛІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

Сучасне будівництво переживає глибоку трансформацію, спричинену переходом до індустріальних технологій, цифровізації та зростанням вимог до енергоефективності будівельних об'єктів. У цьому контексті постає завдання формування організаційно-технічних моделей, здатних забезпечити реалізацію проєктів із підвищеною енергетичною адаптивністю. Такі моделі мають інтегрувати технологічні, управлінські та когнітивні компоненти, створюючи гнучке середовище для ухвалення рішень і швидкої адаптації до змінних енергетичних параметрів. У роботі визначено сутність поняття "енергетична адаптивність" як здатність проєктної системи реагувати на коливання споживання енергії, технологічні ризики та зміни кліматичних умов без втрати ефективності. Запропоновано системну класифікацію факторів, що впливають на енергетичну адаптивність, зокрема структурні, технологічні, інформаційні та організаційні. Обґрунтовано принципи побудови організаційно-технічних моделей, які поєднують елементи модульного виробництва, цифрового моніторингу життєвого циклу об'єкта (через BIM-технології) та механізми оптимізації енергоресурсів на етапах проектування і реалізації. Особлива увага приділена створенню системи адаптивного управління, що базується на концепціях "розумного будівництва" та "замкнених енергетичних контурів". Запропоновані моделі дозволяють оптимізувати структуру управління, зменшити енергетичні втрати, підвищити продуктивність та екологічність будівельних проєктів.

Ключові слова: енергетична адаптивність; індустріалізація будівництва; організаційно-технічна модель; енергоефективність; BIM-технології; когнітивне управління; модульне виробництво; сталий розвиток.

Постановка проблеми: Розвиток індустріалізації будівництва супроводжується необхідністю забезпечення високої ефективності та гнучкості систем управління проєктами. Традиційні підходи, що базуються на стабільних технологічних процесах, дедалі менше відповідають сучасним вимогам, адже будівельні об'єкти мають функціонувати в умовах постійних коливань

енергетичних ресурсів, змін клімату та динаміки споживання. Сучасні проєкти потребують рішень, здатних адаптуватися до зовнішніх і внутрішніх впливів, зберігаючи оптимальні показники енергоефективності. Проте відсутність комплексних організаційно-технічних моделей, які враховують енергетичну адаптивність, стримує розвиток технологічних інновацій і знижує стійкість будівельних систем. В умовах індустріалізації актуальним стає формування підходів, що поєднують модульність, автоматизацію та цифрове управління життєвим циклом будівельного об'єкта. Вирішення цієї проблеми вимагає інтеграції інженерних і когнітивних принципів управління, які дозволяють забезпечити баланс між енергетичною ефективністю, економічною доцільністю та швидкістю реалізації проєктів.

Метою статті є розроблення концептуальних засад побудови організаційно-технічних моделей реалізації проєктів з підвищеною енергетичною адаптивністю в умовах індустріалізації будівництва. Завданням дослідження є визначення структурно-функціональних компонентів цих моделей, формування принципів їхньої інтеграції в систему управління будівельним процесом, а також ідентифікація чинників, що впливають на здатність проєктних систем адаптуватися до змін енергетичного середовища. У роботі передбачається розробка узагальненої моделі взаємодії технологічних, організаційних та інформаційних підсистем, спрямованої на підвищення ефективності енергоспоживання, продуктивності й стійкості будівельних об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Дослідження питань енергоефективності, адаптивності та цифрової трансформації у будівництві активно розвиваються впродовж останнього десятиліття. Наукові роботи зосереджуються на пошуку шляхів інтеграції енергетичних систем, технологічних процесів і управлінських рішень в межах єдиного когнітивно орієнтованого простору проєктного управління. Значна увага приділяється концепції «розумного будівництва», де енергетичні показники, цифрове моделювання та автоматизований моніторинг утворюють основу для підвищення ефективності реалізації проєктів. Розвивається напрям сталого будівництва, який орієнтується на раціональне використання ресурсів, мінімізацію втрат енергії та впровадження циклічних технологій. Поширюються дослідження, присвячені BIM-технологіям, що забезпечують створення цифрових двійників об'єктів і дозволяють прогнозувати енергетичну поведінку будівель у різних сценаріях експлуатації. Паралельно формується підхід до використання симуляцій та штучного інтелекту для адаптивного керування енергетичними потоками і навантаженнями. Зростає інтерес до когнітивних і мультиагентних систем управління, які розглядають будівельний

об’єкт як динамічну систему з розподіленими елементами прийняття рішень. Водночас сучасна література вказує на фрагментарність існуючих підходів: більшість з них акцентують увагу на технологічній чи енергетичній складовій, не враховуючи необхідності побудови комплексної організаційно-технічної архітектури управління.

Виклад основного матеріалу: У контексті сучасної індустріалізації будівництва все більшої актуальності набуває розробка й імплементація організаційно-технічних моделей, здатних забезпечити високу енергетичну адаптивність будівельних об’єктів. Енергетична адаптивність у даному випадку розглядається як властивість будівлі гнучко реагувати на зміни зовнішнього середовища, параметрів енергопостачання, а також запитів користувачів упродовж усього життєвого циклу.

Одним із ключових викликів є забезпечення балансу між швидкістю зведення індустріальних об’єктів та їхньою довготривалою енергоефективністю. У цьому сенсі організаційно-технічна модель виступає не лише як система управління ресурсами і процесами, але і як координаційна структура, що пов’язує етапи проектування, виробництва та експлуатації. На практиці це означає, що проєкти з підвищеною енергетичною адаптивністю мають інтегрувати системи моніторингу енергоспоживання, адаптивного освітлення, автоматизованої вентиляції та рекуперації, що вимагає створення технічно скоординованих інфраструктур із підвищеним рівнем цифровізації. Цифрова складова, зокрема використання BIM і CIM (City Information Modelling), забезпечує попереднє моделювання сценаріїв взаємодії будівлі з енергетичною мережею та погодними умовами [1].

У зв’язку з цим актуальним постає поділ організаційно-технічних моделей на централізовані (з акцентом на єдину керуючу платформу і типові рішення для серійного виробництва) та децентралізовані (з орієнтацією на адаптацію під специфіку ділянки, регіону або індивідуальних енергетичних сценаріїв). Централізовані моделі, як правило, реалізуються на основі заводської збірки енергоефективних модулів, у яких уже вбудовано відповідне інженерне обладнання [2]. Як видно на рисунку 1, сучасні організаційно-технічні моделі реалізації проєктів з підвищеною енергетичною адаптивністю базуються на багаторівневій інтеграції цифрових, виробничих та управлінських компонентів.

Рис. 1. Організаційно-технічні моделі реалізації енергоадаптованих проектів
(розроблено автором на основі [2])

Завдяки індустріальному підходу вдається досягти стандартизації елементів, зниження витрат на будівництво та підвищення якості виконання енергозберігаючих рішень. Індустріалізоване будівництво у поєднанні з концепцією енергоадаптивності породжує необхідність трансформації не лише технічних параметрів будівель, а й усієї парадигми управління проєктами. Поступово відбувається перехід від традиційного каскадного управління до гнучких моделей, які базуються на концепції «розумного середовища», що здатне самостійно оптимізувати енергоспоживання в залежності від режиму експлуатації, кількості людей у приміщенні, погодних умов або цін на електроенергію [3].

Інформаційно-керована енергетика стає важливим шаром у структурі будівельного процесу. Такі моделі дозволяють керувати не окремими будівлями, а цілими мікрорайонами як єдиною енергетичною екосистемою. Наприклад, в межах децентралізованої моделі реалізації в будівництві можуть використовуватись локальні сонячні станції, малі вітрові установки, системи акумулювання енергії та управління піковими навантаженнями [4].

Поняття моделі реалізації проєктів з підвищеною енергетичною адаптивністю в умовах індустріалізації будівництва охоплює комплексну організаційно-технічну систему, яка поєднує високі стандарти

енергоефективності з технологіями заводського виготовлення будівельних елементів, автоматизованими системами управління ресурсами та цифровими платформами моніторингу [5].

Перші концептуальні підходи до таких моделей спостерігаються в працях Яна Ванегаса, професора Техаського університету (США), який ще у 1990-х роках запропонував бачити сталий будівельний проєкт як адаптивну систему, що інтегрує технологічні, соціальні й екологічні компоненти. Він наголошував, що моделі проєктної реалізації мають враховувати змінність умов використання будівлі, її вплив на довкілля та динаміку енергоспоживання впродовж усього життєвого циклу [6]. Ідеї Ванегаса лягли в основу інтегрованого підходу до управління проєктами будівництва, який широко застосовується в США та Європі.

У подальшому розвиток ідеї енергетичної адаптивності в умовах промислової забудови отримав нове трактування в дослідженнях Джонатана Клементса, британського інженера й дослідника з University College London. У 2000-х роках він зосередив увагу на системах кліматичного регулювання для офісних і комерційних будівель у мегаполісах, підкреслюючи значення сенсорних мереж, контролерів і прогнозної аналітики для адаптації внутрішнього мікроклімату будівлі до зовнішніх умов. На його думку, такі моделі мають бути динамічними, тобто здатними до самоналаштування залежно від коливань температури, вологості, інсоляції тощо [7].

Подальший розвиток теорії моделей реалізації проєктів з підвищеною енергетичною адаптивністю в умовах індустріалізації демонструє зміщення акценту з поодиноких інженерних рішень до комплексних систем, які інтегрують архітектуру, автоматизацію, матеріалознавство, цифрові технології та управлінську методологію [9].

У процесі поглибленої індустріалізації будівництва формування проєктів із підвищеною енергетичною адаптивністю вимагає не просто впровадження окремих енергоощадних рішень, а створення цілісної організаційно-технічної моделі, здатної синхронізувати всі учасники та ресурси в єдиному функціональному середовищі. Така модель повинна містити чітко структуровані компоненти, які взаємодіють між собою як у горизонтальній (всередині одного рівня), так і вертикальній площині (між процесними рівнями) [10].

Структурно-функціональні компоненти поділяються на три ключові рівні: стратегічний (керівний), техніко-операційний (виробничий) та функціонально-аналітичний (моніторингово-адаптаційний). Стратегічний рівень забезпечує загальне управління ресурсами, графіками, відповідністю до стандартів енергоефективності та координує проектну діяльність через ERP-системи.

Техніко-операційний рівень зосереджений на фізичній реалізації будівельного процесу, включаючи індустріальні технології виготовлення конструкцій, збірки модулів та встановлення інженерних систем [11]. Для кращого розуміння архітектури структурно-функціональної моделі та характеру взаємозв'язків між її рівнями доречно звернутися до рисунка 2.

Рис. 2. Ієрархія структурно-функціональних компонентів організаційно-технічної моделі енергоадаптованого проєкту *(розроблено автором на основі [10])*

Таблиця 1 надає порівняльний опис трьох базових рівнів такої моделі, висвітлюючи не лише їхню технічну наповненість, а й взаємозалежність у межах енергоадаптивного управління об'єктом [10].

Таблиця 1.

Функціональна структура рівнів організаційно-технічної моделі енергоадаптованого проєкту *(розроблено автором на основі [7])*

Рівень	**Основні функції**	**Інструменти / Технології**
1. Стратегічний	Координація життєвого циклу проєкту, управління нормативними та ресурсними планами	ERP-системи, PLM-платформи, сертифікаційні інтерфейси, хмарні керуючі середовища
2. Операційно-технічний	Реалізація будівельно-монтажних рішень, управління поставками та заводською збіркою	Індустріальні модулі, prefab-лінії, логістичні CRM, автоматизовані монтажні системи
3. Аналітико-контрольний	Обробка сенсорних даних, реагування на відхилення, забезпечення адаптивної дії	BMS, цифрові двійники (Digital Twins), SCADA, IoT-сенсори, аналітика LCA, штучний інтелект

Забезпечення міжрівневої взаємодії в моделі можливе тільки за наявності регламентованого інформаційного середовища та уніфікованої системи обміну даними. Наприклад, цифрові двійники будівель (Digital Twins) дозволяють не лише візуалізувати параметри об’єкта, а й моделювати варіанти реагування систем у випадку відхилення від планових значень. Вони працюють як віртуальна репліка реального об’єкта з динамічною оновлюваною інформацією, яка слугує платформою для прийняття рішень керівниками проєкту або автоматизованими системами [7].

Продовжуючи аналіз після таблиці, слід зазначити, що критичною умовою успішної реалізації організаційно-технічної моделі енергоадаптованого проєкту є побудова безперервного інформаційного контуру, що пов’язує стратегічне управління з техніко-виробничим та аналітичним рівнями. Такий контур формується не лише через запровадження цифрових систем управління, а й через стандартизацію форматів даних, протоколів взаємодії та періодичності оновлення інформації. Якщо у процесі будівництва або експлуатації відсутній регламент передачі критичних параметрів — наприклад, показників енерговитрат або відхилень у температурному балансі — модель втрачає здатність до адаптації, і рівень її енергоефективності різко знижується [7].

Сформована модель виступає не як жорсткий шаблон побудови енергоефективного об’єкта, а як гнучкий механізм, який змінюється разом з умовами, вимогами та технологічними можливостями підприємства. Такий підхід дозволяє зменшити ризики, пов’язані з коливаннями на енергетичних ринках, адаптуватися до оновлених регламентів енергоефективності, а також підтримувати баланс між швидкістю будівництва, якістю систем та загальною стійкістю проєкту [10].

У сучасних умовах прискореної індустріалізації будівництва й переходу до енергоадаптованих моделей реалізації проєктів, традиційна організаційна структура будівельного підприємства більше не відповідає вимогам ринку, якісного управління життєвим циклом об'єкта та динаміки енергоспоживання. Висока технологічна насиченість, цифрова інтегрованість та потреба в міжфункціональній взаємодії вимагають трансформації організаційного ландшафту підприємства у напрямку гнучкої, адаптивної, проєктно-орієнтованої архітектури [12]. Основною тенденцією стає відхід від ієрархічно-жорстких моделей до матрично-мережевих конструкцій, де структурні підрозділи об'єднуються навколо проєктних цілей і взаємодіють на основі інформаційної синхронізації.

Рисунок 3 показує взаємозв’язкі між ключовими функціональними підрозділами.

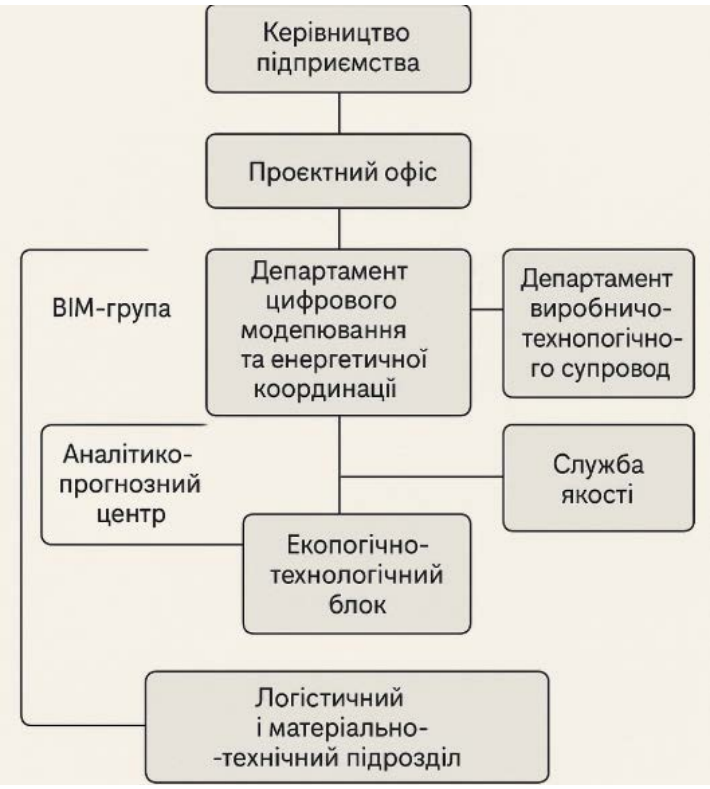


Рис. 3. Модель трансформації організаційної структури будівельного підприємства для реалізації енергоадаптованих проєктів *(розроблено автором на основі [12])*

Одним із найважливіших компонентів у цій трансформації є департамент цифрового моделювання та енергетичної координації. Наступним елементом трансформаційної структури є відділ операційного енергоменеджменту, який контролює роботу інженерних систем у реальному часі. Його завдання полягає в інтеграції SCADA/BMS-рішень на рівні монтажу та налаштування, а також у співпраці з генеральним підрядником щодо вибору енергоощадного обладнання, перевірки сертифікатів відповідності та погодження змін у проєкті в разі відхилень від стандартів енергоефективності [13]. Він взаємодіє з екологічно-технологічним блоком, який відповідає за відповідність проєкту екологічним нормам, утилізацію, повторне використання матеріалів і дотримання принципів ESG.

Література

1. Building Information Modeling (BIM) in Green Building [Електронний ресурс] // Wikipedia. – Режим доступу: https://surl.li/oilumy

2. City Information Modeling (CIM): Ultimate Guide 2024 [Електронний ресурс] // Neuroject. – Режим доступу: https://neuroject.com/city-information-modeling/

3. Назаренко І.І., Берник І.М., Кузьмінець М.П., Онищенко А.М. Технічні основи створення машин: Підручник [Електронний ресурс]. – К.:

Видавництво «Людмила», 2018. – 307 с. – Режим доступу: https://www.knuba.edu.ua/naukovi-publikaci%D1%97-kafedri-motp/

4. Куліков П.М., Плоский В.О. Пріоритети організації наукової діяльності в КНУБА: енергоефективність об'єктів будівництва / П.М. Куліков, В.О. Плоский // Енергоефективність в будівництві та архітектурі: наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2015. – Вип. 7. – С. 131–134. – Режим доступу: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/5458

5. Програма розвитку ООН в Україні. Підтримка розвитку ринку зелених облігацій в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/ezghvq

6. Pearce A.R., Vanegas J.A. Defining sustainability for built environment systems: An operational framework [Електронний ресурс] // ResearchGate. – 2002. – Режим доступу: https://surl.lu/arglvo

7. Marsh A. Thermal Comfort and Air Quality Control in UK Student Accommodation: Towards a model of user behavior regarding the manual control of windows in office buildings [Електронний ресурс] // University College London. – 2021. – Режим доступу: https://surl.li/bqzqkz

8. Hassel, M. Cyber-Physical Cognitive Systems for Dynamic Energy Adaptation in Smart Buildings [Електронний ресурс]: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії. – University of Technology Sydney, 2022. – 250 с. – Режим доступу: https://surl.li/uonwhf

9. Kleissl J., Agarwal Y. Cyber-physical energy systems: focus on smart buildings [Електронний ресурс] // Proceedings of the 47th Design Automation Conference (DAC), Anaheim, California, USA, July 13–18, 2010. – Режим доступу: https://www.academia.edu/12123837/Cyber_physical_energy_systems_focus_on_smart_buildings

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. Кравченко І.В. Банківське зелене кредитування як ключовий інструмент екологічної модернізації економіки [Електронний ресурс] // Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики. – 2025. – Т. 2 (61). – С. 54–66. – Режим доступу: https://surl.li/kcdbuy

12. Building Management System (BMS) – an In-Depth Overview: Understanding BMS, Its Operation, Necessity, and the Role of IoT [Електронний ресурс] / ResearchGate. – Режим доступу: https://surl.li/pixcoo

13. 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.

Sobol Denys,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MODELS FOR THE IMPLEMENTATION OF PROJECTS WITH ENHANCED ENERGY ADAPTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF CONSTRUCTION INDUSTRIALIZATION

Modern construction is undergoing a profound transformation driven by the transition to industrial technologies, digitalization, and the growing demand for energy efficiency in building projects. In this context, the need arises to develop organizational and technical models capable of ensuring the implementation of projects with enhanced energy adaptivity. Such models should integrate technological, managerial, and cognitive components, creating a flexible environment for decision-making and rapid adaptation to changing energy parameters.

This study defines the concept of energy adaptivity as the capability of a project system to respond to fluctuations in energy consumption, technological risks, and climatic variations without losing efficiency. A systematic classification of factors influencing energy adaptivity is proposed, including structural, technological, informational, and organizational dimensions. The paper substantiates the principles for constructing organizational and technical models that combine elements of modular production, digital life-cycle monitoring of construction objects (through BIM technologies), and mechanisms for optimizing energy resources during the design and implementation stages.

Particular attention is devoted to developing an adaptive management system based on the concepts of smart construction and closed-loop energy circuits. The proposed models make it possible to optimize management structures, reduce energy losses, and improve the productivity and environmental sustainability of construction projects.

Keywords: energy adaptivity; construction industrialization; organizational and technical model; energy efficiency; BIM technologies; cognitive management; modular production; sustainable development.

REFERENCES

1. Building Information Modeling (BIM) in Green Building. [Electronic resource]. Wikipedia. – Available at: https://surl.li/oilumy {in English}

2. City Information Modeling (CIM): Ultimate Guide 2024. [Electronic resource]. Neuroject. – Available at: https://neuroject.com/city-information-modeling/ {in English}

3. Nazarenko, I.I., Bernyk, I.M., Kuzminets, M.P., & Onyshchenko, A.M. Technical Fundamentals of Machine Design: Textbook. [Electronic resource]. Kyiv: Liudmyla Publishing House, 2018. 307 p. – Available at: https://www.knuba.edu.ua/naukovi-publikaci%D1%97-kafedri-motp/ {in Ukrainian}

4. Kulikov, P.M., & Ploskyi, V.O. Priorities of Organizing Scientific Activities at KNUCA: Energy Efficiency of Construction Projects. Energy Efficiency in Construction and Architecture: Scientific and Technical Collection, Kyiv: KNUCA, 2015, Issue 7, pp. 131–134. – Available at: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/5458 {in Ukrainian}

5. United Nations Development Programme (UNDP) in Ukraine. Supporting the Development of the Green Bond Market in Ukraine. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/ezghvq {in Ukrainian}

6. Pearce, A.R., & Vanegas, J.A. Defining Sustainability for Built Environment Systems: An Operational Framework. [Electronic resource]. ResearchGate, 2002. – Available at: https://surl.lu/arglvo {in English}

7. Marsh, A. Thermal Comfort and Air Quality Control in UK Student Accommodation: Towards a Model of User Behavior Regarding the Manual Control of Windows in Office Buildings. [Electronic resource]. PhD Thesis, University College London, 2021. – Available at: https://surl.li/bqzqkz {in English}

8. Hassel, M. Cyber-Physical Cognitive Systems for Dynamic Energy Adaptation in Smart Buildings. [Electronic resource]. PhD Thesis, University of Technology Sydney, 2022. 250 p. – Available at: https://surl.li/uonwhf {in English}

9. Kleissl, J., & Agarwal, Y. Cyber-Physical Energy Systems: Focus on Smart Buildings. [Electronic resource]. Proceedings of the 47th Design Automation Conference (DAC), Anaheim, California, USA, July 13–18, 2010. – Available at: https://www.academia.edu/12123837/Cyber_physical_energy_systems_focus_on_smart_buildings {in English}

10. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. The Organization of Biosphere Compatibility Construction: Justification of the Predictors of Building Development and the Implementation Prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 2018, 7(3), pp. 545–549. {in English}

11. Kravchenko, I.V. Green Bank Lending as a Key Instrument for the Ecological Modernization of the Economy. [Electronic resource]. Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice, 2025, Vol. 2(61), pp. 54–66. – Available at: https://surl.li/kcdbuy {in Ukrainian}

12. Building Management System (BMS) – an In-Depth Overview: Understanding BMS, Its Operation, Necessity, and the Role of IoT. [Electronic resource]. ResearchGate. – Available at: https://surl.li/pixcoo {in English}

13. 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 B. Alareeni & A. Hamdan (Eds.), Explore Business, Technology Opportunities and Challenges After the Covid-19 Pandemic. ICBT 2022, Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 495. Springer, Cham. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.493-504
УДК 624.131.1:624.15
к.ф.-м.н., доцент **Хархаліс М.Р.,**
mykola.khakhalis@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6044-0612,
Ужгородський національний університет

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНЕ ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ ФУНДАМЕНТІВ У ГІРСЬКИХ УМОВАХ

Розглянуто, як інженерно-геологічне зонування впливає на вибір типу фундаменту в умовах складного гірського рельєфу. На основі аналізу особливостей гірських територій та поетапного процесу зонування доведено, що вибір фундаменту є наслідком вивчення геологічних умов.

Ключові слова: геотехнічні дослідження; стабільність схилів; картування ризиків; геологічні небезпеки; фундаментні конструкції.

Актуальність теми і постановка проблеми. Стрімке зростання інфраструктури та підвищення інтересу до освоєння нових територій дедалі частіше спонукає будівельну галузь звертати увагу на гірські регіони, які мають значний потенціал для житлового та промислового будівництва. Водночас будівництво в таких умовах супроводжується низкою унікальних, часто непередбачуваних викликів. Складний рельєф, нестабільність і диференційованість ґрунтів, схильність до зсувів, підвищена сейсмічна активність та ризик обвалів створюють серйозні загрози для безпеки, надійності та довговічності споруд, особливо якщо зведення здійснюється без належного геологічного аналізу. Ігнорування специфіки гірських умов часто призводить до значних економічних втрат, техногенних аварій і становить загрозу для життя. Зважаючи на це постає гостра потреба в удосконаленні методик систематичної оцінки й класифікації будівельних ділянок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання інженерно-геологічного зонування та вибору типу фундаменту в складних гірських умовах є предметом активного вивчення в сучасній геотехнічній науці, що інтегрує підходи інженерної геології, механіки ґрунтів, гідрогеології та геоінформаційного моделювання. В огляді літератури систематизовано як вітчизняні, так і міжнародні дослідження, що охоплюють як теоретичні аспекти, так і прикладні кейси з реальних будівельних проектів.

У дослідженні Л. Хе (L. He) та співавторів (2024) наголошено, що зонування дає змогу ефективніше оцінювати геологічні умови території та ухвалювати обґрунтовані рішення щодо типу фундаменту в складних умовах забудови. [1]

Фундаментальні основи інженерної геології та геотехніки в українському контексті детально викладено в підручнику В. Г. Суярка та співавт. [2], де обґрунтовано принципи зонування, оцінки фізико-механічних властивостей ґрунтів та класифікації небезпечних геологічних процесів. Практичне застосування польових рішень під час проектування будівництва ілюструє дослідження В. А. Іванишина [3], яке демонструє комплексну методику буріння, зондування та обробки результатів у реальних умовах.

Значення лабораторних досліджень і впливу хімічного складу ґрунтових вод на конструкційні матеріали розглянуто в роботі О. Меньшова [4], де також акцентовано на необхідності врахування агресивності середовища. Методологію створення інженерно-геологічної карти як основного аналітичного інструменту для проектного зонування подано в навчальному посібнику О. В. Диняка [5].

Закордонна література також широко висвітлює тему оцінки геологічних небезпек. Так, у монографії Л. І. Гонсалес де Вальєхо (L. I. González de Vallejo) [6] представлено системний підхід до аналізу зсувів, осідання та сейсмічних ризиків, зокрема в гірських умовах. У дослідженні Джайн та співавт. (Jain et al.) [7] розкрито практичну цінність сучасних фундаментних рішень у нестабільних умовах, де на схилових територіях застосовано палі, анкери та георешітки.

Оптимізацію геотехнічних параметрів фундаментів на проблемних ґрунтах, зокрема лесових, представлено в роботі Дубинчук та ін. (Dubinchyk et al.) [8], що є особливо актуально для центральної України. Досвід застосування GIS-технологій для оцінки зсувної небезпеки в гірських районах подано в дослідженні Чжан та співавт. (Zhang et al.) [9], яке демонструє високий потенціал штучного інтелекту та моделей Random Forest у прогнозуванні геологічних ризиків.

Практичні інженерні рішення для будівництва на зсувному схилі проаналізовано в роботі Золотухіна та ін. (Zolotukhin et al.) [10], де йдеться про застосування мікропаль і плитно-пальових основ у міській забудові. Глибокий аналіз впливу інтенсивних опадів на зсуви та руйнування фундаменту опори ЛЕП викладено в статті Чжан та ін. (Zhang et al.) [11], у якій представлено приклад комплексного польового й лабораторного дослідження в умовах гірської місцевості.

Таким чином, узагальнення наведених публікацій допомагає сформувати цілісне розуміння інженерно-геологічного зонування як багатокомпонентного процесу, що охоплює аналіз фізико-механічних параметрів ґрунтів, ідентифікацію небезпек, створення геомоделей та ухвалення інженерних рішень щодо фундаментів у гірських умовах. Це гарантує не лише безпеку

споруд, а й ефективність використання ресурсів на етапі проектування та будівництва.

Мета статті - Обґрунтування важливості інженерно-геологічного зонування як важливого інструменту для раціонального та безпечного вибору типу фундаментів, що є основою стійкості будь-якої споруди в складних гірських умовах. Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

проаналізувати основні інженерно-геологічні особливості гірських територій, які впливають на вибір фундаментів;

описати етапи інженерно-геологічного зонування – від польових досліджень до складання карти – та обґрунтувати їхній взаємозв'язок;

обґрунтувати практичну необхідність індивідуального підходу до проектуванням фундаментів у гірських умовах, зважаючи на ризики зсувів, осідань та сейсмічних явищ;

продемонструвати на конкретних прикладах (реальних кейсах) застосування інженерно-геологічного зонування для вирішення практичних будівельних завдань у складних умовах.

Виклад основного матеріалу. За складної геологічної будови інженерно-геологічне зонування є важливим етапом підготовки до будівництва. Цей процес допомагає подолати недоліки традиційних методів, як-от буріння свердловин, які часто є дорогими та непрактичними для великих територій. Результатом зонування є детальна карта – надійна основа для стійких і безпечних будівельних рішень [1]. Зазначена процедура передбачає розподіл території на окремі зони, кожна з яких характеризується схожими інженерно-геологічними умовами, такими як склад і властивості ґрунтів, їхня міцність, водопроникність, стійкість до зсувів, а також рівень сейсмічної небезпеки. Таке зонування дає змогу не лише оцінити потенційні ризики, а й обґрунтувати раціональні та економічно доцільні проєктні рішення. У контексті будівництва вибір фундаменту – елемента, що передає навантаження від будівлі на ґрунтову основу – має вирішальне значення. Існують різні типи фундаментів: стрічкові, які використовують для будинків з опорними стінами; пальові, що передають навантаження на глибші, міцніші шари ґрунту; та плитні, що створюють монолітну основу, яка рівномірно розподіляє навантаження на великій площі.

Для обґрунтування складності зазначеного процесу необхідно детальніше розглянути та проаналізувати унікальні особливості гірських територій, які безпосередньо впливають на інженерно-геологічні умови та, відповідно, на вибір типу фундаменту.

Основні особливості гірських територій, що мають важливе інженерно-геологічне значення, можна узагальнити (табл. 1).

Таблиця 1

Особливості гірських територій

Особливість	**Характеристика**	**Інженерно-геологічне значення**
Структура ґрунтів	Висока неоднорідність ґрунтового масиву, поєднання пухких наносів і корінних скельних порід. Часто трапляються ґрунти з різко змінними властивостями на невеликій відстані	Складність оцінки опорної здатності основи. Необхідність глибокого буріння та зондування для виявлення міцного шару
Гідрогеологічні умови	Швидкий стік поверхневих вод та інтенсивна інфільтрація. Можливість утворення тимчасових водоносних горизонтів. Значний вплив сезонних опадів	Вода – головний чинник зсувів, селів та ерозії. Підвищений тиск ґрунтових вод знижує міцність ґрунтів і може спричинити деформації фундаментів
Ухили (рельєф)	Кут нахилу схилів варіюється від пологих до обривистих, що робить їх чутливими до гравітаційних процесів	Прямий ризик зсувів, обвалів та осипів. Вимагає спеціальних рішень для фундаментів
Тріщинуватість	Наявність тектонічних і вивітрювальних тріщин, розломів та зон дроблення в скельних породах	Зниження міцності скельної основи, збільшення водопроникності. Це може призвести до руйнування фундаментів

Джерело: сформовано автором на основі [2].

За складних і динамічних умов будівельні рішення в гірській місцевості не можуть бути стандартними. Для ефективного управління ризиками та обґрунтованого вибору фундаменту, що гарантуватиме надійність і безпеку споруди, необхідний систематичний підхід, який реалізується через послідовні етапи інженерно-геологічного зонування.

Інженерно-геологічне зонування починається з ретельного збору та аналізу даних. Перший і найважливіший етап – польові дослідження, що дають змогу отримати дані про фізичні характеристики ґрунту та рельєф на ділянці майбутнього будівництва.

На етапі польових досліджень здійснюються такі роботи:

буріння інженерно-геологічних свердловин: це основний метод, що дає змогу отримати інформацію про послідовність шарів ґрунту, їхню потужність, склад, фізико-механічні властивості та рівень залягання ґрунтових вод. З глибинних свердловин відбирають зразки ґрунту (моноліти) для подальших лабораторних досліджень;

статичне та динамічне зондування: ці методи застосовуються для швидкої оцінки щільності, міцності та деформаційних властивостей ґрунту без відбору зразків. Вони особливо ефективні для виявлення слабких шарів або неоднорідностей у ґрунтовому масиві;

проходка шурфів: створення невеликих розкопок для безпосереднього візуального огляду ґрунтового розрізу, відбору зразків та проведення випробувань безпосередньо в умовах залягання [3].

Отримані в ході польових робіт зразки ґрунту стають основою для наступного, не менш важливого етапу, – лабораторних досліджень.

На етапі лабораторних досліджень ґрунтів ретельно аналізують відібрані зразки, що дає змогу точно визначити їхні фізико-механічні властивості. Залежно від типу ґрунту здійснюють такі випробування:

визначення фізичних властивостей: дослідження гранулометричного складу, природної вологості, щільності, пористості. Ці дані допомагають класифікувати ґрунт та оцінити його поведінку під навантаженням;

визначення механічних властивостей: дослідження міцності ґрунту на зсув, стиск та опір деформаціям. Ці показники критично важливі для розрахунків опорної здатності основи та прогнозування осідання майбутньої споруди;

хімічний аналіз ґрунтових вод: аналіз хімічного складу води допомагає оцінити її агресивність до матеріалів фундаменту (наприклад, бетону), що є важливим для вибору захисних заходів [3, 4].

На основі польових і лабораторних даних здійснюється завершальний етап – складання інженерно-геологічної карти.

Інженерно-геологічна карта є підсумковим документом, що містить комплексну інформацію про геологічні умови ділянки. Вона містить:

літологічний розріз: послідовність шарів ґрунту, їхня потужність і склад;

гідрогеологічні умови: рівень ґрунтових вод, напрямок їхнього руху, а також наявність водоносних горизонтів; небезпечні інженерно-геологічні процеси: зсуви, карст, осипи, ерозія та інші явища, що можуть становити загрозу для будівництва.

Зазначена карта є основою для подальшого зонування території та вибору оптимальних технічних рішень для будівництва [5].

Завершальним етапом інженерно-геологічних вишукувань є оцінка небезпек, що дає змогу комплексно проаналізувати потенційні ризики для майбутньої споруди.

На цьому етапі здійснюють детальний аналіз потенційних ризиків, зумовлених природними процесами чи майбутнім будівництвом. Він охоплює:

оцінку зсувної небезпеки: аналіз стійкості схилів і ґрунтових масивів до зсувів, особливо на територіях із крутим рельєфом або нестабільними ґрунтами;

оцінку осідання: прогнозування можливого осідання фундаментів під навантаженням. Особлива увага приділяється просіданню в лесових ґрунтах, які мають властивість зменшуватись в об’ємі при зволоженні;

оцінку сейсмічної небезпеки: прогнозування можливого впливу землетрусів на конструкцію. Враховуються сейсмічність регіону, характеристики ґрунтів (особливо схильність до розрідження) та особливості рельєфу, які можуть підсилити сейсмічний ефект [6].

Для наочної демонстрації послідовність етапів інженерно-геологічного зонування можна представити у вигляді схеми 1 [3–6].

Схема 1

Етапи інженерно-геологічного зонування

Таким чином, етапи інженерно-геологічного зонування становлять послідовний і комплексний процес: від початкового збору даних під час польових досліджень до детального вивчення зразків у лабораторії. Кульмінацією цієї роботи є створення інженерно-геологічної карти, яка є візуальним узагальненням усіх отриманих даних. На основі цих матеріалів здійснюється фінальна оцінка небезпек (аналіз ризиків зсувів, осідань та сейсмічних явищ), що дає змогу розробити безпечні та надійні проєктні рішення для будівництва.

Варто зауважити, що безпосереднє практичне застосування результатів інженерно-геологічного зонування, а також оцінки потенційних небезпек – це вибір оптимального типу фундаменту. Він є критично важливим, адже фундамент повинен не лише витримувати вагу споруди, а й компенсувати можливі деформації ґрунту, забезпечуючи її стійкість та довговічність в умовах конкретної ділянки.

Отже, вибір фундаменту безпосередньо залежить від результатів геологічних досліджень. На ділянках із ризиком зсувів стандартні фундаменти не застосовують. Зважаючи на це інженери розробляють спеціальні укріплені конструкції. Будівлі на схилі часто укріплюють палями, заглибленими до міцних опорних шарів ґрунту. Для закріплення схилу й запобігання його зсуву застосовують анкерні болти, які виконують роль масивних шпильок. Додаткову міцність ґрунту надає георешітка: вона діє як арматура, роблячи основу стійкішою. Щоб точно оцінити, наскільки схил є безпечним, інженери здійснюють розрахунки за спеціальними методиками, наприклад, методом Бішопа. Це дає змогу визначити коефіцієнт стійкості та обґрунтувати необхідний обсяг укріплювальних робіт. Отже, геологічні дослідження – це не абстрактні дані, а практична основа для створення надійних і безпечних споруд [7].

Крім того, важливо враховувати, що для ґрунтів різних типів застосовують специфічні підходи. Наприклад, у випадку з лесовими ґрунтами (схильні до просідання під час зволоження) головна мета геотехнічного аналізу полягає в оптимізації параметрів стрічкових фундаментів. Інженери здійснюють ітераційні розрахунки, щоб знайти оптимальні розміри фундаменту, які забезпечать приблизно однакові деформації основи після її пошарового ущільнення. Такі дослідження особливо актуальні, адже вони дають змогу визначити оптимальні параметри для проєктування фундаментів на складних ґрунтах. Таким чином, геотехнічний аналіз стає важливим елементом у розробці індивідуальних рішень для кожного конкретного об’єкта, виходячи за межі простих розрахунків [8].

Оцінка сучасних досягнень у сфері інженерно-геологічного моделювання дає змогу значно спростити та пришвидшити процес геотехнічного аналізу та оптимізації фундаментів. Застосування імітаційного комп’ютерного моделювання уможливлює віртуальне відтворення поведінки ґрунтового масиву під різними навантаженнями, що особливо важливо для складних умов. Це дає змогу інженерам перевірити ефективність конструктивних рішень ще до початку будівництва, прогнозувати можливі деформації та осідання, і, відповідно, вносити корективи в проєкт. Такий підхід не тільки значно

мінімізує небезпеку та надійність споруди, але й допомагає уникнути значних фінансових та часових ризиків.

Для ілюстрації практичної значущості інженерно-геологічного зонування можна навести приклад дослідження, здійсненого в окрузі Цзюлун (Китай) у регіоні альпійської ущелини. У цьому випадку основною геологічною небезпекою були зсуви. Дослідники зосередилися на оцінці ризиків, застосовуючи сучасні алгоритми, такі як Random Forest і Boosted Tree, для визначення чинників, що впливають на ймовірність зсувів. Це дало змогу створити карту небезпек, яка детально відображала зони з різним ступенем ризику. . Хоча в дослідженні не йшлося про вибір конкретного типу фундаменту, його результати є важливими для інженерів, які на основі цієї карти можуть обґрунтовано проєктувати спеціальні укріплювальні споруди та обирати оптимальні фундаменти (наприклад, пальові або ростверки) для забезпечення стійкості будівель [9].

Прикладом практичного розв’язання проблеми будівництва на зсувних схилах можна вважати досвід проєктування та монтажу фундаментів, описаних у зазначеному дослідженні. В умовах щільної міської забудови на зсувному схилі для індивідуального житлового будинку було розроблено та змонтовано спеціальну конструкцію фундаментів. Приклад демонструє, як у складних схилових умовах досвідчені інженери знаходять унікальні технічні рішення для забезпечення стійкості споруд та їхньої безпечної експлуатації [10].

Реальний кейс інженерно-геологічного дослідження в складних гірських умовах описано в роботі "The failure mode of transmission tower foundation on the landslide under heavy rainfall" (2022), Дослідження здійснили на ділянці ЛЕП напругою 500 кВ у районі Янзі, провінція Бадун (Китай). Було здійснено ґрунтовні польові та лабораторні дослідження з метою оцінки стану ґрунтів під фундаментом опори. Аналіз показав, що тривалі інтенсивні опади спричинили зсувні процеси, що істотно знизили стабільність основи споруди. Вчені визначили характер руйнування фундаменту, локалізували слабкі геологічні зони та проаналізували зміну фізико-механічних властивостей ґрунтів під дією навантаження. Хоч об’єктом дослідження була інженерна, а не житлова споруда, цей приклад яскраво ілюструє важливість інженерно-геологічного зонування в гірських умовах для вибору оптимального типу фундаменту та прогнозування ризиків руйнування [11].

Ці практичні приклади підтверджують, що інженерно-геологічне зонування має вирішальне значення для будівництва в складних гірських умовах. Воно дає змогу не лише ідентифікувати потенційні небезпеки, зокрема зсуви, але й слугує основою для розробки індивідуальних, безпечних та надійних інженерних рішень.

Висновки і пропозиції. Отже, вибір типу фундаменту в складних геологічних умовах є критично важливим завданням, що потребує глибокого аналізу. Цей процес ґрунтується на детальному інженерно-геологічному зонуванні, яке допомагає визначити ризики (наприклад, зсуви чи просідання) і розробити індивідуальні інженерні рішення. Практика свідчить: для стійкості споруд часто застосовуються спеціалізовані конструкції, адаптовані до особливостей ґрунту. Водночас аналіз аварійних ситуацій підкреслює важливість прогнозування впливу на ґрунтові масиви природних чинників, таких як інтенсивні опади. Отже, оптимальний вибір фундаменту – результат комплексного підходу, що поєднує інженерно-геологічну оцінку, прогнозування ризиків та розробку рішень, адаптованих до конкретних умов.

Перспективи подальших досліджень можуть бути зосереджені на розробці нових методик геотехнічного моделювання, що враховуватимуть динамічну поведінку ґрунтів під впливом екстремальних кліматичних умов. Актуальним напрямом є також інтеграція систем штучного інтелекту для автоматизації інженерно-геологічного зонування, що дасть змогу швидше та точніше ідентифікувати зони ризику.

Список літератури

1. He, L., Jiao, Y., Zhang, Y., & Li, R. The Innovative geological-geotechnical zoning framework for urban planning: Wuhan's experience // Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources. – 2024. – Vol. 10, Art. 176. DOI: https://doi.org/10.1007/s40948-024-00830-5.

2. Інженерна геологія (з основами геотехніки): підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.Г. Суярко, В.М. Величко, О.В. Гаврилюк та ін.; за заг. ред. проф. В.Г. Суярка. – Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2019. – 278 с.

3. Іванишин В.А. Польові інженерно-геологічні вишукування під будівництво десятиповерхових житлових будинків на вулиці Незалежності в місті Чернігові / В.А. Іванишин, В.Г. Бугай, М.М. Корзаченко // Технічні науки та технології. – 2020. – № 4(22). – С. 222-229.

4. Меньшов О. Термомагнітний аналіз ґрунтів територій покладів вуглеводнів / О. Меньшов, Р. Кудеравець, С. Попов, Р. Хоменко, А. Сухорада, І. Чоботок // Геологія. – 2016. – № 2 (73). – С. 33–37.

5. Диняк О.В. Інженерно-геологічне моделювання: навч. посібник з навч. дисципліни «Інженерно-геологічне моделювання» / О. В. Диняк. – Київ: Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2020. – 149 с.

6. González de Vallejo L.I. Geological Engineering / Luis I. González de Vallejo, Mercedes Ferrer. – Boca Raton; London; New York; Leiden: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011. – 700 p.

7. Jain, S.K. Use of RCC pile, anchor bolt and geogrid for building construction on the unstable slope / S.K. Jain, M.S. Nusari, R. Shrestha, A.K. Mandal // Geoenvironmental Disasters. – 2023. – Vol. 10, № 13. – DOI: 10.1186/s40677-023-00243-8.

8. Dubinchyk, O. Geotechnical analysis of optimal parameters for foundations interacting with loess area / O. Dubinchyk, D. Bannikov, V. Kildieiev, V. Kharchenko // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 168. – DOI: 10.1051/e3sconf/202016800024.

9. Zhang X., Jiang L., Deng W., Shu Z., Gao M., Liu G. Risk Assessment of Geological Hazards in the Alpine Gorge Region and Its Influencing Factors: A Case Study of Jiulong County, China. // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, Is. 5. – Article 1949. DOI: 10.3390/su16051949.

10. Zolotukhin S.N., Chigarev A.G., Abdulloev A.R. Designing and Constructing Foundations on a Landslide Slope // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 463. No. 3. P. 032088. DOI: 10.1088/1757-899X/463/3/032088.

11. The failure mode of transmission tower foundation on the landslide under heavy rainfall: a case study on a 500-kV transmission tower foundation on the Yanzi landslide in Badong, China / Yongqiang Zhou [et al.] // Bulletin of Engineering Geology and the Environment. – 2022. – Vol. 81, no. 3. – Mode of access: https://doi.org/10.1007/s10064-022-02628-9 (date of access: 11.08.2025).

PhD, associate professor **Mykola Kharkhalis**,
Uzhhorod National University

ENGINEERING-GEOLOGICAL ZONING OF TERRITORIES TO JUSTIFY THE CHOICE OF FOUNDATION TYPES IN MOUNTAINOUS CONDITIONS

This article provides a comprehensive study of engineering-geological zoning as a critical stage in preparing for construction in areas with complex mountainous terrain. It examines the theoretical foundations of this process, which involves dividing a territory into zones with homogeneous engineering-geological conditions. Special attention is paid to analyzing the unique characteristics of mountainous regions that directly influence construction decisions: the high heterogeneity of the soil mass, complex hydrogeological conditions, steep slopes, and rock fracturing.

These factors are identified as key risks that can cause landslides, settlement, and foundation failure.

The article details the sequential stages of engineering-geological zoning, which form the basis for a well-reasoned choice of foundation type. This process begins with field investigations (drilling boreholes, probing, and excavating test pits) to obtain initial data on soil composition and properties. The next stage, laboratory investigations, allows for the precise determination of the physical, mechanical, and chemical properties of soils and groundwater. The culmination of this process is the compilation of a comprehensive engineering-geological map, which visualizes all the data and serves as a basis for assessing potential hazards. The final risk assessment, covering landslides, settlement, and seismic hazards, enables the development of safe and reliable design solutions.

The practical significance of engineering-geological zoning is illustrated with examples from real-world studies and construction cases. Specifically, the article examines the experience of designing reinforced foundations for individual residential buildings on landslide-prone slopes and analyzes the causes of foundation failure for power transmission towers under the influence of intense rainfall. These examples demonstrate that standard design approaches are unacceptable in mountainous conditions. The choice of a foundation is not merely a technical calculation but the result of a deep analysis of geological data, risk forecasting, and the development of customized solutions adapted to specific conditions, thereby enhancing the safety, reliability, and longevity of structures.

Keywords: geotechnical investigations; slope stability; risk mapping; geological hazards; foundation structures.

REFERENCES

1. He, L., Jiao, Y., Zhang, Y., & Li, R. (2024). The innovative geological-geotechnical zoning framework for urban planning: Wuhan's experience. *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources, 10*, 176. https://doi.org/10.1007/s40948-024-00830-5 {in English}

2. Suiarko, V.H., Velychko, V.M., Havryliuk, O.V., et al. (2019). *Inzhenerna heolohiia (z osnovamy heotekhniky): Pidruchnyk dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv* [Engineering geology (with basics of geotechnics): Textbook for university students]. V.N. Karazin Kharkiv National University. {in Ukrainian}

3. Ivanyshyn, V.A., Buhai, V.H., & Korzachenko, M.M. (2020). Polovi inzhenerno-heolohichni vyshukuvannia pid budivnytstvo desiatypoverkhovykh zhytlovykh budynkiv na vulytsi Nezalezhnosti v misti Chernihovi [Field engineering and geological surveys for the construction of ten-story residential buildings on

Nezalezhnosti Street in the city of Chernihiv]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical Sciences and Technologies, 4*(22), 222–229. {in Ukrainian}

4. Menshov, O., Kudervets, R., Popov, S., Khomenko, R., Sukhorada, A., & Chobotok, I. (2016). Termomahnitnyi analiz gruntiv terytorii pokladiv vuhlevodniv [Thermomagnetic analysis of soils in hydrocarbon deposit areas]. *Heolohiia – Geology, (2)*73, 33–37. {in Ukrainian}

5. Dyniak, O.V. (2020). *Inzhenerno-heolohichne modeliuvannia: Navchalnyi posibnyk z navchalnoi dystsypliny "Inzhenerno-heolohichne modeliuvannia"* [Engineering-geological modeling: Textbook for the course "Engineering-geological modeling"]. Taras Shevchenko National University of Kyiv. {in Ukrainian}

6. González de Vallejo, L.I., & Ferrer, M. (2011). *Geological engineering.* CRC Press, Taylor & Francis Group. {in English}

7. Jain, S.K., Nusari, M.S., Shrestha, R., & Mandal, A.K. (2023). Use of RCC pile, anchor bolt and geogrid for building construction on the unstable slope. *Geoenvironmental Disasters, 10*(13). https://doi.org/10.1186/s40677-023-00243-8 {in English}

8. Dubinchyk, O., Bannikov, D., Kildieiev, V., & Kharchenko, V. (2020). Geotechnical analysis of optimal parameters for foundations interacting with loess area. *E3S Web of Conferences, 168*, 00024. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016800024 {in English}

9. Zhang, X., Jiang, L., Deng, W., Shu, Z., Gao, M., & Liu, G. (2024). Risk assessment of geological hazards in the alpine gorge region and its influencing factors: A case study of Jiulong County, China. *Sustainability, 16*(5), 1949. https://doi.org/10.3390/su16051949 {in English}

10. Zolotukhin, S.N., Chigarev, A.G., & Abdulloev, A. R. (2018). Designing and constructing foundations on a landslide slope. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 463*(3), 032088. https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032088 {in English}

11. Zhou, Y., et al. (2022). The failure mode of transmission tower foundation on the landslide under heavy rainfall: A case study on a 500-kV transmission tower foundation on the Yanzi landslide in Badong, China. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 81*(3). https://doi.org/10.1007/s10064-022-02628-9 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.505-517
УДК 658.012.8:005.8
Цимбалістий Ю.В.,
uratsimbalistuy01@gmail.com, ORCID: 0009-0005-5278-5326,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СИТУАЦІЙНА ДІАГНОСТИКА ТА СТРАТЕГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Ситуаційна діагностика та стратегічне моделювання є основними інструментами системного управління, які забезпечують наукове підґрунтя для прийняття ефективних управлінських рішень у складному та динамічному середовищі. Їх поєднання дає змогу переходити від реактивного до проактивного типу управління, формуючи адаптивну організаційну модель, здатну реагувати на зміни у зовнішньому середовищі. Ситуаційна діагностика зосереджується на визначенні поточного стану системи, виявленні ключових чинників впливу та прогнозуванні ризиків, тоді як стратегічне моделювання створює простір для розроблення сценаріїв розвитку та визначення пріоритетів дій.

У структурі сучасного менеджменту ці два напрями набувають особливої ваги завдяки впровадженню цифрових технологій, інтелектуальних систем аналітики та прогнозного моделювання. Застосування таких інструментів, як системна динаміка, імітаційне моделювання, нейромережевий аналіз і Big Data, дозволяє підвищити точність діагностики, скоротити часові лаги у прийнятті рішень і забезпечити багатоваріантність сценаріїв стратегічного розвитку. Діагностичні моделі інтегруються у цифрові системи управління, що перетворює процес стратегічного планування на безперервний і динамічний цикл. Методологічно стратегічне моделювання спирається на концепції ситуаційного управління, теорію динамічних можливостей, адаптивного менеджменту та балансування ризиків. Використання матричних і факторних моделей дозволяє оцінити взаємозалежність параметрів організаційної системи, тоді як часовий аналіз забезпечує визначення тенденцій і прогнозування критичних точок.

Ключові слова: ситуаційна діагностика; стратегічне моделювання; системна динаміка; адаптивне управління; ризик-аналіз; організаційна стійкість; аналітичні моделі; цифрове прогнозування.

Постановка проблеми: Сучасні організації функціонують у середовищі, де постійна мінливість ринку, технологічна турбулентність і зростання обсягу інформації вимагають нових підходів до діагностики й планування. Традиційні

методи аналізу не завжди здатні враховувати складність взаємозв'язків між внутрішніми процесами та зовнішніми впливами. Це ускладнює прийняття стратегічних рішень, особливо в умовах високої невизначеності. Відсутність системного механізму оцінки стану організації та побудови моделей її розвитку призводить до неузгодженості управлінських дій і втрати стратегічної орієнтації. Проблема полягає у формуванні методології, яка дозволяє поєднати ситуаційну діагностику з інструментами стратегічного моделювання для створення цілісної системи управління. Це передбачає одночасний аналіз поточного стану організаційної системи, оцінку її адаптивності, а також розроблення прогнозних сценаріїв розвитку. Необхідність переходу до аналітичних, динамічних моделей управління є ключовою умовою підвищення стійкості та ефективності організацій у середовищі цифрової трансформації.

Метою статті є обґрунтування наукових і методичних засад інтеграції ситуаційної діагностики та стратегічного моделювання в управлінні організаційними системами. Основне завдання полягає у розробленні концепції, що забезпечує взаємозв'язок між аналізом поточного стану, оцінкою ризиків і побудовою сценаріїв розвитку. Передбачено формування інструментарію, який дозволить ідентифікувати ключові параметри впливу, визначати динаміку змін і адаптувати стратегії до реальних умов функціонування. Практична значущість дослідження полягає у створенні гнучкої системи стратегічного планування, здатної працювати в режимі безперервного оновлення на основі цифрових аналітичних технологій і методів прогнозування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Сучасна наукова думка розглядає ситуаційну діагностику та стратегічне моделювання як взаємопов'язані елементи управлінського циклу, що забезпечують організаціям можливість своєчасного реагування на зміни. У дослідженнях із менеджменту наголошується на необхідності поєднання кількісних і якісних методів оцінювання, що дозволяють формувати комплексне бачення системи. Наукові праці зосереджуються на застосуванні системного підходу, який враховує взаємозв'язки між структурними, економічними, технологічними й поведінковими чинниками. Одним із провідних напрямів є розвиток концепцій динамічних здібностей, які пояснюють, як організації можуть оновлювати свої ресурси, процеси та структури відповідно до змін середовища. Інший важливий аспект — використання інструментів стратегічної аналітики, таких як SWOT-, PESTEL- і GAP-аналіз, що сприяють побудові моделей майбутніх сценаріїв.

Виклад основної інформації: Ситуаційна діагностика та стратегічне моделювання організаційних систем є ключовими інструментами сучасного управління, що дозволяють не лише фіксувати поточний стан організації, але й

будувати проактивні сценарії розвитку. В умовах постійних змін зовнішнього середовища та зростання складності внутрішніх процесів, менеджмент має покладатися на методи, які забезпечують комплексну оцінку параметрів системи та дозволяють передбачати наслідки управлінських рішень. Ситуаційна діагностика орієнтована на виявлення ключових факторів, що впливають на ефективність функціонування, тоді як стратегічне моделювання спрямоване на формування структурованих моделей розвитку, які враховують багатоваріантність майбутніх станів.

Сутність ситуаційної діагностики полягає у системному зборі, аналізі та інтерпретації інформації про зовнішнє та внутрішнє середовище організаційної системи. На практиці вона поєднує кількісні та якісні методи, зокрема аналіз ключових показників ефективності (KPI), фінансово-економічних даних, рівня організаційної культури, задоволеності персоналу та стейкхолдерів. Кінцевою метою є визначення "зони реальності" — конкретного стану системи, який можна співвіднести з певними стратегічними орієнтирами. Результати такої діагностики стають відправною точкою для моделювання сценаріїв розвитку [1].

Стратегічне моделювання організаційних систем використовує дані, отримані внаслідок діагностики, як вхідні параметри для побудови прогнозних моделей. Це може включати застосування імітаційного моделювання, системної динаміки, агент-орієнтованих моделей або методів оптимізації в умовах невизначеності. Важливим аспектом є урахування взаємодії між елементами організації, зовнішніми впливами та можливістю адаптивної перебудови структури.

Перед побудовою та впровадженням стратегічних моделей розвитку організаційної системи необхідно мати чітке уявлення про послідовність дій, які забезпечують логічний перехід від збору даних до реалізації стратегічного плану [2]. Як ми бачимо на рис. 1, цей процес є поетапним і взаємопов’язаним: від початкового аналізу зовнішніх та внутрішніх факторів до побудови прогнозних сценаріїв і коригування планів з урахуванням ризиків.

Ситуаційна діагностика як управлінська категорія поєднує методи системного аналізу, стратегічного прогнозування та багатовимірної оцінки організаційних параметрів. Її завдання полягає в тому, щоб на основі актуальних та ретроспективних даних сформувати чітке уявлення про поточний стан організації та тенденції її розвитку. В умовах динамічного середовища, де змінюються технологічні, економічні та соціальні фактори, діагностика втрачає ефективність без комплексного методологічного підґрунтя. Саме тому сучасні підходи інтегрують елементи ситуаційного менеджменту, методів сценарного

аналізу, системної динаміки, а також гнучких моделей адаптації, що дозволяють враховувати невизначеність [3].

Рис. 1. Алгоритм взаємозв'язку ситуаційної діагностики та стратегічного моделювання *(розроблено автором на основі [2])*

Важливою відмінністю ситуаційної діагностики від стандартних методів контролю є її прогностична функція. Якщо класичний контроль зосереджується на фіксації відхилень і порівнянні з нормативами, то ситуаційна діагностика працює у площині передбачення можливих сценаріїв розвитку. Для цього застосовуються інструменти ідентифікації ключових драйверів змін, визначення кореляцій між параметрами та оцінки впливу окремих факторів на стратегію організації.

З математичної точки зору, методи ситуаційної діагностики часто ґрунтуються на побудові багатофакторних моделей, у яких кожен фактор має свою вагу. Узагальнено це можна виразити через функцію оцінки стану організаційної системи:

$$S = \sum_{i=1}^{n} w_i \times x_i(t) + \varepsilon \,, \qquad (1)$$

де S — інтегральний показник ситуаційної оцінки, w_i — ваговий коефіцієнт i-го фактора, $x_i(t)$ — значення i-го фактора в момент часу t, ε — похибка моделі.

Дослідження показують, що точність прогнозів підвищується при використанні не лише лінійних, а й нелінійних залежностей. Тому сучасні системи діагностики інтегрують методи регресійного аналізу, нейромережевого моделювання та байєсівської інтерпретації даних. Це особливо важливо у динамічному середовищі, де зв'язки між змінними можуть бути асиметричними та змінюватися з часом [4].

Методологічна основа ситуаційної діагностики включає декілька ключових блоків: визначення мети аналізу, відбір релевантних показників, формування інформаційної бази, вибір методів аналізу та інтерпретація результатів. Важливим етапом є побудова «карти факторів впливу», яка дозволяє візуалізувати взаємозв'язки між ключовими змінними. Для цього застосовується матричний підхід, де кожен елемент матриці відображає силу та напрямок впливу факторів один на одного.

Математично матрицю впливів можна представити так:

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \cdots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \cdots & m_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & m_{n2} & \cdots & m_{nn} \end{bmatrix}, \qquad (2)$$

де m_{ij} — коефіцієнт впливу i-го фактора на j-й фактор.

Наукові підходи до побудови такої матриці пропонують, зокрема, Ф. Котлер у сфері маркетингових стратегій та Дж. Форрестер в рамках системної динаміки. У практиці управління будівельними та інфраструктурними проектами матриця факторів може включати показники макроекономічного середовища, внутрішні операційні параметри, рівень інноваційної активності та ресурсне забезпечення [5].

Узагальнення методів у вигляді таблиці 1 дозволяє формалізувати процес і зробити його відтворюваним. Це особливо цінно для організацій з розгалуженою структурою, де обсяг інформації є надмірно великим, а ризик втрати релевантних даних високий.

Продовжуючи розгляд методологічних засад ситуаційної діагностики, варто підкреслити, що значна увага в науковій літературі приділяється ролі

часової динаміки та прогнозування у прийнятті управлінських рішень. Наприклад, у працях Дж. Форрестера системна динаміка використовується для моделювання відкладених ефектів управлінських дій, що дозволяє уникнути надмірно реактивних стратегій. А М. Портер у своїх дослідженнях конкурентних стратегій наголошує на важливості аналізу трендів зовнішнього середовища як обов'язкової частини діагностики [5, 6].

Таблиця 1.

Приклад структуризації факторів для ситуаційної діагностики в організаційній системі *(розроблено автором на основі [5])*

Група факторів	Приклади показників	Джерела даних	Методи оцінки
Внутрішні операційні	Продуктивність, рівень браку, KPI	ERP-системи, звіти підрозділів	Статистичний аналіз, бенчмаркінг
Фінансово-економічні	Рентабельність, ліквідність, оборот	Фінансова звітність, BI-аналітика	Факторний аналіз, коефіцієнтні моделі
Інноваційно-технологічні	Кількість впроваджених технологій	R&D-звіти, патентні бази	Індекси інноваційності
Соціально-кадрові	Плинність кадрів, задоволеність	HR-звіти, опитування персоналу	Соціологічний аналіз
Зовнішнє середовище	Конкуренція, законодавчі зміни	Маркетингові дослідження, ЗМІ	PESTEL-аналіз, SWOT-матриця

Одним з підходів, що ефективно поєднує часову складову з багатофакторним аналізом, є метод ковзного прогнозування з ваговою корекцією. Його суть полягає в тому, що ваги факторів змінюються залежно від прогнозного горизонту. Математично це можна подати як:

$$S(t+k) = \sum_{i=1}^{n} w_i(k) \times x_i(t) + \varepsilon_k \ , \qquad (3)$$

де S(t+k) — прогнозований інтегральний показник на k періодів уперед, $w_i(k)$ — ваговий коефіцієнт i-го фактора для горизонту k, $x_i(t)$ — поточне значення фактора, εk — похибка прогнозу.

Розуміння того, як змінюється вплив ключових факторів у залежності від часової перспективи, є критичним для побудови точних прогнозних моделей у ситуаційній діагностиці. У наукових роботах Дж. Форрестера та Х. Каплана підкреслюється, що стратегічна аналітика повинна враховувати не лише поточну вагомість показників, але й їхню трансформацію у середньо- та довгостроковій перспективі [5]. Саме зміна ваг факторів визначає, які

управлінські дії будуть пріоритетними на різних етапах життєвого циклу організації.

Ще одним важливим аспектом методології є інтерпретація результатів діагностики з позиції стратегічної гнучкості. Як зазначає І. Ансофф, здатність організації змінювати свій стратегічний профіль відповідно до змін середовища є не менш важливою, ніж сама точність оцінки. Це особливо актуально в умовах високої турбулентності ринку, коли фактори можуть змінювати напрямок впливу [8].

Для цього у сучасних моделях ситуаційної діагностики використовується так званий «коефіцієнт стратегічної адаптивності» (CSA), який можна розрахувати за формулою:

$$CSA = \frac{\Delta S_{opt}}{\Delta S_{fact}}, \quad (4)$$

де ΔS_{opt} — зміна інтегрального показника за оптимальним сценарієм, ΔS_{fact} — фактична зміна показника.

Якщо значення CSA>1, організація адаптується швидше, ніж передбачено базовим сценарієм, і навпаки.

Ефективність стратегічного моделювання значною мірою залежить від того, наскільки точно та системно ідентифіковано ключові параметри, що формують стан організаційної системи. Як наголошують Г. Мінцберг та М. Портер, розуміння структурних характеристик внутрішнього середовища та чинників зовнішнього оточення є базовою умовою для створення будь-якої адекватної стратегії [9]. Внутрішні параметри визначають реальні можливості організації, тоді як зовнішні — формують поле обмежень та потенційних можливостей.

Сучасні наукові підходи, зокрема модель PESTEL (Ф. Агілера, М. Делано) та розширена SWOT-матриця (К. Лінч), пропонують багаторівневу класифікацію параметрів з урахуванням їх взаємозв’язків. Внутрішнє середовище зазвичай структурують за напрямами ресурсів, процесів та організаційної культури, а зовнішнє — за групами макроекономічних, політико-правових, технологічних, соціально-культурних та екологічних факторів [10].

З математичної точки зору, взаємозв’язок параметрів можна описати як функцію залежності інтегрального показника організаційної ефективності E від набору внутрішніх (I_j) та зовнішніх (X_k) змінних:

$$E = f(I_1, I_2, \dots, I_m; X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (5)$$

Далі, для оцінки сили взаємозв'язків між параметрами використовується коефіцієнт парної кореляції:

$$r_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{T}(y_i(t) - \bar{y}_i)(y_j(t) - \bar{y}_i)}{\sum_{t=1}^{T}(y_i(t) - \bar{y}_i)^2 \sum_{t=1}^{T}(y_j(t) - \bar{y}_j)^2}, \quad (6)$$

де $y_i(t)$, $y_j(t)$ — значення параметрів у момент часу t, $\bar{y}_i$, $\bar{y}_i$ — середні значення за період T.

Для системної організації процесу збору та аналізу інформації про ключові фактори, що впливають на розвиток організації, доцільно використовувати структуровану класифікацію параметрів внутрішнього та зовнішнього середовища.

Взаємозв'язок внутрішніх і зовнішніх параметрів в аналітичній базі стратегічного моделювання найкраще відобразити у вигляді рисунка 3. Така схема демонструє основні етапи — від збору даних і проведення кореляційного аналізу до визначення ключових драйверів впливу та формування прогнозних сценаріїв [11]. Це дозволяє інтегрувати аналітику у практичний процес управління, забезпечуючи зв'язок між діагностикою та стратегічним прийняттям рішень.

Взаємозв'язок між внутрішніми та зовнішніми параметрами є не лише основою для розробки стратегії, але й важливим механізмом підтримання стабільності та конкурентоспроможності організації. У більшості випадків внутрішнє середовище виступає відправною точкою, від якої залежить здатність організації ефективно реагувати на виклики зовнішнього світу. Якщо внутрішні ресурси, процеси та організаційна культура перебувають у стані гармонійної збалансованості, компанія може реалізувати більш амбітні та складні проєкти. У протилежному випадку навіть позитивна зовнішня кон'юнктура не здатна забезпечити стійкий розвиток [6].

При побудові аналітичної бази для стратегічного моделювання важливим є не тільки фіксація параметрів у певний момент часу, а й їх відстеження у динаміці.

Аналіз взаємозв'язків між параметрами дозволяє розподілити їх за рівнем впливу та чутливості. Одні параметри діють як драйвери змін, інші — як індикатори, що сигналізують про наближення певних подій чи змін у середовищі. Застосування цього підходу у стратегічному моделюванні дозволяє зосереджувати ресурси на тих напрямках, які дають найбільший стратегічний ефект. Водночас параметри-індикатори стають інструментами моніторингу, що дозволяють своєчасно коригувати сценарії розвитку [7].

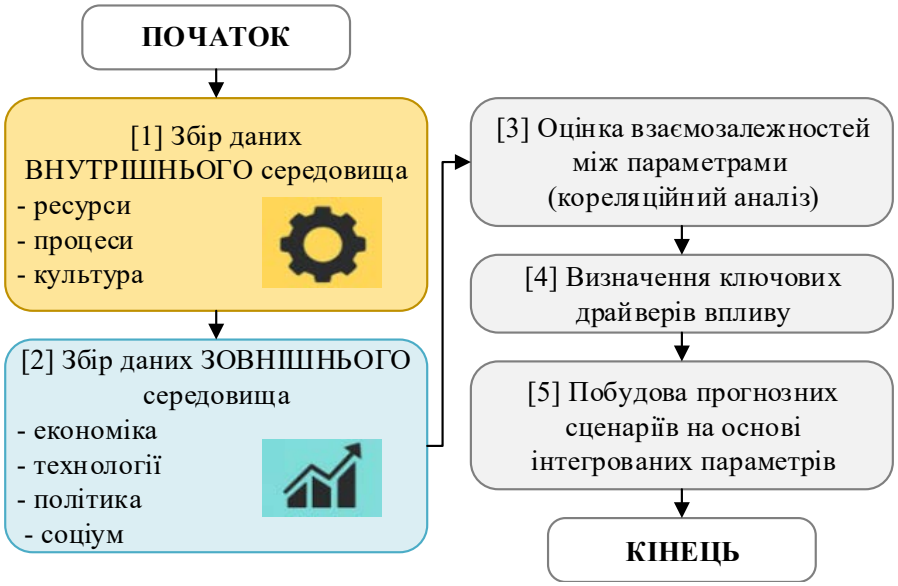


Рис. 3. Логіка взаємозв'язку внутрішніх і зовнішніх параметрів у стратегічному моделюванні *(розроблено автором на основі [11])*

При цьому особливе значення має узгодженість часових горизонтів оцінки параметрів. Деякі з них змінюються повільно (наприклад, організаційна культура чи структура капіталу), тоді як інші можуть мати високий рівень волатильності (цінові коливання на ринку, технологічні тренди). Аналітична база повинна враховувати ці відмінності, щоб уникнути ситуацій, коли стратегічне рішення будується на основі показників, актуальних лише у короткостроковій перспективі [12].

Ще однією важливою характеристикою взаємозв'язків є їх асиметричність. Не всі фактори впливають один на одного з однаковою силою. Наприклад, зміни у регуляторній політиці можуть суттєво трансформувати фінансові параметри компанії, тоді як зміни у фінансовому стані організації не завжди призводять до негайних коректив у законодавстві. Цей момент особливо важливий при моделюванні ризиків, адже він дозволяє визначити, які параметри потребують превентивних заходів, а які — адаптивних.

В аналітичній практиці важливо також розуміти, що взаємозв'язки між параметрами рідко є лінійними. У реальних організаційних системах вони часто носять мультиплікативний або навіть синергетичний характер [13].

Література

1. Кравченко, М.О. Методологічні засади системного аналізу економічної стійкості підприємства в різних кризових ситуаціях. Технологічний аудит і резерви виробництва, № 1–3 (27), 2016, с. 85–90. – [Електронний ресурс]. – Доступ: https://journals.uran.ua/tarp/article/download/60829/56901

2. Пастух К.В. Стратегічне управління: конспект лекцій для студентів бакалавріату всіх форм навчання спеціальності 281 – Публічне управління та адміністрування / К.В. Пастух ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. – 60 с.

3. Стратегічне планування: навч. посібник / М.А. Латинін, Т.М. Лозинська, І.В. Дунаєв; за заг. ред. д.е.н., проф. О.Ю. Амосова. – 2-ге вид., перероб. та допов. – Харків: Вид-во ХарРІ НАДУ «Магістр», 2013. – 248 с.

4. Zhou, Zheng; Qiu, Cheng; Zhang, Yufan. A comparative analysis of linear regression, neural networks and random forest regression for predicting air ozone employing soft sensor models. Scientific Reports, 2023, Vol. 13: Article 22420. — [Електронний ресурс]. — Доступ: https://www.nature.com/articles/s41598-023-49899-0

5. Kotler, Philip; Armstrong, Gary. Principles of Marketing. — 19th ed. — Boston: Pearson, 2022. — xxiv, 752 с. — [Електронний ресурс]. — Доступ: https://commecsinstitute.edu.pk/wp-content/uploads/2024/08/Kotler-and-Armstrong-Principles-of-Marketing.pdf

6. Porter, Michael E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors (extract, pp. ix–xxviii; 1–48). New York: Free Press, 1980. — [Електронний ресурс]. — Доступ: https://s3.us-east-1.amazonaws.com/storage.thanksforthehelp.com/qfile/porter-michael-e-1980-extract-competitive-strategy-vyr2a2bw.pdf

7. Kaplan, Robert S. Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard. Harvard Business School Working Paper No. 10-074, March 2010. 37 p. — [Електронний ресурс]. — Доступ: https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/10-074_0bf3c151-f82b-4592-b885-cdde7f5d97a6.pdf

8. Bayazit, O., & Karpak, B. (2007). An analytical network process-based framework for successful total quality management (TQM): An assessment of Turkish manufacturing industry readiness. Int. J. Production Economics, 105, 79-96. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.12.009

9. Jofre, Sergio. Strategic Management: The Theory and Practice of Strategy in (Business) Organizations. Copenhagen: Technical University of Denmark, DTU Management Engineering Report 1.2011, January 2011. — 94 с. — [Електронний ресурс]. — Доступ: https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/5705108/rapport1.11.pdf

10. Yüksel, İ., & Dağdeviren, M. (2006). En early warning model to identify faulty behaviors risk in social-technique systems and its application. J.Fac. Eng. Arch. Gazi Univ., 21(4), 791-799.

11. 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.

12. 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).

13. Кондратьєва, Г.В. Формування організаційної стійкості в організаціях у контексті цілей сталого розвитку. // Економічний простір, № 196, 2024, с. 244–248. DOI: 10.30838/EP.196.244-248 — [Електронний ресурс]. — Доступ: https://economic-prostir.com.ua/wp-content/uploads/2025/01/196-244-248-kondratyeva.pdf

Tsymbalistyi Yurii,
Kyiv National University of Construction and Architecture

SITUATIONAL DIAGNOSTICS AND STRATEGIC MODELING OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS

Situational diagnostics and strategic modeling are fundamental tools of systems management that provide a scientific foundation for making effective managerial decisions in complex and dynamic environments. Their combination enables the transition from reactive to proactive management, forming an adaptive organizational model capable of responding to external changes. Situational diagnostics focuses on identifying the current state of the system, detecting key influencing factors, and forecasting potential risks, while strategic modeling creates a framework for developing development scenarios and defining action priorities.

Within the structure of modern management, these two areas gain particular importance through the implementation of digital technologies, intelligent analytics systems, and predictive modeling. The use of such instruments as system dynamics, simulation modeling, neural network analysis, and Big Data allows for greater diagnostic precision, reduced decision-making lag times, and the creation of multiple strategic development scenarios. Diagnostic models are integrated into digital management systems, transforming strategic planning into a continuous and dynamic process.

Methodologically, strategic modeling is grounded in the concepts of situational management, dynamic capabilities theory, adaptive management, and risk balancing.

The use of matrix and factor models enables the evaluation of interdependencies among organizational parameters, while temporal analysis supports the identification of trends and the prediction of critical transition points.

Keywords: situational diagnostics; strategic modeling; system dynamics; adaptive management; risk analysis; organizational resilience; analytical models; digital forecasting.

REFERENCES

1. Kravchenko, M.O. Methodological Foundations of System Analysis of Enterprise Economic Stability in Various Crisis Situations. Technological Audit and Production Reserves, No. 1–3 (27), 2016, pp. 85–90. [Electronic resource]. – Available at: https://journals.uran.ua/tarp/article/download/60829/56901 {in Ukrainian}

2. Pastukh, K.V. Strategic Management: Lecture Notes for Undergraduate Students of All Forms of Study, Specialty 281 – Public Management and Administration. Kharkiv: O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 2020. 60 p. {in Ukrainian}

3. Latynin, M.A., Lozynska, T.M., & Dunaiev, I.V. Strategic Planning: Textbook. 2nd ed., revised and supplemented. Edited by O.Yu. Amosov. Kharkiv: Magister Publishing House of KhRIPA NADU, 2013. 248 p. {in Ukrainian}

4. Zhou, Z., Qiu, C., & Zhang, Y. A Comparative Analysis of Linear Regression, Neural Networks and Random Forest Regression for Predicting Air Ozone Employing Soft Sensor Models. Scientific Reports, 2023, Vol. 13, Article 22420. [Electronic resource]. – Available at: https://www.nature.com/articles/s41598-023-49899-0 {in English}

5. Kotler, P., & Armstrong, G. Principles of Marketing. 19th ed. Boston: Pearson, 2022. xxiv, 752 p. [Electronic resource]. – Available at: https://commecsinstitute.edu.pk/wp-content/uploads/2024/08/Kotler-and-Armstrong-Principles-of-Marketing.pdf {in English}

6. Porter, M.E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors (extract, pp. ix–xxviii; 1–48). New York: Free Press, 1980. [Electronic resource]. – Available at: https://s3.us-east-1.amazonaws.com/storage.thanksforthehelp.com/qfile/porter-michael-e-1980-extract-competitive-strategy-vyr2a2bw.pdf {in English}

7. Kaplan, R.S. Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard. Harvard Business School Working Paper No. 10-074, March 2010. 37 p. [Electronic resource]. – Available at: https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/10-074_0bf3c151-f82b-4592-b885-cdde7f5d97a6.pdf {in English}

8. Bayazit, O., & Karpak, B. An Analytical Network Process-Based Framework for Successful Total Quality Management (TQM): An Assessment of Turkish Manufacturing Industry Readiness. International Journal of Production Economics, Vol. 105, 2007, pp. 79–96. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.12.009 {in English}

9. Jofre, S. Strategic Management: The Theory and Practice of Strategy in (Business) Organizations. Copenhagen: Technical University of Denmark, DTU Management Engineering Report 1.2011, January 2011. 94 p. [Electronic resource]. – Available at: https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/5705108/rapport1.11.pdf {in English}

10. Yüksel, İ., & Dağdeviren, M. An Early Warning Model to Identify Faulty Behavior Risk in Socio-Technical Systems and Its Application. Journal of Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Vol. 21, No. 4, 2006, pp. 791–799. {in English}

11. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. Designing a Toolset for the Formalized Evaluation and Selection of Reengineering Projects to Be Implemented at an Enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022, Vol. 1, No. 13 (115), pp. 6–19. {in English}

12. 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. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). IEEE, 2022. {in English}

13. Kondratieva, H.V. Formation of Organizational Resilience in Organizations in the Context of Sustainable Development Goals. Economic Space, No. 196, 2024, pp. 244–248. DOI: 10.30838/EP.196.244-248. [Electronic resource]. – Available at: https://economic-prostir.com.ua/wp-content/uploads/2025/01/196-244-248-kondratyeva.pdf {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.518-530
УДК 624.131.3:004.94
к.т.н., доцент **Чертков О.Ю.,**
chertoleg1954@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7206-4535,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розглянуто підходи до цифровізації процесів ущільнення ґрунтів у дорожньому, промисловому та комунальному будівництві. Проаналізовано сучасний стан технологій контролю щільності ґрунтів, а також можливості інтеграції сенсорних систем, GPS-моніторингу та інтелектуальних систем ущільнення (Intelligent Compaction, IC) у єдиний цифровий контур управління якістю. Наведено класифікацію видів ущільнення за типами споруд і умовами будівництва, узагальнено типові машини та механізми, що застосовуються для виконання робіт. Запропоновано методичний підхід до визначення ефективності процесів ущільнення на основі параметрів вібрації, вологості та кількості проходів. Визначено перспективи впровадження BIM-технологій та цифрових двійників у процесах контролю й аналізу якості ущільнення.

Ключові слова: ущільнення ґрунтів; цифровізація; Intelligent Compaction; сенсорні системи; BIM; GPS-моніторинг; контроль якості; коефіцієнт ущільнення.

Вступ

Сучасні тенденції розвитку будівельної галузі характеризуються зростаючою роллю цифрових технологій, які забезпечують підвищення точності, ефективності та керованості технологічних процесів. Одним із ключових напрямів такої трансформації є цифровізація процесів ущільнення ґрунтів — важливого етапу підготовки основи під дорожні, промислові й комунальні споруди. Якість ущільнення безпосередньо визначає надійність та довговічність конструкцій, а відтак — економічну доцільність будівництва.

Традиційні методи контролю параметрів ущільнення, що базуються на вибіркових лабораторних випробуваннях, не відповідають сучасним вимогам оперативності та просторової точності. Водночас розвиток сенсорних технологій, супутникової навігації, інтелектуальних систем ущільнення (Intelligent Compaction — IC), інформаційного моделювання (BIM) і хмарних середовищ спільних даних відкриває нові можливості для формування єдиного цифрового контуру контролю якості.

Вочевидь, цифровізація процесів ущільнення органічно трансформує традиційні технології у інтелектуальні системи керування якістю, що поєднують сенсорні пристрої, GPS-навігацію, 3D-моделювання та аналітичні алгоритми в єдиній цифровій екосистемі. Саме ця трансформація визначає актуальність дослідження, спрямованого на підвищення ефективності забезпечення нормативних показників ущільнення ґрунтів у сучасному будівництві.

1. Постановка проблеми у загальному вигляді

Якість ущільнення ґрунтів має вирішальний вплив на довговічність дорожніх, промислових і комунальних споруд. Недостатня щільність призводить до нерівномірних осідань, розтріскування покриттів та деформацій основ. Традиційні методи контролю, що базуються на відборі проб і лабораторних вимірюваннях, не забезпечують необхідної оперативності й точності.

Цифрові технології дозволяють перейти до безперервного моніторингу процесу ущільнення в реальному часі, підвищуючи стабільність досягнення нормативних показників.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз світових публікацій показує, що технології **Intelligent Compaction (IC)** активно розвиваються у США, Німеччині, Швеції, Китаї та Японії. Вони базуються на вимірюванні параметрів жорсткості, прискорення, вібрації, вологості й температури ґрунту безпосередньо під час проходу котка. В Україні питання цифрового моніторингу ущільнення досліджуються у працях Басараба, Уманець, Саушевої, Костенка, Хомутського, Рижова, проте інтеграція IC-технологій у практику залишається обмеженою через відсутність стандартизованих методик і регламентів.

3. Мета статті

Метою дослідження є підвищення ефективності забезпечення нормативних показників ущільнення ґрунтів шляхом впровадження сучасних цифрових технологій моніторингу, збору та аналізу даних у будівельних процесах.

.4. Методи дослідження

У дослідженні застосовано аналітичний, порівняльний і системний методи.

Аналіз здійснювався на основі нормативних показників щільності ґрунтів таких як(коефіцієнт ущільнення Ke=ρd/ρdmaxK_e = ρ_d / ρ_{d max}Ke=ρd/ρdmax), а також параметрів, отриманих від сенсорних систем IC (амплітуда вібрації, частота, кількість проходів, температура). Використано узагальнення практики

провідних компаній (**HAMM, BOMAG, Trimble**) щодо інтеграції GPS-моніторингу та автоматичного збору даних ущільнення.

5. Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих результатів

Види ущільнення ґрунтів

Вимоги безпеки під час будівництва об'єктів охоплюють безпеку прилеглої забудови й території, безпеку самого об'єкта, що зводиться, а також безпечність виробничих процесів під час виконання будівельно-монтажних робіт. Усі ці фактори істотно впливають на вибір методів ущільнення, які визначаються типом ґрунтів, гідрогеологічними умовами та вимогами до проведення інженерних вишукувань. Тому вже на етапі підготовки до будівництва необхідно здійснити обґрунтований вибір технологічних рішень з ущільнення основ, який забезпечить досягнення необхідної щільності, міцності та стабільності ґрунтів. Приведені нижче таблиці 1 і 2, відповідно перша для класифікації типів споруд і умов будівництва в залежності від функціонального призначення та конструктивних і експлуатаційних характеристик, яка дає змогу проектувальникам зробити обґрунтований вибір технологічних рішень з вибору методів і способів з ущільнення ґрунту основ, а друга – для вибору видів ущільнення ґрунтів за типом робіт і споруд.

Таблиця 1.

Класифікація типів споруд і умов будівництва

Класифікація за типами споруд	Класифікація за умовами будівництва	Класифікація за вимогами до споруд (будівель)
• Цивільні: житлові та громадські будинки. • Промислові: промислові будівлі та споруди. • Сільськогосподарські: споруди сільськогосподарського призначення. • Інженерні: лінійні об'єкти інфраструктури (наприклад, дороги).	• Нове будівництво: створення нових об'єктів. • Реконструкція: зміна існуючих об'єктів, що може включати перебудову або розширення. • Капітальний ремонт: відновлення або заміна несучих конструкцій, що може вимагати додаткових ущільнень для стабілізації. • Гідрогеологічні умови: будівництво на вологих або насичених водою ґрунтах, що потребує спеціальних методів ущільнення. • Інженерні вишукування: проведення інженерно-геологічних, геотехнічних та гідрогеологічних досліджень для визначення типу ґрунту та його властивостей.	• Ступінь вогнестійкості: залежить від матеріалів та конструкцій, що впливає на метод ущільнення. • Клас наслідків (відповідальності): визначається впливом на людей та довкілля, що впливає на вимоги до ущільнення. • Відстань від червоних ліній: може вимагати додаткового ущільнення для стабільності фундаменту. • Тип фундаменту: залежить від навантаження та типу ґрунту, що визначає метод ущільнення.

Ущільнення ґрунтів виконується в різних галузях будівництва — дорожньому, промисловому, комунальному — з урахуванням типу споруд і ґрунтів.

Для узагальнення застосовують класифікацію, наведену в таблиці 2.

Таблиця 2.

Види ущільнення ґрунтів за типом робіт і споруд

№	Галузь застосування	Тип ущільнюваних ґрунтів	Приклади об'єктів	Методи ущільнення
1	Дорожнє будівництво	Супіски, суглинки, щебінь	Насипи, основи під дорожні покриття	Вібраційне, статичне, комбіноване
2	Промислове будівництво	Глини, піски, техногенні ґрунти	Фундаменти, підпірні стінки	Віброущільнення, гідроущільнення
3	Комунальне будівництво	Суглинки, насипні ґрунти	Траншеї, котловани, пазухи	Динамічне, пневматичне, пошарове
4	Гідротехнічне будівництво	Важкі глини, мули	Греблі, дамби, канали	Статичне, пошарове ущільнення

Машини та механізми для ущільнення ґрунтів

Для ефективного ущільнення ґрунтів застосовуються різні типи машин, вибір яких залежить від характеристик ґрунту, товщини шару та необхідного ступеня ущільнення.

Таблиця 3.

Основні машини та механізми для ущільнення ґрунтів

№	Тип машини	Принцип дії	Сфера застосування	Приклади
1	Вібраційний коток	Вібраційна енергія	Дорожні насипи, основи	HAMM HD, BOMAG BW
2	Трамбувальна плита	Ударна дія	Пазухи, траншеї	Wacker Neuson, Weber
3	Пневмоколісний коток	Тиск повітряних шин	Асфальтові покриття, основи	Caterpillar PS300
4	Віброущільнювач	Вертикальні коливання	Глини, піски	Dynapac CA3500

Способи та особливості випробувань ґрунтів

Випробування ґрунтів — це обов'язковий етап, який безпосередньо передує розробці проєкту підземної частини будівель або споруд. Результати досліджень дають змогу своєчасно вносити корективи в проєктну документацію, забезпечуючи надійність та безпечність конструкцій. Усі проведені роботи мають відповідати вимогам чинних ДСТУ та ДБН, зокрема (див. таблицю 4):

Таблиця 4.

Чинні вимоги ДСТУ та ДБН, яким мають відповідати роботи з ущільнення грунтів.

№	Позначення нормативного документа	Назва документа	Короткий опис призначення
1	ДСТУ Б В.2.1-11:2009	Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних характеристик	Регламентує порядок проведення лабораторних випробувань ґрунтів для визначення фізичних показників, таких як вологість, щільність, гранулометричний склад, межі пластичності тощо.
2	ДСТУ Б В.2.1-5:2009	Ґрунти. Методи польових випробувань	Встановлює методи визначення характеристик ґрунтів безпосередньо на місці будівництва — зокрема міцність, деформаційні властивості, несучу здатність та ущільнення основи.
3	ДБН В.2.1-10:2018	Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення проєктування	Містить вимоги до проєктування основ і фундаментів, порядок розрахунків несучої здатності та деформацій, а також вимоги до вибору типу фундаменту залежно від ґрунтових умов.
4	ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010	Настанова з виконання інженерно-геологічних вишукувань для будівництва	Визначає порядок, методику та обсяг інженерно-геологічних досліджень для підготовки вихідних даних, необхідних для проєктування будівель і споруд.

Лабораторні випробування ґрунтів

Лабораторні випробування дозволяють визначити фізико-механічні характеристики ґрунтів, зокрема ступінь осідання та набухання, міцність основи, коефіцієнти деформації та фільтрації. Найпоширенішим методом є компресійні випробування, під час яких зразок ґрунту піддається одноосьовому

стиску без можливості бокового розширення. Такі умови відтворюють реальні навантаження, що діють під фундаментами споруд.

Визначення модуля пружності та коефіцієнта ущільнення

Модуль пружності (деформації) ґрунту та коефіцієнт ущільнення ґрунту — це два взаємопов'язані параметри, що фактично визначаються під час одного випробування. Коефіцієнт ущільнення характеризує ступінь досягнутої щільності ґрунту порівняно з максимально можливою, а модуль пружності відображає його здатність опиратися деформаціям під навантаженням.

Визначення коефіцієнта ущільнення через модуль пружності є важливим для оцінки надійності основи під будівлі та споруди. Невірно визначені показники модуля пружності (деформації) можуть призвести до недооцінки можливих деформацій ґрунту, недостатнього ущільнення основи, зниження міцності, довговічності та безпеки експлуатації споруд, утворення деформацій, просідань і руйнувань покриттів та інших елементів конструкцій.

Додаткові методи експрес-визначення щільності ґрунту

Для швидкого контролю ступеня ущільнення та визначення щільності ґрунтів у польових умовах застосовують низку експрес-методів. Вони дозволяють оперативно оцінити якість виконаних земляних робіт безпосередньо на будівельному майданчику.

Польові випробування ґрунтів

Польові випробування проводяться безпосередньо на будівельному майданчику і дозволяють визначити сталі властивості ґрунту, а також їх зміни у природних умовах. Найпоширенішим методом є штампові випробування, при яких навантаження на ґрунт імітує тиск від майбутньої споруди.

Оптимальні методи для швидкого визначення щільності ґрунту

Для швидкого визначення щільності та контролю ущільнення ґрунтів у польових умовах застосовуються різні експрес-методи. Нижче наведено основні прилади та методи, які є найбільш ефективними у дорожньому, залізничному та трубопровідному будівництві.

Для оперативного контролю щільності ґрунту в польових умовах найоптимальнішими вважаються динамічні методи (LFWD, динамічні плотноміри), а також пенетрометри та щільноміри, які забезпечують достатню точність при мінімальних витратах часу.

Використання цифрових технологій

Як вже згадувалося, у сучасному будівництві процеси ущільнення ґрунтів переходять на новий рівень завдяки застосуванню цифрових технологій, які забезпечують: а) комплексний контроль, б) аналіз і в) документування результатів робіт у реальному часі (див. таблицю 5).

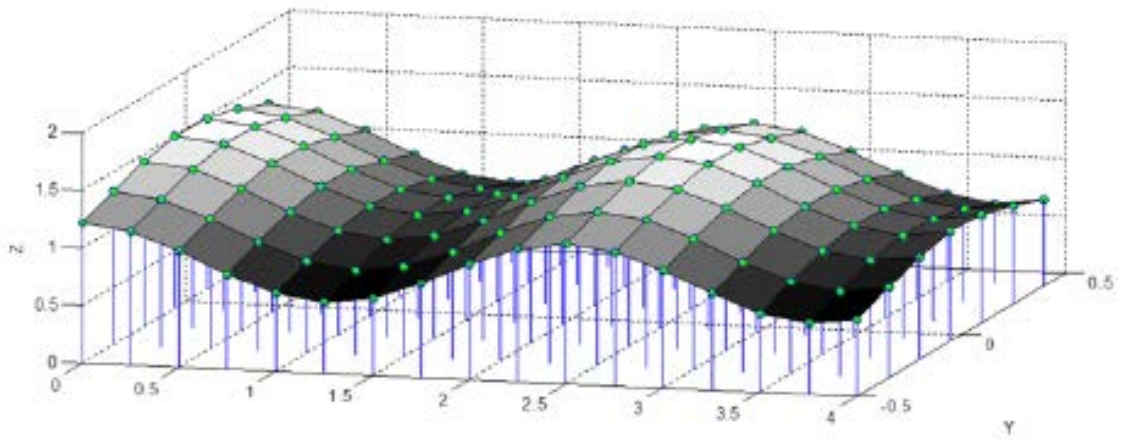
Таблиця 5.

Основні прилади та методи - найбільш ефективні у різних видах будівництва.

№	Метод / Прилад	Суть методу	Переваги	Типові сфери застосування
1	2	3	4	5
1	Динамічне випробування легким вимірювачем щільності (LFWD)	Використовується навантажувальна плита, на яку падає вантаж визначеної маси. Вимірюється осадка або прискорення плити, за якими визначають модуль деформації та щільність.	Висока швидкість вимірювань (1–2 хв), без відбору зразків, придатний для польових умов.	Дорожнє, залізничне, трубопровідне будівництво.
2	Ядерний щільномір (Nuclear Density Gauge)	Визначає щільність і вологість за допомогою гамма-випромінювання, що проходить крізь ґрунт.	Висока точність, можливість одночасного вимірювання вологості.	Контроль ущільнення дорожніх основ, аеродромів, насипів.
3	Динамічний плотномір ґрунту (Dynamic Soil Density Meter)	Вимірює щільність за швидкістю проходження ударної хвилі або відскоку бойка при ударі по поверхні ґрунту.	Компактний, швидкий, не потребує складної підготовки поверхні.	Польовий експрес-контроль ущільнення шарів насипів і котлованів.
4	Щільномір або твердомір ґрунту (Soil Hardness Meter / Densitometer)	Вимірює твердість або опір проникненню голки чи штока у ґрунт, що корелює з його щільністю.	Простота, мала маса приладу, можливість великої кількості вимірювань на ділянці.	Експрес-контроль ущільнення при малих об’ємах земляних робіт.
5	Пенетрометр (Penetrometer)	Визначає опір проникненню конуса або штанги у ґрунт при стандартному навантаженні. Отримані показники характеризують щільність і міцність.	Універсальний метод для різних типів ґрунтів; дозволяє оцінювати несучу здатність і глибину ущільнення.	Дорожнє та залізничне будівництво, випробування основ, контроль ущільнення траншей.

1	2	3	4	5
6	Пісковий метод (Sand Cone Test)	Визначення об’єму лунки за допомогою сухого каліброваного піску, зважуванням вилученого ґрунту.	Простий, дешевий, не потребує складних приладів.	Польові перевірки ущільнення ґрунтових шарів.
7	Метод гумового мішка (Rubber Balloon Method)	Об’єм лунки визначається об’ємом води, що заповнює гумовий мішок.	Безпечний, не використовує радіоактивні матеріали.	Земляні роботи з підвищеними вимогами безпеки.

Однією з ключових інновацій є технологія Intelligent Compaction (IC) — інтелектуальне ущільнення, що передбачає автоматичне вимірювання параметрів ущільнення та побудову тривимірної карти щільності ґрунтів (англ. three-dimensional soil density map).



[13]

Рис. 1.Тривимірне представлення карти рельєфу ґрунту з використанням файлів даних тривимірної регулярної сітки.

Система IC базується на комплексі датчиків, розміщених у котках або трамбівках, які фіксують амплітуду та частоту коливань вібраційного модуля, динамічну жорсткість основи, температуру ущільнюваного, шару кількість проходів по одній ділянці. Отримані дані автоматично синхронізуються через супутникові системи GNSS/GPS із центральною базою. Це дозволяє в режимі реального часу контролювати рівень ущільнення, порівнювати його з нормативними параметрами та оперативно коригувати технологічні режими машин.

Важливою складовою цифровізації є інтеграція ІС із системами інформаційного моделювання (BIM), з її можливістю формування цифрового двійника процесу ущільнення, який (цифровий двійник) дозволяє:

- аналізувати просторові відхилення від проєктних і нормативних показників;
- фіксувати кожний шар ґрунту та проходу котка у цифровому середовищі;
- коригувати технологічні параметри безпосередньо на етапі виконання робіт;
- автоматично оновлювати параметри BIM-моделі об’єкта.

Завдяки цьому формується єдиний інформаційний контур земляних робіт, у якому кожен шар ґрунту, кожен прохід котка чи трамбівки фіксується у вигляді цифрових даних і стає частиною BIM-моделі або цифрового двійника об’єкта.

Крім того, сучасні цифрові рішення передбачають інтеграцію даних із дронів (аерофотозйомка), лазерного сканування (LiDAR) та георадарів, що дозволяє: створювати детальні 3D-моделі рельєфу, аналізувати просторові відхилення від проєктних показників, відстежувати осідання та зміни щільності у глибинних шарах та контролювати фактичні об’єми робіт. Безпілотні системи здійснюють регулярний моніторинг поверхні, визначаючи нерівності та локальні деформації.

Big Data-аналітика дозволяє прогнозувати якість ущільнення, визначати оптимальні маршрути руху техніки та скорочувати витрати пального;

хмарні сервіси та середовище спільних даних (CDE) забезпечують доступ до актуальної інформації про процес виконання робіт усім учасникам будівництва.

Удосконалення процесу також досягається за рахунок використання систем аналітики великих даних (Big Data), які узагальнюють результати ущільнення з різних ділянок, виконують прогнозування якості майбутніх шарів і оптимізують маршрути руху техніки. Хмарні сервіси забезпечують доступ до цих даних для всіх учасників будівництва через CDE (Common Data Environment), що підвищує прозорість процесу та дозволяє оперативно ухвалювати управлінські рішення. Вочевидь, трансформція традиційних технологій процесів ущільнення завдяки цифровізації у інтелектуальні системи контролю якості, де сенсорні пристрої, супутникова навігація, 3D-моделювання та аналітичні алгоритми поєднуються в єдину цифрову екосистемі, створюючи:

а) єдиний інформаційний контур земляних робіт, у межах якого усі дії — від трамбування до перевірки якості — відображаються у вигляді цифрових даних, доступних усім учасникам будівництва;

б) прозорий механізми контролю якості, які в свою чергу не тільки підвищують точність виконання робіт, а й мінімізують ризики повторного ущільнення. У таблиці 6 наведено основні види технологій ущільнення ґрунтів, типи механічного впливу, приклади обладнання та відповідні цифрові рішення, які можуть бути застосовані для контролю якості.

Таблиця 6.

Технології ущільнення ґрунтів і можливості їх цифровізації

Вид технології ущільнення	Тип механічного впливу	Приклади машин і обладнання	Об'єкти застосування	Цифрові технології та сенсори
Статичне ущільнення	Тиск (навантаження без ударів)	Гладковальцеві котки, пневмоколісні котки, важкі плити	Основи під будівлі, шари насипів, дорожні полотна	GPS-навігація для маршруту, сенсори тиску на ґрунт, датчики деформації шару
Вібраційне ущільнення	Коливальні рухи з певною частотою	Віброкотки, віброплити, вібротрамбівки	Дорожні насипи, зворотні засипки, фундаменти	Системи контролю вібраційної енергії, сенсори частоти, акселерометри, автоматичний підбір режимів
Ударне ущільнення	Повторні удари з певною енергією	Трамбувальні установки, копри, молоти	Основи промислових споруд, насипи під важке навантаження	Датчики ударного навантаження, реєстрація кількості та енергії ударів, цифровий журнал робіт
Динамічне ущільнення	Вільне падіння маси з висоти (потужний імпульс)	Установки динамічного ущільнення, крани з важкими плитами	Великі насипи, слабкі ґрунти, зони під промислові платформи	Геодатчики осідання, лазерні системи відстеження деформацій, безпілотне 3D-моніторингування
Комбіноване ущільнення	Поєднання вібраційного, статичного й ударного впливу	Сучасні інтелектуальні котки з адаптивним керуванням	Дорожнє та промислове будівництво	Системи *Compaction Control* (3D-візуалізація, карти щільності, автоматичний аналіз якості)

6. Висновки і перспективи подальших досліджень

Проведене дослідження підтверджує, що цифровізація процесів ущільнення ґрунтів є ключовим чинником підвищення ефективності та стабільності досягнення нормативних показників щільності. Інтеграція технологій Intelligent Compaction, супутникових систем позиціонування

(GNSS/GPS), сенсорного моніторингу та BIM-моделювання формує єдиний цифровий контур управління якістю, у межах якого усі технологічні операції піддаються автоматичному контролю, аналізу та верифікації.

Застосування цифрових двійників процесів ущільнення забезпечує не лише просторово-часову візуалізацію стану ґрунтів, а й прогнозування їх поведінки під навантаженням. Використання Big Data-аналітики та хмарних сервісів сприяє оптимізації маршрутів техніки, скороченню витрат пального та матеріалів, підвищенню загальної продуктивності робіт.

Подальші наукові дослідження доцільно зосередити на створенні національних нормативів цифрового моніторингу ущільнення, стандартизації вимог до сенсорних систем і розробленні методик інтеграції цифрових двійників у процеси геотехнічного контролю. Реалізація цих підходів сприятиме формуванню повноцінної цифрової екосистеми будівництва, де якість ґрунтових основ забезпечується на всіх етапах — від проєктування до експлуатації. Узагальнюючи результати проведеного дослідження, можна виокремити такі ключові положення:

1. Традиційні методи контролю ущільнення не забезпечують необхідної точності та оперативності.
2. Інтеграція цифрових технологій (IC, BIM, GPS) дозволяє стабільно досягати нормативних показників ущільнення.
3. Впровадження цифрових систем підвищує ефективність і довговічність споруд, знижує витрати матеріалів та енергії.
4. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку національних стандартів цифрового моніторингу ущільнення та впровадження концепції цифрового двійника у геотехнічні процеси.

Список скорочень

BIM — Building Information Modeling
IC — Intelligent Compaction
GPS — Global Positioning System
IoT — Internet of Things

Список літератури

1. Federal Highway Administration. *Intelligent Compaction: Overview and Technical Principles.* FHWA-HIF-17-047, 2017.
2. Selig, E.T., Mansour, A.M. *Soil Compaction Monitoring and Control: State of the Art.* ASCE, 2018.
3. White, D.J., Vennapusa, P. *Implementation of Intelligent Compaction Technology in Earthwork Construction.* TRB, 2019.

4. Topal, E., Saribas, A. *Digital Transformation in Earthwork Compaction Technologies.* Automation in Construction, 2020.

5. Рижов В.М., Хомутський Ю.М. *Сучасні методи контролю ущільнення ґрунтів.* Вісник КНУБА, №8, 2021.

6. Костенко П.В. *Автоматизований контроль якості ущільнення основ дорожніх насипів.* Будівельні конструкції і матеріали, №4, 2022.

7. Басараб В.А., Уманець І.М., Саушева Л.С. *Методика вибору комплекту засобів ущільнення ґрунту пазух котлованів і траншей за технічною ознакою.* Основи та фундаменти. Науково-технічний збірник. – 2021. – Вип. 43. – С. 67–78.

8. Уманець І.М., Басараб В.А. *Технологічні чинники процесу ущільнення ґрунту в складних умовах будівництва.* Нові технології в будівництві. – 2022. – №41. – С. 21–30.

9. Басараб В.А. *Технологія ущільнення ґрунту в складних умовах.* Нові технології в будівництві. – 2022. – №41.

10. Чертков О.Ю. *Цифрові технології моніторингу якості ущільнення ґрунтів у будівельних процесах.* Матеріали наук.-практ. конф., КНУБА, 2023.

11. BOMAG Group. *Compaction Control Technologies – Application Guide.* Germany, 2021.

12. Trimble. *Smart Compaction Systems Overview.* USA, 2020.

13. Corina Sandu, Ph.D.,Professor (Full) at Virginia Tech https://www.researchgate.net/publication/275970190_ Development_and_Implementation_of_a_Hybrid_Soft_Soil_Tire_Model_HSSTM

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor **Oleg Chertkov,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ENSURING STANDARD SOIL COMPACTION INDICATORS THROUGH THE USE OF MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES

The article examines approaches to the digitalization of soil compaction processes in road, industrial, and municipal construction. The current state of soil density control technologies is analyzed, as well as the possibilities of integrating sensor systems, GPS monitoring, and Intelligent Compaction (IC) systems into a unified digital quality management framework. A classification of compaction types according to construction categories and conditions is presented, and typical machines and mechanisms used for these works are summarized. A methodological approach is proposed for assessing the efficiency of compaction processes based on

vibration parameters, moisture content, and the number of roller passes. The prospects for implementing BIM technologies and digital twins in soil compaction quality control and analysis are also identified.

Keywords: soil compaction; digitalization; Intelligent Compaction; sensor systems; BIM; GPS monitoring; quality control; compaction coefficient.

REFERENCES

1. Federal Highway Administration. Intelligent Compaction: Overview and Technical Principles. FHWA-HIF-17-047, 2017. {in English}
2. Selig, E.T., Mansour, A.M. Soil Compaction Monitoring and Control: State of the Art. ASCE, 2018. {in English}
3. White, D.J., Vennapusa, P. Implementation of Intelligent Compaction Technology in Earthwork Construction. TRB, 2019. {in English}
4. Topal, E., Saribas, A. Digital Transformation in Earthwork Compaction Technologies. Automation in Construction, 2020. {in English}
5. Ryzhov V.M., Khomutskyi Yu.M. Modern Methods of Soil Compaction Control. Bulletin of the KNUCA, No. 8, 2021. {in Ukrainian}
6. Kostenko P.V. Automated Quality Control of Soil Compaction in Road Embankments. Construction Structures and Materials, No. 4, 2022. {in Ukrainian}
7. Basarab V.A., Umanyets I.M., Sausheva L.S. Methodology for Choosing a Set of Soil Compaction Equipment for Trenches and Pit Edges Based on Technical Characteristics. Foundations and Foundations. Scientific and Technical Collection. – 2021. – Issue 43. – Pp. 67–78. {in Ukrainian}
8. Umanyets I.M., Basarab V.A. Technological Factors of the Soil Compaction Process in Complex Construction Conditions. New Technologies in Construction. – 2022. – No. 41. – Pp. 21–30. {in Ukrainian}
9. Basarab V.A. Soil Compaction Technology in Complex Conditions. New Technologies in Construction. – 2022. – No. 41. {in Ukrainian}
10. Chertkov O.Yu. Digital Technologies for Monitoring Soil Compaction Quality in Construction Processes. Materials of the Scientific and Practical Conference, KNUCA, 2023. {in Ukrainian}
11. BOMAG Group. Compaction Control Technologies – Application Guide. Germany, 2021. {in English}
12. Trimble. Smart Compaction Systems Overview. USA, 2020. {in English}
13. Corina Sandu, Ph.D., Professor (Full) at Virginia Tech Development and Implementation of a Hybrid Soft Soil Tire Model (HSSTM). {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.531-541
УДК: 005.8:005.21:005.342
д.е.н., професор **Чуприна Ю.А.,**
chupryna.iua@knuba.edu.ua, ORCID:0000-0002-4934-2058,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТРАНСФОРМАЦІЙНИЙ СИСТЕМНИЙ РОЗВИТОК УПРАВЛІНСЬКИХ ПАРАДИГМ У ПРОЄКТНОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ

Сучасний розвиток проєктного менеджменту характеризується глибокими трансформаційними процесами, що змінюють зміст управлінських парадигм і формують нову управлінську культуру. Традиційні моделі управління, орієнтовані на жорстку ієрархію та контроль, поступово поступаються місцем адаптивним, гнучким і людиноцентричним підходам. Формується системна концепція управління, у якій стратегічні рішення базуються не лише на техніко-економічних показниках, а й на культурних, соціально-психологічних та ціннісних аспектах організації.

Трансформаційний системний розвиток управлінських парадигм визначається синергією між технологічними інноваціями, когнітивними підходами та культурою лідерства. Ключовою тенденцією виступає інтеграція аналітичних платформ, цифрових технологій, систем штучного інтелекту та когнітивного аналізу даних у процес ухвалення управлінських рішень. Така взаємодія формує нову архітектуру управління, де поєднуються стратегічне мислення, аналітична обґрунтованість і гуманістична орієнтація.

В межах сучасних організацій управлінська система розглядається як відкрита самоорганізована структура, здатна до навчання, адаптації та саморегуляції. Формування нової управлінської культури відбувається через розвиток партнерства, довіри, командної взаємодії, гнучкості та орієнтації на постійне вдосконалення знань. Інтелектуальні та когнітивні технології виступають каталізаторами цих процесів, змінюючи роль управлінця: він переходить від функції контролю до функції модерації, координації та фасилітації колективного знання.

Ключові слова: трансформаційний розвиток; управлінська культура; проєктний менеджмент; когнітивні технології; системне мислення; цифрова зрілість; лідерство знань; адаптивне управління.

Постановка проблеми. Інтенсивна цифровізація економіки, гібридні форми організації праці та динаміка зовнішнього середовища призводять до переосмислення класичних управлінських парадигм. Традиційні моделі управління вже не здатні ефективно забезпечувати адаптацію організацій до

швидкоплинних змін. У проєктному менеджменті це проявляється у потребі формування гнучких управлінських структур, що здатні швидко реагувати на ризики, невизначеність і технологічні виклики. Проблема полягає у відсутності цілісного теоретико-методичного підходу до побудови системного управління, яке поєднувало б стратегічне бачення, технологічну інноваційність і людський потенціал. Необхідність формування нової управлінської культури, що спирається на когнітивне лідерство, колективне навчання та ціннісну синергію, визначає актуальність дослідження трансформаційного системного розвитку управлінських парадигм у сучасному проєктному менеджменті.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та концептуалізація системного підходу до трансформації управлінських парадигм у проєктному менеджменті в умовах цифрової економіки. Завдання полягає у виявленні взаємозв'язків між технологічними, культурними та когнітивними аспектами управління, визначенні закономірностей розвитку управлінської культури та побудові моделі інтегрованої архітектури управління, заснованої на поєднанні штучного інтелекту, цифрових платформ і людського інтелекту як взаємодоповнювальних елементів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних наукових працях проєктний менеджмент розглядається як динамічна система, у якій ефективність управління залежить від здатності організації до адаптації та самонавчання. Дослідження вказують на поступовий перехід від функціональних ієрархічних структур до мережевих моделей управління, де головним ресурсом стають знання, комунікація та креативність команд. У контексті цифрової трансформації акцент переноситься на використання когнітивних технологій, машинного навчання та аналітичних платформ, що дозволяють прогнозувати ризики й підтримувати прийняття управлінських рішень у реальному часі.

Зростає інтерес до моделей, що інтегрують культурний і технологічний потенціал організацій. Формується концепція когнітивно-гуманістичного управління, у межах якої технологічні інновації не замінюють людину, а підсилюють її роль як носія інтелектуальної енергії системи. Вивчення системного підходу до управління демонструє важливість узгодження між стратегічними, організаційними, технологічними та культурними підсистемами.

Виклад основного матеріалу: На сьогоднішній день етап розвитку проєктного менеджменту характеризується глибокими трансформаційними зрушеннями в системі управлінських підходів. Глобалізація, цифровізація та стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій створюють нову реальність, у якій класичні управлінські парадигми поступово втрачають свою

універсальність і ефективність. У цих умовах актуалізується потреба у формуванні системного підходу до розвитку управлінських моделей, здатного інтегрувати стратегічне бачення, адаптивність, інноваційність та орієнтацію на людину як ключовий елемент управлінського процесу. Трансформаційний системний розвиток передбачає синергію між елементами традиційного та інноваційного управління, де стратегічні рішення ґрунтуються не лише на техніко-економічних показниках, а й на соціально-психологічних, ціннісних і культурних чинниках. Важливим аспектом такого підходу є перехід від адміністративно-функціональної логіки управління до системи, заснованої на динамічному моделюванні, аналітичних платформах і прогнозуванні поведінки проєктного середовища.

Формування нової управлінської культури в межах проєктного менеджменту полягає у впровадженні принципів відкритості, партнерства, гнучкості та розвитку інтелектуального потенціалу команд. Управлінець нового покоління виступає не як контролер процесів, а як фасилітатор і модератор міждисциплінарної взаємодії. Саме тому системна трансформація управлінських парадигм повинна охоплювати не лише інструментальні методи, а й зміну світоглядних основ управління.

У структурі сучасного проєктного менеджменту формується тенденція до переосмислення ролі управлінських компетенцій. Замість домінування лінійно-ієрархічних моделей дедалі більшого значення набувають гібридні системи управління, де поєднуються стратегічна цілеспрямованість і гнучке реагування на зміни зовнішнього середовища. Такий підхід створює основу для сталого розвитку організацій, підвищення їх конкурентоспроможності та формування нової корпоративної ідентичності, що ґрунтується на принципах довіри, взаємоповаги та інноваційності. Трансформаційний системний розвиток управлінських парадигм у проєктному менеджменті є не лише наслідком технологічного прогресу, а й проявом глибоких культурно-ціннісних зрушень. Його реалізація визначає становлення нової управлінської культури, здатної забезпечити ефективне функціонування організацій у постіндустріальному та знаннєво-орієнтованому суспільстві.

Традиційні парадигми управління (класична, адміністративна, поведінкова, ситуаційна) зосереджувалися переважно на раціональному контролі ресурсів, жорстких структурах і лінійних процесах. Однак сучасне проєктне середовище характеризується багатовимірністю, динамічністю та високим рівнем невизначеності, що потребує адаптивного, гнучкого, мережевого управління [1].

На рисинку 1 подано узагальнену системну модель трансформаційного розвитку управлінських парадигм, яка демонструє поетапну еволюцію

управління від класичних структур до когнітивно-інтелектуальних систем, а також ключові зв'язки між підсистемами: стратегічною, організаційною, технологічною та культурною.

Рис. 1. Системна модель трансформаційного розвитку управлінських парадигм у проєктному менеджменті *(розроблено автором на основі [1])*

Процес системної трансформації має ієрархічно-динамічну будову, у якій кожен рівень взаємодіє з іншими через механізми зворотного зв'язку. Зміни на стратегічному рівні ініціюють адаптацію організаційних структур, що своєю чергою зумовлює оновлення технологічних платформ і сприяє формуванню нових культурних патернів управління. Такий процес відбувається циклічно, формуючи нову якість управлінської культури, де ключовим ресурсом стає не лише інформація, а й здатність системи до навчання та саморегуляції.

Подальший розвиток трансформаційної моделі управління у проєктному менеджменті безпосередньо пов'язаний із впровадженням когнітивних

технологій, штучного інтелекту (AI) та аналітичних систем підтримки прийняття рішень [2].

Когнітивні платформи сприяють формуванню адаптивних управлінських рішень, коли система самостійно ідентифікує зміни у зовнішньому середовищі та генерує відповідні управлінські реакції. У результаті управлінець переходить від ролі аналітика до ролі модератора взаємодії між людиною й алгоритмом, а прийняття рішень набуває рис спільного когнітивного процесу. У цьому контексті система "людина – технологія – організація" стає єдиним інформаційним контуром, здатним до самонавчання (рис. 2).

Рис. 2. Інтелектуальна архітектура формування адаптивних управлінських рішень у проєктному менеджменті *(розроблено автором на основі [2])*

Оцінювання зрілості управлінської культури в умовах цифрової трансформації потребує побудови комплексної аналітичної моделі, яка враховує як кількісні, так і якісні показники. Така модель повинна інтегрувати

технологічні, когнітивні та культурно-комунікативні параметри системи управління [4].

Рис. 3. Модель взаємодії технологічної та культурної підсистем у процесі системної трансформації управління *(розроблено автором на основі [3])*

Загальний рівень зрілості управлінської культури можна визначити за допомогою інтегрального індексу управлінської зрілості (I_m), який розраховується як зважена комбінація основних складових:

$$I_m = \alpha_1 K_t + \alpha_2 K_c + \alpha_3 K_l + \alpha_4 K_a, \quad (1)$$

де: K_t – коефіцієнт технологічної зрілості (рівень впровадження цифрових платформ, A_I, аналітики), K_c – коефіцієнт культурної зрілості (цінності, довіра, комунікації), K_l – коефіцієнт лідерської зрілості (стиль управління, підтримка навчання), K_a – коефіцієнт адаптивності (гнучкість реагування на зміни), α_i – вагові коефіцієнти впливу кожного параметра (визначаються експертно або аналітичним методом).

Середній рівень кожного коефіцієнта може бути визначений за нормованою шкалою 0–1. Таким чином, I_m набуває значень у діапазоні від 0 (низька зрілість) до 1 (висока когнітивна зрілість системи управління).

Для більш детального аналізу використовується матричний підхід, що дозволяє визначити рівень зрілості за ключовими параметрами у динаміці. Приклад структури подано в таблиці 1.

Таблиця 1.

Критерії оцінювання рівня зрілості управлінської культури в цифровому середовищі *(розроблено автором на основі [4])*

Підсистема / Параметр	**Опис показника**	**Рівень зрілості (0–1)**	**Коефіцієнт ваги α_i**	**Оцінка внеску ($\alpha_i \cdot K_i$)**
Технологічна (K_t)	Інтеграція AI, аналітики, цифрових платформ	0.85	0.30	0.255
Культурна (K_C)	Відкритість, довіра, партнерство, етика	0.78	0.25	0.195
Лідерська (K_l)	Лідерство знань, підтримка навчання	0.80	0.25	0.200
Адаптивна (K_a)	Реакція на зміни, гнучкість структур	0.72	0.20	0.144
Загальний індекс I_m	**$\Sigma(\alpha_i \cdot K_i)$**	–	–	**0.794**

Таким чином, отриманий індекс I_m=0.794 свідчить про високий рівень когнітивної зрілості управлінської культури, що характеризується збалансованим розвитком технологічних і людських чинників.

Практичне використання цієї моделі дозволяє не лише оцінити поточний стан організації, але й визначити вектори подальшої трансформації — наприклад, посилення лідерського потенціалу чи розвиток культури спільного навчання. Формалізація таких оцінок створює основу для побудови систем інтелектуальної діагностики управлінських структур, які можуть бути інтегровані у цифрові панелі типу Smart Stability Dashboard [7].

У гібридних управлінських системах, де поєднуються людський інтелект і технологічні алгоритми, лідерство знань стає центральним чинником забезпечення стабільності, креативності та гнучкості організації. Лідер знань не просто передає інформацію, а формує середовище постійного навчання, спрямоване на колективне осмислення досвіду й створення нових підходів до вирішення управлінських завдань.

Когнітивне лідерство проявляється у здатності генерувати знання, стимулювати співтворчість і синхронізувати різнорівневі інформаційні потоки між людьми та цифровими платформами. Для кількісної оцінки ефективності

цього процесу вводиться індекс когнітивного лідерства (K_{cl}), що характеризує ступінь інтеграції знань у колективну систему управління:

$$K_{cl} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(E_i \cdot C_i \cdot I_i), \quad (2)$$

де: E_i — експертний рівень учасника команди; C_i — інтенсивність комунікацій і частота взаємодій; I_i — індекс інноваційного внеску (від 0 до 1), що відображає здатність працівника створювати нові управлінські рішення; n — кількість учасників.

Індекс K_{cl} зростає зі збільшенням обсягу обміну знаннями та рівня міждисциплінарної взаємодії, що є свідченням посилення когнітивного потенціалу команди.

Для оцінки ефективності гібридної управлінської моделі вводиться індекс когнітивно-технологічної синергії (S_{hl}), який описує баланс між людськими й алгоритмічними складовими системи управління:

$$S_{hl} = \beta_1 K_{cl} + \beta_2 K_{ai} + \beta_3 K_{soc} + \varepsilon, \quad (3)$$

де: K_{ai} — рівень інтеграції інтелектуальних систем (AI) у процеси прийняття рішень; K_{soc} — соціально-комунікативний індекс довіри та колаборації; β_i — вагові коефіцієнти впливу відповідних складових; ε — коефіцієнт організаційної турбулентності, який відображає зовнішні збурення.

Позитивна динаміка S_{hl} свідчить про гармонійне зростання взаємозалежності між технологічним і когнітивним потенціалом системи. Коли значення індексу перевищує пороговий рівень 0,75, організація демонструє здатність до самонавчання та самоадаптації, що стає критично важливим для сталого розвитку у високоневизначеному середовищі [6].

На рис. 4 подано графічну інтерпретацію динаміки впливу лідерства знань на ефективність гібридної управлінської системи. Крива демонструє експоненційне зростання результативності управління ShlS_{hl}Shl залежно від підвищення індексу когнітивного лідерства KclK_{cl}Kcl. Візуально відображено три основні зони розвитку управлінської зрілості:

- Низький рівень когнітивної зрілості (червона зона) – характеризується обмеженою інтеграцією знань і слабкою взаємодією між учасниками системи;
- Перехідна зона (жовта) – відбувається посилення комунікацій, формування колаборативного середовища та поступове зростання ефективності управління;

- Зона стабільного розвитку (зелена) – досягається високий рівень синергії між людським інтелектом і цифровими технологіями, що забезпечує самонавчання й стійкість управлінської системи.

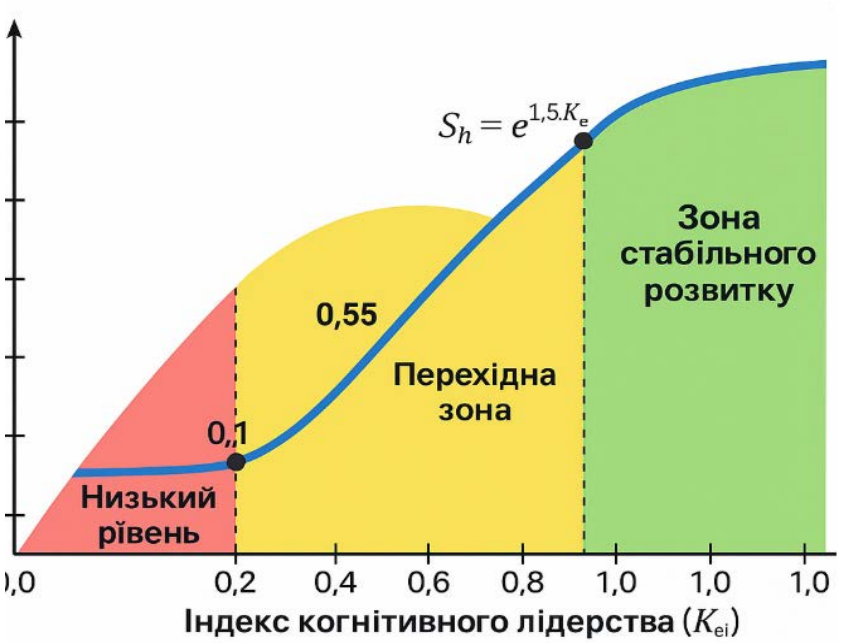


Рис. 4. Динаміка впливу лідерства знань на ефективність гібридної управлінської системи *(розроблено автором на основі [6])*

Додатково на графіку позначено ключові етапи еволюції когнітивного лідерства — Ініціація, Колаборація, Інтеграція, Самонавчання, а також наведено аналітичну залежність $S_{hl}=e^{(1.5Kcl)}-1$, яка описує зростання ефективності в міру накопичення знань та їх когнітивного синтезу.

Підвищення рівня лідерства знань зумовлює формування когнітивно-регуляційної структури управління, у якій ключові рішення приймаються не лише через аналіз даних, а й через узгодження колективного досвіду та культурних орієнтирів. Висока когнітивна взаємодія між керівниками й командами сприяє виникненню «ефекту синергії мислення», що забезпечує стійкість організації до кризових впливів і створює нові можливості для розвитку її інформаційного потенціалу.

Лідер знань стає центральним вузлом мережевої управлінської структури, у якому поєднуються стратегічна інтуїція, етичне бачення та технологічна компетентність. Його завдання полягає у тому, щоб підтримувати обмін знаннями як неперервний процес еволюції управлінської культури, де технології не замінюють людину, а підсилюють її здатність до творчого мислення та прийняття рішень.

Література

1. Гречанюк, О.В. Трансформаційні підходи до розвитку управлінських систем у сучасному проєктному менеджменті / О.В. Гречанюк // Менеджмент та інновації: науковий журнал. – Київ : Київський національний університет будівництва і архітектури, 2023. – Вип. 47. – С. 112–126.
2. Only Humans Need Apply: Winners and Losers in the Age of Smart Machines (Thomas H. Davenport & Julia Kirby, 2016)
3. The Wise Company: How Companies Create Continuous Innovation (Ikujirō Nonaka & Hirotaka Takeuchi, 2019)
4. Laird, J.E., Lebiere, C., & Rosenbloom, P.S. (Eds.). Cognitive Architectures: Research Issues and Challenges. Cambridge University Press, 2012. – 512 p.
5. Kane, G.C., Palmer, D., Phillips, A.N., Kiron, D., & Buckley, N. (2017). Achieving Digital Maturity: Adapting Your Company to a Changing World. MIT Sloan Management Review and Deloitte Insights. – 29 p. Available at: https://sloanreview.mit.edu/projects/achieving-digital-maturity.
6. 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.
7. Федорова Я., Петренко Г., Гриненко І., Рижакова Г., Чуприна Ю., & Ніколаєва , М. (2021). Методико-аналітичні компоненти та базові функціонали управління підприємством в сучасній системі будівельного девелопменту. Управління розвитком складних систем, (47), 130–137.

Doctor of Economics, Professor, **Iurii Chupryna,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

TRANSFORMATIONAL SYSTEM DEVELOPMENT OF MANAGEMENT PARADIGMS IN PROJECT MANAGEMENT

The modern stage of project management development is characterized by profound transformational processes that reshape managerial paradigms and foster the emergence of a new management culture. Traditional management models, oriented toward rigid hierarchy and control, are gradually being replaced by adaptive, flexible, and human-centered approaches. A systemic management concept is being formed in which strategic decisions are based not only on technical and economic indicators but also on the cultural, socio-psychological, and value dimensions of an organization.

Transformational systemic development of management paradigms is determined by the synergy between technological innovation, cognitive approaches, and leadership culture. A key trend is the integration of analytical platforms, digital technologies, artificial intelligence systems, and cognitive data analysis into decision-making processes. Such interaction creates a new management architecture that combines strategic thinking, analytical substantiation, and humanistic orientation.

Within modern organizations, the management system is viewed as an open, self-organizing structure capable of learning, adapting, and self-regulating. The formation of a new management culture occurs through the development of partnership, trust, team interaction, flexibility, and a focus on continuous knowledge improvement. Intellectual and cognitive technologies act as catalysts for these processes, transforming the role of the manager from a controller to a moderator, coordinator, and facilitator of collective knowledge.

Keywords: transformational development; management culture; project management; cognitive technologies; systems thinking; digital maturity; knowledge leadership; adaptive management.

REFERENCES

1. Hrechaniuk, O.V. Transformational Approaches to the Development of Management Systems in Modern Project Management. Management and Innovations: Scientific Journal, Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2023, Issue 47, pp. 112–126. {in Ukrainian}.
2. Davenport, T.H., & Kirby, J. Only Humans Need Apply: Winners and Losers in the Age of Smart Machines. New York: Harper Business, 2016. {in English}.
3. Nonaka, I., & Takeuchi, H. The Wise Company: How Companies Create Continuous Innovation. Oxford University Press, 2019. {in English}.
4. Laird, J.E., Lebiere, C., & Rosenbloom, P.S. (Eds.). Cognitive Architectures: Research Issues and Challenges. Cambridge University Press, 2012, 512 p. {in English}.
5. Kane, G.C., Palmer, D., Phillips, A.N., Kiron, D., & Buckley, N. Achieving Digital Maturity: Adapting Your Company to a Changing World. MIT Sloan Management Review and Deloitte Insights, 2017, 29 p. – Available at: https://sloanreview.mit.edu/projects/achieving-digital-maturity {in English}.
6. Chupryna, Y., Petrenko, H., Hrynenko, I., Nikolaieva, M., Pokolenko, V., & Savchuk, T. Methodological Regulation and Analytical-Informational Support of Process-Oriented Management in the Modern System of Construction Development. Management of Complex Systems Development, 2021, No. 48, pp. 125–134. {in Ukrainian}.
7. Fedorova Y., Petrenko H., Hrynenko I., Ryzhakova H., Chupryna Y., & Nikolaieva M. Methodical-Analytical Components and Basic Functionalities of Enterprise Management in the Modern System of Construction Development. Management of Complex Systems Development, 2021, No. 47, pp. 130–137. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.542-554
УДК 658.012.8:005.21

Щербань Б.М.,
bogdan.granit@gmail.com, ORCID: 0009-0002-9275-6448,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ДІАГНОСТИКА ГОТОВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ: АНАЛІЗ РИЗИКІВ, ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА КУЛЬТУРИ АДАПТАЦІЇ

Діагностика готовності організаційної системи визначає здатність підприємства своєчасно реагувати на зміни, впроваджувати інновації та підтримувати стабільність у динамічному середовищі. Системний підхід до оцінки готовності передбачає врахування взаємодії між структурними, технологічними та культурними чинниками, які формують організаційний потенціал адаптації. Визначальну роль у цьому процесі відіграють якість управлінських процесів, ефективність комунікацій, зрілість корпоративної культури та ступінь технологічної інтегрованості. Аналіз ризиків дозволяє виявити потенційні загрози, що знижують рівень готовності, тоді як оцінка технологічного потенціалу та культурної гнучкості створює підґрунтя для формування адаптивних стратегій розвитку. У сучасному менеджменті все більшого значення набувають індикатори інтегрованої готовності, що об'єднують кількісні та якісні параметри в єдину систему. Такі моделі дозволяють проводити комплексну діагностику, виявляти «вузькі місця» в організаційній структурі та прогнозувати траєкторії змін. Технологічна готовність розглядається як здатність організації інтегрувати цифрові інструменти, автоматизувати процеси та ефективно використовувати інноваційні рішення. Корпоративна культура, своєю чергою, визначає швидкість та якість адаптації, адже саме вона формує поведінкові патерни та готовність персоналу до змін.

Ключові слова: організаційна готовність; ризик-аналіз; технологічний потенціал; корпоративна культура; адаптація; індекс готовності; цифрова трансформація; управління змінами.

Постановка проблеми: Швидкі темпи технологічних і структурних змін у сучасному бізнес-середовищі висувають нові вимоги до гнучкості та готовності організаційних систем. Під впливом глобальної цифровізації, ринкової невизначеності та посилення конкуренції підприємства повинні не лише оперативно реагувати на виклики, а й проактивно формувати внутрішню

здатність до адаптації. Проте більшість організацій стикається з труднощами у визначенні власного рівня готовності до трансформацій. Традиційні підходи до діагностики фокусуються на окремих аспектах — фінансових, ресурсних або кадрових — і не враховують цілісної взаємодії між ризиками, технологіями та культурними чинниками. Відсутність інтегрованої методики ускладнює процес управління змінами, призводить до неузгодженості рішень і зниження ефективності інноваційних програм. Стає очевидною потреба у створенні системи діагностики, здатної не лише фіксувати поточний стан, а й прогнозувати тенденції адаптації в контексті змін зовнішнього середовища. Це вимагає синтезу методів кількісного аналізу, ризик-менеджменту, організаційної психології та культурології.

Метою статті є формування методичних засад діагностики готовності організаційної системи шляхом інтеграції аналізу ризиків, оцінки технологічного потенціалу та дослідження культури адаптації. Завданням є визначення ключових факторів, які впливають на здатність організації адаптуватися до змін, а також розроблення моделі, що забезпечує оцінку взаємозв'язку між ними. Особлива увага приділяється створенню інтегрального індексу готовності, який дозволяє кількісно оцінювати рівень гнучкості організації у різних сценаріях розвитку. Практична значущість статті полягає у можливості застосування розробленої моделі для прогнозування стійкості організацій під час трансформацій та управління змінами на основі даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Наукові дослідження проблеми організаційної готовності концентруються навколо трьох основних напрямів: управління змінами, оцінки технологічної спроможності та розвитку корпоративної культури. В аналітичних працях підкреслюється, що ефективність адаптації визначається балансом між структурною стабільністю та динамічною гнучкістю. Одним із ключових положень сучасної науки управління є розуміння готовності як комплексного стану організації, у якому поєднані стратегічна орієнтація, технологічний розвиток і культурна підтримка змін.

У наукових підходах зростає роль системного аналізу, що охоплює оцінку ризиків, сценарне моделювання та кількісні показники інноваційної активності. Значна увага приділяється впливу цифровізації на процеси адаптації, оскільки саме технологічна готовність стає рушійним чинником трансформації бізнес-моделей. Водночас вчені наголошують на необхідності розвитку корпоративної культури, орієнтованої на навчання, відкритість і підтримку інновацій. У центрі сучасних досліджень перебуває інтегрована модель готовності, яка враховує взаємозалежність технічних, управлінських і поведінкових аспектів. Проведений огляд літератури свідчить, що актуальним

завданням є створення комплексної методики діагностики, яка поєднує кількісні оцінки ризиків, аналітику технологічного потенціалу та якісні характеристики культурної адаптації.

Виклад основної інформації: Аналітичний розгляд наукових моделей діагностики готовності організаційних систем передбачає глибоке осмислення підходів, що дозволяють об'єктивно вимірювати здатність організації реагувати на зміни, впроваджувати інновації та адаптуватися до динамічних умов середовища. Діагностика готовності в сучасному управлінні розглядається як системна процедура, що враховує комплекс взаємопов'язаних параметрів — від внутрішніх процесів і ресурсів до культурних особливостей і зовнішніх викликів. Моделі інтегрують кількісні й якісні методи, поєднуючи статистичну аналітику з експертними оцінками, моделюванням сценаріїв та інструментами організаційної психології. У цьому контексті ключовим завданням стає не просто ідентифікувати поточний стан готовності, а й передбачити можливі траєкторії її зміни під впливом нових технологій, регуляторних вимог чи конкурентного тиску [1].

Моделі, наприклад ADKAR, зосереджені на управлінні змінами з урахуванням людського фактору, що особливо актуально в умовах цифрової трансформації. Модель ADKAR передбачає послідовний розвиток п'яти компонентів — усвідомлення потреби у змінах (Awareness), бажання підтримати зміни (Desire), знання про те, як впроваджувати зміни (Knowledge), здатності застосовувати нові навички (Ability) та закріплення змін на рівні організації (Reinforcement). Її практична цінність полягає в тому, що вона дозволяє виявити «вузькі місця» саме на рівні окремих співробітників або підрозділів, що може бути критичним для успішної реалізації змін ву масштабах всієї організації [2].

Впливові фактори, що визначають рівень готовності організаційної системи, можна умовно згрупувати в три великі блоки — організаційна структура, управлінські процеси та зовнішнє середовище. Організаційна структура визначає ієрархію, розподіл функцій, швидкість комунікацій та здатність до гнучкої перебудови. Жорстко ієрархізовані структури можуть забезпечувати стабільність, але водночас уповільнювати реакцію на зміни, тоді як матричні та мережеві моделі сприяють швидкій адаптації, хоча й потребують високого рівня координації. Управлінські процеси охоплюють методи планування, прийняття рішень, мотивації, контролю та внутрішнього комунікування; їхня ефективність безпосередньо впливає на здатність організації оперативно реагувати на виклики та впроваджувати нововведення. Зовнішнє середовище формує рамкові умови діяльності — від законодавчих

змін і економічних коливань до технологічних трендів і соціально-культурних очікувань.

Поєднання класичних моделей, що надають структурну цілісність аналізу, і концепцій, котрі враховують людський вимір та динаміку змін, формує багатовимірний інструментарій діагностики готовності організаційних систем. Комплексний підхід дозволяє одночасно оцінювати стан ключових елементів організації, виявляти ризикові зони та прогнозувати її адаптивний потенціал, що особливо важливо в умовах нестабільності та швидкої трансформації бізнес-середовища [3].

На нижче наведеному рисунку 1 представлено архітектуру моделі оцінки готовності організаційної системи, де структурно відображено основні блоки — стратегічні цілі, організаційна структура, управлінські процеси, технологічні ресурси, кадровий потенціал та корпоративна культура.

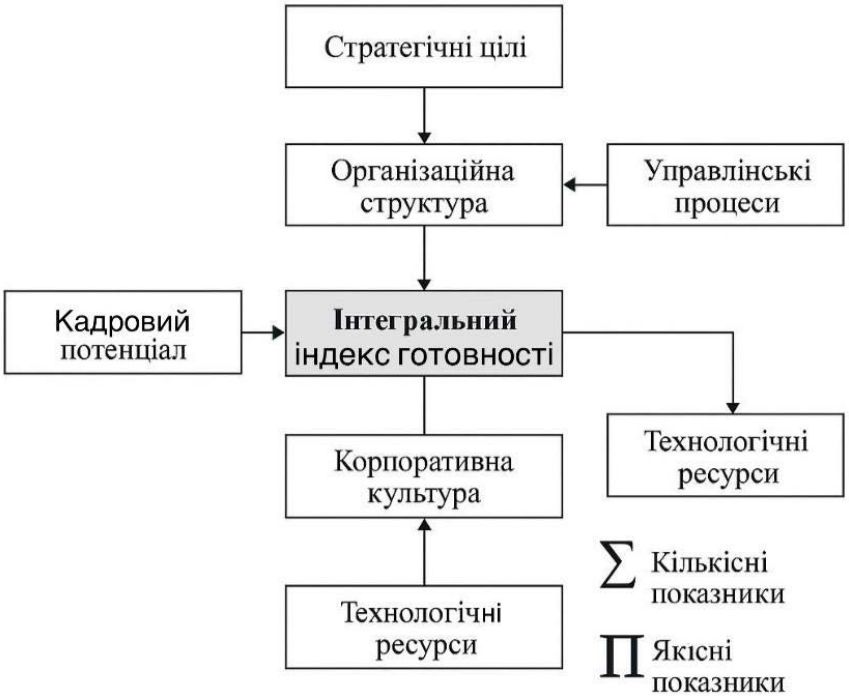


Рис. 1. Архітектура моделі оцінки готовності організаційної системи
(розроблено автором на основі [4])

На нижче наведеному рисунку 2 подано схему взаємозв'язку ризиків, технологічного потенціалу та культури адаптації, котра демонструє, як кожен із цих компонентів впливає на рівень готовності організації до змін.

Рис. 2. Схема взаємозв'язку ризиків, технологічного потенціалу та культури адаптації *(розроблено автором на основі [5])*

На нижче наведеному рисунку 3 подано динаміку показника у трьох варіантах сценарного розвитку: «консервативний», «помірний» та «агресивний». Консервативний сценарій передбачає мінімальні зміни та низьку інтенсивність впровадження нових технологій, що призводить до повільного зростання індексу. Помірний сценарій демонструє збалансоване поєднання інновацій та організаційних змін, забезпечуючи стабільне, але поступове підвищення готовності. Агресивний сценарій відображає активну модернізацію технологічної бази та радикальні трансформації в управлінні, що дозволяє досягти найвищих темпів зростання інтегрального індексу, але супроводжується підвищеними ризиками та потребою у значних ресурсах. Візуалізація надає можливість керівництву порівняти різні стратегії розвитку та обрати оптимальний баланс між швидкістю змін і рівнем ризику.

Індекс інтегрованої готовності (IIR) використовується для комплексної інтеграції показників різної природи (організаційних, технологічних, культурних) в єдине значення, яке відображає загальний рівень готовності організації [7].

$$IIR = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \times P_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i}, \quad (1)$$

де: w_i – вага і-го показника готовності; P_i – значення і-го показника; n – кількість показників, що враховуються в оцінці.

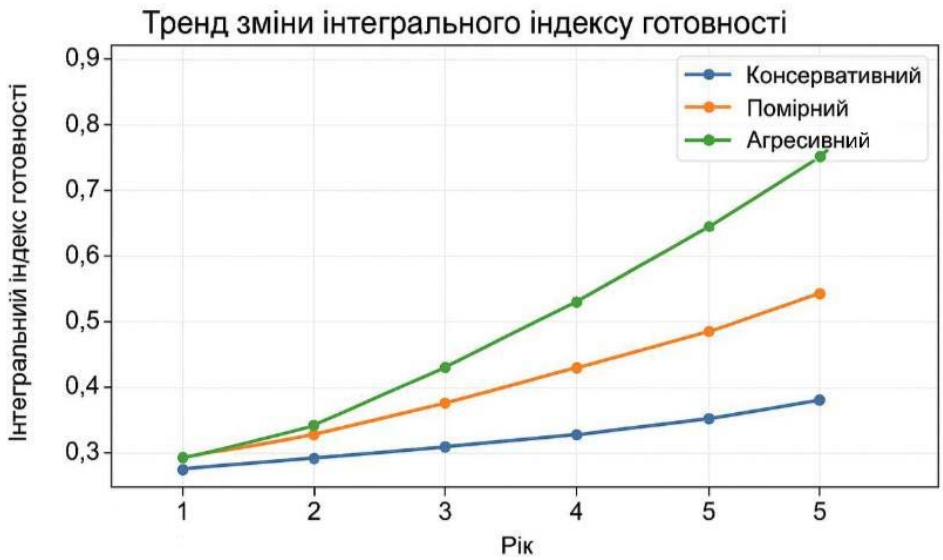


Рис. 3. Динаміка показника у трьох варіантах сценарного розвитку: «консервативний», «помірний» та «агресивний» *(розроблено автором на основі [6])*

Функція багатофакторного ризикового коригування коригує базовий індекс готовності, зменшуючи його пропорційно впливу виявлених ризиків, що дозволяє отримати більш реалістичну оцінку [8].

$$R_{adj} = IIR \times \sum_{j=1}^{m} \left(1 - r_j \times s_j\right), \quad (2)$$

де: r_j – інтенсивність j-го ризику; s_j – коефіцієнт впливу цього ризику на готовність; m – кількість ризиків, що враховуються.

Модель адаптивного зважування KPI дозволяє динамічно змінювати ваги показників залежно від змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі, забезпечуючи актуальність і чутливість індексу готовності [9].

$$W_i^{adapt} = \frac{KPI_i \times C_i}{\sum_{k=1}^{n} KPI_k \times C_k}, \quad (3)$$

де: KPI_i – значення і-го індикатора ефективності; C_i – коефіцієнт контекстної значущості для і-го індикатора; n – кількість KPI у моделі.

У процесі вибору оптимальної методики діагностики готовності організаційної системи до змін важливо враховувати теоретичну основу підходу, практичні можливості його застосування у конкретних умовах. Існує широкий спектр методів, що відрізняються за рівнем деталізації, спрямованістю на кількісні чи якісні параметри, вимогами до даних та ступенем інтеграції з

іншими інструментами управління. Одні моделі, як-от McKinsey 7S або Burke–Litwin, забезпечують глибинний системний аналіз і враховують складну мережу взаємозв'язків між елементами організації, але потребують значних ресурсів для збору та обробки інформації. Інші, як ADKAR чи скорочені опитувальні методики, орієнтовані на швидку оцінку і зручні в умовах, коли важливо оперативно отримати результати та визначити пріоритетні напрями дій.

Оцінка корпоративної культури у контексті впровадження змін є однією з ключових складових діагностики готовності організаційної системи. Корпоративна культура, що включає цінності, норми поведінки, рівень довіри, взаємодію між підрозділами та загальний стиль комунікації, визначає не лише швидкість, але й якість адаптації до нових умов. У стабільному бізнес-середовищі роль культури часто недооцінюють, проте в умовах трансформацій вона стає вирішальним чинником, здатним або підтримати процес змін, або зупинити його на початкових етапах [11].

Психологічні бар'єри, що виникають під час впровадження змін, часто є наслідком конфлікту між новими вимогами та усталеними звичками працівників. Одним із найпоширеніших бар'єрів є страх невизначеності, коли співробітники не впевнені у своїх ролях, можливостях і майбутньому статусі після впровадження нових процесів або технологій. Інший суттєвий бар'єр — втрата відчуття контролю над робочим середовищем, яка провокує опір у тих працівників, що визнають необхідність змін. До цього додаються емоційне вигорання, викликане інтенсивними навантаженнями у період трансформацій, а також когнітивний дисонанс, коли декларовані цінності організації суперечать реальним діям керівництва. Подолання бар'єрів вимагає цілеспрямованої роботи з персоналом, що включає прозору комунікацію, поетапне впровадження змін, участь співробітників у плануванні та створення відчуття причетності до процесу. Керівники повинні демонструвати особистий приклад готовності до адаптації, а HR-підрозділи — забезпечувати психологічну підтримку через тренінги, коучинг і розвиток внутрішніх комунікацій [12].

На нижче наведеному рисунку 4 подано модель оцінки технологічного потенціалу з урахуванням ризиків, котра поєднує ресурсний аналіз, прогнозування технологічних трендів і факторне коригування під впливом імовірнісних загроз. У центрі моделі розташовано інтегральний показник технологічного потенціалу, що формується на основі зваженого обліку технічних ресурсів, компетенцій персоналу та рівня інноваційної активності, а блок ризикових корекцій відображає вплив внутрішніх і зовнішніх загроз на його динаміку.

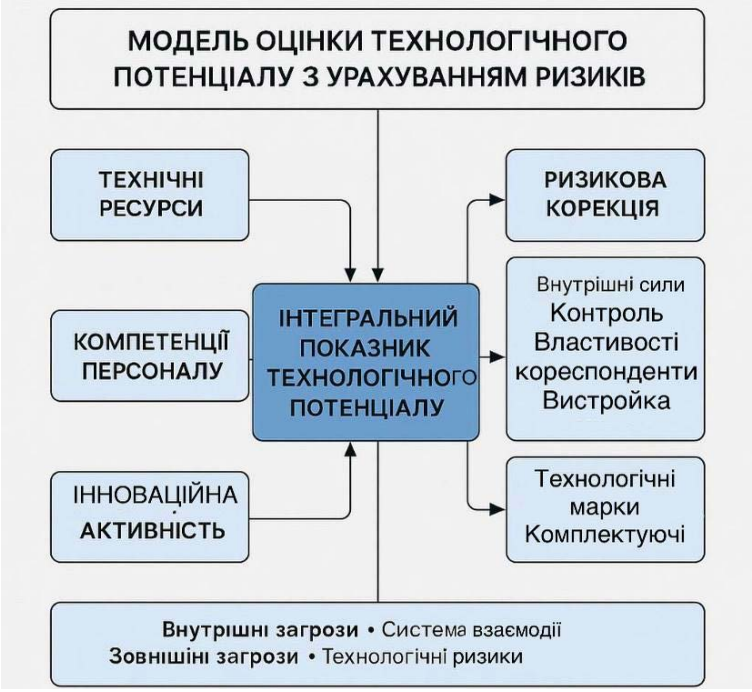


Рис. 4. Модель оцінки технологічного потенціалу з урахуванням ризиків
(розроблено автором на основі [13])

На нижче наведеному рисунку 5 представлено схему впливу корпоративної культури на технологічну адаптацію, що демонструє взаємодію ціннісних установок, мотиваційних факторів, внутрішніх комунікацій та управлінського стилю з процесами впровадження технологій.

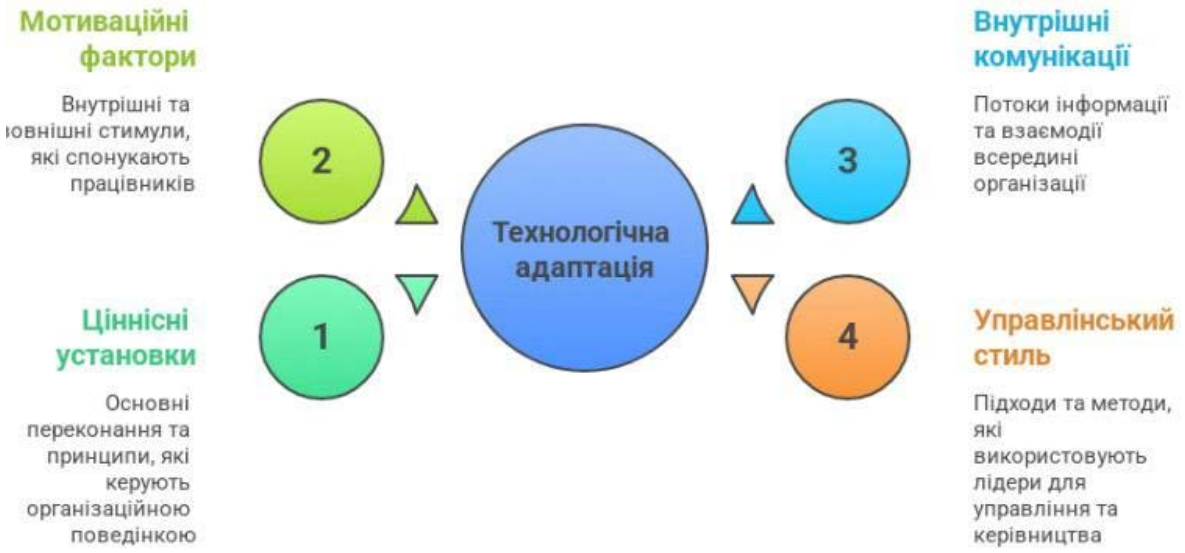


Рис. 5. Схема впливу корпоративної культури на технологічну адаптацію
(розроблено автором на основі [14])

Також важливо зазначити, що індекс технологічної адаптації (ІТА) використовується для інтеграції всіх ключових параметрів технологічної

готовності в одне узагальнене значення, що відображає рівень здатності організації впроваджувати та ефективно використовувати нові технології [16].

$$ITA = \frac{\sum_{i=1}^{n}(T_i \times w_i)}{\sum_{i=1}^{n} w_i}, \quad (4)$$

де: T_i – значення і-го технологічного показника (ступінь автоматизації, рівень цифрової зрілості, інноваційна активність тощо); w_i – вага і-го показника; n – кількість показників у моделі.

Література

1. Іваненко, Т.О. Формування професійної компетентності майбутніх учителів у цифровому середовищі: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Т.О. Іваненко. – Харків: Харк. нац. пед. ун-т ім. Г.С. Сковороди, 2023. – 200 с. – Режим доступу: https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7406627c-5fff-4970-b015-6ed3af4e9ad3/content.

2. Міністерство фінансів України. Методичний посібник щодо аспектів управління ризиками. – Київ: Мінфін України, 2024. – 52 с. – Режим доступу: https://mof.gov.ua/storage/files/дод_%203%20Методичний%20посібник%20щодо%20аспектів%20управління%20ризиками.pdf.

3. 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

4. Швець, В.О. Формування стратегій управління підприємством в умовах нестабільності / В.О. Швець // Ефективна економіка. – 2016. – № 11. – С. 102–108. – Режим доступу: https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/download/4687/4726/10750.

5. Романенко, Ю.О. Основи економічної теорії: конспект лекцій / Ю.О. Романенко. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2012. – 117 с. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/16819/1/117%20Л%20печ.вар..%20KONSPEKT.pdf.

6. Лекція 4 з дисципліни «Менеджмент». – Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2023. – 12 с. – Режим доступу: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/319587/mod_resource/content/1/Лекція%204.doc.

7. Баранова, І.В. Підприємництво в аграрній сфері: механізми розвитку: монографія / І.В. Баранова. – Львів: ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького, 2024. –

162 с. – Режим доступу: https://lvet.edu.ua/images/doc/monograph/fem/2024/1/5.pdf.

8. Бондар, І.А. Економіка підприємства: підручник / І.А. Бондар. – Харків: Укр. держ. ун-т залізнич. транспорту, 2021. – 340 с. – Режим доступу: http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/8612/1/Підручник.pdf.

9. Управління ризиками на підприємстві: презентація. – 2016. – 20 слайдів. – Режим доступу: https://www.slideshare.net/slideshow/ss-66544023/66544023.

10. Петренко, О.М. Комунікаційні стратегії в управлінні підприємством / О.М. Петренко // Комунікативні компетентності. – 2021. – № 2. – С. 45–53. – Режим доступу: http://kk.nau.edu.ua/article/1348.

11. Хоменко, О., Петренко, Г., Рижакова, Г., Петруха, Н., Чуприна, Ю., Малихіна, О., & Кушнір, О. (2022). Сучасні інструменти та програмні продукти smard адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. Управління розвитком складних систем, (52), 113–125

12. Соколова, І.Г. Оцінювання персоналу: навч.-метод. посіб. / І.Г. Соколова. – Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2021. – 96 с. – Режим доступу: https://hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/25.Otsinyuvannya-personalu.pdf.

13. Управління інноваційною діяльністю підприємств: методичні підходи. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 84 с. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/ba1a3559-87db-486c-91ab-18d0c6835522/content.

14. Трансформація публічного управління в умовах цифровізації: аналітична записка. – Київ: НАН України, 2023. – 62 с. – Режим доступу: https://nasplib.isofts.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/f661d2af-9e96-469d-b8b2-8c49d5f68384/content.

15. Андрушенко, П.Л. Сучасні підходи до управління персоналом в організаціях / П.Л. Андрушенко. – Лондон: CORE, 2021. – 118 с. – Режим доступу: https://core.ac.uk/download/pdf/323535402.pdf.

16. Литвин, Н.К. Методи оцінки персоналу: метод. розробка / Н. К. Литвин. – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 20 с. – Режим доступу: https://web.kpi.kharkov.ua/sp/wp-content/uploads/sites/95/2022/12/NK-metodi-otsinki-personalu.docx.

Shcherban Bohdan,
Kyiv National University of Construction and Architecture

DIAGNOSIS OF ORGANIZATIONAL READINESS: ANALYSIS OF RISKS, TECHNOLOGICAL POTENTIAL, AND ADAPTATION CULTURE

The diagnosis of organizational readiness determines an enterprise's ability to respond promptly to change, implement innovations, and maintain stability in a dynamic environment. A systemic approach to readiness assessment requires consideration of the interactions between structural, technological, and cultural factors that shape the organization's adaptive potential. The quality of management processes, the efficiency of communications, the maturity of corporate culture, and the degree of technological integration play a decisive role in this process. Risk analysis makes it possible to identify potential threats that reduce readiness, while the assessment of technological potential and cultural flexibility provides a foundation for developing adaptive development strategies.

In modern management, increasing attention is being paid to integrated readiness indicators that combine quantitative and qualitative parameters into a unified system. Such models enable comprehensive diagnostics, identification of "bottlenecks" in the organizational structure, and forecasting of change trajectories. Technological readiness is viewed as an organization's ability to integrate digital tools, automate processes, and effectively employ innovative solutions. Corporate culture, in turn, determines the speed and quality of adaptation, as it shapes behavioral patterns and employees' willingness to embrace change.

Keywords: organizational readiness; risk analysis; technological potential; corporate culture; adaptation; readiness index; digital transformation; change management.

REFERENCES

1. Ivanenko, T.O. (2023). Formation of Professional Competence of Future Teachers in the Digital Environment (PhD dissertation in Pedagogical Sciences, specialty 13.00.04). Kharkiv: H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, 200 p. [Electronic resource]. – Available at: https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7406627c-5fff-4970-b015-6ed3af4e9ad3/content {in Ukrainian}

2. Ministry of Finance of Ukraine. Methodological Manual on Aspects of Risk Management. Kyiv: Ministry of Finance of Ukraine, 2024. 52 p. [Electronic resource]. – Available at:

https://mof.gov.ua/storage/files/дод_%203%20Методичний%20посібник%20щодо%20аспектів%20управління%20ризиками.pdf {in Ukrainian}

3. Chupryna, Yu., Petrenko, H., Hrynenko, I., Nikolaieva, M., Pokolenko, V., & Savchuk, T. (2021). Methodological Regulation and Analytical-Information Support of Process-Oriented Management in the Modern System of Construction Development. Management of Complex Systems Development, (48), 125–134. {in Ukrainian}

4. Shvets, V.O. (2016). Formation of Enterprise Management Strategies under Conditions of Instability. Efficient Economy, No. 11, pp. 102–108. [Electronic resource]. – Available at: https://www.nayka.com.ua/index.php/ee/article/download/4687/4726/10750 {in Ukrainian}

5. Romanenko, Yu.O. (2012). Fundamentals of Economic Theory: Lecture Notes. Kharkiv: O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 117 p. [Electronic resource]. – Available at: https://eprints.kname.edu.ua/16819/1/117%20Л%20печ.вар..%20KONSPEKT.pdf {in Ukrainian}

6. Lecture 4 on the Discipline "Management." Zhytomyr: Ivan Franko Zhytomyr State University, 2023. 12 p. [Electronic resource]. – Available at: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/319587/mod_resource/content/1/Лекція%204.doc {in Ukrainian}

7. Baranova, I.V. (2024). Entrepreneurship in the Agrarian Sector: Mechanisms of Development: Monograph. Lviv: Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyi, 162 p. [Electronic resource]. – Available at: https://lvet.edu.ua/images/doc/monograph/fem/2024/1/5.pdf {in Ukrainian}

8. Bondar, I.A. (2021). Enterprise Economics: Textbook. Kharkiv: Ukrainian State University of Railway Transport, 340 p. [Electronic resource]. – Available at: http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/8612/1/Підручник.pdf {in Ukrainian}

9. Enterprise Risk Management: Presentation. 2016. 20 slides. [Electronic resource]. – Available at: https://www.slideshare.net/slideshow/ss-66544023/66544023 {in English}

10. Petrenko, O.M. (2021). Communication Strategies in Enterprise Management. Communicative Competencies, No. 2, pp. 45–53. [Electronic resource]. – Available at: http://kk.nau.edu.ua/article/1348 {in Ukrainian}

11. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, H., Petrukha, N., Chupryna, Yu., Malykhina, O., & Kushnir, O. (2022). Modern Tools and Software Products for Smart Administration of Construction Organizations under Transformation of

Management Operating Systems. Management of Complex Systems Development, (52), 113–125. {in Ukrainian}

12. Sokolova, I.H. (2021). Personnel Evaluation: Educational and Methodical Manual. Kharkiv: Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, 96 p. [Electronic resource]. – Available at: https://hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/25.Otsinyuvannya-personalu.pdf {in Ukrainian}

13. Management of Innovative Activity of Enterprises: Methodological Approaches. Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2023. 84 p. [Electronic resource]. – Available at: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/ba1a3559-87db-486c-91ab-18d0c6835522/content {in Ukrainian}

14. Transformation of Public Administration under Digitalization: Analytical Report. Kyiv: National Academy of Sciences of Ukraine, 2023. 62 p. [Electronic resource]. – Available at: https://nasplib.isofts.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/f661d2af-9e96-469d-b8b2-8c49d5f68384/content {in Ukrainian}

15. Andrushchenko, P.L. (2021). Modern Approaches to Personnel Management in Organizations. London: CORE, 118 p. [Electronic resource]. – Available at: https://core.ac.uk/download/pdf/323535402.pdf {in English}

16. Lytvyn, N.K. (2022). Methods of Personnel Evaluation: Methodological Development. Kharkiv: National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute,” 20 p. [Electronic resource]. – Available at: https://web.kpi.kharkov.ua/sp/wp-content/uploads/sites/95/2022/12/NK-metodi-otsinki-personalu.docx {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.555-563
УДК 528.4: 697.8
к.т.н., доцент **Бачишин Б.Д.**,
b.d.bachyshyn@nuwm.edu.ua, ORCID: 0009-0009-1961-7776
Національний університет водного
господарства та природокористування

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ МЕТАЛЕВОЇ ДИМОВОЇ ТРУБИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Неординарність та технологічна унікальність димових труб потребує постійного та скрупульозного обстеження цих споруд. Їх безпечне функціонування є необхідною умовою довготривалої та безаварійної роботи котельні та забезпечення теплом цілих мікрорайонів міста. Руйнування такої конструкції може завдати значних економічних чи навіть людських втрат. Універсальним показником безпечної експлуатації димової труби є її надійність. Мета цієї роботи – дослідження надійності металевої димової труби котельні за результатами геодезичних спостережень. Актуальність цього дослідження полягає в тому, що геодезичні вимірювання забезпечують дослідника точною та своєчасною інформацією про реальне просторове положення точок димової труби, а це у свою чергу дозволяє визначити більш достовірний показник надійності конструкції, в якому враховані негативні впливи відхилення точок осі димової труби від вертикального положення.

За результатами геодезичних спостережень у 2022 та 2023 роках визначено просторові координати трьох горизонтальних січень труби, де спостерігається різка зміна просторового положення осі. Виконано розрахунок надійності металевої димової труби за міцністю та стійкістю. Встановлено суттєвий вплив на зміну Гаусового показника надійності даних про реальне просторове положення конструкції, отриманих за геодезичними спостереженнями.

Результати досліджень слід розглядати як невід'ємну складову будівельної інформаційної системи димової труби (BIM).

Ключові слова: геодезичні спостереження; просторове положення; димова труба; показник надійності; надійність за міцністю; надійність за стійкістю.

Постановка проблеми. Димові труби є унікальними та технологічно важливими будівельними конструкціями. Їх надійне функціонування забезпечує довготривалу та безаварійну роботу котельні та постачання тепла цілим мікрорайонам міста. Поширеною практикою стало неконтрольоване

встановлення на димових трубах обладнання мобільного зв'язку. Таке обладнання викликає додаткові, непередбачені проектом, зусилля, які в поєднанні з іншими експлуатаційними факторами можуть привести до ситуації, коли сумарне зусилля перевищить опір конструкції в певному місці, що призведе до руйнування споруди. Іншою причиною руйнування може бути втрата стійкості [1] димової труби через появу надмірного крену конструкції через встановлене обладнання, особливо коли воно сконцентроване з одного боку труби. А руйнування димової труби може привести до непередбачуваних наслідків як з точки зору безпеки людей так і з точки зору економічної шкоди.

Універсальним показником безпечної експлуатації димової труби є її надійність, яка визначається імовірністю безвідмовної роботи об'єкта протягом усього періоду функціонування. Використовують показник надійності за міцністю та за стійкістю. Геодезичні спостереження забезпечують дослідника точною та своєчасною інформацією про реальне просторове положення точок димової труби, а це у свою чергу дозволяє визначити більш достовірний показник надійності конструкції, в якому враховані негативні впливи відхилення точок осі димової труби від вертикального положення.

Тому дослідження надійності димових труб за результатами геодезичних спостережень є важливою науково-практичною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Задача визначення імовірнісного показника надійності будівельних конструкцій пройшла шлях розвитку від наукової проблеми [2, 3] до розробки державних будівельних норм [4] та завдань навчальної дисципліни для студентів у Вузі [5]. Інтерес до моніторингу димових труб є постійним та безперервним у різних куточках нашої планети, адже важливість безаварійної роботи таких споруд не потребує доказів.

Необхідність застосування статистично-ймовірнісних методів для оцінки надійності димових труб обґрунтовується в [6, 7], адже геометричні параметри споруди, характеристики матеріалу, значення навантажень можна розглядати як випадкові функції в часі. Дослідженню та аналізу надійності димових труб в реальних різноманітних умовах з врахуванням широкого спектру факторів впливу на споруду присвячені роботи [8-12]. Проте, вплив реального просторового положення точок труби на надійність конструкції враховують лише в деяких роботах [9, 12]. В праці [9] для польового експерименту використано наземний інтерферометричний радар IBIS-S, тахеометр Leica Nova MS50 та 3-осьовий MEMS-акселерометр. Автори [12] привели дослідження з мікрохвильовим інтерферометром.

Актуальність цього дослідження полягає в тому, що врахування даних геодезичних спостережень димової труби є суттєвим фактором, який поруч з

усіма іншими, наближає вирахуване значення надійності конструкції до реального.

Метою цієї роботи є врахуванням реального просторового положення точок димової труби, отриманого з геодезичних спостережень, для визначення імовірнісного показника надійності конструкції.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом дослідження є металева димова труба котельні висотою 30,244 м на території Чорнобильської лікарні по вулиці В. Чорновола в м. Рівне. Труба має циліндричну форму, а в горизонтальному січенні – форму кола діаметром 1,013м з товщиною стінки 11 мм. На висоті 28 м на трубі встановлено обладнання мобільного зв'язку. Труба має 3 розтяжки розміщені під кутом 120˚ в плані і з'єднані з конструкцією на висоті 24,414 м.

За методикою, викладеною в [13], були розраховані середні квадратичні похибки вимірювання кутів $m_B = 8.0''$ та віддалей $m_S = 2.5$ мм, які забезпечать достатню точність визначення координат точок конструкції. Для польових вимірювань ми використали 2 електронні тахеометри Leica TCR 405 ultra та Leica TCR 1205 з режимом вимірювань «без відбивача».

За рекомендаціями [13] були закоординовані точки в 6-ти горизонтальних перерізах димової труби. В кожному з них виміряно 16-20 точок конструкції, в залежності від видимості. Точки координувалися одночасно з двох станцій, розміщених під кутом 160˚ в плані, що дозволило охопити фактично весь зовнішній контур в кожному перерізі.

За допомогою програмного модуля «Крен» [13] були вирахувані координати центрів усіх перерізів димової труби та значення кренів відносно нижнього січення. Результати свідчать, що центри 1-го, 2-го, 3-го та 4-го перерізів (нумерація – знизу до верху труби: 1-е січення – низ труби, 4-е – це місце приєднання розтяжок) практично знаходяться на одній прямій в межах точності обчислень координат. Аналогічна ситуація із даними 4-го, 5-го та 6-го перерізів. Тому для подальших розрахунків використані дані трьох перерізів: низу, місця приєднання розтяжок та верху (див. табл.1).

Таблиця 1

Результати обчислення геометричних параметрів перерізів димової труби

Умовна відмітка перерізу	Умовні координати центру перерізу, м		Крен, мм	СКП крену, мм	Напрямок крену, градуси	Кут нахилу, градуси
	X	У				
0.000	34.124	19.417	-	-	-	-
24.414	34.277	19.428	153	8.4	13.5704	0.3600
30.244	34,327	19,466	209	9.2	4.1122	0.3956

Для розрахунку зусиль в тілі димової труби враховані такі навантаження: власна вага труби, вага антен, вага ожеледиці, вітрове навантаження на антени, рівномірно розподілене вітрове навантаження на трубу до відмітки 5.0, нерівномірно розподілене вітрове навантаження від відмітки 5.0 до 26.0 та нерівномірно розподілене вітрове навантаження від відмітки 26.0 до верху труби. Розрахунок зусиль було здійснено в програмному комплексі «ЛІРА» [14]. Для подальших розрахунків використані максимальні значення зусиль в тілі димової труби: стискаюче зусилля $N = -77575\ H$, згинальний момент $M = -356466\ Нм$ та поперечне зусилля $Q = -18518\ H$.

Адаптувавши для металевої димової труби формулу Гаусового показника надійності β [15], запишемо

$$\beta = \frac{R - M_З}{\sqrt{m_R^2 + m_{MЗ}^2 - 2r_{RM} m_R m_{MЗ}}}, \tag{1}$$

де R – опір січення димової труби, $M_З$ – загальне згинальне зусилля, яке є сумою згинального моменту та позацентрово-стискаючого зусилля N, m_R, $m_{MЗ}$ – середні квадратичні похибки відповідно опору та загального згинального зусилля, r_{RM} – коефіцієнт кореляції опору та зусилля. Гаусовий показник надійності в літературі з будівництва отримав назви «характеристика безпеки» [5] або «індекс безпеки» [3].

У випадку аналізу міцності

$$M_З = M + Ne \tag{2}$$

$$R = W \cdot R_{уп} \tag{3}$$

$$W = \pi / 32 / D \cdot (D^4 - (D - t)^4) \tag{4}$$

$$m_{MЗ} = \sqrt{(0.05M)^2 + (0.05N \cdot e)^2 + (0.004N)^2} \tag{5}$$

$$m_R = \sqrt{(0.05WR_{уп})^2 + (0.09WR_{уп})^2} \tag{6}$$

У формулах (2)-(6): e – ексцентриситет прикладання стискаючого зусилля, реальне значення якого визначене з геодезичних спостережень ($e = 209$ мм); $R_{уп}$ – нормативний опір сталі (межа текучості), W - момент опору поперечного перерізу, D – зовнішній діаметр перерізу димової труби, t – товщина стінки труби. Значення показника надійності за міцністю приведені в таблиці 2.

Обчислення показника надійності цієї труби на основі аналізу стійкості здійснено за аналогічною формулою (1). Але під згинальним зусиллям будемо розуміти сумарний перекидний момент, який намагається «повалити» трубу, а під опором – граничне значення стабілізаційного моменту. Ці параметри визначалися за алгоритмом, приведеним в [1].

У випадку аналізу стійкості

$$M_З = M + P \cdot e_Ц \quad (7)$$

$$R = P \cdot D_0 / 2 \quad (8)$$

$$m_{M_З} = \sqrt{(0.05M)^2 + (0.05P \cdot e_Ц)^2 + (0.004P)^2} \quad (9)$$

$$m_R = \sqrt{(0.05PD_0 / 2)^2 + (0.002P)^2} \quad (10)$$

У формулах (7)-(10): $P = 182876\ Н$ – вага димової труби з фундаментом, $e_Ц = 0.064\ м$ – ексцентриситет центру мас; $D_0 = 4.1\ м$ – діаметр фундаменту димової труби [1]. Результати розрахунків приведені в таблиці 2. В кожному випадку розраховані 2 значення β для різних значень коефіцієнтів кореляції опору та зусиль: $r_{RM} = 0$ та $r_{RM} = 0.5$. Як бачимо, значення коефіцієнта кореляції r_{RM} має істотний вплив на β, тому дослідження в напрямку визначення реального значення r_{RM} є необхідними.

Таблиця 2

Результати обчислення Гуасового показника надійності димової труби

Ексцен-триситет, мм	**Розрахунок за міцністю**		**Розрахунок за стійкістю**	
	$r_{RM} = 0$	$r_{RM} = 0.5$	$r_{RM} = 0$	$r_{RM} = 0.5$
209	**5.74**	**6.34**	**0.36**	**0.26**
***h*/500**	**5.93**	**6.54**	**1.23**	**0.87**

Дані в таблиці 2 ілюструють те, що ця димова труба має дуже високий показник надійності за міцністю ($\beta = 5.74$ відповідає імовірності руйнування $H \approx 5 \cdot 10^{-9}$ – 5 випадків на мільярд випробувань), але – дуже низький Гаусовий показник за стійкістю. Тому для запобігання перекидання труби облаштовані три розтяжки, розміщені під кутом 120˚ в плані.

Суттєвий вплив на зміну β мають дані про реальне просторове положення конструкції. У випадку ексцентриситету, обчисленого за геодезичними спостереженнями, Гаусовий показник надійності втрачає 0.2 при розрахунку за міцністю і 0.6 при розрахунку за стійкістю у порівнянні з використанням нормативного граничного ексцентриситету $e = h / 500$ (h – висота димової труби). Крім того, дані геодезичних вимірювань свідчать, що реальний крен є більшим граничного значення. Крім безпосереднього впливу крену на збільшення частки позацентрового стискаючого зусилля в загальному згинальному моменті, відбувається зміна зусиль через просторове зміщення елементів конструкції. І саме геодезичні спостереження допомагають виявити цей вплив і зміну.

Висновки. Проведені геодезичні спостереження за просторовим положенням елементів металевої димової труби методом безрефлекторної тахеометрії. Програмою «Крен» обчислені координати центрів горизонтальних перерізів труби та значення кренів. За отриманими даними здійснено розрахунок зусиль в тілі металевої труби програмним комплексом «ЛІРА». Виконано розрахунок Гаусового показника надійності труби за аналізом міцності та стійкості.

Результати свідчать про те, що ця димова труба має дуже високий показник надійності за міцністю ($\beta = 5.74$ відповідає імовірності руйнування $H \approx 5 \cdot 10^{-9}$ – 5 випадків на мільярд випробувань), але – дуже низький Гаусовий показник за стійкістю. Тому для запобігання перекидання труби облаштовані три розтяжки, розміщені під кутом 120˚ в плані.

Встановлено суттєвий вплив на зміну β даних про реальне просторове положення конструкції, отриманих за геодезичними спостереженнями У випадку реального ексцентриситету Гаусовий показник надійності втрачає 0.2 при розрахунку за міцністю і 0.6 при розрахунку за стійкістю у порівнянні з використанням нормативного граничного ексцентриситету. Крім безпосереднього впливу крену на збільшення частки позацентрового стискаючого зусилля в загальному згинальному моменті, відбувається зміна зусиль через просторове зміщення елементів конструкції. І саме геодезичні спостереження допомагають виявити цей вплив і цю зміну. Дані геодезичного моніторингу димової труби слід розглядати як невід'ємну складову будівельної інформаційної системи цієї споруди (BIM).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Войцехівський О., Попов В., Дорохова Н. Стійкість рівноваги висотних димових труб на фундаментах мілкого закладання. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. Вінниця: ВНТУ. – 2017. – С.42-49.

2. Кудзис А.П. Оценка надежности железобетонных конструкций / А.П. Кудзис. – Вильнюс: Мокслас, 1985. – 156 с.

3. Cornell C.A. Bounds on the Reliability of Structural Systems / C.A. Cornell // American Society of Civil Engineers: Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 93, No. ST., February 1967. – P. 171 – 200.

4. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд / Мінрегіон України, 2018. - К.: ДП «Укрархбудінформ», 2018. – 30 с. (Державні будівельні норми України). https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=112681.

5. Пічугін С.Ф. Розрахунок надійності будівельних конструкцій – Reliability Calculation of Building Structures: – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2016. – 520 с.

6. Яровий С., Савицький М., Слободянюк М. Забезпечення надійності металевих димовідвідних та вентиляційних труб та їх несучих веж // Опір матеріалів і теорія споруд/Strength of Materials and Theory of Structures, № 106. – 2021. – С.176-200. DOI: https://doi.org/10.32347/2410-2547.2021.106.176-200.

7. Anusha S., Sowjanya G.V., Madhusudhan. Reliability Analysis of Circular RC Chimney // IJIRSET Vol. 5, Issue 7, – 2016. P.12274-12280. https://www.ijirset.com/upload/2016/july/33_RELIABILITY.pdf.

8. Yang F., De Peng Lv., Cao H., Fang Zhou Y., Rong Wu Y. The Appraisal Example of the Reliability and Seismic Performance of a Reinforced Concrete Chimney // Applied Mechanics and Materials, Volumes 204-208. – 2012. P. 2399-2404. https://www.scientific.net/AMM.204-208.2399.

9. Kuras P., Ortyl Ł., Owerko T., Kocierz R., Kędzierski M., Podstolak P. Analysis of effectiveness of steel chimneys vibration dampers using surveying methods // JISMD. – 2016. P. 1-8. JISDM2016_submission96_bez-wytycznych_FINAL2.

10. Orcun Tokuc M., Soyoz S. System identification and reliability assessment of an industrial chimney under wind loading // Wind and Structures, Volume 27, Number 5. – 2018. P. 283-291. https://www.techno-press.org/content/?page=article&journal=was&volume=27&num=5&ordernum=1

11. Rahman S., K Jain A., Bharti S.D., Datta T.K. The Reliability Analysis of Chimneys Due to Random Vortex Shedding // Proceedings of the XVII Conference of the Italian Association for Wind Engineering. – 2024. P.280-287. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-53059-3_25.

12. Livitsanos G., Saisi A., Aggelis D.G. & Gentile C. Radar Interferometer Application for Remote Deflection Measurements of a Slender Masonry Chimney // Transdisciplinary Multispectral Modeling and Cooperation for the Preservation of Cultural Heritage. – 2019. P. 430–442. DOI: 10.1007/978-3-030-12960-6_30.

13. Бачишин Б., Гадземан М. Геодезичні дослідження крену димової труби котельні по вулиці М.Карнаухова в м.Рівне // Просторовий розвиток, № 6. – 2023. С. 266-275. DOI: 10.32347/2786-7269.2023.6.266-275.

14. LiralandGroup. https://www.liraland.ua/company/about.php

15. Бачишин, Б.Д. Допустимі похибки геодезичного забезпечення спорудження оболонок // Інженерна геодезія. – К. – 2002.– Вип.46. – С. 8–14.

candidate of technical sciences **Bohdan Bachyshyn**
associate professor of the Department of Geodesy and cartography
National university of Water and Environmental Engineering, Rivne

RESEARCH ON THE RELIABILITY OF METAL CHIMNEYS BASED ON THE GEODETIC OBSERVATIONS RESULTS

The unusual nature and technological uniqueness of chimneys requires constant and meticulous inspection of these structures. Their safe operation is a prerequisite for the long-term and trouble-free boiler houses performance and the heat supply to the entire city districts. The destruction of such structures can cause significant economic or even human losses. A universal indicator of the chimney safe operation is its reliability. The purpose of this work is to study the reliability of a metal chimney of a boiler house based on the geodetic observations results. The relevance of this study lies in the fact that geodetic measurements provide the researcher with accurate and timely information about the actual spatial position of the chimney points, which in turn allows for a more reliable indicator of the structure reliability,

taking into account the negative effects of the deviation of the chimney axis points from the vertical position.

Based on the results of geodetic observations in 2022 and 2023, the spatial coordinates of three horizontal sections of the pipe were determined, where a sharp change in the spatial position of the axis is observed. The reliability of the metal chimney in terms of strength and stability was calculated. A significant influence on the change in the Gaussian reliability index of data on the actual spatial position of the structure obtained from geodetic observations was established.

The research results should be considered an integral part of the building information model (BIM) of the chimney.

Keywords: geodetic observations; spatial position; chimney; reliability index; strength reliability; stability reliability.

REFERENCES

1. Vojtsekhivskyj O., Popov V., Dorokhova N. Stijkist rivnovagy vysotnykh dymovykh trub na fundamentakh milkoho zakladannia. // Suchasni tekhnologii, materialy i konstrukcii v budivnytstvi. Naukovo-tekhnichyj zbirnyk. Vinnytsia: VNTU. – 2017. – S.42-49. {in Ukrainian}.

2. Kudzis A.P. Otsenka nadjozhnosti zhelezobetonnykh konstrukcii. – Vilnjus: Mokslas, 1985. – 156 s. {in Russian}.

3. Cornell C.A. Bounds on the Reliability of Structural Systems / C.A. Cornell // American Society of Civil Engineers: Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 93, No. ST., February 1967. – P. 171 – 200. {in English}.

4. DBN V.1.2-14:2018 Systema зzabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh ob'iektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel ta sporud / Minrehion Ukrainy, 2018. - K.: DP «Ukrarkhbudinform», 2018. – 30 s. (Derzhavni budivelni normy Ukrainy). https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=112681. {in Ukrainian].

5. Pichuhin, S.F. Rozrakhunok budivelnykh konstruktsii – [Reliability calculation of building structures]. Poltava: TOV «ACMI» – 2016. – 520 p. {in Ukrainian].

6. Yarovyi S., Savytskyi M., Slobodaniuk M. Zabezpechennia nadiinosti metalevykh dymovidvidnykh ta ventyliatsiinykh trub ta yikh nesuchykh vezh // Opir materialiv i teoriia sporud / Strength of Materials and Theory of Structures, № 106. – 2021. – C.176-200. DOI: https://doi.org/10.32347/2410-2547.2021.106.176-200. {Ukrainian}.

7. Anusha S., Sowjanya G.V., Madhusudhan. Reliability Analysis of Circular RC Chimney // IJIRSET Vol. 5, Issue 7, – 2016. P.12274-12280. https://www.ijirset.com/upload/2016/july/33_RELIABILITY.pdf. {in English}

8. Yang F., De Peng Lv., Cao H., Fang Zhou Y., Rong Wu Y. The Appraisal Example of the Reliability and Seismic Performance of a Reinforced Concrete Chimney // Applied Mechanics and Materials, Volumes 204-208. – 2012. P. 2399-2404. https://www.scientific.net/AMM.204-208.2399. {in English}

9. Kuras P., Ortyl Ł., Owerko T., Kocierz R., Kędzierski M., Podstolak P. Analysis of effectiveness of steel chimneys vibration dampers using surveying methods // JISMD. – 2016. P. 1-8. JISDM2016_submission96_bez-wytycznych_FINAL2. {in English}

10. Orcun Tokuc M., Soyoz S. System identification and reliability assessment of an industrial chimney under wind loading // Wind and Structures, Volume 27, Number 5. – 2018. P. 283-291. https://www.techno-press.org/content/?page=article&journal=was&volume=27&num=5&ordernum=1 {in English}

11. Rahman S., K Jain A., Bharti S.D., Datta T.K. The Reliability Analysis of Chimneys Due to Random Vortex Shedding // Proceedings of the XVII Conference of the Italian Association for Wind Engineering. – 2024. P.280-287. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-53059-3_25. {in English}

12. Livitsanos G., Saisi A., Aggelis D.G. & Gentile C. Radar Interferometer Application for Remote Deflection Measurements of a Slender Masonry Chimney // Transdisciplinary Multispectral Modeling and Cooperation for the Preservation of Cultural Heritage. – 2019. P. 430–442. DOI: 10.1007/978-3-030-12960-6_30. {in English}

13. Bachyshyn B., Gadzeman M. Geodezychni doslidzhennia krenu dymovoi truby kotelni po vulytsi M. Karnaukhova v m. Rivne // Prostorovyi rozvytok, № 6. – 2023. S. 266-275. DOI: 10.32347/2786-7269.2023.6.266-275. {Ukrainian}.

14. LiralandGroup. https://www.liraland.ua/company/about.php. {Ukrainian}.

15. Bachyshyn B.D. Dopustymi pokhybky geodezychnoho zabezpechennia sporudzhennia obolonok // Inzhenerna geodeziia. – K. – 2002. – Vyp.46. – S. 8–14. {Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.564-573
УДК 332.334: 333.322.4: 349.42
д.е.н., професор **Безугла Л.С.**,
Bezuhla.L.S@nmu.one, ORCID: 0000-0002-6520-4325. h-index 17,
к.т.н., доцент **Трегуб Ю.Є.**,
tregub.yu.ye@nmu.one, ORCID: 0000-0002-6772-245X, h-index 6,
д.е.н., доцент **Бєлобородова М.В.**,
bieloborodova.m.v@nmu.one, ORCID: 0000-0001-8329-7679, h-index 9,
Закопко І.М.., prokopets.i.n@gmail.com
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

МЕХАНІЗМ ЗМІНИ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗЕМЕЛЬ ПІД РЕВІТАЛІЗОВАНИМИ ПРОМИСЛОВИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Розглянуто нормативно-правові, організаційні та процедурні аспекти механізму зміни цільового призначення земельних ділянок у межах ревіталізованих промислових територій. Проаналізовано чинне законодавство України у сфері регулювання земельних відносин та містобудівної діяльності, зокрема вимоги щодо узгодженості між цільовим призначенням земель і функціональним зонуванням територій. Визначено ключові етапи процедури зміни цільового призначення, з акцентом на найбільш складному з них — перевірці відповідності даних містобудівної документації фактичному використанню земель. З'ясовано, що у більшості територіальних громад містобудівна документація є застарілою або не відповідає сучасним просторовим трансформаціям, що значно ускладнює процес узгодження змін у використанні земель ревіталізованих підприємств. Удосконалення механізму зміни цільового призначення земель є необхідною умовою для забезпечення сталого просторового розвитку, активізації інвестиційних процесів та підтримки ревіталізаційних проєктів промислових територій у межах територіальних громад.

Ключові слова: землі промисловості; ревіталізація; промислові об'єкти; інвестиційна привабливість; зміна цільового призначення земель.

Постанова проблеми. Ревіталізація промислових об'єктів в Україні відбувається, хоча й має свої особливості та виклики. Це світовий тренд, який поступово інтегрується в українські реалії. Занедбані індустріальні зони перетворюються на нові, інвестиційно привабливі простори, що сприяє оновленню ландшафту територіальних громад. Питання механізму зміни цільового призначення земель під ревіталізованими промисловими об'єктами є не просто актуальним, а критично важливим для економічного відновлення,

містобудівного розвитку, підвищення інвестиційної привабливості територій та створення сприятливого середовища для життя та ведення бізнесу в Україні. Від ефективності цього механізму значною мірою залежить успіх повоєнного відновлення та подальший сталий розвиток країни.

На сьогодні в Україні не існує єдиної офіційної статистики щодо кількості ревіталізованих промислових об'єктів. Держгеокадастром не ведеться статистика щодо площ земель під ревіталізованими об'єктами. Однак є численні успішні кейси, які демонструють динаміку цього процесу. Ревіталізація охоплює різні міста та має різні форми – від креативних просторів і офісів до житлових комплексів і торгових центрів.

Варто зазначити, що процес ревіталізації в Україні має певні обмеження. До них відносяться складні бюрократичні процедури, застаріле законодавство, що не завжди відповідає потребам таких проєктів, а також відсутність комплексних програм підтримки з боку держави та органів місцевого самоврядування. Однак, з розвитком інноваційних підходів та усвідомленням важливості переосмислення міських просторів, ревіталізація промислових об'єктів залишається ключовим напрямком для подальшого розвитку населених пунктів.

Метою роботи є обґрунтування та вдосконалення механізму зміни цільового призначення земель, зайнятих ревіталізованими промисловими об'єктами, з урахуванням сучасних правових, економічних та містобудівних вимог.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. «Ревіталізація об'єктів» та «ревіталізація земель» має певне наукове підґрунтя, але обсяг і глибина досліджень можуть бути нерівномірними залежно від регіону і напрямку. Більшість досліджень зосереджені або на історико-культурних об'єктах, або на техногенно пошкоджених ділянках (землі, території після виробництва чи після руйнувань). Менше досліджень, що поєднують ревіталізацію земель з туристичним розвитком територіальних громад у комплексі — тобто саме з акцентом на туризм як рушійний фактор.

Науковцями ведуться дослідження щодо:

– ревіталізації постіндустріальних територій та об'єктів, а саме переосмислення та просторова трансформація промислових зон, що втратили функціональність [1-5];

– взаємозв'язку між розвитком туризму, землекористувань і просторовим плануванням територій [6-9];

– ревіталізації земель і громад у контексті сталого розвитку [7-13].

Таким чином, проведений аналіз свідчить, що наукові дослідження активно розкривають різні аспекти ревіталізації - від методології

переосмислення постіндустріальної спадщини до стратегій сталого управління земельними ресурсами. Водночас недостатньо розробленими залишаються інтегровані моделі, що поєднують інструменти землеустрою, кадастру та просторового планування з механізмами розвитку туризму у територіальних громадах. Це формує наукову нішу для подальших досліджень.

Виклад основного матеріалу. Процедура зміни цільового призначення земельних ділянок чітко регламентується земельним законодавством України. Зокрема, відповідно до [14], віднесення земельних ділянок до певної категорії та виду цільового призначення здійснюється за рішенням уповноважених органів (Верховної Ради Автономної Республіки Крим, Ради Міністрів АРК, органів виконавчої влади та місцевого самоврядування) щодо земель, які перебувають у їхньому розпорядженні, або власниками — у випадку приватної власності.

Ключовою вимогою, окрім дотримання положень земельного законодавства, є узгодженість із містобудівною документацією. Відповідно до ст. 24 [15], передача земельних ділянок державної та комунальної власності для містобудівних потреб можлива лише за наявності затвердженого на місцевому рівні одного з таких документів: комплексного плану, генерального плану населеного пункту (зі складовим планом зонування), плану зонування території або детального плану території. Водночас законодавство визначає винятки, за яких такі обмеження не застосовуються, зокрема у випадках приватизації земельних ділянок громадянами, розташування на них об’єктів приватної власності чи надання ділянок для потреб оборони, транспорту, енергетики або розміщення лінійних об’єктів інфраструктури.

Згідно зі ст. 50 [16], у разі зміни цільового призначення земельних ділянок розробляються проєкти землеустрою щодо їх відведення, які підлягають затвердженню відповідно до вимог ст. 186 та 122 [14]. Однак на практиці реалізація цієї процедури є надзвичайно складною, оскільки більшість промислових територій давно сформовані та закріплені у чинній містобудівній документації саме як землі промисловості. Це зумовлює необхідність актуалізації містобудівної документації із внесенням змін у функціональне призначення територій на категорію «землі житлової та громадської забудови». А у разі, якщо промислові об’єкти є ревіталізованими це ще більше ускладнює процедуру оформлення земельних ділянок та зміни їх цільового призначення.

Важливо зазначити, що відповідно до п. 2 ст. 24 [15], зміна функціонального призначення територій не призводить автоматично до припинення існуючих прав власності або користування земельними ділянками, а також не тягне за собою обов’язкової зміни їх виду цільового призначення. Крім того, згідно з п. 4 ст. 24 [15], зміна цільового призначення земельних

ділянок допускається лише за умови відповідності між новим видом цільового призначення та функціональним призначенням території, визначеним містобудівною документацією.

Аналіз практики оформлення земель під ревіталізованими підприємствами в Україні свідчить про наявність лише поодиноких позитивних прикладів. Одним із найвідоміших кейсів є арт-завод «Платформа» (колишній Дарницький шовковий комбінат), що трансформувався у культурно-креативний кластер. Станом на час написання дослідження землі цього об'єкта належать переважно до категорії «землі промисловості, транспорту, електронних комунікацій, енергетики, оборони та іншого призначення», хоча частина території вже віднесена до «земель житлової та громадської забудови», що підтверджує поступовість процесу зміни цільового призначення.

Позитивним досвідом комплексної трансформації є також приклад території колишнього Київського мотоциклетного заводу, на базі якого у 2017 році відкрито інноваційний парк Unit City. У цьому випадку процес зміни цільового призначення земельних ділянок був реалізований у більш системний спосіб, що дозволило сформувати новий просторово-функціональний кластер із сучасними можливостями для підприємництва, інновацій та урбаністичного розвитку.

Таким чином, зміна цільового призначення земельних ділянок у межах ревіталізованих промислових підприємств є складним, багатоступеневим і нормативно врегульованим процесом, який вимагає комплексного підходу та узгоджених дій усіх учасників просторового розвитку. Реалізація цієї процедури передбачає тісну міжгалузеву взаємодію між фахівцями у сфері землеустрою, містобудування, кадастрового обліку, а також органами місцевого самоврядування, що здійснюють управління земельними ресурсами територіальних громад. Ефективність зміни цільового призначення визначається рівнем координації між цими суб'єктами, наявністю актуальної містобудівної документації, достовірністю кадастрових даних і дотриманням вимог чинного земельного законодавства, що забезпечує законність і збалансованість прийнятих рішень у контексті сталого розвитку територій.

Найбільш важливим і водночас найскладнішим етапом у механізмі зміни цільового призначення земельних ділянок, розташованих у межах ревіталізованих промислових територій, є етап перевірки наявності та відповідності містобудівної документації. Саме на цьому етапі відбувається визначення можливості законного використання земельної ділянки відповідно до нового функціонального призначення території, що безпосередньо впливає на подальшу реалізацію проєктів ревіталізації.

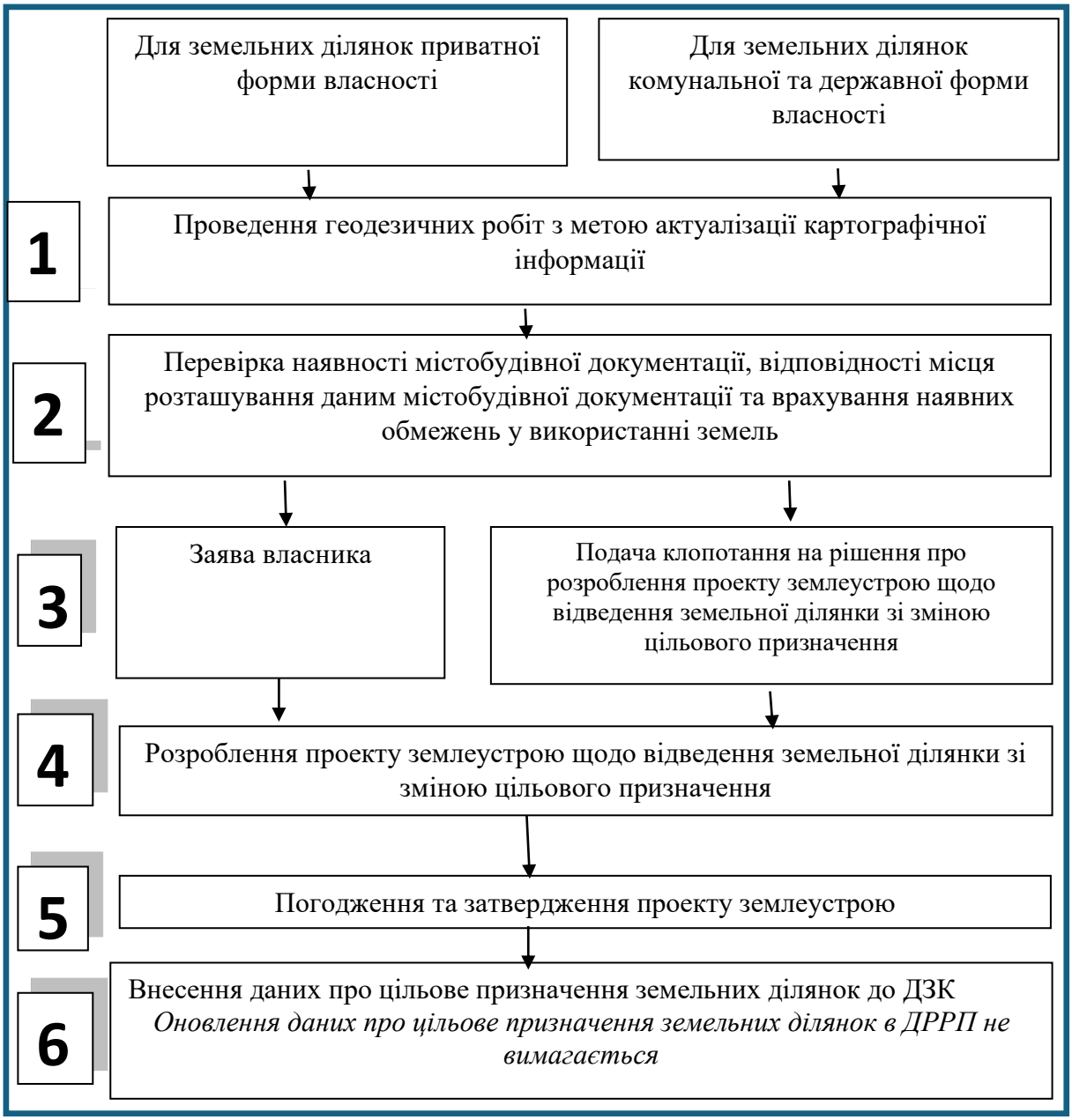


Рис. 1. Механізм зміни цільового призначення земельних ділянок під ревіталізованими об’єктами

Складність цього етапу зумовлена низкою чинників. По-перше, у багатьох територіальних громадах містобудівна документація є застарілою, неповною або не узгодженою з фактичним використанням земель, що створює колізії між існуючим станом території та визначеним функціональним зонуванням. По-друге, у процесі перевірки необхідно враховувати значну кількість обмежень у використанні земель, які часто не відображені або відображені фрагментарно в офіційних документах.

По-третє, процедура погодження та внесення змін до містобудівної документації передбачає багаторівневий розгляд і погодження на різних адміністративних рівнях, що суттєво ускладнює та подовжує процес. Особливої

складності набуває ситуація, коли зміна функціонального призначення території потребує коригування генерального плану населеного пункту чи комплексного плану просторового розвитку територіальної громади.

Крім того, у більшості випадків території колишніх промислових підприємств мають значну площу, розгалужену інженерну інфраструктуру та складну конфігурацію меж, що потребує детальної геодезичної зйомки та просторового аналізу. Це вимагає залучення фахівців із суміжних сфер — землевпорядників, архітекторів, екологів, геодезистів, а також координації дій між органами місцевого самоврядування, проектними установами та власниками/користувачами земельних ділянок.

Отже, саме етап перевірки містобудівної відповідності є ключовою точкою у процесі зміни цільового призначення земель, оскільки від його результатів залежить можливість легітимного оформлення нових функцій ревіталізованих територій і подальший розвиток об’єктів у контексті просторової та економічної трансформації громад.

Висновки. Процедура зміни цільового призначення підприємств у сучасних реаліях має достатньо складний механізм. Зміна цільового призначення вимагає відповідність даним містобудівної документації. Промислові території сформовані понад 50 років назад, тому дані містобудівної документації містять інформацію про віднесення територій таких підприємств до «земель промисловості, транспорту, електронних комунікацій, енергетики, оборони та іншого призначення». Для спрошення процедури пропонується внести зміни до статті 24 [15] та пункту 3 статті 20 [14] щодо розширення переліку об’єктів, для яких не вимагається наявність містобудівної документації землями для розташування підприємств, що мають проекти ревіталізації (підлягають ревіталізації). Врахування даних про обмеження від діючих мереж (комунікацій) залишити без змін.

При цьому пропонується доповнити вимоги визначення інвестиційних проектів як таких, що мають на меті проведення ревіталізації промислових об’єктів. Аналогом таких критеріїв можна визначити вимоги оформлення земель до засновників індустріальних парків або до інвесторів із значними інвестиціями.

Перелік посилань

1. Gu, Yan et al. Examining the transformation of postindustrial land in reversing the lack of urban vitality: A paradigm spanning top-down and bottom-up approaches in urban planning studies // Heliyon. – 2024. – Volume 10. – Issue 8, e27667. . https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27667

2. Iryna Merylova Revitalizing industrial territories in Ukraine: Spatial model of the tourism cluster in the Prydniprovsk region // *Frontiers of Architectural Research*. – 2024. – № 13(4). – С. 1342-1362. https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.03.015

3. Kuzior, A., Grebski, W., Kwilinski, A., Krawczyk, D., & Grebski, M. E. Revitalization of Post-Industrial Facilities in Economic and Socio-Cultural Perspectives // *Sustainability*. – 2022. – *14*(17). – С. 11011. https://doi.org/10.3390/su141711011

4. Безугла, Л.С., Трегуб, Ю.Є., & Бєлобородова, М.В. Критерії вибору об’єктів для завдань туристичної ревіталізації застарілої промислової спадщини // *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. – 2024. – № 4. – С. 27-34.

5. Бессонова, А., Безугла, Л., & Бєлобородова, М. Міжнародний досвід ревіталізації промислових об'єктів: можливості для України // *Development Service Industry Management*. – 2024. (2), – С.49-55.

6. Dai, M.L., Fan, D.X., Wang, R., Ou, Y.H., & Ma, X. L. Does rural tourism revitalize the countryside? An exploration of the spatial reconstruction through the lens of cultural connotations of rurality // *Journal of Destination Marketing & Management*. – 2023. – 29. – 100801.

7. Gedecho, K.A., Yasin, A.S., Kovács, B.H., & Bacsi, Z. Rural Tourism and Land Use: Unveiling Global Research Trends, Gaps, and Future Pathways // *Land*. – 2025. – *14*(10). – С. 1934. https://doi.org/10.3390/land14101934

8. Mansfeld, Y. Industrial landscapes” as positive settings for tourism development in declining industrial cities // *GeoJournal*. – 1992. – 28. – С.457–463. https://doi.org/10.1007/BF00273115.

9. Трегуб, М., Трегуб, Ю., Бєлобородова, М., & Макурін, А. Концептуальні передумови та принципи зміни цільового призначення земель промисловості територіальних громад // *Просторовий розвиток*. – 2024. – № 7. – С 433–444. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.433-444

10. Snitynskyi B., Ivankiv M., Kachmar H., Datsko T., Dydiv A. & Horodyska I. Principles of reclamation and phytomelioration of devastated landscapes // *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agronomy*. – 2023. – 27. – С 13–21. https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27.013

11. Olga Stowell and Dr. Jinlian Shi. Developing Local Communities through Sustainable Tourism Development Roadmap. URL: https://www.wta-web.org/wp-content/uploads/2024/11/Developing-Local-Communities-through-Sustainable-Tourism-Development-Roadmap.pdf (дата звернення 05.08.2025)

12. Yermachenko, V., Melnychenko, S., Sidak, M., Dupliak, T., & Lositska, T. Sustainable tourism in the post-war reconstruction of territorial communities in

Ukraine // *Science, Business, Innovation in Digital Economy.* – 2024. – *5*(1). – 34-57. https://doi.org/10.46656/access.2024.5.1(3)

13. Дьомін, М., Габрель, М., Косьмій, М., & Габрель, Т. Теоретико-методичні основи ревіталізації та просторового розвитку поствоєнної України: нематеріальний контекст // *Просторовий розвиток*. – 2024. (10), 3–29. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.3-29.

14. 1. Земельний кодекс України: Закон України від 25.10.2001 р. № 2768-III. Дата оновлення: 21.08.2025. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14 (дата звернення: 25.08.2025).

15. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України від 17.02.2011 № 3038-VI. Дата оновлення: 08.08.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text (дата звернення: 20.08.2025).

16. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 р. № 858-IV. Дата оновлення: 08.08.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15/conv#top (дата звернення: 20.08.2025).

17. Порядок ведення Державного земельного кадастру: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2012 р. № URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#Text (дата звернення: 20.08.2025).

D.Sc., Professor **Liudmyla Bezuhla**,
PhD., associate Professor **Yuliia Trehub**,
D.Sc., associate Professor **Maria Beloborodova, Iryna Zakopko,**
Dnipro University of Technology

MECHANISM FOR CHANGING THE LAND USE DESIGNATION OF LAND BENEATH REVITALISED INDUSTRIAL SITES

The article examines the legal, organizational, and procedural aspects of the mechanism for changing the designated use of land plots within revitalized industrial areas. The current legislation of Ukraine regulating land relations and urban planning is analyzed, with particular attention to the requirements for consistency between land use designation and functional zoning. The key stages of the land-use change procedure are identified, with emphasis on the most challenging one — verifying the conformity of urban planning documentation with the actual land use. It is established that in most territorial communities, urban planning documentation is outdated or inconsistent with current spatial transformations, which significantly complicates the coordination of changes in the use of lands belonging to revitalized enterprises. Improving the mechanism for changing land use designation is a necessary condition

for ensuring sustainable spatial development, stimulating investment processes, and supporting industrial revitalization projects within territorial communities.

Key words: industrial land; revitalisation; industrial facilities; investment attractiveness; change of land use

REFERENCES

1. Gu, Yan et al. Examining the transformation of postindustrial land in reversing the lack of urban vitality: A paradigm spanning top-down and bottom-up approaches in urban planning studies // Heliyon. – 2024. – Volume 10. – Issue 8, e27667. . https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27667 {in English}

2. Iryna Merylova Revitalizing industrial territories in Ukraine: Spatial model of the tourism cluster in the Prydniprovsk region // Frontiers of Architectural Research. – 2024. – № 13(4). – S. 1342-1362. https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.03.015 {in English}

3. Kuzior, A., Grebski, W., Kwilinski, A., Krawczyk, D., & Grebski, M. E. Revitalization of Post-Industrial Facilities in Economic and Socio-Cultural Perspectives // Sustainability. – 2022. – 14(17). – S. 11011. https://doi.org/10.3390/su141711011 {in English}

4. Bezuhla, L.S., Trehub, Yu.Ye., & Bieloborodova, M.V. Kryterii vyboru obiektiv dlia zavdan turystychnoi revitalizatsii zastariloi promyslovoi spadshchyny // Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio. – 2024. – № 4. – S. 27-34. {in Ukrainian}

5. Bessonova, A., Bezuhla, L., & Bieloborodova, M. Mizhnarodnyi dosvid revitalizatsii promyslovykh obiektiv: mozhlyvosti dlia Ukrainy // Development Service Industry Management. – 2024. (2), – S.49-55. {in Ukrainian}

6. Dai, M. L., Fan, D. X., Wang, R., Ou, Y. H., & Ma, X. L. Does rural tourism revitalize the countryside? An exploration of the spatial reconstruction through the lens of cultural connotations of rurality // Journal of Destination Marketing & Management. – 2023. – 29. – 100801. {in English}

7. Gedecho, K.A., Yasin, A.S., Kovács, B.H., & Bacsi, Z. Rural Tourism and Land Use: Unveiling Global Research Trends, Gaps, and Future Pathways // Land. – 2025. – 14(10). – S. 1934. https://doi.org/10.3390/land14101934 {in English}

8. Mansfeld, Y. Industrial landscapes" as positive settings for tourism development in declining industrial cities // GeoJournal. – 1992. – 28. – S.457–463. https://doi.org/10.1007/BF00273115. {in English}

9. Trehub, M., Trehub, Yu., Bieloborodova, M., & Makurin, A. Kontseptualni peredumovy ta pryntsypy zminy tsilovoho pryznachennia zemel

promyslovosti terytorialnykh hromad // Prostorovyi rozvytok. – 2024. – № 7. – S 433–444. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.433-444 {in Ukrainian}

10. Snitynskyi V., Ivankiv M., Kachmar N. ., Datsko T., Dydiv A., & Horodyska I. Principles of reclamation and phytomelioration of devastated landscapes // Bulletin of Lviv National Environmental University. Series Agronomy. – 2023. – 27. – S 13–21. https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27.013 in Ukrainian}

11. Olga Stowell and Dr. Jinlian Shi. Developing Local Communities through Sustainable Tourism Development Roadmap. URL: https://www.wta-web.org/wp-content/uploads/2024/11/Developing-Local-Communities-through-Sustainable-Tourism-Development-Roadmap.pdf (data zvernennia 05.08.2025) {in English}

12. Yermachenko, V., Melnychenko, S., Sidak, M., Dupliak, T., & Lositska, T. Sustainable tourism in the post-war reconstruction of territorial communities in Ukraine // Science, Business, Innovation in Digital Economy. – 2024. – 5(1). – 34-57. https://doi.org/10.46656/access.2024.5.1(3) {in English}

13. Domin, M., Habrel, M., Kosmii, M., & Habrel, T. Teoretyko-metodychni osnovy revitalizatsii ta prostorovoho rozvytku postvoiennoi Ukrainy: nematerialnyi kontekst // Prostorovyi rozvytok. – 2024. (10), 3–29. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.3-29. {in Ukrainian}

14. 1. Zemelnyi kodeks Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 25.10.2001 r. № 2768-III. Data onovlennia: 21.08.2025. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14 (data zvernennia: 25.08.2025). {in Ukrainian}

15. Pro rehuliuvannia mistobudivnoi diialnosti: Zakon Ukrainy vid 17.02.2011 № 3038-VI. Data onovlennia: 08.08.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17#Text (data zvernennia: 20.08.2025). {in Ukrainian}

16. Pro zemleustrii: Zakon Ukrainy vid 22.05.2003 r. № 858-IV. Data onovlennia: 08.08.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15/conv#top (data zvernennia: 20.08.2025). {in Ukrainian}

17. Poriadok vedennia Derzhavnoho zemelnoho kadastru: zatv. postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 17 zhovtnia 2012 r. № URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#Text (data zvernennia: 20.08.2025). {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.574-583
УДК 711:332.6

Берова П.І.
berova.pi@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2142-4377,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РЕДЕВЕЛОПМЕНТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПРОСТОРУ В УМОВАХ ВІДБУДОВИ

Розглянуто редевелопмент як важливий інструмент просторової трансформації територій у процесі післявоєнного відновлення України. Проаналізовано сутність поняття редевелопменту, його роль у сучасному містобудівному розвитку та значення для ефективного використання міських земель. Визначено, що редевелопмент є комплексним підходом, який поєднує планувальні, землевпорядні, економічні та екологічні аспекти, спрямовані на відновлення та адаптацію урбанізованих територій до нових соціально-економічних умов. Особливу увагу приділено містобудівним принципам реалізації редевелоперських проектів, їх впливу на просторову структуру населених пунктів, відновлення інфраструктури та формування сталого середовища проживання. Розкрито переваги редевелопменту в порівнянні з новим будівництвом, зокрема щодо раціонального використання земельних ресурсів. Зроблено висновок, що редевелопмент є дієвим чинником просторової реорганізації та відбудови міських територій, який сприяє підвищенню ефективності землекористування, зміцненню економічного потенціалу громад і реалізації стратегій сталого просторового розвитку України.

Ключові слова: редевелопмент; просторовий розвиток; містобудівне планування; землекористування; відбудова; сталий розвиток.

Вступ. *Актуальність.* Сучасні процеси просторового розвитку в Україні відбуваються в умовах глибоких соціально-економічних та територіальних трансформацій, зумовлених наслідками війни. Значна частина міських територій зазнала руйнувань, втратила функціональну придатність або потребує комплексного переосмислення з огляду на нові умови безпеки, мобільності та відновлення інфраструктури [9]. У цих обставинах редевелопмент стає одним із ключових інструментів ефективного використання міських земель, реконструкції застарілих і пошкоджених об'єктів та формування нової просторової структури населених пунктів. Редевелопмент дозволяє поєднати містобудівні, землевпорядні, економічні та соціальні підходи до оновлення територій, забезпечуючи раціональне використання наявного простору та інфраструктури. Для України актуальним є розроблення

теоретичних засад і практичних механізмів редевелопменту у процесах відбудови, що сприятиме формуванню стійкого, безпечного і адаптивного міського середовища. Таким чином, дослідження редевелопменту як інструменту просторової трансформації має важливе значення для реалізації державної політики відновлення територій, підвищення ефективності землекористування та забезпечення сталого розвитку міст у воєнний та післявоєнний період.

Метою цього дослідження є обгрунтування редевелопменту як чинника просторової трансформації та ефективного інструмента містобудівного і землевпорядного відновлення територій України у воєнний та післявоєнний період.

Для досягнення мети в статті визначено наступні *завдання:*

- розкрити суть поняття редевелопменту та його відмінність від традиційних підходів до забудови територій;
- проаналізувати основні передумови актуалізації редевелопменту в умовах руйнувань і післявоєнного відновлення міст України;
- систематизувати види та форми редевелопменту з урахуванням їх містобудівного і землевпорядного змісту;
- оцінити вплив редевелопменту на формування нової просторової структури урбанізованих територій та ефективність використання міських земель;
- визначити принципи та напрями застосування редевелопменту як складової стратегій просторового розвитку і відбудови.

В процесі дослідження використано наступні методи і підходи: аналітичний, порівняльний, системний підхід, узагальнення. Аналітичний метод застосовано для узагальнення наукових підходів до розуміння суті редевелопменту, його класифікації та ролі у сучасному містобудівному розвитку. Порівняльний метод використано для співставлення вітчизняного та зарубіжного досвіду реалізації редевелоперських проєктів, визначення спільних рис і відмінностей до використання міських земель. Системний підхід дав змогу розглядати редевелопмент як багатофакторний процес, що поєднує економічні, соціальні, екологічні та планувальні складові просторового розвитку. Метод узагальнення дозволив сформулювати висновки щодо ролі редевелопменту у відновленні та розвитку міських територій України.

Виклад матеріалу. У зарубіжній та вітчизняній літературі редевелопмент *urban redevelopment/urban regeneration* трактується як багатовимірний процес оновлення міських територій, що поєднує фізичну реконструкцію з економічною, соціальною та екологічною трансформацією простору. Праці з проблем міської регенерації підкреслюють, що метою таких процесів є не лише

фізичне відновлення, а й системне вирішення економічних і соціальних проблем територій через інтеграцію заходів з планування та інвестицій. Ці підходи детально систематизовано в роботах із теорії урбаністичної регенерації. Дослідження підкреслюють необхідність чіткої класифікації видів редевелопменту за кількома напрямами: за масштабом – від поодиноких об'єктних втручань до територіального редевелопменту; за характером втручання – від поверхневого оновлення до повного перепрофілювання або знесення з подальшою новою забудовою на вивільненому місці; за форматами учасників реалізації – державний, приватно-державний або приватний проєкт; за цільовою функцією – житлова, комерційна, змішана, інфраструктурна реорганізація [1; 2]. Важливим є розгляд редевелопменту як інструмента просторового планування, який повинен інтегруватись у містобудівні стратегії та системи землевпорядного управління. У цьому контексті автори досліджень наголошують на необхідності поєднання маркетингових досліджень, планувальних концепцій та нормативно-правового регулювання – лише таке поєднання гарантує обґрунтоване визначення функцій території, економічну обґрунтованість проєктів і мінімізацію соціальних ризиків. Як науковці так і практики пропонують «двоетапну» систему прийняття рішень для визначення відповідного режиму та стратегій регенерації міст в залежності від локальних умов. При цьому підкреслюється, що успіх редевелопменту залежить не лише від техніко-економічних параметрів, а й від якості взаємодії між владою, інвесторами та місцевою громадою [1; 3]. В дослідженнях ролі редевелопменту в умовах руйнувань і післявоєнного відновлення зазначається, що вибір між реконструкцією і повним редевелопментом має обґрунтовуватись аналізом технічного стану, економічної доцільності та соціальних наслідків. Планування відновлення має базуватись на принципах «відбудувати краще», одночасно мають враховуватись безпекові, екологічні та соціальні аспекти. Відбудова українських міст і сіл після війни – це складний процес, який має забезпечити модернізацію та подальший розвиток на десятиліття вперед. Останні дослідження наголошують на потребі інтегрованих стратегій відновлення, у яких редевелопмент виступає як ключовий інструмент модернізації й оптимізації землекористування. Пропозиції щодо післявоєнної відбудови України включають необхідність розроблення механізмів координації між державою, місцевими громадами та міжнародними донорами, а також врахування екологічних і енергетичних стандартів у процесах редевелопменту, при цьому окреслюються типові ризики (правова невизначеність, висока вартість рекультивації забруднених ділянок, соціальна напруга), які потребують спеціалізованих містобудівних і землевпорядних рішень [4].

Таким чином, аналіз наукових праць дозволяє сформулювати наступні узагальнення наукових підходів до розуміння суті редевелопменту, його класифікації та ролі у сучасному містобудівному розвитку: 1. редевелопмент слід розглядати як багатовимірний інструмент, що об'єднує просторове планування, землеустрій та інвестиційну політику; 2. його класифікація має враховувати масштаб, характер втручання, учасників реалізації та цільову функцію; 3. у воєнний та післявоєнний період редевелопмент стає одним з ключових інструментів відновлення міського середовища, але реалізація таких проєктів можлива лише за наявності належних умов – чіткої інституційної підтримки, дотримання екологічних вимог і врахування соціальних потреб населення.

Війна радикально змінює умови девелопменту через те, що виникає дефіцит ресурсів, руйнується інфраструктура, ускладнюється логістика, брак робочої сили та будівельних матеріалів. В таких умовах реалізація редевелоперських проєктів, часто є єдиним реальним інструментом відбудови. У кризових умовах, зокрема у воєнний період, редевелоперська діяльність набуває гуманітарно-соціального виміру, коли комерційна ініціатива поєднується з вирішенням нагальних суспільних потреб, як-то створення житла для внутрішньо переміщених осіб та переселенців, складів для гуманітарної допомоги. В таких умовах важливою є терміновість виконання підготовчих і будівельних робіт. Нове будівництво, яке триватиме 2-5 років наразі може бути не актуальним, а редевелопмент – це робота з тим, що вже є, він завжди поєднує соціальну місію і підприємницький інтерес, тому може стати вигідним.

Українські приклади свідчать, що навіть у період війни редевелопмент може виступати інструментом економічної адаптації та соціальної стійкості. Так, у місті Звягель Житомирської області за підтримки Європейського союзу та NEFCO було перепрофільовано колишній медичний об'єкт у житло для внутрішньо переміщених осіб (рис. 1). Житловий проєкт відновив невикористовуване комунальне майно і водночас значно підвищив його енергоефективність. Оновлений об'єкт був оснащений сонячними панелями потужністю 30 кВт з акумуляторними батареями, що значно покращило його енергоефективність. Очікується, що щорічно споживання тепла зменшиться до 24%, електроенергії – до 43%, а води – до 58%, що призведе до економії витрат на енергоносії, яка оцінюється в понад 77 500 євро [6]. Цей проєкт мав подвійний ефект, з одного боку він розв'язав соціальну проблему забезпечення житлом, а з іншого – активізував ринок будівельних послуг, створивши робочі місця.

Подібний підхід реалізовано в Івано-Франківську, де перепрофілювання університетського гуртожитку та адміністративного корпусу під соціальне

житло для внутрішньо переміщених осіб також здійснювалось із використанням енергоефективної модернізації (рис. 2).

Рис. 1. Тимчасове житло для ВПО, місто Звягель, Житомирська область [6].

Рис. 2. Тимчасове житло для ВПО, місто Івано-Франківськ [7].

У гуртожитку було замінено систему опалення з встановленням індивідуального теплового пункту; утеплено фасад та горище; відремонтовано дах; виконано внутрішнє оздоблення. Крім того, встановлено сонячну електростанцію для електропостачання, а також модернізовано системи водопостачання, каналізації та вентиляції. Адміністративна будівля отримала додатковий поверх та новий дах. Крім того, було встановлено індивідуальний тепловий пункт, пожежну сигналізацію та теплоізоляцію; підключено комунікації; відремонтовано фасад. В результаті, відреконструйований гуртожиток тепер може розмістити 150 переселенців, а адміністративна будівля — 40 мешканців [7]. Оскільки Україна стикається з постійними атаками на свою енергетичну інфраструктуру, перехід на зелену енергетику та енергоефективні технології стає одним із ключових пріоритетів відновлення.

На початку війни у Львові ЮНІСЕФ перетворив колишню птахоферму на логістичний хаб для постачання гуманітарної допомоги, що дозволило масштабно постачати предмети першої необхідності в Україну (рис. 3; 4). Склад мав бути тимчасовим, але незабаром перетворився на важливий елемент інфраструктури як пункт зберігання та збору товарів [10]. Подібна трансформація об'єктів відкриває можливість їх сталого використання за оновленою функцією і в подальшій перспективі.

Фото: ЮНІСЕФ/UN0608261/Москалюк

Рис.3. Пункт зберігання та збору товарів.

Рис. 4. Пункт прийому-відправки вантажівок.

Рис. 3-4. ЮНІСЕФ перетворив колишню птахоферму у Львові на логістичний хаб [10].

Показовим є досвід Польщі, так у Варшаві приватні девелоперські компанії, діючи у партнерстві з муніципалітетом та гуманітарними організаціями, адаптували офісні будівлі під житло для біженців, а саме: дві офісні будівлі в комплексі Empark, що належать Echo Investment та Archicom, і два хмарочоси в центрі Варшави - Ilmet компанії Skanska - а також Warta Tower, що належить Globalworth [8].

Приклади редевелопменту різних рівнів: капітальний - з повною зміною функції у Звягелі, Івано-Франківську, Львові та оперативно адаптивний у Варшаві, ілюструють його потенціал як форми соціально відповідального бізнесу у форматі публічно-приватного партнерства, що забезпечує суспільну користь без втрати економічного сенсу. Такий редевелопмент не завжди передбачає кардинальну перебудову, але змінює функцію об'єкта, його соціальний контекст і систему землекористування. Ці кейси ревалентні для України, вони демонструють, що редевелопмент – це не лише великі девелоперські проєкти, а й інструмент гуманітарної та просторової адаптації територій у кризових умовах.

Досвід Америки свідчить, що редевелопмент набув пріоритетного значення для трансформації міського простору після кризових періодів.

Зокрема, у дослідженні [5] наголошено, що проєкти brownfield-redevelopment не лише забезпечують відновлення територій колишніх промислових зон, а й підвищують привабливість міського середовища та генерують додаткові надходження до місцевих бюджетів. Перепланування brownfield стало стратегією сталого землекористування та стимулом для відродження міст в цій країні. У дослідженні [11] проаналізовано економічні, соціальні й екологічні переваги brownfield-redevelopment територій у районі Великого Торонто (Канада) порівняно з розвитком greenfield як для промислового, так і для житлового використання. Результати дослідження дають змогу зрозуміти реальні витрати та переваги, пов'язані з реалізацією проєктів типу brownfield та greenfield. Зазначено, що brownfield позитивно впливає на життя громадян, а однією з основних переваг стає зменшення транспортних витрат для мешканців периферійних районів.

Післявоєнна відбудова України має передбачати не лише реконструкцію зруйнованих об'єктів, а й перепланування міських територій відповідно до нових функціональних потреб і вимог безпеки. Це потребує створення прозорої нормативно-правової бази, удосконалення землевпорядних процедур і впровадження інструментів управління територіями на засадах сталого розвитку.

Висновки

1. Редевелопмент у сучасних умовах є одним із ключових інструментів просторової трансформації та відбудови територій України. Його перевага полягає у можливості відновлення та повторного використання існуючих об'єктів, що дозволяє мінімізувати витрати ресурсів, скоротити терміни реалізації проєктів і забезпечити безперервність розвитку міст навіть у кризових умовах.

2. Проведений аналіз наукових підходів засвідчив, що редевелопмент слід розглядати як комплексний процес, який поєднує містобудівне планування, землеустрій, економічне управління та екологічну модернізацію. Він є не лише фізичною реконструкцією території, а й соціально-економічним механізмом оновлення міського середовища.

3. У воєнний та післявоєнний період редевелопмент набуває нового змісту – він стає інструментом економічної, соціальної стійкості та відновлення інфраструктури. Перепрофілювання існуючих будівель у житло для внутрішньо переміщених осіб та переселенців, створення гуманітарних хабів, адаптація офісів під тимчасове житло підтверджують потенціал редевелопменту як швидкого та ефективного способу реагування на кризові виклики.

4. Зарубіжний досвід показує, що редевелопмент успішно реалізується за умов чіткої взаємодії влади, бізнесу та громади, а також за підтримки

державних і міжнародних інституцій. В українських реаліях цей механізм має бути підсилений механізмами публічно-приватного партнерства, прозорим правовим регулюванням і фінансовими стимулами для девелоперів.

5. Важливо, що редевелопмент має не лише соціальну, а й підприємницьку складову. Поєднання комерційної вигоди з суспільною користю створює нові можливості для сталого економічного зростання громад, відродження місцевого бізнесу та формування соціально відповідального інвестиційного середовища.

6. Перспективи подальшого застосування редевелопменту в Україні пов'язані з розробленням національної стратегії відновлення, у якій цей інструмент повинен стати основою для ефективного землекористування, енергоефективності та безпечного середовища проживання. Це дозволить не лише відбудувати міста, а й модернізувати їх на засадах сталого розвитку.

Література:

1. Peter Roberts. Urban Regeneration. Edited by Peter Roberts and Hugh Sykes/ SAGE Publications London *Thousand Oaks *New Delhi. 2000. - 320 p. https://www.posgrado-faua.uni.edu.pe/images/Lecturas/Urban-Regeneration_Roberts-Sykes.pdf?utm

2. Устінова І., Плешкановська А. (2023). Урбіцид та повоєнне відновлення житлової забудови міст України: досвід та перспективи. *Grail of Science*, (23), 463–471.

3. Yan Liu, Liyin Shen, Yitian Ren, Tao Zhou. Regeneration towards suitability: A decision-making framework for determining urban regeneration mode and strategies. Habitat International. Volume 138, 2023, Article 102870. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102870

4. The National Council for the Recovery of Ukraine from the Consequences of the War. Draft Ukraine Recovery Plan. Materials of the "Construction, urban planning, modernization of cities and regions" working group. July 2022. – 208 p. https://unece.org/sites/default/files/2022-11/Draft%20Recovery%20Plan_construction-urban%20planning-modernization%20Ukraine.pdf?utm_source

5. Todd K. BenDor, Sara S. Metcalf, and Mark Paich. "The Dynamics of BrownfieldRedevelopment". In: Sustainability 3.6 (June 2011), pp. 914–936. issn: 2071-1050. doi:10.3390/su3060914 https://www.researchgate.net/publication/222092124_The_Dynamics_of_Brownfield_Redevelopment#fullTextFileContent

6. Delegation of the European Union to Ukraine. With the EU support, internally displaced families receive accommodation in Zvyahel. https://www.eeas.europa.eu/delegations/ukraine/eu-support-internally-displaced-families-receive-accommodation-zvyahel_en?utm_source

7. NEFCO. "People have lost their homes but there is always hope"— Internally displaced Ukrainians find refuge in newly reconstructed social housing in Ivano-Frankivsk. https://www.nefco.int/news/refuge-in-newly-reconstructed-social-housing-in-ivano-frankivsk/?utm_source

8. Property4Ukraine. Polish real estate industry provides shelter for 3,000 refugees. https://panattonieurope.com/en/newsroom/property4ukraine?utm_source

9. Pleshkanovska, A., Yatsenko, V., Filvarova, N. (2024). Reconstructive activity in the context of urban life cycle phases. The case of Ukrainian cities. ACE Arquitectura Ciudad y Entorno, 18(54), article number 12127. DOI: http://dx.doi.org/10.5821/ace.18.54.12127

10. UNICEF. Building a supply pipeline amid war. https://www.unicef.org/supply/stories/building-supply-pipeline-amid-war?utm_source

11. De Sousa C.A. Measuring the public costs and benefits of brownfield versus greenfield development in the Greater Toronto area. Environment and Planning B: Planning and Design. 2002. №29. P. 251-280. DOI: https://doi.org/10.1068/b1283.

Berova Polina,
Kyiv National University of Construction and Architecture

REDEVELOPMENT AS A FACTOR OF SPATIAL TRANSFORMATION IN THE CONTEXT OF RECONSTRUCTION

This article examines redevelopment as a fundamental instrument of spatial transformation and sustainable recovery in the context of Ukraine's post-war reconstruction. The research interprets redevelopment not only as a process of physical renewal of built-up areas but also as a multidimensional strategy that integrates urban planning, land management, investment mechanisms, environmental modernization, and social adaptation. It provides a theoretical and methodological overview of contemporary approaches to redevelopment and outlines its classification, objectives, and implications for urban land-use efficiency. Special attention is devoted to the spatial and economic dimensions of redevelopment projects that contribute to the revitalization of cities and communities affected by military destruction. The article highlights the relevance of redevelopment initiatives focused on converting obsolete or underutilized buildings into housing for internally displaced persons, creating humanitarian hubs, and developing new multifunctional urban zones. Comparative analysis of Ukrainian and European experiences reveals the growing role of public–private partnerships and socially responsible investment in ensuring the sustainability of reconstruction processes. The study concludes that redevelopment should be regarded as a strategic framework for spatial restructuring and territorial resilience, capable of restoring urban functionality, supporting economic revival, and forming the foundation for long-term sustainable urban development in Ukraine.

Keywords: redevelopment; spatial transformation; urban planning; land management; post-war reconstruction; sustainability.

REFERENCES

1. Peter Roberts. Urban Regeneration. Edited by Peter Roberts and Hugh Sykes/ SAGE Publications London *Thousand Oaks *New Delhi. 2000. - 320 p. https://www.posgrado-faua.uni.edu.pe/images/Lecturas/Urban-Regeneration_Roberts-Sykes.pdf?utm {in English}

2. Ustinova I., Pleshkanovska A. (2023). Urbitsyd ta povoienne vidnovlennia zhytlovoi zabudovy mist Ukrainy: dosvid ta perspektyvy. *Grail of Science*, (23), 463–471. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.23.12.2022.82 / {in Ukrainian}

3. Yan Liu, Liyin Shen, Yitian Ren, Tao Zhou. Regeneration towards suitability: A decision-making framework for determining urban regeneration mode and strategies. Habitat International. Volume 138, 2023, Article 102870. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102870 {in English}

4. The National Council for the Recovery of Ukraine from the Consequences of the War. Draft Ukraine Recovery Plan. Materials of the "Construction, urban planning, modernization of cities and regions" working group. July 2022. – 208 p. https://unece.org/sites/default/files/2022-1/Draft%20Recovery%20Plan_construction-urban%20planning-modernization%20Ukraine.pdf?utm_source {in English}

5. Todd K. BenDor, Sara S. Metcalf, and Mark Paich. "The Dynamics of BrownfieldRedevelopment". In: Sustainability 3.6 (June 2011), pp. 914–936. issn: 2071-1050. doi:10.3390/su3060914 https://www.researchgate.net/publication/222092124_The_Dynamics_of_Brownfield_Redevelopment#fullTextFileContent {in English}

6. Delegation of the European Union to Ukraine. With the EU support, internally displaced families receive accommodation in Zvyahel. https://www.eeas.europa.eu/delegations/ukraine/eu-support-internally-displaced-families-receive-accommodation-zvyahel_en?utm_source {in English}

7. NEFCO. "People have lost their homes but there is always hope"—Internally displaced Ukrainians find refuge in newly reconstructed social housing in Ivano-Frankivsk. https://www.nefco.int/news/refuge-in-newly-reconstructed-social-housing-in-ivano-frankivsk/?utm_source {in English}

8. Property4Ukraine. Polish real estate industry provides shelter for 3,000 refugees. https://panattonieurope.com/en/newsroom/property4ukraine?utm_source {in English}

9. Pleshkanovska, A., Yatsenko, V., Filvarova, N. (2024). Reconstructive activity in the context of urban life cycle phases. The case of Ukrainian cities. ACE Arquitectura Ciudad y Entorno, 18(54), article number 12127. DOI: http://dx.doi.org/10.5821/ace.18.54.12127 {in English}

10. UNICEF. Building a supply pipeline amid war. https://www.unicef.org/supply/stories/building-supply-pipeline-amid-war?utm_source {in English}

11. De Sousa C.A. Measuring the public costs and benefits of brownfield versus greenfield development in the Greater Toronto area. Environment and Planning B: Planning and Design. 2002. №29. P. 251-280. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.584-601
УДК 908+(477.85)
Беспалько І.Р.,
bezpalko_ir-2023@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0003-7989-3912,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ХРОНОГРАФІЯ ІСТОРИЧНИХ ПЕРІОДІВ БУКОВИНСЬКОГО КРАЮ: ПРОСТОРОВИЙ АСПЕКТ

Останнє десятиліття характеризується полегшенням доступу та оприлюдненням для широкого загалу різних архівних матеріалів. У статті розглядається територія, яка передувала появі буковинського краю від найперших згадок про її заселення і до сучасності. Закономірно, що різні історичні події корегували звичне уявлення про входження тих чи інших земель в означені просторові межі, а певні події взагалі змінювали організацію землекористування на них. Розкрито в хронологічній послідовності ключові періоди та події, які формували межі історико-географічного регіону сучасної Буковини, яка нині входить до складу України (Північна Буковина) та Румунії (Південна Буковина). Розташовуючись на перехресті імперій, Буковина сформувалася як специфічний історично, географічно та ментально сформований простір. Її бурхлива історія, зміна державної приналежності та багатоетнічний склад сформували її регіональну ідентичність у складі Австрійської імперії у 19 столітті, а національні настрої 20 століття вирішили подальшу долю. Аналіз опису історичних подій і їх подальше зіставлення із серією віднайдених історичних картографічних зображень дозволять встановити чітку хронологію приналежності території до різних державних утворень, а отже й до різних систем обліку земельних ресурсів.

Ключові слова: Буковина; землекористування; картографування; краєзнавство; топоніміка.

Постановка проблеми. Визначення терміну «Буковина» за більшістю тлумачних словників з української мови містить у своєму складі історичну назву, історичну область, історико-географічний регіон та ін. Це дійсно історичний регіон, який наразі розділений між Україною (північна частина) та Румунією (південна частина). Буковину більше не можна відшукати на сучасних картах, адже відбулися численні адміністративні зміни по обидва боки кордону. Географічно у різні історичні періоди до цієї території відносили різні об’єкти (Petrakovska & Bespalko, 2024).

Аркадій Жуковський запропонував власну періодизацію історії Буковини, виділивши наступні періоди: рання історія Буковини, княжа доба, молдавсько-

турецький період, австрійський період, українська влада на Буковині 1918 р., румунський період, радянський період, український переворот на Буковині 1941 р., другий румунський період 1941-1944 рр., другий радянський період з 1944.

Будь-яка політика щодо назв та імен – це план, що містить цілі та засоби їх досягнення або стосовно існуючих назв, або шляхом надання та використання нових. Іншими словами, власні назви самі по собі можуть бути метою та завданням політики щодо назв та імен, або лише засобом досягнення інших прагматичних цілей та ефектів. В основному це географічні назви, які традиційно використовувалися для цілей політики та політики та юридично регулювалися ними. Тому топонімічну політику можна сприймати як прототипну категорію в ширшій категорії політики щодо назв та імен. Кожна державна політика щодо назв та імен має свої формальні та прагматичні або перлокутивні аспекти, які часто поєднуються з мовною політикою. І саме картографія є надзвичайно ефективним інструментом у цьому відношенні. Крім того, розміщення певної форми назви на публічно доступних картах зазвичай є ефективним засобом формування суспільного сприйняття цієї форми або, іншими словами, способом змусити людей сприймати назву як правильну (Włoskowicz, 2023).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Мета роботи полягає у встановленні чітких часових рамок історичної приналежності земель Буковини до різних державних утворень, з'ясуванні неоднорідності формування меж території у різні часові періоди та їх впливу на земельні відносини краю.

Вживання терміну «Буковина» в широкому розумінні як правило призводить до неточностей та перекручувань. Потребують встановлення просторові розміри, картометричні характеристики (зокрема, площа), складові частини (поселення) та інші елементи змісту в контексті різних історичних епох, які також слід виділити.

Методологія і дані. Найважливіші методи будь-якого наукового дослідження – загальнонаукові, такі як аналіз (від грец. *analysis* – розбирання, розчленування) та синтез (від грец. *synthesis* –з'єднання). Ці два методи є взаємопов'язаним процесом, який полягає у вивченні наявного та творенні на його основі нового. Історичний метод полягає у вивченні виникнення, формування та розвитку об'єктів у хронологічній послідовності. В свою чергу, хронографія – послідовний у часі опис подій. Методологія історичного методу сконцентрована на визначенні автентичності історичних подій, зафіксованих у історичних джерелах. У випадку відсутності письмових джерел

використовують археологічні. Накопичення достовірних фактів у процесі пізнання неминуче веде до отримання загальних суджень, виявлення певних закономірностей, узагальнень, аксіом, формулювання законів, істинність яких згодом доводиться практикою.

«Буковина – її минуле і сучасне» – енциклопедичний твір, який містить відомості з різних сфер життя Буковини. Видання різнобічне з великим колективом авторів, проте найбільше відзначаються розділи Аркадія Жуковського (назва, історія Буковини та повітова історія Буковини) (Kvitkovsky et al., 1956). Тут міститься серія історичних карт опрацьованих Василем Нагірняком, етнографічних і фізичних карт за авторством Володимира Кубійовича та Аркадія Жуковського. Авторський колектив зазначає, що попередні подібні видання, зокрема том краєзнавчого збірника «Die össterreichisch-ungarische Monarchiein Wortund Bild», том XX – Буковина та «Буковина – її минуле і сучасне» за авторством Г. Піддубного (1928 р.) є не актуальними та містять необ'єктивну інформацію. Тому, це єдине видання, яке дає повну об'єктивну інформацію про Буковину.

Територія краю від давніх століть була зоною активного контакту стародавніх культур. Оминаємо в даному випадку загальні назви, що надавалися цій території, заселеній пращурами, аж до появи назви Буковина. Дисертаційне дослідження (Krul', 2006) містить інформацію щодо 245 населених пунктів Північної Буковини від їх утворення та охоплює часовий період від палеоліту до кінця XX ст. Дане дослідження може бути хорошою інформаційною основою моделювання динаміки заселення території Буковини в різні часи з використанням засобів ГІС-картографування, приблизної кількості населення та його впливу на організацію землекористувань та природу загалом.

Сервіс oldmapsonline (Southall, & Pridal, 2012) надає перепроектовані в спільну систему координат картографічні твори різних історичних епох на будь-яку територію світу. Наразі колекція перевищує 500 000 творів та постійно доповнюється. Вибір часу (смуга прокручування) та встановлення умовного масштабу території в інтерактивному режимі пропонують серії растрових зображень. До кожного картографічного твору наявна інформація щодо авторства, орієнтовної дати виготовлення та місця зберігання оригіналу, офіційної назви твору, фізичного розміру оригіналу. При роботі в ГІС передбачене завантаження через WMS-сервіси або шляхом збереження растрового файлу формату *.GeoTiff.

Однією з перших карт з територією краю, була військова дистанційна карта римського імператора Септімія Северуса (193-211 рр.), виготовлена на пергаменті (Zhupansky, 1998).

В середньовіччі відомості про означену територію доволі поверхневі і узагальнені. Карта Касторіуса (IV ст.), карта Беатуса (776 р.), Ербсторська карта світу (XIII ст.), Герфордська карта світу (1280 р.), карта М. Кузанського (1491 р.), карта Б. Агнезе (1525 р.) карта Трансільванії (1532 р.) ідентифікують місцевість за гідрографічною мережею.

Одна з німецьких карт, присвячена Європі 1500 р., позначає землю Буковина (Bukovina) як край по сусідству з Трансільванією, Галичиною і Поділлям. Появу назви «Буковина» на історичних датують кінцем XVII – початком XVIII ст. За однією з версій, ця дата пов'язана з історичним атласом, виданим 1688 р., що тепер зберігається в Австрійському державному архіві у Відні (Zhupansky, 1998). На ній під назвою «Bucovina» позначений окремий повіт Молдавії із центром у Сучаві.

За іншою версією, перше топографічне засвідчення Буковини міститься на карті Ніколя де Фер «Le Théâtre de la Guerre», опублікованій 1704 р. в Парижі.

Найдавнішою картою, на якій позначена «Буковина» як провінція Австрійської імперії, стало видання 1775 р., опубліковане Тобіасом Лоттером в Аугсбурзі. Характерно, що на ній відзначений Буковинський ліс («Bukowiner Wald»), розміщений у Прут-Дністровському межиріччі між містами Чернівці і Хотин.

Францисканське картографування проведене військовими топографами в Австрійській імперії у XIX ст. охоплювало значну площу (понад 676,5 тис. км^2) та залишило вагомий слід у розвиту картографії австрійського періоду, у тому числі й на території Буковини. Від моменту входження краю до Австро-Угорщини, і аж до початку Першої світової війни розвивалося великомасштабне топографічне картографування, виконувалися роботи зі створення та ведення кадастру. Окремого напряму набуває тематичне та спеціальне картографування (Sossa & Musienko, 2018).

Цікавими є результати дослідницького проекту «Францисканський кадастр коронних земель Каринтії та Буковини», що фінансувався FWF. Земельний реєстр Франциска I був успішною спробою об'єднати країни Центральної Європи, які близько 1800 р. перебували в процесі переходу від станового суспільства до національного, в один простір з єдиним законодавством щодо оцінки ґрунтів (оцінки землекористування) та податкової системи. Це одне з найзначніших і найстійкіших досягнень Габсбурзької монархії для значної частини Центральної Європи і досі помітний. У виданні міститься серія карт та вихідних статистичних матеріалів земельного кадастру цієї епохи (Zorn, 2018). В цьому дослідженні наведено пояснення до умовних знаків (семіотики), а також випадків генералізації ситуації. Розуміння цих пояснень дозволяє

враховувати деталі на найменшому рівні, які раніше нехтувалися. Серія цих детальних карт – один із базисів порівняння диференціації землекористувань.

Перше військове топографічне знімання території Буковини проводилося Австрійським Генеральним квартирмейстерством з військовою метою з 1763 по 1787 рр., на відміну від інших коронних країв у масштабі 1:57 600. Рукописна Йосифінська карта Буковини того ж масштабу була укладена на 72 аркушах.

Оскільки Перше військове топографічне знімання австрійської імперії не опиралось на тріангуляційну мережу і з часом застаріло, то ще у 1806 р. були розпочаті роботи з Другого військового топографічного знімання території держави (в історії відоме як Францисканське знімання). Зйомки виконували у масштабі в 1 віденському дюймі – 400 махових сажнів (1: 28 800) у поперечній квадратній проекції Кассіні, міста знімались у масштабі 1:14 400. Геодезичною основою знімань були пункти кадастрової тріангуляційної мережі. Знімання тривали до 1869 р. й аналогічно першому проводились поетапно в межах коронних країв.

Францисканська військова карта Буковини укладена в масштабі 1:28 800 на 458 аркушах і у рукописному вигляді зберігається, як і Йосифінська карта Галичини та Володимирії, у Військовому архіві у м. Відні. Карта створювалась упродовж тривалого часу, проте основна кількість аркушів карти території оформлена (викреслена) у 1863-1864 рр.

На основі оновлення тріангуляційної мережі у 1870-1886 рр. Військово-географічним інститутом на всю територію Австро-Угорщини виконане так зване третє топографічне знімання. Зйомки проводились у масштабі 1:25 000.

У 1895 р. для господарських потреб було розпочате четверте «точне знімання» Австро-Угорщини, під час якого використовувались точні вимірювальні прилади та оптичний віддалемір. Проте четверте знімання, розпочавшись із території власне Австрії до Буковини не дійшло.

У 1918-1940 рр., коли край перебував у складі Румунії, картографічне знімання його території особливих змін не зазнало. Роботи виконувались геодезичними організаціями різних країн: Військово-географічним інститутом Румунії (1927-1939 рр.); Військово-географічним інститутом і Міністерством шляхів сполучення Польщі (1925-1939 рр.), Міністерством суспільних робіт Польщі (1929 р.).

В 1940 р. територія Північної Буковини і Північної Бессарабії була включена до складу СРСР і тут створена Чернівецька область у складі УРСР.

Історію та сучасний стан картографо-геодезичного забезпечення території Чернівецької області розглянуто в дослідженні (Bilokrynytskyi, 2004). Робота С.М. Білокриницького формує детальне уявлення про стан забезпечення території Чернівецької області топографічними картами та їх актуальність в

різні періоди часу. Детально розкрито зв'язок топографічних карт та Державної геодезичної мережі із виконанням земельно-кадастрових робіт в регіоні.

Результати аналізу змін земного покриву території Південної Буковини (Сучавського повіту) за останні 50 років за сучасними ортофотознімками та архівними аерофотознімками, 1956-1979 рр. наведено в (Adriana-Roxana, 2011).

Науково-методичні основи геоінформаційного картографування земельних ресурсів на прикладі території Чернівецької області розглянуто в дисертаційному дослідженні Я.В. Смірнова Зокрема, ним визначено підходи до формування / використання інформаційної бази даних, її структури. Проведено геоінформаційне картографування земельного покриву Чернівецької області за системою класифікації CORINE (з англ. Coordination of Information on the Environment) (станом на 1989 та 2009-2010 рр.).

Результати дослідження. Територія краю від давніх століть була зоною активного контакту стародавніх культур. Оминаємо в даному випадку загальні назви, що надавалися цій території, заселеній пращурами, аж до появи назви Буковина. Найдавніші рештки матеріальної культури дозволяють стверджувати, що первісні люди розпочали заселення в ранньому і середньому палеоліті (урочище Герчев, с. Валява та урочище Лан, м. Кіцмань) (Chernysh, 1987). В епоху пізнього палеоліту кількість поселень значно збільшується, і з настанням неолітичної доби відбувається «демографічний вибух», який робить регіон територією постійного мешкання первісних племен.

Віднайдені археологічні пам’ятки знаходяться на перетині галльштатської та північнопричорноморської культурних зон. Ґрунтуючись на одиничних знахідках стріл та дзеркал цю територію віднесено до Західноподільсько-Прикарпатського регіону поширення скіфських пам’яток, що згодом підтвердилося подальшими дослідженнями. В доскіфські часи територія півночі сучасної Буковини була зайнята племенами-носіями голіградської культури (Mogilov, 2010).

В останній чверті I тис. до н.е. (пізньолатенський або доримський період) і на самому початку I ст. н.е. на цій території проживало населення, яке залишило пам’ятки поєнешті-лукашівської культури (наразі відомо про 43 об’єкти) (Voinarovskyi, 2005). Пергаментна копія давньої римської карти цієї доби (оригінал датується між I ст. до н.е. та V ст. н.е.), відомої як Пейтингерова таблиця (Tabula Peutingeriana) містить основні елементи розміщені стрічкою вздовж карти (переважно римські дороги та міста). На північ від Дунаю розташовані із заходу на схід «Alpes Bastarnice», землі заселені племенами бастардів, таргів і певкінів, з якими можна ідентифікувати досліджувану територію (рис. 1), між річкою розташованою на схід від Апули (Appulum, AlbaIulia) там витоками річки Агалунг (Дністер) (Urdea & Urdea, 2009). Ці

племена зникли під час великої мандрівки народів, і з IV ст. н.е. на їх місце прийшли слов'яни (Zanko, & Onyshchuk, 2011).

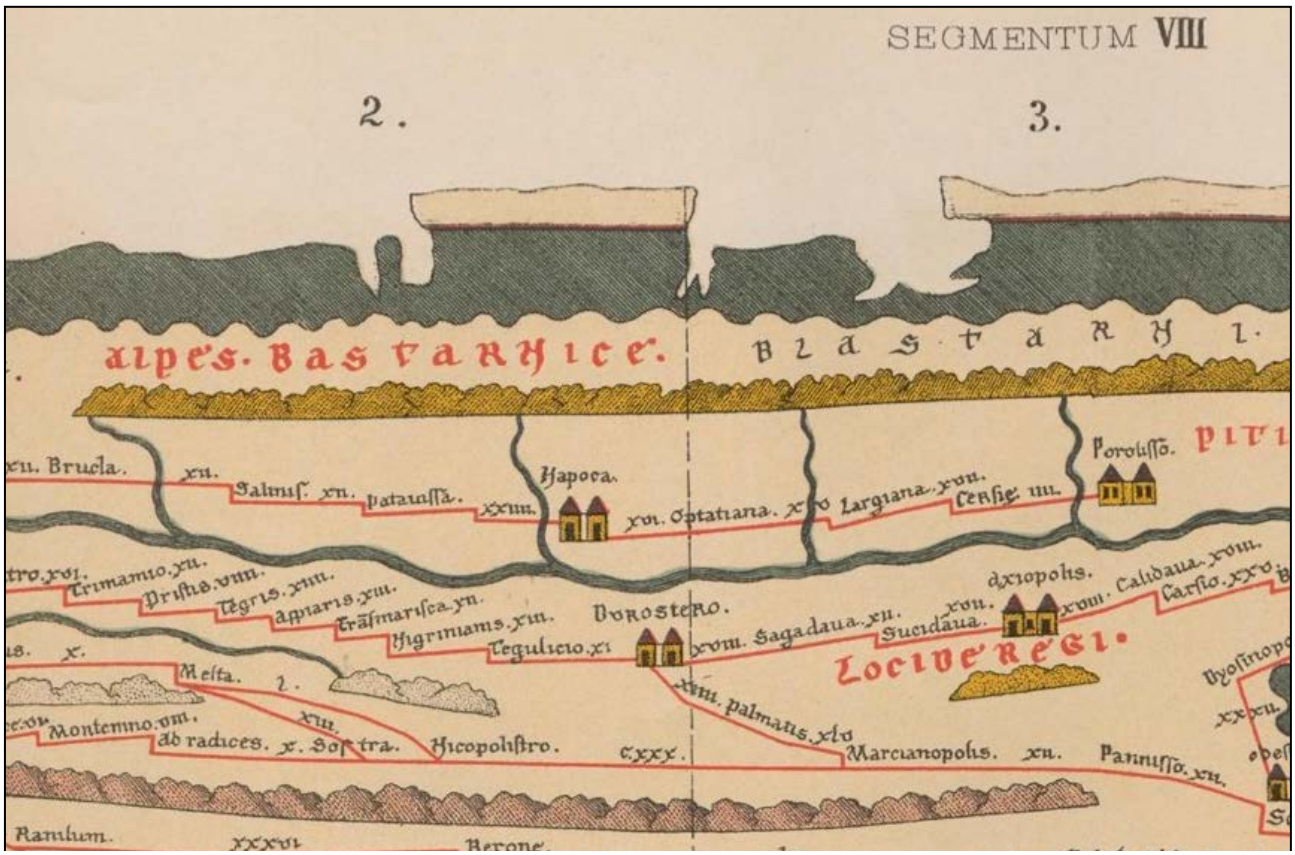


Рис. 1. Фрагмент Пейтингерової таблиці

VI ст. Історик готів Йордан у творі «Гетика» згадує про слов'ян (склавінів та антів), поселення яких були поблизу р. Дністер (Mezentseva, & Tymoshchuk, 1978). На ранньому етапі існування Київської Русі землі Буковини входили до складу союзів племінних князівств, пов'язаних із центральною владою обов'язком брати участь у військових походах київських князів та сплачувати їм данину (Nykyforak, 2004). Від X ст. територія сучасної Буковини становила частину Київської держави, а у XII ст. – частину Галицько-Волинського князівства (з 1199 р.) (Krul, 2004). На території давньоруської Буковини виявлені також поселення, які за типологічною структурою можна віднести до міст, однак достовірні літописні згадки про них відсутні. До таких належать Ревнянське поселення X ст. та Ленківецьке городище на Пруті XII–XIII ст. – осередок майбутніх Чернівців [10]. До XIII ст. Буковина входила в склад Галицько-волинської держави, а ще й перед тим була зв'язана з Київською державою.

На весні 1241 р. монголо-татарська навала після завоювання Києва спрямувалася в напрямку Галицько-Волинської держави, а тому Буковина, як

складова частина опинилася під татарським пануванням аж до 1342 р., допоки угорський король Людовік I не завдав їм поразки.

Після занепаду Галицько-Волинського князівства його окрема частина, розташована на території Буковини, відома як «Шипинська земля» короткотривало була незалежною (1340-1349 рр.) та опинилася під владою Польщі. Ця територія в історичних умовах часто згадується як колись автономна українська формація на території теперішньої Буковини.

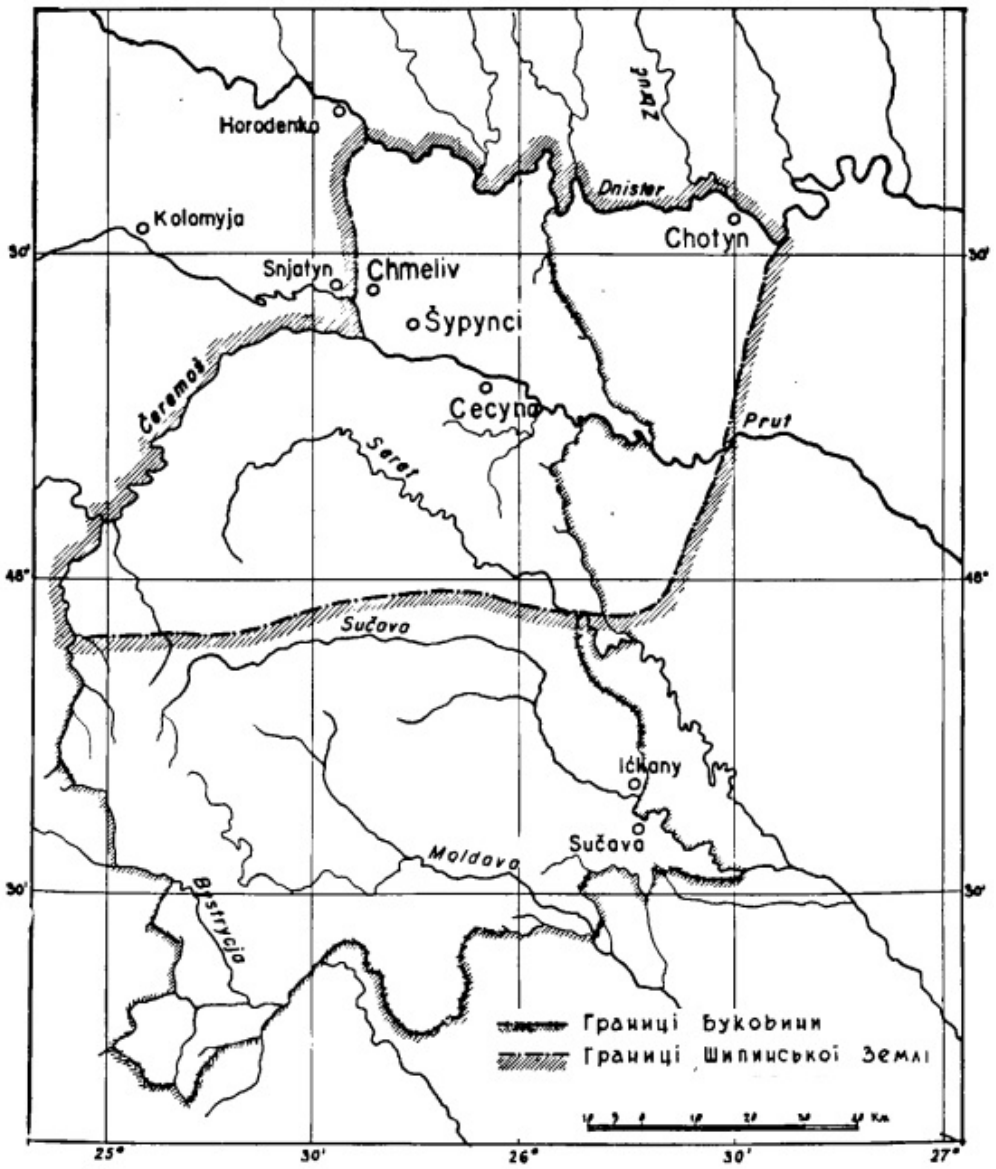


Рис. 2. Буковина та Шипинська земля в XII-XIV за даними (Kvitkovsky et al., 1956)

У 1359 р., коли внаслідок боротьби волоського та молдавського населення за створення власної держави із складу Угорщини виділилося Молдавське князівство, до складу якого на правах автономії потрапила й Буковина (Шипинська земля) (у I-й пол. XVI ст. вона разом з Молдавією потрапила під владу Османської імперії)).

Територія Буковини протягалася біля міст Сучава і Серет, від Карпатських гір і до Дністра. На картографічних творах тієї доби, не позначено ні меж краю, ні кордону між Молдавським князівством і Польським королівством, бо це питання за документами 1501 р., ще не було врегульоване, як і статус самої Буковини у складі Молдавії. Після смерті молдавського воєводи Стефана Великого у 1514 р., Молдавське князівство потрапляє у васальну залежність від Османської імперії. Турки розглядали буковинські землі як плацдарм для нападу на Річ Посполиту. Відносини між двома країнами були дуже напруженими, і це прискорило тривалу війну. Польсько-турецька військова кампанія негативно позначилася на буковинських землях. Буковина стала ареною війни. Польське військо розгромило османів у Хотинській битві 1673 р. Ця битва позитивно вплинула на військово-політичне становище Польщі, а також на становище сусідніх держав. Перемога в Хотинській битві мала також міжнародне значення.

Російсько-турецька війна 1768-1774 рр. була добрим приводом для Австрії поширити свої володіння далі на південний схід і відкрити для себе новий вигідний стратегічний шлях для сполучення Семигороду з Галичиною. Ця північно-західна частина Молдавії, згодом отримала адміністративно-політичну і географічну назву «Буковина». Про поступки Туреччиною цієї території велися дипломатичні переговори в Константинополі, проте Австрія у вересні 1774 р. окупувала цю територію, яка згодом була оформлена договором(від 7 травня 1775 р.). Серед аргументів Австрії щодо обґрунтування претензій була історична приналежність цієї території до Галицько-Волинської держави, а Галичина вже ввійшла до її складу. Окремими договорами від 12 травня та 2 липня 1776 р. визначено розмежування відступленої Австрії території і решти території Молдавії.

Після приєднання Буковини до Австрії в 1775 р. деякий час краєм управляла військова адміністрація. Вище керівництво держави вагалося, не знаючи, як краще облаштувати новоприєднану територію. Частина землі була строкатою та досить родючою сільською місцевістю, особливо на півночі та сході, що переходила в передгір'я, що, у свою чергу, поступалися місцем Карпатським горам на півдні та заході. Значна частина Буковини була вкрита лісами. Маєтки великих землевласників, іноді з палацом або великим маєтком, разюче контрастували з дрібними землеволодіннями селян та їхнім тісним житлом (Stambrook, 2004). Але 1786 р. за ініціативою імператора Габсбурзької монархії Йосипа II Буковину було приєднано до королівства Галичини і Володимерії. Отже, з цього часу і до 1849 р. край становив окремий округ цієї коронної землі Австрії. З січня 1849 р. Буковина – коронний край Герцогства Буковина. В цей період край розвинувся з політичної конструкції на карті Європи в останній

третині XVIII століття в досить впевнену коронну землю, якій вдалося встановити (державну) регіональну ідентичність до 1914 р. (Scharr, 2010).

Попри те, що повноцінний кадастр з'явився на території Буковини з приходом Австро-Угорської імперії, досі немає досліджень на предмет зіставлення даних (приміром площ різних угідь, зокрема лісовкритих), одержаних шляхом картографування з даними табул цього періоду. При крайовому суді Буковини з 1781 по 1918 рр. велися об'ємні реєстраційні книги «Крайові табули Буковини». До книг вносилися копії усіх право установчих документів, ситуаційні плати, кадастрові карти-схеми угідь із нумерацією всіх парцел, відомості про кредити, орендні відносини.

В Першу світову війну на Галичину й Буковину в половині серпня розпочато російський наступ. З 28 листопада 1914 р. майже вся Східна Галичина та Буковина опинилися під російською військовою окупацією. Під час окупації створено цивільне правління – генерал-губернаторство (від 17 вересня 1914 р.).

Австро-німецька офензива початку 1915 р. (за участю Українських Січових Стрільців) відсунула фронт далеко на схід, і вся територія Буковина була визволеною. Нова російська офензива влітку 1916 р.(розпочалася 4 червня) пересунула фронт на захід, і 17 червня 1916 р. було захоплено м. Чернівці, а згодом і всю Буковину. Для окупованої території відновлено цивільне управління галицько-буковинського генерал-губернаторства. За згадками росіян, територія навколо Чернівців надзвичайно мальовнича та приваблива, а столиця краю з 95 тисячами мешканців, має виразний шарм. Річка Прут, на якій вона розміщена, мальовничо звивається через багаті кукурудзяні поля та луки, між її берегами, обрамленими лозою; а всередині міста добре збудовані будинки та церкви із золотими куполами відображаються в її тихих водах. Саме місто повне садів, багате деревами, тому воно розташоване серед зелені. Місто вважають подібним на Київ, хоча й набагато меншого масштабу (Johnston, 1916).

Буковина мала найбільш етнічно різноманітне населення серед усіх Австрійських коронних земель, де «рідна мова», а пізніше мова загального вживання була показником національності. Незважаючи на зростаючу хвилю націоналізму в останні десятиліття, що передували Першій світовій війні, етнічні групи Буковини жили в гармонії та толерантності, користуючись широким міжкультурним обміном. Їхній приклад цілком може служити моделлю для об'єднаної Європи (Welisch, 1986).

Лютнева революція 1917 р. відкоригувала адміністрацію галицько-буковинського генерал-губернаторства, і на зміну генерал-губернатору призначили крайового комісара. В кінці липня 1917 р. майже вся Буковина й

Галичина повторно опинилися в руках австрійського війська. Під російською військовою окупацією залишилися невеликі частини Сучавського й Серетського повітів Буковини. У цих частинах окупованих повітів повітові комісари генерал губернаторства залишалися до весни 1918 р.

Завершення Першої світової війни 11 листопада 1918 р., майже співпало з маніфестом австрійського цісаря від 16 жовтня, який відкрив «парад суверенітетів» для територій та країн, що входили до колишньої Австро-Угорської імперії. Буковинський Крайовий Комітет (секція УНР) 3 листопада 1918 р. скликала в Чернівцях Українське Всенародне Віче, яке одноголосно схвалило самовизначення української Буковини у своїй Українській державі.

Після цього, Крайовий комітет 6 листопада 1918 р. перебрав державну владу на українських етнографічних землях Буковини по ріку Серет. Румунські парламентарі від Буковини, через два дні, 27 жовтня 1918 р., створили Національну раду та проголосили себе законодавчою владою на всій території Буковини, оголосивши її румунською землею. 12 листопада 1918 р. прийнято тимчасовий основний «Закон про державну владу на Буковині» та введено окупаційне військо. Король Румунії декретом від 19 листопада 1918 р. затвердив резолюції про об’єднання Буковини. Сент-Жерменський договір від 10 вересня 1919 р. визнав за Румунією тільки частину Буковини з румуномовним населенням. Румунію це не влаштовувало, і вона не полишала своїх претензій на всю території Буковини. На Паризькій мирній конференції (без українських представників) Севрським договором від 10 серпня 1920 р. за Румунією визнано всю Буковину – за винятком 5 громад (Бабин, Лука, Прилепче, Звиняче і Крищатик), які відокремлювалися залізничною лінією Заліщики-Городенка. Ці громади Польща договором від 28 січня 1928 р. відступила Румунії, хоча вона й так перебували під її адміністрацією від листопада 1918 р.

Проведення аграрної реформи на Буковині регламентувалося законом від 30 липня 1921 р., який складався з двох частин, «Вивласнення» та «Наділення» відповідно, які розписували процедуру покроково. Офіційно аграрні закони мали на меті встановити новий перерозподіл оброблюваних земель, розширення громадських пасовищ та регламентацію права селян на користування лісами. На Буковині реформа мала подвійний характер: з одного боку, це була спроба забезпечити соціальну справедливість через перерозподіл земель, а з іншого – засіб інтеграції регіону до Румунії шляхом колонізації та зміцнення впливу центральної влади. Незважаючи на деякі позитивні зрушення, такі як наділення землею певних категорій населення і часткове зменшення великого землеволодіння, реформа зіткнулася зі значними викликами. До них належали бюрократичні труднощі, зловживання в процесі розподілу землі,

недостатність ресурсів для сільськогосподарської діяльності, а також прояви невдоволення селян.

Підписання пакту Ріббентропа-Молотова 23 серпня 1939 р. обумовило ультимативну ноту від 26 червня 1940 р. від СРСР до Румунії з вимогою «мирного врегулювання конфлікту в питанні Бесарабії і Північної Буковини» та їх повернення до складу СРСР. Якщо Бесарабія вважалася безправно загарбаною, то Буковина – органічно пов'язаною спільною історичною долею, мовою, національним складом населення. Румунського посла було повідомлено на протязі 4х днів від 28 червня 1940 р. щодо очищення цих територій. Румунія безвихідно прийняла такий ультиматум, і розпочався радянський період.

Румунський диктатор напередодні нападу, 14 червня 1941 р. заявив про свою готовність спільно з Німеччиною долучитися до нападу на СРСР та узгодив дії румунських військ щодо повернення Північної Буковини та Бесарабії. Попри розпочатий німецький наступ 22 червня 1941 р., румунська 3-я Армія одержала наказ наступу на Північну Буковину лише 5 липня 1941 р. та одразу майже без опору захопила м. Чернівці. 10 липня 1941 р. румунський уряд видав Проклямацію про те, що Північна Буковина стає частиною румунської держави, а наступного дня тут відновили цивільну адміністрацію.

В березні 1944 р. радянській війська дійшли до північної границі Буковини, а 26 березня зайняли м. Заліщики та перейшли р. Дністер. 28 березня війська «Першого Українського фронту» зайняли Кіцмань, Кисилів, Кадобівці, Веренчанку, Погорилівку, Вікно, Юрківці, і наступного дня розпочали наступ на Чернівці. До 30 березня було звільнену всю нинішню територію Чернівецької області. Формальне затвердження нового совєтсько-румунського кордону відбулося як з боку румунів, так і більшості держав світу. 12 вересня 1944 р. при підписані перемир'я визнано північну Буковину за СРСР. Південна Буковина залишалася за Румунією. Повне територіальне врегулювання відбулося в 1947 р. на Паризькій мирній конференції.

В період радянської імперії в 1950-1980 рр. відбулась примусова колективізація господарств, значна трансформація земельних угідь за рахунок надмірної розораності малопродуктивних земель, руйнування природних екосистем, вирубка лісів, чагарників, що привело до зменшення площ кормових угідь, лісових масивів, заповідних охоронних територій. В погоні для збільшення валового збору зернових с/г культур проводилось масове освоєння (використання) малопродуктивних земель, викорчовування чагарників, розорювання еродованих земель, терасування крутих схилів, землювання, широкомасштабна меліорація перезволожених земель. Все це привело до інтенсивних (катастрофічних) наслідків розвитку деградаційних процесів.

1 грудня 1991 р. – один з найвизначніших днів в багатовіковій історії України. У цей день в ході загальнореспубліканського референдуму народом вперше висловлено бажання жити в незалежній українській державі. Сухопутний кордон був офіційно визнаний двома державами в Договорі про добросусідські відносини та співробітництво 1997 р.

Земельна реформа в Україні була однією з найбільш тривалих в світі (процес було запущено 15 березня 1991 р.). Така довготривалість була пов'язана з тим, що за цей час було запропоновано декілька моделей відкриття ринку земель. Законодавці перебрали всю палітру моделей ринку земель, починаючи від найбільш ліберальних та закінчуючи повним мораторієм. В 1998 р. було запроваджено земельно-облікову форму 6-зем, яка діяла до 2016 р.

Інформаційне забезпечення у сфері землекористування до 2011 р. базувалося на складанні 15 форм статистичної звітності. Поступово сформувалася тенденція до скорочення кількості форм статистичних спостережень у сфері використання земельних ресурсів. На загальнодержавному рівні ключове завдання обліку кількості земель полягає у наданні характеристики кожної відокремленої земельної ділянки, землеволодіння щодо поточного використання у частині, насамперед, їх розмірів, складу угідь і підвидів відповідно до прийнятої загальнодержавної класифікації.

До 01.01.2016 р . діяв Наказ Державного комітету статистики України «Про затвердження форм державної статистичної звітності з земельних ресурсів та Інструкції з заповнення державної статистичної звітності з кількісного обліку земель (форми №№ 6-зем, 6а-зем, 6б-зем, 2-зем)» від 05.11.1998 р . № 377. Відповідно до зазначеного наказу, статистична звітність містила інформацію про розподіл площ земель, що перебувають у власності, постійне і тимчасове користування нами юридичних та фізичних осіб, а також інформацію про площі земельних ділянок з урахуванням їх розподілу за власниками й формами власності, землекористувачами, угіддями та видами економічної діяльності, зрошуваністю й осушеністю.

З початку 2016 р . форми статистичної звітності з обліку земель були скасовані, натомість були введені форми адміністративної звітності з кількісного обліку земель. Порівнюючи існуючі та попередні форми, спостерігається відсутність ряду важливих показників, які узагальнювались протягом останніх 18 років. Таке скорочення відбулося напередодні визначення умов запровадження ринку земель сільськогосподарського призначення.

Фактично з тих пір, слід опиратися на відкриті дані ДЗЗ та здійснювати класифікацію земельних ресурсів за пропонованими в Європі методологіями виділення земельних покривів (CORINE, LCCS, CLUSTERS, LUCAS).

Висновки. Територію Буковини заселювали люди з найдавніших часів, вона була та залишається багатою в плані ресурсів. Облік земельних ресурсів здійснювався регулярно, адже був інформаційною основою для фіскальних функцій державних утворень. Сплата земельного податку у всі часи давала вагомі надходження до скарбниць. Підвищений інтерес та розташування з-поміж сусідніх державних утворень робили її об'єктом посягань. Зв'язки Буковини з довколишнім світом залежали від держав до складу яких вона входила на протязі окремих періодів. Регіональна ідентичність Буковини, широко відома в історіографії як «буковинство», характеризується унікальною міжетнічною толерантністю. Незважаючи на високий ризик міжетнічних конфліктів, характерний для багатоетнічного прикордоння, Буковина набула та зберегла імідж винятково толерантного регіону з міцними традиціями мирного співіснування свого багатоетнічного та мультикультурного населення.

Список використаних джерел

1. Adriana-Roxana, B. (2011). Land Cover Change Detection in Suceava County in 1956-2005. *JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 15(3), 138-146. https://journal-hfb.usab-tm.ro/engleza/2011/2011%203%204/Lista%20lucrari_2011%20PDF/JHFB_15(3)_PDF/28Roxana%20Barnoaiea.pdf
2. Білокриницький С.М. Картографо-геодезичне забезпечення земельно-кадастрових робіт в регіоні (проблеми, методика, засосування).: автореферат дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.12 / С. М. Білокриницький. - [б. м.], 2003. - 20 с. https://uacademic.info/ua/document/0404U000406
3. Chernysh, A. (1987). General characteristics of the period. *Arheologiya Prikarpatya, Volynii Zakarpatya*, 9–12.
4. Johnston, C. (1916). A Survey of the Russian Battle Front. *Current History (1916-1940)*, 5(1), 34–37. http://www.jstor.org/stable/45328014
5. Круль, В.П. Ретроспективна географія поселень Західної України: монографія / В.П. Круль. — Чернівці: Рута, 2004. — 382 с.
6. Круль Г.Я. Географо-краєзнавча оцінка процесів заселення Північної Буковини: автореф. дис. … канд. геогр. наук: спеціальність 11.00.02 / Чернівці, нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. — Чернівці, 2006. — 20 с.
7. Квитковський, Д., Бриндзан, Т., Жуковський, А. Буковина. Її минуле і сучасне (англ. Bukovina: Its Past and Present) — Париж; Філадельфія; Детройт: Зелена Буковина, 1956. — 965 с.
8. Мезенцева Г.Г. – Тимощук Б.О. – Слов'яни Північної Буковини V–IX ст. у Українському історичному журналі, 1978, № 7, с. 149–178.
9. Mogilov, A. (2010). To the archeological map of Northern Bukovina Early Iron Age. *Revista Arheologică*, 5(1), 98-129.
10. М. Никифорак, *Буковина в державно-правовій системі Австрії (1774-1918 рр.),* Чернівці: Рута, 2004. – 384 с.
11. Петраковська О.С., Беспалько І.Р. Особливості формування території історико-географічного регіону Буковини. Land & Property Development: Innovations and Transformations: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 23–24 трав. 2024 р.). Київ: КНУБА, 2024. С. 57–60. https://repositary.knuba.edu.ua/items/9510423a-faa8-4ed7-9f7f-dc3520e96fdd

12. Scharr, K. (2010). Die Landschaft Bukowina: Das Werden einer Region an der Peripherie 1774–1918 (p. 398).

13. Смірнов, Ярослав Валерійович. Науково-методичні основи геоінформаційного картографування земельних ресурсів Чернівецької області: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.12 / Я.В. Смірнов; Київ. нац. ун-т імені Тараса Шевченка. - К., 2015. - 20 с.https://uacademic.info/ua/document/0415U002211

14. Сосса Р., Мусфєнко А. Друге (францисканське) переселення як важливий етап топографічного картографування Галичини та Буковини // GeoTerrace-2018: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених, 13–15 грудня 2018 р., Львів. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. — С. 134–137. https://openreviewhub.org/geoterrace/archive.

15. Southall, H., & Pridal, P. (2012). Old Maps Online: Enabling global access to historical mapping. *e-Perimetron*, 7(2), 73-81. https://www.e-perimetron.org/Vol_7_2/Southall_Pridal.pdf?utm_source=chatgpt.com

16. Stambrook, F. (2004). National and other identities in Bukovina in late Austrian times. *Austrian History Yearbook*, 35, 185–203. https://doi.org/10.1017/s0067237800020981

17. Urdea, P., & Urdea, C. (2009). Elements of Carpathians geography in the old historic and Cartographic documents. *Review of Historical Geography and Toponomastics*, IV (7–8), 77–96. https://cbg.uvt.ro/wp-content/uploads/2022/04/08_Urdea.pdf

18. Войнаровський В. Сучасний стан та проблеми археологічного дослідження пам'яток римського часу Північної Буковини // Матеріали і дослідження з археології Прикарпаття і Волині. — Львів: Ін-т українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України, 2005. — Вип. 9. — С. 174–193. www.inst-ukr.lviv.ua/files/09/6Vojnarovskyj.pdf

19. Возний І. Історія досліджень та етапи формування давньоруських міст X–XIII ст. у межиріччі Верхнього Сирету та Середнього Дністра // Матеріали і дослідження з археології Прикарпаття і Волині. — Львів: Інститут українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України, 2005. — Вип. 9. — С. 297–323.

20. Welisch, S.A. (1986). The Bukovina-Germans during the Habsburg period: Settlement, ethnic interaction, contributions. *Immigrants & Minorities*, 5(1), 73–106. https://doi.org/10.1080/02619288.1986.9974623

21. Włoskowicz, W. (2023). Austrian toponymic policy in the late 18th to early 20th century cartography of Galicia and Bukovina. *Onoma*, 58, 177–198. https://doi.org/10.34158/onoma.58/2023/10

22. Занько Ю., Онищук О. Історико-географічні та етнополітичні особливості Буковини // Історико-політичні проблеми сучасного світу. — 2011. — Т. 23-24. — С. 140–143.

23. Zhupansky, Y. (1998). Some history of topographic and cartographic work in the Chernivtsi region from ancient times to the end of the 1940s. *Bulletin of Geodesy and Cartography*, 3, 54–60.

24. Zorn, M. (2018). Der Franziszeische Kataster im Kronland Bukowina/Czernowitzer Kreis (1817–1865): Statistik und Katastralmappen, Edited by Helmut Rumpler, Kurt Scharr and Constantin Ungureanu. *Imago Mundi*, 71(1), 97–98. https://doi.org/10.1080/03085694.2019.1529935

Bespalko Ivan,
Kyiv National University of Construction and Architecture

CHRONOLOGY OF HISTORICAL PERIODS IN THE BUKOVINA REGION:THE SPATIAL ASPECT

The last decade is characterized by easier access and publication for the general public of various archival materials. As a result, it becomes possible to form an idea of the periodization of a certain territory with greater completeness and detail. The article examines the territory that preceded the emergence of the Bukovina region from the very first mentions of its settlement to the present day. It is natural that various historical events corrected the usual idea of the inclusion of certain lands in the designated spatial boundaries, and certain events generally changed the organization of land use on them. The key periods and events that shaped the boundaries of the historical and geographical region of modern Bukovina, which is now part of Ukraine (Northern Bukovina) and Romania (Southern Bukovina), are revealed in chronological sequence. Located at the crossroads of the Ottoman, Habsburg and Russian empires, Bukovina was formed as a specific historically, geographically and mentally formed space. Its turbulent history, changing state affiliation and multi-ethnic composition formed its regional identity as part of the Austrian Empire in the 19th century, and the national moods of the 20th century decided its further fate. Analysis of the description of historical events in various chronicles, official documents, notices, etc., and their further comparison with a series of found historical cartographic images will allow us to establish a clear chronology of the territory's belonging to various state entities, and therefore to different land resource accounting systems. However, some historical periods, especially in the early history of the region, contain rather vague time frames. Most of the found artifacts either give a rather superficial idea of the culture operating in those periods of time or still remain the subject of discussions in the scientific community.

Key words: Bukovina; land use; cartography; regional studies; toponymy.

REFERENCES

1. Adriana-Roxana, B. (2011). Land Cover Change Detection in Suceava County in 1956-2005. JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 15(3), 138-146. https://journal-hfb.usab-tm.ro/engleza/2011/2011%203%204/Lista%20lucrari_2011%20PDF/JHFB_15(3)_PDF/28Roxana%20Barnoaiea.pdf. {in English}

2. Bilokrynytskyi S.M. Kartohrafo-heodezychne zabezpechennia zemelno-kadastrovykh robit v rehioni (problemy, metodyka, zasosuvannia).: avtoreferat dys. ... kand. heohr. nauk: 11.00.12 / S.M. Bilokrynytskyi. - [b. m.], 2003. - 20 s. https://uacademic.info/ua/document/0404U000406. {in Ukrainian}

3. Chernysh, A. (1987). General characteristics of the period. Arheologiya Prikarpatya, Volynii Zakarpatya, 9–12. {in Russian}

4. Johnston, C. (1916). A Survey of the Russian Battle Front. Current History (1916-1940), 5(1), 34–37. http://www.jstor.org/stable/45328014

5. Krul, V.P. Retrospektyvna heohrafiia poselen Zakhidnoi Ukrainy: monohrafiia / V. P. Krul. — Chernivtsi: Ruta, 2004. — 382 s. {in Ukrainian}

6. Krul H.Ia. Heohrafo-kraieznavcha otsinka protsesiv zaselennia Pivnichnoi Bukovyny: avtoref. dys. … kand. heohr. nauk: spetsialnist 11.00.02 / Chernivtsi, nats. un-t im. Yu. Fedkovycha. — Chernivtsi, 2006. — 20 s. {in Ukrainian}

7. Kvytkovskyi, D., Bryndzan, T., Zhukovskyi, A. Bukovyna. Yii mynule i suchasne (anhl. Bukovina: Its Past and Present) — Paryzh; Filadelfiia; Detroit: Zelena Bukovyna, 1956. — 965 s. {in Ukrainian}

8. Mezentseva H.H. – Tymoshchuk B.O. – Sloviany Pivnichnoi Bukovyny V–IKh st. u Ukrainskomu istorychnomu zhurnali, 1978, № 7, s. 149–178. {in Ukrainian}

9. Mogilov, A. (2010). To the archeological map of Northern Bukovina Early Iron Age. Revista Arheologică, 5(1), 98-129. {in Russian}

10. M. Nykyforak, Bukovyna v derzhavno-pravovii systemi Avstrii (1774-1918 rr.), Chernivtsi: Ruta, 2004. – 384 s. {in Ukrainian}

11. Petrakovska O.S., Bespalko I.R. Osoblyvosti formuvannia terytorii istoryko-heohrafichnoho rehionu Bukovyny. Land & Property Development: Innovations and Transformations: materialy III Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Kyiv, 23–24 trav. 2024 r.). Kyiv: KNUBA, 2024. S. 57–60. https://repositary.knuba.edu.ua/items/9510423a-faa8-4ed7-9f7f-dc3520e96fdd. {in Ukrainian}

12. Scharr, K. (2010). Die Landschaft Bukowina: Das Werden einer Region an der Peripherie 1774–1918 (p. 398). {in English}

13. Smirnov, Yaroslav Valeriiovych. Naukovo-metodychni osnovy heoinformatsiinoho kartohrafuvannia zemelnykh resursiv Chernivetskoi oblasti: avtoref. dys. ... kand. heohr. nauk: 11.00.12 / Ya.V. Smirnov; Kyiv. nats. un-t imeni Tarasa Shevchenka. - K., 2015. - 20 s.https://uacademic.info/ua/document/0415U002211. {in Ukrainian}

14. Sossa R., Musfienko A. Druhe (frantsyskanske) pereselennia yak vazhlyvyi etap topohrafichnoho kartohrafuvannia Halychyny ta Bukovyny // GeoTerrace 2018: materialy Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii molodykh vchenykh, 13–15 hrudnia 2018 r., Lviv. — Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky, 2018. — S. 134–137. https://openreviewhub.org/geoterrace/archive. {in Ukrainian}

15. Southall, H., & Pridal, P. (2012). Old Maps Online: Enabling global access to historical mapping. e-Perimetron, 7(2), 73-81. https://www.e-perimetron.org/Vol_7_2/Southall_Pridal.pdf?utm_source=chatgpt.com. {in English}

16. Stambrook, F. (2004). National and other identities in Bukovina in late Austrian times. Austrian History Yearbook, 35, 185–203. https://doi.org/10.1017/s0067237800020981. {in English}

17. Urdea, P., & Urdea, C. (2009). Elements of Carpathians geography in the old historic and Cartographic documents. Review of Historical Geography and Toponomastics, IV (7–8), 77–96. https://cbg.uvt.ro/wp-content/uploads/2022/04/08_Urdea.pdf. {in English}

18. Voinarovskyi V. Suchasnyi stan ta problemy arkheolohichnoho doslidzhennia pamiatok rymskoho chasu Pivnichnoi Bukovyny // Materialy i doslidzhennia z arkheolohii Prykarpattia i Volyni. — Lviv: In-t ukrainoznavstva im. I. Krypiakevycha NAN Ukrainy, 2005. — Vyp. 9. — S. 174–193. www.inst-ukr.lviv.ua/files/09/6Vojnarovskyj.pdf. {in Ukrainian}

19. Voznyi I. Istoriia doslidzhen ta etapy formuvannia davnoruskykh mist Kh–KhIII st. u mezhyrichchi Verkhnoho Syretu ta Serednoho Dnistra // Materialy i doslidzhennia z arkheolohii Prykarpattia i Volyni. — Lviv: Instytut ukrainoznavstva im. I. Krypiakevycha NAN Ukrainy, 2005. — Vyp. 9. — S. 297–323. {in Ukrainian}

20. Welisch, S.A. (1986). The Bukovina-Germans during the Habsburg period: Settlement, ethnic interaction, contributions. Immigrants & Minorities, 5(1), 73–106. https://doi.org/10.1080/02619288.1986.9974623. {in English}

21. Włoskowicz, W. (2023). Austrian toponymic policy in the late 18th to early 20th century cartography of Galicia and Bukovina. Onoma, 58, 177–198. https://doi.org/10.34158/onoma.58/2023/10. {in English}

22. Zanko Iu., Onyshchuk O. Istoryko heohrafichni ta etnopolitychni osoblyvosti Bukovyny // Istoryko politychni problemy suchasnoho svitu. — 2011. — T. 23 24. — S. 140–143. {in Ukrainian}

23. Zhupansky, Y. (1998). Some history of topographic and cartographic work in the Chernivtsi region from ancient times to the end of the 1940s. Bulletin of Geodesy and Cartography, 3, 54–60. {in Ukrainian}

24. Zorn, M. (2018). Der Franziszeische Kataster im Kronland Bukowina/Czernowitzer Kreis (1817–1865): Statistik und Katastralmappen, Edited by Helmut Rumpler, Kurt Scharr and Constantin Ungureanu. Imago Mundi, 71(1), 97–98. https://doi.org/10.1080/03085694.2019.1529935. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.602-609
УДК 517,7

д.т.н., професор **Катушков В.О.,**
kva_08@ukr.net, ORCID: 0000-0002-3264-413X,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
доктор філософії доцент **Сосса Б.Р.,**
bohdan.sossa@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4484-4865,
Київський державний торговельно-економічний університет

ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПАМ'ЯТОК ІСТОРИЧНОЇ СПАДЩИНИ

Геодезичне обґрунтування на архітектурно-історичних пам'ятках залежить від стану пам'ятки та парку існуючих геодезичних приладів, які має дослідне підприємство. Розглянуто використання сучасного електронного тахеометра з режимом безвідбивного вимірювання відстані для координування характерних точок православного собору при спрощенні польових геодезичних робіт – без фіксації точок стояння на поверхні землі. Характерними точками собору взяти кути цокольних плит фундаменту та умовні центри надкупольних яблук які можна добре розпізнати з різних сторін.

Ключові слова: станції установки приладу; характерні точки; кутові точки цокольних плит; надкупольні яблука; фронтальні та горизонтальні плани.

Вступ.

Геодезичне обґрунтування та виконавчі і фасадні знімання пам'яток історичної спадщини виконується різними методами, які залежать від приладів яке має підприємстві [6, 7, 8]. На прикладі наведених джерел видно, що на сьогоднішній день найпоширенішим способом проведення таких робіт є наземне лазерне сканування. Проте при відсутності необхідності отримання великого масиву надлишкової інформації про об'єкт, доцільно використовувати традиційне обладнання, що дозволить зменшити об'єм виконавчих робіт.

Коли історичною пам'яткою є християнський православний собор, до характерних точок підходять надкупольні яблука, на які опираються хрести. Надкупольні яблука добре дешифруються та спостерігаються з різних сторін та віддалей. Але тут виникає проблема - що в цьому надкупольному яблуку брати за точку, на яку треба проводити спостереження. Надкупольні яблука у більшості випадках мають великі розміри та шарову форму з різними розмірами (радіус 12-20 см). Теоретично можна брати за основу умовний центр яблука, на який зробити наведення практично неможливо, так як він непрозорий. В даному випадку виникають проблеми коректності планових і висотних координат

отриманої точки через те, що вимірювання виконуються на великих відстанях, при значних величинах вертикальних кутів та недоступності до цієї точки.

При використанні лазерного (лідарного) сканера за точку опори надкупольного яблука так саме приймається умовна точка в середині яблука. В цьому випадку центр сфери апроксимується досить точно, хоча і з деякими застереженнями. По-перше, враховуючи вік описуваних конструкцій, їх форма далека від ідеальної сфери. Крім того, як уже зазначалося, вимірювання проводяться на різних відстанях, що в деяких випадках може спричинити проблеми визначення правильного геометричного центру фігури [3, 5].

При використанні електронного тахеометра з відбивним від приймаючої поверхні променем, можна використовувати іншу технологію координування характерних точок.

Виклад основного матеріалу.

У процесі виконавчих робіт на Успенському соборі Києво-Печерської Лаври була випробувана система визначення характерних точок з застосуванням електронного тахеометра Set 250RX та визначенням просторових координат в полі без закріплення точок стояння приладу на землі. За характерні точки «скелета» собору прийняті умовні середини надкупольних яблук та кутові точки цокольних плит.

Підпорна плита - підошва, на яку опирається надкупольне яблуко і хрест бувають різних конструкцій. Так на реставрованій (побудованій) частині Успенського собору шість підпорних підошв мають круглу форму з різними радіусами, а одна підпорна плита на башті під номером 2001, має квадратну форму. Тільки ця башта, з семи залишилася стояти після підриву собору у 1941р. Уся інша частина собору лежала навколо на землі грудою битої цегли. Після вивозу битої частини собору цю башту та фундамент «законсервували» і в такому виді остаток собору стояв до початку реставрації у 1986 р. див рис.1.

Рис.1. Вид взірваного у 1941 р. собору до реставрації за період 1946 - 1986 рр.

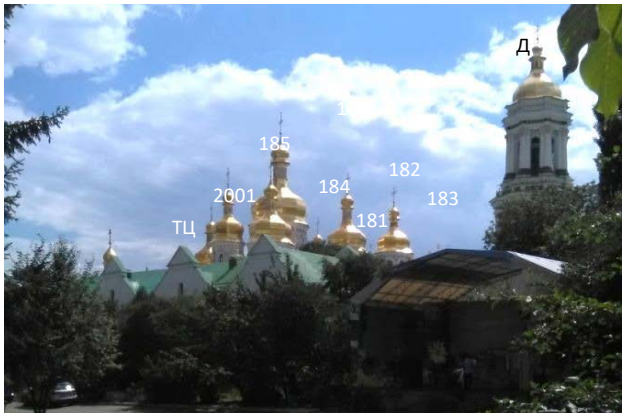


Рис. 2. Надкупольні яблука Успенського собору, Трапезної церкви, Дзвіниці зі станції ST_1

При цьому точки теодолітного полігону закріплюють на місцевості різними методами які залежать від поверхні підстилання: дюбелі з маркуванням фарбою, контури навколишньої поверхні, бордюрні камені, люки підземних комунікації, ін. З точок полігону виконуються спостереження на характерні точки споруди для їх координування.

Під час спостереження спочатку аналітичним способом обчислення недоступної лінії (обернена геодезична задача в умовній системі координат) визначався розмір підошви, потім у виміряну відстань вводилася поправка за асиметрію, яка впливає на координати умовного центра підошви. Далі у статті вираз підошва надкупольного яблука скорочена до надкупольного яблука.

Координати станцій стояння тахеометра задані в умовній системі координат, яка прив'язана до магнітного азимуту. Магнітний азимут осі *X* визначений за допомогою 10' бусолі, т. т. і умовна система координат зорієнтована за магнітною стрілкою бусолі.

Побачити усі надкупольні яблука з різних сторін території Лаври можна взимку, коли листя не забивають зображення, або з лівого берега Дніпра, чи з інших віддалених місць з яких точність координування буде значно гіршою.

З першої точки стояння ST_1, яка розташована на відстані близько 130 м від собору, спостерігалися усі сім надкупольних яблук Успенського собору, позначених номерами 2001, 185, 184, 186, 181, 182, 183 (для чого проведено попереднє ретельне рекогностування). Але цокольна частина собору з цієї станції зовсім не спостерігалася, бо була небачимой (рис. 2). Крім точок собору, було проведено спостереження і на сусідні надкупольні яблука: Трапезної церкви (ТЦ) та Дзвіниці (Д).

Координати *i* – тої точки стояння тахеометра визначаються рішенням зворотної лінійно-кутової засічки (Патенота) програмним забезпеченням тахеометра при спостереженні на надкупольні яблука, які можна спостерігати з цієї станції. Так, просторові координати наступної точки стояння ST_2 (рис. 3) визначені через спостереження п'яти опорних точок: 182, 181, 186, 185, 2001. Зі станції ST_2 визначені координати трьох нижніх точок: північно-західного (21), південно-західного (11), південно-східного (41) кутів собору, розташованих на верхній частині цокольних плит фундаменту.

Третя точка стояння ST_3 визначена через спостереження точок: 184, 186, 183, 182, 181, 21, 31, 41 (рис. 4). З точки ST_3 визначені координати північно-східного кута – 31. Стіни між точками 11 – 41, 11 – 21 , 21 – 31 прямолінійні. Стіна між точками 31 – 41 є східною (апсідною) має ламану форму з виступаючими частинами.

Рис. 3. Опорні точки зі станції ST_2.

Рис. 4. Опорні точки зі станції ST_3.

На рис. 5 приведена горизонтальна схема розташування характерних точок Успенського собору, просторові координати яких обчислені при виконавчому зніманні у тому столітті. Під номерами 11, 21, 31, 41 показані кутові точки на цоколі собору. Номери характерних точок на усіх наведених рисунках співпадають.

З другої та третьої станцій при координуванні точок цоколя зроблено спостереження на відбивну марку з комплекту тахеометра. Точки стояння на землі не закріплювалися. Двохсекундна точність вимірювання кутів і $\pm(3+2\times10^{-6}D)$ мм точність визначення віддалей в без відбивному режимі, та $\pm(2+2\times10^{-6}D)$ при вимірюванні на марку, дозволяють отримати просторові координати наведення на ціль з середньою квадратичною похибкою 5-7 мм, що можна розрахувати за методикою, описаною в [4].

Наданої кількості характерних точок вистачає для оцінки якості будівельних робіт. В табл. 1 приведені просторові координати характерних точок Успенського собору *X*, *Y*, *Z* визначених за допомогою електронного тахеометра. Координата *Z* є висотою характерної точки відносно цокольного нуля. Бачимо, що в натурі висота рівня цоколю близька на чотирьох протилежних кутах собору.

Виконавче знімання дозволило провести порівняння просторового розташування характерних точок собору з проектними даними.

Для аналізу з отриманих просторових координат характерних точок собору підраховані відстані в просторі за формулою

$$S_{ij} = \left((X_i - X_j)^2 + (X_i - X_j)^2 + (Z_i - Z_j)^2\right)^{\frac{1}{2}}.$$

де X_i, Y_i, Z_j; X_j, Y_i.Z_j– координати двох точок *i* та *j*; S_{ij} – відстань між ними.

Ті самі відстані було знято з проекту відновлення Успенського собору, що був розроблений науково-дослідним підприємством «УКРПРОЕКТРЕСТАВРАЦІЯ» до 2001 року і зараз зберігається в архіві Києво-

Печерської Лаври. Співробітники архіву дали можливість знайти і ознайомитись з проектною документацією за що їм виносимо велику вдячність.

На проектних кресленнях координати *X*, *Y*, *Z* були відсутні та знімалися з горизонтальних планів масштабу 1:50. З точністю до сантиметра на фронтальних (вертикальних) планах такого ж масштабу вказані тільки висоти *Z* відносно умовного нуля на цоколі. При роботі з кресленнями зустрічаються випадки, коли цей нуль показаний на різних рівнях, що вносить плутанину і приводить до додаткових помилок. Звідси випливає те, що недоцільно казати про точність висот з міліметровою точністю, яка надана у спеціально розроблених нормативах [1]. Точність висот в 1-2 дециметра ближча до дійсної.

Проектні креслення надано в двох типах: фронтальні (вертикальні) та горизонтальні (планові). З планових креслень було визначено проектні відстані між проекціями осей куполів з якими співпадають координати надкупольних яблук, та сторонами фундаменту. З фронтальних креслень було визначено проектні висоти верха цокольних плит та надкупольних яблук.

Виконавче знімання дозволило провести порівняння просторового розташування характерних точок собору з проектними даними.

Оцінка схожості ідентичних розмірів знятих з проекту реставраторів та отриманих з виконавчого знімання приведена у табл. 2. В деяких випадках розходження малі, а інколи досягають значних з геодезичної та фотограмметричної точок зору, величин.

Рис. 5 - Розташування характерних точок собору

Можна побачити у табл. 2, що планові розміри співпадають з проектними краще ніж висотні. Цьому є пояснення. При вибуху фундамент був порушений менше, ніж верхня частина ссобору, яка перетворилася у купи цеглин, що можна побачити на післявоєнних знімках. З семи куполів собору в натурі залишився тільки один рис.1, з надкупольним яблуком під номером 2001. Висота цього надкупольного яблука включалася в основу при дослідженні архівних знімків для визначення розмірів вже неіснуючого собору. Інші опорні точки на архівних знімках вибиралися на сусідніх спорудах заповідника з рахунком того, що їх положення після вибуху не змінилося.

Дослідження виконувалися фотограмметричним способом під керівництвом професора Сердюкова В.М. В той час Катушков В.О. був відповідальним виконавцем науково-дослідної роботи по відродженню собору і разом з кібернетиком КДУ ім. Т.Г. Шевченко Б.П. Довгим розробив та запустив

комп'ютерну програму для обчислення архівних знімків. Отримані висоти [2] так саме трохи не співпадають з проектними та натурними які надані у табл. 2.

Ці різниці мають невеликі величини, які на спільну картину відбудованого собору не впливають.

Таблиця 2.

Порівняльні розміри Успенського собору Києво-Печерської лаври

Планові, м				**Висотні, м**			
Відстані	Проект	Натура	Різниця	Точки	Проект	Натура	Різниця
2001 – 11	37.35	37.17	0.18	2001	32.65	33.44	0.79
11 – 21	44.1	44.73	0.63	181	31.33	32.33	1.00
21 –184	37.35	37.29	0.06	182	37.09	38.43	1.34
31 – 41	44.1	45.81	0.71	183	31.86	32.23	0.37
2001 – 181	24.5	24.35	0.15	184	32.93	34.28	1.35
181 – 183	33.10	33.20	0.10	185	36.03	36.66	0.63
183 – 184	24.5	24.14	0.36	186	47.32	47.84	0.52
184 – 2001	33.1	33.86	0.76	цоколь	0~0.3	0	±0.3
		$СКП_{лан}$=	±0.18			$СКП_{висота}$=	±0.39

Висновки.

Практично, відрізнити теперішній собор від висадженого у повітря в 1941 р., дивлячись на архівні знімки та теперішню споруду, неможливо. З цього можна зробити висновок що відроджений у 2001 р. собор є копією попереднього і продовжує втрачену на якійсь час історію собору який був побудований 10 віків назад.

Розглянутий метод геодезичного забезпечення без закріплення точок стояння дозволив значно скоротити час проведення польових робіт. Дав можливість при скороченому часі зібрати потрібну кількість характерних точок історичної споруди, на стіни якої треба викреслити високоточні фронтальні плани.

Слід додати що креслень собору у архівних матеріалах зовсім не збереглося. Задача вирішувалася аналітичним шляхом за вимірами негативів архівних знімків, та їх обчисленням на побудованому програмному забезпеченні на новому, в той час комп'ютерному обладнанні.

Методи сучасної цифро - аналогової фотограмметрії дозволили опрацювати звичайні архівні фотознімки, знайти невідомі елементи внутрішнього та зовнішнього орієнтування невідомих нам зйомочних фотоапаратів. Допомогти реставраторам практично по новому підійти до відновленню або точніше – народженню Києва Печерського Успенського собору, передати новому поколінню людства пам'ятку архітектури, яка ніколи не буде старою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.

1. Руководство по применению фотограмметрических методов для составления обмерных чертежей инженерных сооружений. М:. Стройиздат, 1984, 312 С.
2. Опыт составления архитектурных чертежей по архивным снимкам. Сердюков В.М., Патыченко Г.А., Катушков В.А. Геодезия и картография, № 9, 1985, с. 38-41.
3. Визначення оптимального типу і розміру площинних марок, що застосовуються під час калібрування наземних лазерних сканерів. Сосса Б.Р., Інженерна геодезія, №65, 2018, с. 227-238.
4. Співвідношення між очікуваною точністю наземного лазерного сканування та вимогами до точності виконання інженерно-геодезичних робіт. В.О. Катушков, Р.В. Шульц, Б.Р. Сосса. Містобудування та територіальне планування: науково-технічний збірник., №44, 2012, К., КНУБА, с. 238-248.
5. Investigations about the accuracy of target measurement for deformation monitoring / Alba M., Roncoroni F., Scaioni M. // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B5. Beijing 2008. – Beijing, 2008. – с. 1053 – 1059.
6. Integration of Laser Scanning and Photogrammetry for Heritage Documentation. / Institut fur Photogrammetrie der Universitat Stuttgart, Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) 2006. – Stutgart, 2006. – 98 p.
7. Surveying and Monitoring for Vulnerability Assessment of an Ancient Building [Електронний ресурс] / L. Fregonese, G. Barbierim L. Biolzi, M. Bocciarelli, L. Tafferelli. // SENSORS. – 2013. – № 8. – с. 9747 – 9773. – http://www.mdpi.com/1424-8220/13/8/9747.
8. Горизонтальная съемка застроенных территорий методом блочной тахеометрии. Карпинский Ю.О., Гордышев С.И. Инженерная геодезия, Вып. 34 – 1991, с. 59 - 61.

doctor of technical sciences, Professor **Katushkov Volodimir,**
Kyiv national university of construction industry and architecture,
PhD., associate Professor **Sossa Bogdan,**
Kyiv state trade and economic university,

GEODETIC JUSTIFICATION IN THE RESEARCH OF HISTORICAL HERITAGE MONUMENTS

The technology of modern geodetic support networking of architectural and historical monuments depends on the geodetic equipment available at the enterprise. The using of a reflectorless total station to determine the coordinates of characteristic points of an orthodox cathedral with simplified technology without station points fixing on the earth's surface is considered. The basement points and over-domed frame points are taken as definitive as they are visible well from all sides.The spatial coordinates are computing via consistent traverse and inverse solutions in the field. Those points are needed in further horizontal and frontal (facade) plans making.

The Assumption Cathedral was blown up in 1941. Until 2001, it was preserved. Of the seven towers of the cathedral, only one tower survived. The foundation of the cathedral was not completely destroyed, which made it possible to restore the basement.

No archival drawings of the cathedral have survived at all. During the restoration, a search was conducted for archival photographs, which allowed using applied photogrammetry to determine the external dimensions of the destroyed part of the cathedral, to draw up design documentation, and to practically rebuild the destroyed part.

Key words: station; characteristic points; dome domes; basement corner points; over-domed frames; frontal and horizontal plans.

REFERENCES

1. Guidance on the application of photogrammetric methods of engineering blueprints. M:. Stroiizdat, 1984, 312 s. {in Russian}

2. Experience in preparing architectural drawings on archival images. Serdyukov V.M., Patychenko G.A., Katushkov V.A. Geodesy and cartography, no. 9, 1985, pp. 38-41. {in Russian}

3. Determination of the optimal type and size of Planar marks that are used during the calibration of terrestrial laser scanners. Sossa B., engineering surveying, no. 65, 2018, s. 227-238. {in Ukranian}

4. The relationship between the expected accuracy of terrestrial laser scanning and requirements to accuracy of performance engineering and surveying. V. Katuskov, R. Schultz, B. Sosso. Urban planning and territorial planning: scientific and technical collection., No44, 2012, k., 2012, KNUBA, 238-248. {in Ukranian}

5. Investigations about the accuracy of target measurement for deformation monitoring / Alba M., Roncoroni F., Scaioni M. // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B5. Beijing 2008. – Beijing, 2008. – c. 1053 – 1059. {in England}

6. Integration of Laser Scanning and Photogrammetry for Heritage Documentation. / Institut fur Photogrammetrie der Universitat Stuttgart, Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) 2006. – Stutgart, 2006. – 98 p. {in England}

7. Surveying and Monitoring for Vulnerability Assessment of an Ancient Building [Електронний ресурс] / L. Fregonese, G. Barbierim L. Biolzi, M. Bocciarelli, L. Tafferelli. // SENSORS. – 2013. – No 8. – C. 9747 – 9773. – http://www.mdpi.com/1424-8220/13/8/9747.{in England}

8. T-block method of horizontal surveying of built-up areas. Karpinski Y., Gordyshev S. Engineering Geodesy, ISS. 34-1991, pp. 59-61. {in Russian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.610-626
УДК 528.4

Ph.D **Кінь Д.О.,**
kin.do@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-0185-2534,
канд. тех. наук, доцент **Лазоренко Н. Ю.,**
lazorenko.niu@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1572-4947,
д. т. н., професор **Карпінський Ю.О.,**
karpinskyi.iuo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1572-4947,
Київський національний університет будівництва та архітектури,
Скорик М.А.,
m.a.skoryk@gmail.com, ORCID: 0009-0008-0354-7593,
Державний університет «Житомирська політехніка,
канд. тех. наук, доцент **Медведський Ю. В.,**
medvedskyi.iuv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0342-7088,
Київський національний університет будівництва та архітектури

МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ SLAM-ТЕХНОЛОГІЇ У ТОПОГРАФІЧНОМУ КАРТОГРАФУВАННІ

Метою дослідження є розробити та апробувати технологічну схему застосування SLAM-технології для створення та оновлення цифрових топографічних планів масштабу 1:500 – 1:5000 за допомогою методу одночасної локалізації та картографування (далі – Simultaneous Localization and Mapping, SLAM) на території містечка Київського національного університету будівництва і архітектури (далі – КНУБА).

Авторами статі запропоновано комбіновану методику виконання топографічної зйомки за допомогою мобільного наземного лазерного сканування, описано порядок збирання та опрацювання геопросторових даних SLAM-сканером. Також були проаналізовані фактори, що впливають на точність реєстрації хмари точок, а саме тривалість сесії зйомки та наявність рухомих об'єктів на території робіт.

Отримана хмара точок з урахуванням побудови геодезичної основи, визначених опорних та контрольних точок, виконаної оптимізації у програмному засобі LixelStudio, відповідає вимогам чинному Порядку топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500.

Ключові слова: SLAM; геоінформаційні технології; топографія; тривимірне моделювання; цифрова модель поверхні; геопросторові дані.

Постановка проблеми. Технологія одночасної локалізації та картографування (далі – Simultaneous Localization and Mapping, SLAM) набуває

поширення у використанні її серед виробників геопросторових даних, як один із ефективних мобільних наземних методів збирання даних про об'єкти місцевості. Діючий Порядок топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500, який затверджений наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 17.04.2025 № 1675 [1], передбачає використання технології мобільного наземного сканування, проте не містить положення щодо конкретно технології SLAM як методу збирання геопросторових даних у порівнянні з тахеометричним методом, GNSS-спостереженнями, аерозйомкою, лазерним скануванням. Зважаючи на це, виконавець та/або замовник має бути готовий обґрунтувати його застосування у технічному проєкті.

У цій роботі SLAM-технологія інтерпретована як один із методів мобільного лазерного сканування і розглядається з метою дослідження можливості застосування цього методу у топографічному картографуванні.

Аналіз досліджень та публікацій по темі дослідження. Питання застосування технології SLAM у топографо-геодезичних роботах є на сьогодні актуальним, оскільки в останніх дослідженнях [2-10] продемонстровано ефективність цього наземного мобільного методу збирання геопросторових даних. Наприклад, у роботі [2] наведено один із перших системних аналізів технології SLAM для завдань топографії. Автори задекларували оцінку точності планового і висотного положення точок хмари 3-5 см при площах території до 2000 м², порівнюючи з стаціонарним наземним лазерним скануванням (далі – НЛС). Підтверджено високу прецизійність та достатню щільність хмар точок для побудови цифрових моделей місцевості. SLAM є повноцінним інструментом для оперативного картографування міських забудованих територій і оновлення топографічних планів. Одним із суттєвих обмежень технології, які були виявлені це накопичення похибок на великих територіях (від 0,5 га) без замикання маршруту (loop closure).

У роботі [3] виконано порівняння точності між SLAM-сканерами (NavVis, Leica BLK2GO) та статичними TLS. Середнє відхилення між отриманими моделями становило 1–3 см. При збільшенні площі зйомки накопичуються також похибки, особливо без вимірювання контрольних точок. Автори зауважили, що технологія SLAM може замінити НЛС у топографічних зйомках закритих та щільнозабудованих територій (будівельні комплекси, промислові об'єкти). Для забезпечення вимог до результатів топографо-геодезичних робіт відкритих просторів місцевості потрібно визначити опорні та контрольні точки.

Автори роботи [4] встановили, що висока щільність хмар точок дала можливість отримати детальні цифрові моделі рельєфу (ЦМР) навіть при щільній рослинності. Також SLAM-сканер ефективний для завдань топографії в

умовах обмеженого GNSS-сигналу (на лісистій або забудованій території, або в тунелі).

У роботі [5] визначено, що оптимально застосовувати SLAM для оновлення топографічних планів або мобільного картографування забудови територій, але разом з тим ця технологія вимагає ретельного опрацювання хмари точок у спеціалізованому програмному забезпеченні, яке розробляється та постачається виробником сканерів.

Науковці [6] вперше запропонували використання SLAM-сканера для оновлення національних баз топографічних даних. За результатами виконаного дослідження було підтверджено, що SLAM дає можливість оперативно перевіряти зміни на місцевості без виконання повної повторної зйомки території.

У дослідженні [7] авторами було розроблено інтегровану схему використання методів SLAM-сканування, фотограмметрії та GNSS-технологій для виконання кадастрових і топографічних робіт, зокрема для моделювання об’єктів нерухомості.

Метою статті є розробити та апробувати технологічну схему застосування SLAM-технології для створення та оновлення цифрових топографічних планів масштабу 1:500 – 1:5000 відповідно до зазначеного Порядку [1].

Виклад основного змісту дослідження. Відповідно до Порядку [1] було запроєктовано топографо-геодезичні роботи з лазерного сканування на території третього геодезичного навчального корпусу та гуртожитку № 4 КНУБА за адресом вулиця Освіти, 5, м. Київ, 03037. Об’єкт дослідження характеризується складною просторовою конфігурацією, що унеможливлювала збір даних лише одною сесією. Основною перешкодою була наявність двох суцільних огорож висотою до 2 метрів. Ці перешкоди створили методологічну проблему для технології SLAM:

1) огорожі блокували значну частину лазерних променів, створюючи великі «мертві зони» та «розриви» у хмарі точок;

2) сканування вздовж довгої лінійної, позбавленої унікальних геометричних елементів будівлі, що є аналогічною проблемою «довгого коридору». У таких умовах метод SLAM позбавлений достатньої кількості унікальних ознак для забезпечення прецизійності та точності, що значно підвищує ризик накопичення похибок позиціонування. З урахуванням положень щодо організації робіт з лазерного сканування, контролю якості даних, порядку роботи у спеціалізованому програмному забезпеченні було розроблено методику застосування SLAM-технології для створення та оновлення цифрових топографічних планів масштабу 1:500 – 1:5000 (рис. 1).

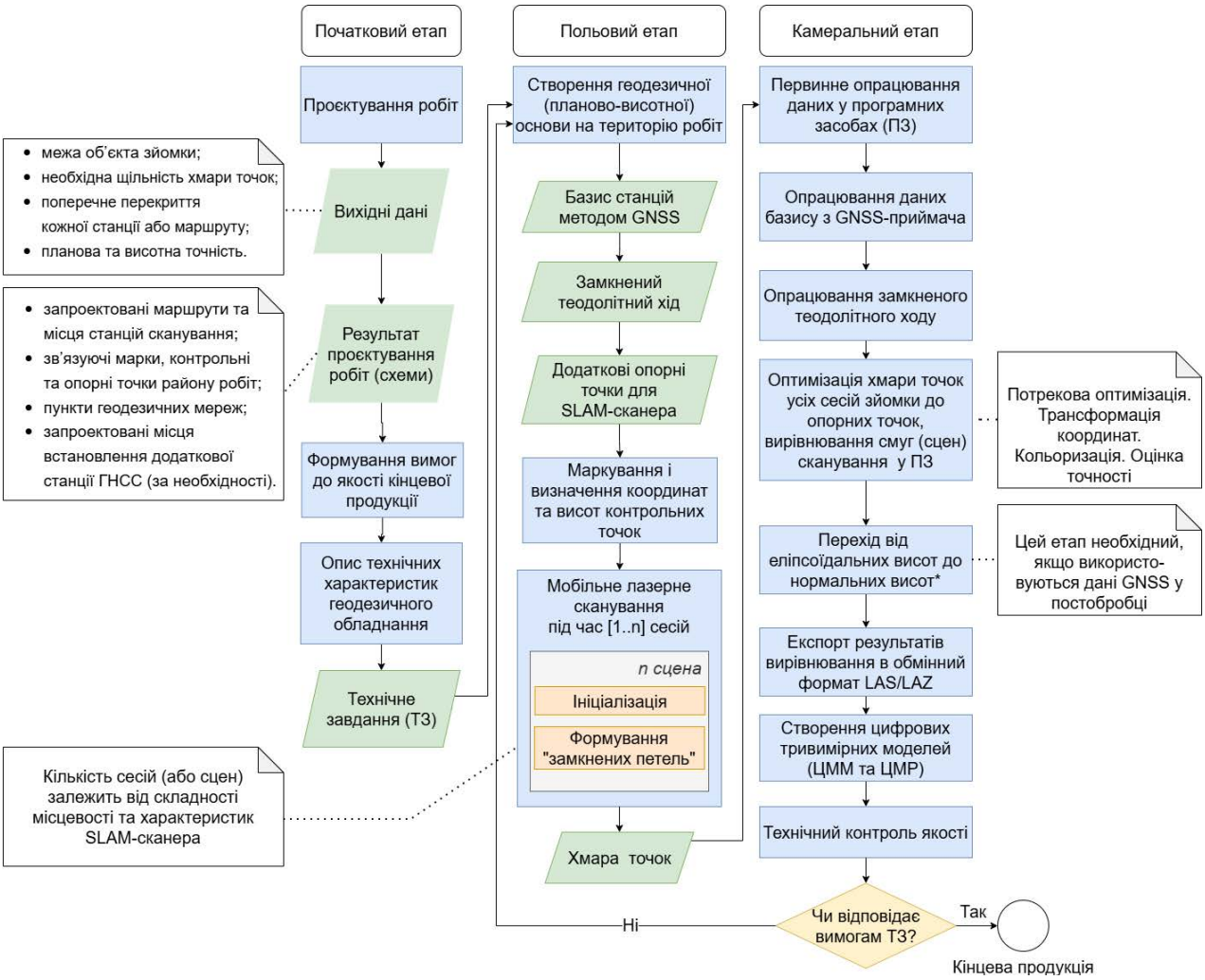


Рис. 1. Методика застосування SLAM-технології для створення та оновлення цифрових топографічних планів масштабу 1:500 – 1:5000

Для виконання дослідження була застосована комбінована методика, що поєднує технологію мобільного лазерного сканування (далі – МЛС) на базі SLAM та класичні тахеометричні вимірювання для створення геодезичної основи. Визначені параметри та технічні характеристики мобільного лазерного сканера з метою проєктування робіт наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Параметри та технічні характеристики мобільного лазерного сканера

Назва характеристики	Значення
щільність отримуваної хмари точок в межах 10 м від треку сканування: - на твердих поверхнях (асфальт, тротуарна плитка); - на рослинному покритті (газон).	 - не менше 5000/м² - не менше 2000/м²
швидкість вимірювань, точок в секунду;	320 000 точок/ с
максимальна дальність вимірювань, метрів;	120 м
мінімальна дальність вимірювань, метрів;	0,5 м
робоча зона по вертикалі, градусів;	270 º
робоча зона по горизонталі, градусів;	360º
роздільна здатність сканування, кількість ліній;	16

Основним інструментом для збирання геопросторових даних був використаний портативний лазерний сканер Lixel L1, також представлений в Україні компанією AlphaGEO під назвою SLAM R100. Ця система інтегрує 16-променевий LiDAR-сенсор з ефективною дальністю сканування до 120 м. Сканер забезпечує збір хмари точок з частотою 320 000 точок/с у режимі реального часу, маючи задекларовану виробником відносну точність планового положення точок 1,5 см та абсолютну точність планового положення точок (за наявності опорних та контрольних точок) – менше 5 см.

оле зору сенсора становить 360º по горизонталі та 270 º по вертикалі, що мінімізує «мертві зони» під час руху оператора. Позиціонування системи базується на інтеграції даних LiDAR, інерціального вимірювального блоку (IMU) та візуальної одометрії (Visual SLAM). Планово-висотна геодезична основа та окрема мережа контрольних точок були створені за допомогою електронного тахеометра SOUTH NTS-355R. Цей інструмент забезпечує кутову точність 5" та лінійну точність при роботі з призмою 2 мм + 2 ppm. Для доповнення отриманої хмари точок значеннями яскравості геопросторових об’єктів у природніх кольорах RGB використовувалась зовнішня панорамна камера Insta360 One RS 1-Inch 360 Edition, яка записувала сферичне відео синхронно з процесом сканування.

Враховуючи зазначені обмеження на території робіт, було прийнято методологічне рішення відмовитися від єдиної, довготривалої та потенційно нестабільної сесії. Натомість, зйомка була розділена на чотири окремі сцени з відповідними треками (рис. 2).

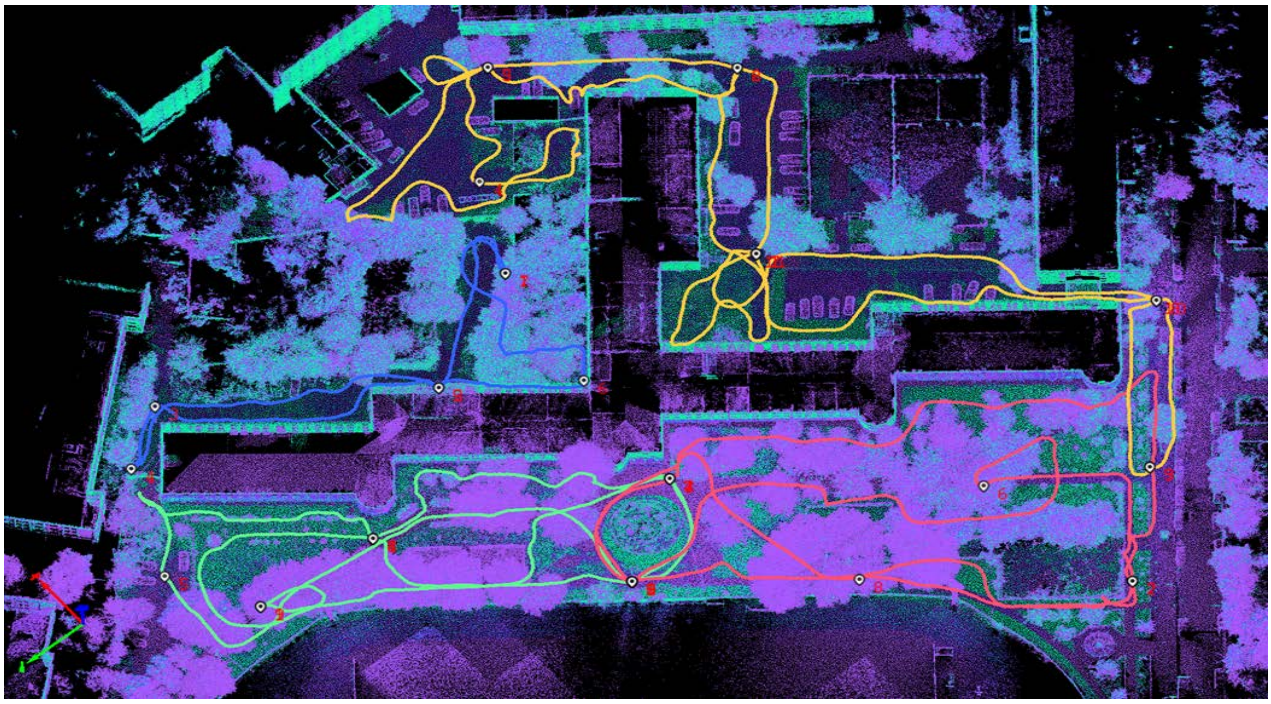


Рис. 2. Схема треків виконаного мобільного лазерного сканування

Кожен трек планувався та виконувався відповідно до сталих практик SLAM-технології, які рекомендовані виробником обладнання. Початок сканування виконувався у статичному положенні в зоні, де зосереджені унікальні геометричні елементи будівель, наприклад, їх кути, уникаючи при цьому рухомих об’єктів, низької рослинності та відкритих просторів. Було забезпечено прокладання замкнених маршрутів з урахуванням постійного перекриття між сусідніми сценами сканування. Завершальним етапом кожного треку було повернення оператора у вихідну точку та створення замкненого контуру (повторного сканування треку орієнтовно 15 метрів), що є критично важливим для внутрішньої оптимізації траєкторії SLAM та корекції даних IMU у ПЗ LixelStudio.

Збирання хмари точок відбувалось у локальній системі координат проєкту, геодезична основа на територію робіт була побудована у системі координат МСК-80 (UCS-2000 / LCS-80 Kyiv city, EPSG:9864). Процес опрацювання даних геодезичної основи було виконано у середовищі ПЗ Digitals, модуль Geodesy. Процес опрацювання хмари точок у ПЗ LixelStudio V3.1.1.1 був виконаний у чотири основні етапи:

1) Потрекова оптимізація. Кожен з чотирьох треків був опрацьований індивідуально у модулі 'Project Processing', застосовуючи функції оптимізації, такі як замикання контуру (start-to-end loop closure) та вилучення динамічних об’єктів (dynamic object removal). Це дозволило покращити загальну узгодженість маршрутів та підвищити точність остаточної цифрової моделі.

2) Трансформація/перетворення координат на основі опорних точок з локальної системи координат сканера в задану систему координат, наприклад, місцеву систему координат, похідну від УСК-2000 (МСК-80). У цьому дослідженні використовувався метод на основі наземних опорних точок (GCP). Для цього до проєкту було підключено підготовлений .txt файл. Дані про контрольні точки не лише призначені для трансформації/перетворення, але й для підвищення точності самого SLAM-сканування, що забезпечує підвищення точності координат отриманої хмари точок.

3) Кольоризація. До результуючої зшитої хмари точок були додані дані яскравості RGB, отримані зі сферичного відео з камери Insta360. Процес, реалізований у LixelStudio, синхронізуючи часові мітки відео та оптимізовану траєкторію SLAM для коректного проєктування кольорів на точки.

4) Оцінка точності. Після завершення опрацювання даних проєкту виконано перевірку точності отриманої хмари точок за допомогою інструменту «Accuracy check» (рис. 3). Ця функція дає можливість кількісно оцінити якість отриманої моделі шляхом порівняння координат контрольних точок (checkpoints) у хмарі з їхніми еталонними (істинними) координатами.

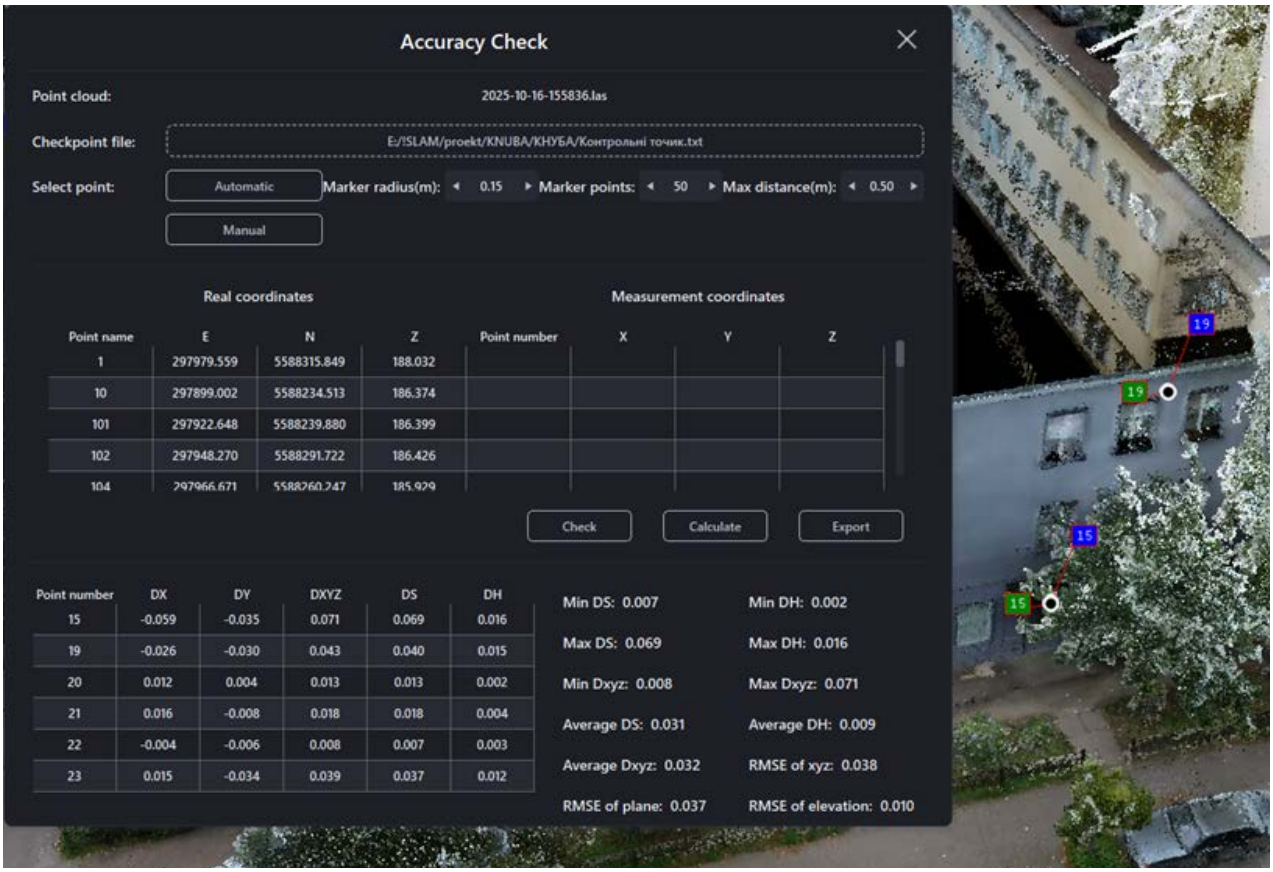


Рис. 3. Фрагмент інтерфейсу інструменту «Accuracy Check»
Трек 4 (ID: 2025-10-16-155836)

У дослідженні використовувався режим «Manual point selection» (Ручний вибір точок), який призначений для випадків, коли на об'єкті не використовувалися спеціальні світловідбивні марки. Процес верифікації включав такі етапи:

1) У модуль було імпортовано підготовлений файл контрольних точок (.txt або .csv).

2) Після активації режиму «Manual point selection», оператор послідовно обирав відповідні контрольні точки безпосередньо у вікні 3D-відображення хмари точок. Програмне забезпечення автоматично зіставляло обрану точку з найближчою контрольною точкою із завантаженого файлу та присвоювало відповідний тег.

3) Для обчислення середньоквадратичної похибки (далі – СКП) планового і висотного положення точок у хмарі було обрано 27 контрольних точок. Після виконання операції «Calculate», програмним комплексом було автоматично розраховано різниці координат (DX, DY, DZ), похибку на площині (DS), а також мінімальні, максимальні, середні значення та середньоквадратичну похибку планового і висотного положення точок.

Кінцевим результатом цього етапу є згенерований звіт про перевірку точності, який документує точність результуючої хмари точок відносно контрольних даних.

Звіт про оцінку точності для цього треку показав наступні результати на контрольних точках: СКП планового положення точок – 0,017 м, СКП висотного положення точок – 0,019 м. Ці значення перевищують заявлену виробником точність (< 5 см).

Важливо розрізняти цей звіт про оцінку точності та звіт про оптимізацію, який ПЗ LixelStudio генерує після оптимізації. Звіт про оптимізацію для того ж Треку 1 показує СКП планового положення точок – 0,023 м та СКП висотного положення точок – 0,019 м. Натомість, звіт про оцінку точності, обчислений на контрольних точках є об’єктивним показником абсолютної точності хмари точок.

Для об’єктивного аналізу факторів, що впливають на точність хмари точок SLAM-сканера, (тривалість сканування, динамічні об'єкти) встановлено еталонну точність, досяжну в оптимальних умовах для зазначеного апаратно-програмного комплексу та розробленої методики.

Для цього був обраний Трек 1 (ID: 2025-11-06-200622). Цей трек мав помірну тривалість 705 с (11,75 хв), що значно нижче рекомендованого ліміту у 1200 с (20 хв), та виконувався у сприятливих умовах з достатньою кількістю унікальних геометричних ознак та без рухомих об’єктів (табл. 2).

Таблиця 2

Зведені параметри треків сканування та результати точності за даними контрольних точок

ID Треку	№ Треку	Тривалість (с)	Умови сканування	СКП планового положення (м)	СКП планового висотного (м)
2025-11-06-200622	Трек 1	705	Еталон (Оптимальні)	0,017	0,019
2025-11-06-195046	Трек 2	792	Оптимальні	0,016	0,018
2025-10-16-154620	Трек 3	403	Оптимальні	0,032	0,011
2025-10-16-155836	Трек 4	916	Оптимальні	0,032	0,012
2025-10-16-151227	Трек 5	1186	Проблема: Інтенсивний рух людей	0,065	0,111
2025-11-06-192324	Трек 6	1372	Проблема: Перевищення часу (>1200 с)	0,029	0,082

Вплив тривалості сесії на точність результатів. Аналіз треку 2025-11-06-192324 (Трек 6) дозволяє кількісно оцінити вплив тривалості сесії

на точність. Тривалість сканування цього треку склала 1372 с (22,87 хв). Це на 14% (172 с) перевищує рекомендований виробником максимальний час сканування у 1200 с (20 хв), який пов'язаний з накопиченням похибок системи IMU. Порівняно з еталонним Треком 1, СКП планового положення Треку 6 погіршилася з 0,017 м до 0,029 м, а СКП висотного положення Треку 6 – з 0,019 м до 0,082 м.

Таким чином, перевищення рекомендованого 20-хвилинного ліміту сканування безпосередньо призводить до накопичення похибок IMU і погіршення точності висотного положення хмари точок, що потребує окремого дослідження.

Вплив рухомих об'єктів на точність результатів. Аналіз треку 2025-10-16-151227 (Трек 5) демонструє інший фактор впливу – сканування рухомих об'єктів. Тривалість цього треку 1186 с (19,77 хв) є в межах рекомендованого часового ліміту. Однак, згідно з даними хмари точок, під час зйомки на маршруті спостерігався інтенсивний рух людей (рис. 4).

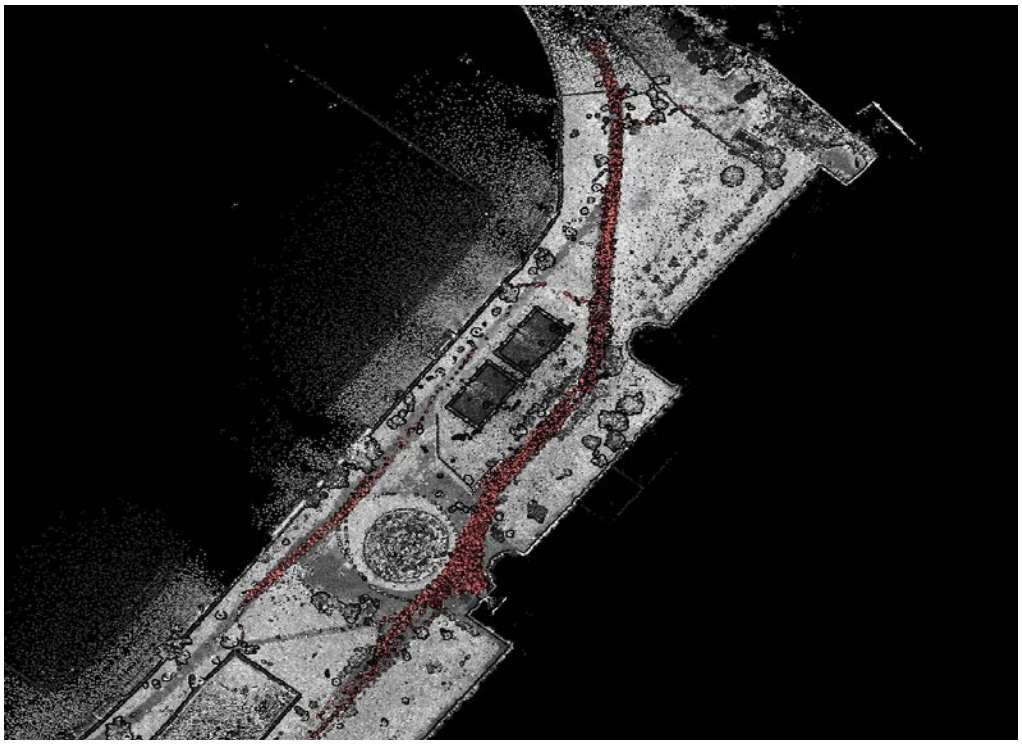


Рис. 4. Фрагмент хмари точок, де спостерігався інтенсивний рух людей

Слід зазначити, що Трек 5 (наявні рухомі об'єкти) та час збору даних до 20 хв показав значно гірші результати, ніж Трек 6 (довша тривалість сесії), за двома СКП: у плановому положенні 0,065 м > 0,029 м; у висотному – 0,111 м > 0.082 м. Це пояснюється тим, що технологія SLAM базується на фундаментальному припущенні про статичність навколишнього середовища.

Сканер визначає власне положення ("L" – Localization) шляхом зіставлення поточних сканів з попередньо створеним планом ("M" – Mapping) статичних об’єктів. Це пов'язано з тим, що рух об'єктів призводить до «помилкових співставлень» (mismatching) та «зміни структури сцени», що прямо порушує логіку методу [10]. Коли сканер реєструє рухомий об'єкт, він не може коректно визначити, чи рухається цей об'єкт відносно статичної карти, чи сам сканер невірно визначив своє положення.

Отже, наявність інтенсивного руху людей є більш критичним фактором впливу на точність результатів для SLAM-сканера, ніж перевищення рекомендованого часу сканування. Це підтверджує польове рішення про необхідність поділу території робіт на чотири сцени.

Дані про інтенсивність відбиття лазерного променю, які реєструються сканером, дозволяють чітко розпізнавати поверхні об’єктів та їх характеристики, в тому числі і такі як колодязі інженерних комунікацій і бортовий камінь проїжджих частин вулиць та тротуарів (рис. 5, рис. 6).

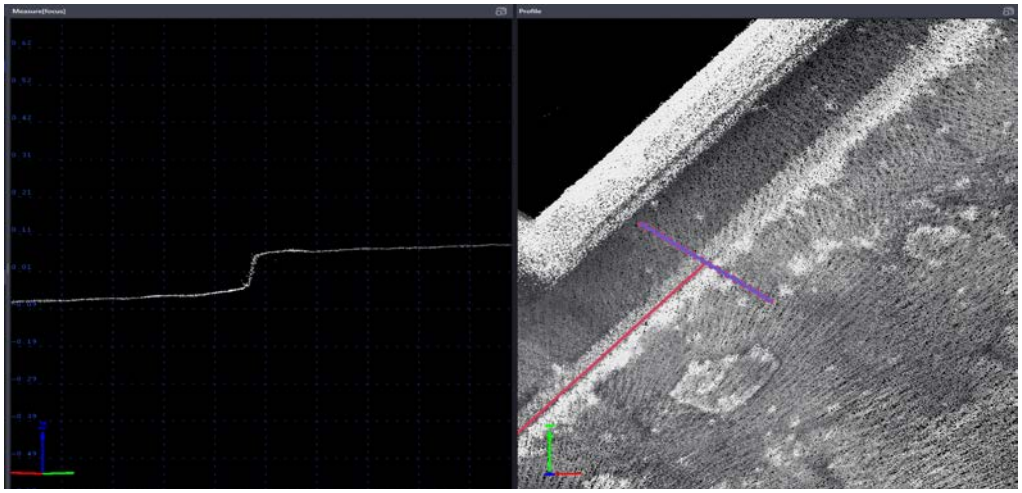


Рис. 5. Фрагмент хмари точок бортового каменю проїжджої частини вулиці

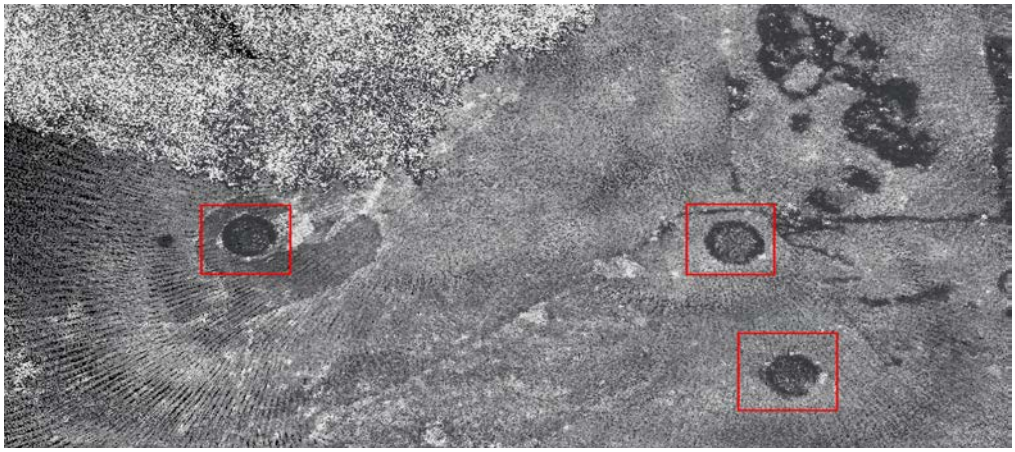


Рис. 6. Фрагмент хмари точок колодязів інженерних комунікацій

На основі даних про 27 контрольні точки з чотирьох файлів визначено (табл. 3):

– загальне СКП планового положення точок – 0,025 м;
– загальне СКП висотного положення точок – 0,016 м.

Таблиця 3

Контрольні точки та їх точність планового та висотного положення

№	X, м	Y, м	Z, м	СКП планового положення, м (DS)	СКП висотного положення, м (DH)	Файл хмари точок
1	5588315.839	297979.553	187.959	0.023	0.039	2025-11-06-200622.las
2	5588309.459	297974.237	188.422	0.012	0.028	2025-11-06-200622.las
3	5588293.281	297960.721	188.626	0.005	0.000	2025-11-06-200622.las
4	5588289.404	297953.448	186.577	0.016	0.010	2025-11-06-200622.las
5	5588280.587	297955.393	188.243	0.013	0.006	2025-11-06-200622.las
6	5588271.499	297927.306	186.407	0.022	0.015	2025-11-06-200622.las
7	5588259.799	297944.398	188.022	0.009	0.020	2025-11-06-200622.las
8	5588251.654	297937.711	188.150	0.015	0.000	2025-11-06-200622.las
9	5588238.388	297926.954	188.856	0.026	0.017	2025-11-06-200622.las
9	5588238.388	297926.954	188.856	0.011	0.017	2025-11-06-195046.las
10	5588216.664	297920.450	188.280	0.015	0.007	2025-11-06-195046.las
11	5588244.767	297900.680	186.205	0.015	0.027	2025-11-06-195046.las
12	5588213.280	297887.910	188.056	0.004	0.021	2025-11-06-195046.las
13	5588196.770	297869.732	188.054	0.024	0.006	2025-11-06-195046.las
14	5588163.678	297884.503	188.962	0.018	0.022	2025-11-06-195046.las
15	5588154.763	297891.565	189.167	0.066	0.011	2025-10-16-155836.las
16	5588149.483	297903.953	189.431	0.034	0.016	2025-10-16-155836.las
17	5588288.337	297976.923	187.894	0.010	0.020	2025-10-16-154620.las
18	5588152.266	297900.457	189.392	0.023	0.003	2025-10-16-155836.las
19	5588156.961	297904.222	189.300	0.036	0.009	2025-10-16-155836.las
20	5588208.105	297935.134	188.326	0.011	0.006	2025-10-16-155836.las
21	5588221.868	297946.902	188.388	0.003	0.023	2025-10-16-155836.las
22	5588204.134	297956.830	189.930	0.007	0.003	2025-10-16-155836.las
23	5588196.602	297999.239	187.855	0.029	0.014	2025-10-16-155836.las
24	5588227.937	297990.174	187.595	0.039	0.001	2025-10-16-154620.las
25	5588237.118	297949.697	187.765	0.038	0.002	2025-10-16-154620.las
26	5588272.564	297971.543	187.461	0.004	0.014	2025-10-16-154620.las
27	5588305.028	297990.814	187.704	0.044	0.001	2025-10-16-154620.las

За результатами перевірки середні квадратичні похибки визначення координат точок лазерних відображень, отриманих в результаті вирівнювання, не перевищували величини, визначені у Порядку [1] (табл. 4).

Також абсолютна точність хмари точок, яка була створена у цьому дослідженні, є вищою у порівняні з розглянутими раніше роботами, де автори також визначали та декларували точність їх цифрових моделей поверхонь (табл. 5).

Таблиця 4

Відповідність абсолютної точності результуючої хмари точок вимогам Порядку

Масштаб	Нормативні СКП планового положення (м)	Нормативні СКП висотного положення (м)	Абсолютні СКП планового положення (м)	Абсолютні СКП висотного положення (м)
1:500	≤ 0,10	≤ 0,05	0,025	0,016
1:1000	≤ 0,20	≤ 0,10	0,025	0,016
1:2000	≤ 0,30	≤ 0,10	0,025	0,016
1:5000	≤ 0,50	≤ 0,12	0,025	0,016

Таблиця 5

Абсолютні СКП за результатами застосувань SLAM-технології у топографічному картографуванні (за роботами [2-7])

Джерело	Як вимірювали точність	СКП планового положення на місцевості, м	СКП висотного положення, на місцевості, м	Умови зйомки
Chrbolková et al. 2025	СКП між SLAM і НЛС	0,02–0,03	0,03–0,04	Будівлі та споруди, інтер'єри
Chudá et al. 2020	Різниця координат опорних точок між SLAM і GNSS	0,02–0,05	0,05–0,07	Ліс, слабкий сигнал GNSS
Gharineiat et al. 2024	За 20-40 контрольними точками	0,02–0,05	0,03–0,06	Відкритий простір
Maset et al. 2025	СКП між SLAM і базою топографічних даних	< 0,02	< 0,03	Квартали щільнозабудованої території
Li et al. 2023	СКП між SLAM і GNSS	0,03	0,04	Забудована територія
Sammartano & Spanò 2018	СКП між SLAM і НЛС	0,03–0,05	0,05	Комплекс історичних будівель та споруди на території замку

Отримана хмара точок (рис. 7) дає можливість створювати та оновлювати цифрові топографічні плани масштабу 1:500-1:5000, і є цифровою моделлю поверхні, роботу з якою необхідно дослідити у геоінформаційному середовищі за допомогою технології моделювання геопросторових даних [11-13].

Рис.7. Фрагмент отриманою цифрової моделі поверхні за допомогою SLAM

Висновок. Відповідно до п. 49 розділу V Порядку [1] комплектність точок лазерних відображень, які були отримані за результатами виконаних робіт, забезпечена наявністю файлів точок лазерних відображень в обмінних форматах LAS/LAZ, метаданих моделі, звітів якості калібрування даних з програмного забезпечення (ПЗ LixelStudio), у якому виконувалось оброблення, програмних звітів порівняння точок лазерних відображень та контрольних точок (звіт з оцінки точності). У технічному проєкті обґрунтовано вибір методу, передбачено контроль якості, визначення опорних та контрольних точки, побудову геодезичної основи. Встановлено, що точність отриманих даних відповідає вимогам Порядку, наприклад, СКП планового положення – від 0,10 м на місцевості та СКП висотного положення – від 0,05 м на місцевості для масштабу 1:500.

SLAM-технологію можна використовувати для створення та оновлення цифрових топографічних планів масштабів 1:500–1:5000, за умови що ця технологія використовується як частина лазерного сканування чи мобільного сканування, який визнається Порядком.

Дослідження були виконані у рамках співпраці кафедри геоінформатики і фотограмметрії та кафедри інженерної геодезії КНУБА з ФОП Скориком Миколою Анатолійовичем.

Список джерел

1. Про затвердження Порядку топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 17.04.2025 № 1675 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0868-25#Text (дата доступу 01.11.2025 р.)

2. Sammartano, G., & Spanò, A. (2018). Point clouds by SLAM-based mobile mapping systems: accuracy and geometric content validation in multisensor survey and stand-alone acquisition. Applied geomatics, 10(4), 317-339. DOI: https://doi.org/10.1007/s12518-018-0221-7

3. Chrbolková, A., Štroner, M., Urban, R., Michal, O., Křemen, T., & Braun, J. (2025). A Comparative Study of Indoor Accuracies Between SLAM and Static Scanners. Applied Sciences, 15(14), 8053. DOI: https://doi.org/10.3390/app15148053

4. Chudá, J., Hunčaga, M., Tuček, J., & Mokroš, M. (2020). The handheld mobile laser scanners as a tool for accurate positioning under forest canopy. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*s, 43, 211-218. DOI: https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B1-2020-211-2020.

5. Gharineiat, Z., Tarsha Kurdi, F., Henny, K., Gray, H., Jamieson, A., & Reeves, N. (2024). Assessment of NavVis VLX and BLK2GO SLAM Scanner Accuracy for Outdoor and Indoor Surveying Tasks. *Remote Sensing*, 16(17), 3256. DOI: https://doi.org/10.3390/rs16173256.

6. Maset, E., Matellon, A., Gubiani, S., Visintini, D., & Beinat, A. (2025). Introducing SLAM-Based Portable Laser Scanning for the Metric Testing of Topographic Databases. *Remote Sensing*, 17(19), 3316. https://doi.org/10.3390/rs17193316

7. Li, M., Yang, B., & Chen, L. (2023). Application of Slam Technology in Integrated Surveying and Mapping of Real Estate. *Journal of Civil Engineering and Urban Planning,* 5(2), 1-9. DOI: https://dx.doi.org/10.23977/jceup.2023.050201.

8. Gomes, A., Araujo, R. Z., & de Oliveira, F. H. (2025, October). Accuracy Evaluation of Low-Cost and Professional UAS Orthomosaics for 2D/3D Urban Cadastre Mapping. In *FIG Joint Land Administration Conference*. URL: https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/fig/article/view/8830 (дата доступу 01.11.2025 р.)

9. Білявський М., Данилів Н. (2025). Цифрове картографування територій за допомогою технології SLAM: аналіз точності отриманих результатів. ISTCGCAP. Випуск 101, 2025, с. 5-16. DOI: https://doi.org/10.23939/istcgcap2025.101.005.

10. Zou, D., & Tan, P. (2012). Coslam: Collaborative visual slam in dynamic environments. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 35(2), 354-366. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2012.104

11. Klapa, P., Siejka, M. M., & Piaseczna, K. (2025). Synergy of BIM, GIS, and open-access geospatial data in 3D modelling for property management. *Reports on Geodesy*, 120, 40-55. https://doi.org/10.2478/rgg-2025-0015

12. Карпінський Ю.О. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних /Ю.О. Карпінський, А. А. Лященко, Н.Ю. Лазоренко, Д.О. Кінь – К.: КНУБА, 2023. – 302 с. URI: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/123456789/14205.

13. Лазоренко Н. (2025). Дослідження особливостей взаємодії між просторовими цифровими двійниками та базовими геопросторовими даними НІГД. *Містобудування та територіальне планування,* 90. С. 463-476. DOI: 10.32347/2076-815x.2025.90.463-476

PhD **Kin Danylo**,
PhD, Associate Professor **Lazorenko Nadiia**,
DSc, Professor **Karpinskyi Yurii**,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Skoryk Mykola,
Zhytomyr Polytechnic State University,
PhD, Associate Professor **Medvedskyi Yurii,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

METHOD OF APPLYING SLAM TECHNOLOGY IN TOPOGRAPHIC MAPPING

The aim of this study is to develop and test a technological workflow for applying SLAM technology to the creation and updating of digital topographic plans at scales 1:500–1:5000 using the method of Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) on the territory of the campus of Kyiv National University of Construction and Architecture (KNUCA). The authors propose a combined methodology for performing topographic surveying based on mobile terrestrial laser scanning, which integrates the advantages of modern portable SLAM systems and traditional geodetic techniques. The workflow for collecting, registering, and processing geospatial data obtained with a SLAM scanner is described in detail, as well as the procedures for geodetic referencing to the established control network.

Special attention is given to analyzing factors that influence the accuracy and stability of point cloud registration. In particular, it was determined that data quality

is significantly affected by the duration of the scanning session, the complexity of the survey path, the presence of moving objects within the survey area, and the density of laser returns in complex environments. Trajectory optimization and point cloud adjustment were performed in LixelStudio software using identified control and reference points. The results demonstrate that the resulting point cloud and derived models fully comply with the requirements of the current Procedure for Topographic Surveying at scales 1:5000, 1:2000, 1:1000, and 1:500, confirming the feasibility of practical implementation of SLAM technology for modern topographic and geodetic tasks.

Keywords: SLAM; geoinformation technologies; topography; three-dimensional modelling; digital surface model; geospatial data

REFERENCES

1. On approval of the Procedure for topographic surveying at scales of 1:5000, 1:2000, 1:1000 and 1:500: Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated 17 April 2025 No. 1675 – [Electronic resource]. – Access available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0868-25#Text (access date 01.11.2025) {in Ukrainian}

2. Biliavskyi M. & Danyliv N. (2025). Digital mapping of territories using SLAM technology: analysis of the accuracy of the results obtained. ISTCGCAP. Volume 101, 2025, p. 5-16. DOI: https://doi.org/10.23939/istcgcap2025.101.005. {in Ukrainian}

3. Chrbolková, A., Štroner, M., Urban, R., Michal, O., Křemen, T., & Braun, J. (2025).
A Comparative Study of Indoor Accuracies Between SLAM and Static Scanners. Applied Sciences, 15(14), 8053. DOI: https://doi.org/10.3390/app15148053. {in English}

4. Chudá, J., Hunčaga, M., Tuček, J., & Mokroš, M. (2020). The handheld mobile laser scanners as a tool for accurate positioning under forest canopy. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*s, 43, 211-218. DOI: https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B1-2020-211-2020. {in English}

5. Gharineiat, Z., Tarsha Kurdi, F., Henny, K., Gray, H., Jamieson, A., & Reeves, N. (2024). Assessment of NavVis VLX and BLK2GO SLAM Scanner Accuracy for Outdoor and Indoor Surveying Tasks. *Remote Sensing*, 16(17), 3256. DOI: https://doi.org/10.3390/rs16173256. {in English}

6. Gomes, A., Araujo, R. Z., & de Oliveira, F. H. (2025, October). Accuracy Evaluation of Low-Cost and Professional UAS Orthomosaics for 2D/3D Urban Cadastre Mapping. In *FIG Joint Land Administration Conference*. URL:

https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/fig/article/view/8830 (access date 01.11.2025). {in English}

7. Maset, E., Matellon, A., Gubiani, S., Visintini, D., & Beinat, A. (2025). Introducing SLAM-Based Portable Laser Scanning for the Metric Testing of Topographic Databases. *Remote Sensing*, 17(19), 3316. https://doi.org/10.3390/rs17193316. {in English}

8. Li, M., Yang, B., & Chen, L. (2023). Application of Slam Technology in Integrated Surveying and Mapping of Real Estate. *Journal of Civil Engineering and Urban Planning,* 5(2), 1-9. DOI: https://dx.doi.org/10.23977/jceup.2023.050201. {in English}

9. Sammartano, G., & Spanò, A. (2018). Point clouds by SLAM-based mobile mapping systems: accuracy and geometric content validation in multisensor survey and stand-alone acquisition. Applied geomatics, 10(4), 317-339. DOI: https://doi.org/10.1007/s12518-018-0221-7. {in English}

10. Klapa, P., Siejka, M. M., & Piaseczna, K. (2025). Synergy of BIM, GIS, and open-access geospatial data in 3D modelling for property management. *Reports on Geodesy*, 120, 40-55. https://doi.org/10.2478/rgg-2025-0015. {in English}

11. Zou, D., & Tan, P. (2012). Coslam: Collaborative visual slam in dynamic environments. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 35(2), 354-366. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2012.104. {in English}

12. Karpinskyi Y.O. Fundamentals of creating interoperable geospatial data. / Y.O. Karpinsky et al. Kyiv: KNUBA, 2023. 302 p. URI: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/123456789/14205. {in Ukrainian}

13. Lazorenko N. (2025). Research on the interaction between spatial digital twins and core reference data of the NSDI. *Urban development and spatial planning,* 90. p. 463-476. DOI: 10.32347/2076-815x.2025.90.463-476. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.627-642
УДК 528.8:504.5:711.4
к.геол.н. **Клипа А.В.,**
klypa.andrii@gmail.com, ORCID: 0009-0006-5565-5305,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
к.геол.н. **Стахів І.Р.,**
stakhivira@gmail.com, ORCID ID:0009-0007-3090-6988,
Андрушко О.О.,
andrushko.oleksandra.work@gmail.com, ORCID ID: 0009-0009-7860-924X,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ГІС І ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА МІСЬКІ ЛАНДШАФТИ

Розглянуто використання геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування для оцінки впливу воєнних дій на міські ландшафти. Запропоновано комплексний підхід, що поєднує багатоспектральні та радарні супутникові дані Sentinel-1 і Sentinel-2, інформацію про пожежі з VIIRS C2 та векторні шари OpenStreetMap. Використання інструментів ArcGIS Pro дозволило ідентифікувати просторові зони руйнувань, оцінити вплив на зелені насадження, транспортну й промислову інфраструктуру та створити карти інтенсивності пошкоджень. Розроблено інтегрований підхід до виявлення наслідків воєнних дій у щільно забудованих міських територіях, результати якого можуть бути використані для моніторингу стану довкілля та планування відновлення урбанізованих територій.

Ключові слова: геоінформаційні системи; дистанційне зондування; воєнні дії; просторовий аналіз; пожежі; міські ландшафти.

Постановка проблеми. Воєнні дії останніх років спричинили масштабні зміни в природному та урбанізованому середовищі, що вимагає розроблення нових підходів до їхнього моніторингу й оцінювання. Руйнування інфраструктури, пожежі, деградація зелених насаджень і екосистем формують комплексну екологічну загрозу, яка охоплює як природні, так і соціально-економічні аспекти функціонування міських територій. Оперативне виявлення цих змін і визначення просторових закономірностей руйнувань є важливою передумовою для планування відновлення міст і забезпечення екологічної безпеки.

Традиційні методи оцінювання стану довкілля не забезпечують достатньої деталізації та оперативності в умовах воєнних дій, що ускладнює прийняття управлінських рішень. У зв’язку з цим зростає значення

геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування Землі, які дозволяють інтегрувати багатоспектральні, радарні та векторні дані для просторового аналізу наслідків війни [1–4]. Поєднання цих методів створює можливість комплексної оцінки трансформацій міського середовища, визначення зон руйнувань та оцінювання ступеня впливу воєнних дій на природні та антропогенні компоненти урбанізованих ландшафтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження у сфері моніторингу наслідків воєнних дій доводять ефективність використання геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування для виявлення трансформацій природного та антропогенного середовища. Значна увага приділяється поєднанню даних різних типів — багатоспектральних, радарних і векторних — що забезпечує можливість комплексного аналізу об’єктів, ступеня руйнувань і просторових закономірностей змін [3, 4]. Такі підходи дозволяють оцінювати не лише фізичний стан інфраструктури, а й супутні екологічні наслідки, включаючи деградацію рослинного покриву, забруднення ґрунтів і зниження екосистемної стійкості територій.

Останні роки характеризуються активним розвитком методів обробки супутникових зображень Sentinel-1 і Sentinel-2, які довели свою ефективність у виявленні пошкоджень забудови, пожеж, підтоплень та інших проявів воєнного впливу [5–8]. Дані радарного зондування особливо цінні за умов хмарності та дії диму, коли оптичні знімки мають обмежену придатність. Завдяки високій частоті повторного знімання Sentinel-1 забезпечує можливість моніторингу динаміки руйнувань у часовому аспекті. Також значний потенціал мають дані VIIRS, які використовуються для реєстрації термічних аномалій і картування зон активних пожеж.

У низці праць доведено, що поєднання дистанційного зондування з аналітичними можливостями ГІС відкриває нові перспективи для оцінювання наслідків бойових дій у міському середовищі [9–12]. ГІС-платформи дозволяють інтегрувати супутникові, статистичні та векторні дані, здійснювати їхню просторову обробку, візуалізацію та моделювання. Це створює основу для формування карт пошкоджень, оцінки масштабу екологічних втрат і визначення пріоритетних напрямів відновлення територій.

Попри суттєвий прогрес, у наукових дослідженнях зберігаються методологічні проблеми, пов’язані з різнорідністю джерел даних, відсутністю єдиних стандартів обробки та обмеженими можливостями автоматизації процесів [13–16]. Зокрема, поєднання мультисенсорних даних часто супроводжується похибками геоприв’язки, різною просторовою роздільною здатністю та складністю об’єднання результатів у єдиному аналітичному середовищі. Окрім того, відсутність доступу до знімків надвисокої роздільної

здатності й польових верифікаційних даних обмежує точність оцінок у зонах активних бойових дій.

Новітні розробки у сфері машинного та глибокого навчання демонструють потенціал автоматизації процесів виявлення руйнувань і оцінювання інфраструктурних змін [17]. Використання алгоритмів класифікації, сегментації та нейронних мереж підвищує точність аналізу, проте потребує великих навчальних вибірок і спеціалізованих даних для адаптації до специфічних умов воєнного середовища. Це зумовлює актуальність створення інтегрованої методики, що поєднує переваги ГІС-технологій, дистанційного зондування та сучасних методів просторового аналізу для оцінювання впливу воєнних дій на міські ландшафти.

Мета дослідження. Метою дослідження є розроблення та апробація інтегрованого підходу до виявлення і просторового аналізу наслідків воєнних дій у межах міських ландшафтів із використанням інструментів геоінформаційних систем і технологій дистанційного зондування Землі.

Дослідження спрямоване на створення єдиної методологічної схеми, що забезпечує поєднання багатоспектральних, радарних і векторних даних для комплексного оцінювання масштабів руйнувань, впливу пожеж та змін у структурі міського середовища. Запропонований підхід дозволяє здійснювати аналіз просторових закономірностей пошкоджень, визначати критичні зони трансформацій і оцінювати вплив воєнних дій на зелені насадження, транспортну та промислову інфраструктуру.

Отримані результати мають практичне значення для формування аналітичних карт, визначення пріоритетних напрямів відновлення міських територій і вдосконалення систем екологічного моніторингу. Розроблений підхід може бути застосований до інших урбанізованих регіонів, що зазнали воєнного або техногенного впливу, з метою підвищення ефективності управління територіальним розвитком і планування заходів з екологічної реабілітації.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до поставленої мети, дослідження було спрямоване на практичну реалізацію інтегрованого підходу до оцінки наслідків воєнних дій у межах урбанізованих територій із використанням геоінформаційних технологій і даних дистанційного зондування Землі. У цьому розділі наведено методику збору, обробки та аналізу просторових даних, а також результати, що відображають просторово-часові закономірності руйнувань і змін у структурі міського середовища Часового Яру. Особливу увагу приділено поєднанню супутникових, векторних і аналітичних даних у єдиному середовищі ГІС для забезпечення комплексного аналізу екологічних та інфраструктурних наслідків збройного впливу.

Методологія дослідження. Дослідження проведено в межах міста Часів Яр (Донецька область, Україна) з метою комплексної оцінки трансформацій міського середовища, спричинених воєнними діями у 2024–2025 роках. Для аналізу використано багатоспектральні та радарні супутникові знімки Sentinel-1 і Sentinel-2, дані моніторингу пожеж із системи VIIRS C2, цифрову модель рельєфу, побудовану за матеріалами Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), а також векторні шари з OpenStreetMap, які забезпечили деталізоване представлення інфраструктурних об’єктів (рис. 1).

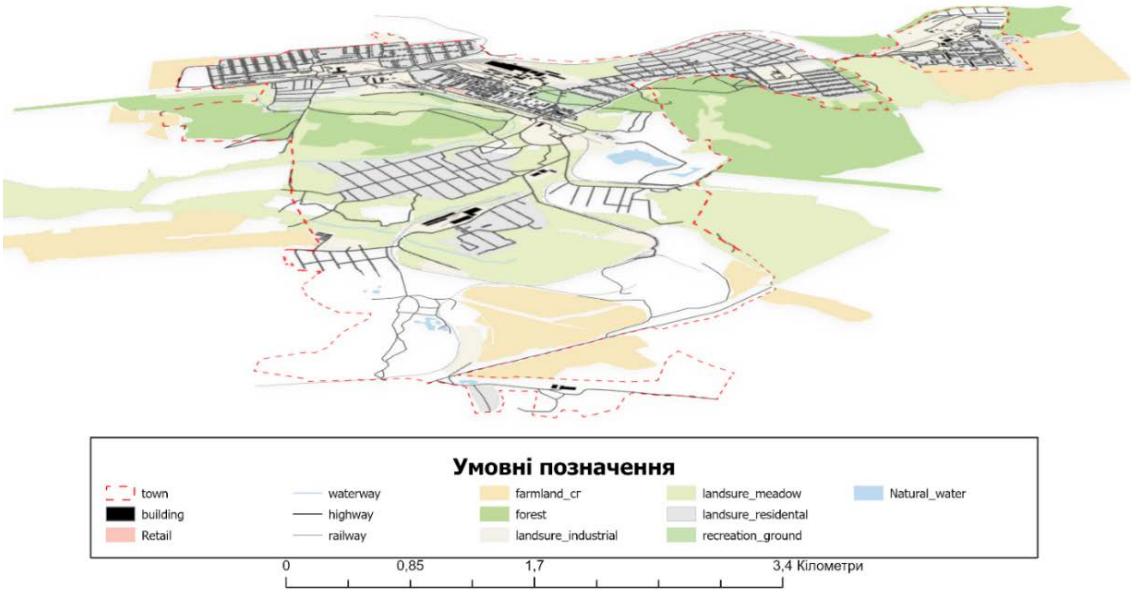


Рис. 1. Цифрова модель місцевості м. Часів Яр (Донецька обл.) із відображенням типів землекористування та основних елементів інфраструктури.

Основним середовищем для обробки та аналізу даних була геоінформаційна платформа ArcGIS Pro, що дозволила поєднати різні типи просторових даних, здійснити цифровізацію об’єктів і створити тематичні карти. Методика дослідження включала кілька послідовних етапів:

1. Попередня обробка вхідних даних та обрізання їх до меж досліджуваної території.

2. Класифікація інфраструктурних об’єктів за функціональними категоріями (житлова, промислова, транспортна інфраструктура, зелені зони).

3. Розрахунок індексу Normalized Burn Ratio (NBR) для визначення меж зон пошкоджень і деградації рослинності.

4. Автоматизоване виявлення термічних аномалій на основі даних VIIRS C2, що дозволило ідентифікувати активні осередки пожеж.

5. Порівняння з архівними супутниковими знімками для визначення динаміки руйнувань і відновлення.

Отримані результати були інтегровані в єдину аналітичну базу даних, у якій інформацію про пожежі поєднано з векторними шарами забудови. Це дозволило визначити зруйновані об'єкти, оцінити щільність пошкоджень і створити карти просторової інтенсивності руйнувань. Цифрова модель рельєфу, побудована за даними SRTM, дала змогу оцінити вплив морфометричних характеристик поверхні на розподіл зон руйнувань і локалізацію вогнищ пожеж.

Запропонований підхід відзначається універсальністю й може бути масштабований для інших урбанізованих територій, що зазнали руйнувань. Використання відкритих супутникових даних і стандартних інструментів ГІС забезпечує адаптивність методики як для локального аналізу окремих міст, так і для регіональних досліджень у межах екологічного моніторингу та просторового планування.

Попередня обробка супутникових даних включала обрізання меж території, маскування хмар і тіней, фільтрацію радарного шуму та розрахунок спектральних індексів NBR і NDVI. Дані про активні пожежі VIIRS C2 інтегровано з векторними шарами інфраструктури, після чого проведено оцінювання щільності термічних аномалій методом ядрової (kernel) оцінки щільності для побудови теплових карт пожежної активності.

Дані Sentinel-1 пройшли повну радіометричну корекцію рельєфу (Radiometric Terrain Correction, RTC) та фільтрацію за алгоритмом Refined Lee (5×5 пікселів). Для виявлення структурних змін використовувалося порівняння зворотного розсіювання (VV, VH). Яскравість пожеж (VIIRS Brightness) класифіковано за трьома категоріями: низька – < 330 K, середня – 330–370 K, висока – > 370 K. Пошук просторових кластерів вогнищ здійснювався з радіусом пошуку 500 м, що дозволило виділити зони з найбільшою концентрацією теплових аномалій.

Для відтворюваності дослідження ключові параметри та етапи обробки були зафіксовані в середовищі ModelBuilder програми ArcGIS Pro, що забезпечує прозорість і повторюваність методології.

З метою дотримання принципів етичного використання просторових даних і безпеки інформації точні координати об'єктів критичної інфраструктури не оприлюднювалися у відкритій версії карт. Їхні позиції були узагальнені або незначно зміщені (методом jittering), що дозволило зберегти інтерпретаційну цінність картографічних матеріалів без розкриття потенційно чутливих відомостей.

Результати та обговорення. Аналіз супутникових і векторних даних виявив суттєві просторово-часові зміни в межах міського середовища Часового Яру, що стали прямим наслідком воєнних дій у 2024–2025 роках. Отримані

результати засвідчують, що трансформації проявлялися не лише у вигляді фізичних руйнувань інфраструктури, але й у деградації ландшафтів та зростанні екологічних ризиків. Одним із ключових результатів стало створення детальних карт територій, уражених пожежами, на основі розрахунку індексу Normalized Burn Ratio (NBR) у поєднанні з даними моніторингу пожеж VIIRS C2. Комбінація спектральних індексів і термічного аналізу забезпечила достовірне виявлення зон вигоряння, а інтеграція результатів із векторними шарами дала змогу візуалізувати просторове накладання осередків пожеж на міську забудову.

Результати дослідження показали, що пожежна активність у межах Часового Яру мала виражену часову неоднорідність і проявлялася у кілька хвильових періодів, що відповідали фазам активізації бойових дій. Найінтенсивніші процеси зафіксовано в липні–серпні 2024 року, коли площа активних термічних осередків досягала максимальних значень, охоплюючи значну частину території міста (рис. 2). У цей період пожежі супроводжувалися масштабними руйнуваннями житлових кварталів, промислових об’єктів і прилеглих зелених зон. Виявлення такої часової динаміки має важливе значення для інтерпретації просторових закономірностей руйнувань та оцінки їхніх каскадних наслідків як для інфраструктури, так і для екосистем.

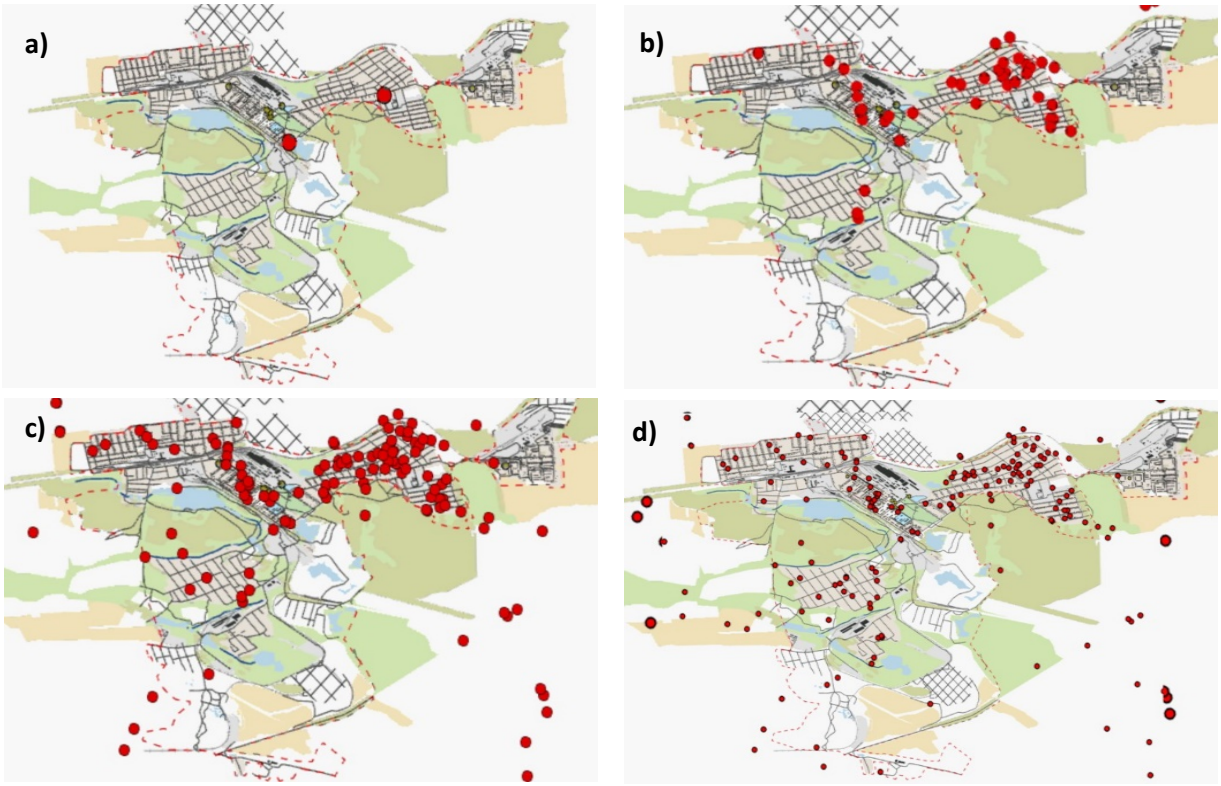


Рис. 2. Динаміка осередків пожеж, зафіксованих за супутниковими даними на різні дати: (a) – 4 квітня 2024 р.; (b) – 30 травня 2024 р.; (c) – 31 серпня 2024 р.; (d) – 14 березня 2025 р.

Подальша інтеграція багаточасових супутникових даних дала змогу виявити сталі осередки пожеж, які повторно виникали в одних і тих самих районах у різні періоди спостереження. Це свідчить про повторюваний характер вогневих подій та їх накопичувальний вплив на довкілля, що зумовлює необхідність постійного моніторингу для розуміння довгострокових наслідків для екологічної стійкості міста та планування післявоєнного відновлення.

Дані VIIRS C2 дозволили побудувати детальні карти інтенсивності пожеж на основі параметра Brightness, який відображає випромінювальну потужність вогню та, відповідно, просторову концентрацію термічних осередків. Використання цього показника дало змогу не лише здійснювати бінарне визначення активних пожеж, але й розрізняти події за рівнем інтенсивності — низької, середньої та високої. Така класифікація дала можливість виокремити найнебезпечніші зони, де руйнівний вплив вогню був найвищим, особливо в межах житлової та промислової забудови.

Створена теплова карта (heatmap), сформована на основі методів щільнісного аналізу, забезпечила цілісне уявлення про просторовий розподіл осередків пожеж у межах міста. Вона дозволила визначити кластери повторюваних або тривалих загорянь, які характеризуються підвищеною екологічною небезпекою та високою ймовірністю вторинних руйнувань (рис. 3).

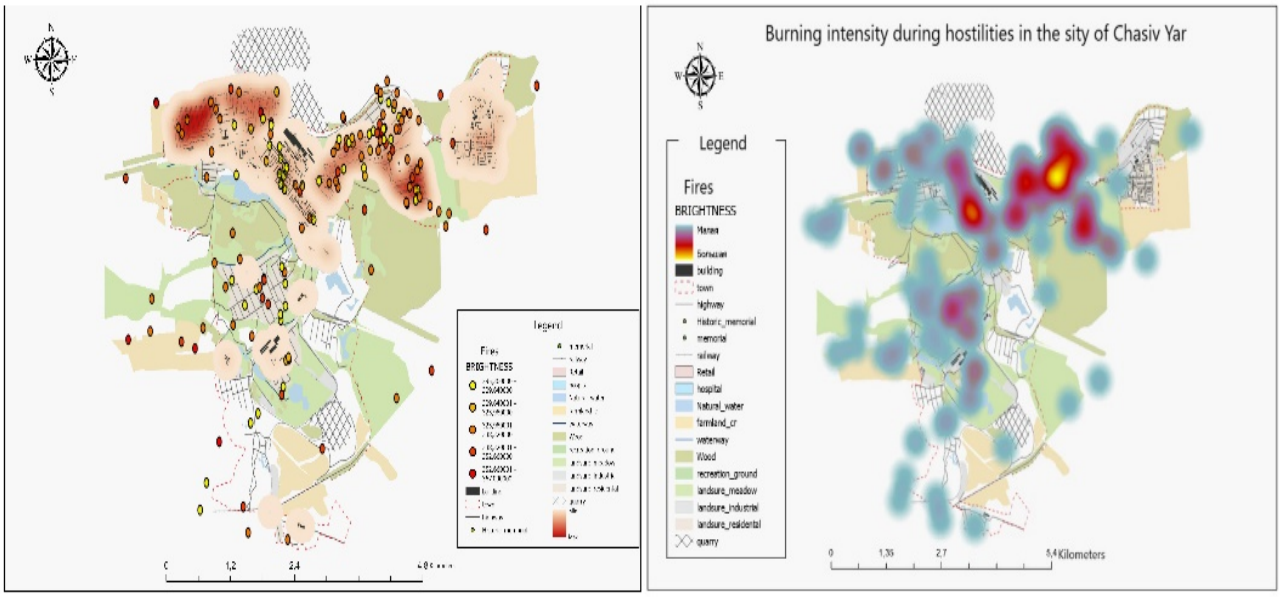


Рис. 3. Інтенсивність пожеж у м. Часів Яр за даними VIIRS C2 (Brightness):
(a) — класифікація за категоріями значень; (b) — теплова карта (на основі щільнісного аналізу), що відображає просторову концентрацію осередків пожеж.

Застосований подвійний підхід — поєднання категоріальної класифікації та щільнісного аналізу — забезпечив як локальну, так і узагальнену інтерпретацію динаміки пожеж. З одного боку, це дозволило визначити окремі райони міста, які зазнали найбільшого впливу вогню, а з іншого — сформувати цілісне уявлення про системний характер руйнувань у межах усієї міської території.

Отримані результати не лише фіксують сам факт виникнення пожеж, а й забезпечують кількісну та просторово деталізовану оцінку масштабу й інтенсивності пошкоджень. Це має важливе значення для розроблення стратегій міського відновлення, оскільки дає змогу визначати пріоритетні зони реконструкції, оптимізувати розподіл гуманітарної допомоги та планувати заходи з реабілітації інфраструктури на основі об’єктивних просторових показників.

Для перевірки просторової кореляції між зонами високої інтенсивності пожеж та окремими об’єктами інфраструктури було виконано накладання теплових карт на векторні шари міської забудови. Такий підхід дозволив визначити ділянки значних пошкоджень житлових і промислових будівель, що підтвердило прямий зв’язок між зафіксованими осередками пожеж і наслідками воєнних дій.

Візуалізація результатів на локальному та міському рівнях показала, що найбільша концентрація руйнувань спостерігається у центральній частині міста та вздовж основних транспортних коридорів (Рис. 4). Така просторова відповідність свідчить про цілеспрямований вплив бойових дій на критичні об’єкти, що ускладнює функціонування логістичних систем, аварійних служб і гуманітарних операцій.

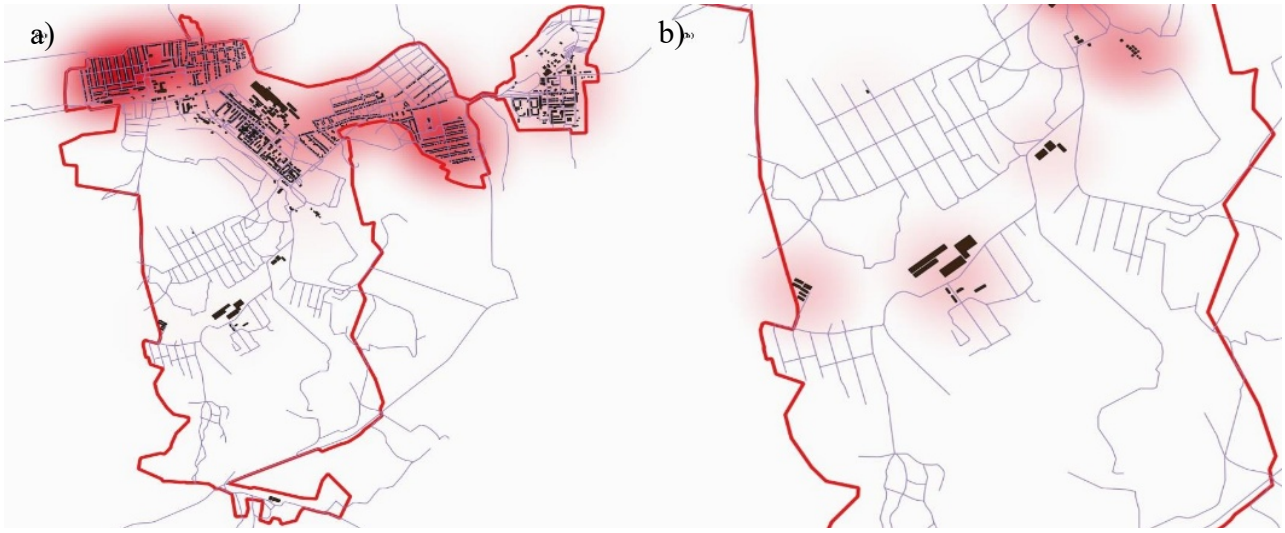


Рис. 4. Накладання теплової карти інтенсивності пожеж на векторний шар забудови: (a) – загальний вигляд меж досліджуваної території; (b) – локальний фрагмент.

Слід підкреслити, що запропонована методика дає змогу не лише здійснювати картографічну візуалізацію уражених зон, але й забезпечує можливість розрахунку кількісних показників, зокрема площ вигорілих територій, частки втрати зелених насаджень, кількості пошкоджених будівель у межах зон високої інтенсивності та довжини порушених транспортних коридорів. Через обмежений доступ до супутникових зображень надвисокої просторової роздільної здатності та відсутність можливостей польової верифікації у зоні активних бойових дій, ці показники не наведено в межах даної роботи. Водночас створена методична схема побудована таким чином, що зазначені метрики можуть бути отримані у майбутніх дослідженнях після появи відповідних наборів даних.

Особливу увагу приділено впливу руйнувань на зелені зони та локальні екосистеми. Застосування індексів NBR і NDVI дало змогу оцінити ступінь деградації рослинного покриву на прилеглих територіях, що підвищує ризики ерозії ґрунтів і зменшення стійкості міських екосистем. Отримані результати підтверджують необхідність поєднання традиційного картографування руйнувань з екологічним аналізом, що забезпечує комплексну оцінку воєнного впливу на міське середовище.

Порівняння з іншими дослідженнями у сфері моніторингу зон конфліктів [1, 2] показало, що використання комплексного підходу, який поєднує багатоспектральні, радарні та векторні дані, забезпечує більш детальне та точне відображення наслідків воєнних дій. Додатковою перевагою є можливість інтеграції даних пожежного моніторингу з моделями забудови, що дозволяє оцінювати не лише масштаб руйнувань, а й їхній вплив на конкретні об’єкти міської інфраструктури. Це суттєво відрізняє запропоновану методику від більшості відомих досліджень, які переважно зосереджуються на окремих типах даних [3, 4].

Запропонований підхід має універсальний характер і може бути масштабований до інших урбанізованих територій, що зазнали впливу воєнних дій або природних катастроф. Його інтеграція в системи розумного міста (Smart City) відкриває можливості для автоматичного оновлення карт руйнувань, прогнозування сценаріїв відновлення та оптимізації розподілу ресурсів. Це робить методику корисним інструментом як у післяконфліктний період, так і для оперативного реагування на природні чи техногенні надзвичайні ситуації.

Попри високу ефективність у виявленні та аналізі наслідків воєнних дій у міському середовищі, слід зазначити кілька обмежень дослідження. По-перше, точність результатів значною мірою залежить від просторової та часової роздільної здатності доступних супутникових даних, що ускладнює виявлення дрібномасштабних руйнувань. По-друге, відсутність систематичної польової

верифікації обмежує можливості перевірки результатів дистанційного зондування в реальних умовах. По-третє, через брак доступу до зображень надвисокої роздільної здатності (Planet, Maxar) та неможливість польових спостережень у зоні активних бойових дій не було створено навчальної вибірки для кількісної оцінки точності. У зв'язку з цим у роботі не наведено метрик точності, таких як overall accuracy, precision, recall чи F1-score.

Ще одним обмеженням є атрибуція зафіксованих пожежних подій: у межах цього дослідження не завжди вдавалося чітко розмежувати пожежі, спричинені воєнними діями, сільськогосподарським спалюванням або випадковими чинниками. У майбутніх роботах цю проблему планується вирішити шляхом застосування масок землекористування, сезонних критеріїв і буферних зон відносно лінії фронту. Крім того, вплив рельєфу наразі розглянуто лише якісно за допомогою цифрової моделі висот SRTM; подальші дослідження мають включати аналіз ухилів і експозиції схилів, поєднаний із просторовими статистичними методами (індекс Морена, тест «гарячих точок») для кількісного підтвердження впливу топографії на розподіл руйнувань.

Також аналіз забудови обмежувався накладанням поверхонь інтенсивності пожеж на векторні шари, без урахування показників на рівні окремих будівель. У подальшому цей підхід може бути розширений за рахунок використання SAR-коференції Sentinel-1 або об'єктно-орієнтованого аналізу зображень (OBIA) на даних Sentinel-2, що дозволить уточнити та деталізувати результати виявлення пошкоджень на рівні індивідуальних об'єктів інфраструктури.

Нарешті, динамічний характер воєнних подій створює складнощі з оперативним отриманням даних, що може призводити до часткового недооцінювання обсягів руйнувань у швидко змінюваному середовищі. У майбутніх роботах планується створення спеціальної вибірки для валідації та застосування стандартних процедур оцінки точності, що забезпечить повноцінну кількісну перевірку ефективності запропонованої методики.

Висновки. У ході дослідження проведено комплексний аналіз просторово-часових трансформацій міського середовища м. Часів Яр, спричинених воєнними діями у 2024–2025 роках. Використання багатоспектральних, радарних і векторних даних у середовищі ГІС дало змогу визначити ключові закономірності руйнувань, їх вплив на міську інфраструктуру та природні компоненти урбанізованих ландшафтів. Основні результати можна узагальнити таким чином:

1. Визначено основні зони руйнувань: найбільш постраждалі території зосереджені у центральній частині міста та вздовж транспортних коридорів, що

підтверджує критичну роль інфраструктурних вузлів у функціонуванні міських систем.

2. Інтеграція індексів NBR, NDVI та даних VIIRS C2 дала змогу оцінити не лише масштаби пожеж і руйнувань, але й їхній вплив на зелені зони та локальні екосистеми.

3. Аналіз радарних знімків Sentinel-1 до та після активної фази бойових дій підтвердив структурні зміни у забудові, демонструючи надійність методики навіть за складних умов спостереження.

4. Створені теплові карти інтенсивності руйнувань є ефективним інструментом для визначення пріоритетних територій відновлення, що можуть бути використані місцевими органами влади, гуманітарними організаціями та інженерними службами.

5. Розроблена методологічна схема формує практично застосовні аналітичні продукти, зокрема карти активних периметрів пожеж, шари ймовірності пошкоджень та пріоритетні транспортні маршрути. Завдяки доступності відкритих супутникових даних Sentinel-1, Sentinel-2 та VIIRS ці продукти можуть оновлюватися з періодичністю близько одного тижня, забезпечуючи оперативну підтримку екологічного моніторингу та планування відновлення територій.

6. Запропонований підхід є універсальним і може бути масштабований до інших урбанізованих територій, що зазнали впливу воєнних дій або надзвичайних ситуацій. Розроблена методологія придатна для автоматизованого моніторингу, оцінювання наслідків руйнувань та підтримки прийняття управлінських рішень у сфері планування відновлення міських територій.

Отримані результати доводять, що поєднання багатоспектральних, радарних і векторних даних забезпечує більш повне відображення наслідків воєнних дій у щільно забудованих міських зонах. Запропонований підхід має не лише наукове значення для розуміння процесів урбаністичних трансформацій, але й практичну цінність для систем екологічного моніторингу, муніципального управління та планування відновлювальних заходів.

Перспективи подальших досліджень пов’язані з інтеграцією методів машинного навчання та штучного інтелекту для автоматизації виявлення пошкодженої інфраструктури, а також із розробленням систем оперативного моніторингу в реальному часі для підтримки прийняття рішень у післяконфліктних і надзвичайних умовах. У майбутніх роботах планується також виконання кількісної оцінки площ вигоряння, втрати зелених насаджень, пошкодження будівель і транспортних комунікацій на основі зображень високої

роздільної здатності та процедур валідації, що забезпечить більш комплексне застосування розробленої методики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Klypa, A.V.: Prospects for the application of GIS-technologies in environmental monitoring amidst military impact on urbanized areas. Spat. Dev. 9, 238–249 (2024). doi:10.32347/2786-7269.2024.9.238-249

2. Kapinos, N.O., Dubovyk, I.I.: Use of GIS-technology in the process of monitoring the envi-ronmental and economic consequences of Russia's armed aggression against Ukraine. Sci. Technol. Today 6(34), 830–837 (2024). doi:10.52058/2786-6025-2024-6(34)-830-837

3. Al Shafian, S., He, C., Hu, D.: DamageScope: An integrated pipeline for building damage segmentation, geospatial mapping, and interactive web-based visualization. Remote Sens. 17, 2267 (2025). doi:10.3390/rs17132267

4. Klypa, A.V.: The impact of military actions on natural ecosystems: consequences, rehabilita-tion, and an integrated approach. Spat. Dev. 10, 471–481 (2024). doi:10.32347/2786-7269.2024.10.471-481

5. Tomchenko, O.V., Khyzhniak, A.V., Sheviakina, N.A., Zahorodnia, S.A., Yelistratova, L.A., Yakovenko, M.I., Stakhiv, I.R.: Assessment and monitoring of fires caused by the war in Ukraine on landscape scale. J. Landsc. Ecol. 16(2), 76–97 (2023). doi:10.2478/jlecol-2023-0011

6. Stakhiv, I., Zatserkovnyi, V., De Donatis, M., Pastushenko, T., Hordiichuk, S., Malik, T.: Spatial analysis of the flooded land area of the Kherson region nature reserve using remote sensing data. Visnyk Taras Shevchenko Natl. Univ. Kyiv Geol. 2(109), 104–111 (2025). doi:10.17721/1728-2713.109.14

7. Krainiuk, O., Buts, Y., Ponomarenko, R., Asotskyi, V., Darmofal, E., Kalynovskyi, A., Maniuk, V.: Degradation of ecosystems in the Kharkiv region during the war: Satellite anal-ysis. Visnyk V.N. Karazin Kharkiv Natl. Univ. Ser. Geol. Geogr. Ecol. 61, 329–343 (2024). doi:10.26565/2410-7360-2024-61-26

8. Zhang, Y., Hu, Q., Wang, C., Zhao, P.: Satellite remote sensing time-series observation of Russia–Ukraine war: Ongoing conflict increased crop risk. IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens. 18, 1–13 (2025). doi:10.1109/JSTARS.2025.3560935

9. Dietrich, O., Peters, T., Sainte Fare Garnot, V., Sticher, V., Ton-That Whelan, T., Schindler, K., Wegner, J.D.: An open-source tool for mapping war destruction at scale in Ukraine us-ing Sentinel-1time series. Commun. Earth Environ. 6, 215 (2025). doi:10.1038/s43247-025-02183-7

10. Aimaiti, Y., Sanon, C., Koch, M., Baise, L.G., Moaveni, B.: War related building damage assessment in Kyiv, Ukraine, using Sentinel-1 radar and Sentinel-2 optical images. Remote Sens. 14, 6239 (2022). doi:10.3390/rs14246239

11. Xu, H., Barbot, S., Wang, T.: Remote sensing through the fog of war: Infrastructure damage and environmental change during the Russian–Ukrainian conflict revealed by open-access data. Nat. Hazards Res. 4(1), 1–7 (2024). doi:10.1016/j.nhres.2024.01.006

12. Rufener, M.C., Ofli, F., Fatehkia, M., Weber, I.: Estimation of internal displacement in Ukraine from satellite-based car detections. Sci. Rep. 14, 31638 (2024). doi:10.1038/s41598-024-80035-8

13. Samadzadegan, F., Toosi, A., Dadrass Javan, F.: A critical review on multi-sensor and mul-ti-platform remote sensing data fusion approaches: Current status and prospects. Int. J. Re-mote Sens. 46(3), 1327–1402 (2025). doi:10.1080/01431161.2024.2429784

14. Putrama, I.M.: Heterogeneous data integration: Challenges and opportunities. Data Brief 49, 109558 (2024). doi:10.1016/j.dib.2024.109558

15. Wang, Y., Li, Y., Zhang, S.: Automatic detection of war-destroyed buildings from high-resolution remote sensing images. Remote Sens. 17, 509 (2025). doi:10.3390/rs17030509

16. Kashtan, V.Yu., Hnatushenko, V.V.: Automated building damage detection on digital im-agery using machine learning. Sci. Bull. Natl. Min. Univ. 6, 134–140 (2023). doi:10.33271/nvngu/2023-6/134

17. Kopiika, N., Karavias, A., Krassakis, P., Ye, Z., Ninic, J., Shakhovska, N., Koukouzas, N., Argyroudis, S., Mitoulis, S.A.: Rapid post-disaster infrastructure damage characterisation enabled by remote sensing and deep learning technologies — a tiered approach. arXiv pre-print (2024). doi:10.48550/arXiv.2401.17759.

PhD **Andrii Klypa,**
Kyiv National University of Construction and Architecture,
PhD **Iryna Stakhiv,**
Oleksandra Andrushko,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

GIS AND REMOTE SENSING AS TOOLS FOR ASSESSING THE IMPACT OF MILITARY ACTIONS ON URBAN LANDSCAPES

The study presents a comprehensive geoinformation analysis of the spatial and temporal transformations of the urban environment of Chasiv Yar (Donetsk region, Ukraine) as a result of military actions during 2024–2025. Using an integrated

framework that combines multispectral and radar satellite imagery (Sentinel-1, Sentinel-2), fire monitoring data from VIIRS C2, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) elevation data, and vector datasets from OpenStreetMap, the research demonstrates the effectiveness of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) for monitoring and assessing war-related destruction in densely built-up urban areas.

The methodological approach included preprocessing of satellite data, spectral index calculation (NBR, NDVI), automatic detection of fire hotspots, and spatial integration of raster and vector layers to generate thematic maps of destruction intensity. The results reveal pronounced spatio-temporal dynamics of fire activity corresponding to the phases of intensified hostilities. The peak destruction occurred in July–August 2024, affecting residential, industrial, and green zones of the city. Heatmaps and categorical classification of thermal anomalies enabled the identification of the most severely damaged neighborhoods and provided quantitative and spatially explicit assessments of fire-affected areas.

Integration of VIIRS data with vector layers of urban infrastructure confirmed a direct relationship between detected fires and infrastructural damage. The application of NBR and NDVI indices allowed for evaluating vegetation degradation and ecological risks, highlighting the cumulative impact of recurrent fires on green zones and urban ecosystems. The study emphasizes the necessity of combining traditional damage mapping with ecological analysis to obtain a more holistic understanding of the consequences of warfare for urban environments.

The developed methodological framework is universal and adaptable to other urbanized areas affected by military actions or natural disasters. It allows for the automated generation and regular updating of analytical products such as fire-intensity maps, damage-probability layers, and priority zones for recovery planning. The proposed approach enhances both the scientific understanding of urban transformation under extreme conditions and the practical capacity of municipal and environmental authorities to plan rehabilitation and sustainable post-conflict reconstruction.

Keywords: Geographic Information Systems (GIS); Remote Sensing (RS); military actions; spatial analysis; wildfires; urban landscapes.

REFERENCES

1. Klypa, A.V. Perspektyvy zastosuvannia GIS-tekhnolohii pry otsintsi viiskovoho vplyvu na urbanizovani ta prylehli terytorii. Spat. Dev. 9, 238–249 (2024). https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.9.238-249. {in Ukrainian}

2. Kapinos, N.O., Dubovyk, I.I.: Vykorystannia GIS-tekhnolohii v protsesi monitorynhu ekolohichnykh ta ekonomichnykh naslidkiv zbroinoi ahresii Rosii proty

Ukrainy. Sci. Technol. Today 6(34), 830–837 (2024). https://doi.org/10.52058/2786-6025-2024-6(34)-830-837. {in Ukrainian}

3. Al Shafian, S., He, C., Hu, D.: DamageScope: An integrated pipeline for building damage segmentation, geospatial mapping, and interactive web-based visualization. Remote Sens. 17, 2267 (2025). https://doi.org/10.3390/rs17132267. {in English}

4. Klypa, A.V.: Vplyv viiskovykh dii na pryrodni ekosystemy: naslidky, reabilitatsiya ta intehrovanyi pidkhid. Spat. Dev. 10, 471–481 (2024). https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.471-481. {in Ukrainian}

5. Tomchenko, O.V., Khyzhniak, A.V., Sheviakina, N.A., Zahorodnia, S.A., Yelistratova, L.A., Yakovenko, M.I., Stakhiv, I.R.: Assessment and monitoring of fires caused by the war in Ukraine on landscape scale. J. Landsc. Ecol. 16(2), 76–97 (2023). https://doi.org/10.2478/jlecol-2023-0011. {in English}

6. Stakhiv, I., Zatserkovnyi, V., De Donatis, M., Pastushenko, T., Hordiichuk, S., Malik, T.: Spatial analysis of the flooded land area of the Kherson region nature reserve using remote sensing data. Visnyk Taras Shevchenko Natl. Univ. Kyiv Geol. 2(109), 104–111 (2025). https://doi.org/10.17721/1728-2713.109.14. {in English}

7. Krainiuk, O., Buts, Y., Ponomarenko, R., Asotskyi, V., Darmofal, E., Kalynovskyi, A., Maniuk, V.: Dehradatsiya ekosystem u Kharkivskii oblasti pid chas viiny: suputnykovyi analiz. Visnyk V.N. Karazin Kharkiv Natl. Univ. Ser. Geol. Geogr. Ecol. 61, 329–343 (2024). https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-61-26. {in Ukrainian}

8. Zhang, Y., Hu, Q., Wang, C., Zhao, P.: Satellite remote sensing time-series observation of Russia–Ukraine war: Ongoing conflict increased crop risk. IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens. 18, 1–13 (2025). https://doi.org/10.1109/JSTARS.2025.3560935. {in English}

9. Dietrich, O., Peters, T., Sainte Fare Garnot, V., Sticher, V., Ton-That Whelan, T., Schindler, K., Wegner, J.D.: An open-source tool for mapping war destruction at scale in Ukraine using Sentinel-1time series. Commun. Earth Environ. 6, 215 (2025). https://doi.org/10.1038/s43247-025-02183-7. {in English}

10. Aimaiti, Y., Sanon, C., Koch, M., Baise, L.G., Moaveni, B.: War related building damage assessment in Kyiv, Ukraine, using Sentinel-1 radar and Sentinel-2 optical images. Remote Sens. 14, 6239 (2022). https://doi.org/10.3390/rs14246239. {in English}

11. Xu, H., Barbot, S., Wang, T.: Remote sensing through the fog of war: Infrastructure damage and environmental change during the Russian–Ukrainian conflict revealed by open-access data. Nat. Hazards Res. 4(1), 1–7 (2024). https://doi.org/10.1016/j.nhres.2024.01.006. {in English}

12. Rufener, M.C., Ofli, F., Fatehkia, M., Weber, I.: Estimation of internal displacement in Ukraine from satellite-based car detections. Sci. Rep. 14, 31638 (2024). https://doi.org/10.1038/s41598-024-80035-8. {in English}

13. Samadzadegan, F., Toosi, A., Dadrass Javan, F.: A critical review on multi-sensor and multi-platform remote sensing data fusion approaches: Current status and prospects. Int. J. Remote Sens. 46(3), 1327–1402 (2025). https://doi.org/10.1080/01431161.2024.2429784. {in English}

14. Putrama, I.M.: Heterogeneous data integration: Challenges and opportunities. Data Brief 49, 109558 (2024). https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.109558. {in English}

15. Wang, Y., Li, Y., Zhang, S.: Automatic detection of war-destroyed buildings from high-resolution remote sensing images. Remote Sens. 17, 509 (2025). https://doi.org/10.3390/rs17030509. {in English}

16. Kashtan, V.Yu., Hnatushenko, V.V.: Automated building damage detection on digital imagery using machine learning. Sci. Bull. Natl. Min. Univ. 6, 134–140 (2023). https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/134. {in English}

17. Kopiika, N., Karavias, A., Krassakis, P., Ye, Z., Ninic, J., Shakhovska, N., Koukouzas, N., Argyroudis, S., Mitoulis, S.A.: Rapid post-disaster infrastructure damage characterisation enabled by remote sensing and deep learning technologies — a tiered approach. arXiv preprint (2024). https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.17759. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.643-655
УДК 528.4
Малюк О.О.,
maliuk_oo-2022@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0006-5207-5567,
Київський національний університет будівництва та архітектури

АДАПТАЦІЯ МЕТОДОЛОГІЇ IGIF ДО РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНОГО ТА МІСЦЕВОГО РІВНІВ НІГД В УКРАЇНІ

Метою статті є обґрунтування науково-методичного підходу до адаптації та імплементації положень методології системи інтегрованої геопросторової інформації (Integrated Geospatial Information Framework – IGIF) для забезпечення сталого розвитку регіонального та місцевого рівнів національної інфраструктури геопросторових даних в Україні.

Оцінка поточного стану розвитку інфраструктур геопросторових даних за методологією IGIF "допомагає" виявити "слабкі" місця та визначити пріоритетні напрями, на які треба спрямувати зусилля, необхідні для підвищення рівня створення, впровадження, розвитку та підтримки національної системи управління геопросторовими даними.

Дослідження спрямоване на те, щоб використати методологію IGIF як практичний інструментарій для органів державної влади на обласному рівні та, особливо, для органів місцевого самоврядування (ОМС), враховуючи специфіку українського законодавства, виклики децентралізації та поточні потреби управління територіями.

У статті автор запропонував адаптовану модель методології IGIF для регіонального та місцевого рівнів в Україні, яка містить покрокові рекомендації для самооцінки, планування та впровадження ІГД регіонального та місцевого рівнів. Адаптована модель IGIF допоможе керівництву відповідних рівнів оцінити стан розвитку інфраструктури геопросторових даних та спрямувати свою діяльність на системне підвищення її рівня, включаючи обґрунтування бюджетних запитів на проєкти для залучення фінансування(в тому числі донорського) на створення геоінформаційних систем для управління територіями .

Результати самооцінювання регіонального та місцевого рівнів ІГД за адаптованою методологією IGIF можуть бути використані під час розроблення державної політики в сфері розвитку НІГД, створення методичних рекомендацій для всіх держателів наборів геопросторових даних, формуванні програм навчання фахівців у сфері НІГД, обґрунтуваннях фінансування, оптимізації управління територіями та забезпечення їх сталого розвитку.

Ключові слова: Integrated Geospatial Information Framework; IGIF; національна інфраструктура просторових даних; геопросторові дані; ГІС; сервіс.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку України характеризується процесами децентралізації управління та масштабними викликами, пов'язаними з війною та повоєнною відбудовою територій, тому особливої актуальності набуває забезпечення ефективності всіх рівнів державного управління на основі точних, офіційних та інтероперабельних геопросторових даних. Понад 1400 територіальних громад, що отримали значні повноваження, фінансові ресурси та відповідальність за розвиток територій, потребують інструментів прийняття управлінських рішень, які спираються на геопросторові дані про стан земель, інфраструктури й ресурсів.

Попри наявність нормативно-правової основи для розвитку національної інфраструктури геопросторових даних (далі – НІГД), зокрема ухвалення Закону України № 554-IX «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та Постанови Кабінету Міністрів України № 532 «Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних», їх практична реалізація на регіональному та місцевому рівнях залишається обмеженою. Наразі спостерігається низький інформаційно-технологічний рівень геопросторових даних, різнорідність відомчих інформаційних систем, критичний дефіцит фінансування та відсутність належного кадрового потенціалу в органах місцевого самоврядування (далі – ОМС). Цей стан можна окреслити як «геоінформаційний розрив», який унеможливлює ефективне використання наявних даних для просторового планування, моніторингу й управління територіями.

Водночас міжнародний досвід, зокрема Система інтегрованої геопросторової інформації (Integrated Geospatial Information Framework – IGIF), яка прийнята у 2018 році Комітетом експертів ООН з управління глобальною геопросторовою інформацією (Global Geospatial Information Management – UN-GGIM) пропонує системний підхід до оцінки та подолання зазначених проблем [1-3]. Її унікальність полягає у розширенні традиційного технічного розуміння НІГД до багатовимірної концепції, що охоплює також управлінські, політичні, фінансові та інституційні аспекти. Саме ці складові були визначені як найбільш вразливі для України під час попередніх національних оцінювань стану розвитку геопросторового управління [4-6].

Тому постає потреба у адаптації методології IGIF до розвитку регіонального та місцевого рівнів інфраструктури геопросторових даних. Це дасть змогу трансформувати НІГД із централізованої технічної ініціативи у

децентралізовану інтегровану екосистему геопросторового управління, яка стане основою прозорої відбудови, ефективного управління просторовими ресурсами, сталого розвитку територій і прискореної європейської інтеграції України.

Перша спроба локалізації методології IGIF для оцінки стану розвитку інфраструктури геопросторових даних була здійснена при розробленні «Методичних рекомендацій щодо діяльності органів місцевого самоврядування у сфері НІГД» [5]. У статі відображено подальший розвиток адоптації методології IGIF для органів місцевого самоврядування та її апробація на прикладі двох громад.

Аналіз досліджень та публікацій по темі дослідження. У Національному звіті України за 2022-2023 роки [7] зазначено, що впровадження IGIF в Україні розпочато, однак поки що основна увага зосереджена розвитку функціонування НІГД, тоді як регіональні і місцеві рівні ІГД потребують системного підходу.

У роботах [8, 9], відзначають потенціал IGIF для децентралізованого управління просторовими даними. Наприклад, у Латвії IGIF розглядається як інструмент підтримки функцій органів місцевого самоврядування [9], однак там реалізація на муніципальному рівні перебуває на початковому етапі. Аналогічно, дослідження в Південній Африці [10] свідчать про складнощі у застосуванні IGIF у громадах через обмежені ресурси, відсутність фахівців і недостатню інтеграцію між рівнями управління.

Водночас публікації [11 – 13] демонструють, що у країнах із розвиненою інфраструктурою національний рівень залишається домінуючим, а адаптація методології IGIF для місцевого самоврядування поки що є фрагментарною.

Аналіз сучасних наукових джерел свідчить, що питання впровадження IGIF активно досліджується на глобальному рівні, проте практичні аспекти її реалізації на місцевому рівні, зокрема у територіальних громадах, залишаються недостатньо вивченими. Існують окремі приклади апробації підходів IGIF на муніципальному рівні (Латвія, ПАР), однак відсутня системна методологія, що враховувала б специфіку громад, їхню цифрову спроможність і потреби у просторових даних для місцевого розвитку.

Отже, подальші дослідження мають бути спрямовані на адаптацію IGIF до умов територіальних громад, розроблення методичних підходів до формування ІГД на місцевому і регіональному рівнях та забезпечення їхньої інтероперабельності з національною інфраструктурою геопросторових даних України.

Метою статті є обґрунтування науково-методичного підходу до адаптації та імплементації положень методології системи інтегрованої геопросторової інформації (*Integrated Geospatial Information Framework – IGIF*) для

забезпечення сталого розвитку регіонального та місцевого рівнів національної інфраструктури геопросторових даних в Україні.

Виклад основного змісту дослідження. Основою методології IGIF, який реалізовано як інструмент діагностики, є експертна оцінка стану розвитку інфраструктур геопросторових даних на національному рівні країни за 98 індикаторами, які сформовано за 9-ма стратегічними напрямами: Урядування та Інституції; Політичні та правові питання; Фінансове забезпечення; Дані; Інновації; Стандарти; Партнерство, Спроможність та освіта; Комунікації та залучення [4].

На основі анкети-опитувальника IGIF для інвентаризації інфраструктур геопросторових даних регіонального та місцевого рівнів обрано такий підхід: залучення сторін, який включає адаптовану електронну анкету- опитувальник та організацію круглих столів із залученням представників громад для проведення інтерв'ю. Такий підхід дозволяє:

– зафіксувати пояснення відповідей і нюанси, які неможливо отримати лише онлайн через анкету-опитувальник;

– забезпечити конфіденційність для учасників, які можуть побоюватися публічно висловлювати свої погляди;

– використати відкриті джерела інформації, що відповідають на питання інвентаризації, але можуть бути невідомі респондентам інтерв'ю.

У цьому контексті розбіжності між відповідями учасників інтерв'ю та результатами анкетування можуть свідчити про прогалини в комунікації, а не про реальні недоліки в окремих елементах НІГД.

Під час адаптації методології IGIF для регіонального та місцевого рівнів з анкети-опитувальника було вилучено індикатори, які пов'язані з компетенціями держателя та адміністратора національного геопорталу НІГД [14, 15], а також з питаннями щодо політики та розвитку галузевих інфраструктур геопросторових даних на національному рівні, залишено та адаптовано 68 індикаторів інструменту оцінки ІГД, які визначають особливості розвитку інфраструктури цих рівнів.

Урядування та інституції (Governance and Institutions). Питання цього стратегічного напряму методології IGIF національного рівня анкети-опитувальника охоплюють інституційні структури, національні стратегії та координаційні механізми, в той час як місцевий рівень орієнтований на організацію управління геопросторовими даними у межах громади. Спільним питанням двох анкет є питання щодо наявності координації зусиль для розвитку ІГД. Тож питання для ОМС спрямовані на виявлення рівня організації управління геопросторовою діяльністю в межах громади і стосуються наявності відповідальних структурних підрозділів або посадових осіб, які координують

роботу з геопросторовими даними, механізмів прийняття рішень, взаємодії між різними відділами органу місцевого самоврядування та узгодженості з регіональними та державними інфраструктурами. Особлива увага приділяється питанню, чи існує офіційне рішення про створення або підтримку геоінформаційної системи громади, а також наскільки чітко визначені ролі, повноваження і процеси управління геопросторовою інформацією.

Політичні та правові питання (Policy and Legal) національного рівня анкети-опитувальника охоплюють аналіз нормативно-правової бази, ліцензування, відкритості геопросторових даних та міжвідомчу взаємодію. Анкету-опитувальник для ОМС переорієнтовано на практичне застосування регламентів, положень про політику відкритих даних та дотримання вимог державних стандартів.

Питання цього критерію охоплюють аналіз нормативно-правового забезпечення геоінформаційної діяльності на місцевому рівні. В анкеті оцінюється наявність рішень, регламентів органу місцевого самоврядування щодо збирання, опрацювання, зберігання й публікації геопросторових даних. Досліджується, чи враховує громада державні стандарти у сфері НІГД, чи ведеться робота з гармонізації місцевих положень із загальнодержавними нормативами. Також перевіряється використання авторських прав, відкритих ліцензій та захисту персональної інформації.

Фінансове забезпечення (Financial) національного рівня оцінює системність фінансування та стратегії залучення ресурсів, тоді як місцевий фокусує увагу на бюджетних обмеженнях, пошуку донорських програм і сталому утриманні інфраструктури даних. Це свідчить про перехід від макрофінансового планування до місцевого бюджетування.

Запропонована анкета-опитувальник дає можливість оцінити рівень фінансування робіт зі створення, оновлення, зберігання, публікації геопросторових даних у громаді. Наприклад, наявність бюджетних статей, фінансових планів або програм розвитку цифрової інфраструктури громади. Питання також дають можливість, чи залучає громада гранти, міжнародну допомогу для створення чи модернізації своїх ГІС-рішень. У контексті адаптації IGIF фінансовий напрям відображає прагнення забезпечити постійне фінансування з урахуванням потреб місцевих користувачів і цифрової трансформації управління територією.

Відмінності критерію *Дані (Data)* полягають у рівні деталізації. Загальнодержавний рівень зосереджується на стандартизації, метаданих, інтероперабельності та координації базових наборів. ОМС більше уваги зосереджує на наявності геопросторових даних місцевого рівня, доступності та їх відповідності чиним вимогам. Цей критерій є змістовним в анкеті, адже

стосується базових геопросторових даних, якими володіє громада. Питання охоплюють наявність наборів даних (земельні ділянки, адреси, мережі, межі адміністративно-територіальних одиниць, об'єкти інфраструктури тощо) на місцевому рівні, їхню актуальність, формат, доступність і сумісність з національними стандартами. Також розглядається питання інтеграції даних у регіональні та державні геопортали, наявність та ведення метаданих, контроль якості та процеси оновлення.

Інновації (Innovation). На національному рівні інновації розглядаються через призму досліджень, технологічних партнерств і модернізації НІГД. Розроблена анкета-опитувальник для ОМС акцентує увагу на впровадженні практичних ІТ-рішень, використанні відкритих платформ та інновацій в управлінні геопросторовими даними громадою.

Питання цього критерію визначають рівень використання інноваційних технологій у діяльності громади. Анкета-опитувальник забезпечує аналіз, чи застосовуються сучасні ГІС-платформи, аналітичні інструменти, дистанційне зондування Землі, мобільні додатки або 3D-моделювання для управління територією. Також визначається, чи бере громада участь у пілотних проєктах, експериментальних ініціативах або партнерствах з університетами та ІТ-компаніями. Основна ідея полягає у заохоченні інновацій як каталізатора розвитку місцевої цифрової інфраструктури.

Стандарти (Standards). Національний рівень зорієнтований на гармонізацію з міжнародними стандартами серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика» та специфікацій Open Geospatial Consortium (OGC). На рівні ОМС аналізується обізнаність про національні та міжнародні стандарти серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика» і специфікацій. Спостерігається перехід від формування політики стандартизації до її імплементації.

Питання цього критерію визначають, чи відомі місцевим спеціалістам державні або міжнародні стандарти (ISO 19100, OGC), чи впроваджуються вони під час створення, оновлення та публікації наборів даних. Анкета-опитувальник також розглядає аспект сумісності та інтероперабельності даних між різними системами всередині громади та з іншими територіями, дає можливість зрозуміти наскільки стандарти враховуються під час розроблення технічних завдань.

Партнерство (Partnerships). Національний рівень передбачає міжвідомчу взаємодію, міжнародні угоди та державно-приватні ініціативи. Місцевий рівень адаптовано до співпраці з місцевими органами влади, громадськими організаціями та бізнесом. Змінюється акцент із національної координації на партнерства у межах громади.

У цьому критерії акцент зроблено на розвитку співпраці. Питання спрямовані на виявлення партнерських відносин громади з іншими ОМС, регіональними установами, університетами, бізнесом чи громадськими організаціями у сфері інфраструктури геопросторових даних. Досліджується наявність угод про обмін даними, спільні проєкти або участь у міжмуніципальних ініціативах.

Спроможність та освіта (Capacity and Education). Цей критерій розглядає питання підготовки фахівців в ОМС та навчання за відповідними освітніми програмами, участь у практичних тренінгах та навчанні з використання геопросторових даних та геоінформаційних сервісів.

Цей критерій виявляє рівень кадрової та технічної спроможності ОМС. Йдеться про наявність фахівців із геоінформаційних технологій, проведення навчань, тренінгів або стажувань. Питання розглядають також технічне забезпечення: чи мають працівники доступ до сучасного програмного забезпечення, серверів, баз даних, мережевих ресурсів, стабільну мережу Інтернет. Окремо розглядається підтримка навчання та залучення молодих спеціалістів, що забезпечує безперервність компетенцій у майбутньому.

Комунікації та залучення (Communications and Engagement). Національний рівень містить показники щодо публічності, звітності та інформування громадськості на загальнодержавному рівні. Місцевий – зосереджений на взаємодії з громадянами, прозорості рішень і популяризації геоінформаційних технологій серед користувачів.

Анкета-опитувальник забезпечує оцінку, як громада інформує населення про використання геоінформаційних технологій, чи має публічний геопортал або відкриті дані, чи залучає громадян до планування території. Вивчаються механізми зворотного зв’язку, публічні консультації, візуалізація результатів та ефективність комунікаційних каналів. Цей критерій демонструє зрілість місцевої геоінформаційної культури – від технічного володіння даними до відкритого діалогу з громадою.

За результатами анкетування визначається середній зважений бал по кожному критерію і на основі цього обчислюється інтегральний показник від 0 до 100 балів. За визначеними балами по кожному критерію формується діаграма «Павук» (діаграма Ейлера).

Розроблену анкету-опитувальник було апробовано за участі представників двох органів місцевого самоврядування: Львівської міської та Сумської міської територіальних громад.

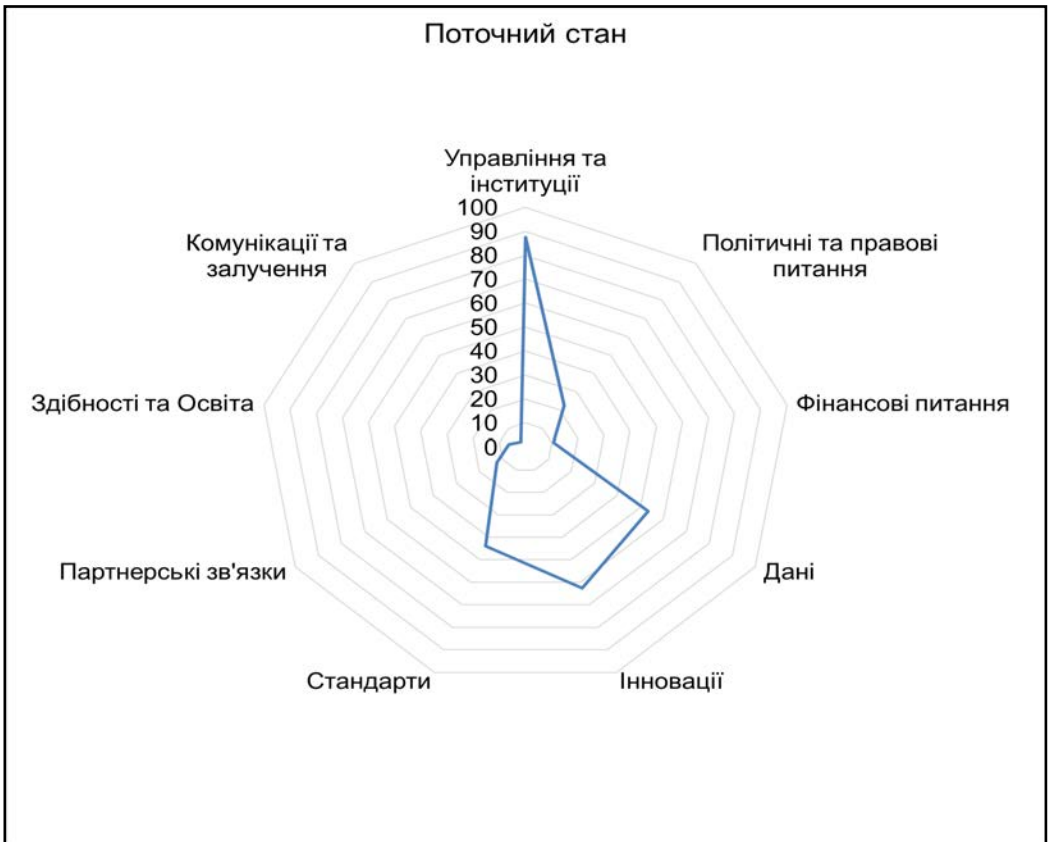


Рис. 1. Діаграма «Павук» Сумської міської територіальної громади

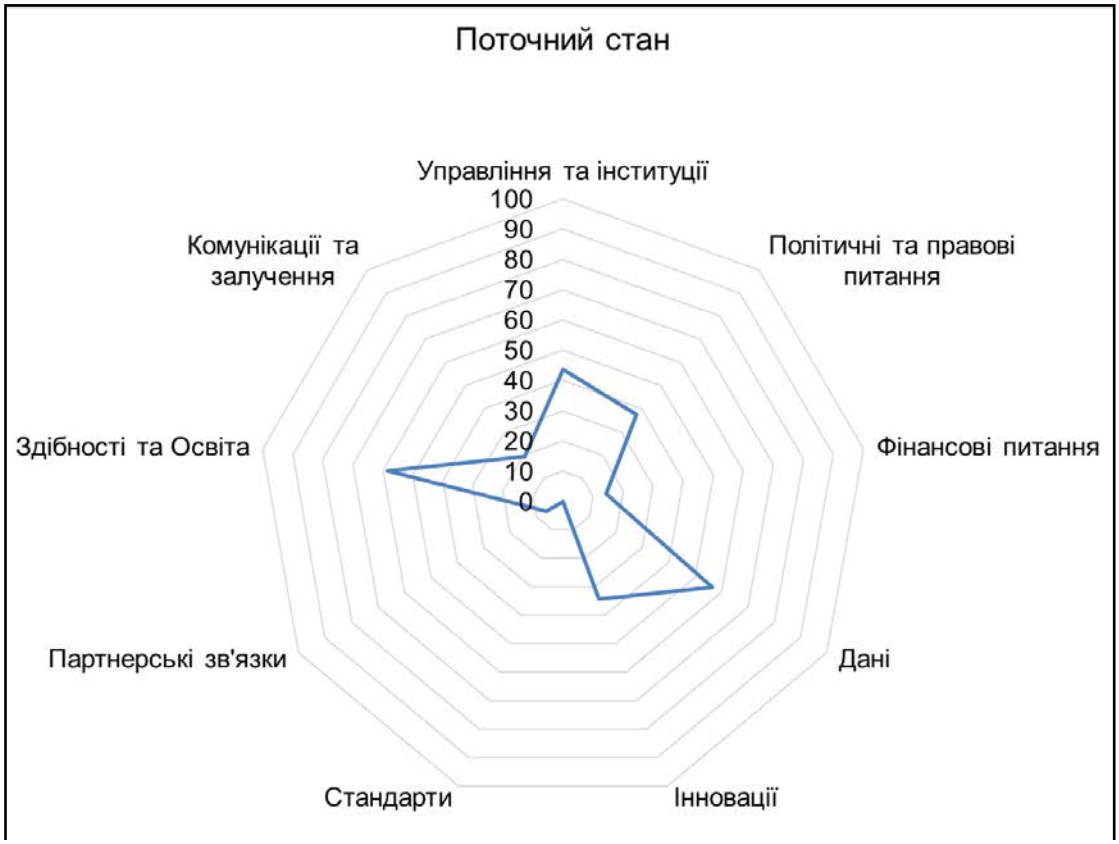


Рис. 2. Діаграма «Павук» Львівської міської територіальної громади

Таблиця 1

Результати анкетування за розробленими анкетами-опитувальниками двох органів місцевого самоврядування

Критерій	Львівська МТГ	Сумська МТГ	Аналіз
Управління та інституції	44	88	У Львівській МТГ та Сумській ТГ визначено відповідальні структури за управління геопросторовими даними.
Політичні та правові питання	38	23	Є початкове нормативне підґрунтя або місцеві ініціативи щодо впровадження ГІС, однак рівень узгодженості з національними стандартами та нормативами потребує доопрацювання.
Фінансові питання	14	11	У громадах частково передбачено ресурси, але без системного фінансування.
Дані	57	53	Обидві громади мають бази геопросторових даних, проте, ймовірно, з недостатньою структурованістю або інтеграцією. Показники свідчать про наявність потенціалу до розвитку ІГД.
Інновації	34	63	Сумська ТГ демонструє активне використання цифрових технологій, тоді як у першій рівень інноваційності нижчий, що вказує на потребу модернізації технічних підходів.
Стандарти	0	44	У Львівській МТГ відсутні будь-які локальні стандарти роботи з геоданими. У Сумській ТГ – частково імплементована стандартизація, що підвищує сумісність даних.
Партнерські зв’язки	6	13	Низький рівень взаємодії з іншими громадами, державними структурами чи освітніми закладами. Партнерства початкового рівня.
Здібності та освіта	58	6	У Львівській МТГ є практика підвищення кваліфікації у сфері ГІС.
Комунікації та залучення	19	3	У Львівській МТГ – трохи активніша комунікація, але відсутня стратегія інформування громадськості.
Загальна оцінка	31	88	Загальний рівень розвитку ІГД у громадах – початковий. Обидві громади потребують системних змін.

Висновок. Запропонував адаптовану модель методології IGIF для регіонального та місцевого рівнів в Україні, яка містить покрокові рекомендації для самооцінки, планування та впровадження ІГД регіонального та місцевого рівнів. Адаптована модель IGIF допоможе керівництву відповідних рівнів оцінити стан розвитку інфраструктури геопросторових даних та спрямувати свою діяльність на системне підвищення її рівня, включаючи обґрунтування бюджетних запитів на проєкти для залучення фінансування(в тому числі донорського) на створення геоінформаційних систем для управління територіями.

Результати самооцінювання регіонального та місцевого рівнів НІГД за адаптованою методологією IGIF можуть будуть використані як вхідні дані під час оцінювання розвитку національної інфраструктури геопросторових даних за методологією IGIF, під час створення стратегічного плану розвитку НІГД для: розроблення державної політики в сфері розвитку НІГД, створення методичних рекомендацій, формуванні програм навчання фахівців у сфері НІГД, обґрунтуваннях фінансування, оптимізації управління територіями та забезпечення їх сталого розвитку.

Список джерел

1. Карпінський Ю.О. Основи створення інтероперабельних геопросторових даних /Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Н.Ю. Лазоренко, Д.О. Кінь – К.: КНУБА, 2023. – 302 с. URI: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/123456789/14205

2. United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management. (2018). Integrated Geospatial Information Framework: Part I — Overarching strategic framework. United Nations. Retrieved from https://ggim.un.org/

3. United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management. (n.d.). UN-IGIF: Part 2 — Implementation Guide. United Nations. Retrieved from https://ggim.un.org/UN-IGIF/part2.cshtm

4. Малюк, О. (2024). Особливості діяльності Комітету експертів ООН з управління глобальною геопросторовою інформацією (UN-GGIM): досвід України. *Містобудування та територіальне планування*, (86), 437–448.

5. Методичні рекомендації щодо діяльності органів місцевого самоврядування у сфері НІГД: практичний посібник / Ю.О. Карпінський, Д.О. Кінь - Київ : О-75 КНУБА, 2023. - 276 с. ISBN 978-966-627-260-0. URL: https://land.gov.ua/wp-content/uploads/2024/03/posibnyk-gromadam-nigd_fin.pdf

6. Karpinsky, I., Lyashchenko, A., Makarenko, D., & Cherin, A. (2021). National geospatial data infrastructure of Ukraine in the world dimension: state and urgent tasks of development and sustainable functioning. *Modern Achievements of Geodesic Science and Industry*, I (41), 104–112. United Nations Statistics Division. (2023). Ukraine National Report 2023.

7. Unger, E.-M., Valesco, A., Crompvoets J. & Bennett R. (2024). Global Adoption of the Framework for Effective Land Administration: Synthesis Research. FIG Proceedings. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2024/papers/ts11g/TS11G_unger_valesco_et_al_12697.pdf

8. Korna, I., Kalinka, M., & Auzins, A. (2025). Advantages of integrated geospatial information framework to support the autonomous functions of local governments in Latvia. Journal of Urban Management. URL: https://doi.org/10.1016/j.jum.2025.07.005

9. Cooper, A. K., Makgale, F., & Hattingh, M. (2025). Is local level implementation of the Integrated Geospatial Information Framework (IGIF) in South Africa feasible?. Advances in Cartography and GIScience of the ICA, 5, 9.

10. Ovdii, M., Nistor-Lopatenco, L., & Zubco, E. (2024). *Digital transformation and innovation in the Republic of Moldova*. RevCAD – Journal of Geodesy and Cadastre, 37, 93-104. https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1320856

11. Ali, A., Imran, M., Jabeen, M., Ali, Z., & Mahmood, S. A. (2023). Factors influencing integrated information management: Spatial data infrastructure in Pakistan. *Information Development*, *39*(2), 213-234. DOI: https://doi.org/10.1177/02666669211048483

12. Bello, I. (2024). Harnessing national geospatial data infrastructure and integrated geospatial information framework for good governance and national security. International Journal of Space Technology Management and Innovation, 1, 140-163.

13. 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 (дата звернення: 01.09.2025 р.)

14. 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 (дата звернення: 01.09.2025 р.)

Oleksandr Maliuk,
Kyiv National University of Construction and Architecture

ADAPTATION OF THE IGIF METHODOLOGY TO THE DEVELOPMENT OF REGIONAL AND LOCAL LEVELS OF NSDI IN UKRAINE

The purpose of this article is to justify a scientific and methodological approach to the adaptation and implementation of the provisions of the Integrated Geospatial Information Framework (IGIF) methodology to ensure the sustainable development of regional and local levels of national geospatial data infrastructure in Ukraine.

Evaluating the current state of geospatial data infrastructure development using the IGIF methodology helps identify weaknesses and prioritize areas that require improvement. This approach focuses on enhancing the creation, implementation, development, and maintenance of the national geospatial data management system.

The study aims to utilize the IGIF methodology as a practical tool for regional authorities, particularly for local self-government bodies (LSBs), taking into account the specifics of Ukrainian legislation, the challenges of decentralization, and the current needs of territorial management.

In the article, the author proposes an adapted model of the IGIF methodology for the regional and local levels in Ukraine, which contains step-by-step recommendations for self-assessment, planning, and implementation of regional and local GIS. The adapted IGIF model will help management at the relevant levels to assess the state of development of geospatial data infrastructure and focus their activities on systematically improving its level, including justifying budget requests for projects to attract funding (including donor funding) for the creation of geoinformation systems for territorial management.

The results of self-assessment of regional and local levels of SDI using the adapted IGIF methodology can be used in the development of state policy in the field of NIGD development, the creation of methodological recommendations for all holders of geospatial data sets, the formation of training programs for specialists in the field of NSDI, justification of funding, optimization of territory management, and ensuring their sustainable development.

Keywords: Integrated Geospatial Information Framework; IGIF; national spatial data infrastructure; geospatial data; GIS; service

REFERENCES

1. Karpinskyi Y.O. Fundamentals of creating interoperable geospatial data./ Y.O. Karpinsky et al. Kyiv: KNUBA, 2023. 302 p. URL: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/123456789/14205. {in Ukrainian}

2. United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management. (2018). Integrated Geospatial Information Framework: Part I — Overarching strategic framework. United Nations. Retrieved from https://ggim.un.org/. {in English}

3. United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management. (n.d.). UN-IGIF: Part 2 — Implementation Guide. United Nations. Retrieved from https://ggim.un.org/UN-IGIF/part2.cshtm, {in English}

4. Maliuk, O. (2024). Features of the activities of the UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM): the experience of Ukraine. Urban development and territorial planning, (86), 437–448. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2024.86.437-448. {in English}

5. Methodological recommendations for local government activities in the field of NSDI: practical guide / Yu.O. Karpinsky, D.O. Kin - Kyiv:, 2023. - 276 p. ISBN 978-966-627-260-0. URL: https://land.gov.ua/wp-content/uploads/2024/03/posibnyk-gromadam-nigd_fin.pdf. {in English}

6. Karpinsky, I., Lyashchenko, A., Makarenko, D., & Cherin, A. (2021). National geospatial data infrastructure of Ukraine in the world dimension: state and urgent tasks of development and sustainable functioning. Modern Achievements of

Geodesic Science and Industry, I (41), 104–112. DOI:10.33841/1819-1339-1-41-104-112. {in English}

7. United Nations Statistics Division. (2023). Ukraine National Report 2023. Retrieved from https://ggim.un.org/.{in English}

8. Unger, E.-M., Valesco, A., Crompvoets J. & Bennett R. (2024). Global Adoption of the Framework for Effective Land Administration: Synthesis Research. FIG Proceedings. URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2024/papers/ts11g/TS11G_unger_valesco_et_al_12697.pdf. {in English}

9. Korna, I., Kalinka, M., & Auzins, A. (2025). Advantages of integrated geospatial information framework to support the autonomous functions of local governments in Latvia. Journal of Urban Management. URL: https://doi.org/10.1016/j.jum.2025.07.005. {in English}

10. Cooper, A.K., Makgale, F., & Hattingh, M. (2025). Is local level implementation of the Integrated Geospatial Information Framework (IGIF) in South Africa feasible?. Advances in Cartography and GIScience of the ICA, 5, 9. {in English}

11. Ovdii, M., Nistor-Lopatenco, L., & Zubco, E. (2024). Digital transformation and innovation in the Republic of Moldova. RevCAD – Journal of Geodesy and Cadastre, 37, 93-104. https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1320856. {in English}

12. Ali, A., Imran, M., Jabeen, M., Ali, Z., & Mahmood, S. A. (2023). Factors influencing integrated information management: Spatial data infrastructure in Pakistan. Information Development, 39(2), 213-234. DOI: https://doi.org/10.1177/02666669211048483. {in English}

13. Bello, I. (2024). Harnessing national geospatial data infrastructure and integrated geospatial information framework for good governance and national security. International Journal of Space Technology Management and Innovation, 1, 140-163.ISSN:2630-7324. URL: https://www.researchgate.net/publication/386452334. {in English}

14. 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. (date of access: 01.09.2025) {in Ukrainian}

15. 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. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-п#Text. (date of access: 01.09.2025. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.656-669
УДК 336.15
д.т.н., професор **Смілка В.А.,**
smilka.va@knuba.edu.ua, ORCID: 0000- 0002-7025-9398
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИЧНИЙ ПРИЙОМ ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТИХ ДАНИХ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПОРУШЕНЬ ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА

Наслідком використання присадибних ділянок не за цільовим призначенням є недоотримання бюджетом територіальної громади земельного податку, оскільки розміри ставки податків для різних видів використання відрізняються у десятки разів. В статті пропонується на публічних геопросторових даних в садибній забудові дешифрувати об'єкти обслуговування населення з метою визначення відповідності фактичного виду використання земельних ділянок, на яких вони розміщені, цільовому призначенню. Апробацію прийому використання відкритих даних для виявлення потенційних порушень земельного законодавства здійснено в межах території міста Павлоград Дніпропетровської області. В результаті аналізу виявлено порушення на двох земельних ділянках, що використовуються для підприємницької діяльності, однак оформлені як присадибні ділянки. За результатами розрахунків визначено, що бюджет територіальної громади у 2024 році недоотримав 25,6 тис. грн., що становить 2,69% від всіх надходжень земельного податку від фізичних осіб. Ключовими складовими запропонованого методичного прийому є гнучкість його інструментарію, паралелізм завдань, гнучка структурність.

Ключові слова: відкриті дані; земельна ділянка; цільове призначення; вид використання; ставка земельного податку; місцевий бюджет.

Актуальність теми та постановка проблеми. Дотримання власниками (користувачами) земельних ділянок земельного законодавства означає:

- належне оформлення документів щодо прав на землю;
- використання земельної ділянки за цільовим призначенням;
- своєчасне внесення плати за землю;
- добросусідство [1].

Використання земельної ділянки за фактичним напрямом, який належним чином не оформлений, є порушенням земельного законодавства. Існують різні методи виявлення порушень земельного законодавства, пов'язаного з невиконанням вимог щодо використання земель за цільовим призначенням, зокрема документальний аналіз, дистанційний метод та метод натурного обстеження [2, 3]. Найбільш ефективне виявлення порушень досягається

шляхом інтеграції різних методів: дистанційний метод визначає місце ймовірного порушення, документальний аналіз – підтверджує його юридичний статус, а фіксація порушення здійснюється за допомогою методу натурного обстеження.

Податок на майно, до якого належить плата на землю, є складовою місцевого бюджету [4], тому з метою поповнення бюджету територіальної громади, органи місцевого самоврядування, органи земельних ресурсів, органи благоустрою, відповідно до наділених повноважень, повинні контролювати дотримання земельного законодавства всіма учасниками господарської діяльності громади.

В садибній забудові мають місце випадки використання земельних ділянок, наданих для будівництва і обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка), не за цільовим призначенням, а з метою надання різних послуг населенню для отримання прибутку. Зміна намірів використання земельних ділянок має вплив на економічну складову землеволодіння, через те, що змінюється розмір ставки земельного податку.

Аналіз попередніх публікацій. Питання виявлення нецільового використання землі належить до широкого кола галузей, як земельне право, оподаткування, державний контроль та геоінформаційні системи в землеустрої [5, 6]. Оподаткування земельних ресурсів завжди було об’єктом наукових досліджень багатьох українських вчених. Зокрема, питання оподаткування землі висвітлено в наукових роботах Гузаря Б., Головатого М., Деми Д., Даниленко О., Крисько В. та ін. [6, 7, 8]. Проблеми, пов’язані з розвитком та оподаткуванням земель, залишаються об’єктом подальших досліджень значної кількості вчених. Розробленню методики нормативної грошової оцінки земель забудованих території присвячені праці Мартина А., Палехи Ю. та Патичнеко О. [9, 10].

Праці Кулинича П., Мірошниченко А. та Петраковської О. стосувались досліджень правових механізмів державного контролю за використанням та охороною земель, аналізу юридичної відповідальності за нецільове використання земель [11, 12, 13, 14]. Результати досліджень Ступеня М. та Штогрина Р. направлені на застосування дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), аеро- та космічної зйомки для оперативного виявлення несанкціонованих змін на ділянках (будівництво, зміна угідь тощо) [15]. Впровадженню сучасних методів охорони земель присвячені праці Ліпкан В. та Шевченка О. [2].

Разом з тим, питанням інтеграції методів використання відкритих джерел даних, відмінних від даних дистанційного зондування землі, для моніторингу

земель та виявлення правопорушень у сфері земельних відносин приділено недостатньо уваги.

Метою статті є: представлення методичного прийому виявлення потенційних порушень земельного законодавства в частині не відповідності документально оформленого та фактичного виду використання земельної ділянки на основі відкритих даних (OSINT). Вид використання земельної ділянки впливає на розмір ставки земельного податку. Не відповідність документального та фактичного використання земельної ділянки впливає на розмір земельного податку, який сплачується до місцевого бюджету. Наявність таких порушень свідчить про недоотримання місцевим бюджетом надходжень, які можуть бути використанні на соціальні, оборонні та інші проекти.

Виклад основного матеріалу. Податковим кодексом України встановлено порядок та механізм оподаткування плати за землю. Податок за землю разом з податком на нерухоме майно, яке відмінне від земельної ділянки, та транспортним податком є складовими податку на майно. Податок на майно є основним джерелом доходу місцевого бюджету. Земельний податок сплачується за земельні ділянки, які перебувають у власності фізичних та юридичних осіб, в тому числі земельні частки (паї), та за земельні ділянки державної і комунальної форм власності, які надані суб’єктам господарювання на праві постійного користування. За земельні ділянки державної і комунальної форм власності, які надані в користування суб’єктам господарювання на праві оренди, нараховується орендна плата за землю.

Використовуючи відкриті дані офіційного державного веб-порталу «Бюджет для громадян» (https://openbudget.gov.ua) [16] проведено аналіз дохідної частини місцевих бюджетів регіонів України за 2024 рік, на території яких в звітному році воєнні дії не здійснювались або здійснювались на відносно малій території. Зокрема, не аналізувались місцеві бюджети АР Крим, м. Сімферополь, Донецької, Луганської, Запорізької та Херсонської областей.

Досліджено обсяги сплати до місцевих бюджетів територіальних громад земельного податку з юридичних осіб 20 областей України та міста Києва, орендної плати з юридичних осіб за використання земельних ділянок, земельного податку з фізичних осіб та орендної плати з фізичних осіб за використання земельних ділянок. За результатами аналізу встановлено, що орендна плата за користування земельними ділянками комунальної власності з юридичних осіб є найбільш доходною статтею поміж складових податку на майно місцевих бюджетів регіонів України і становить 45,89 %, земельний податок з юридичних осіб при цьому складає частку у 21,34 %, а земельний податок з фізичних осіб та орендна плата з фізичних осіб відповідно 4,79 % та 5,84 %. Згадані статті доходу сумарно становлять 77,86 % всіх податків на

майно в регіонах України. Частка земельного податку та орендної плати в обсягах інших складових зведених показників бюджетів територіальних громад України за 2024 рік наведено в таблиці 1.

Порівняння сумарних бюджетів територіальних громад в межах областей України у 2024 році (рис. 1) засвідчує, що лідерами зі збору земельних податків та нарахувань за оренду землі є Дніпропетровська область, місто Київ та Одеська область. Найменше зборів земельного податку та нарахувань надійшло до місцевих бюджетів територіальних громад Волинської, Тернопільської та Чернівецької областей відповідно.

Таблиця 1

Обсяги земельного податку та орендної плати в складі зведених показників бюджетів територіальних громад регіонів України за 2024 рік

Назва податку та нарахувань	Частка земельних податків та нарахувань від обсягів складових частини бюджетів громад (%), зокрема			
	надходження місцевих бюджетів загальні	податкові надходження місцевих бюджетів	місцеві податки і збори	податок на майно
Земельний податок з юридичних осіб	1,89	2,81	9,01	21,34
Орендна плата з юридичних осіб	4,07	6,03	19,38	45,89
Земельний податок з фізичних осіб	0,42	0,63	2,02	4,79
Орендна плата з фізичних осіб	0,52	0,77	2,46	5,84
Всього	6,90	10,24	32,87	77,86

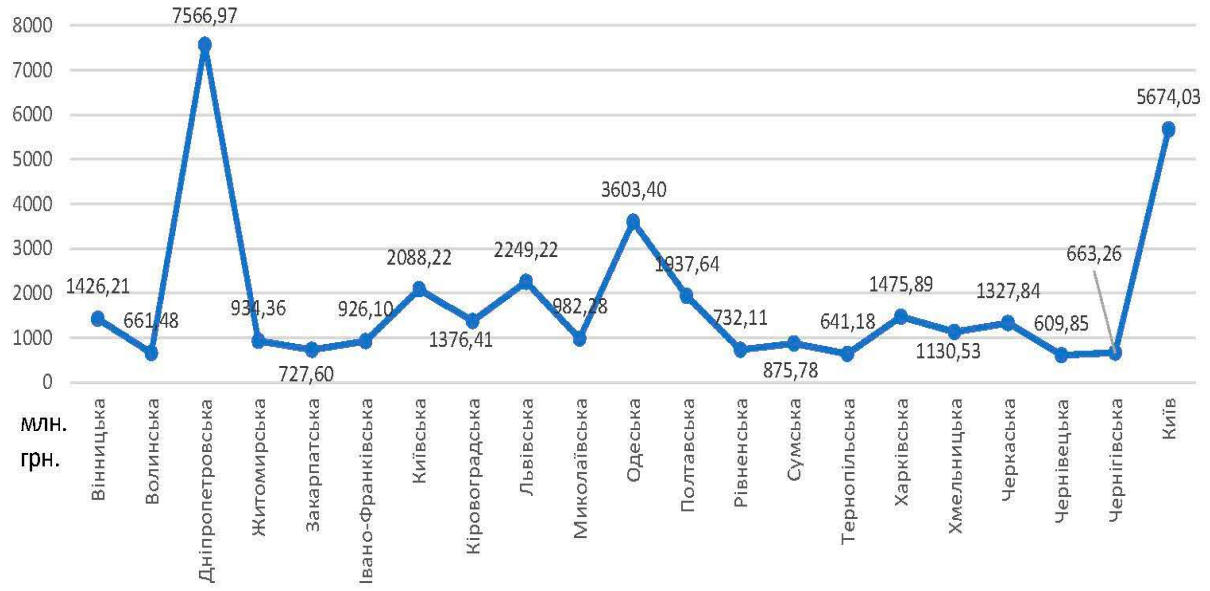


Рис. 1. Порівняння обсягів надходжень до бюджетів територіальних громад областей від земельного податку та нарахувань за оренду земель у 2024 році

Враховуючи, що земельні податки та орендна плата за землю у 2024 році (табл. 1) сумарно становили 6,9% всіх надходжень до місцевих бюджетів територіальних громад, органам місцевого самоврядування важливо здійснювати моніторинг дотримання землевласниками та землекористувачами земельного законодавства. Надходження до бюджетів від земельного податку та оренди земель від юридичних осіб перевищують надходження від земельного податку та оренди земель фізичних осіб в середньому у понад 6 разів (табл. 1). Останнє пояснюється тим, що фізичні особи, як правило, володіють земельними ділянкам, віднесеними до земель житлової забудови, для яких органи місцевого самоврядування встановлюють мінімальні ставки земельного податку, а юридичні особи володіють або користуються земельними ділянками, віднесеними до категорій земель зі значно більшими ставками земельного податку, оскільки передбачають здійснення господарської діяльності з метою отримання прибутку. Статтею 281 Податкового кодексу України передбачено звільнення окремих категорій фізичних осіб від сплати земельного податку за володіння земельними ділянками п’яти видів цільового призначення земельної ділянки в межах визначених граничних норм, а саме:

- для ведення особистого селянського господарства;
- для будівництва та обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка);
- для індивідуального дачного будівництва;
- для будівництва індивідуальних гаражів;
- для ведення садівництва [4].

Якщо визначена пільгова категорія громадян відповідно до законодавства набуває право на земельну ділянку з іншим цільовим призначенням, вона зобов’язана сплачувати земельний податок.

Також існують пільги щодо сплати земельного податку [4] для юридичних осіб. Пільга розповсюджується на заклади (установи), які здійснюють діяльність, пов’язану з опікою за особами з інвалідністю, заклади дошкільної, загальної середньої та позашкільної освіти. Визначальним є вид діяльності юридичної особи, а не соціальний статус власника юридичної особи.

Таким чином у разі зміни фізичною особою намірів використання власної земельної ділянки, набутої «для будівництва та обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка)» на «для будівництва та обслуговування будівель торгівлі», не залежно від того мала вона пільги на сплату земельного податку або ні, власник зобов’язаний сплачувати земельний податок за новою ставкою оподаткування до місцевого бюджету.

Поява нових об’єктів обслуговування населення в садибній забудови є позитивними фактором для підвищення різноманітності використання земель [17]. Разом з тим всі землевласники повинні дотримуватись земельного законодавства та, у разі зміни намірів використання земельної ділянки, звертатись до органів земельних ресурсів для оформлення відповідних документів.

Потенційні порушення земельного законодавства можливо виявити за допомогою аналізу відкритих геопросторових даних (OSINT Open Source Intelligence – розвідка відкритих даних). OSINT у земельній діяльності – це використання інформації з відкритих джерел для збору, аналізу та використання даних про земельні ділянки та правові аспекти, без порушення закону. Методичний прийом дозволяє виявляти потенційні порушення земельного законодавства щодо використання земель не за призначенням, відстежувати містобудівні перетворення на земельних ділянках, збирати дані про власників та користувачів об’єктів нерухомого майна.

До основних джерел відкритих даних в земельній сфері належать:

- Єдиний державний реєстр юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань (ЄДР);
- Державний земельний кадастр (ДЗК);
- реєстр речових прав на нерухоме майно;
- карти Google, Google Earth та інші платформи супутникових даних для аналізу стану місцевості, забудови та рослинності.

На основі результатів OSINT формується перелік земельних ділянок, які потенційно використовуються не за цільовим призначенням. Зазначений перелік земельних ділянок має надійти до органів земельних ресурсів для перевірки та документування фактів використання земельних ділянок не за цільовим призначенням та вжиття заходів для належного оформлення правовстановлюючих документів, сплати податків та штрафних санкцій.

Пропонується апробацію підходу використання відкритих даних для виявлення потенційних порушень земельного законодавства здійснити в межах території Павлоградської міської громади Дніпропетровської області. Як зазначалось вище, Дніпропетровська область є лідером зі збору земельного податку за нарахуваннями за оренду земель. Вибір громади пояснюється тим, що якщо надходження від земельного податку в області максимальні – система нагляду за дотриманням земельного законодавства чітко налагоджена. Чи можливо в таких передумовах виявити потенційні порушення земельного законодавства за допомогою відкритих даних?

Основні показники бюджету громади м. Павлоград за 2024 р. складають:

- дохідна частина – 1 481 758 928,09 грн.;

- податкові надходження – 1 081 544 834,82 грн.;
- місцеві податки та збори – 310 713 610,67 грн.;
- податок на майно – 167 143 555,98 грн., в тому числі:
    - земельний податок з юридичних осіб – 72 194 699,44 грн.;
    - орендна плата з юридичних осіб – 56 070 339,46 грн.;
    - земельний податок з фізичних осіб – 957 056,87 грн.;
    - орендна плата з фізичних осіб – 14 552 032,86 грн. [16].

Апробація аналізу відкритих даних обмежується такими завданнями:

- виявлення земельних ділянок в садибній забудові, які використовуються для підприємницької діяльності, але мають інше цільове призначення, що не передбачає такої діяльності;
- розрахунок потенційного обсягу недоотриманих надходжень до бюджету територіальної громади у зв'язку зі зміною діяльності на земельній ділянці.

В першу чергу аналізується інформація на картах Google [18] та виявляються в межах садибної забудови об'єкти обслуговування населення. Після цього аналізуються відкриті дані земельного кадастру [19] та визначається цільове призначення для кожної земельної ділянки, ня яких розташовані визначені об'єкти обслуговування населення. Не відповідність цільового призначення та діяльності, яка здійснюється на земельній ділянці визначає необхідність більш детального дослідження питання.

Проведений аналіз відкритих даних в м. Павлоград дозволив виявити, що:

1) на земельній ділянці на вул. Перемоги, 21, м. Павлоград здійснюється підприємницька діяльність з продажу пам'ятників, надгробних плит, приймаються замовлення для їх виготовлення, про що свідчить фотофіксація ділянки. Згідно з відкритими даними ДЗК зазначена земельна ділянка має кадастровий номер 1212400000:02:009:0149, знаходиться у приватній власності та має цільове призначення «02.01 для будівництва і обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка)», що не передбачає продаж пам'ятників (рис. 2). Таким чином наявне порушення земельного законодавства.

2) на земельній ділянці на вул. Полтавська, 21, м. Павлоград також надаються послуги з продажу пам'ятників, надгробних плит, приймаються замовлення для їх виготовлення, про що свідчить фотофіксація ділянки. Відповідно до відкритих даних ДЗК земельна ділянка має кадастровий номер 1212400000:02:009:0057, знаходиться в приватній власності та має цільове призначення – «1.11.6 комерційне використання». Згідно з додатком 59 до порядку КВЦПЗД код 1.11.6 відповідає виду цільового призначення 03.07 «будівлі торгівлі» або 03.10 «будівлі компаній, які займаються підприємницькою діяльністю для отримання прибутку» (рис. 3).

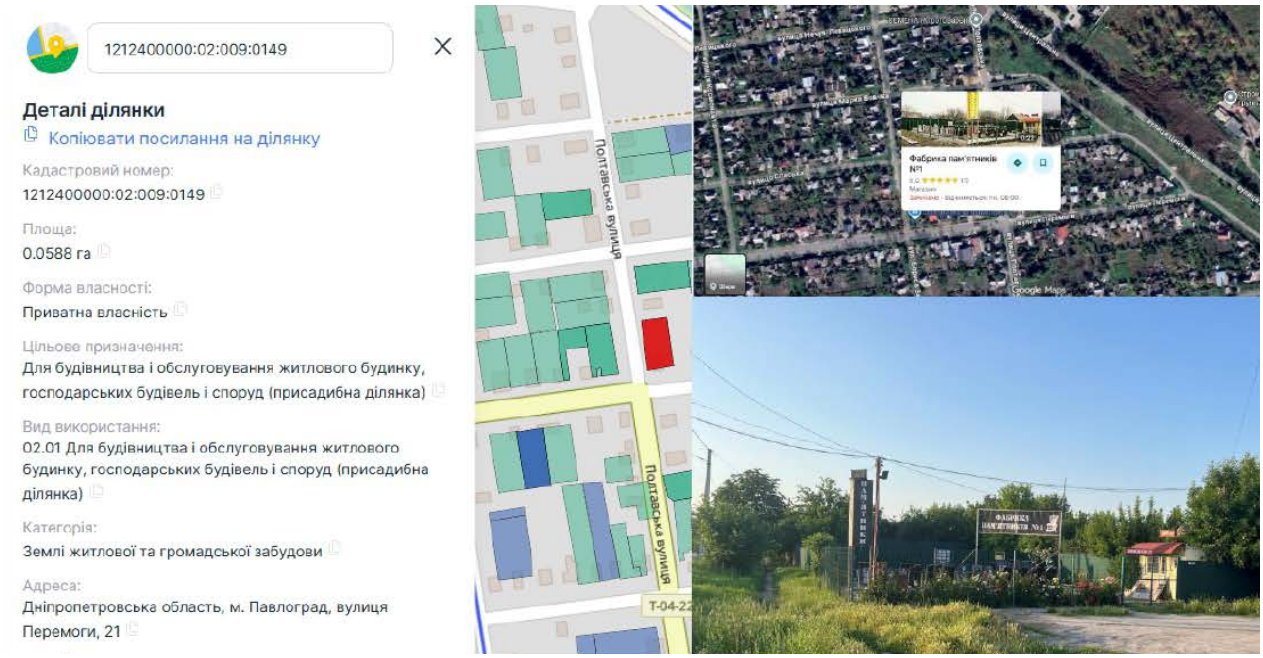


Рис. 2. Інформація про земельну ділянку на вул. Перемоги, 21 в м. Павлоград

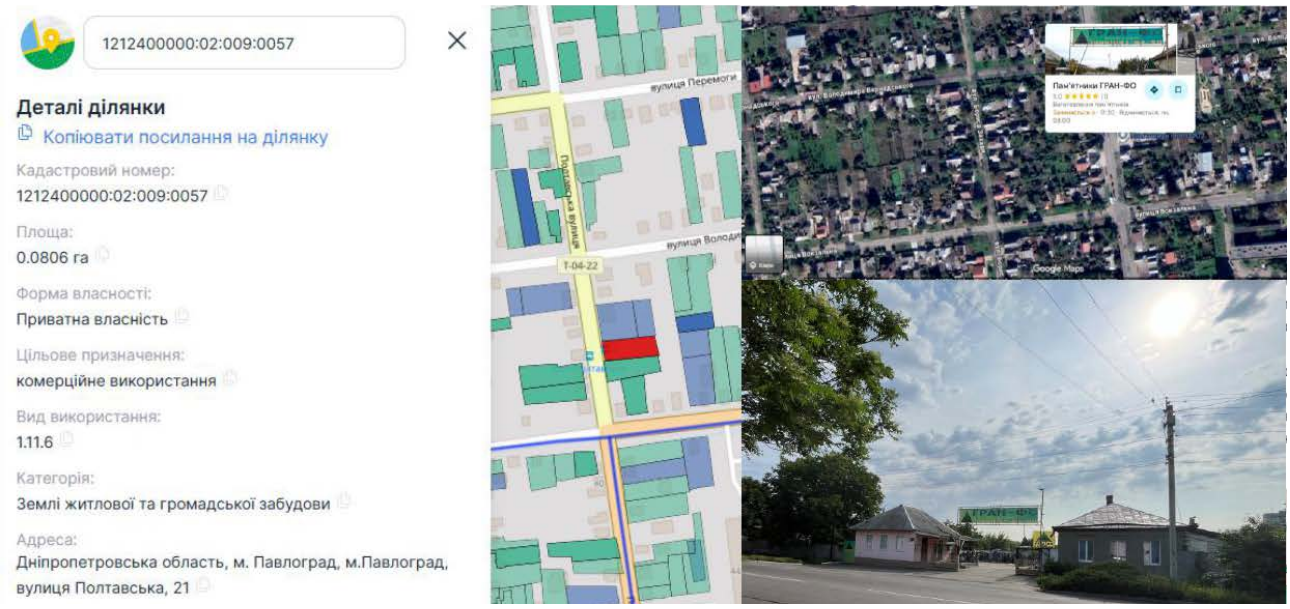


Рис. 3. Інформація про земельну ділянку на вул. Полтавська, 21 в м. Павлоград

Можна зробити висновок, що цільове призначення відповідає її фактичному виду використання.

3) на земельній ділянці на вул. Соборній, 33 в м. Павлоград здійснюється торговельна діяльність з продажу продуктів харчування, про що свідчить фотофіксація ділянки. Згідно з відкритими даними ДЗК зазначена земельна ділянка має кадастровий номер 1212400000:02:028:0061. Цільове призначення 1.8 згідно з УКЦВЗ відповідає «для будівництва обслуговування житлового

будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка)» (рис. 4). Таким чином наявне порушення земельного законодавства.

Натурне обстеження території підтверджує фактичне використання земельних ділянок за призначенням, відображеним на відкритих геопросторових даних картах Google, а саме 03.07 «для будівництва та обслуговування будівель торгівлі», а не 02.01 «для будівництва обслуговування житлового будинку, господарських будівель і споруд (присадибна ділянка)». Таким чином можна вважати, що досліджувані земельні ділянки 1 та 3 використовуються з порушенням земельного законодавства, в частині не відповідності цільовому призначенню земельної ділянки, наслідком чого, є припинення права користування земельною ділянкою [1].

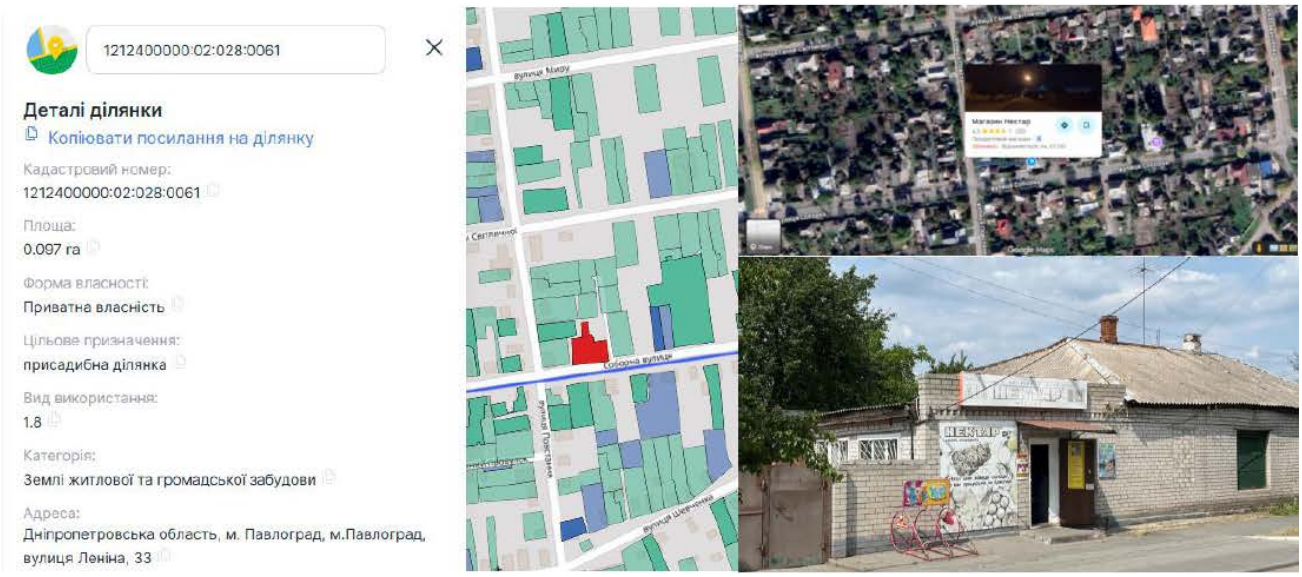


Рис. 4. Інформація про земельну ділянку на вул. Соборна, 33 в м. Павлоград

Земельні ділянки, що досліджуються, перебувають у приватній власності, для них ставки земельного податку визначені рішенням Павлоградської міської ради Дніпропетровської області від 30.06.2021 №293-10/VIII «Про затвердження порядку встановлення ставок земельного податку за земельні ділянки на території міста Павлоград» (із змінами і доповненнями). Розмір ставки земельного податку залежить від категорії земель та видів цільового призначення земель (КВЦПЗ), встановлених відповідно до Класифікатору видів цільового призначення земельних ділянок, визначених постановою Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 №1051 «Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру» (зі змінами і доповненнями) [20].

Ставка земельного податку для земельної ділянки на вул. Перемоги, 21 (1212400000:02:009:0149) та на вул. Соборна, 33 (1212400000:02:028:0061) в м. Павлоград з фактичним видом використання 03.07 має становити 3,0% від

нормативної грошової оцінки, а не 0,03% для оформленого виду використання 02.01. Таким чином власники цих земельних ділянок повинні сплачувати до бюджету територіальної громади м. Павлоград суму в 100 разів більшу ніж вони сплачують сьогодні.

Технічна документація з нормативної грошової оцінки земельних ділянок Павлоградської міської територіальної громади (м. Павлоград) Дніпропетровської області затверджена рішенням Павлоградської міської ради від 30.04.2024 № 1533-50/VIII. Дані про нову грошову оцінку м. Павлоград внесені до Державного земельного кадастру. Розрахунок обсягів недоотриманих бюджетом територіальної громади міста платежів земельного податку для досліджуваних земельних ділянок наведений у таблиці 2.

Таблиця 2.

Розрахунок земельного податку, який потенційно не отримав бюджет територіальної громади міста Павлоград у 2024 році

№ зп	Адреса	Нормативна грошова оцінка земельної ділянки, грн.	Земельний податок за ставкою 0,03%, грн.	Земельний податок за ставкою 3%, грн.	Сума, що не надійшла до бюджету, грн.
1	вул. Перемоги, 21	325 775,5	97,7	9 773,3	9 675,6
2	вул. Соборна, 33	537 418,8	161,2	16 122,6	15 961,4
Разом					25 637,0

Сума 25 637,0 грн., що не надійшла до бюджету територіальної громади м. Павлоград від двох власників земельних ділянок, які вони використовують не за цільовим призначенням, а в підприємницьких цілях з метою отримання прибутку, становить 0,02% від всіх податків на майно або 2,69% від всіх платежів земельного податку від фізичних осіб, отриманих містом у 2024 році.

Ключовими складовими запропонованого методичного прийому з виявлення порушень земельного законодавства є:

- гнучкість його інструментарію – для збору та аналізу інформації можуть застосовуватись як відкриті геопросторові дані, так і дані дистанційного зондування землі, отримані за рахунок місцевих (державного) бюджетів;

- паралелізм – відкриті дані можуть аналізуватись для виконання одночасно різних завдань, наприклад: а) виявлення порушень земельного законодавства (використання земельної ділянки не за цільовим призначенням, самозахоплення земельної ділянки), б) виявлення порушень містобудівного законодавства (самовільне будівництво, реконструкція без належних документів), в) виявлення нелегальних вирубок зелених насаджень, тощо;

- гнучка структурність – прийом можна інтегрувати до комплексних підходів проведення моніторингу земель, містобудівного моніторингу, моніторингу лісів, моніторингу водних об’єктів [17].

Висновки. Не зважаючи на окремі обмеження щодо оприлюднення публічних даних у зв'язку з воєнним станом, відкриті дані дозволяють ідентифікувати порушення земельного законодавства в частині використання земельних ділянок не за цільовими призначенням. В наслідок таких порушень місцевий бюджет недоотримує платежі земельного податку у зв'язку зі зміною ставки податку для фактичного виду використання земельної ділянки. Розрахунки (табл. 2) свідчать про ефективність використання відкритих даних для моніторингу стану використання земель при відносно не значних витратах часу на камеральне оброблення інформації та натурне обстеження окремих земельних ділянок.

Список використаних джерел

1. Земельний кодекс України: Закон України від 25.10.2001 № 2768-III. Відомості Верховної Ради України. 2002. № 3-4. Ст. 27. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14 (дата звернення: 04.11.2025).

2. Ліпкан, В & Шевченко, О. (2024). Механізми контролю за зміною цільового призначення земельних ділянок. *Право і суспільство*, 3 (2024). с. 471-481. 10.32842/2078-3736/2024.3.72. https://doi.org/10.32842/2078-3736/2024.3.72.

3. Смілка, В. (2024) Теоретико-методичні засади проведення моніторингу земель різних категорій. *Просторовий розвиток*, 10 (2024). с. 531-543. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.531-543.

4. Податковий кодекс України: Закон України від 02.12.2010 № 2755-VI. Офіційний вісник України. 2010. № 92. Ст. 3248. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17 (дата звернення: 04.11.2025).

5. Патицька, Х. (2019) Плата за землю в системі майнового оподаткування: особливості справляння в Україні та країнах ЄС. *Світ фінансів*, 4(57), с. 86-98, http://sf.wunu.edu.ua/index.php/sf/article/view/1072.

6. Smilka, V. (2020). Settlement compactness as a quality characteristic of land use. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*, 8, 34-44. https://doi.org/10.2478/bjreecm-2020-0004.

7. Дема, Д., Куровська, Н. & Стецько, М. (2024) Трансформація майнового оподаткування України з урахуванням досвіду країн європейського союзу. *Ефективна економіка*. 10. DOI: https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.10.63.

8. Савчук, Д. (2018) Вдосконалення системи адміністрування місцевих податків і зборів в Україні. *Проблеми системного підходу в економіці*. 6(68), С.188-192.https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-29.

9. Мартин, А. (2013). Новий методичний підхід до нормативної грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення. *Землеустрій і кадастр*, (2), с. 37-59.

10. Палеха, Ю. & Патиченко, О. (2013). Нормативна грошова оцінка земель сільських населених пунктів і селищ міського типу – нові підходи до визначення показників. *Землеустрій і кадастр*, (1), с. 34-44.

11. Мірошниченко, А. (2011). Земельне право України: підручник. Київ: Алерта, 338 с.

12. Кулинич, П. (2007). Правові проблеми цільового використання земель сільськогосподарського призначення. *Часопис Київського університету права*, (4), с. 151-157.

13. Кулинич, П. (2006). Протидія самовільному зайняттю землі – дійсна й надумана. *Юридичний вісник України*, (37), с. 6-7.

14. Петраковська, О. (2005). Методи управління земельними ресурсами. *Містобудування та територіальне планування*, (20), с. 261-267.

15. Оцінка земель: навч. посіб. / М.Г. Ступень, РЙ. Гулько, О.Я. Микула, О.Ф. Ковалишин та ін.; за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. М.Г. Ступеня. Львів: Новий світ, 2005. 307 с.

16. Бюджет для громадян [Електронний ресурс]. Офіційний вебпортал «Відкритий бюджет». Київ: Міністерство фінансів України. Режим доступу: https://openbudget.gov.ua (дата звернення: 04.11.2025).

17. Смілка, В. Методологічні основи геоінформаційного містобудівного моніторингу територій населених пунктів: дис. д-ра техн. наук: 05.24.04. Київ, 2021, 412 с. https://uacademic.info/ua/document/0521U101096.

18. Google Maps [Електронний ресурс]. Google LLC. URL: http://maps.google.com (дата звернення: 04.11.2025).

19. Публічна кадастрова карта [Електронний ресурс]. Кадастрова карта України. URL: https://kadastrova-karta.com (дата звернення: 04.11.2025).

20. Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру: постанова Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 № 1051. Офіційний вісник України. 2012. № 84. Ст. 3389. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF (дата звернення: 04.11.2025).

D. Sc., Professor **Smilka Vladyslav**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

METHODOLOGICAL TECHNIQUE FOR USING OPEN DATA TO DETECT LAND LEGISLATION VIOLATIONS

The use of open data for surveying and identifying changes in a territory reflects the modern approach to detecting land offenses. The consequence of using household plots for purposes other than their designated use is the shortfall of land tax revenue for the local community budget, as the tax rates for different types of use vary tenfold. The developed technique for using open data to detect potential violations of land legislation was tested within the territory of Pavlohrad, Dnipropetrovsk region. Service facilities were deciphered in the Google Maps image of single-family housing areas to determine the compliance of the land plots' designated purpose with the actual type of use. Land plots with detected inconsistencies were subjected to detailed investigation. As a result of the analysis, violations were found on two land plots used for entrepreneurial activity but registered as household plots. According to the calculation results, it was revealed that the local community budget had a shortfall of UAH 25,637.0 in 2024, which accounts for 0.015% of all property taxes or 2.7% of land tax revenue from individuals. Key components of the proposed methodological technique are the flexibility of its tools, parallelism of tasks, and flexible structure.

Keywords: open data; land plot; designated purpose; type of use; land tax rate; local budget.

REFERENCES

1. Land Code of Ukraine. WEB URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text (access sed November 04, 2024) {in Ukrainian}.

2. Lipkan, V. & Shevchenko, O. (2024). Mekhanizmy kontroliu za zminoiu tsilovoho pryznachennia zemelnykh dilianok [Mechanisms of control over the change of land use purpose]. *Pravo i suspilstvo*, vol. 3 (2024), pp. 471-481. https://doi.org/10.32842/2078-3736/2024.3.72 {in Ukrainian}.

3. Smilka, V. (2024). Teoretyko-metodychni zasady provedennia monitorynhu zemel riznykh katehorii. [Theoretical and methodological principles of monitoring land of various categories]. *Prostorovyj rozvytok*, vol. 10 (2024), pp. 531-543. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.10.531-543 {in Ukrainian}.

4. Tax Code of Ukraine. WEB URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17 (accessed November 04, 2025) {in Ukrainian}.

5. Patsytska, Kh. (2019). Plata za zemliu v systemi mainovoho opodatkuvannia: osoblyvosti spravliannia v Ukraini ta krainakh YeS [Payment for land in the system of property taxation: features of collection in Ukraine and EU countries]. *Svit finansiv*, vol. 4 (57), pp. 86-98. http://sf.wunu.edu.ua/index.php/sf/article/view/1072 {in Ukrainian}.

6. Smilka, V. (2020). Settlement compactness as a quality characteristic of land use. *Baltic Journal of Real Estate Economics and Construction Management*, 8, 34-44. https://doi.org/10.2478/bjreecm-2020-0004.

7. Dema, D., Kurovska, N., Stetsko, M. (2024). Transformatsiia mainovoho opodatkuvannia Ukrainy z urakhuvanniam dosvidu krain yevropeiskoho soiuzu [Transformation of property taxation in Ukraine taking into account the experience of European Union countries]. *Efektyvna ekonomika*, vol. 10. https://doi.org/10.32702/2307-2105.2024.10.63 {in Ukrainian}

8. Savchuk, D. (2018). Vdoskonalennia systemy administruvannia mistsevykh podatkiv i zboriv v Ukraini [Improving the system of local tax and fee administration in Ukraine]. *Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi*, vol. 6 (68), pp. 188-192. https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-29 {in Ukrainian}.

9. Martyn, A. (2013). Novyi metodychnyi pidkhid do normatyvnoi hroshovoi otsinky zemel nesilskohospodarskoho pryznachennia [New methodological approach to the normative monetary valuation of non-agricultural land]. *Zemleustrii i kadastr*, no. 2, pp. 37-59 {in Ukrainian}.

10. Palekha, Yu., Patychenko, O. (2013). Normatyvna hroshova otsinka zemel silskykh naselenykh punktiv i selysh miskoho typu – novi pidkhody do vyznachennia pokaznykiv [Normative monetary valuation of land in rural settlements and urban-

type settlements – new approaches to determining indicators]. *Zemleustrii i kadastr*, no. 1, pp. 34-44 {in Ukrainian}.

11. Miroshnychenko, A. (2011). Zemelne pravo Ukrainy [Land Law of Ukraine: Textbook]. Kyiv: Alerta, 338 p. {in Ukrainian}.

12. Kulynych, P. (2007). Pravovi problemy tsilovoho vykorystannia zemel silskohospodarskoho pryznachennia [Legal problems of targeted use of agricultural land]. *Chasopys Kyivskoho universytetu prava*, no. 4, pp. 151-157 {in Ukrainian}.

13. Kulynych, P. (2006). Protydiia samovilnomu zainiattiu zemli – diisna i nadumana [Counteraction to unauthorized land occupation – real and far-fetched]. *Iurydychnyi visnyk Ukrainy*, no. 37, pp. 6-7 {in Ukrainian}.

14. Petrakovska, O. (2005). Metody upravlinnia zemelnymy resursamy [Methods of land resource management]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*, no. 20, pp. 261-267 {in Ukrainian}.

15. Stupen, M.H., Hulko, R.Y., Mykula, O.Ya., Kovalyshyn, O.F. et al. (2005). Otsinka zemel [Land Valuation: Study Guide]. M. H. Stupen (Ed.). Lviv: Novyi svit, 307 p. {in Ukrainian}.

16. Budget for Citizens. WEB URL: https://openbudget.gov.ua (accessed November 04, 2025) {in Ukrainian}.

17. Smilka, V. (2021) Metodolohichni osnovy heoinformatsiinoho mistobudivnoho monitorynhu terytorii naselenykh punktiv [Methodological foundations of geoinformation urban planning monitoring of settlements' territories]. Doctor of Technical Sciences Dissertation (05.24.04). Kyiv, 412 p. {in Ukrainian}.

18. Google Maps. WEB URL: https://www.google.com/maps (accessed November 04, 2025).

19. Public Cadastral Map. WEB URL: https://kadastrova-karta.com (accessed November 04, 2025) {in Ukrainian}.

20. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 1051 Pro zatverdzhennia Poriadku vedennia Derzhavnoho zemelnoho kadastru [On approval of the Procedure for maintaining the State Land Cadastre]. WEB URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF (accessed November 04, 2025) {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.670-683
УДК 349.42

Соловйов І.О.,
mku.osvita@gmail.com, ORCID: 0009-0009-8573-4719,
Гарькава В.Ф.,
mku.osvita@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3033-8515,
Арамян А.М.,
mku.osvita@gmail.com, ORCID: 0009-0003-3497-6263,
Гончарук О.М.,
mku.osvita@gmail.com,ORCID: 0000-0003-4068-8957,
Калина Т.Є.,
tkalinka.zin@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2705-9382,
ПЗВО "Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика"

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗЕМЛЕУСТРОЮ: ГЕОДЕЗИЧНІ, ПРАВОВІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Впровадження сумісності між просторовими наборами даних та реєстрами, що є одним із ключових факторів для оптимізації державного управління землеустроєм, починаючи від простої автоматизації існуючих процесів, до загальної трансформації системи та побудови сучасних орієнтованих на користувача послуг. Додатковим стимулом для такої трансформації України в європейському контексті була передбачувана потреба у сумісності між національними системами реєстрів та реєстрами Європейського Союзу (ЄС), а також, можливо, в майбутньому, з іншими реєстрами по всьому світу. Методи цифрової трансформації землеустрою є ключовою передумовою для реалізації сутності цифровізації. Цифрозація є найважливішим кроком до розвитку ефективного 3D-адміністрування земельних ресурсів.

Результати. У статті розглядається використання геоінформаційних систем для оцінки стану земель сільськогосподарського призначення, розроблення раціональних схем використання земель, їх охорони, прийняття управлінських рішень щодо розвитку територій. Україна увійшла в LADM і інтегрує правовий та інституційний контекст, що регулює права, обмеження та обов'язки (RRR), з бажаним розвитком систем адміністрування земельних ресурсів (LAS). Значна кількість країн розробила профілі країн на основі LADM. Досвід цих розробок спрямований на інтегроване управління земельними ресурсами, яке забезпечує стандарт даних LADM, з баченням майбутнього та може служити хорошою практикою для країн.

У цій статті порівнюється цифрова трансформація управління земельними ресурсами у двох суттєво різних країнах: в країні ЄС (Хорватія) та Україні. У цій статті досліджено порівняння цих двох систем управління земельними ресурсами та їхні різні шляхи розвитку 3D-системи управління земельними ресурсами, геодезичні, правові та екологічні аспекти, які б задовольнили їхні різні соціальні та економічні потреби в рамках індивідуальних ресурсних та кваліфікаційних можливостей. Висновки. Після порівняння було виявлено, що покроковий процес подальшого розвитку від існуючого стану до 3D-кадастру, що відповідає стандарту LADM, диференціюється відповідно до потреб, можливостей та ресурсів, доступних у кожній з країн. Країнам було б добре визначитися зі своїми індивідуальними соціальними та економічними потребами та можливостями, перш ніж розпочинати покроковий процес переходу до 3D-управління земельними ресурсами.

Ключові слова: цифрове управління земельними ресурсами; розумні кадастри; цифрові земельні послуги; оцінка готовності до цифрового управління; послуги з управління земельними ресурсами; моніторинг; цифрова карта.

Вступ. Цифрова трансформація розглядається як парасольковий термін, описує процес переходу організації або сектора від паперового та ручного способу надання послуг до такого, що повністю засновано на цифрових технологіях (Vial, 2019). Поряд із підвищенням ефективності, вона забезпечує створення абсолютно нових цифрових продуктів та послуг. Цей процес спирається на підтримуючу ІТ-інфраструктуру всередині організації та за її межами. Він вимагає від організацій «динамічних можливостей», які дозволяють виявляти, вибирати та застосовувати цифрові можливості (Teece, 2018). Цифрова трансформація є одним із основних напрямків в області управління земельними ресурсами на глобальному, регіональному та національному рівні, і може стати частиною загальнодержавної програми цифровізації.

Сьогоднішня цифрова трансформація управління земельними ресурсами є необхідністю. Земельні служби повинні її виконувати, щоб надавати ефективні земельні послуги. Для досягнення цілей сталого розвитку, пов'язаних із землею, необхідними є послуги, які є прозорими, швидкими, недорогими, простими у виконанні та створюють надійні продукти, що гарантують правову визначеність (Zhyvko and Petrukha, 2023). Земельні послуги повинні бути ефективно впроваджені. Вони повинні бути відповідними своєму призначенню, доцільними та адекватними, сумісними та сталими, гнучкими та інклюзивними.

Надавати ефективні та результативні земельні послуги без використання інформаційних технологій буде непросто. Цифрова трансформація за допомогою інформаційних технологій у земельному секторі (Petrukha et al., 2021) може підвищити рівень економічної зрілості, допомагаючи досягти цілей сталого розвитку.

У цій статті описується та обговорюється цифрова трансформація двох різних країн, щоб порівняти, як їхні процеси відповідають їхнім усвідомленим пріоритетним потребам та можливостям. Хорватія, європейська країна з доступом до розвинених технологій та стандартів, розпочала трансформацію найважливіших частин хорватської системи управління земельними ресурсами (Vučić et al., 2022). Поєднання спільної інформаційної системи земельного реєстру та кадастру, Цифрової системи геодезичної звітності, Системи кадастру комунальних послуг, Системи цифрового архіву, Реєстру просторових одиниць, Національної інфраструктури просторових даних між собою та з іншими системами державного управління, зробило значний крок вперед у наданні послуг усім суб'єктам господарювання, а також громадянам, і проклало шлях для подальшої модернізації Служби управління земельними ресурсами (LAS). Кроком до 3D-адміністрування земельних ресурсів у Хорватії є створення Будівельного кадастру, що є одним із найновіших заходів Хорватської земельної адміністрації як нової частини реєстру нерухомого майна (Vučić et al., 2021). Такий реєстр має служити перехідним реєстром до створення 3D-кадастру.

Україна навпаки, має більше фундаментальних потреб у володінні землею, які потрібно задовольнити, та менше ресурсів і можливостей у своїй системі управління земельними ресурсами. Система управління земельними ресурсами в Україні складається з кадастру, який ведеться Відділом геодезії та картографування, окремої реєстрації прав власності, яку веде Земельний реєстр, реєстру оцінки майна, який ведеться Відділом містобудування. Зараз в Україні лише 50 % земельних ділянок на селі зареєстровано та стоїть на кадастровому обліку, половина земельних ділянок (29,4 млн) на початок 2025 року не мала необхідного координатного опису кордонів, відсутність яких не дозволяє говорити про повноцінний реєстр прав на земельні ділянки, а значить і їх обіг.

Найбільш прийнятним та ефективним механізмом формування стійкого землекористування вважається проведення землеустрою на еколого-ландшафтній основі в зв’язці з адаптивно-ландшафтними системами землеробства (Kilpin et al, 2023). Важливим інструментом у створенні землеоцінної основи є геоінформаційні системи (ГІС), а також ГІС-технології, які є необхідним компонентом у системі комплексного управління господарством (Naidu et al, 2018). Дані, отримані за допомогою ГІС-технологій,

стану земель, стають орієнтиром для органів державної влади та місцевого самоврядування (Stępniak and Turek, 2023). Виходячи з перспектив використання геоінформаційних систем, не можна не відзначити завдання, що виникають під час автоматизації ведення державного земельного кадастру на всіх рівнях кадастрового обліку, вирішити які неможливо без використання геоінформаційних систем.

Мета - аналіз цифрової трансформації землеустрою, враховуючи геодезичні, правові та екологічні аспекти інтегрованого підходу до цифровізації землеустрою.

Матеріали і методи досліджень. Матеріалами та методами дослідження, які слугували засобами досягнення окресленої мети були критичний аналіз та аналіз актуального стану вітчизняної лісо-господарської галузі з її ключовими проблемами. Метод індукції та дедукції слугував основою для формулювання рекомендацій щодо потенційної оптимізації розглянутих в дослідженні процесів в рамках раціонального землекористування та забезпечення сталого розвитку галузі.

Результати

Цифрова трансформація геодезичних робіт при землеустрої

Стрімкий розвиток цифрових технологій та систем ставить перед керівниками систем земельного управління завдання провести цифрову трансформацію. Ці трансформації можуть допомогти земельним управлінням надавати ефективніші послуги там, де земельні ринки, правове середовище та економічні умови є сприятливими, оскільки вдосконалені цифрові та сучасні системи земельного управління легше підтримують цілі сталого розвитку (Kusmiarto et al. 2021; Kalogianni et al., 2021). Однак, країна повинна мати пріоритетні напрямки розвитку, де витрати та спрямування ресурсів будуть найефективнішими.

Якщо брати досвід Хорватії то її кадастрова карта є основою системи управління земельними ресурсами. Містобудування, сільське господарство, будівництво, громадяни, підприємці використовують кадастрові карти щодня. Найважливішою частиною цифрової трансформації Хорватського управління земельними ресурсами є оцифрування аналогових кадастрових карт. Проект оцифрування кадастрових карт для території міста Загреб розпочався в 1991 році (Lipovšćak and Šurina, 1995). Інші міста та муніципалітети розробили/конвертували свої кадастрові карти в першому десятилітті 21 століття. Тому пріоритетною сферою для процесу оцифрування були більш густонаселені міста.

Цифрова трансформація в Україні і оцифровка різних окремих наборів даних триває вже багато років. У 1994 році повторне планування та

фотограмметричне картографування всієї країни призвели до створення першої цифрової топографічної бази даних, завершеної у 2000 році. Передбачалося, що ця цифрова топографічна база даних стане базовим шаром для цифрового кадастру. Існуючий аналоговий кадастровий індекс був оцифрований у 2005 році, але суттєво не відповідав топографічному шару, а також містив великі прогалини даних. На рисунку 1 показано стан інвентаризації земель в Україні.

Рис. 1. Витяг з Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру

Супутникова геодезія та 3D моделювання

Обмежений прогрес у повному впровадженні 3D кадастрів у всьому світі можна пояснити тим фактом, що впровадження 3D кадастру вимагає тісної співпраці між юридичними та технічними експертами в емпіричному середовищі для розуміння впливу сфери діяльності один одного (Stoter et al. 2012). Після більш ніж двох десятиліть використання терміну 3D кадастр у світових академічних та професійних геодезистах/кадастрових колах, нинішній термін «3D земельне управління» вважається більш доречним, оскільки багатоцільове використання лише кадастрової карти було замінено зусиллями щодо розробки цілісної інтегрованої системи даних про власність, вартість та використання. Термін «земля» слід тлумачити в широкому сенсі, також включаючи водні об'єкти (річки, озера, моря, океани) та простори над і під поверхнею, тобто повітряний простір та підземні простори. Управління земельними ресурсами охоплює широкий спектр систем та процесів для управління: землеволодінням, вартістю землі, землекористуванням та землерозвитком, які взаємопов'язані та впливають один на одного (Kalogianni et al. 2020).

Щоб побудувати високоточні ортофотоплани, а також матриці висот і похідні від них продукти, необхідно провести фотограмметричну обробку знімків. Більшість сучасних оптико-електронних космічних систем дистанційного зондування Землі середнього й високого розрізнення, встановлені на супутниках SPOT, IRS, IKONOS, QuickBird, Terra/ASTER, EROS і ін., формують зображення порядково, при цьому кожний рядок знімка має власні елементи зовнішнього орієнтування, а геометричні співвідношення між положенням точок на місцевості і їх зображеннями на знімку не відповідають законам центральної проекції (Abramiuk, 2017). Це вимагає застосування спеціальних методів фотограмметричної обробки таких знімків.

Найбільшу точність забезпечує строгий підхід до обробки знімків, основна ідея якого полягає у відновленні просторового положення сукупності променів, що сформували знімок, тобто елементів внутрішнього і зовнішнього орієнтування рядків знімка. Необхідною умовою для застосування цього методу є доступність елементів внутрішнього орієнтування сенсора, або його геометричної моделі, що задає напрямний вектор променя, який реєструється кожним детектором сенсора, у системі координат, пов'язаної із сенсором. Крім того, слід враховувати, що залежності між координатами на місцевості і на зображенні порушуються при геометричній корекції знімків, тому для обробки в рамках цього підходу придатні лише зображення, що зазнали тільки радіометричної корекції.

Використання супутникових даних спільно з опорною наземною інформацією дозволяє створювати більш точні та складні гідрологічні моделі, ніж ті, що створювалися за одними наземними вимірами і нерідко мали лінійний характер. У лісовому господарстві за допомогою космічного моніторингу оперативно виявляють місця виникнення пожеж, прогнозують надзвичайні ситуації, що дозволяє у багатьох випадках запобігти їх появі. Найбільш поширені завдання, які вирішуються у сільському господарстві із застосуванням супутникових даних: моніторинг сільськогосподарських угідь, контроль за землекористуванням, прогноз врожайності. Система дистанційного моніторингу земель дає можливість інструментального контролю достовірності статистичної звітності. Засобами космічного моніторингу вирішується проблеми моніторингу використання земель сільськогосподарського призначення.

У Республіці Хорватія на практиці доступно кілька наборів даних супутникового та 3D-земельного управління. Найбільшу частину хорватського супутникового та 3D-земельного управління складають будівлі та інші споруди. Будівлі зазвичай складаються з багатьох одиниць використання нерухомого майна. Наразі в Хорватії будівлі реєструються в земельній книзі на основі

інформації, наданої кадастровим управлінням. Кадастрове управління отримує геодезичні звіти від ліцензованих приватних землемірів, зазвичай у цифровому форматі. Ця інформація є авторитетною. Право власності на одиницю використання нерухомого майна (наприклад, квартиру або офісне приміщення) формується шляхом реєстрації в земельній книзі. Така одиниця використання може бути зареєстрована, якщо вона є незалежними одиницями використання (Vučić et al. 2013). Одиниці використання нерухомого майна можуть включати балкони, тераси, підвали та горища, за умови, що вони обслуговують виключно одну одиницю використання. Реєстрація одиниць використання в земельній книзі неможлива без процедури поділу нерухомого майна. LA_BAUnit складається з одного або кількох LA_LegalSpaceBuildingUnits як одного об'єкта нерухомості з власним індексом.

Така ж процедура зазвичай використовується в земельному реєстрі для офіційного об'єднання земель, які часто перебували у державній власності, з будівлями, побудованими на цій землі. Спочатку комплекс будівель потрібно розділити на кілька LA_LegalSpaceBuildingUnits, які можна використовувати для формування LA_BAUnits для реєстрації в Земельній книзі. Справедливі відносини у фінансуванні утримання будівлі також стають можливими завдяки встановленню співвідношень власності кожної сторони на нерухоме майно та пропорційної частки кожної сторони у спільній власності на спільні частини.

Повністю оцифрована та легкодоступна хорватська земельна адміністрація зробила великий крок вперед у 2020 році, покращивши доступність сервісу через сайт www.katastar.hr з можливістю визначення свого місцезнаходження за допомогою смартфонів та планшетів. Пізніше, у 2022 році, цей сервіс був замінений та додатково вдосконалений спільним сервісом «Єдиного вікна», доступним онлайн (https://oss.uredjenazemlja.hr) Державного геодезичного управління та Міністерства юстиції, також з можливістю визначення місцезнаходження за допомогою технології GNSS, вбудованої в смартфони та планшети. За короткий проміжок часу він став широко використовуватися фізичними та юридичними особами в багатьох сферах життя, здебільшого в бізнесі, пов'язаному з нерухомістю.

В Україні немає національного тривимірного кадастрового набору даних, хоча через військові дії з боку рф, виникла потреба в такому наборі даних. Багато дорогих багатоповерхових кондомініумів та квартир краще підходили б для оформлення та підтримки прав власності за допомогою тривимірного кадастру, який визначає обсяг індивідуальних інтересів. Тривимірна природа прав представлена на двовимірних кадастрових картах за допомогою поперечних перерізів на картах для визначення різних страт та обсягу прав. На рисунку 2 показано поперечні перерізи на кадастровому плані житлового

будинку з багатьма поверхами та багатьма власниками. Ці ділянки страт не включені до двовимірного кадастрового індексу, не вважаються окремими ділянками та не можуть бути безпосередньо отримані з онлайн-кадастрового індексу.

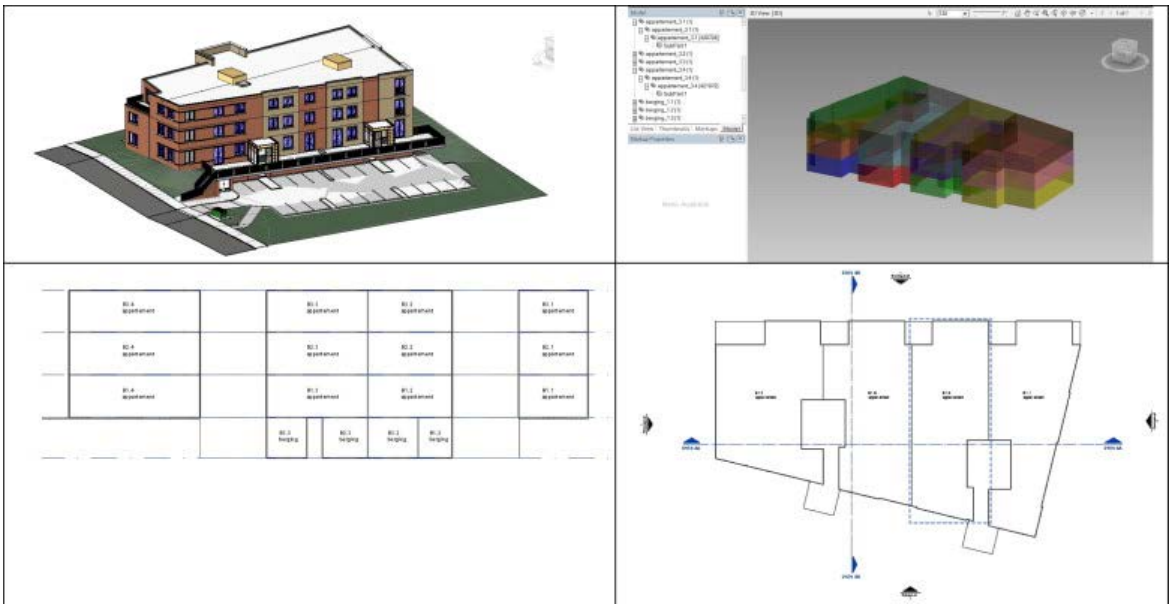


Рис. 2. Кадастрові карти для таунхаусів, де поперечні перерізи вказують на тривимірний характер

Геодезія та землевпорядкування

У Республіці Хорватія впровадження міжнародного стандарту ISO 19152 – LADM відбувається радше на академічному рівні, ніж на практиці. Існує багато наукових робіт щодо LADM та Республіки Хорватія, здебільшого написаних хорватськими авторами. Нещодавнє оновлення профілю хорватського LADM, проведене протягом 2022 року, ввело один новий клас HR_LegalSpaceInfrastructure для підтримки змін, що відбулися шляхом прийняття Закону про комунальне господарство, який визнає різні комунальні об'єкти, що повинні бути зареєстровані в кадастрі. Введення шкали атрибутів до класу HR_SpatialUnit відбувається відповідно до змін у геодезичній професії.

В Україні LADM активно не впроваджується, і офіційного профілю немає. Реєстрація передачі права власності на землю не відповідає стандарту ISO 19152, оскільки, ні ділянка, що передається, ні сторони передачі не ідентифікуються однозначно. Концептуальні ідеї щодо побудови профілю LADM для неофіційних ділянок у країні були розроблені, але не впроваджені на практиці (Valiev et al, 2020).

Просторова децентралізація передбачає зміни у місцевому плануванні з урахуванням географічних, демографічних, економічних, архітектурних, землевпорядних показників і застосовується у визначеннях та формулюваннях цільових програм реформ, деконцентрації промислових й житлових комплексів

у населених пунктах, великих містах шляхом сприяння створення регіональних і локальних полюсів розвитку. Планування подальшого розвитку територій в системі управління земельними ресурсами на місцевому рівні є інструментом регулювання, планування діяльності, забудови, різного виду цільового використання територій. З появою у 2015 р. в Україні нових територіальних одиниць базового рівня - об'єднаних територіальних громад, нагальною є потреба у забезпеченні їх якісного функціонування системи управління.

Висновки. Процес планування землевпорядних робіт постійно вдосконалюється, завдяки сучасній науково-технічній базі. В теперішніх умовах найбільш важливим завданням вдосконалення планування є підвищення його наукового-технічного рівня, що посилює стабільність економічних норм, матеріальну зацікавленість організацій у прийнятті ефективних планів, забезпечує їх виконання. Усе це сприяє підвищенню ефективності землевпорядного виробництва. У цій статті досліджено цифрову трансформацію систем управління земельними ресурсами у двох різних країнах: Хорватії, країні Європейського Союзу, та Україні, країни яка перебуває у стані війни з росією. Порівняння цих двох тематичних досліджень підкреслює важливість узгодження зусиль цифрової трансформації з унікальними потребами, ресурсами та можливостями країни.

У Хорватії основна увага приділялася оцифруванню кадастрових карт та впровадженню 3D-адміністрування земельними ресурсами для підтримки зростаючої економіки та активного ринку землі. Впровадження будівельного кадастру та інших цифрових систем значно покращило послуги та правову визначеність у системі управління земельними ресурсами. Проактивний підхід Хорватії демонструє, як цифрову трансформацію можна ефективно використовувати в середовищі, багатому на ресурси. І навпаки, Україна стикається з труднощами у створенні 3D-кадастру через обмежені ресурси, військові дії та розрізнені набори даних. Хоча потреба в 3D-системі управління земельними ресурсами є очевидною, особливо у житлових районах з високим рівнем доходу, вартість та відсутність державної підтримки залишається перешкодою для її впровадження.

Список джерел

1. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. Journal of Strategic Information Systems. 2019. Vol. 28, No. 2. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003.

2. Teece D.J. Dynamic capabilities as (workable) management systems theory. Journal of Management and Organization. 2018. Vol. 24, No. 3. DOI: https://doi.org/10.1017/jmo.2017.75.

3. Zhyvko Z., Petrukha N. Formation and development of digital competencies in the conditions of digitalization of society. The development of innovations and financial technology in the digital economy: monograph. OÜ Scientific Center of Innovative Research, 2023. P. 62–85. DOI: https://doi.org/10.36690/DIFTDE-2023-62-85. URL: https://mono.scnchub.com/index.php/book/catalog/view/29/69/590.

4. Kovalska L., Rogach S., Petrukha N., Mamontova N., Yurchenko O., Derevianko S., Kolumbet O. Correlation analysis of profitability in the management system of agricultural enterprises on the basis of sustainable development. Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 2021. Vol. 21, No. 4. P. 327–336. URL: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.21_4/volume_21_4_2021.pdf.

5. Vučić N., Vranić S., Roić M., Matijević H. Revision of Croatian LADM profile according to the new regulations in surveying profession. 10th International FIG workshop on the Land Administration Domain Model, 31 March – 2 April 2022, Dubrovnik, Croatia.

6. Vučić N., Cetl V., Šantek D., Mađer M. Importance of Official Geodata in Disaster Risk Study of Croatia. Earth. 2021. Vol. 2. P. 943–959. DOI: https://doi.org/10.3390/earth2040055.

7. Kilpin D.V., Sainidis E., Jahankhani H., Brown G. A Critical Review into the Digital Transformation of Land Title Management: The Case of Mining in Zimbabwe. In: Jahankhani H. (ed.) Cybersecurity in the Age of Smart Societies. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. Cham: Springer, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-20160-8_3

8. Naidu D.S. GIS Applications to Smart Cities. International Journal of Advanced Multidisciplinary Scientific Research (IJAMSR). 2018. Vol. 1, No. 1. P. 1–7.

9. Stępniak C., Turek T. Possibilities of Using GIS Technology for Dynamic Planning of Investment Processes in Cities. Procedia Computer Science. 2020. Vol. 176. P. 3225–3234. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.126.

10. Kusmiarto K., Aditya T., Djurdjani D., Subaryono S. Digital Transformation of Land Indonesia: A Readiness Assessment. Land. 2021. Vol. 10, No. 120. DOI: https://doi.org/10.3390/land10020120.

11. Kalogianni E., Janečka K., Kalantari M., Dimopoulou E., Bydłosz J., Radulović A., Vučić N., Sladić D., Govedarica M., Lemmen C., van Oosterom P. Methodology for the development of LADM country profiles. Land Use Policy. 2021. Vol. 105. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105380.

12. Lipovšćak B., Šurina Z. Digital Cadastral Model – City of Zagreb, Croatia. Proceedings of the Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information. The Hague, Netherlands, 26–31 March 1995.

13. Stoter J., van Oosterom P., Ploeger H. The Phased 3D Cadastre Implementation in the Netherlands. Proceedings of the Third FIG Workshop on 3D Cadastres. Copenhagen, 25–26 October 2012. International Federation of Surveyors (FIG).

14. Kalogianni E., van Oosterom P., Dimopoulou E., Lemmen C. 3D Land Administration: A Review and a Future Vision in the Context of the Spatial Development Lifecycle. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2020. Vol. 9, No. 107. DOI: https://doi.org/10.3390/ijgi9020107.

15. Abramiuk I. S., Yurchekno M. M., Yarovenko M. P. Zbirnyk praktyk-peremozhtsiv konkursu «Krashchi praktyky mistsevoho samovriaduvannia 2016 roku». K.: TOV «Ahenstvo "Ukraina"», 2017. 92 s.

16. Vučić N., Tomić H., Roić M. Registration of 3D Situations in Croatian Land Administration System. Proceedings of the International Symposium & Exhibition on Geoinformation ISG 2013. Faculty of Geoinformation and Real Estate, Universiti Teknology Malaysia, 2013. P. 14–28. URL: https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/prilog-skup/601549.

17. Valiev D.S., Matyushkin V.F., Zhelonkina E. E., Gasanov A.Z., Fomina A.V. Relevant aspects of current agricultural land use. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 579. Ser. "International Symposium 'Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects'". 012139. DOI: 10.1088/1755-1315/579/1/012139

18. Stępniak C., Turek T. Possibilities of Using GIS Technology for Dynamic Planning of Investment Processes in Cities. Procedia Computer Science. 2020. Vol. 176. P. 3225–3234. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.126.

Ihor Soloviov, **Viktoriia Harkava,**
Armen Aramian,Oleksandr Honcharuk,
Tetiana Kalyna, Pylyp Orlyk International Classical University

DIGITAL TRANSFORMATION OF LAND MANAGEMENT: GEODESIC, LEGAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS

To introduce interoperability between spatial datasets and registers, which is one of the key factors for optimizing state land management, ranging from simple automation of existing processes to the overall transformation of the system and the construction of modern user-oriented services. An additional incentive for such a

transformation of Ukraine in the European context was the anticipated need for interoperability between national registry systems and the registries of the European Union (EU), as well as, possibly in the future, with other registries around the world. Methods of digital transformation of land management are a key prerequisite for realizing the essence of digitalization. Digitalization is the most important step towards the development of effective 3D land administration.

Results. The article considers the use of geographic information systems to assess the condition of agricultural lands, develop rational land use schemes, their protection, and make management decisions regarding the development of territories. Ukraine has joined the LADM and is integrating the legal and institutional context governing rights, restrictions and obligations (RRR) with the desired development of land administration systems (LAS). A significant number of countries have developed country profiles based on the LADM. The experience of these developments is aimed at integrated land management, which provides the LADM data standard, with a vision for the future and can serve as good practices for countries.

This article compares the digital transformation of land administration in two significantly different countries: an EU country (Croatia) and Ukraine. This article explores the comparison of these two land administration systems and their different paths to develop a 3D land administration system, geodetic, legal and environmental aspects that would meet their different social and economic needs within the framework of individual resource and qualification capabilities. Conclusions. After comparison, it was found that the step-by-step process of further development from the current state to a 3D cadastre compliant with the LADM standard is differentiated according to the needs, capabilities and resources available in each country. Countries would do well to determine their individual social and economic needs and capabilities before starting the step-by-step process of transition to 3D land management.

Key words: digital land management; smart cadastres; digital land services; digital governance readiness assessment; land management services; monitoring; digital map.

REFERENCES

1. Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. Journal of Strategic Information Systems, 28(2). https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003. {in English}

2. Teece, D.J. 2018. Dynamic capabilities as (workable) management systems theory. Journal of Management and Organization, 24(3). https://doi.org/10.1017/jmo.2017.75. {in English}

3. Zhyvko, Z., Petrukha, N. (2023). Formation and development of digital competencies in the conditions of digitalization of society. The development of innovations and financial technology in the digital economy: monograph. OÜ Scientific Center of Innovative Research, 62–85. DOI: https://doi.org/10.36690/DIFTDE-2023-62-85 URL: https://mono.scnchub.com/index.php/book/catalog/view/29/69/590. {in English}

4. Kovalska, L., Rogach, S., Petrukha, N., Mamontova, N., Yurchenko, O., Derevianko, S., Kolumbet, O. (2021). Correlation analysis of profitability in the management system of agricultural enterprises on the basis of sustainable development. Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, 21(4), 327–336. URL: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.21_4/volume_21_4_2021.pdf. {in English}

5. Vučić, N., Vranić, S., Roić, M., Matijević, H. (2022). Revision of Croatian LADM profile according to the new regulations in surveying profession, 10th International FIG workshop on the Land Administration Domain Model, 31 March - 2 April 2022, Dubrovnik, Croatia. {in English}

6. Vučić, N.; Cetl, V.; Šantek, D.; Mađer, M. (2021) Importance of Official Geodata in Disaster Risk Study of Croatia, Earth, 2, 943-959. https://doi.org/10.3390/earth2040055 {in English}

7. Kilpin, D.V., Sainidis, E., Jahankhani, H., Brown, G. (2023). A Critical Review into the Digital Transformation of Land Title Management: The Case of Mining in Zimbabwe. In: Jahankhani, H. (eds) Cybersecurity in the Age of Smart Societies. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031 20160-8_3. {in English}

8. Naidu, Dadi Sanyasi. (2018) "GIS Applications to Smart Cities." International Journal of Advanced Multidisciplinary Scientific Research (IJAMSR), Volume 1(1): 1- 7. {in English}

9. Cezary, S., Turek, T. (2020) Possibilities of Using GIS Technology for Dynamic Planning of Investment Processes in Cities. ScienceDirect. Procedia Computer Science Volume 176: 3225–3234. {in English}

10. Kusmiarto, K.; Aditya, T.; Djurdjani, D.; Subaryono, S. (2021) Digital Transformation of Land Indonesia: A Readiness Assessment. Land, 10, 120. https://doi.org/10.3390/land10020120. {in English}

11. Kalogianni, E, Janečka, K, Kalantari, M, Dimopoulou, E, Bydłosz, J, Radulović, A, Vučić N, Sladić, D, Govedarica, M, Lemmen, C, van Oosterom, P. (2021). Methodology for the development of LADM country profiles, Land Use Policy, volume 105, https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105380. {in English}

12. Lipovšćak, B; Šurina Z. (1995) Digital Cadastral Model – City of Zagreb, Croatia, in proceedings Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information, The Hague, Netherlands, march 26-31, 1995. {in English}

13. Stoter, J, van Oosterom, P, Ploeger H. (2012), The Phased 3D Cadastre Implementation in the Netherlands, Proceedings of the third FIG Workshop on 3D Cadastres, 25-26 October 2012, International Federation of Surveyors (FIG), Copenhagen. {in English}

14. Kalogianni, E.; van Oosterom, P.; Dimopoulou, E.; Lemmen, C. 3D Land Administration (2020) A Review and a Future Vision in the Context of the Spatial Development Lifecycle, ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2020, 9, 107. https://doi.org/10.3390/ijgi9020107. {in English}

15. Abramiuk, I.S. (2017). Zbirnyk praktyk-peremozhtsiv konkursu «Krashchi praktyky mistsevoho samovriaduvannia 2016 roku / I.S. Abramiuk, M.M. Yurchekno, Yarovenko M.P.// M-vo rehion. rozvytku, bud-va ta zhytl. komun. Hosp-va Ukrainy, Rada Yevropy. – K.: TOV «Ahenstvo «Ukraina», 92 s. {in Ukrainian}

16. Vučić, N, Tomić, H, Roić, M, (2013), Registration of 3D Situations in Croatian Land Administration System, Proceedings of the International Symposium & Exhibition on Geoinformation ISG 2013, Faculty of Geoinformation and Real Estate, Universiti Teknology Malaysia, pp. 14-28. https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/prilog-skup/601549. {in English}

17. Valiev, D.S., Matyushkin, V.F., Zhelonkina, E.E., Gasanov, A.Z., Fomina, A.V. (2020). Relevant aspects of current agricultural land use. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Cep. “International Symposium “Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects”, 012139. DOI 10.1088/1755-1315/579/1/012139. {in English}

18. Cezary, S., Turek, T. (2020). Possibilities of Using GIS Technology for Dynamic Planning of Investment Processes in Cities. ScienceDirect. Procedia Computer Science Volume 176: 3225–3234. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.126. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.684-695
УДК 658.5:005.8
Вовкович Ю.В.,
Vovkovich79@gmail.com, ORCID: 0009-0004-4446-0102,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ РЕАГУВАННЯ ТА КОРИГУВАННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ ДІАГНОСТИКИ

Розроблення моделей реагування та коригування операційних процесів є ключовим інструментом підвищення стійкості підприємств у динамічному середовищі. Будівельна галузь, що характеризується високим рівнем невизначеності, багаторівневою структурою виробничих потоків і складною логістичною взаємодією, особливо потребує адаптивних систем діагностики та управління відхиленнями. Такі моделі дозволяють своєчасно виявляти дестабілізуючі фактори, оцінювати їх вплив на операційну систему та формувати компенсаторні дії. Ефективність реагування залежить від здатності підприємства не лише ідентифікувати джерела відхилень, а й прогнозувати розвиток кризових тенденцій у режимі реального часу.

Системний підхід до побудови моделей реагування базується на принципах адаптивності, гнучкості та безперервного моніторингу. В їх основі — діагностика внутрішніх ресурсних, логістичних, виробничих і фінансових потоків, що забезпечує кількісну оцінку рівня відхилень. Ключову роль відіграє побудова алгоритмів стабілізації, здатних автоматично коригувати операційні параметри за результатами аналізу. Для цього використовуються математичні методи оптимізації, моделі синхронізації виробничих циклів, логістичні сценарії перебалансування потоків і концепції буферних систем стійкості. Розроблені моделі мають мультиканальний характер, поєднуючи управлінські, технологічні та інформаційні інструменти реагування. Вони інтегруються в цифрові системи управління проєктами, що дозволяє оперативно синхронізувати рішення з динамікою реальних процесів. Практична реалізація таких моделей забезпечує зменшення масштабів втрат, підвищення продуктивності та стабільність операційної архітектури підприємства навіть у складних умовах зовнішньої турбулентності.

Ключові слова: діагностика; операційна система; стабілізаційна модель; реагування; ризик; буферна ємність; адаптивне управління; коригування процесів.

Постановка проблеми: У сучасних умовах високої турбулентності та нестабільності ринкового середовища підприємства стикаються з потребою

оперативного реагування на внутрішні та зовнішні відхилення. Особливо це стосується будівельної сфери, де процеси мають складну ресурсну та часову структуру. Порушення навіть у локальних елементах операційної системи призводить до каскадних ефектів, що знижують ефективність виробництва. Традиційні методи управління, засновані на статичних моделях планування, не забезпечують належної швидкості прийняття рішень. Відсутність гнучких механізмів реагування та коригування процесів призводить до втрати контролю над операційними потоками, перевищення витрат і зриву проєктних термінів. Тому актуальним завданням є створення діагностично-аналітичних моделей, здатних виявляти ранні сигнали дестабілізації, прогнозувати розвиток відхилень та ініціювати автоматичне коригування параметрів у реальному часі. Вирішення цієї проблеми вимагає поєднання математичного моделювання, цифрового моніторингу та управлінської аналітики для забезпечення стійкості операційної системи.

Метою статті є розроблення науково-методичних засад побудови моделей реагування та коригування операційних процесів на основі системної діагностики. Завдання полягає у визначенні структури дестабілізуючих факторів, формалізації параметрів внутрішніх відхилень і створенні алгоритмів оперативного управління. Запропоновані моделі покликані забезпечити комплексне виявлення джерел дестабілізації, оцінку їхньої динаміки та формування сценаріїв стабілізації. Основна увага приділена впровадженню цифрових технологій контролю, аналітичних панелей управління та буферних механізмів реагування, які підвищують гнучкість і адаптивність операційної системи підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Сучасна наукова література розглядає питання управління операційною стійкістю через призму інтеграції діагностики, ризик-менеджменту та цифрових технологій. Дослідження підкреслюють важливість системного підходу, який передбачає поєднання стратегічного й оперативного рівнів управління. Визначається, що ефективна модель реагування має базуватися на аналізі внутрішніх потоків — ресурсних, фінансових, логістичних — з урахуванням їх взаємозалежностей. У центрі уваги сучасних підходів — розроблення адаптивних алгоритмів, здатних автоматично оновлювати параметри управління на основі даних реального часу. Це досягається через використання цифрових аналітичних систем, математичних моделей прогнозування та сценарного моделювання. Особливе значення приділяється побудові буферних систем, які дозволяють зменшувати наслідки раптових коливань і підтримувати стабільність процесів. Актуальним напрямом є інтеграція систем діагностики та коригування у єдині цифрові

платформи управління, що забезпечують безперервний контроль, прогнозування та оптимізацію.

Виклад основної інформації: Формалізація внутрішніх параметрів дестабілізації операційної системи будівельного підприємства є необхідним етапом у створенні ефективної системи управління відхиленнями. Операційна система будь-якого будівельного підприємства є складною взаємопов'язаною багаторівневою структурою, у якій паралельно функціонують різноманітні потоки ресурсів, фінансів, робіт, персоналу, логістичних операцій, технічного оснащення, інформації та управлінських рішень. Дестабілізація у будь-якій із цих підсистем автоматично провокує каскадні ефекти, що розбалансовують роботу всієї операційної архітектури підприємства. З огляду на високу чутливість будівельних проектів до будь-яких порушень внутрішніх графіків, обсяги внутрішніх деформацій повинні підлягати регулярному кількісному моніторингу [1].

Одним із ключових джерел внутрішніх відхилень виступає ресурсна деформація, котра виникає в результаті невідповідності між оптимально запланованим і фактично споживаним обсягом виробничих, матеріальних, технічних та кадрових ресурсів. Перевищення запланованих норм використання ресурсів породжує зростання вартості виконання проектів, появу внутрішніх перевантажень на майданчиках, провокує затримки в суміжних технологічних ланках. Для кількісного відображення цього ефекту вводиться модель ресурсної деформації, котра відображає співвідношення між сумарною величиною відхилень за кожним видом ресурсу та нормативною базою планових показників:

$$RD = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(R_i^{вик} - R_i^{опт}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} R_i^{опт}}, \quad (1)$$

де: RD — відображає інтегральний рівень внутрішньої ресурсної деформації, $R_i^{вик}$ — фактичне використання і-го виду ресурсу, $R_i^{опт}$ — його запланована оптимальна величина.

Чим більшим є значення RD, тим більш розбалансованою стає система використання ресурсів, тим більший потенціал ризику накопичення операційних збоїв [2].

Ще одним внутрішнім критичним джерелом відхилень є логістичні розриви та перевантаження. Логістика в будівельній сфері є надзвичайно складною через багатоканальність постачання матеріалів, переміщення техніки, координацію субпідрядників, складські операції та транспортні вузли. Навіть незначні затримки в окремих ланках логістичного ланцюга призводять до

каскадних затримок виконання робіт у загальній виробничій системі. Для формалізації таких перевантажень логістичних процесів використовується функція логістичного перевантаження, що дозволяє оцінити кумулятивну величину відхилень між плановими й фактичними обсягами логістичних потоків:

$$LP = \sum_{j=1}^{m} \left| \frac{L_j^{план} - L_j^{факт}}{L_j^{план}} \right|, \quad (2)$$

де: LP — агрегований рівень логістичного навантаження, $L_i^{план}$ — запланований обсяг і-тої логістичної операції, $L_i^{факт}$ — фактичний обсяг її виконання.

Чим більше накопичується таких локальних перевантажень, тим менш стабільною стає вся логістична схема обслуговування будівельного майданчика [3].

Не менш важливим фактором внутрішньої дестабілізації виступає асинхронність внутрішніх виробничих циклів. Операційна система будівельного підприємства являє собою багатоступеневу систему, де виконання одних робіт неможливе без попереднього завершення інших. Збої синхронізації виробничих етапів призводять до виникнення технологічних «вузьких горл» та порушень у логіці операційної послідовності. Для аналітичної оцінки ступеня такої асинхронності застосовується індекс синхронізації внутрішніх циклів:

$$IS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} |T_i - T_{ср}|}{n \times T_{ср}}, \quad (3)$$

де: IS — коефіцієнт синхронізації, T_i — фактична тривалість кожного циклу, $T_{ср}$ — середня тривалість циклів.

Чим ближче значення IS до одиниці, тим більш ритмічно та узгоджено працює операційна система. Зниження IS сигналізує про зростаючу розбалансованість між етапами виробництва [4].

Дестабілізуюча природа внутрішніх параметрів часто носить кумулятивний характер.

Одне незначне перевищення норми в ресурсному блоці через мультиплікативні ефекти логістичних затримок та асинхронності виробництва здатне генерувати лавиноподібний ріст загальної операційної нестабільності. Формалізація параметрів є необхідною передумовою створення систем

раннього попередження, котрі здатні відслідковувати перші зародкові фази внутрішньої деформації операційної системи.

Формалізація внутрішніх параметрів дестабілізації операційної системи дозволяє перетворити суб'єктивні спостереження за відхиленнями у точні кількісні індикатори, котрі можуть лягати в основу моделей прогнозної стабілізації, систем автоматизованого контролю та адаптивних механізмів управлінського втручання. Чим глибше здійснюється аналіз параметричних джерел внутрішніх відхилень, тим точніше можна передбачати момент входження системи в нестійкий режим та розробляти оптимальні програми стабілізаційної перебудови операційної архітектури будівельного підприємства.

На нижче наведеному рисунку 1 представлено модель внутрішньої деформації ресурсних потоків в операційній системі будівельного підприємства.

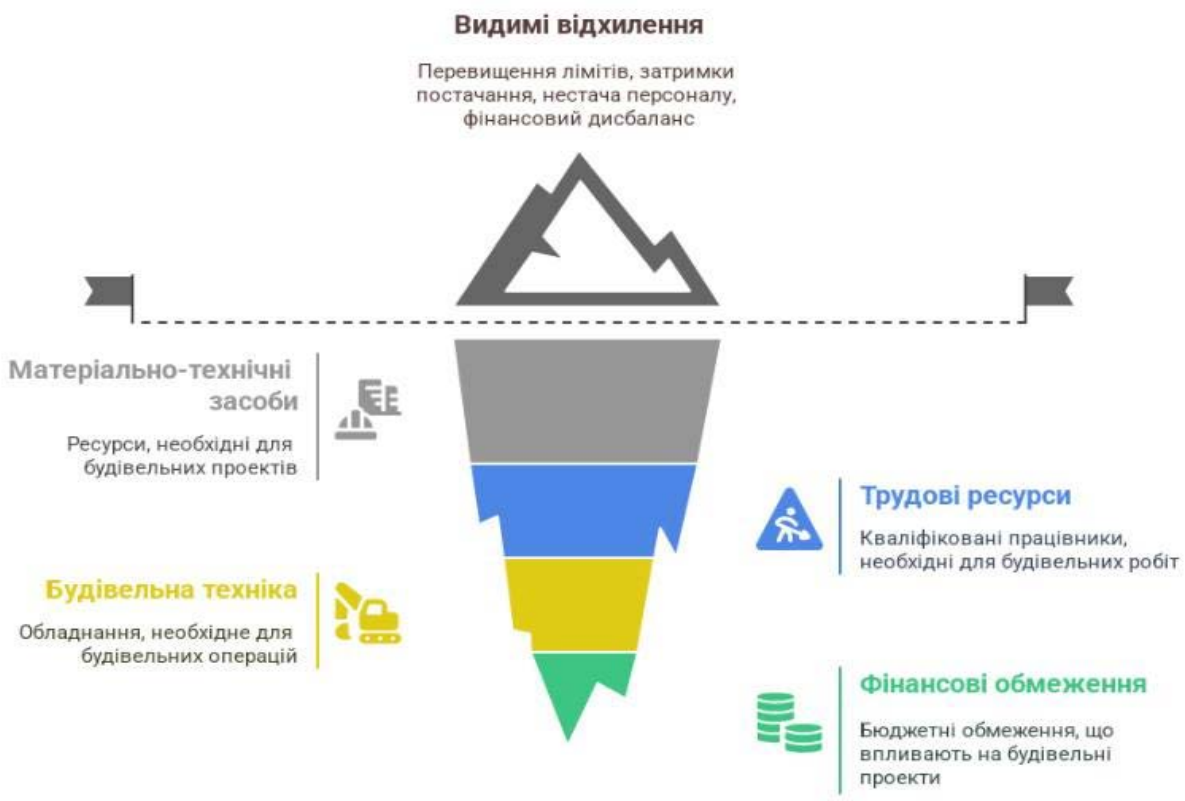


Рис. 1. Модель внутрішньої деформації ресурсних потоків
(розроблено автором на основі [5])

На нижче наведеному рисунку 2 відображено динамічну структуру логістичних вузлів нестабільності, котра ілюструє розвиток логістичних відхилень у будівельних проектах. Зображено ключові складові логістичної мережі: зовнішні постачальники, внутрішні склади, транспортні потоки, будівельні майданчики. Показано, як відхилення в графіках доставки, затримки

перевезень, обмеження складування і неузгодженість внутрішнього руху вантажів породжують логістичні хвилі дестабілізації, що впливають на загальну ритмічність виробничого процесу.

Рис. 2. Динамічна структура логістичних вузлів нестабільності
(розроблено автором на сонові [6])

На нижче наведеному рисунку 3 наведено схему порушення синхронізації внутрішніх виробничих циклів. У моделі представлено багатоступеневу структуру виробничих фаз будівельного проекту та їх часові взаємозалежності. Показано наслідки синхронності між етапами — затримки виконання підготовчих робіт, збої у взаємозв'язках між бригадами, зміщення графіків наступних технологічних ланок. Модель виявляє точки системної розбалансованості, де виникають найбільші ризики втрати темпів виробництва.

Одним із базових механізмів короткострокового реагування виступає оперативна перебудова графіків виробничих робіт. Будь-яке відхилення — затримка поставок матеріалів, відсутність персоналу, поломка техніки — призводить до зсуву конкретного етапу. Щоб мінімізувати загальний ефект зміщень, доцільно формалізувати задачу перебудови виробничого графіка як оптимізаційну функцію мінімізації сумарних відхилень між новим та початковим графіком:

$$RS = \min \sum_{i=1}^{n} |T_i^{нов} - T_i^{ег}|, \qquad (4)$$

де: RS — інтегральний рівень відхилення оновленого графіка від еталонного, $T_i^{нов}$ — нова оптимізована тривалість і-тої виробничої операції, T_i^{er} — її початково запланована тривалість. Дана постановка задачі мінімізує сукупні втрати часу при максимально швидкому коригуванні проектних планів [9].

Рис. 3. Схема порушення синхронізації внутрішніх виробничих циклів
(розроблено автором на основі [7])

Ключовою частиною моделей оперативної стабілізації виступає застосування буферних систем стабільності. В реальних умовах будівельні підприємства завжди формують певні приховані резерви в складських запасах, графіках робіт, фондах робочої сили або техніки. Активізація буферних місткостей дозволяє оперативно погасити короткострокові дефіцити без розбалансування всього виробничого циклу. Для кількісного опису поточного використання буферів застосовується індекс використання буферної місткості:

$$BC = \frac{\sum_{j=1}^{m} B_j^{актив}}{\sum_{j=1}^{m} B_j^{макс}}, \quad (5)$$

де: BC — коефіцієнт завантаження буферної системи, $B_j^{актив}$ — фактичний обсяг задіяних резервів у j-тому напрямку (матеріали, персонал, техніка), $B_j^{макс}$ — максимально доступна ємність буферних запасів.

Чим ближче значення коефіцієнта до одиниці, тим менший залишок стабілізаційних резервів зберігається в системі [10].

Наступним важливим блоком є оцінка загальної ефективності короткострокової перебудови операційної системи у відповідь на наростаючі відхилення. Для цього формується інтегральний коефіцієнт стійкості короткострокового реагування:

$$KR = 1 - \frac{\sum_{k=1}^{r} \Delta D_k}{\sum_{k=1}^{r} C_k}, \quad (6)$$

де: KR — коефіцієнт короткострокової стійкості, ΔD_k — величина дестабілізуючих деформацій у кожному із r напрямів операційної системи, C_k — потужність стабілізаційних компенсаторів для кожного напряму.

Чим ближче значення коефіцієнта до одиниці, тим вищим є рівень гнучкої стабілізації при наявних відхиленнях. Якщо ж значення KR наближається до нуля — система втрачає здатність до оперативного вирівнювання відхилень [11].

Важливою характеристикою ефективних моделей є їх мультиканальна структура реагування, котра одночасно комбінує декілька компенсаторних механізмів: перенесення строків робіт на суміжні об’єкти, тимчасове залучення сторонніх технічних потужностей, часткову зміну проектної документації для технологічного перепланування виконання робіт, використання прискорених режимів виконання деяких вузлових операцій [12].

Короткострокова стабілізація операційних відхилень значною мірою залежить від оперативності запуску механізмів. Якщо зреагувати на перші сигнали внутрішніх дисбалансів ще в зоні лінійних відхилень — витрати на стабілізацію будуть мінімальними. Якщо ж пропустити момент переходу системи в зону нелінійних наростаючих дестабілізацій — масштаби втрат різко зростають, і компенсаторні механізми перестають бути ефективними без масштабної реструктуризації всієї проектної конфігурації. Адаптивні моделі оперативного реагування виступають своєрідним першим рівнем захисту операційної системи від переходу в зону кризових відхилень.

Моделі оперативного реагування в сучасних будівельних підприємствах є інструментами короткострокового виправлення ситуації та системними елементами підтримання динамічної стійкості операційної конфігурації в умовах багатофакторних впливів середовища. Вони інтегрують математичні моделі оптимізації графіків, контроль буферних місткостей, систему мультиканального реагування та цифрові інформаційні системи синхронізації даних.

У таблиці 2 представлено оцінку ефективності оперативних стабілізаційних сценаріїв, що застосовуються у практиці оперативного

реагування будівельних підприємств. Для кожного типу стабілізаційного механізму визначено ключові компенсаторні інструменти, часову ефективність, ступінь зменшення загальної операційної напруги, ризики недоотриманого виробництва та можливі управлінські наслідки. Таблиця дозволяє порівняти ефективність різних оперативних стратегій стабілізації залежно від глибини початкових дестабілізуючих відхилень.

Таблиця 2.

Оцінка ефективності оперативних стабілізаційних сценаріїв

(розроблено автором на основі [12])

Сценарій реагування	**Основні механізми**	**Часова ефективність**	**Зниження операційної напруги**	**Ризики**	**Управлінські наслідки**
Оперативне переналаштування графіків	Зміна черговості етапів, перерозподіл ресурсів	Висока (1–3 доби)	60–80%	Мінімальні	Збереження виробничого темпу
Використання буферних резервів	Залучення техніки, запасів, персоналу	Дуже висока (до 1 доби)	70–90%	Вичерпання резервів	Тимчасова стабілізація
Логістичне перенаправлення потоків	Зміна маршрутів, альтернативні підрядники	Висока (2–4 доби)	50–70%	Зростання витрат	Часткова стабілізація
Технологічна адаптація	Спрощення операцій, тимчасові рішення	Середня (5–7 діб)	40–60%	Додаткові витрати	Зниження затримок
Комбіноване реагування	Поєднання кількох компенсаторів	Висока (1–3 доби)	До 90%		

Література

1. Кец, О.В. Стан та перспективи розвитку металургійного комплексу України / О.В. Кец // Конкурентоспроможна економіка: проблеми та шляхи вирішення: зб. наук. праць. – Тернопіль: ЗУНУ, 2018. – С. 42–48. – Режим доступу: https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/28875/1/kecoprom_металургійна%202018.pdf.

2. Глобальна економіка: навч. матеріали. – [Б. м.]: Calameo, [б. р.]. – Режим доступу: https://www.calameo.com/books/0054266396958d78207dc.

3. Оксенюк, К. Актуальні проблеми економічної безпеки підприємств. – Луцьк: ЛНТУ, [б. р.]. – Режим доступу: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/катя%20оксенюк/page9.html.

4. Оксенюк, К. Економічна безпека суб’єктів господарювання: чинники впливу. – Луцьк: ЛНТУ, [б. р.]. – Режим доступу: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/катя%20оксенюк/page10.html.

5. Ігнатенко, М.І. Управління персоналом в умовах трансформації економіки: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / М.І. Ігнатенко. – Київ, 2011. – 215 с. – Режим доступу: https://core.ac.uk/reader/11332080.

6. Хоменко , О. ., Петренко , Г., Рижакова , Г., Петруха , Н., Чуприна , Ю., Малихіна , О. , & Кушнір , О. (2022). Сучасні інструменти та програмні продукти smard адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. Управління розвитком складних систем, (52), 113–125

7. Проблеми та перспективи інноваційного розвитку промислових підприємств: монографія / [за ред. І. І. Бінька]. – Тернопіль: ТНТУ, 2024. – 212 с. – Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/48357/1/Monohrafiya_2024.pdf.

8. Розвиток цифрової економіки в Україні: аналітична доповідь / Нац. техн. ун-т України «КПІ ім. І. Сікорського». – Київ, 2023. – 89 с. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstreams/acc9571f-3ae2-4a04-99c0-6179af83a9a7/download.

9. Транспортно-логістичні системи: конспект лекцій / Донбаська держ. машинобуд. акад. – Краматорськ, 2020. – 78 с. – Режим доступу: http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ptm/2020/Конспект%20лекцій%20Транспорно%20логістичні%20системи.pdf.

10. Сидоренко, О.В. Методологічні підходи до формування стратегії розвитку підприємства / О. В. Сидоренко // Академічне бачення. – 2023. – № 2(26). – С. 112–118. – Режим доступу: https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/download/1790/1661/1701.

11. Федорова, Я., Петренко, Г., Гриненко, І., Рижакова, Г., Чуприна, Ю., & Ніколаєва, М. (2021). Методико-аналітичні компоненти та базові функціонали управління підприємством в сучасній системі будівельного девелопменту. Управління розвитком складних систем, (47), 130–137.

12. Новікова, М.М. Організація виробництва: конспект лекцій / М.М. Новікова, М.В. Боровик. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 74 с. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/42059/1/2015%20печ.%20141Л%20Новікова%20М.Н.%20Боровик%20М.В._конспект%20лекций.pdf.

Vovkovych Yurii,
Kyiv National University of Construction and Architecture

DEVELOPMENT OF RESPONSE AND CORRECTION MODELS FOR OPERATIONAL PROCESSES BASED ON DIAGNOSTICS

The development of response and correction models for operational processes serves as a key tool for enhancing enterprise resilience in a dynamic environment. The construction industry, characterized by a high level of uncertainty, a multilevel structure of production flows, and complex logistical interactions, particularly requires adaptive systems of diagnostics and deviation management. Such models enable timely identification of destabilizing factors, assessment of their impact on the operational system, and formulation of compensatory actions. The effectiveness of response depends on an enterprise's ability not only to identify sources of deviations but also to forecast the development of crisis trends in real time.

A systemic approach to constructing response models is based on the principles of adaptability, flexibility, and continuous monitoring. At its core lies the diagnostics of internal resource, logistical, production, and financial flows, which allows for a quantitative assessment of deviation levels. A crucial component is the design of stabilization algorithms capable of automatically adjusting operational parameters based on analytical results. This involves the application of mathematical optimization methods, models for synchronization of production cycles, logistical rebalancing scenarios, and the concepts of buffer capacity and resilience systems.

The developed models have a multichannel nature, integrating managerial, technological, and informational response tools. They are incorporated into digital project management systems, allowing for real-time synchronization of decisions with the dynamics of actual processes. The practical implementation of such models ensures reduced losses, increased productivity, and stability of the operational architecture of the enterprise, even under conditions of external turbulence.

Keywords: diagnostics; operational system; stabilization model; response; risk; buffer capacity; adaptive management; process correction.

REFERENCES

1. Kets, O.V. State and Prospects of Development of the Metallurgical Complex of Ukraine. Competitive Economy: Problems and Solutions: Collection of Scientific Papers, Ternopil: WUNU, 2018, pp. 42–48. [Electronic resource]. – Available at: https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/28875/1/kecoprom_металургійна%20 2018.pdf {in Ukrainian}

2. Global Economy: Study Materials. [n.p.]: Calameo, [n.d.]. [Electronic resource]. – Available at: https://www.calameo.com/books/0054266396958d78207dc {in English}

3. Okseniuk, K. Current Problems of Economic Security of Enterprises. Lutsk: LNTU, [n.d.]. [Electronic resource]. – Available at: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/катя%20оксенюк/page9.html {in Ukrainian}

4. Okseniuk, K. Economic Security of Business Entities: Influencing Factors. Lutsk: LNTU, [n.d.]. [Electronic resource]. – Available at: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/катя%20оксенюк/page10.html {in Ukrainian}

5. Ihnatenko, M.I. Personnel Management in the Conditions of Economic Transformation (PhD dissertation in Economics, specialty 08.00.04). Kyiv, 2011. 215 p. [Electronic resource]. – Available at: https://core.ac.uk/reader/11332080 {in Ukrainian}

6. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, H., Petrukha, N., Chupryna, Yu., Malykhina, O., & Kushnir, O. Modern Tools and Software Products for Smart Administration of Construction Organizations under the Transformation of Management Operating Systems. Management of Complex Systems Development, 2022, No. 52, pp. 113–125. {in Ukrainian}

7. Problems and Prospects of Innovative Development of Industrial Enterprises: Monograph. Edited by I.I. Binko. Ternopil: TNTU, 2024. 212 p. [Electronic resource]. – Available at: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/48357/1/Monohrafiya_2024.pdf {in Ukrainian}

8. Development of the Digital Economy in Ukraine: Analytical Report. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky KPI." Kyiv, 2023. 89 p. [Electronic resource]. – Available at: https://ela.kpi.ua/bitstreams/acc9571f-3ae2-4a04-99c0-6179af83a9a7/download {in Ukrainian}

9. Transport and Logistics Systems: Lecture Notes. Donbas State Engineering Academy. Kramatorsk, 2020. 78 p. [Electronic resource]. – Available at: http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ptm/2020/Конспект%20лекцій%20Транспорно%20логістичні%20системи.pdf {in Ukrainian}

10. Sydorenko, O.V. Methodological Approaches to the Formation of Enterprise Development Strategy. Academic Vision, 2023, No. 2(26), pp. 112–118. [Electronic resource]. – Available at: https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/download/1790/1661/1701 {in Ukrainian}

11. Fedorova, Ya., Petrenko, H., Hrynenko, I., Ryzhakova, H., Chupryna, Yu., & Nikolaieva, M. Methodological and Analytical Components and Basic Functional Management Tools in the Modern System of Construction Development. Management of Complex Systems Development, 2021, No. 47, pp. 130–137. {in Ukrainian}

12. Novikova, M.M., & Borovyk, M.V. Organization of Production: Lecture Notes. Kharkiv: O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 2015. 74 p. [Electronic resource]. – Available at: https://eprints.kname.edu.ua/42059/1/2015%20печ.%20141Л%20Новікова%20М.Н.%20Боровик%20М.В._конспект%20лекций.pdf {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.696-705
УДК 331.2

к.е.н., доцент **Гаман Г.В.,**
haman.hv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0224-4204,
д.е.н., професор **Лич В.М.,**
lych.vm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-9024-1593,
д.е.н., професор **Згалат-Лозинська Л.О.,**
zgalat-lozynska.lo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-2063-5738,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СИСТЕМА ОПЛАТИ ПРАЦІ ЯК ФАКТОР РОЗВИТКУ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ В ПРОЦЕСІ ГЕНЕЗИСУ ЕКОНОМІКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНО-ІННОВАЦІЙНОГО КАПІТАЛУ

Показано, що рівень та структура оплати праці впливають на формування та ефективне використання людського капіталу через чотири головні канали: збереження здоров'я і стимулювання народжуваності людей; примноження державних інвестицій для освіти; покращення продуктивності праці; збільшення інвестицій у підвищення кваліфікації персоналу під час роботи на підприємстві. Відображено динаміку оплати праці, рівня бідності, порівняно розмір мінімальної зарплати із країнами ЄС. Визначено роль міграційних процесів у питанні оплати праці. Узагальнені теорія та результати дослідження дають підстави розглядати політику оплати праці як ключового інструменту підвищення продуктивності та довгострокового зростання.

Ключові слова: економічна теорія; оплата праці; людський капітал; економіка інтелектуально-інноваційного капіталу; міграційні потоки; підприємець; інноваційний розвиток підприємства.

Актуальність теми і постановка проблеми. Актуальність теми визначається нагальною потребою ефективної відбудови вітчизняної економіки в умовах воєнного стану та післявоєнної розбудови, яка має відбуватися на основі інноваційної моделі розвитку, де ключова роль належатиме інтелектуальному людському капіталу, а особливо сфери будівництва. Потребує подальшого наукового обґрунтування розробка системної оплати праці з метою забезпечення високого рівня доходів працівників інноваційної праці в процесі генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу. Центральне місце в економіці інтелектуально-інноваційного капіталу належить підприємцю – творчій особистості, яка займається складною, інноваційною працею та закономірно заслуговує на більш високу оплату праці. Найбільш важлива його робота – інноваційний менеджмент, маркетинг, фінансова звітність, аудит.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченням проблем системи оплати праці займались Богиня Д., Бондар І., Грішнова О., Колот А., Лібанова Е. Серед зарубіжних варто відмітити Беккера Г. [1], який показав зв'язок між винагородою праці та витратами, які працівник несе у часі та зусиллях, а також знайшов оптимальний спосіб оплати, що задовольняє як роботодавця, так і працівника. Серед сучасних організацій відзначимо Світовий банк [2], який відіграє важливу роль у питанні дослідження оплати праці шляхом проведення аналізу оплати праці на міжнародному ринку та розробки стратегії для покращення умов праці, зокрема надає фінансову підтримку для впровадження реформ у сфері оплати праці та підвищення життєвого рівня працівників.

Мета статті полягає у дослідженні стану та зростанні ролі системи оплати праці як фактору розвитку людського капіталу в процесі генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу.

Виклад основного матеріалу. Людський потенціал - це сукупність знань, навичок, компетенцій і здоров’я, що визначають її спроможність до продуктивної праці. У класичному звучанні [1] він формується шляхом інвестиції в освіту, навчання на робочому місці та охорону здоров’я; сучасні міжнародні інституції, зокрема Всесвітній банк, вимірюють його через інтегральні індекси, які поєднують освіту й здоров’я населення. Саме оплата праці, будучи ключовим ринковим сигналом і джерелом доходу домогосподарств, визначає як індивідуальні стимули до інвестування в особистий розвиток, так і можливості таких інвестицій [2].

Людський капітал – сукупність знань, вмінь, компетенцій людини, які ефективно використовують людського потенціалу в процесі здійснення трудової діяльності та приносять дохід його власнику. Серед ключових факторів впливу заробітної плати на розвиток людського капіталу варто відмітити наступні складові: освіта та професійна підготовка, охорона здоров’я, мотивація до праці та продуктивність праці, характеристика яких представлена у таблиці 1.

Таким чином, заробітна плата є не лише засобом відтворення робочої сили, а й мультиканальним інструментом формування та використання людського капіталу - через освіту, здоров’я, мотивацію та продуктивність.

Підприємства можуть платити вище ринкового рівня, щоб зменшити схильність до “зашифровування” (shirking), підвищити лояльність і знизити плинність кадрів. Модель Шапіро-Стіґліца пояснює, що завищена заробітна плата не завжди призводять до рівноваги на ринку праці, адже висока зарплата може підвищувати продуктивність, проте й може сприяти безробіттю.

Заробітна плата виступає як інструмент підвищення продуктивності.

На вітчизняному ринку праці завищена оплата праці у судово-прокурорській сфері не відповідають результатам їх діяльності, що створює

дисбаланс та велику прірву між оплатою праці, зокрема у сфері освіти та медицини, де результати є високими, а оплата праці мізерною. Освітяни та медики з найнижчими зарплатами є інтелігенцією будь-якого суспільства, які формують майбутнє та є основою для побудови економіки інтелектуально-інноваційного капіталу.

Таблиця 1.

Головні складові впливу заробітної плати на розвиток людського капіталу та їх характеристика

Складові	Характеристика
1	2
1. Освіта та професійна підготовка:	
Фінансові можливості:	- достатній рівень зарплати забезпечує працівникам та їхнім сім'ям доступ до якісної освіти, професійних курсів, перекваліфікації. Це створює основу для більшого високого рівня кваліфікації й накопичення знань, підвищує ефективність використання людського капіталу;
Стимули до інвестування:	- вища очікувана зарплата за більш високий рівень освіти підвищує мотивацію до навчання. Згідно з моделлю Міцера, віддача від освіти виражається у вигляді підвищеного рівня заробітку протягом усього трудового життя;
Соціальний ефект:	- формування освіченої робочої сили сприяє зростанню продуктивності на макрорівні та створює передумови для інноваційної економіки.
2. Охорона здоров'я	
Доходи і здоров'я:	- заробітна плата визначає рівень доступу до медичних послуг, здорового харчування, умов праці та життя, що прямо впливає на фізично-психологічний стан працівників;
Зниження витрат суспільства:	- вищий рівень оплати праці пов'язаний із кращим здоров'ям, меншою захворюваністю, а отже — зниженням витрат на соціальне та медичне забезпечення;
Генетичний ефект:	- здорові працівники створюють більш сприятливі умови для розвитку наступних поколінь, адже доходи від праці забезпечують інвестиції в здоров'я й освіту дітей.
3. Мотивація до праці	
Економічна мотивація:	- достойна зарплата виступає головним чинником трудової мотивації, адже стимулює прагнення до професійного росту, підвищення кваліфікації, а також зменшує ймовірність трудової міграції;
Психологічний аспект:	- адекватна оплата праці зміцнює відчуття соціальної справедливості, знижує рівень стресу та підвищує задоволеність роботою. Це важливий нематеріальний компонент розвитку людського капіталу, адже він формує соціальну довіру й лояльність працівників;
Теорія ефективної заробітної плати:	- роботодавці використовують різні системи заробітної плати для підвищення продуктивності та зниження плинності кадрів. Це підтверджує, що зарплата не лише винагорода, а й інструмент управління мотивацією.

1	2
4. Продуктивність праці	
Зниження плинності кадрів: Інноваційний ефект: Макроекономічний вимір:	- стабільна та конкурентна заробітна плата зменшує витрати на пошук і навчання нових працівників, що опосередковано підвищує продуктивність підприємства; - високооплачувані працівники частіше демонструють ініціативність, готовність до впровадження нових технологій та методів роботи, що прискорює модернізацію виробництва; - сукупне підвищення продуктивності через системи оплати праці сприяє зростанню ВВП, конкурентоспроможності країни та підвищенню добробуту населення.

Розроблено авторами статті

Підприємець, як основна постать даного капіталу, проходить процес навчання, отримання компетенцій та формування підприємницьких здібностей, а також звертається за медичними послугами, щоб в майбутньому створювати інноваційний товар та формувати інвестиційний капітал країни.

Політика оплати праці є важливою частиною політики розвитку людського капіталу економіки інтелектуально-інноваційного капіталу та включає:

1. Мінімальну заробітну плату. За дотримання принципів трипартизму й регулярної індексації мінімальні/прожиткові стандарти можуть зміцнювати базовий дохід, зменшувати бідність працюючих і підтримувати здоров’я та навчальні інвестиції, не руйнуючи стимулів до продуктивності. Актуальні огляди МОП підкреслюють важливість поступового зближення мінімальної зарплати з реальною достатньою зарплатою, яка дасть можливість задовольнити потреби.

Мінімальну заробітну плату (МЗП) в Україні планують поетапно підвищувати, але конкретні терміни та суми залежать від прийняття відповідних рішень Урядом та Верховною Радою, а також від бюджету-2026 та наступних років. Останні плани передбачають підвищення МЗП з 1 січня 2026 року до 8 688 грн, а в наступні роки — до 9 374 грн (2027 рік) та 10 059 грн (2028 рік). У 2026 році передбачається зростання і прожиткового мінімуму для працездатних громадян на рівні 3209 грн. [3]

Статистика оплати праці в Україні показує, що у липні 2025 року середня заробітна плата штатних працівників становила 26 499 грн (за даними Держкомстату), причому найвищі показники були у Києві, а найнижчі – у Чернівецькій, Кіровоградській та Чернігівській областях. Найвищі зарплати зазвичай отримують працівники IT-сектору (65,2 тис. грн у серпні 2025 року), а найнижчі – у сферах освіти та культури.

2. Преміювання за компетенції. Диференціація оплати під верифіковані навички підвищують приватну віддачу на навчання, наближаючи рішення працівників до соціально оптимальних складових.

Преміювання за компетенції – це система стимулювання працівників, при якій розмір винагороди залежить від їхніх знань, навичок та здатності застосовувати їх для досягнення результатів, а не лише від виконання посадових обов'язків. Така система базується на "Положенні про преміювання", що є частиною системи оплати праці на підприємстві, і має бути погоджене з профспілкою або представниками трудового колективу. Кодекс законів про працю України (КЗпП): Стаття 97 КЗпП дозволяє роботодавцям самостійно встановлювати порядок виплати винагороди, включаючи премії [4].

3. Податкові знижки для професій низькооплачуваним працівникам — доказово ефективний інструмент поліпшення здоров’я в таких сім’ях і, відповідно, довгострокових освітніх траєкторій.

У багатьох країнах існують програми та законодавчі акти, які надають додаткові пільги у сплаті податків для осіб з низьким рівнем доходів. Наприклад, це може бути податковий кредит, який дозволяє зменшити загальну суму податків, які потрібно сплатити. В Україні, як правило, використовується політика субсидіювання. Субсидії можуть бути спрямовані на розвиток конкретних секторів економіки, стимулювання інновацій, підтримку фермерських господарств, чи зменшення впливу енергетичних цін на населення.

4. Залучення колективних договорів та трудових угод.

Колективні договори з чітким зобов’язанням сторін щодо підвищення кваліфікації та навчання працівників з прив’язкою до прогресивної шкали зарплат створюють основи інвестицій у людський капітал, особливо в галузях із простою структурою зарплат. Ці документи визначають права та обов'язки сторін, умови праці, режим робочого часу, оплату праці та інші аспекти трудових відносин. Колективні договори та трудові угоди також сприяють вирішенню конфліктів на робочому місці та підвищенню задоволеності працівників своєю роботою.

5. Моніторинг людського капіталу.

Моніторинг людського капіталу - це процес систематичного спостереження та аналізу знань, вмінь, навичок, досвіду та інших ресурсів, якими володіють працівники у певній організації. Цей процес допомагає оцінити потенціал та ефективність працівників, виявити сильні та слабкі сторони їхньої праці, виявити можливості для покращення навчання та розвитку персоналу. Такий моніторинг дозволяє підприємству ефективно управляти людським капіталом та досягати стратегічних цілей.

Незважаючи на воєнний стан у 2022 році та зростання інфляції до 20,18%, ринок праці витримав дане випробування. Зокрема, відбулось зростання середньої зарплати до 17 442 грн. [3]. Досліджуючи розмір середньомісячної зарплати в Україні за період 2020–2024 рр. (табл. 2), бачимо її зростання з 11 591

до 21 473 грн (+85% номінально).

Таблиця 2.

Україна: зарплати, інфляція та бідність, 2020–2024 рр.

Рік	Середня зарплата, грн/міс	Інфляція (середньорічна, %)	Бідність, % населення
2020	11 591	2,7	—
2021	14 014	9,4	20,6
2022	14 847	20,2	—
2023	17 442	12,9	35,5
2024	21 473	6,5	-

Джерела: середня зарплати та інфляція - узагальнення зроблені з даних Держкомстату [3], рівень бідності [4].

Інститут демографії та проблем якості життя НАН України й Український центр соціальних реформ у грудні 2023 року - лютому 2024 року на замовлення Міністерства соціальної політики України провели дослідження, де встановили, що у 2023 році в порівнянні з 2021-им, загальна бідність в Україні суттєво зросла - в 1,7 рази (з 20,6 % до 35,5 %) [5].

Підвищення зарплат покращило купівельну спроможність працюючих та індикатори якості життя, але «ножиці» між секторами/регіонами та втрати зайнятості утримують високий рівень бідності. Тривалість житті - 73 роки у 2023 р., відновлюється повільно, і без адресної політики доходів ризики для здоров'я та людського потенціалу зберігаються.

Серед факторів, що впливали на зростання рівня бідності найбільший вплив має війна та зменшення фінансової допомоги населенню. Через війну люди втратили роботу – зросло безробіття, відбулось руйнування власних домівок та загальної інфраструктури, економічний спад, що призвело до зубожіння населення. Світовий банк наголошує на важливості міжнародної фінансової допомоги, яка дозволяє утримати ситуацію під контролем.

Згідно до звіту Європейської Комісії «Україна 2023» [6], нерівність у доходах населення (індекс Джині) України є низькою порівняно з Європою і складає 26%, проте всі експерти схильні до думки, що це пов'язано зі значною тінізацією економіки та не відображенням реальної картини рівні доходів олігархів, бізнесу та управлінців держави. Тут важливо розглянути купівельну спроможність цих груп населення та порівняти з доходами.

Рівень оплати праці впливає на міграцію робочої сили. Міграційні потоки є частиною світової економічної безпеки, міжнародного співробітництва, умовою глобалізації та цифровізації. У довоєнний період міграційні потоки були по'вязані з економічними чинниками (рівень життя, оплата праці, умови праці, доступність житла та ін.), а сьогодні міграція пов'язана з війною. За даними Євростату, у Євросоюзі перебуває 4,27 млн українських біженців, найбільше у

Німеччині – 28,9%, Польщі – 22,3%, Чехії – 8,6% [7].

Європа часто зацікавлює наших співвітчизників за рахунок оплати праці. Місячна мінімальна заробітна плата в Європі варіюється від 399 євро до 2 387 євро. А встановлену мінімальну заробітну плату мають 22 із 27 країн-членів Євросоюзу. Без державної мінімальної зарплати залишаються Данія, Італія, Австрія, Швеція. Так, найнижча мінімалка у Болгарії (400€), Румунії та Латвії, тоді як на Кіпрі приблизно 1000€. Вища мінімалка у: Люксембурзі (2571€), Ірландії (2146€), Нідерландах (2070€), Німеччині (2054€), Бельгії (1994€) та Франції (1767€). Висока мінімальна заробітна плата в цих країнах обумовлена високим рівнем продуктивності праці, розвиненою економікою та значно вищими витратами на проживання.

Значно збільшилась міграція інтелектуального капіталу, що безпосередньо стосуються високоосвічених людей працездатного віку різних професій, а це вже свідчить про загрозу для економічної безпеки держави [8].

Зменшились обсяги приватних грошових переказів в Україну з $14,0 млрд (2021), $12,5 млрд (2022) до $11,3 млрд (2023) і $9,5 млрд (2024). Це означає зменшення позабюджетного фінансування споживання та інвестицій у людський капітал сімей-одержувачів. Найбільше надходжень надійшло з Польщі – 35% від загальних надходжень, проте більшість українців проживає у Німеччині (лише 7%) [9].

Повернення українців додому є пріоритетним аспектом у післявоєнній відбудові України. Конкурентні зарплати у високопродуктивних секторах та додаткові гарантії для соціального забезпечення працівників - зменшують чистий відтік і повертають інтелектуальний людський капітал. Дані ЄС про високу зайнятість мігрантів підкреслюють нагальність сприяння фінансовим переказам через спрощення фінансових каналів-посередників і продукти співфінансування (matched-saving для освіти/здоров’я дітей), які дадуть можливість підвищити «якість» використання переказів і пом’якшать їх спадну динаміку 2022-2024 рр.

Доведено, що вищий рівень доходів прямо збільшує приватні інвестиції домогосподарств у освіту й здоров’я дітей, знижує ризики недоїдання та відкладеного лікування, а отже - підвищує майбутню продуктивність. Для України у період 2023–2024 рр. ключовий виклик, окрім війни, різке зростання нерівності та бідності, що обмежує міжпоколінні можливості для значної частини сімей.

Вважаємо за доцільне, на державному рівні підтримати реальне зростання зарплат бюджетних сфер, зокрема освіти та медицини, вразливих груп населення. Важлива також індексація та адресні надбавки до низьких зарплат та податкові стимули для роботодавців, що інвестують у здоров’я і освіту

працівників. Це в свою чергу сприятиме зниженню бідності та підвищення продуктивність праці [10].

Висновки та пропозиції. Оплата праці це не лише про ціну за виконану роботу, а й механізм інвестування у людський капітал, який сприяє підвищенню приватної віддачі на освіту, слугує інструментом підвищення продуктивності через справедливу заробітну плату, формує стимули для підприємств фінансувати навчання, забезпечує здоров'я нинішніх і майбутніх працівників. Отже, ефективна політика оплати праці є важливою складовою довгострокової стратегії зростання, рівних можливостей та інноваційного оновлення.

Сучасний стан оплати праці як на мікро-, так і на макрорівні, а особливо в освіті, науці, будівництві, засвідчує відсутність науково обґрунтованих підходів щодо її рівня, залежності від продуктивності, інновацій, інвестицій. Має місце нагальна потреба в подальших дослідженнях даної проблематики з акцентом на формування економіки інтелектуально-інноваційного капіталу з метою відбудови та розбудови України.

Список літератури:

1. Becker, G.S. (1975). Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education. New York: NBER/Columbia University Press.

2. World Bank. (2024). *Human Capital Project: FAQs*; *Human Capital Index*.

3. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/

4. Кодекс законів про працю України. Документ 322-08, поточна редакція від 27.09.2025 р., *Верховна Рада України. Законодавство*. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text

5. Чи справді українці масово біднішають? *Рубрика – все по поличках.* URL: https://rubryka.com/article/chy-spravdi-ukrayintsi-masovo-bidnishayut/

6. Ukraine Report 2023. European Commission. URL: https://enlargement.ec.europa.eu/ukraine-report-2023_en

7. Гаман Г.В., Корсун І.М. Інтелектуальна міграція як загроза економічної безпеки держави. *Moderní aspekty vědy: XL. Díl mezinárodní kolektivní monografie* / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. str. 776. С.35-52. https://doi.org/10.52058/40-2024.

8. Мінімальна зарплата в ЄС: скільки щомісяця заробляють європейці. *Профспілка працівників освіти і науки України.* URL: https://pon.org.ua/novyny/11181-minimalna-zarplata-v-yes-skilky-shchomisiacia-zarobliaut-ievropeici.html

9. Грошові перекази за даними НБУ. *Національний банк України*. URL: https://bank.gov.ua/files/ES/Perekaz_y.pdf

10. Лич В.М. Визначення напрямів формування економіки інтелектуально-інноваційного капіталу в умовах війни. Проблеми генезису економіки інтелектуально-

інноваційного капіталу: матеріали доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 5-6 листопада 2024 року) / за заг. ред. В.М. Лича, Л.О. Згалат-Лозинської. Київ: КНУБА, 2024.

PhD, associate Professor **Haman Halyna**,
Doctor of Economics, Professor **Lych Volodymyr,**
Doctor of Economics, Professor **Zgalat-Lozynska Vubov**
Kyiv National University of Construction and Architecture

THE LABOR PAYMENT SYSTEM AS A HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT FACTOR IN THE GENESIS OF THE INTELLECTUAL AND INNOVATIVE CAPITAL ECONOMY

The relevance of the topic is determined by the urgent need for effective reconstruction of the domestic economy in conditions of martial law and post-war development, which should take place based on an innovative development model, where the key role will belong to intellectual human capital, especially in the construction sector. The article uses methods of a systematic comprehensive approach to summarizing the main components of the influence of wages on the development of human capital and economic-statistical methods for analyzing the dynamics of wage payment. Further scientific justification is needed for the development of a systematic remuneration system to ensure a high level of income for workers in innovative work during the genesis of an economy of intellectual-innovative capital. It has been shown that the level and structure of wage payments impact the formation and effective use of human capital through four main channels: preservation of health and stimulating people's fertility; increasing state investments in education; improving labor productivity; increasing investments in staff training while working at the enterprise. The dynamics of wage payments, the poverty level, and a comparison of the minimum wage with EU countries are reflected. The role of migration processes in wage payment issues and the possibility to increase capital through money transfers have been identified. It has been proven that a higher income level directly increases private investments in children's education and health, reduces risks in medical care, and therefore improves future productivity. For Ukraine in the period 2023-2024, in addition to war, a key challenge is the sharp increase in inequality and poverty, which limits the opportunities of future generations for a significant portion of families. General theories and research results provide grounds to consider wage policy as a key instrument for increasing productivity and long-term growth in the process of generating an economy of intellectual-innovative capital.

Key words: economic theory; wages; human capital; economy of intellectual-innovative capital; migration flows; entrepreneur; innovative development of the enterprise.

REFERENCES:

1. Becker, G.S. (1975). Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education. New York: NBER/Columbia University Press. {in English}.

2. World Bank. (2024). *Human Capital Project: FAQs*; *Human Capital Index*. {in English}.

3. State Statistics Service of Ukraine (2025). URL: https://www.ukrstat.gov.ua/ {in Ukrainian}.

4. The Labor Code of Ukraine (September 27, 2025). Document 322-08. Verkhovna Rada of Ukraine. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text {in Ukrainian}.

5. Chy spravdi ukraintsi masovo bidnishaiut? [Do Ukrainians really become poorer en masse?] *Rubryka – vse po polychkakh.* https://rubryka.com/article/chy-spravdi-ukrayintsi-masovo-bidnishayut/ {in Ukrainian}.

6. Ukraine Report 2023. European Commission. URL: https://enlargement.ec.europa.eu/ukraine-report-2023_en {in English}.

7. Haman H.V., Korsyn I.M. (2024) Intelektualna mihratsiia yak zahroza ekonomichnoi bezpeky derzhavy [Intellectual migration as a threat to the economic security of the state]. *Moderní aspekty vědy: XL. Díl mezinárodní kolektivní monografie* / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., str. 776. C.35-52. https://doi.org/10.52058/40-2024. {in Ukrainian}.

8. Minimalna zarplata v YeS: skilky shchomisiatsia zarobliaiut yevropeitsi. [Minimum wage in the EU: how much Europeans earn each month]. Trade Union of Education and Science Workers of Ukraine. https://pon.org.ua/novyny/11181-minimalna-zarplata-v-yes-skilky-shchomisiacia-zarobliaut-ievropeici.html {in Ukrainian}.

9. Hroshovi perekazy za danymy NBU [Money transfers based on NBU data]. National Bank of Ukraine. https://bank.gov.ua/files/ES/Perekaz_y.pdf {in Ukrainian}.

10. Lych V. (2024) Vyznachennia napriamiv formuvannia ekonomiky intelektualno-innovatsiinoho kapitalu v umovakh viiny [Define the directions of forming the economy of intellectual and innovative capital in the conditions of war]. Problems of genesis of the intellectual and innovative capital economy: International scientific and practical conference. Kyiv. KNUCA. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.706-717
УДК 69.059.25:004.94:620.9
Гиря В.М.,
allukraine2024@gmail.com, ORCID: 0009-0007-6288-5325,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА АРХІТЕКТУРА УПРАВЛІННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ

Інтелектуальна архітектура управління експлуатаційною безпекою будівель формується як синтез цифрових, аналітичних і технічних рішень, що забезпечують стабільність і довговічність об'єкта протягом його життєвого циклу. Експлуатаційна безпека трактується як властивість системи підтримувати функціональність в межах допустимих граничних станів, зберігаючи структурну цілісність, енергоефективність та адаптивність до зовнішніх впливів. В основі такої системи лежить концепція цифрового двійника, який створює динамічну модель будівлі, синхронізовану з реальними даними сенсорного моніторингу.

Архітектура управління функціонує у форматі інтегрованого інформаційного простору, де об'єднуються технічна, аналітична та управлінська підсистеми. Кожна з них виконує окрему функцію — від збору первинних даних і фільтрації сигналів до оцінювання технічного стану конструкцій, прогнозування деградаційних процесів і вибору запобіжних рішень. Модульна структура забезпечує можливість гнучкого масштабування та адаптації системи до різних типів будівель і умов експлуатації. Цифровий двійник виконує роль ядра архітектури, об'єднуючи багатовимірні потоки інформації та формуючи когерентну модель технічного стану об'єкта. Сенсорні мережі забезпечують безперервний контроль температури, вологості, напружень і деформацій, тоді як алгоритми машинного навчання здійснюють аналітичну обробку та прогнозування ризиків. Кожен параметр перетворюється на елемент системного профілю безпеки, що визначає поточний рівень стабільності будівлі.

Ключові слова: експлуатаційна безпека; цифровий двійник; технічний моніторинг; штучний інтелект; життєвий цикл будівлі; структурна надійність; когерентність даних; управління ризиками.

Постановка проблеми: Підвищення рівня експлуатаційної безпеки будівель є актуальним завданням сучасного будівництва, особливо в умовах зростання техногенних і кліматичних ризиків. Традиційні підходи, що

базуються на періодичних оглядах та післяаварійному аналізі, не дозволяють своєчасно прогнозувати виникнення критичних станів конструкцій. Натомість цифровізація галузі відкриває можливості для переходу до інтегрованого управління життєвим циклом споруд. Виклики сучасності вимагають створення адаптивної архітектури технічного моніторингу, здатної працювати в реальному часі, аналізувати багатовимірні потоки даних, корелювати сигнали з різних сенсорних підсистем і забезпечувати прийняття рішень на основі прогнозних моделей. Проблема полягає у відсутності цілісної методології формування такої архітектури, що поєднувала б технічні, інформаційні та управлінські складові в єдиній системі підтримки рішень.

Метою статті є обґрунтування теоретико-методичних засад побудови інтелектуальної архітектури управління експлуатаційною безпекою будівель, що базується на технології цифрових двійників, сенсорному моніторингу та алгоритмах штучного інтелекту. Завданнями дослідження є визначення принципів модульності, когерентності та інформаційної синхронізації підсистем, розроблення структурної моделі управління ризиками, а також інтеграція положень міжнародних стандартів у національний контекст з метою забезпечення довговічності, стабільності та надійності споруд протягом їх життєвого циклу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження у сфері управління експлуатаційною безпекою будівель концентруються навколо створення цифрових платформ, що поєднують технічні, інформаційні та управлінські підсистеми у єдину когерентну структуру. Основний акцент робиться на формуванні архітектур, здатних забезпечувати безперервний контроль технічного стану об’єктів, інтеграцію сенсорних мереж і застосування штучного інтелекту для прогнозування ризиків. Експлуатаційна безпека визначається як багатовимірна характеристика, що відображає стабільність функціонування будівлі у часі, її стійкість до зовнішніх впливів і здатність до адаптації в умовах мінливого середовища.

У сучасному науковому дискурсі цифровий двійник розглядається як базовий елемент системи управління безпекою. Він дозволяє відтворювати поведінку будівлі у віртуальному просторі, аналізувати зміну параметрів і моделювати сценарії технічної деградації. На основі таких моделей формуються адаптивні рішення щодо технічного обслуговування, реконструкції або оптимізації експлуатаційних режимів. Сенсорні технології створюють передумови для безперервного збору даних, а алгоритми машинного навчання забезпечують їх аналітичну інтерпретацію, виявлення аномалій і прогнозування відмов.

Виклад основного матеріалу: Сакральна архітектура — це не лише втілення духовності й віри, а й унікальний простір, де концентрується історична пам'ять народу. Храми, монастирі, мечеті, синагоги й інші культові споруди формують особливий тип архітектурної мови, в якій закодовано колективний досвід, морально-етичні цінності та культурну ідентичність. Вони стають своєрідними архівами матеріальної та нематеріальної спадщини, де простір, форма, орнамент і світло є символами духовного пошуку людства.

Змінюючись у часі, сакральна архітектура відображає соціально-економічні процеси та політичні трансформації. У періоди піднесення суспільства храми вирізняються монументальністю, багатством декору та технологічними інноваціями, тоді як у часи занепаду або політичних криз з'являються стриманіші форми, які демонструють скромність і внутрішній зсув до духовного змісту. Таким чином, кожна епоха залишає свій «почерк» у формах сакрального будівництва, що перетворює його на своєрідний літопис матеріальної культури.

У контексті культурної пам'яті сакральна архітектура виконує функцію інтеграції — вона з'єднує минуле з сучасністю через систему знаків, ритуалів і символів. Саме завдяки цьому храмові комплекси зберігають не лише духовну традицію, але й колективну ідентичність, стаючи точками опори для культурної тяглості.

Для глибшого розуміння ролі сакральної архітектури як носія культурної пам'яті доцільно розглянути її як цілісну систему, у якій духовні, історичні та соціоекономічні чинники взаємодіють між собою. У цій взаємодії формується структура, що відображає як матеріальні, так і нематеріальні аспекти культури. На рисунку 1 подано узагальнену модель цієї системи, де сакральна архітектура постає центральним елементом, що поєднує пам'ять, історичний розвиток і соціально-економічні процеси.

Сакральна архітектура у всі часи відображала не лише духовну сутність суспільства, а й рівень його соціально-економічного розвитку, структуру ресурсів і технологічні можливості. Вона є дзеркалом історичних процесів, де кожен храм, монастир чи культова споруда втілює певний економічний і культурний лад, спосіб мислення, соціальну організацію й рівень духовного самовираження спільноти [1]. У найдавніших цивілізаціях архітектура святилищ виступала концентрованим проявом державної влади й сакральної ідеології. Давньоєгипетські піраміди, месопотамські зикурати або індійські ступи демонструють не лише віру в потойбічне, а й здатність суспільства мобілізувати колосальні матеріальні й трудові ресурси. Архітектурна форма в таких цивілізаціях була не лише естетичним явищем, а формою економічної влади, що перетворювала працю тисяч людей на візуальний символ вічності.

Рис. 1. Сакральна архітектура як система культурної пам'яті
(розроблено автором на основі [1])

У античній Греції сакральна архітектура зазнала радикальних змін під впливом становлення поліса, торгового обміну та ремісничого розвитку. Парфенон, храм Гери чи храм Зевса в Олімпії — це не просто місця культу, а образи впорядкованої демократії, у яких економічна структура поліса формує естетику пропорцій, гармонії та симетрії. Матеріальне втілення храмів стало можливим завдяки розвитку ремісничих корпорацій, транспортування мармуру, вдосконаленню технік різьблення й логістики. Гармонія архітектурної форми є, по суті, матеріальним вираженням рівноваги соціальних сил, що визначають функціонування грецького суспільства [11].

Середньовіччя перетворило сакральну архітектуру на структуру соціальної вертикалі. Готичні собори Європи постали не лише як архітектурні шедеври, але і як своєрідна геометрія суспільного порядку, де висота склепінь символізує духовне піднесення, а складна система арок, нервюр і контрфорсів — взаємозалежність соціальних станів. Кожен конструктивний елемент є не просто технічною інновацією, а відображенням духовного балансу між владою,

вірою та працею. Саме в цей час архітектура стає метафорою ієрархії, де храм підноситься над містом так само, як церква над мирським життям.

Епоха Відродження й бароко, натомість, переносить центр архітектурного розвитку до міста як осередку економічної активності. Торговий капітал, меценатство, поява банківських систем і конкуренція між церковними орденами призводять до створення нової моделі сакрального простору — простору репрезентації [2]. Храм стає не лише місцем молитви, а демонстрацією престижу, духовного авторитету, освіченості й політичної ваги. У цей період архітектура набуває рис театральності, оптичної перспективи, гармонії масштабів і внутрішнього руху. Сакральна споруда перетворюється на своєрідний «економічний проєкт», що поєднує функції духовного впливу й політичної легітимації.

Поява індустріального суспільства й розвиток урбанізації змінюють підхід до будівництва храмів. Нові матеріали — чавун, сталь, бетон — відкривають можливості для масштабних неоготичних і неокласичних споруд. Економіка стає масовою, і архітектура відображає це: сакральний простір розширюється, стає доступнішим, але водночас втрачає монополію на духовне домінування. Водночас навіть у промислову добу храми продовжують функціонувати як символи стабільності й духовного центру громади, що нагадує людині про її внутрішню природу в умовах технічного прогресу.

Цифрова епоха, яка розпочалася на зламі XX–XXI століть, створює нову форму сакральності. Архітектура виходить за межі матеріального, переходячи в гібридну площину. З'являються віртуальні храми, параметричні каплиці, інтерактивні простори віри у VR-середовищах. Економічна сутність сакрального простору змінюється: вартість матеріалу поступається значенню інформації, символу, медійного ефекту. Це новий тип архітектури — не кам'яний, а цифровий духовний ландшафт, у якому віра реалізується через дані [3].

Типологічну еволюцію сакральної архітектури можна подати у вигляді функціональної залежності, де її форма (T_s) є результатом взаємодії економічних (E), соціальних (S) і технологічних (TechTechTech) факторів:

$$T_s = f(E,S,Tech)\,, \qquad (1)$$

Ця функція демонструє, що архітектура храму змінюється відповідно до матеріальної бази суспільства, його соціальних відносин і технологічного рівня. Її динаміку можна описати через часову похідну:

$$\frac{dT_s}{dt} = \alpha\frac{dE}{dt} + \beta\frac{dS}{dt} + \gamma\frac{dTech}{dt}\,, \qquad (2)$$

де коефіцієнти α,β,γ визначають чутливість архітектурної форми до змін у трьох головних сферах суспільного розвитку. У добу середньовіччя, наприклад, архітектурна форма залежала переважно від соціальних факторів (β), у добу промисловості — від економічних (α), а сьогодні домінує технологічний вплив (γ).

З позицій культурної економіки Бурдьє, Тросбі, Рітцер кажуть про сакральну архітектуру, вона є не лише матеріальною спорудою, а видом нематеріального капіталу, що формує соціальну згуртованість і забезпечує легітимність культурних цінностей [4]. У цьому сенсі храм — не просто місце богослужіння, а інфраструктура пам'яті, де економічна інвестиція перетворюється на духовний прибуток. У кризові періоди суспільства інтенсивність сакрального будівництва часто зростає, оскільки споруда виступає актом колективної ідентифікації. Відродження храмів у пострадянському просторі стало не лише релігійним, а й соціально-економічним явищем — спробою відновити культурну цілісність і довіру до інституцій.

Якщо розглядати сакральну архітектуру в контексті теорії оптимізації ресурсів, її можна описати формулою:

$$\min_{M}(C_m - \lambda S_d), \qquad (3)$$

де C_m — матеріальна вартість об'єкта, S_d — соціально-духовна корисність, а λ — коефіцієнт духовної вагомості. Ця формула показує прагнення архітектури до мінімізації матеріальних витрат при збереженні або підвищенні духовного ефекту. Саме тому малі дерев'яні церкви України чи Японії можуть мати не меншу культурну цінність, ніж грандіозні собори Риму або Парижа.

Історична послідовність еволюції сакральних форм демонструє глибоку залежність архітектури від економічного середовища, технологій і культурної ієрархії. Цей процес можна узагальнити в таблиці 1.

У цій послідовності вбачається логіка: зі зміною економічної системи змінюється і спосіб архітектурного мислення. Архітектура — це не лише мистецтво простору, а й економіка символів. У кожній добі співвідношення матеріального й духовного визначається своєю формулою рівноваги, де вартість споруди не дорівнює її значенню.

Сакральна архітектура постає як жива мова культури — система символів, через яку суспільство структурує свій історичний досвід, цінності та уявлення про світ. Вона не лише фіксує віру, а й моделює мислення,

створюючи архітектоніку пам'яті, у якій матеріальні форми виконують роль знаків. Храм у будь-якій традиції є не просто місцем молитви, а простором комунікації між минулим і майбутнім, між сакральним і соціальним.

Таблиця 1.

Залежність типології сакральної архітектури від соціально-економічних чинників у різні історичні періоди *(розроблено автором на основі [5])*

Історичний період	**Економічна модель**	**Соціальна структура**	**Архітектурний тип**	**Символіка**	**Технологічна база**
Давні цивілізації	Централізована (жрецтво, монархія)	Кастова	Масивні кам'яні споруди, монументалізм	Безсмертя, влада	Ручна праця, камінь
Античність	Міська економіка, торгівля	Полісна	Гармонійні храми, ордерні системи	Людський розум, міра	Мармур, пропорційні системи
Середньовіччя	Феодалізм	Ієрархічна	Готика, базиліки, собори	Божественна вертикаль	Камінь, аркові конструкції
Відродження –Бароко	Торгово-капіталістична	Меценатство, релігійна конкуренція	Купольні храми, симетрія, перспектива	Людина як міра світу	Куполи, перспективні системи
Індустріалізація	Промисловий капітал	Урбанізація, масова культура	Неоготика, неокласицизм	Синтез віри й науки	Метал, бетон
Цифрова епоха	Інформаційна економіка	Глобальні мережі	Віртуальні каплиці, параметричні храми	Трансцендентність даних	Цифрові матеріали, VR/AR

Мирча Еліаде визначав сакральний простір як axis mundi — вертикаль, що поєднує земне з небесним, а отже, впорядковує хаос світу у форму космосу. П'єр Нора наголошував, що храми є «місцями пам'яті», де історія матеріалізується через простір [6]. Умберто Еко вважав архітектуру формою семіотичної комунікації, а Крістіан Норберг-Шульц показував, що кожна будівля має свій genius loci — дух місця, у якому укорінена колективна ідентичність [7, 8]. Нарешті, Гастон Башляр довів, що простір не є нейтральним — він «мислить» і зберігає емоційно-поетичну пам'ять людства [9].

Цю багаторівневість можна описати математично через інтегральну модель семіотичної ємності сакрального простору:

$$S(t) = \int_0^T \sum_{i=1}^{n} \left[\omega_i(t)\, \Phi_i(t)\, e^{-\delta_i t} + \xi_i(t) \cos(\theta_i t)\right] dt\,, \qquad (4)$$

де $\omega_i(t)$ — коефіцієнт культурної ваги символу, $\Phi_i(t)$ — семантична щільність (глибина змісту), δ_i — параметр втрати сакрального потенціалу, $\xi_i(t)$ — імпульс історичного оновлення, θ_i — частота символічних резонансів, T — тривалість культурного циклу.

Це рівняння відображає не статичність, а пульсуючий характер сакральної мови, у якій знаки народжуються, згасають і знову активуються залежно від історичного контексту.

Якщо спроєктувати цю модель у соціокультурну площину, отримуємо баланс культурної енергії символів, що підкоряється рівнянню:

$$E_c = \sum_{i=1}^{n} \left(\kappa_i i M_i^{\alpha} L_i^{\beta} + \eta_i sin(\Omega_i t) \right), \qquad (5)$$

де E_c — інтегральна енергія культурного поля архітектури, M_i — матеріальна основа елемента (камінь, світло, колір), L_i — рівень локальної ідентичності, κ_i — коефіцієнт резонансу пам'яті, α,β — показники впливу матеріальності й соціальності, η_i — коефіцієнт духовної флуктуації, Ω_i — частота оновлення символічного коду.

Ця формула показує, що архітектурна символіка живе у стані хвильових коливань, де кожен елемент — не застигла форма, а динамічний носій енергії пам'яті.

Для наочного представлення взаємозв'язку між історичною трансформацією сакральних смислів і ступенем їхнього збереження в архітектурному просторі доцільно звернутися до рисунка 2. Він відображає динаміку зміни символічного навантаження храму в часі, показуючи, як традиційні архетипи поступово втрачають інтенсивність під впливом десакралізаційних процесів, але водночас періодично відроджуються в оновлених формах. Цей коливальний характер функції R(t) дає змогу простежити циклічність культурної пам'яті — її здатність не лише зберігати минуле, а й постійно його переосмислювати. На графіку нижче зображено узагальнену модель цієї закономірності, що демонструє хвильову природу духовної спадкоємності сакрального простору.

Архітектурна форма сакрального простору ніколи не є випадковою. Вона постає як матеріальне відображення духовних орієнтирів суспільства, його соціальної структури, ідеалів і колективних уявлень про світ. Кожна епоха — від архаїчних храмів до цифрових культових споруд — створює власний стиль, у якому закодовано цінності свого часу. Архітектурний стиль є своєрідною «мовою духовності», а конструктивне рішення — її граматикою.

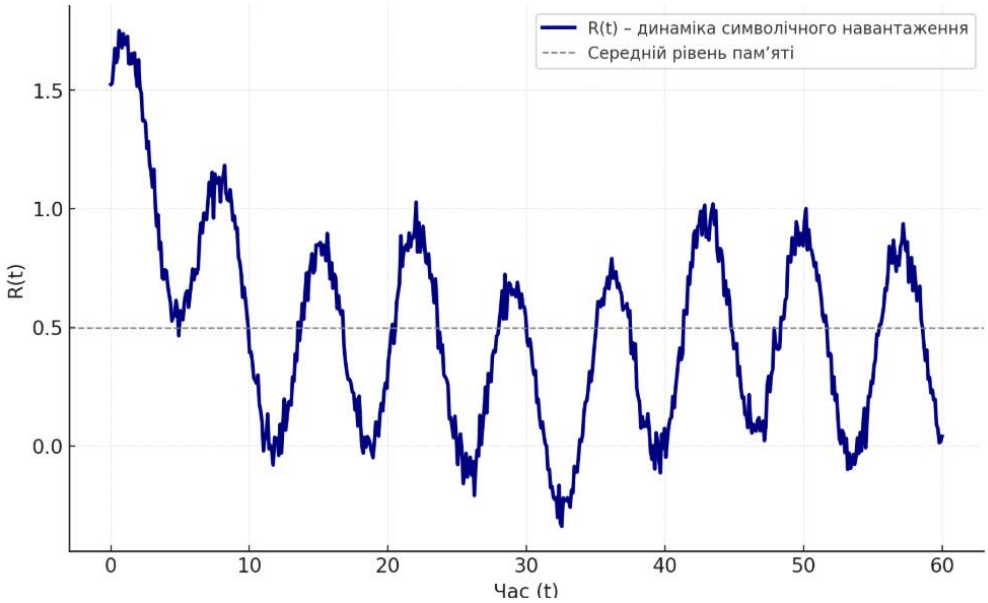


Рис. 2. Динаміка функції символічного навантаження R(t)
(розроблено автором на основі [9])

У найдавніших цивілізаціях архітектура храмів символізувала не лише віру, а й порядок космосу. Масивність, статичність і монументальність відображали прагнення до вічності, до непорушного світопорядку. У таких спорудах простір не стільки запрошував до молитви, скільки стверджував владу сакрального над людським, створюючи психологічне відчуття підкорення вищій силі.

З розвитком античної культури архітектура набула гармонійності, раціональності та пропорційності. Сакральна будівля почала розглядатися як втілення космічної рівноваги. Людина вперше стає мірою духовної і матеріальної досконалості, а архітектура храмів відображає це у симетрії колон, ордерів, у балансі світла та простору. Від статичного споглядання давнини суспільство переходить до осмисленої гармонії, де краса і віра зливаються в одне.

У середньовіччі відбувається зсув акценту від людського до небесного. Готичний собор із його стрілчастими арками, високими вікнами, вітражами і баштами, що спрямовані до неба, став не лише архітектурною інновацією, а й метафізичним маніфестом духовного піднесення. Людина, входячи до храму, перестає бути центром світу — вона стає його частиною, поглинутою світлом, звуком і ритмом вертикалей. Тут архітектура перетворюється на медитацію у камені [10].

Щоб візуально простежити зміну духовно-архітектурних орієнтирів людства, нижче подано рисунок 3, який відображає динаміку взаємозв'язку між рівнем духовного акценту суспільства та складністю архітектурної форми.

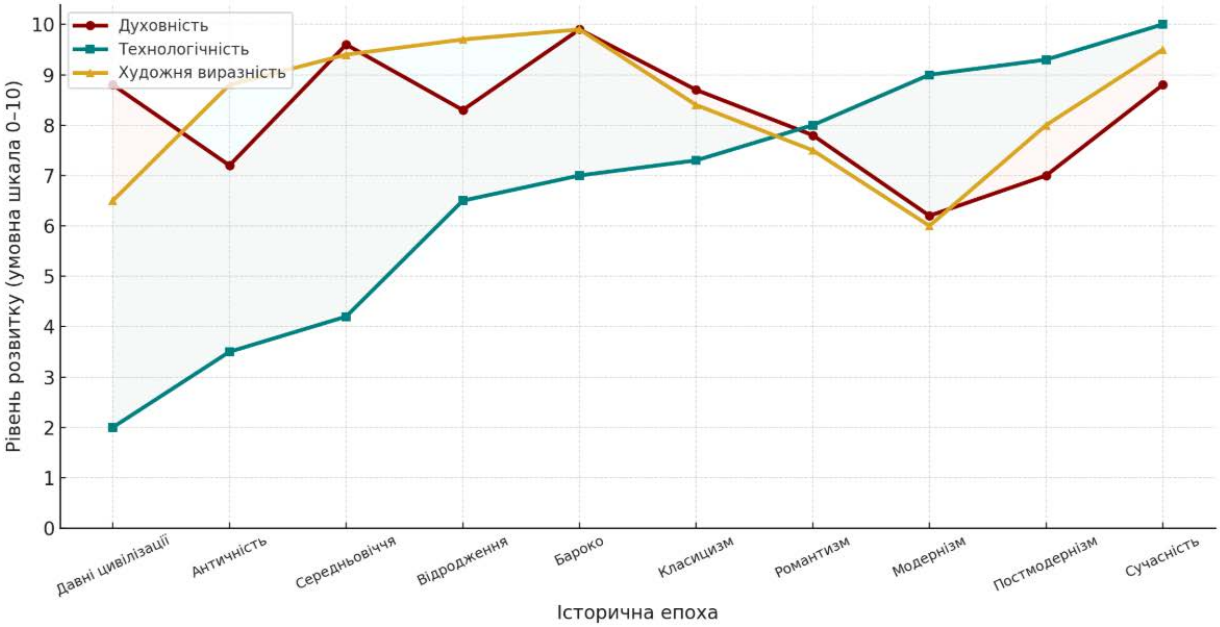


Рис. 3. Динаміка духовно-архітектурних акцентів упродовж історії
(розроблено автором на основі [10])

Архітектурний стиль у кожну історичну добу — це не просто вибір художніх засобів, а матеріальна проекція світогляду. Через співвідношення ліній, світла, об'ємів і матеріалів архітектура формує спільну мову, у якій суспільство проговорює свої вірування, страхи, надії. Від монументальної піраміди до прозорого цифрового купола — шлях людства в архітектурі є шляхом усвідомлення себе у світі, де форма завжди є тінню духу.

Література

1. Баррейруш Проенса, С.; Дал Чін, Ф.; Валенте Монтеіро, К.; Фрейтас Гординьо, Б. Revealing the Place: Sacred Architecture along the Portuguese Coastline. Sustainability. 2022. Vol. 14, № 23, art. 15486. DOI:10.3390/su142315486.
2. Mourão, Paulo Reis. The Cycle of Medieval Cathedrals – Explaining the Construction of Iberian Cathedrals through Economic Development / Paulo Reis Mourão // European Review. – 2023. – Vol. 31, № 6. – P. 613-631.
3. Abu-Taieh, I.; et al. The Holy Light of Cyberspace: Spiritual Experience in a Virtual Sacred Space / I. Abu-Taieh та ін. // Religions. – 2022. – Vol. 13, № 2. Art. 121. – DOI:10.3390/rel13020121.
4. Rihani, N. Digital Technologies for Reconstruction and Experiencing Heritage Sacred Spaces / N. Rihani // Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development. – 2023. – Vol. 13. –
5. Mansour, N. When Pilgrimage Meets Digital Religion and Virtual Sacred Architecture / N. Mansour // The Reflective Practitioner. – 2019. – Vol. 4. – P. 106–115. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cas.upm.edu.ph/journals/index.php/the-reflective-practitioner/article/view/63
6. Еліаде, М. Святе й профанне: природа релігії / М. Еліаде ; пер. з англ. – Київ: Основи, 2000. – 446 с.
7. Нора, П. "Місця пам'яті" (Les Lieux de Mémoire): між пам'яттю та історією / П. Нора // Representations. – 1989. – № 26. – С. 7-24.

8. Норберг-Шульц, К. Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture / Christian Norberg-Schulz. – New York: Rizzoli, 1980. – 213 с. (Про дух місця — genius loci).

9. Ramzy, Nelly Shafik. Concept Cathedral and “Squaring the Circle”: Interpreting the Gothic Cathedral of Notre-Dame de Paris as a Standing Hymn / N. Shafik Ramzy // Frontiers of Architectural Research. – 2021. – Vol. 10, № 2. – С. 369-393. DOI: 10.1016/j.foar. 2021.02.001.

10. Recep, M.; Purde, A.; Kaproli Muci, M. Baroque Architecture in Religious Spaces: Theatricality and Emotion / M. Recep, A. Purde, M. K. Muci // Vision International Scientific Journal. Special Edition. – 2023.

11. Gauthier, Laurent. A brief overview of the political economy of ancient Greek polis and demokratia / Laurent Gauthier // Investigaciones de Historia Económica – Economic History Research. – 2024. – Vol. 20. – P. 1-62.

Valentyn Hyrya,
Kyiv National University of Construction and Architecture

INTELLIGENT ARCHITECTURE FOR BUILDING OPERATIONAL SAFETY MANAGEMENT BASED ON DIGITAL TWINS

The intelligent architecture of building operational safety management is conceived as a synthesis of digital, analytical, and technical solutions that ensure the stability and durability of a facility throughout its life cycle. Operational safety is interpreted as the system’s ability to maintain functionality within permissible limit states while preserving structural integrity, energy efficiency, and adaptability to external impacts. The foundation of this system lies in the concept of a digital twin, which creates a dynamic model of the building synchronized with real-time data from sensor-based monitoring.

The management architecture operates within an integrated information environment that unites technical, analytical, and managerial subsystems. Each subsystem performs a distinct function — from primary data collection and signal filtering to the assessment of structural condition, forecasting of degradation processes, and selection of preventive actions. The modular structure provides flexibility, scalability, and adaptability of the system to different types of buildings and operational conditions.

The digital twin serves as the core of the architecture, integrating multidimensional data streams and forming a coherent model of the building’s technical state. Sensor networks provide continuous monitoring of temperature, humidity, stress, and deformation parameters, while machine learning algorithms perform analytical processing and risk prediction. Each parameter becomes part of a systemic safety profile that reflects the current stability level of the building.

Keywords: operational safety; digital twin; technical monitoring; artificial intelligence; building life cycle; structural reliability; data coherence; risk management.

REFERENCES

1. Barreiro Proença, S., Dal Chin, F., Valente Monteiro, C., & Freitas Gordinho, B. Revealing the Place: Sacred Architecture along the Portuguese Coastline. Sustainability, 2022, Vol. 14, No. 23, Article 15486. DOI: 10.3390/su142315486 {in English}.

2. Mourão, P.R. The Cycle of Medieval Cathedrals – Explaining the Construction of Iberian Cathedrals through Economic Development. European Review, 2023, Vol. 31, No. 6, pp. 613–631. {in English}.

3. Abu-Taieh, I., et al. The Holy Light of Cyberspace: Spiritual Experience in a Virtual Sacred Space. Religions, 2022, Vol. 13, No. 2, Article 121. DOI: 10.3390/rel13020121 {in English}.

4. Rihani, N. Digital Technologies for Reconstruction and Experiencing Heritage Sacred Spaces. Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development, 2023, Vol. 13. {in English}.

5. Mansour, N. When Pilgrimage Meets Digital Religion and Virtual Sacred Architecture. The Reflective Practitioner, 2019, Vol. 4, pp. 106–115. [Electronic resource]. – Available at: https://cas.upm.edu.ph/journals/index.php/the-reflective-practitioner/article/view/63 {in English}.

6. Eliade, M. The Sacred and the Profane: The Nature of Religion. Translated from English. Kyiv: Osnovy, 2000, 446 p. {in Ukrainian}.

7. Nora, P. Les Lieux de Mémoire: Between Memory and History. Representations, 1989, No. 26, pp. 7–24. {in English}.

8. Norberg-Schulz, C. Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture. New York: Rizzoli, 1980, 213 p. in English}.

9. Ramzy, N.S. Concept Cathedral and “Squaring the Circle”: Interpreting the Gothic Cathedral of Notre Dame de Paris as a Standing Hymn. Frontiers of Architectural Research, 2021, Vol. 10, No. 2, pp. 369–393. DOI: 10.1016/j.foar.2021.02.001 {in English}.

10. Recep, M., Purde, A., & Kaproli Muci, M. Baroque Architecture in Religious Spaces: Theatricality and Emotion. Vision International Scientific Journal, Special Edition, 2023. {in English}.

11. Gauthier, L. A Brief Overview of the Political Economy of the Ancient Greek Polis and Demokratia. Investigaciones de Historia Económica – Economic History Research, 2024, Vol. 20, pp. 1–62. {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.718-730
УДК 330:37.091.3:001.895
Єсаулов Ю.В.,
yesaulov45@gmail.com, ORCID: 0009-0003-6492-9054,
Київський національний університет будівництва і архітектури

БЕЗПЕРЕРВНА ІННОВАЦІЙНА ОСВІТА ЯК СТРАТЕГІЧНА ДЕТЕРМІНАНТА ВІДБУДОВИ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Досліджено роль безперервної інноваційної освіти як стратегічного детермінанта відбудови економіки України в умовах глобальних трансформацій, викликаних війною, четвертою промисловою революцією та переходом до економіки знань. Обґрунтовано актуальність проблеми, яка полягає у невідповідності сучасної освітньої системи України потребам ринку праці та інноваційного розвитку. Виокремлено основні суперечності: низький рівень участі дорослого населення у програмах безперервного навчання, відтік інтелектуального капіталу, слабка практична спрямованість освітніх програм, недостатня цифровізація та обмежене фінансування. Показано, що ці чинники знижують ефективність інвестицій у людський капітал та стримують модернізацію економіки.

На основі аналізу наукових підходів українських і зарубіжних учених узагальнено теоретико-методологічні засади формування інноваційної освіти як цілісної екосистеми. Розкрито її ключові категорії: освітня та педагогічна інновація, інноваційний процес, інноваційна культура, що визначають логіку управління змінами в освітньому середовищі. Доведено, що сучасна освіта має розвиватися у напрямі формування вищих когнітивних навичок (критичне мислення, креативність, комунікація), соціальної згуртованості і громадянської стійкості, що забезпечують конкурентоспроможність людського капіталу.

Запропоновано концептуальний підхід до безперервної інноваційної освіти, що інтегрує базову, післядипломну та неформальну освіту в єдиний інноваційний простір. Окреслено його структурні компоненти: базова освіта з акцентом на STEM-компетенції та цифрову грамотність; післядипломна освіта, зорієнтована на гнучкі програми перепідготовки; інноваційна інфраструктура (технопарки, бізнес-інкубатори, кластери); цифрова платформа для масштабування доступу до якісного навчання. Визначено принципи функціонування системи – доступність, гнучкість, інтегрованість, розвиток державно-приватного партнерства та орієнтація на результат.

Реалізація цього підходу здатна забезпечити мультиплікативний ефект: зростання ВВП, зниження структурного безробіття, розвиток високотехнологічних секторів, посилення експортного потенціалу та інтеграцію

України у європейський освітньо-економічний простір. У статті підкреслено необхідність інституційної перебудови, формування кооперативної моделі «освіта – наука – бізнес», законодавчого закріплення принципу освіти впродовж життя та створення національної цифрової платформи.

Зроблено висновок, що безперервна інноваційна освіта є ключовим інструментом підвищення якості людського капіталу та стратегічною основою повоєнної відбудови економіки України. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням індикаторів ефективності її впровадження та оцінкою впливу на довгострокове економічне зростання.

Ключові слова: інноваційна освіта; відбудова економіки України; технологічні зміни; безперервність освіти; людський капітал; стратегічний розвиток.

Постановка проблеми.

Актуальність дослідження зумовлена потребою у формуванні нової освітньої парадигми, яка відповідає викликам відбудови національної економіки в умовах глобальної конкуренції та технологічних змін. Безперервна інноваційна освіта виступає ключовим чинником розвитку людського капіталу, здатного забезпечити високий рівень професійної мобільності та конкурентоспроможності. Вона сприяє інтеграції України у європейський і світовий освітньо-економічний простір, посилюючи потенціал країни до інноваційного розвитку. Саме тому її впровадження є стратегічним детермінантом сталого економічного зростання та підвищення ефективності відбудови. Проблема полягає в тому, що наявна освітня система України, попри певні реформи, не повною мірою відповідає викликам четвертої промислової революції та потребам економіки знань. Існує розрив між якістю підготовки кадрів та реальними запитами ринку, що гальмує технологічну трансформацію та знижує ефективність інвестицій. Відновлення інфраструктури без належної підготовки фахівців, здатних створювати продукти з високою доданою вартістю, приречe країну на роль сировинного придатку.

Відтак, науково-практична актуальність дослідження зумовлена гострою потребою в розробці та обґрунтуванні моделі безперервної інноваційної освіти. Така модель має функціонувати як стратегічний інструмент, що забезпечить не просто відбудову, а якісний стрибок економіки України. Необхідно науково довести, що інвестиції в таку освітню систему є найбільш рентабельними з погляду довгострокових макроекономічних ефектів, формуючи фундамент для стійкого, інклюзивного та інноваційного розвитку держави.

Аналіз останніх досліджень.

Теоретико-методологічні засади дослідження ролі людського капіталу та освіти в економічному розвитку закладено у працях багатьох науковців. Вагомий внесок у вивчення проблематики формування та ефективного використання людського капіталу в умовах трансформаційних змін зробили такі українські вчені, як В.М. Геєць [1], О.А. Грішнова [2], Г. А.Дмитренко, Л.О. Згалат-Лозинська, Н. В. Головач [3], Е. М. Лібанова [7] та ін. У їхніх роботах розглядаються ключові аспекти соціально-економічного розвитку, демографічних викликів та ролі інтелектуального потенціалу нації.

Водночас питання інноваційної політики, побудови економіки знань та механізмів технологічної модернізації глибоко аналізували В.М. Лич, Ю.Б. Чернявська [9]. Дослідники обґрунтовують пріоритетність інноваційного шляху розвитку для України та розглядають освіту як його невід'ємний компонент. Фундаментальні аспекти теорії людського капіталу та інноваційного зростання розроблені також у роботах зарубіжних учених, серед яких П. Друкер [13], Т. Шульц [15] та ін. Попри значну кількість праць, проблема системного взаємозв'язку безперервної інноваційної освіти та завдань саме повоєнної відбудови економіки потребує окремого комплексного дослідження.

Метою статті є теоретичне обґрунтування ролі безперервної інноваційної освіти як ключового детермінанта прискореної та якісної відбудови економіки України та розробка концептуальних засад її системної імплементації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- конкретизувати понятійний апарат інноваційної освіти;
- ідентифікувати структурні обмеження вітчизняної освітньої системи;
- запропонувати концептуальні підходи інтегрованої системи безперервної інноваційної освіти.

Виклад основного матеріалу.

Повномасштабна війна, яку веде росія проти України, зруйнувала значну частину економіки, інфраструктури та соціальної сфери. В умовах масштабної відбудови ключовим чинником економічного зростання є людський капітал, якість і мобільність якого визначає можливості країни для інноваційного прориву. Саме тому освітня політика потребує перегляду у напрямі формування системи безперервної інноваційної освіти.

Інноваційну освіту слід розглядати не як окрему методику чи технологію, а як екосистему з узгодженими інституціями, процесами, ролями та метриками результативності. Тезаурус цієї системи охоплює взаємопов’язані категорії – «освітня інновація», «педагогічна інновація», «інноваційний процес», «інноваційне навчання», «інноваційна технологія», «інноваційне мислення»,

«інноваційна культура», які разом задають рамку управління змінами [10]. «Педагогічна інновація» конкретизує нововведення на рівні методів, прийомів і дидактичних засобів, що підвищують результативність навчально-виховного процесу та якість освітніх результатів. «Інноваційний процес» описує динаміку проєктування, апробації, оцінювання та дифузії нововведень, створюючи механізм їх масштабування в системі освіти. «Інноваційна культура» фіксує ціннісні орієнтації, норми та практики всіх учасників освітнього середовища, які сприяють генерації й упровадженню змін, а також інституційну відкритість і гнучкість [8]. Отже, інноваційна освіта постає як синергетична система, у якій взаємодіють сучасні педагогічні технології, управлінські підходи, наукові знання та соціокультурні цінності, забезпечуючи безперервне оновлення змісту, форм і методів навчання та розвиток ключових компетентностей для відбудови економіки.

Сучасна освіта структурується навколо чотирьох взаємопов'язаних напрямів – «навчатися вчитися», «навчатися працювати», «навчатися співіснувати» та «навчатися жити разом у мультикультурному світі», що задають цілісну траєкторію розвитку особистості й людського капіталу [3, с. 85].

Перший напрям передбачає сформованість умінь ефективного здобуття, аналізу й застосування знань у змінних контекстах та середовищах даних.

Другий акцентує професійні навички, командну взаємодію, готовність до прийняття рішень у складних, невизначених та ризикових ситуаціях.

Третій спрямований на розвиток соціальних зв'язків, емпатії, культури діалогу й здатності підтримувати суспільну згоду.

Четвертий пов'язаний із цілісним світоглядом, духовною зрілістю, особистою та глобальною соціальною відповідальністю як підвалинами громадянської стійкості.

Формування інноваційного стилю професійної діяльності неможливе без особистісного самовизначення й мотивації до саморозвитку, самонавчання та постійного вдосконалення, що є необхідними умовами якості освіти [4].

Інноваційна освіта – це ключовий чинник формування якісного людського капіталу, який забезпечує спроможність економіки відповідати на виклики XXI століття та прискорює повоєнну відбудову на засадах продуктивності, технологічного оновлення й соціальної єдності.

У сучасних українських дослідженнях домінує ідея, що інноваційність освіти та її безперервність є базовими умовами макроекономічної стійкості та зростання. Комплексний аналіз сутності «інноваційного навчання», «освітніх інновацій» і «освітнього простору» подано у праці Л. Шитікової, О. Змикало та Т. Пуліної. Автори не лише уточнюють понятійний апарат, а й реконструюють «життєвий цикл освітньої інновації» (від генерування ідеї до її стандартизації в

системі освіти), що надає операційної рамки для політики та менеджменту змін у ЗВО. Вони також співвідносять модернізацію української вищої освіти з параметрами Європейського освітнього простору (якість, інклюзія та гендерна рівність, зелений і цифровий перехід, нова роль викладача, поглиблення співпраці у вищій освіті, геополітичний вимір), вказуючи на потребу гармонізації законодавства та активного використання міжнародної технічної допомоги [12, с.53].

Водночас у роботі зафіксовано критичний розрив: слабку відповідність вузівської підготовки потребам економіки, відсутність сталих зв'язків «університет-бізнес» і скорочення освітньої мережі під впливом демографічних та воєнних чинників, що прямо впливає на продуктивність і інноваційний потенціал робочої сили, обмежуючи «переклад» освітніх результатів у зростання ВВП, продуктивності праці та експортного потенціалу [12, с.53].

Нормативно-інституційний і макроекономічний вимір проблеми розкривають В. Лич та Ю. Чернявська, які показують: незважаючи на відносно високі позиції України за індексом освіти, ефективність відтворення науково-інноваційного потенціалу низька через розірваність «лінійної моделі» управління інноваційним циклом. Запропоновано перехід до «кооперативної моделі», що узгоджує інтереси науки, освіти й бізнесу, а також розвиває вищі когнітивні навички працівників (критичне мислення, креативність, комунікація) на основі безперервного інноваційного навчання впродовж життя [9, с.29].

Заглиблюючи філософсько-педагогічний фундамент, Н. Отрох аргументує, що «освіта впродовж життя» – не лише відповідь на запити ринку праці, а антропологічна норма розвитку особистості в інформаційному суспільстві; ключовою стає андрагогіка, що забезпечує професійну компетентність викладача й інноваційну спрямованість його діяльності [11]. Автор також ідентифікує типові вади післядипломної підготовки (слабка практична спрямованість, невідповідність запитам, відсутність індивідуалізації) та пропонує зміни, що підвищують результативність безперервної освіти дорослих.

Узагальнюючи, наукові джерела конвергують у трьох висновках: 1) безперервність і інноваційність освіти є необхідними умовами модернізації людського капіталу; 2) потрібна інституційна перебудова (кооперативна модель взаємодії «освіта-наука-бізнес», цифровізація, мікрокваліфікації), що перетворює інновації з «подій» на «процес» із чітким життєвим циклом; 3) випереджальні інвестиції в розвиток вищих когнітивних навичок і інституціалізована андрагогіка формують здатність економіки до прискореного відновлення.

Аналіз сучасного стану освітньої системи України свідчить про наявність низки структурних та функціональних проблем, які суттєво обмежують

потенціал формування високопродуктивного людського капіталу. Серед основних проблем виділяються:

– низький рівень участі дорослого населення у програмах безперервного навчання, що свідчить про критичне відставання у розвитку навичок, необхідних для адаптації до сучасного ринку праці;

– відтік кваліфікованих кадрів та науковців за кордон, що загрожує втраті інтелектуального потенціалу та інноваційної спроможності країни;

– формалізм у системі вищої освіти при низькому рівні практичних компетентностей випускників, що виражається в тому, що освітні програми часто орієнтовані на формальні знання, відтак готовність молодих фахівців до виконання практичних завдань у професійній діяльності зменшується;

– відставання цифрової інфраструктури освіти від сучасних потреб. Недостатній розвиток онлайн-платформ, електронних ресурсів та інструментів дистанційного навчання обмежує можливості ефективного впровадження інноваційних освітніх практик.

Враховуючи вищезазначене, наявна освітня система України не забезпечує формування людського капіталу на рівні, необхідному для сталого економічного розвитку та відбудови країни.

Таблиця 1

Порівняльні освітні показники України та країн ЄС (2024 р.)

Показник	Україна	Середній рівень ЄС	Наслідки для розвитку людського капіталу
Витрати на освіту у % ВВП	5,5	6,2	Фінансування освіти нижче середньоєвропейського рівня, що обмежує можливості модернізації навчальних програм, цифровізації та підвищення якості освіти.
Частка населення з вищою освітою, %	63	68	Незначне відставання у доступності та якості вищої освіти, що знижує готовність випускників до виконання сучасних професійних завдань та інноваційної діяльності. Залишається проблема якості.
Частка дорослих у навчанні протягом життя, %	6	46,6	Низька участь дорослих у безперервному навчанні. Недостатнє оновлення професійних компетенцій, зниження адаптивності робочої сили.
Відтік студентів і науковців, %	>20	<5	Значна частка молодих фахівців та науковців залишає країну. Втрата інтелектуального потенціалу, зниження інноваційної спроможності держави.
Частка цифрових ресурсів у навчальному процесі, %	35	70	Недостатня цифровізація освіти обмежує можливості дистанційного навчання та впровадження інноваційних методик.

Джерело: складено автором на основі [5; 6; 13]

Наведені дані таблиці 1 свідчать про наявність системних проблем у сучасній освітній сфері України. Зокрема, частка витрат на освіту у 2024 році

становить близько 5,5 % ВВП, що є нижчим як від законодавчо встановленої норми (не менше 7 %), так і від середнього рівня країн ЄС (6,2 %). Це свідчить про недостатнє фінансування освітньої галузі, що обмежує її можливості модернізації та розвитку. Частка населення з вищою освітою в Україні дорівнює 63 %, тоді як у країнах ЄС цей показник сягає 68 %, що зумовлює потребу у вдосконаленні системи вищої освіти та підвищенні її доступності й якості. Лише 6 % дорослого населення беруть участь у програмах безперервного навчання, у той час як середній показник у ЄС становить 46,6 %, що підкреслює необхідність розвитку системи постійного професійного вдосконалення та забезпечення її доступності. Відтік студентів і науковців перевищує 20%, тоді як у ЄС він не перевищує 5%, що свідчить про високий ризик втрати інтелектуального потенціалу країни. Частка цифрових ресурсів у навчальному процесі складає лише 35%, тоді як середній рівень у ЄС сягає 70%, що демонструє істотне відставання у розвитку цифрової освітньої інфраструктури. Рівень практичної підготовки випускників вищих навчальних закладів України становить 40% порівняно з 75% у країнах ЄС, що засвідчує недостатню орієнтацію освітніх програм на формування практичних навичок та професійних компетентностей. Попри те, що обсяг фінансування освіти в Україні поступово наближається до середньоєвропейського рівня, наявні обмеження, зокрема зумовлені воєнними викликами, стримують модернізацію навчальних програм, цифровізацію та підвищення якості освіти.

Для подолання виявлених викликів та забезпечення сталого розвитку освітньої системи України необхідне комплексне реформування, засноване на нових концептуальних засадах. У цьому контексті запропонований концептуальний підхід до безперервної інноваційної освіти, який передбачає інтеграцію базової, післядипломної та неформальної освіти в єдиний інноваційний освітній простір. Його головною метою є формування високоякісного людського капіталу, підвищення конкурентоспроможності економіки та забезпечення ефективної інтеграції України у європейський і світовий освітньо-економічний простір.

Структурними компонентами цього підходу є:

- базова освіта, що забезпечує формування фундаментальних STEM-компетенцій, критичного мислення та цифрової грамотності, готуючи молодь до інноваційної діяльності;
- післядипломна освіта, орієнтована на гнучкі програми перепідготовки та короткі сертифікаційні курси, які сприяють актуалізації професійних компетентностей і зменшенню структурного безробіття;
- інноваційна інфраструктура (технопарки, бізнес-інкубатори, кластери), що забезпечує трансфер знань і технологій та стимулює розвиток стартапів;

- цифрова освітня платформа, яка створює відкриту екосистему знань і надає масштабовані онлайн-курси для розширення доступу дорослого населення до якісної освіти.

Принципами функціонування запропонованого підходу є доступність, гнучкість, інтегрованість, розвиток державно-приватного партнерства та орієнтація на результат. Інституційне забезпечення його реалізації покладається на Міністерство освіти і науки України, Національне агентство кваліфікацій, роботодавців та профільні професійні асоціації.

Таблиця 2

Компоненти безперервної інноваційної освіти: функції, результати та вплив на людський капітал

Компонент	Функція	Очікуваний результат	Інструменти	Наслідки для розвитку людського капіталу
Базова освіта	Формування фундаментальних знань і навичок	Підготовка молоді до інноваційної діяльності	Акцент на STEM, критичне мислення та цифрову грамотність	Забезпечує базовий рівень компетенцій, необхідних для участі у високотехнологічних секторах
Післядипломна освіта	Актуалізація компетенцій	Зниження структурного безробіття	Гнучкі програми перепідготовки та сертифікаційні курси	Підвищує адаптивність робочої сили та конкурентоспроможність працівників
Інноваційна інфраструктура	Трансфер знань і технологій	Розвиток стартапів	Технопарки, бізнес-інкубатори, кластери	Стимулює підприємницьку активність, розвиток інноваційних продуктів та послуг
Цифрова платформа	Масштабування доступу до навчання	Охоплення дорослого населення	Онлайн-курси, відкрита екосистема знань	Забезпечує безперервне навчання, оновлення професійних навичок та розвиток цифрової компетентності

Джерело: розроблено автором

Реалізація концептуального підходу до безперервної інноваційної освіти здатна забезпечити мультиплікативний ефект для економіки та суспільства. Зокрема, підвищення індексу людського капіталу на 1 % сприяє зростанню темпів ВВП на 0,3–0,5 %. Безперервне навчання знижує рівень структурного безробіття та підвищує продуктивність праці у високотехнологічних секторах економіки. Формування інноваційної екосистеми стимулює розвиток високотехнологічного експорту, зокрема у сферах інформаційних технологій та машинобудування.

Стратегічними напрямами інтеграції підходу в державну політику є:

- закріплення принципу «освіта впродовж життя» на законодавчому рівні;
- формування кластерів «університет – бізнес – держава»;
- запровадження податкових стимулів для підприємств, що інвестують у навчання персоналу;

- розвиток національної цифрової освітньої платформи;
- розширення міжнародного академічного партнерства.

Водночас успішна реалізація цих напрямів потребує системного моніторингу, оцінки ефективності програм та активної взаємодії всіх зацікавлених сторін, включно з державними інституціями, науковими установами та бізнес-середовищем.

Висновки.

Наведені показники свідчать про наявність суттєвих проблем у системі освіти України, пов'язаних із рівнем фінансування, доступністю та якістю освітніх послуг, недостатнім розвитком безперервного навчання, ризиком втрати інтелектуального потенціалу, низьким рівнем цифровізації та слабкою практичною орієнтацією освітніх програм. Для забезпечення сталого розвитку освітньої системи та підвищення її конкурентоспроможності на європейському й світовому рівнях необхідне комплексне реформування. Запропонований концептуальний підхід до безперервної інноваційної освіти виступає ключовим чинником відбудови економіки України, оскільки забезпечує формування високоякісного людського капіталу, підвищує конкурентоспроможність країни та сприяє інтеграції в європейський економічний простір. Його реалізація створює підґрунтя для ефективної взаємодії освіти, науки та бізнесу та потребує цілеспрямованої державної політики у поєднанні з активною підтримкою приватного сектору.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням індикаторів ефективності впровадження безперервної інноваційної освіти та оцінкою її впливу на довгострокове економічне зростання України.

Список використаних джерел:

1. Геєць В.М. Суспільство, держава, економіка: феноменологія взаємодії та розвитку. Київ: Ін-т екон. та прогнозув. НАН України, 2009. 864 с.

2. Грішнова О.А. Людський капітал: формування в системі освіти і професійної підготовки. Київ: Знання, 2001. 254 с.

3. Головач Н.В., Дмитренко Г.А. Інноваційна змістовна складова модернізації освіти в Україні. *Науковий вісник: Державне управління*. 2020. №2(4). С. 81–89. DOI: https://doi.org/10.32689/2618-0065-2020-2(4)-81-89

4. Дмитренко Г.А., Головач Н.В., Згалат-Лозинська Л.О. Стратегія розвитку людства. Новий гуманізм в освіті: науково-публіцистичне видання / За заг. ред. Г.А. Дмитренко. Київ: ДКС-центр, 2021. 257 с.

5. Європейська комісія. Європейська мережа інформаційних центрів у галузі освіти (Eurydice). Європейська вища освітня зона в 2024 році: ключові дані. Брюссель: Європейська комісія, 2024. URL:

https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/sites/default/files/2024-05/Chapter_1_European_Higher_Education_Area_key_data_0.pdf

6. Європейська комісія. Європейська мережа інформаційних центрів у галузі освіти (Eurydice). Фінансування вищої освіти в Україні. Брюссель: Європейська комісія, 2024. URL: https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/eurypedia/ukraine/higher-education-funding

7. Лібанова Е.М. Людський розвиток в Україні: трансформація рівня життя та регіональні диспропорції. Київ: Ін-т демографії та соц. дослідж. ім. М. В. Птухи НАН України, 2010. 356 с.

8. Смирнова Т.Є. Інноваційна освіта як об'єкт педагогічного дослідження. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2012. № 6(32). С. 74–80.

9. Лич В.М., Чернявська Ю.Б. Державна підтримка інноваційної освіти як необхідна умова формування економіки інтелектуально-інноваційного капіталу. *Формування ринкових відносин в Україні.* 2021. № 10(245). С.25-32.

10. Національний університет цивільного захисту України. Інноваційні технології: Курс лекцій [Електронний ресурс]. URL: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/20677/1/Інноваційні_технології_Курс_лекцій.pdf

11. Отрох Н.В. Інноватика в безперервній освіті дорослих: філософсько-педагогічний аспект. *Нова парадигма*. 2014. Вип. 123. С. 14–19.

12. Шитікова Л.В., Змикало О.С., Пуліна Т.В. Інноваційна діяльність в освіті: сутність та вектори розвитку. *Управління змінами та інновації.* 2024. №9. С.51-54.

13. Drucker P.F. Post-Capitalist Society. New York: Harper Business, 1993. 232 p.

14. Euromaidan Press. Литва відновлює стратегію «brain gain» в Україні. Київ: Euromaidan Press, 18 березня 2025. URL: https://euromaidanpress.com/2025/03/18/not-brain-drain-but-brain-circulation-why-some-of-ukraines-brightest-minds-return-home-amid-war

15. Schultz T.W. Investment in Human Capital. *The American Economic Review.* 1961. Vol. 51, №.1. P. 1–17. URL: https://www.jstor.org/stable/1818907

post-graduate student **Yuriy Yesaulov,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

CONTINUOUS INNOVATIVE EDUCATION AS A STRATEGIC DETERMINANT OF UKRAINE'S ECONOMIC RECOVERY

The article examines the role of continuous innovative education as a strategic determinant of Ukraine's economic recovery in the context of global transformations caused by war, the Fourth Industrial Revolution, and the transition to a knowledge-

based economy. The relevance of the problem is substantiated, which lies in the mismatch between Ukraine's current educational system and the needs of the labor market and innovative development. The main contradictions are highlighted: low participation of the adult population in lifelong learning programs, brain drain, weak practical orientation of educational programs, insufficient digitalization, and limited funding. These factors are shown to reduce the efficiency of investment in human capital and hinder economic modernization.

Based on the analysis of scientific approaches of Ukrainian and foreign scholars, the theoretical and methodological foundations of innovative education as a holistic ecosystem are summarized. Its key categories are revealed: educational and pedagogical innovation, innovation process, and innovation culture, which define the logic of change management in the educational environment. It is proven that modern education should develop towards the formation of higher cognitive skills (critical thinking, creativity, communication), social cohesion, and civic resilience, which ensure the competitiveness of human capital.

A conceptual approach to continuous innovative education is proposed, integrating basic, postgraduate, and non-formal education into a single innovation space. Its structural components are outlined: basic education with an emphasis on STEM competencies and digital literacy; postgraduate education focused on flexible retraining programs; innovation infrastructure (technology parks, business incubators, clusters); and a digital platform for scaling access to quality learning. The principles of system functioning are identified – accessibility, flexibility, integration, development of public–private partnerships, and result-oriented focus.

The implementation of this approach can ensure a multiplier effect: GDP growth, reduction of structural unemployment, development of high-tech sectors, strengthening of export potential, and integration of Ukraine into the European educational and economic space. The article emphasizes the need for institutional restructuring, the formation of a cooperative "education–science–business" model, legislative consolidation of the lifelong learning principle, and the creation of a national digital platform.

It is concluded that continuous innovative education is a key tool for improving the quality of human capital and a strategic foundation for the post-war recovery of Ukraine's economy. Prospects for further research are related to the development of indicators for assessing the effectiveness of its implementation and evaluating its impact on long-term economic growth.

Keywords: innovative education; economic recovery of Ukraine; technological change; lifelong learning; human capital; strategic development.

REFERENCES:

1. Heiets, V.M. (2009). Suspil′stvo, derzhava, ekonomika: fenomenolohiia vzaiemodii ta rozvytku [Society, state, economy: phenomenology of interaction and development]. Kyiv: Instytut ekonomiky ta prohnozuvannia NAN Ukrainy. 864 p. {in Ukrainian}

2. Hrishnova, O.A. (2001). Liudskyi kapital: formuvannia v systemi osvity i profesiinoi pidhotovky [Human capital: formation in the system of education and vocational training]. Kyiv: Znannia. 254 p. {in Ukrainian}

3. Holovach, N.V. & Dmytrenko, H.A. (2020). Innovatsiina zmistovna skladova modernizatsii osvity v Ukraini [Innovative content component of education modernization in Ukraine]. *Naukovyi visnyk: Derzhavne upravlinnia [Scientific Bulletin: Public Administration],* 2(4), 81–89. DOI: https://doi.org/10.32689/2618-0065-2020-2(4)-81-89 {in Ukrainian}

4. Dmytrenko, H.A., Holovach, N.V., & Zgalat-Lozynska, L.O. (2021). Stratehiia rozvytku liudstva. Novyi humanizm v osviti: naukovo-publitsystychne vydannia [Strategy of human development. New humanism in education: scientific and publicistic edition] (H.A. Dmytrenko, Ed.). Kyiv: DKS-tsentr. 257 p. {in Ukrainian}

5. European Commission. Eurydice. (2024). European Higher Education Area in 2024: Key data. Brussels: European Commission. URL: https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/sites/default/files/2024-05/Chapter_1_European_Higher_Education_Area_key_data_0.pdf {in English}

6. European Commission. Eurydice. (2024). Higher education funding in Ukraine. Brussels: European Commission. URL: https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/eurypedia/ukraine/higher-education-funding {in English}

7. Libanova, E.M. (2010). Liudskyi rozvytok v Ukraini: transformatsiia rivnia zhyttia ta rehionalni dysproportsii [Human development in Ukraine: transformation of living standards and regional disparities]. Kyiv: Instytut demohrafii ta sotsialnykh doslidzhen im. M.V. Ptukhy NAN Ukrainy. 356 p. {in Ukrainian}

8. Smyrnova, T.Ye. (2012). Innovatsiina osvita yak obiekt pedahohichnoho doslidzhennia [Innovative education as an object of pedagogical research]. Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia, 6(32), 74–80. Available at: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2810/1683 {in Ukrainian}

9. Lych, V.M., & Cherniavska, Yu.B. (2021). Derzhavna pidtrymka innovatsiinoi osvity yak neobkhidna umova formuvannia ekonomiky intelektualno-innovatsiinoho kapitalu [State support for innovative education as a necessary condition for forming the economy of intellectual-innovative capital]. *Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini*, 10(245), 25–32. DOI:

https://doi.org/10.5281/zenodo.5807270{in Ukrainian}

10. Maliarov, M., Khrystych, V., & Shevchenko, R. (2024). *Innovatsiini tekhnolohii, formy ta metody zdiisnennia osvitnoi diialnosti v ZVO: Kurs lektsii* (56 p.). Kharkiv: AST Information Technology. URL: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/20677/1/Інноваційні_технології_Курс_лекцій.pdf {in Ukrainian}

11. Otrokh, N.V. (2014). Innovatyka v bezperervnii osviti doroslykh: filosofsko-pedahohichnyi aspekt [Innovation in adults' continuing education: A philosophical-pedagogical aspect]. *Nova paradyhma*, (123), 14–19. {in Ukrainian}

12. Shytikova, L.V., Zmykalo, O.S., & Pulina, T.V. (2024). Innovatsiina diialnist v osviti: sutnist ta vektory rozvytku [Innovative activity in education: essence and vectors of development]. *Upravlinnia zminamy ta innovatsii*, 9, 51-54. DOI: https://doi.org/10.32782/CMI/2024-9-10 {in Ukrainian}

13. Drucker, P.F. (1993). Post-Capitalist Society. New York: Harper Business. 232 p. {in English}

14. Lithuania's "brain gain" strategy finds new life in Ukraine. (2025, March 18). *Euromaidan Press*. URL: https://euromaidanpress.com/2025/03/18/not-brain-drain-but-brain-circulation-why-some-of-ukraines-brightest-minds-return-home-amid-war {in English}

15. Schultz, T.W. (1961). Investment in Human Capital. The American Economic Review, 51(1), 1–17. Available at: https://www.jstor.org/stable/1818907 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.731-747
УДК 330.142.2: 330.59
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

ІНДЕКС ЛЮДСЬКОГО РОЗВИТКУ ЯК ДЕТЕРМІНАНТА ФОРМУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ В УМОВАХ ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

Досліджено індекс людського розвитку (ІЛР) як ключову макроекономічну детермінанту формування й ефективного використання інтелектуального капіталу в умовах становлення інноваційної економіки. Акцентовано на тому, що саме комплексна оцінка рівня розвитку людини є базисом для прийняття стратегічних рішень у сфері соціально-економічної політики, спрямованої на підвищення конкурентоспроможності держави.

Проаналізовано динаміку позицій України за ІЛР у міжнародних рейтингах за останні роки, зокрема у контексті воєнних викликів та глобальних структурних трансформацій. Встановлено, що ключові складові індексу – очікувана та середня тривалість життя, рівень освіти населення та національний доход на душу населення – зазнають багатовекторного впливу зовнішніх і внутрішніх факторів. Так, у сфері охорони здоров'я відзначається погіршення показників здоров'я населення, зростання рівня смертності та посилення міграції, що призводить до зменшення демографічного та трудового потенціалу країни. Компонента освіти демонструє відносну стійкість завдяки сучасним цифровим рішенням та високому рівню освітніх традицій, проте спостерігається зниження доступності якісних освітніх послуг, скорочення кількості учнів і студентів, а також посилення відтоку висококваліфікованих кадрів за кордон. Доходний компонент індексу характеризується зменшенням реальної заробітної плати, падінням економічної активності та зростанням навантаження на суспільні фінанси, що ускладнює можливості накопичення та примноження людського потенціалу.

Доведено, що ІЛР є інтегральним показником результативності державної політики у сфері соціального розвитку та вагомим інструментом прогнозування змін в інтелектуально-інноваційному середовищі. Визначено прямий зв'язок між рівнем людського розвитку та масштабами нагромадження інтелектуального капіталу, який забезпечує технологічне

оновлення, цифровізацію, зростання інноваційної активності суб'єктів господарювання. Підкреслено необхідність переорієнтації державної політики на стимулювання інвестицій у здоров'я, якісну освіту, розвиток наукових досліджень, формування мотивації до професійного зростання та кадрового саморозвитку.

Запропоновано систему пріоритетних заходів щодо посилення ролі індексу людського розвитку в управлінні інтелектуальними ресурсами: удосконалення фінансування соціальної сфери, розширення участі бізнесу в освітніх і наукових проектах, запровадження інноваційних підходів до відтворення трудового потенціалу, а також створення сприятливих умов для повернення та утримання висококваліфікованих фахівців. Зроблено висновок, що підвищення значень ІЛР в Україні є передумовою ефективної реалізації моделі інноваційного розвитку та зміцнення позицій на глобальному ринку знань.

Ключові слова: індекс людського розвитку; інтелектуальний капітал; інноваційний розвиток; конкурентоспроможність; освіта; здоров'я; добробут населення.

Постановка проблеми.

У сучасних умовах трансформаційних процесів світової економіки, посилення глобалізаційних викликів та значного прискорення технологічного прогресу людський капітал визначається ключовим фактором соціально-економічного розвитку держав. Зростання ролі інтелектуальних ресурсів, знань, інновацій та якості життя свідчить про перехід до нової парадигми розвитку, у якій конкурентоспроможність національної економіки залежить не стільки від обсягу природних чи матеріальних ресурсів, скільки від рівня розвитку людини. Саме тому Індекс людського розвитку (ІЛР), який інтегрує показники тривалості життя, рівня освіти та добробуту, виступає найбільш репрезентативним глобальним індикатором оцінювання людського потенціалу.

Для України питання ефективного формування та відтворення людського капіталу набуває особливого значення у зв'язку з повномасштабною війною, що призвела до суттєвого скорочення населення, зниження якості та доступності послуг у сфері освіти й охорони здоров'я, посилення міграційних процесів, трансформації ринку праці та погіршення добробуту населення. Падіння позицій України в міжнародних рейтингах ІЛР свідчить про необхідність переосмислення механізмів державної політики у сфері людського розвитку, адаптації її до умов воєнного стану та стратегічного планування післявоєнного відновлення.

Комплексний аналіз ІЛР як детермінанти економічного зростання України дає змогу: по-перше, оцінити якість людського капіталу на основі міжнародно

визнаної методики; по-друге, ідентифікувати ключові проблеми, що перешкоджають його ефективному розвитку; по-третє, сформувати обґрунтовані напрями удосконалення політики людського розвитку з орієнтацією на стале та інноваційне майбутнє держави.

Аналіз останніх досліджень.

Питанням дослідження людського капіталу приділяли увагу багато зарубіжних та вітчизняних науковців: Богиня Д., Блауг М., Грішнова А., Дмитренко Г., Кендриу Дж., Колот А., Лібанова Е., Лич В., Ушенко Н., Прошак Г. та інші, які зробили суттєвий внесок в дослідження людського капіталу як основи функціонування національної економіки та розробку механізмів для його формування та ефективного використання. Проте питання формування та використання інтелектуального капіталу та факторів, які його визначають, як основи розвитку інноваційної економіки в процесі відбудови України потребують подальшого дослідження та удосконалення.

Метою статті є дослідження сучасного стану людського капіталу України відносно світового рівня, визначення основних викликів та пріоритетних напрямів реалізації інноваційної стратегії розвитку економіки в процесі відбудови.

Виклад основного матеріалу.

Наукові підходи до трактування категорії «людський капітал» зазнавали суттєвих змін протягом еволюції економічної думки. Якщо на початкових етапах розвитку він асоціювався переважно з природними здібностями індивіда, то сучасні дослідження переконливо доводять можливість його нарощення протягом життєвого циклу людини через інвестиції у рівень життя, освіту, охорону здоров’я та інші сфери розвитку особистості.

Витоки наукового використання поняття «людський капітал» пов’язують із працями лауреата Нобелівської премії з економіки 1979 року американського економіста Т. Шульца, який розглядав людський капітал як один із різновидів капіталу, що потребує цілеспрямованого інвестування з метою підвищення продуктивності, що, своєю чергою, забезпечує зростання суспільного добробуту [6, с. 74].

Подальший розвиток теорія людського капіталу отримала завдяки роботам Г.-С. Беккера, лауреата Нобелівської премії 1992 року, який сформував мікроекономічне підґрунтя дослідження людського капіталу, обґрунтував множинність форм його інвестування, серед яких – формальна освіта, професійне навчання на робочому місці, медичні послуги, раціональне харчування, а також здобуття інформації про функціонування економічних систем. Кожен із цих напрямів характеризується різним впливом на дохід і споживання, потребою в інвестиційних ресурсах, рівнем окупності інвестицій

та ступенем усвідомлення їхнього взаємозв'язку з економічними результатами. Водночас будь-який вид інвестування сприяє зростанню фізичних і когнітивних можливостей індивіда, які забезпечують підвищення його потенційного реального доходу [2, с. 19].

Дослідження наукових підходів до сутнісної характеристики категорії людського капіталу дозволяє інтерпретувати його як сукупність умінь, рівня здоров'я та соціальних характеристик особистості, які формуються внаслідок інвестицій та накопичуються впродовж певного періоду часу та зумовлюють здатність індивіда створювати економічні блага, забезпечувати розвиток національної економіки шляхом підвищення продуктивності праці й зростання доходів його носія в разі раціонального використання в конкретній економічній сфері [15, с. 9]. Наведене визначення комплексно охоплює найважливіші елементи людського капіталу та відображає їхній вплив на формування й еволюцію цієї економічної категорії.

Аналіз наукових джерел свідчить про необхідну структуризацію його за рівнями дослідження: макрорівень – сукупний людський капітал країни; мезорівень – людський капітал окремих регіонів; мікрорівень – людський капітал підприємства та особистісний рівень – людський капітал індивіда.

Формування людського капіталу визначається різноманітними факторами, серед яких – індивідуальні продуктивні здібності, доступ до інформаційних ресурсів, професійна мобільність, культурний рівень, стан здоров'я тощо, що зумовлює різнорівневий розподіл його складових [14, с. 26]. Узагальнюючи наукові підходи, можна констатувати, що незалежно від класифікації в структурі людського капіталу ключовими залишаються такі елементи, як освітній капітал, капітал здоров'я та культури, що відповідають основним рівням його дослідження.

Для забезпечення соціально-орієнтованого та економічного розвитку держави важливе місце займає інтелектуальний капітал, оскільки саме він виступає ключовим ресурсом економіки знань та драйвером інноваційного розвитку. У структурі національного багатства високорозвинених країн частка людського капіталу сягає 80%, тоді як середній показник у світі становить близько 64% [1]. На початку XXI ст. загальна вартість національного багатства світу оцінювалася у 550 трлн дол. США, з яких 365 трлн дол. США припадало саме на людський капітал, тоді як частка природного та відтворювального капіталу становила відповідно 90 та 95 трлн дол. США [1].

Зростання ролі людського капіталу виступає індикатором розвитку соціально-економічних систем, де визначальними факторами є освіта та наука. Саме завдяки людському капіталу здійснюється інтелектуальна діяльність, яка формує інноваційний продукт [17, с. 88]. Посилення впливу людського капіталу

на показники економіки є характерною ознакою переходу до постіндустріальної моделі розвитку, яка базується на створенні нових форм економічних відносин, що ґрунтуються на знаннях та інноваціях. У такій парадигмі знання – як ключова складова людського капіталу – формують основне джерело доданої вартості товарів і послуг.

Вплив людського капіталу на економічний розвиток країни обумовлюється низкою факторів, серед яких основними є:

1. Трансформація світового господарства в напрямі постіндустріалізації, розвитку інформаційної, високотехнологічної та інноваційної економіки.

2. Якісні зміни у структурі відтворювального циклу, посилення ролі сфери послуг, орієнтованої на розвиток всебічних можливостей особистості.

3. Еволюція виробничих відносин, зокрема у сфері власності, коли висококваліфікована робоча сила стає визначальним конкурентним ресурсом та сприяє інтеграції працівника з капіталом у межах єдиного виробничого процесу [17, с. 94].

Вплив людського розвитку на економічне зростання підприємства, регіону та країни в цілому може бути представлена циклічно: формування людського потенціалу (удосконалення фізичного та інтелектуального розвитку населення) сприяє підвищенню показників людського розвитку (рівня здоров'я, грамотності, професійних компетентностей, рівня добробуту тощо), що, у свою чергу, зумовлює нарощення людського капіталу, який забезпечує економічне зростання через покращення макроекономічних показників (ВВП, НД, обсягів зовнішньої торгівлі, зайнятості населення, скорочення інфляції тощо). В результаті, зростання економіки підвищує рівень життя населення, а саме покращення умов життєдіяльності та формує основу для подальшого інтелектуального розвитку людського потенціалу, який виступає основою створення інновацій, що замикає цикл [8, с. 35].

Людський капітал є базисом соціально-економічного розвитку держави, який забезпечує інноваційність та наукомісткість виробництва – ключові характеристики економіки знань. Водночас розвиток людського капіталу і покращення соціально-економічних показників взаємно зумовлюють одне одного: економічний прогрес має трансформуватися у зростання якості життя населення, що, у підсумку, сприяє подальшому зміцненню людського капіталу.

У контексті сучасних глобалізаційних процесів можна виокремити низку ключових тенденцій, що визначають напрям еволюції людського капіталу.

1. Стрімке й асиметричне зростання чисельності населення. Населення світу демонструє суттєве збільшення: якщо у 1800 р. воно становило 952 млн осіб, то вже у 2025 р. очікується на рівні 8,2 млрд. Така динаміка зумовлена не

лише підвищенням народжуваності, а й прогресом у галузі охорони здоров'я, що сприяв зростанню тривалості життя, подоланню значної кількості захворювань та загальному підвищенню добробуту. Водночас для країн, що розвиваються, демографічний вибух формує низку викликів, які істотно стримують розвиток людського капіталу: поширення бідності, дефіцит якісної медичної допомоги, нестачу продовольства та питної води, обмежений доступ до освіти тощо.

2. Розширення масштабів міжнародної міграції. За останні п'ять десятиліть кількість міжнародних мігрантів зросла майже на 200 млн осіб: з 84,46 млн. у 1970 р. до 280,60 млн. у 2020 р., що становить підвищення частки мігрантів у структурі населення світу з 2,3% до 3,6%. Міграційні процеси мають поліфункціональний характер: з одного боку, вони створюють умови для порятунку населення від воєнних дій та природних катастроф, сприяють підвищенню рівня життя та самореалізації; з іншого – формують проблеми інтеграції, розширюють навантаження на соціальні системи держав-реципієнтів. Для країн-донорів робочої сили міграція означає втрату кваліфікованого персоналу, тобто «відтік умів».

3. Вплив транснаціональних корпорацій (ТНК). Системоутворююча роль ТНК проявляється у контролі близько 50% світового промислового виробництва, 67% обсягів міжнародної торгівлі та 80% патентів і ліцензій на нові технології. Розміщення науково-дослідних підрозділів у державах присутності сприяє трансферу технологій і зміцненню потенціалу місцевого людського капіталу. Крім того, ТНК створюють значну кількість робочих місць і стимулюють розвиток компетенцій працівників, забезпечуючи формування національного інноваційного, інтелектуального й креативного капіталів.

4. Зростання значення глобальних міст. Сучасні мегаполіси відіграють роль не лише територіальних центрів економічної активності, але й осередків формування унікального соціокультурного середовища. Саме в них концентруються висококваліфіковані фахівці та креативні професії, що створює умови для інтенсивного розвитку людського, культурного й творчого потенціалу. Таким чином, глобальні міста виступають «точками зростання» людського капіталу у світовому масштабі.

У Звіті ПРООН щодо людського розвитку 2023/2024 рр. (Human Development Report) окреслено низку ключових викликів, що визначають сучасну динаміку розвитку людського капіталу в світі [3].

По-перше, посилюється глобальна нерівність. Незважаючи на тривалу тенденцію до скорочення диференціації індексу людського розвитку (ІЛР) між країнами з високим і низьким рівнем розвитку у 1990–2020 рр., прогнозується, що негативні наслідки пандемії COVID-19 матимуть пролонгований характер,

що, своєю чергою, спричинить нове збільшення розриву між країнами у доступі до базових можливостей людського розвитку. Зростаюча нерівність обмежує можливості щодо здобуття освіти, доступу до медичних послуг і участі в економічних процесах, що є визначальними факторами для формування та відтворення людського капіталу.

По-друге, загострюється вплив військових конфліктів і вимушеної міграції на показники людського розвитку. Протягом останніх трьох десятиліть спостерігається невпинне зростання кількості жертв збройних конфліктів та вимушено переміщених осіб. Так, якщо у 1996 році смертність, пов'язана із військовими діями, становила менше 50 тис. осіб, то у 2020 році цей показник майже подвоївся – до близько 100 тис. осіб. Кількість переміщених осіб також зросла – із приблизно 90 тис. до 110 тис. у 2020 році. Такі процеси підривають трудовий і демографічний потенціал держав, ускладнюючи відтворення людського капіталу.

По-третє, кліматичні зміни стають критичним детермінантом нерівності й обмеження людського розвитку. Серед соціальних наслідків глобального потепління спостерігається зростання емоційних і психологічних ризиків, включаючи явище екологічної тривожності, яке відображає усвідомлення суспільством руйнування довкілля як життєвої основи існування. Деградація природного середовища впливає на якість життя, скорочує простір можливостей для нинішніх і майбутніх поколінь, поглиблюючи соціально-економічну вразливість населення.

По-четверте, цифровізація виступає важливим джерелом розвитку людського капіталу, формуючи нові економічні можливості, підвищуючи доступ до знань та інновацій. Водночас цифровий прогрес характеризується суттєвою просторовою нерівномірністю: у країнах Африки доступ до інтернету у 2023 році мали лише 37% населення, тоді як середньосвітове значення становило 67%. Відставання у впровадженні цифрових технологій стримує інноваційний розвиток і посилює дисбаланс у формуванні сучасного людського капіталу.

Оцінка рівня людського капіталу в Україні підтверджує рейтинг нашої країни з доволі високим місцем в загальному світовому рейтингу. Станом на останню звітну дату Україна зберігає позиції держави з відносно високим рівнем людського розвитку. Згідно з Human Development Report 2023/2024, значення Індексу людського розвитку (ІЛР) України у 2022 році становило 0,734, що забезпечило країні 100-е місце серед 193 держав світу. Зазначений показник перевищує середньосвітове значення, яке в 2022 році дорівнювало 0,727 [3].

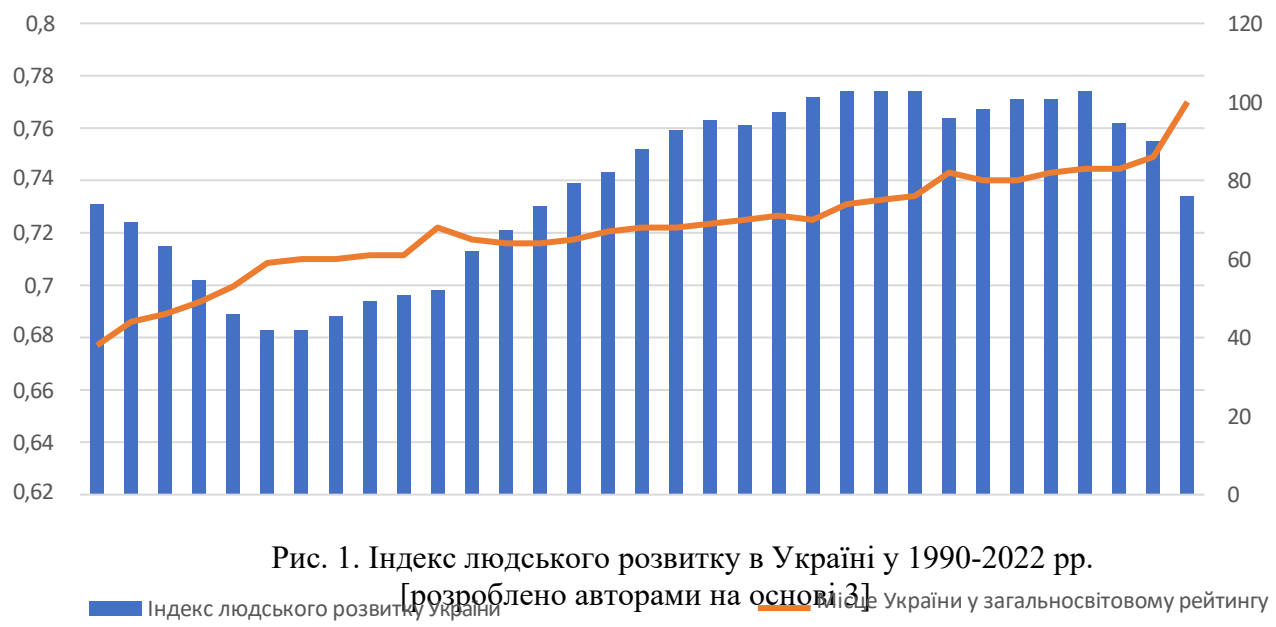


Рис. 1. Індекс людського розвитку в Україні у 1990-2022 рр. [розроблено авторами на основі 3]

Динаміка ІЛР України, починаючи з 1990-х років, демонструє поступальне зростання, однак характеризується періодами уповільнення і спадів, що зумовлювалися як глобальними економічними кризами (2008–2009 рр.), так і внутрішньополітичними потрясіннями (2014 р.). Найбільш відчутне погіршення спостерігається з 2020 року, що пов'язане спочатку з пандемією COVID-19, а з 2022 року – з повномасштабною збройною агресією російської федерації та відповідними негативними наслідками для тривалості життя, якості освіти, зайнятості й добробуту населення нашої країни.

Незважаючи на те, що в абсолютному вимірі людський потенціал України протягом періоду незалежності здебільшого розвивався, порівняльний аналіз свідчить про відставання темпів його зростання від світових лідерів. Так, якщо у 1990 році Україна перебувала на 38-й позиції у глобальному рейтингу людського розвитку, то у 2022 році – на 100-й, що вказує на погіршення відносних позицій в умовах посилення глобальної конкуренції за людський капітал.

Аналіз сучасного стану розвитку людського капіталу в Україні показав, що повномасштабна військова агресія російської федерації з 2022 року спричинила низку негативних соціально-економічних та демографічних наслідків, які суттєво обмежують відтворювальні можливості людського капіталу. До таких детермінант належать: активізація міграційних процесів, стійкий від'ємний природний приріст населення, зростання масштабів безробіття та неповної зайнятості, різке скорочення економічної активності та розрив виробничих ланцюгів, руйнування інфраструктури освіти, охорони здоров'я і культурного

простору, а також мобілізація значної частини працездатного населення до сектору оборони.

За оцінками найбільших непрямих втрат людського капіталу в регіональному розрізі, зумовлених пошкодженням або знищенням закладів освіти, охорони здоров'я та культури, зазнали Донецька, Київська, Луганська, Миколаївська, Харківська, Херсонська, Сумська та Чернігівська області [7].

Протягом 2014–2021 рр. найбільшого обсягу прямих втрат людського капіталу зареєстровано в Донецькій, Дніпропетровській, Харківській та Запорізькій областях, тоді як найнижчі показники спостерігалися в Чернівецькій, Київській, Волинській та Івано-Франківській областях. Починаючи з 2020 р., першість за масштабами втрат перейшла від Донецької до Дніпропетровської області. Загалом, у більшості регіонів країни динаміка втрат має тенденцію до зростання, за винятком Донеччини та Луганщини, де фіксується зниження показників унаслідок часткової втрати контролю над територіями [5].

Демографічна динаміка свідчить про масштабну депопуляцію – кількісне вичерпання людського капіталу. Відповідно до офіційних даних, чисельність населення України скоротилася з 52,171 млн осіб у 1991 році до 37,331 млн у 2023 році, що відповідає зменшенню майже на 30 %. За оцінками Інституту демографії та проблем якості життя, у 2024 році в Україні проживає орієнтовно понад 34 млн осіб, з яких лише 28–29 млн – на підконтрольній території держави [16].

Зазначене скорочення обумовлене поєднанням природного й міграційного руху. Зокрема, якщо у 1991 р. чиста міграція становила +125,96 тис. осіб, то у 2023 р. – (–299,96 тис. осіб), причому лише у 13 із 33 аналізованих років спостерігалося позитивне сальдо міграції. За оцінками НБУ, станом на кінець IV кварталу 2024 року за кордоном перебувають приблизно 6,9 млн українських громадян, які залишили країну через війну [10].

Таким чином, міграція виступає не лише прямим чинником скорочення чисельності населення, але й каталізує структурні диспропорції у віковому й статевому складі, погіршує якісні демографічні показники та посилює ризики подальшого звуженого відтворення людського капіталу держави.

Здоров'я населення виступає ключовою складовою як кількісної, так і якісної складової розвитку людського капіталу, визначаючи можливості відтворення трудового потенціалу та формування продуктивної робочої сили. Аналіз динаміки середньої очікуваної тривалості життя при народженні в Україні свідчить про довготривалу позитивну тенденцію її зростання в період 2002–2019 рр.: значення показника збільшилося з 68,24 до 72,01 року для обох статей. Водночас починаючи з 2019 р. спостерігається погіршення ситуації, що

обумовлено наслідками пандемії COVID-19 та загостренням безпекових ризиків у зв'язку з військовою агресією російської федерації. У 2021 р. середня очікувана тривалість життя скоротилася до 69,77 року, що нижче за середньосвітовий показник, який у 2022 р. становив 72,00 роки [12].

Характерною рисою демографічної ситуації в Україні є значна гендерна диференціація тривалості життя: у 2021 р. середня тривалість життя жінок становила 74,36 року, що на 9,20 року перевищує відповідний показник для чоловіків (65,16 року). Такий дисбаланс свідчить про суттєвий вплив соціально-економічних та поведінкових чинників смертності серед чоловічого населення. Крім того, фіксуються істотні міжрегіональні відмінності у тривалості життя. У 2021 р. найвищі значення спостерігалися у Тернопільській області (77,15 року), тоді як найнижчі – у Херсонській області (72,70 року), що свідчить про нерівномірність територіального розвитку та доступності системи охорони здоров'я.

Освітній рівень населення виступає однією з ключових детермінант формування та ефективного використання людського капіталу держави, забезпечуючи відтворення інтелектуального потенціалу та підвищення конкурентоспроможності національної економіки.

Аналіз чисельності здобувачів освіти України за рівнями Міжнародної стандартної класифікації освіти (ISCED 2011) у період 2010–2023 рр. свідчить про поступове зростання частки здобувачів початкової освіти та першого етапу середньої освіти. У той же час простежується стійка тенденція скорочення кількості осіб, що навчаються на вищих рівнях освіти. Зокрема, чисельність здобувачів освітнього ступеня бакалавра (або його еквівалента) зменшилась в два рази – з 1 433 590 осіб у 2010/2011 н.р. до 714 116 осіб у 2022/2023 н.р. Аналогічно, кількість студентів, які опановують освітній рівень магістра, скоротилася в 1,8 рази за відповідний період [13]. Чисельність здобувачів третього (наукового) рівня освіти залишається традиційно низькою. Проте у цій категорії не спостерігається настільки інтенсивного зниження: 36 214 осіб у 2010/2011 н.р. проти 33 826 осіб у 2022/2023 н.р. Зазначені тенденції свідчать про поступове звуження кадрової бази для формування висококваліфікованого наукового потенціалу, що може створювати загрози для інноваційного розвитку країни.

Рівень доходів населення є одним із трьох базових елементів оцінювання Індексу людського розвитку, оскільки відображає здатність індивідів забезпечувати власні потреби, доступ до послуг і якість життя загалом. Станом на 2024 р. рівень безробіття в Україні оцінюється на рівні 14,2% [4], що свідчить про суттєві дисбаланси на ринку праці, зумовлені передусім збройною агресією російської федерації та масштабними структурними шоками в

національній економіці. Варто зазначити, що протягом 2000–2008 рр. спостерігалася стійка тенденція до зниження безробіття з досягненням історичного мінімуму – 6,8% у 2008 р., однак подальші економічні кризи та воєнні загрози перервали цей позитивний тренд.

Динаміка заробітних плат в Україні також характеризується нестабільністю (рис. 2). Незважаючи на те, що середня та мінімальна заробітна плата у національній валюті демонстрували безперервне номінальне зростання протягом 2004–2024 рр., такі показники не відображають реальної купівельної спроможності доходів населення. Перерахунок середньомісячної та мінімальної заробітної плати в долари США за середньорічним валютним курсом забезпечує більш об'єктивне уявлення про динаміку доходів, хоча і не виключає впливу інфляційних процесів у світовій економіці.

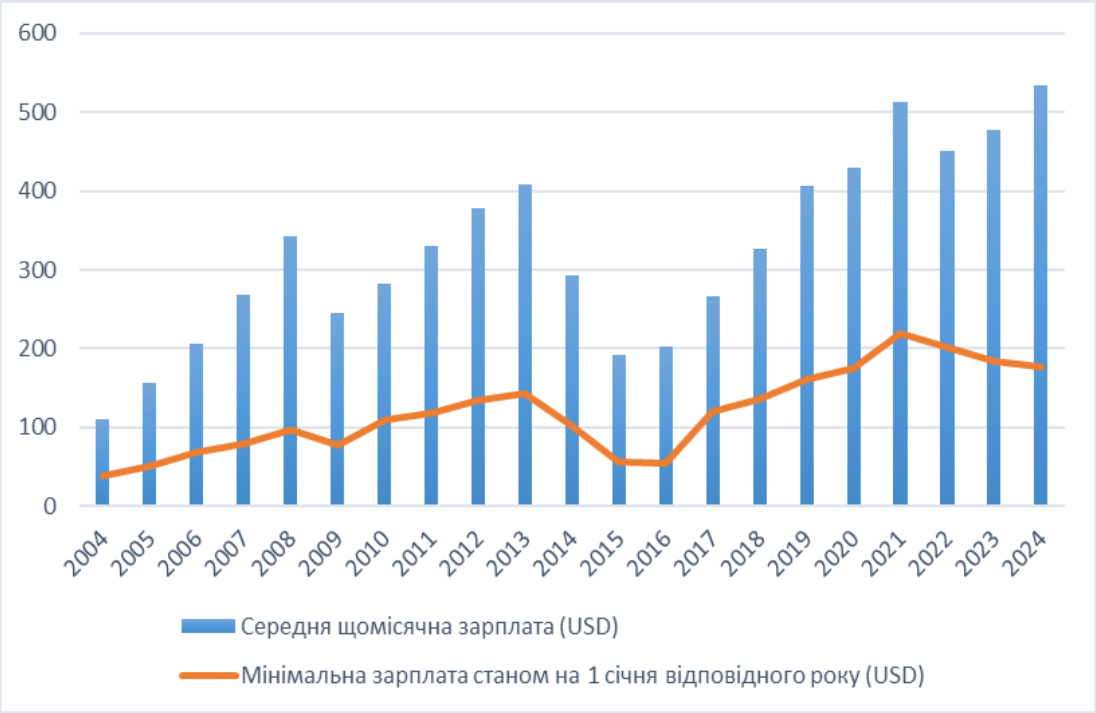


Рис. 2. Динаміка середньомісячної та мінімальної заробітної плати в Україні, дол. США, у 2004-2024 рр. [розроблено авторами на основі 4; 9; 11]

Як відображено на рисунку 2, найбільш відчутні зниження показників реальної заробітної плати фіксувалися у 2009, 2016–2017 та 2022 рр. – у періоди економічних криз і військово-політичної ескалації. За досліджуваний період середня заробітна плата у 2024 р. перевищила рівень 2004 р. в 36,4 рази у гривневому вимірі, проте лише в 4,82 рази у доларах США, що свідчить про суттєве відставання темпів реального зростання доходів від темпів номінальної їх індексації.

На основі проведеного дослідження можна зробити висновок, що реальний дохід населення зростав набагато повільніше порівняно з номінальними показниками. Це свідчить про обмеженість впливу підвищення заробітних плат на якість життя та формування людського капіталу, особливо в умовах інфляційного та валютного тиску, викликаного економічними та воєнними чинниками.

Основними викликами в розвитку інтелектуального людського капіталу України залишаються диспропорції в регіональному розподілі населення, його скорочення, викликане не лише природними, але й механічними факторами (народжуваність, смертність, міграція тощо), зменшення рівня та невикористання освітнього потенціалу населення, зростання безробіття та повільне зростання реальних доходів населення, політика підтримки життя та здоров'я тощо.

Війна зумовлює суттєві загрози для відтворення та розвитку людського капіталу, які проявляються як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. До короткострокових ризиків належить скорочення чисельності працездатного населення внаслідок загибелі, поранень, вимушеної міграції та втрати зайнятості. Довгострокові наслідки охоплюють зменшення народжуваності, втрату покоління дітей і молоді, які є майбутньою основою економічного та інтелектуального потенціалу держави.

Воєнні дії спричиняють також істотну трансформацію статево-вікової структури населення, посилюючи демографічне навантаження й погіршуючи якісні характеристики трудового потенціалу. Відтік висококваліфікованих фахівців, зростання частки людей старшого віку та зниження рівня відтворення населення чинять негативний вплив на генофонд нації, що формує один із найбільш критичних демографічних ризиків, індукованих війною.

Виявлені ризики розвитку інтелектуального капіталу як основи інноваційного розвитку економіки України в процесі відбудови потребують комплексного стратегічного вирішення з боку основних суб'єктів інвестування в людський потенціал – держави, бізнес-сектору та домогосподарств. Для держави стимулом до активізації інвестицій у людський капітал є необхідність зміцнення конкурентоспроможності національної економіки, забезпечення сталого економічного розвитку в умовах глобалізаційних викликів, а також формування інноваційної моделі зростання. Підприємства, у свою чергу, інвестують у розвиток персоналу з метою підвищення продуктивності праці, ефективності бізнес-процесів і конкурентних переваг на ринку. Для домогосподарств інвестиції в людський капітал зумовлені прагненням до підвищення рівня зайнятості, доходів та загального добробуту.

Водночас провідна роль держави у формуванні та розвитку людського капіталу є визначальною, оскільки саме її політика створює інституційні, фінансові та соціальні передумови для активізації інвестицій на всіх рівнях економічної системи.

Висновки.

Проведене дослідження дає підстави стверджувати, що індекс людського розвитку виступає ключовим інтегральним індикатором результативності державної соціально-економічної політики та визначальним чинником формування і ефективного використання інтелектуального капіталу в умовах інноваційної економіки. Його зростання забезпечує зміцнення людського потенціалу, підвищення продуктивності праці, активізацію інноваційної діяльності та розширення економічних можливостей на макро- та мікрорівнях. Навпаки, погіршення його значень свідчить про зниження конкурентоспроможності країни, втрату кадрового ресурсу та уповільнення технологічного розвитку.

Аналіз динаміки складових індексу в Україні доводить, що сучасні воєнні, демографічні та економічні виклики зумовлюють суттєвий тиск на потенціал людського розвитку. Серед основних ризиків можна виділити погіршення стану здоров’я населення, скорочення тривалості життя, зниження доступності якісної освіти, відтік висококваліфікованої робочої сили за кордон, падіння реальних доходів тощо, що формує загрозу втрати інтелектуального ресурсу як бази інноваційного розвитку країни. За цих умов пріоритетного значення набуває державна політика, спрямована на захист людського капіталу та створення умов для його відновлення й зростання.

Підвищення рівня людського розвитку виступає не лише соціальним завданням, але й стратегічним механізмом забезпечення технологічного оновлення та зміцнення позицій України у глобальній економіці знань. Для досягнення цього необхідним є посилення інвестицій у здоров’я нації та освіту, модернізація науково-інноваційної інфраструктури, стимулювання професійного розвитку населення, повернення кваліфікованих кадрів до національної економіки, які дозволять забезпечити сталий інноваційний розвиток держави та її успішну інтеграцію у світові економічні процеси.

Список використаних джерел

1. Babenko M. (2023). "Demographic crisis in Ukraine". URL: https://focus.ua/economics/561008-demograficheskij-krizis-skolko-lyudej- ostalos-vukraine-i-chto-ih-zhdet

2. Becker I.G. Investment in Human Capital. *The Journal of Political Economy*, 1962. P. 14-27.

3. UNDP (United Nations Development Programme). (2024). Human Development Report 2023-24: Breaking the gridlock: Reimagining cooperation in a polarized world. New York.

4. Видатки Державного бюджету України (2004-2024). URL: https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/gov/expense/

5. Галушка З. Людський капітал економіки України: вплив війни та потенціал післявоєнного відновлення. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2024. №328(2). С. 100-108.

6. Гинда С.М., Гинда О.М. Людський капітал: сутність, особливості аналізу та оцінювання. *Економіка і суспільство.* 2017. №12. С. 73-78.

7. Динаміка Індексу регіонального людського розвитку. URL: https://idss.org.ua/ukr_index/Dynamic_ua.pdf

8. Ковальчук В.А., Шахно А.Ю. Інвестування в людський капітал як фактор інноваційного розвитку економіки України. *Соціально-економічні проблеми і держава.* 2016. №2 (15). С. 33-40.

9. Мінімальна заробітна плата в Україні (2004-2024). URL: https://index.minfin.com.ua/ua/labour/salary/min/

10. Населення України становить приблизно понад 34 млн. осіб. URL: https://ukr.radio/news.html?newsID=106165

11. Офіційний курс гривні щодо іноземних валют (середній за період). URL: https://bank.gov.ua/files/Exchange_r.xls/

12. Погорєлова О. В., Вдовиченко Л. Ю., Бєлоусова С. М. Людський капітал в Україні: стан, проблеми та тенденції його розвитку у повоєнний період. *Інвестиції: практика та досвід*. 2024. № 10. С. 100–105.

13. Розподіл кількості учнів, слухачів та студентів закладів освіти України за Міжнародною стандартною класифікацією освіти МСКО 2011. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/

14. Сіденко С. Сучасні тенденції розвитку людського капіталу в глобальному середовищі. *Демографія та соціальна економіка*. 2024. №2. С.25-43.

15. Точиліна Ю.Ю. Структура людського капіталу та особливості його формування. *Економічний простір*. 2020. №160. С. 7-11.

16. Тривалість життя в Україні різко знизилася: жахливі цифри від Мінсоцполітики. URL: https://zoria.info/ukraina/tryvalist-zhyttya-v- ukrayini-rizko-znyzylasya-zhahlyvi-czyfry-vid-minsoczpolityky/

17. Ясінська Т.В. Розвиток людського капіталу як основа соціально-економічного відновлення України. *Освітня аналітика України.* 2022. №2. С.88-98.

PhD of Economic Sciences, Associate Professor **Tetiana Ivanova,**
PhD of Economic Sciences, Associate Professor **Oleksii Mostovenko,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

HUMAN DEVELOPMENT INDEX AS A DETERMINANT OF THE FORMATION AND EFFICIENT USE OF INTELLECTUAL CAPITAL IN AN INNOVATION-DRIVEN ECONOMY

The article examines the Human Development Index (HDI) as a key macroeconomic determinant of the formation and effective utilization of intellectual capital within the context of an emerging innovation-driven economy. It emphasizes that a comprehensive assessment of human development serves as the foundation for strategic decision-making in socio-economic policy aimed at improving national competitiveness.

The dynamics of Ukraine's HDI performance in international rankings over recent years are analyzed, particularly in the context of wartime challenges and global structural transformations. It is established that the core HDI components — life expectancy and mean years of schooling, educational attainment, and gross national income per capita — are subject to multifaceted influences from internal and external factors. In the healthcare sector, deterioration of population health indicators, rising mortality, and increased migration are identified, resulting in a contraction of the country's demographic and labor potential. The education component demonstrates relative resilience owing to modern digital solutions and strong educational traditions; however, the accessibility of high-quality education is decreasing, accompanied by a decline in the number of pupils and students, as well as intensified outflows of highly skilled professionals abroad. The income component of HDI is characterized by decreasing real wages, declining economic activity, and a rising burden on public finances, which collectively constrain the accumulation and enhancement of human potential.

The study substantiates that HDI is an integral indicator of the effectiveness of state policies in the field of social development and an essential tool for forecasting transformations in the intellectual and innovative environment. A direct relationship is defined between the level of human development and the scale of intellectual capital accumulation, which fosters technological renewal, digitalization, and increased innovative activity among economic entities. The necessity of redirecting public policy toward stimulating investment in healthcare, high-quality education, scientific research, and the formation of incentives for professional growth and human resource development is emphasized.

A system of priority measures is proposed to strengthen the role of HDI in managing intellectual resources, including improvement of social sector financing, increased business participation in educational and research initiatives, implementation of innovative approaches to labor potential reproduction, and the creation of favorable conditions for retaining and returning highly qualified specialists. It is concluded that improving Ukraine's HDI performance is a prerequisite for the effective implementation of the national innovation development model and for enhancing the country's position in the global knowledge economy.

Keywords: Human Development Index; intellectual capital; innovation-driven development; competitiveness; education; health; population welfare.

REFERENCES:

1. Babenko M. (2023). "Demographic crisis in Ukraine". URL: https://focus.ua/economics/561008-demograficheskij-krizis-skolko-lyudej- ostalos-vukraine-i-chto-ih-zhdet {in English}

2. Becker I.G. Investment in Human Capital. The Journal of Political Economy, 1962. P. 14-27. {in English}

3. UNDP (United Nations Development Programme). (2024). Human Development Report 2023-24: Breaking the gridlock: Reimagining cooperation in a polarized world. New York. {in English}

4. Vydatky Derzhavnoho biudzhetu Ukrainy (2004-2024). [Expenditures of the State Budget of Ukraine]. URL: https://index.minfin.com.ua/ua/finance/budget/gov/expense/ {in Ukrainian}

5. Halushka Z. (2024). Liudskyi kapital ekonomiky Ukrainy: vplyv viiny ta potentsial pisliavoiennoho vidnovlennia. [Human capital of the economy of Ukraine: the impact of the war and the potential for post-war recovery.]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences – Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 328(2), 100-108. {in Ukrainian}

6. Hynda S.M., Hynda O.M. (2017). Liudskyi kapital: sutnist, osoblyvosti analizu ta otsiniuvannia [Human capital: essence, features of analysis and assessment]. *Ekonomika i suspilstvo – Economy and Society*, 12, 73-78. {in Ukrainian}

7. Dynamika Indeksu rehionalnoho liudskoho rozvytku [Dynamics of the Regional Human Development Index]. URL: https://idss.org.ua/ukr_index/Dynamic_ua.pdf {in Ukrainian}

8. Kovalchuk V.A., Shakhno A.Iu. (2016). Investuvannia v liudskyi kapital yak faktor innovatsiinoho rozvytku ekonomiky Ukrainy [Dynamics of the Regional Human Development Index]. *Sotsialno-ekonomichni problemy i derzhava – Socio-economic problems and the state*, 2 (15), 33-40. {in Ukrainian}

9. Minimalna zarobitna plata v Ukraini (2004-2024) [Minimum wage in Ukraine]. URL: https://index.minfin.com.ua/ua/labour/salary/min/ {in Ukrainian}

10. Naselennia Ukrainy stanovyt pryblyzno ponad 34 mln. osib [The population of Ukraine is approximately over 34 million people]. URL: https://ukr.radio/news.html?newsID=106165 {in Ukrainian}

11. Ofitsiinyi kurs hryvni shchodo inozemnykh valiut (serednii za period) [Official exchange rate of the hryvnia against foreign currencies (average for the period)]. URL: https://bank.gov.ua/files/Exchange_r.xls/ {in Ukrainian}

12. Pohorielova O. V., Vdovychenko L. Yu., Bielousova S. M. (2024). Liudskyi kapital v Ukraini: stan, problemy ta tendentsii yoho rozvytku u povoiennyi period [Human capital in Ukraine: state, problems and trends in its development in the post-war period]. *Investytsii: praktyka ta dosvid – Investments: practice and experience*, 10, 100–105. {in Ukrainian}

13. Rozpodil kilkosti uchniv, slukhachiv ta studentiv zakladiv osvity Ukrainy za Mizhnarodnoiu standartnoiu klasyfikatsiieiu osvity MSKO 2011 [Distribution of the number of pupils, trainees and students of educational institutions of Ukraine according to the International Standard Classification of Education ISCED 2011]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/. {in Ukrainian}

14. Sidenko S. (2024). Suchasni tendentsii rozvytku liudskoho kapitalu v hlobalnomu seredovyshchi [Modern trends in the development of human capital in the global environment]. *Demohrafiia ta sotsialna ekonomika – Demography and social economy*, 2, 25-43. {in Ukrainian}

15. Tochylina Yu.Iu. (2020). Struktura liudskoho kapitalu ta osoblyvosti yoho formuvannia [The structure of human capital and the features of its formation]. *Ekonomichnyi prostir – Economic space*, 160, 7-11. {in Ukrainian}

16. Tryvalist zhyttia v Ukraini rizko znyzylasia: zhakhlyvi tsyfry vid Minsotspolityky [Life expectancy in Ukraine has decreased sharply: terrible figures from the Ministry of Social Policy]. URL: https://zoria.info/ukraina/tryvalist-zhyttya-v- ukrayini-rizko-znyzylasya-zhahlyvi-czyfry-vid-minsoczpolityky/{in Ukrainian}

17. Iasinska T.V. (2022). Rozvytok liudskoho kapitalu yak osnova sotsialno-ekonomichnoho vidnovlennia Ukrainy [Human capital development as a basis for the socio-economic recovery of Ukraine]. *Osvitnia analityka Ukrainy – Educational analytics of Ukraine*, 2, 88-98. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.748-759
УДК: 338.27:69.05:658.14
Кузьмін Т.Р.,
tk6230809@gmail.com, ORCID: 0009-0004-6170-7197,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕКОНСТРУКЦІЇ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ

Економічна ефективність реконструкції в умовах обмежених ресурсів є одним із ключових напрямів підвищення конкурентоспроможності підприємств у сучасній економіці. Реконструкція виступає стратегічним інструментом модернізації виробничих потужностей, технічного переоснащення та вдосконалення управлінських процесів без необхідності значних капіталовкладень у нове будівництво. На відміну від створення нових об'єктів, реконструкція орієнтована на раціональне використання наявних ресурсів, інфраструктури та кадрового потенціалу, що дозволяє досягти високого економічного ефекту при мінімальних витратах.

Нині в умовах фінансових, матеріально-технічних і часових обмежень особливого значення набуває оптимізація витратних процесів і підвищення результативності кожної інвестиції. Реконструкційні проєкти мають забезпечувати не лише технічне оновлення виробництва, а й збалансоване використання ресурсів, скорочення витрат і підвищення продуктивності праці. Для цього застосовується комплекс методів оцінювання економічної доцільності реконструкції, серед яких ключовими є показники NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), PP (Payback Period) та PI (Profitability Index). Реконструкція підприємств супроводжується поступовою трансформацією структури витрат: на початкових етапах переважають капітальні інвестиції, тоді як у завершальних — експлуатаційні витрати, пов'язані з налагодженням і запуском модернізованих потужностей. Відображення цих змін у динаміці дозволяє формувати збалансовану фінансову модель проєкту та прогнозувати його окупність.

Ключові слова: реконструкція; економічна ефективність; обмежені ресурси; оптимізація витрат; NPV; інвестиції; рентабельність; модернізація.

Постановка проблеми: Реконструкція промислових підприємств в умовах обмежених ресурсів є одним із найактуальніших викликів сучасної економіки. Багато виробничих потужностей в Україні мають високий рівень фізичного та морального зносу, що знижує конкурентоспроможність і ефективність діяльності. Одночасно підприємства стикаються з браком

фінансових ресурсів, зростанням вартості енергоносіїв і матеріалів, а також обмеженими можливостями залучення інвестицій.

Проблема полягає у пошуку шляхів забезпечення економічної доцільності реконструкційних проєктів при мінімальних витратах і максимальній віддачі. Необхідно сформувати систему оцінювання, яка дозволить обґрунтовано розподіляти ресурси, визначати ефективність інвестицій та оцінювати ризики. Реконструкція має бути не просто оновленням основних фондів, а інструментом оптимізації ресурсів і підвищення прибутковості підприємства.

Метою статті є визначення теоретичних і практичних засад підвищення економічної ефективності реконструкції підприємств в умовах обмежених ресурсів.

Для досягнення мети необхідно:

– проаналізувати чинники, що впливають на економічну доцільність реконструкції;

– розробити систему показників оцінювання ефективності, зокрема з урахуванням показників NPV, IRR, PI, PP;

– визначити оптимальний рівень інвестицій та шляхи ресурсної оптимізації;

– побудувати модель залежності ефективності реконструкції від обсягів інвестування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У науковій літературі питання економічної ефективності реконструкції розглядається з позицій ресурсозбереження, інвестиційного менеджменту та сталого розвитку підприємств. Дослідники наголошують, що реконструкція стає більш вигідною альтернативою новому будівництву, особливо в умовах обмежених фінансових можливостей. У працях вітчизняних наголошується на важливості використання системного підходу до оцінювання результативності реконструкції, який враховує технічні, організаційні та економічні фактори. Зарубіжні дослідження акцентують на інтеграції цифрових інструментів моделювання та енергетичного аналізу у процес реконструкції, що дозволяє точніше визначати оптимальні обсяги інвестицій і скорочувати витрати. Попри значний науковий доробок, залишаються відкритими питання визначення оптимальної структури ресурсів та критеріїв ефективності реконструкції за умов нестабільного ринкового середовища. Не сформовано універсальної методики оцінювання, яка б одночасно враховувала економічні, соціальні, технічні та часові параметри.

Виклад основного матеріалу: Реконструкція у сучасній економіці розглядається як стратегічний процес оновлення виробничих потужностей, технологічного обладнання та організаційно-управлінських механізмів

підприємства з метою підвищення його конкурентоспроможності, зниження витрат і забезпечення стійкого розвитку. Вона виступає важливим інструментом адаптації бізнесу до мінливих ринкових умов, технічного прогресу та вимог енергоефективності.

Залежно від цілей та масштабів втручання розрізняють технічну, технологічну та комплексну реконструкцію. Технічна реконструкція охоплює модернізацію обладнання, заміну зношених елементів, удосконалення інженерних мереж і систем енергопостачання. Технологічна реконструкція передбачає впровадження нових технологічних процесів, автоматизованих систем управління та засобів цифрової трансформації виробництва. Комплексна реконструкція є найглибшою формою оновлення, що охоплює всі аспекти діяльності підприємства — від технічного переоснащення до оптимізації управлінських, логістичних і фінансових структур [1].

У процесі обґрунтування реконструкційних заходів важливо забезпечити системний підхід до оцінювання їхньої ефективності, котрий враховує прямі економічні результати, взаємозв'язки між інвестиційними, виробничими та організаційними складовими. Для цього формується концептуальна модель, що узагальнює логіку впливу ресурсних витрат, технічних рішень і управлінських дій на кінцеві результати діяльності підприємства. Вона дає змогу простежити взаємозалежність між факторами реконструкції, показниками ефективності та очікуваними результатами модернізації. Структурно взаємозв'язки подано у рисунку 1, котрий відображає інтеграцію основних етапів, критеріїв та напрямів оцінювання ефективності реконструкційних процесів.

У процесі аналізу доцільності реконструкційних заходів одним із ключових етапів є визначення загального економічного ефекту реконструкції, котрий відображає різницю між отриманими результатами (доходами, прибутком, зниженням витрат тощо) та сукупними витратами на реалізацію проєкту.

Розрахунок загального ефекту здійснюється за такою формулою:

$$E = \sum_{i=1}^{n}(R_i - C_i), \quad (1)$$

де: E — загальний економічний ефект реконструкції, грн; R_i — результати (доходи, економія витрат, прибуток) у і-му періоді, грн; C_i — витрати на реконструкцію у і-му періоді, грн; n — кількість періодів, за які здійснюється оцінка ефекту.

Рис. 1. Концептуальна схема оцінювання економічної ефективності реконструкції підприємства *(розроблено автором на основі [2])*

Для забезпечення максимально ефективного використання наявних ресурсів застосовуються методи оптимізації, спрямовані на зниження витрат і підвищення результативності кожного виду ресурсу. До них належать системне планування ресурсних потоків, балансування між власними та залученими коштами, впровадження цифрових інструментів моніторингу витрат, логістична оптимізація постачання матеріалів, а також використання принципів лінійного програмування для пошуку найкращих співвідношень між обсягами інвестицій і очікуваними результатами. Важливу роль відіграє також управління часом через побудову критичного шляху виконання робіт, визначення пріоритетів і створення резервів часу на непередбачувані затримки [3].

У ході реконструкції підприємства спостерігається поступова трансформація структури ресурсних витрат, що зумовлена зміною обсягів фінансування, етапів будівельно-монтажних робіт, закупівель обладнання та введенням модернізованих потужностей в експлуатацію. У подальшому, із просуванням реконструкційних процесів, відбувається поступове зниження питомої ваги капітальних витрат і зростання частки експлуатаційних та операційних витрат, пов’язаних із наладкою й тестуванням обладнання. Відображення цих тенденцій у динаміці дозволяє оцінити ефективність

використання ресурсів та збалансованість фінансування на різних етапах модернізації. Узагальнені результати змін структури витрат представлено у рисунку 2, котрий демонструє характер перерозподілу фінансових, матеріальних та трудових ресурсів у часі.

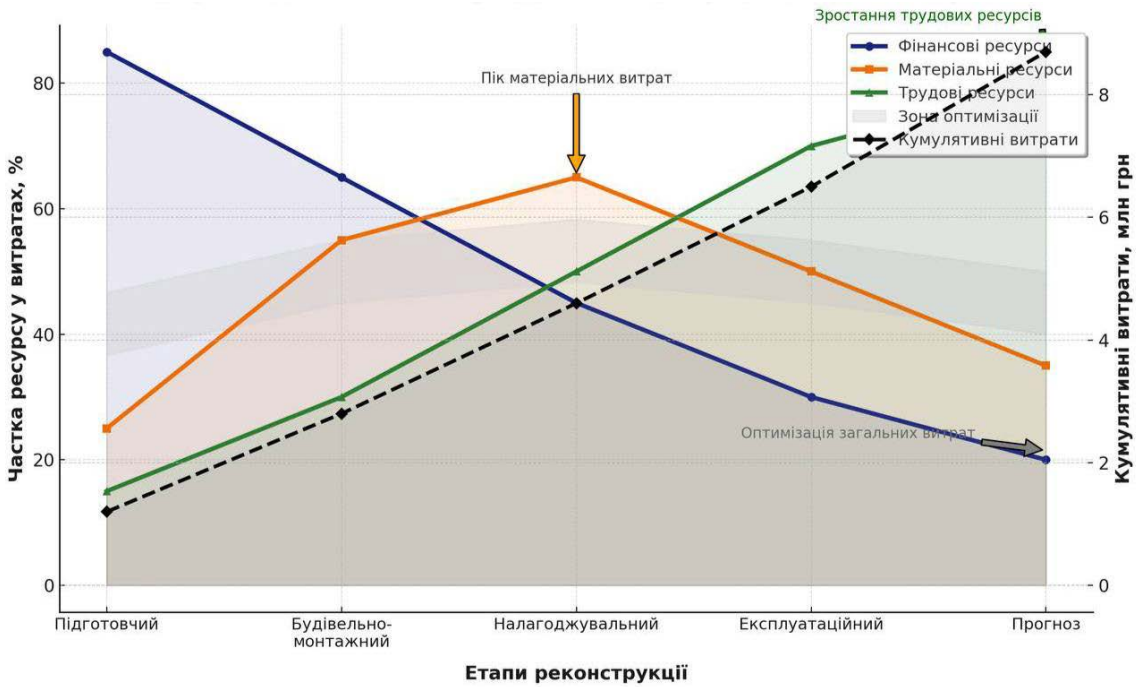


Рис. 2. Динаміка зміни ресурсних витрат у процесі реконструкції
(розроблено автором на основі [4])

У процесі оцінювання результативності реконструкційних заходів важливо визначити, наскільки ефективно підприємство використовує наявні ресурси — фінансові, матеріальні, трудові. Для цього застосовується коефіцієнт ефективності використання ресурсів, котрий відображає співвідношення між обсягом отриманого результату (випуску продукції, обсягом реалізації, прибутком тощо) та сукупними витратами ресурсів, необхідних для його досягнення. Чим вищим є значення цього коефіцієнта, тим раціональніше використовуються ресурси та вищий рівень економічної ефективності реконструкції.

Коефіцієнт ефективності використання ресурсів:

$$K_{\text{рес}} = \frac{Q_{\text{вих}}}{Q_{\text{вх}}} \tag{2}$$

де: $K_{\text{рес}}$ — коефіцієнт ефективності використання ресурсів; $Q_{\text{вих}}$ — вихідний результат (обсяг продукції, виручка, прибуток) після реконструкції; $Q_{\text{вх}}$ — сукупний обсяг використаних ресурсів (у вартісному або натуральному вимірі).

В умовах дефіциту ресурсів особливого значення набуває використання методів фінансово-економічного аналізу ефективності інвестиційних рішень, зокрема таких показників, як NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), PP (Payback Period) та PI (Profitability Index). Застосування методів дозволяє визначити абсолютну вигідність реконструкційного проєкту та його стійкість до обмежень у фінансуванні, часу чи матеріально-технічному забезпеченні.

Метод чистої приведеної вартості (NPV) базується на дисконтуванні майбутніх грошових потоків до теперішньої вартості, що дає змогу оцінити реальний економічний ефект від реконструкції з урахуванням вартості капіталу та ризиків.

Метод періоду окупності (PP) дає змогу визначити, за який проміжок часу реконструкція забезпечить повернення вкладених інвестицій. Для підприємств із обмеженим грошовим потоком короткий період окупності є пріоритетним, мінімізує фінансові ризики [5].

Щоб оцінити економічну доцільність проєкту реконструкції за умов обмежених ресурсів, дисконтуємо майбутні грошові потоки до теперішньої вартості та порівнюємо їх із первинними інвестиціями.

Чиста приведена вартість (NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0, \tag{3}$$

де: CF_t — чистий грошовий потік у період t; r — ставка дисконту (вартість капіталу/альтернативні витрати), частка од.; n — тривалість проєкту в періодах; I_0 — початкові інвестиції (одночасний відтік коштів на старті, t=0). Коли бюджет обмежений і потрібно ранжувати альтернативи, корисно виміряти, скільки дисконтованих вигід припадає на 1 грн інвестицій.

Індекс прибутковості (PI):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{I_0}, \tag{4}$$

де: CF_t — чистий грошовий потік у період t; r — ставка дисконту (вар

тість капіталу/альтернативні витрати), частка од.; n — тривалість проєкту в періодах;

Для ухвалення обґрунтованого управлінського рішення щодо вибору оптимального варіанта реконструкції необхідно здійснити порівняльну оцінку альтернативних проєктів за ключовими показниками ефективності — чистою

приведеною вартістю (NPV) та індексом прибутковості (PI). Аналіз дозволяє виявити співвідношення між рівнем інвестиційних витрат і очікуваним економічним ефектом, а також визначити, який із варіантів забезпечує найвищу рентабельність вкладених ресурсів за умов обмеженого фінансування.

У ситуаціях, коли підприємство має кілька можливих напрямів реконструкції — наприклад, технічне переоснащення виробничої лінії, модернізацію енергетичного обладнання або автоматизацію управлінських процесів — оцінювання за показниками NPV і PI дає змогу зіставити їхню абсолютну ефективність та оцінити капіталовіддачу кожної гривні інвестицій.

Узагальнені результати такого аналізу представлено на рисунку 3, який наочно демонструє переваги кожного варіанту за рівнем прибутковості, окупності та економічної доцільності реалізації проєкту.

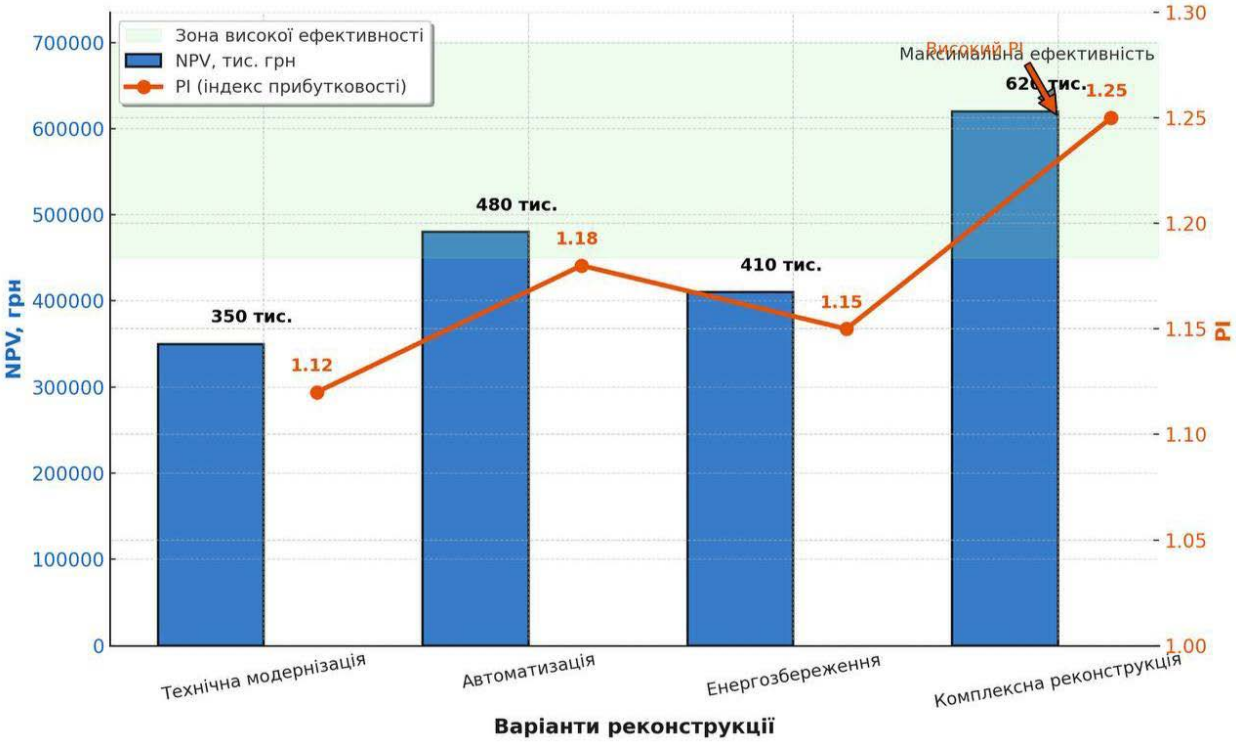


Рис. 3. Порівняння варіантів реконструкції за показниками NPV та PI
(розроблено автором на основі [6])

Побудова функції залежності результату від інвестиційних вкладень є важливим етапом у процесі оцінювання ефективності реконструкційних проєктів, вона дозволяє кількісно визначити, як зміна обсягу інвестицій впливає на кінцевий економічний результат підприємства. Підхід дає змогу виявити межі доцільності капіталовкладень, визначити оптимальний рівень інвестування та оцінити ефект від зростання чи скорочення фінансових ресурсів.

Для аналітичного опису цієї залежності застосовують економіко-математичне моделювання, що дозволяє апроксимувати емпіричні дані за допомогою функцій різного типу — лінійної, степеневої, логарифмічної або квадратичної [7].

У процесі стратегічного планування реконструкційних проєктів важливо не лише визначити загальну економічну ефективність, а й виявити функціональний зв'язок між обсягом інвестиційних вкладень і рівнем досягнутих результатів. Залежність дозволяє моделювати поведінку системи за різних сценаріїв фінансування, оцінити оптимальний рівень інвестицій і запобігти перевитратам.

Модель функціональної залежності ефективності реконструкції:

$$E_f = a + bI + cI^2, \tag{5}$$

де: E_f — рівень економічної ефективності реконструкції (прибуток, рентабельність, коефіцієнт ефективності тощо); I — обсяг інвестиційних вкладень, млн грн; a — постійна складова, що відображає базовий рівень ефективності без додаткових інвестицій; b — коефіцієнт прямого впливу інвестицій на ефективність (показує, як кожна додаткова одиниця інвестицій змінює результат); c — коефіцієнт, що характеризує зміну граничної віддачі від інвестицій (негативний при зменшенні ефекту з ростом вкладень).

Узагальнення цієї закономірності представлено на рисунку 4, котрий наочно демонструє оптимальну точку інвестування та діапазон доцільного фінансування реконструкційних заходів.

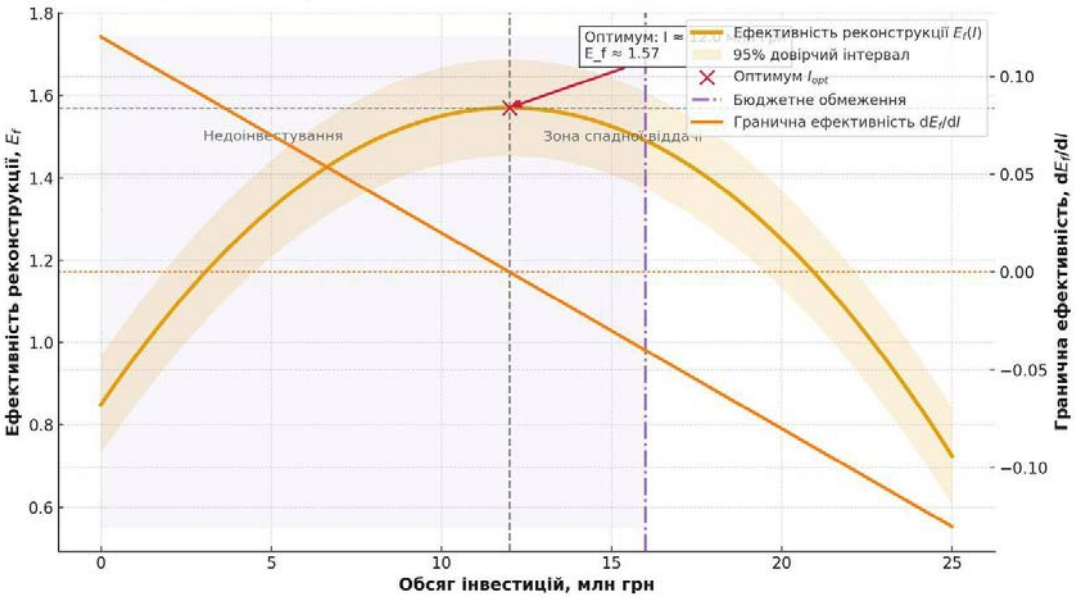


Рис. 4. Крива залежності ефективності реконструкції від обсягу інвестицій
(розроблено автором на основі [8])

Візуальне відображення взаємозв'язків між цими складовими подано на рисунку 5, який демонструє структурну логіку формування комплексної оцінки, взаємодію факторів впливу та механізм трансформації ресурсного потенціалу у стійкі результати розвитку підприємства.

Рис. 5. Інтегрована модель оцінювання ефективності реконструкції в умовах ресурсних обмежень *(розроблено автором на основі [10])*

Література

1. Кубанов, Р., Макатьора, Д., & Прусов, Д. Економічна константа доцільності впровадження ресурсозберігаючих технологій на будівельному підприємстві в умовах впливу нестабільного ринкового середовища та обмеженості ресурсів / Р. Кубанов, Д. Макатьора, Д. Прусов. – Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2024. – № 59. – Режим доступу: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3337.

2. Соколов, І.А., Лінник, Р.Я., & Харченко, Д.С. Сучасні напрями енергозбереження при комплексній реконструкції застарілого житлового фонду / І.А. Соколов, Р.Я. Лінник, Д.С. Харченко. – Дніпропетровськ: Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2009. – № 6-7. – С. 63-68. – Режим доступу: https://cyberleninka.ru/article/n/suchasni-napryami-energozberezhennya-pri-kompleksniy-rekonstruktsiyi-zastarilogo-zhitlovogo-fondu/pdf.

3. Надвинична, Т.Л., & Надвиничний, С.А. Менеджмент соціальної роботи [Електронний ресурс]: підруч. / Т.Л. Надвинична, С.А. Надвиничний. – Тернопіль: ЗУНУ, 2023. – 370 с. – Режим доступу: https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/53922/1/Надвиничний.pdf.

4. Мочернюк, А.М. Управління підприємницькими проєктами з відновлення житлової забудови в умовах трансформації міського середовища України / А.М. Мочернюк // Розвиток міста. – 2025. – Вип. 2 (06). – С. 194–200. – Режим доступу: https://journals.ndirom.kyiv.ua/index.php/city-development/article/download/141/139.

5. Ольховик, С.М., & Соколов, І.А. Сучасні підходи до оцінки ефективності реконструкції житлових будівель / С.М. Ольховик, І.А. Соколов // Український журнал будівництва та архітектури. – 2023. – Вип. 1. – С. 45–50. – DOI: http://eee.khpi.edu.ua/article/download/336846/325458.

6. Оласюк, В.С. Економіка будівництва: конспект лекцій для здобувачів освіти освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної форми навчання / ВС. Оласюк. – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК ЛНТУ», 2023. – 123 с. – Режим доступу: https://ltklntu.org.ua/wp-content/uploads/2024/05/Конспект-лекцій-Економіка-буд-ва-ОБСБД.pdf.

7. Економічна ефективність vs соціальна справедливість: пріоритети розвитку України на етапі подолання кризи Колективна монографія / НАН України, Секція суспільних і гуманітарних наук. – Київ: Інститут демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи НАН України, 2019. – 350 с. - Режим доступу: https://idss.org.ua/arhiv/monografia_2019.pdf.

8. 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.

9. Сучасні підходи до проектування мостових споруд в умовах змін клімату Колективна стаття / НАН України, Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка. – Київ: НАН України, 2025. – Вип. 25. – С. 17–30. – Режим доступу: https://dorogimosti.org.ua/files/upload/17-30_25_Roads_Bridges.pdf.

10. 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.

Kuzmin Timur,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

ECONOMIC EFFICIENCY OF RECONSTRUCTION UNDER LIMITED RESOURCES

The economic efficiency of reconstruction under limited resources is one of the key areas for enhancing the competitiveness of enterprises in the modern economy. Reconstruction serves as a strategic instrument for modernizing production capacities, technically re-equipping facilities, and improving management processes

without the need for significant capital investments in new construction. Unlike the creation of new facilities, reconstruction focuses on the rational use of existing resources, infrastructure, and human capital, which allows achieving high economic results with minimal costs.

In today's conditions of financial, material, and time constraints, the optimization of expenditure processes and the improvement of investment efficiency gain particular importance. Reconstruction projects must ensure not only the technical renewal of production but also the balanced use of resources, cost reduction, and increased labor productivity. To achieve this, a set of methods for assessing the economic feasibility of reconstruction is applied, among which the key indicators are NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), PP (Payback Period), and PI (Profitability Index).

The reconstruction of enterprises is accompanied by a gradual transformation of the cost structure: in the initial stages, capital investments dominate, while in the final stages, operating costs associated with the commissioning and adjustment of modernized capacities prevail. Reflecting these changes dynamically makes it possible to form a balanced financial model of the project and forecast its payback period.

Keywords: reconstruction; economic efficiency; limited resources; cost optimization; NPV; investment; profitability; modernization.

REFERENCES

1. Kubanov, R., Makatyora, D., & Prusov, D. The Economic Constant of the Feasibility of Implementing Resource-Saving Technologies at a Construction Enterprise under the Influence of an Unstable Market Environment and Limited Resources. [Electronic resource]. Kyiv: Helvetica Publishing House, 2024, No. 59. – Available at: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3337. {in Ukrainian}

2. Sokolov, I.A., Linnyk, R.Ya., & Kharchenko, D.S. Modern Directions of Energy Saving in the Comprehensive Reconstruction of the Obsolete Housing Stock. [Electronic resource]. Dnipropetrovsk: Bulletin of the Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture, 2009, No. 6–7, pp. 63–68. – Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/suchasni-napryami-energozberezhennya-pri-kompleksniy-rekonstruktsiyi-zastarilogo-zhitlovogo-fondu/pdf. {in Ukrainian}

3. Nadvynychna, T.L., & Nadvynychnyi, S.A. Social Work Management: Textbook. [Electronic resource]. Ternopil: West Ukrainian National University (ZUNU), 2023. 370 p. – Available at: https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/53922/1/Надвиничний.pdf. {in Ukrainian}

4. Mocherniuk, A.M. Management of Entrepreneurial Projects for the Restoration of Residential Development under the Conditions of Urban Environment Transformation in Ukraine. City Development, 2025, Issue 2(06), pp. 194–200. – Available at: https://journals.ndirom.kyiv.ua/index.php/city-development/article/download/141/139. {in Ukrainian}

5. Olkhovyk, S.M., & Sokolov, I.A. Modern Approaches to Assessing the Efficiency of Residential Building Reconstruction. Ukrainian Journal of Construction and Architecture, 2023, Issue 1, pp. 45–50. DOI: http://eee.khpi.edu.ua/article/download/336846/325458. {in Ukrainian}

6. Olasiuk, V.S. Economics of Construction: Lecture Notes for Students of the Professional Junior Bachelor Program, Specialty 192 "Construction and Civil Engineering", Full-Time Study. [Electronic resource]. Liubeshiv: VSP "Liubeshiv TFK LNTU", 2023. 123 p. – Available at: https://ltklntu.org.ua/wp-content/uploads/2024/05/Конспект-лекцій-Економіка-буд-ва-ОБСБД.pdf. {in Ukrainian}

7. Economic Efficiency vs. Social Justice: Development Priorities of Ukraine at the Stage of Overcoming the Crisis. Collective Monograph. [Electronic resource]. Kyiv: Ptukha Institute for Demography and Social Studies of the NAS of Ukraine, 2019. 350 p. – Available at: https://idss.org.ua/arhiv/monografia_2019.pdf. {in Ukrainian}

8. Chupryna, Yu.A. Applying the Practical Advantages of BIM Technologies to the Methodology and Practice of Project Life Cycle Formation within State Target Programs Implemented by the Construction Cluster. Ekonomika ta Derzhava, 2019, No. 3, pp. 67–70. {in Ukrainian}

9. Modern Approaches to the Design of Bridge Structures under Climate Change Conditions. Collective Article. [Electronic resource]. Kyiv: NAS of Ukraine, S. P. Timoshenko Institute of Mechanics, 2025, Issue 25, pp. 17–30. – Available at: https://dorogimosti.org.ua/files/upload/17-30_25_Roads_Bridges.pdf. {in Ukrainian}

10. 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 English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.760-770
УДК 005.8:658.014:624
Ползіков М.О.,
polzikov.miroslav@gmail.com, ORCID 0000-0002-5878-4202,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МОДЕЛЮВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКИХ КОНФІГУРАЦІЙ МУЛЬТИПРОЄКТНОГО РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Сучасні будівельні підприємства функціонують у складному, динамічному та багатофакторному середовищі, де ефективність управління визначається здатністю одночасно координувати реалізацію кількох взаємопов'язаних проєктів. Мультипроєктний розвиток у будівельній галузі вимагає формування адаптивних організаційно-управлінських конфігурацій, які поєднують стратегічну орієнтацію, ресурсну гнучкість і цифрову інтегрованість. У статті розглядається підхід до моделювання таких конфігурацій як динамічних систем, що самоорганізуються відповідно до зміни внутрішніх і зовнішніх факторів середовища. Запропоновано концептуальну модель побудови організаційно-управлінських структур мультипроєктного типу, яка базується на принципах когнітивного управління, агентної взаємодії та адаптивного розподілу ресурсів. Особливу увагу приділено механізмам координації між проєктами, управлінню ризиками та збалансуванню інтересів учасників проєктного портфеля. У роботі обґрунтовано важливість формування мета-рівня управління, який забезпечує узгодженість між корпоративною стратегією та операційними цілями окремих проєктів.

Ключові слова: мультипроєктне управління; будівельне підприємство; організаційна конфігурація; когнітивне моделювання; управлінська структура; цифрова трансформація; агентна взаємодія; стратегічна гнучкість.

Постановка проблеми: Будівельні підприємства дедалі частіше працюють у мультипроєктному форматі, коли одночасно реалізується декілька проєктів із різними масштабами, строками та ресурсними вимогами. Така складність управління породжує потребу у створенні нових організаційних моделей, здатних забезпечити баланс між стратегічними завданнями підприємства та операційними вимогами кожного окремого проєкту. Традиційні ієрархічні структури управління виявляються малоефективними через обмежену гнучкість, низьку швидкість комунікацій і відсутність механізмів адаптації до змін зовнішнього середовища. Натомість сучасні умови вимагають застосування системно-мережевого підходу, що дозволяє формувати динамічні управлінські

конфігурації, у яких підрозділи та команди взаємодіють на основі інформаційної синхронізації та спільного доступу до даних. Водночас ключовою проблемою залишається забезпечення ефективної координації проєктів у межах корпоративного портфеля, уникнення ресурсних конфліктів та дублювання функцій. Питання моделювання організаційно-управлінських конфігурацій стає центральним для розвитку будівельних підприємств, орієнтованих на інноваційність, енергоефективність і цифрову інтеграцію.

Метою статті є розроблення концептуальних засад і моделі організаційно-управлінських конфігурацій мультипроєктного розвитку будівельних підприємств. Основна увага приділяється формуванню структури управління, що поєднує централізовані та децентралізовані механізми контролю, забезпечує ресурсну збалансованість і дозволяє адаптуватися до змін ринкових умов. Завдання дослідження полягає у визначенні ключових параметрів організаційної конфігурації, побудові когнітивної моделі взаємодії між проєктами та створенні системи управління, здатної підвищити ефективність мультипроєктного середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Останні дослідження в галузі управління будівельними проєктами свідчать про тенденцію переходу від ізольованих проєктних підходів до інтегрованих мультипроєктних систем управління. Акцент робиться на створенні корпоративних портфелів, де ефективність досягається через узгодження цілей, ресурсів та часових рамок між проєктами. У сучасній науковій літературі активно розглядаються моделі управління знаннями, цифрові платформи для координації робіт і системи прийняття рішень на основі даних. Значна увага приділяється агентним підходам, які дозволяють моделювати поведінку підрозділів як автономних суб’єктів у межах загальної організаційної системи. Також досліджується використання когнітивного моделювання для аналізу впливу управлінських рішень на ефективність проєктного портфеля та розроблення механізмів адаптивного перерозподілу ресурсів.

Виклад основного матеріалу: Сучасний мультипроектний розвиток будівельних підприємств вимагає кардинального переосмислення класичних організаційно-управлінських моделей. Традиційні жорсткі ієрархії та вертикальні структури прийняття рішень не здатні ефективно працювати в умовах високої динаміки проектних потоків, коли десятки або навіть сотні будівельних об’єктів перебувають у різних стадіях реалізації, мають різний ступінь готовності, фінансових залучень, кадрового навантаження та регуляторних обмежень. У таких умовах критичною компетенцією будівельних холдингів стає здатність швидко адаптувати конфігурацію управлінської архітектури до змін внутрішніх і зовнішніх умов портфельного розвитку.

Дослідження в цій галузі активно розвиваються в працях провідних теоретиків управління проектами, серед яких особливо виділяються Гарольд Керцнер, що глибоко аналізував трансформацію класичних матричних структур в умовах проектної мультиплексності, а також Джеффрі Пінто, котрий досліджував динаміку конфігурацій управлінських моделей залежно від складності портфельних систем. Доповнює цю аналітичну базу Бент Флайвб'єрг, який описував межі управлінської стійкості організацій під дією ризикових збурень у мегапроектах і великих проектних програмах [14].

У мультипроектній практиці будівельних підприємств можна виокремити кілька ключових конфігурацій управлінських структур, які застосовуються в залежності від масштабів діяльності, складності проектів і рівня інтеграції бізнес-процесів [1]. Для систематизації основних моделей організаційно-управлінських конфігурацій мультипроектного розвитку доцільно узагальнити їх у вигляді порівняльної таблиці 1.

Таблиця 1.

Основні організаційно-управлінські конфігурації мультипроектного розвитку будівельних підприємств *(розроблено автором на основі [1])*

Модель конфігурації	**Основна характеристика**	**Сфера ефективного застосування**	**Основні переваги**	**Основні ризики**
Ієрархічно-класична	Жорстка централізація управління	Малі й середні компанії з низькою кількістю проектів	Простота контролю, стабільність процедур	Слабка гнучкість, перевантаження керівництва
Функціонально-модульна	Поділ за ключовими функціональними напрямами	Багатофункціональні середні підприємства	Професійна спеціалізація, чіткі зони відповідальності	Слабкість координації між модулями
Матрична мультипроектна	Перехресна відповідальність функціональних і проектних менеджерів	Великі будівельні холдинги	Баланс вертикалі та горизонталі управління	Конфлікт повноважень між керівниками
Проектно-центрична	Перевага автономних проектних офісів	Групи мегапроектів і міжнародних програм	Висока автономність, швидкість прийняття рішень	Фрагментарність портфельної стратегії
Динамічно-мережева	Гнучка адаптивна мережа управлінських вузлів	Високодинамічні багатопроектні системи	Надвисока адаптивність, самобалансування	Високі вимоги до інформаційних систем

Одним із найважливіших компонентів у цій трансформації є департамент цифрового моделювання та енергетичної координації. Наступним елементом трансформаційної структури є відділ операційного енергоменеджменту, який контролює роботу інженерних систем у реальному часі. Його завдання полягає в інтеграції SCADA/BMS-рішень на рівні монтажу та налаштування, а також у співпраці з генеральним підрядником щодо вибору енергоощадного обладнання, перевірки сертифікатів відповідності та погодження змін у проєкті в разі відхилень від стандартів енергоефективності [13]. Він взаємодіє з екологічно-технологічним блоком, який відповідає за відповідність проєкту екологічним нормам, утилізацію, повторне використання матеріалів і дотримання принципів ESG.

Теоретичні основи побудови таких моделей трансформації були закладені у працях провідних авторів у сфері організаційного дизайну і проектного менеджменту. Пітер Друкер акцентував увагу на важливості гнучкої управлінської архітектури в умовах змінних бізнес-систем. Гарольд Керцнер описав динамічні особливості матричних мультипроектних систем, показуючи складність балансу між вертикаллю контролю та горизонталлю координації. Джеффрі Пінто глибоко розглядав вплив еволюції портфеля на необхідність модифікації внутрішньої структури управління, а Бент Флайвб'єрг підкреслював небезпеку стагнації організаційних форм при зростанні складності проектних програм [11].

Власне сама логіка параметричної трансформації організаційної конфігурації базується на уявленні про портфельну функцію складності, що описує співвідношення проектного навантаження до здатності керуючих структур ефективно обробляти відповідні інформаційні, фінансові та ресурсні потоки (можна описати математично):

$$C_{org} = \alpha \times N_{pr} + \beta \times R_{mix} + \gamma \times D_{risk} + \delta \cdot F_{flux} \ , \qquad (1)$$

де C_{org} — інтегральний рівень організаційної складності портфеля; N_{pr} — кількість активних проектів; R_{mix} — диверсифікаційна складність (варіативність типів проектів); D_{risk} — поточний ризиковий тиск; F_{flux} — амплітуда фінансових коливань у портфелі; а α,β,γ,δ — вагові коефіцієнти чутливості до відповідних факторів.

При досягненні певного порогу складності структура управління потребує перебудови, оскільки перевищення допустимої межі викликає наростання інформаційних затримок, дублювання рішень, конфлікт повноважень та втрату оперативної швидкості реагування. Цей поріг можна описати як:

$$C_{org} > C_{crit} \implies \text{необхідна трансформація конфігурації}, \qquad (2)$$

де C_{crit} — максимально допустимий рівень складності організаційної структури для збереження її стійкості [4].

Джерелом адаптивних зрушень у системі управління зазвичай виступають чотири основні тригери: наростання кількості паралельних проектів, посилення диверсифікації портфеля за видами робіт, зміна ризикового фону портфеля (наприклад, через макроекономічні шоки) та наростання фінансових перекосів у розподілі грошових потоків між проектами. Реагування системи відбувається через запуск послідовних сценаріїв реструктуризації внутрішніх контурів координації. Щоб чітко уявити механізм динамічної адаптації організаційної конфігурації в мультипроектному середовищі, доцільно представити рисунок 1 [5].

Рис. 1. Логіка адаптивної трансформації організаційної конфігурації мультипроектного управління *(розроблено автором на основі [5])*

Чим складнішим є мультипроектне середовище, тим більшої ваги набуває завчасне моделювання організаційної поведінки системи при різних сценаріях наростання складності. Це дозволяє будівельному підприємству переходити від реактивного антикризового управління до превентивної організаційної

інженерії, де адаптація відбувається завчасно — ще до моменту накопичення критичної внутрішньої напруги в системі. Власне параметричні моделі трансформації й забезпечують таку управлінську стійкість через створення організаційних алгоритмів, які самі визначають момент початку перебудови конфігурації, виходячи з поточного стану портфеля [6].

У реальних мультипроектних системах будівельних підприємств процес трансформації організаційної конфігурації рідко є симетричним або рівномірним. Зазвичай організаційна адаптація йде через фазову перебудову управлінських контурів — спочатку змінюється структура делегування повноважень, потім коригуються горизонтальні координаційні механізми, далі оновлюються інформаційні канали, і лише в кінцевій фазі здійснюється повна перебудова організаційної архітектури.

Щоб змоделювати таку динаміку, доцільно застосувати функцію організаційного напруження:

$$S_{org}(t) = \int_{t0}^{t} \left[\frac{dC_{org}}{dt} - \lambda \cdot A(t) \right] dt, \qquad (3)$$

де $S_{org}(t)$ — накопичене організаційне напруження; $\frac{dC_{org}}{dt}$ — темп зростання складності; A(t) — амплітуда адаптивної спроможності системи; λ — коефіцієнт ефективності реалізації адаптаційних сценаріїв.

При перевищенні певного порогу організаційного напруження система втрачає координаційну рівновагу та переходить у фазу вимушеної реструктуризації. Моделювання таких сценаріїв дозволяє не тільки прогнозувати моменти потенційної організаційної кризи, а й формувати превентивні адаптивні програми перебудови управлінських модулів [7].

Ключовим стає також баланс між швидкістю зростання складності системи та її здатністю до адаптації. Якщо швидкість зростання складності перевищує адаптаційний потенціал, організаційна система входить у зону ризику втрати керованості:

$$\frac{dC_{org}}{dt} > \lambda \cdot A(t) \implies \text{ризик організаційної дестабілізації}, \qquad (4)$$

Цей параметричний баланс і визначає межі допустимої конфігураційної гнучкості мультипроектного управління.

Адаптивна трансформація організаційної конфігурації в мультипроектних будівельних системах не є одноманітним або універсальним процесом. Вона

проявляє себе у вигляді різних параметричних режимів, які запускаються в залежності від того, які саме тригери активізуються в портфельній динаміці [8].

Сукупність таких адаптивних режимів фактично формує архітектуру організаційної поведінкової гнучкості системи управління мультипроектною діяльністю будівельних підприємств. Для глибшого розуміння сценаріїв адаптації організаційної конфігурації доцільно представити таблицю 2.

Таблиця 2.

Параметричні режими адаптивної трансформації організаційної конфігурації мультипроектного управління *(розроблено автором на основі [8])*

Режим адаптації	Основний тригер трансформації	Напрямки перебудови	Ефект для стійкості портфеля
Превентивно-регулярний	Планове зростання кількості проектів	Поступове делегування повноважень у проектні офіси	Забезпечення стабільності на зростаючих обсягах
Антикризово-коригуючий	Накопичення внутрішніх конфліктів повноважень	Перерозподіл ролей між вертикаллю й горизонталлю	Локалізація зон управлінської нестабільності
Стихійно-реактивний	Раптове перевантаження портфеля	Екстрена передача рішень на нижчі рівні	Тимчасова стабілізація за рахунок оперативності
Стратегічно-реконфігуративний	Зміна бізнес-моделі девелопера	Повна перебудова всієї організаційної архітектури	Формування нової конфігурації довгострокової стійкості
Посткризово-стабілізаційний	Вихід із періоду системних збоїв	Централізація координації з відновленням дисципліни процедур	Відновлення внутрішньої синхронізації управління

Чим точніше організаційна система ідентифікує тип активованого режиму перебудови та своєчасно запускає відповідні механізми адаптації, тим стабільнішою залишається її загальна поведінкова стійкість навіть у періоди стрімких внутрішніх і зовнішніх коливань [9].

Особливо небезпечною стає ситуація, коли підприємство, перебуваючи в умовах високої мультипроектної активності, занадто довго утримує попередню організаційну конфігурацію, ігноруючи потребу перебудови. У таких випадках адаптаційна інерція починає провокувати ефекти організаційної турбулентності, що в результаті призводить до лавиноподібного зростання внутрішньої напруги управлінських процедур, виникнення конфліктів повноважень, дестабілізації фінансової дисципліни, втрати оперативного контролю за ходом проектів.

Одним із ключових внутрішніх викликів мультипроектних систем будівельних підприємств є протиріччя між вертикальними і горизонтальними контурами управління. Вертикальні контури забезпечують централізовану дисципліну виконання корпоративної стратегії, контроль ресурсів, єдину політику зовнішньої взаємодії, уніфікацію фінансових стандартів, систем звітності, контрактних процедур та юридичної відповідальності. Горизонтальні ж структури — проектні офіси, управлінські кластери за функціональними напрямами, операційні координаційні центри — відповідають за оперативну адаптацію до змінних параметрів реалізації проектів, гнучкість ресурсного планування, координацію підрядних завдань, роботу з поточними ризиками та ухвалення рішень без затримок [10].

Зазначимо, що суть інституціонального конфлікту полягає в тому, що обидві системи прагнуть перехопити ключові управлінські функції у зоні невизначених повноважень. Наприклад, питання оперативної зміни підрядників на певній ділянці проекту: вертикаль вимагає погодження на рівні фінансового департаменту чи департаменту закупівель, тоді як горизонталь проектного офісу намагається самостійно адаптувати підрядну сітку відповідно до поточного стану робіт х1ї3.

Залежно від масштабу портфеля та швидкості розвитку організації ці конфлікти мають властивість поступово акумулювати напругу в системі прийняття рішень. Математично напруженість конфлікту можна описати через функцію перевищення управлінських перетинів:

$$T_{conf}(t) = \int_{t0}^{t} [\theta_V(t) \cdot D_V(t) + \theta_H(t) \cdot D_H(t)]dt \ , \qquad (5)$$

де $D_V(t)$ — щільність управлінських рішень, що дублюються вертикаллю, $D_H(t)$— щільність оперативних рішень горизонталі, а $\theta_V(t)$, $\theta_H(t)$ — вагові коефіцієнти інтенсивності перехоплення повноважень обома контурами.

Коли сукупна напруга $T_{conf}(t)$ перевищує організаційну толерантність системи T_{tol} , починають формуватись зони інституціональних паралічів:

$$T_{conf}(t) > T_{tol} \implies \text{зона управлінської дестабілізаціїї} \ , \qquad (6)$$

Зі зростанням масштабів мультипроектної діяльності будівельного підприємства глибина перетину вертикальних і горизонтальних управлінських повноважень поступово розширюється. На ранніх етапах розвитку компанії більшість функцій зосереджені у вертикалі: фінансове планування, ресурсний розподіл, стратегічні рішення, кадрова політика та контроль юридичних

зобов'язань. Горизонтальні структури мають допоміжний характер, обмежуючись локальною координацією виконання конкретних задач. Проте вже при зростанні кількості одночасних проектів горизонтальні офіси починають брати на себе дедалі більше оперативних функцій, оскільки саме вони володіють поточною інформацією про хід виконання робіт, зміни в графіках, ресурсні потреби й локальні ризики [12].

Література

1. Turner J.R. The Handbook of Project-Based Management: Leading Strategic Change in Organizations / J. Rodney Turner. — 3rd ed. — New York: McGraw-Hill, 2008. — 578 p.

2. Meredith J.R., Mantel S.J. Project Management: A Managerial Approach / Jack R. Meredith, Samuel J. Mantel. — 9th ed. — Hoboken: John Wiley & Sons, 2017. — 640 p.

3. Бушуєв С.Д., Шинкаренко В.В. Управління розвитком проектно-орієнтованих організацій: монографія. — К.: КНУБА, 2011. — 320 с.

4. Глушак А.І. Управління фінансовими ризиками у будівництві: монографія. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. — 256 с.

5. PMI. The Standard for Portfolio Management / Project Management Institute. — 4th ed. — Pennsylvania: Project Management Institute, 2017. — 186 p.

6. Meredith J.R., Mantel S.J. Project Management: A Managerial Approach. — Hoboken: John Wiley & Sons, 2020. — 528 p.

7. Lock D. Project Management. — London: Gower Publishing, 2020. — 520 p.

8. PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). — 7th ed. — Newtown Square: Project Management Institute, 2021. — 368 p.

9. Х.М. Чуприна, Ю.А. Чуприна, М.В. Бородавко, Д.В. Грабчак. Структурно-когнітивного моделювання процесів управління інтелектуалізацією будівельних підприємств// «Формування ринкових відносин в україні»// 2020. – № 5 (228). – с. 89-98

10. Шершньова З.Є. Стратегічне управління: Навчальний посібник. — К.: КНЕУ, 2019. — 400 с.

11. Pinto J.K. Project Management: Achieving Competitive Advantage. – 5th ed. – New York: Pearson, 2019. – 480 p.

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

Polzikov Myroslav,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

MODELING OF ORGANIZATIONAL AND MANAGERIAL CONFIGURATIONS OF MULTIPROJECT DEVELOPMENT IN CONSTRUCTION ENTERPRISES

Modern construction enterprises operate in a complex, dynamic, and multifactor environment, where management efficiency is determined by the ability to coordinate the implementation of several interrelated projects simultaneously. Multiproject development in the construction industry requires the formation of adaptive organizational and managerial configurations that combine strategic orientation, resource flexibility, and digital integration.

This paper presents an approach to modeling such configurations as dynamic, self-organizing systems that evolve in response to internal and external environmental factors. A conceptual model for building organizational and managerial structures of a multiproject type is proposed, based on the principles of cognitive management, agent-based interaction, and adaptive resource allocation. Special attention is devoted to mechanisms of inter-project coordination, risk management, and balancing the interests of project portfolio participants. The study substantiates the importance of forming a meta-management level that ensures coherence between corporate strategy and the operational objectives of individual projects.

Keywords: multiproject management; construction enterprise; organizational configuration; cognitive modeling; managerial structure; digital transformation; agent-based interaction; strategic flexibility.

REFERENCES

1. Turner, J.R. The Handbook of Project-Based Management: Leading Strategic Change in Organizations. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2008. 578 p. {in English}
2. Meredith, J.R., & Mantel, S.J. Project Management: A Managerial Approach. 9th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2017. 640 p. {in English}
3. Bushuiev, S.D., & Shynkarenko, V.V. Management of the Development of Project-Oriented Organizations: Monograph. Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2011. 320 p. {in Ukrainian}
4. Hlushak, A.I. Financial Risk Management in Construction: Monograph. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2015. 256 p. {in Ukrainian}

5. Project Management Institute (PMI). The Standard for Portfolio Management. 4th ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2017. 186 p. {in English}

6. Meredith, J.R., & Mantel, S.J. Project Management: A Managerial Approach. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020. 528 p. {in English}

7. Lock, D. Project Management. London: Gower Publishing, 2020. 520 p. {in English}

8. Project Management Institute (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2021. 368 p. {in English}

9. Chupryna, Kh.M., Chupryna, Yu.A., Borodavko, M.V., & Hrabchak, D.V. Structural-Cognitive Modeling of Management Processes of Construction Enterprises Intellectualization. Formation of Market Relations in Ukraine, 2020, No. 5 (228), pp. 89–98. {in Ukrainian}

10. Shershnova, Z.Ye. Strategic Management: Textbook. Kyiv: KNEU, 2019. 400 p. {in Ukrainian}

11. Pinto, J.K. Project Management: Achieving Competitive Advantage. 5th ed. New York: Pearson, 2019. 480 p. {in English}

12. 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, 12(1), pp. 40–50. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.771-782
УДК 004.94:658.512.2
Різун Д.Ю.,
Dmitriy.rizun@gmail.com, ORCID: 0009-0008-0489-911X,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕХАНІЗМИ АНАЛІТИЧНОЇ ВЕРИФІКАЦІЇ ДАНИХ І УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ У СЕРЕДОВИЩІ BIM

Розглядаються сучасні концепції аналітичної верифікації даних і механізми управління інформаційними потоками у середовищі BIM (Building Information Modeling). Верифікація даних визначається не лише як процедура контролю якості моделі, а як інтегрований процес формальної оцінки достовірності, цілісності та контекстної релевантності інформації у проєктному середовищі. Показано, що ефективна аналітична верифікація потребує побудови багаторівневих структур, які поєднують синтаксичну, семантичну, топологічну й нормативну перевірки. Розкрито теоретичні основи чотирирівневої архітектури Чжана Чена, яка забезпечує адаптивне зважування похибок і побудову індексу довіри TrustIndex як інтегрального показника якості даних. Охарактеризовано розвиток підходів у роботах Тарека Ель-Раді, Маріо Лудвіга, Селін Леман, Чжунву Хана та Рауля Лавіана, які інтегрують логіку верифікації у середовище CDE, розширюючи її на рівень процедурної відповідності. Визначено, що ключовим трендом сучасної BIM-аналітики є перехід від статичних форм перевірки до сценарно-орієнтованих, превентивних систем управління ризиками, які не лише виявляють помилки, а й прогнозують їх вплив у часі.

Ключові слова: BIM; верифікація даних; управління інформацією; rule-based system; семантичний аналіз; аналітична модель; CDE; цифрова достовірність.

Постановка проблеми: Зростання складності архітектурно-будівельних проєктів у середовищі BIM супроводжується значним обсягом різнорідних даних, які потребують постійного контролю достовірності та логічної узгодженості. Проблема полягає в тому, що традиційні методи перевірки інформації у BIM переважно зосереджені на статичних аспектах моделі — геометрії або атрибутах — без урахування контексту, ролей користувачів і фаз життєвого циклу. Це призводить до накопичення критичних помилок, що проявляються лише на пізніх стадіях реалізації. Необхідність у створенні аналітичних механізмів верифікації, здатних адаптуватися до змінних параметрів, форм доступу та сценаріїв взаємодії, є ключовим викликом

сучасного інформаційного управління. В умовах інтеграції BIM, ERP і CDE систем постає потреба у побудові багаторівневої аналітичної архітектури, яка забезпечує автоматичне відстеження відхилень, пріоритезацію реакцій і формування управлінських рішень у реальному часі.

Метою статті є систематизація сучасних підходів до аналітичної верифікації даних у BIM-середовищі та формування інтегрованої моделі управління проєктною інформацією. Завданням є визначення структури верифікаційних механізмів, що поєднують rule-based логіку, онтологічні моделі та адаптивні алгоритми зважування похибок. У роботі обґрунтовується, що ефективна аналітична верифікація має виходити за межі технічного контролю, охоплюючи процедурну, поведінкову та часову узгодженість даних, а також забезпечувати зворотний зв'язок між перевіркою й управлінськими рішеннями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Сучасні дослідження аналітичної верифікації BIM-даних демонструють перехід від пасивного контролю до активних аналітичних систем. У працях Чжана Чена (2021) запропоновано багаторівневу модель перевірки достовірності даних із динамічним зважуванням похибок та індикатором довіри TrustIndex. Тарек Ель-Раді (2020) розробив концепцію контекстної нормативної верифікації, що дозволяє автоматично зіставляти модель з будівельними кодами. Підхід Маріо Лудвіга (2021) орієнтований на інтероперабельність даних між форматами IFC, gbXML і COBie, забезпечуючи уніфікацію стандартів перевірки. Селін Леман (2022) створила фреймворк прийняття рішень за результатами аналітичної верифікації, який інтегрує оцінку впливу та алгоритми корекції. Модель Чжунву Хана та Рауля Лавіана (2020) вивела процес верифікації на рівень процедурної відповідності у середовищі CDE, що дозволяє контролювати логіку змін у режимі реального часу. Кетрін Бласко (2021) запропонувала індекс критичності, який визначає пріоритет реакції системи на помилки. У роботах Рассела Боуена (2020) та Ілая Шаміра (2022) досліджено еволюційні й адаптивні моделі перевірки, де система навчається на історії змін. Паралельно Чунг-Лі Хунг (2019) та Валері Стівенсон (2020) розвинули rule-based перевірки, доповнивши їх онтологічною інтерпретацією. Нарешті, Ґюнтера Фішера (2018), Кассандри Лі (2020) та Луїса Мори (2021) доведено доцільність використання ризик-орієнтованих метрик, які перетворюють перевірку з технічної процедури на стратегічний інструмент управління даними. Узагальнення цих підходів демонструє формування нового покоління аналітичних систем, де BIM виступає не лише як модель об'єкта, а як динамічне середовище цифрової верифікації.

Виклад основної інформації: Середовище інформаційного управління в архітектурно-будівельних проєктах у форматі BIM уже давно вийшло за межі

простої тривимірної візуалізації. Ключовим викликом тепер є не лише створення моделі, а її аналітична верифікація — тобто доведення того, що інформація є достовірною, узгодженою й релевантною до задач проєктування, кошторису, графіку та експлуатації. Ця аналітична перевірка стала предметом багаторічного дослідження Чжана Чена [1], який, спираючись на математичну фрейм-модель та верифікаційний механізм автоматичного контролю, сформулював чотирирівневу архітектуру верифікації даних у BIM.

У верифікаційному циклі Чена визначальною є багатофакторна перевірка: дані проходять послідовну оцінку за синтаксисом, структурою, семантикою, контекстною цілісністю та логічною сумісністю. Модель має унікальний розподіл ролей у верифікаційному процесі: для кожного шару передбачено окремий тип верифікатора — правила (Rule Validator), структури (Topology Validator), семантики (Ontology Parser) та стратегічного впливу (Impact Tracker).

Завдяки такій структурі модель Чена дозволяє перейти від ізольованого контролю до системного, адаптивного аналізу, в якому враховано ролі користувачів, джерело даних, тип моделі та ціль застосування. Особливої уваги заслуговує індикатор TrustIndex — узагальнений рейтинг довіри, який використовується не лише для перевірки, а й для прийняття рішень у хмарних системах спільного проєктування. Серед пізніших доповнень до цієї архітектури важливо згадати напрацювання Тарека ель-Раді [2], який вбудував у BIM-платформи логіку контекстної верифікації для юридичних моделей. Його розширення дозволяє, зокрема, автоматично оцінювати відповідність будівельної моделі нормам енергетичної ефективності або вимогам до доступності. У його підході акцент робиться на зіставленні нормативних шаблонів із фактичними даними моделі, що формує окрему гілку логіки — нормативну верифікацію.

На рисунку 1 візуалізовано повну логіку проходження BIM-даних крізь архітектуру аналітичної верифікації за моделлю Чена. Виділено як багаторівневу структуру вхідної інформації, так і систему каскадної верифікації з виносними обчислювальними формулами для кожного блоку.

Ще одним напрямом є концепт інтероперабельного контролю від Маріо Лудвіга [3], де основна увага приділяється перевірці сумісності даних між різними платформами (IFC, gbXML, COBie). Цей підхід важливий у великих міжнародних проєктах, де кожна команда працює у власному ПЗ. Лудвіг запропонував механізм транскодування помилок, який перетворює виявлену невідповідність в одному форматі у верифікаційну одиницю іншого середовища — у такий спосіб досягається уніфікація перевірки.

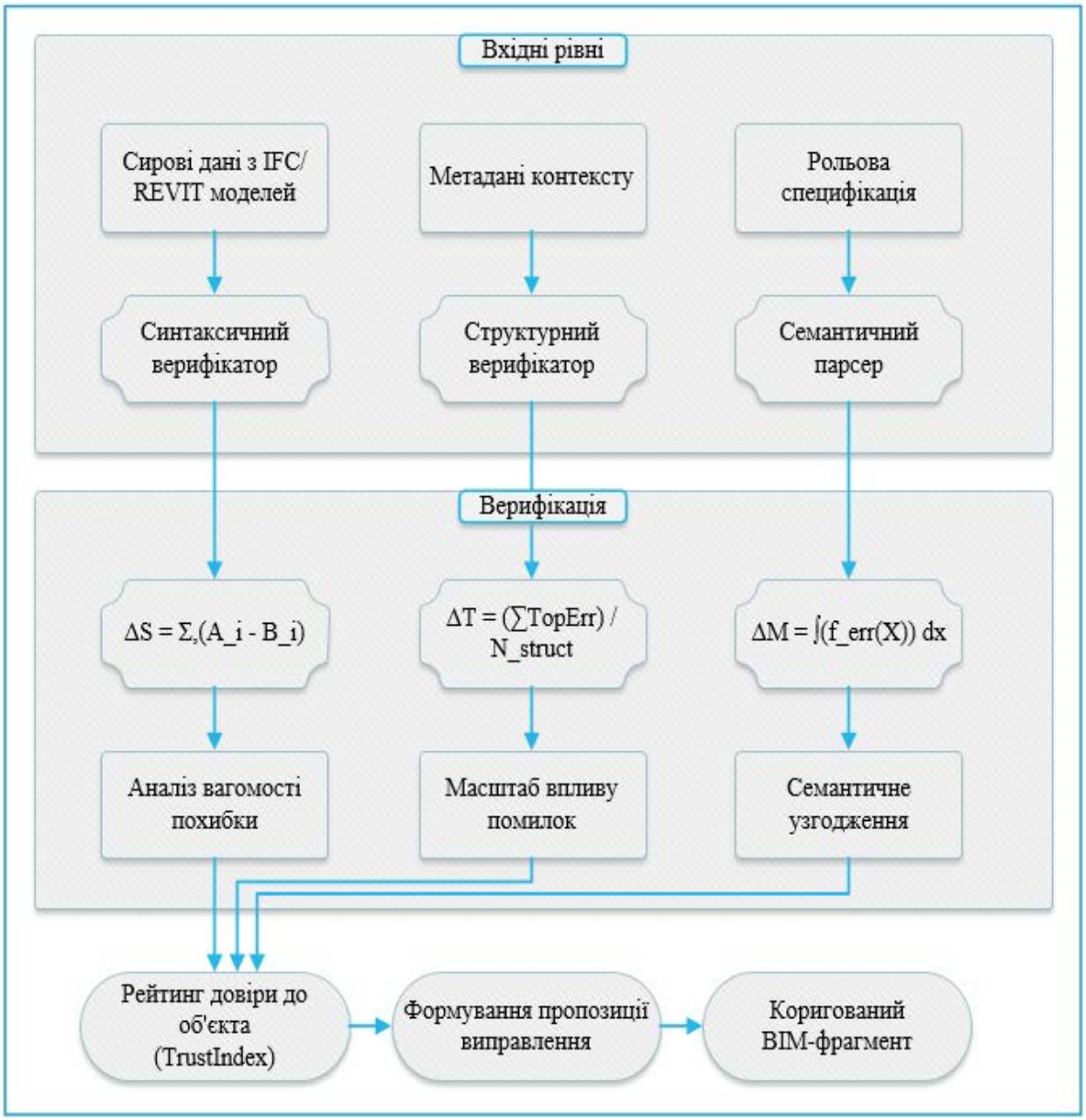


Рис. 1. Архітектура каскадної верифікації BIM-даних
(*розроблено автором на основі [1]*)

Як результат, можна стверджувати, що модель Чена є базовою аналітичною платформою, яка підсилюється модулями нормативної, транскордонної та ролевої перевірки. Але для практичного впровадження ці системи потребують управлінських механізмів для формування рішень за результатами перевірки. Цю частину забезпечує інструментальний фреймворк Селін Леман [4], яка вивела матричну модель призначення рішень за результатами аналітичної верифікації. Як показано на таблиці 1, її модель дозволяє формалізувати відповідність типу похибки, ступеню її впливу, критичності задачі й алгоритму виправлення.

Таблиця 1.

Модель рішень за результатами аналітичної верифікації BIM
(*розроблено автором на основі [4]*)

Тип похибки	Ступінь впливу	Критичність	Пропоноване рішення	Алгоритм реалізації
Відсутність геометрії	Високий	Критично	Автозаміна шаблоном	GeometryAI.AutoFill()
Некоректні атрибути	Середній	Суттєво	Напівавтоматична валідація	AttributeParse.Validate()
Версійна розбіжність	Високий	Критично	Роллбек та алерт	HistorySync.TriggerRollback()
Семантична помилка	Низький	Незначно	Попередження	LogicWarn.NotifyUser()

У контексті трансформації підходів до управління будівельною інформацією особливу роль відіграє проблема аналітичної верифікації проєктних даних у BIM-середовищі, яка полягає не лише у контролі помилок, а у створенні динамічних структур перевірки, адаптованих до змін даних, ролей і форм доступу.

Однією з найвпливовіших моделей, що заклала теоретико-інженерний фундамент для такого типу перевірки, є BIM-based Verification Framework, розроблена Ханом та Лавіаном [5]. Їхня модель, в основі якої лежить поняття багаторівневого простору логічної відповідності (Multi-Layer Logical Compliance), визначає верифікацію не як фіксований одноразовий процес, а як перехресну модель відповідності у хмарному середовищі CDE (Common Data Environment), що оновлюється в режимі реального часу. Її інноваційність полягає у тому, що верифікація пронизує всі етапи життєвого циклу BIM-моделі, а не є ізольованим компонентом, прив’язаним до завершального контролю.

Доповненням до підходу Хана виступає теорія рівнів верифікаційного впливу, представлена Кетрін Бласко [6]. Її внеском стало введення індексу критичності корекції, що дозволяє виділити ті помилки, які можуть спричинити каскадні збої в моделі, та ізолювати другорядні відхилення. На практиці це відкриває можливість для пріоритезації реакцій платформи, що є особливо важливо в умовах масштабних проєктів із високим ступенем складності.

У поєднанні з архітектурою Хана та Лавіана ця логіка створює стратифіковану структуру реагування, у якій платформа сама визначає — що слід виправляти терміново, а що можна делегувати пізніше. Це забезпечує не лише зниження операційного навантаження на модераторів, а й мінімізує ризик помилкової зупинки критичних сценаріїв через другорядні порушення.

Як показано на схемі на рисунку 2, модель Хана–Лавіана формує динамічну мережу верифікаційних процесів у BIM, де перевірка інтегрована в логіку життєвого циклу змін.

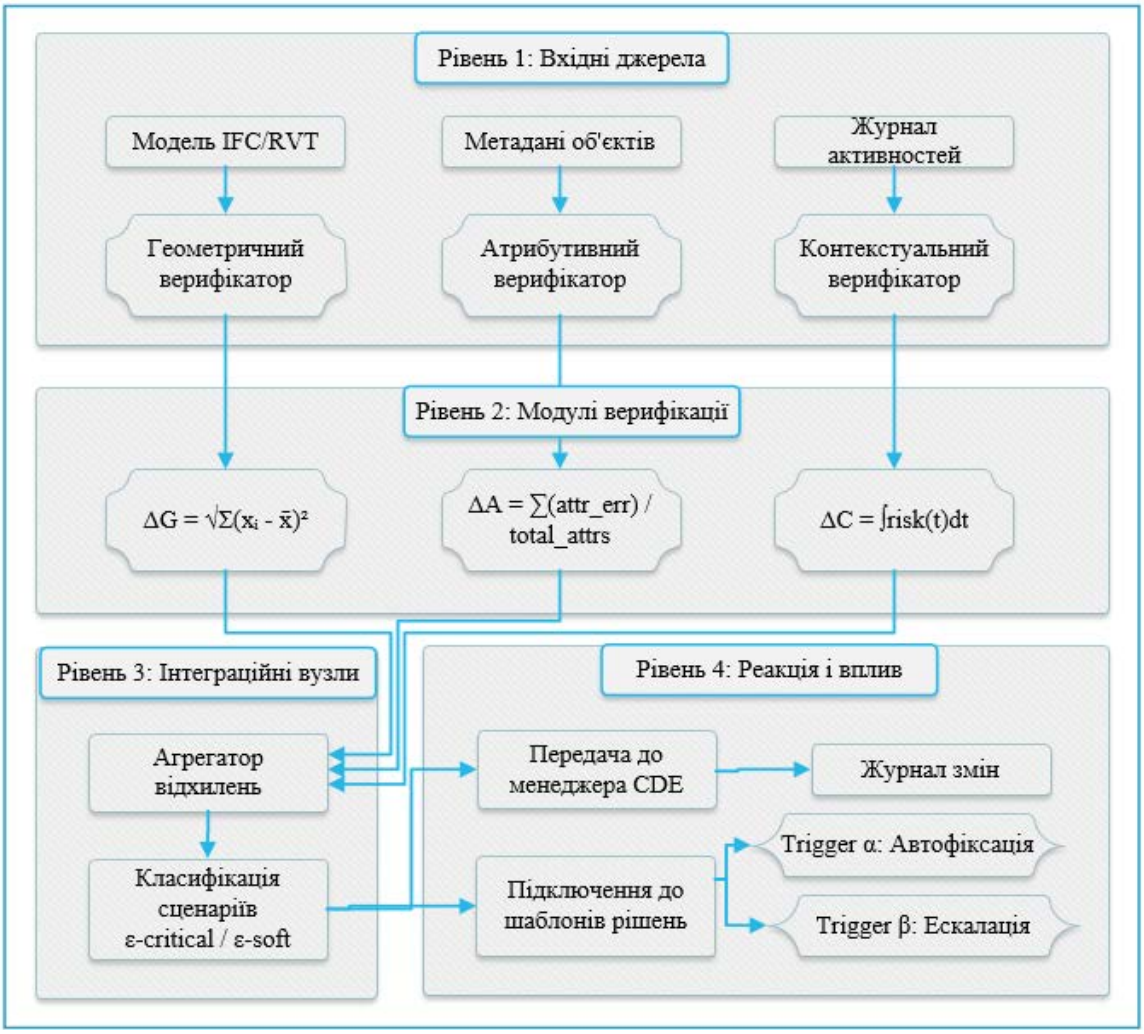


Рис. 2. Каскадно-матрична структура аналітичної верифікації у BIM
(*розроблено автором на основі [5]*)

У контексті індекс критичності I_c, запропонований Бласко, вимірюється як інтеграл ризику від моменту виникнення похибки до її усунення, а не просто як відхилення від норми. Концепцію аналітичного прогнозування верифікації розвиває Рассел Боуен [7], який запропонував еволюційний верифікатор — систему, що навчається на історії змін і передбачає потенційні порушення ще до їх появи. Такий підхід перетворює перевірку на превентивний інструмент управління ризиками.

Доповнює цю логіку Ілай Шамір [8], який запропонував динамічну вагову матрицю, що адаптує значущість перевірки залежно від ролі користувача, типу даних і фази проєкту. Завдяки цьому той самий параметр матиме різну вагу для архітектора, кошторисника чи експерта з безпеки. Далі наведено три формули,

які реалізують логіку цієї багаторівневої адаптації та визначають критичність з урахуванням часу:

$$I_c = \int_{t_0}^{t_n} R(x,y,t) \cdot W_r \cdot \Delta\varepsilon(t), dt, \qquad (1)$$

де R(x,y,t) — ризик від похибки на координатах x,y у часі, W_r — ваговий коефіцієнт ролі користувача, Δε(t) — швидкість накопичення похибки. Модель сценарної ескалації з пороговим тригером:

$$S_{act} = \alpha \cdot H(\varepsilon_{total} - T_\alpha) + \beta \cdot H(\varepsilon_{attr} - T_\beta), \qquad (2)$$

Де H(x) — це функція Хевісайда (умовна функція, яка дорівнює 1, якщо умова виконується, і 0, якщо ні), α та β — тригери відповідних рівнів ескалації.

Алгоритм розподілу ваг перевірки на основі профілю ризику:

$$W_{check} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{R_i \cdot P_i}{C_i + 1}\right), \qquad (3)$$

де R_i — ризик об'єкта, P_i — пріоритет задачі, C_i — складність верифікації, W_{check} — результатуюча вага перевірки.

У рамках аналітичної верифікації BIM-моделей ключову роль відіграють rule-based системи, здатні автоматично перевіряти логіку та структуру об'єктів ще на стадії проєктування. Чунг-Лі Хунг у своїй концепції Rule-Based Checking System [9] розробив функціональну модель перевірки, що спирається на множину формалізованих правил, пов’язаних не лише з геометрією, а й із поведінковими характеристиками об'єктів. Система інтерпретує ці правила автоматично, без участі користувача, використовуючи спеціалізовані мови типу XRule або GDL. Особливістю підходу Хунга є онтологічна гнучкість: перевірка адаптується до типу об'єкта, його функцій і стадії життєвого циклу. Наприклад, вимоги до вікон в архітектурній частині будуть відрізнятися від правил, що регулюють вентиляційні елементи HVAC. Центральний модуль системи — Rule Execution Core — виконує логічний аналіз як геометричних (“не нижче рівня підлоги”), так і нормативних залежностей (“мінімальна відстань між приладами”).

До цього додається механізм логічного трасування, що дозволяє встановити не лише факт помилки, а й її походження — з урахуванням змін, дій користувачів і сценаріїв модифікації. Rule-Based перевірка таким чином стає не просто фільтром, а інструментом семантичного аналізу, як підкреслюється в [9]. Кожне правило має свій клас (архітектурне, інженерне тощо) і пріоритет,

що дає змогу ранжувати виявлені відхилення. Розширення цієї системи здійснила Валері Стівенсон [10], інтегрувавши перевірку з BIM-онтологією — словником понять, що дозволяє ідентифікувати об'єкти навіть при змінених атрибутах або геометрії. Завдяки цьому система працює незалежно від формату моделі та виконує верифікацію на рівні поведінкових шаблонів, а не окремих параметрів. Це відкриває можливості семантичної перевірки: наприклад, "поведінка об'єкта суперечить нормативній логіці".

Фундаментальним інструментом аналітичної верифікації у rule-based системах є здатність формалізувати різні типи відхилень у вигляді кількісних індикаторів, що дозволяють не лише виявляти порушення, але й проводити їх класифікацію за масштабом і критичністю [11]. Базовим елементом є геометричне відхилення — розрахунок, що визначає наскільки координати об'єкта (наприклад, точки вставки вентиляційного елемента) відрізняються від нормативних або шаблонних значень. Для цього використовується наступна формула:

$$\Delta_{geom} = \sum_{i=1}^{n} \left| x_i - x_i^{ref} \right|, \qquad (4)$$

де x_i — фактичне значення координати (наприклад, X, Y, Z), а x_i^{ref} — нормативне або очікуване значення для тієї самої координати. Ця формула дозволяє визначити просторові зсуви, які можуть спричинити колізії або порушення монтажної логіки.

Однак перевірка лише геометрії є недостатньою у rule-based верифікації. Не менш важливим є облік логічних порушень, що виникають, коли поведінка або стан об'єкта не відповідає заданому набору правил. Таке відхилення описується через індекс логічної невідповідності, який враховує кількість порушених правил, їх вагу (ризиковість) та силу впливу:

$$\Delta_{logic} = \sum_{i=1}^{n} R_i - V_i, \qquad (5)$$

де R_i — коефіцієнт ризику кожного порушення (тобто, наскільки критичним є конкретне правило для безпеки, експлуатації тощо), а V_i — числове представлення сили впливу порушення (наприклад, ступінь відхилення від нормативного значення або частота повторення). Сума таких добутків дозволяє агрегувати логічне навантаження помилок у формі одного узагальненого показника.

Ґ. Фішер [12] запропонував BIM-модель, у якій дані мають значення не самі по собі, а через потенційні ризики, які вони створюють. Його підхід базується на коефіцієнті ризику (RC), що дозволяє фільтрувати незначущі

похибки та зосереджуватись на критичних параметрах. Наприклад, відсутність "вогнестійкості" в евакуаційному елементі — формально дрібна помилка, але з високою ризикогенністю. Кассандра Лі [13] доповнює цю логіку побудовою дерева ризиків, яке враховує зв'язки між об'єктами, їх функції та нормативи. Це дає змогу прогнозувати каскадні наслідки змін у BIM, перетворюючи перевірку на сценарну, а не точкову.

На основі цієї моделі інші дослідники — зокрема Луїс Мора [14] — запропонували механізм інтегрального впливу від похибок, тобто формулу, яка дозволяє кількісно обчислити ефект від помилки з урахуванням її ризику, частоти повторення та кількості зв'язаних об'єктів. Таке аналітичне ускладнення дозволяє перевести rule-based перевірку у режим експертного прогнозування наслідків.

Підґрунтям до цього слугує також підхід Жана-Томаса Пюре, який увів поняття "impact inertia" — це характеристика, яка описує інертність (затримку) між виявленою похибкою та її реальним впливом на проєктне рішення [15]. Тобто не кожна помилка викликає негайний ефект, але має бути оцінена за часовим відгуком.

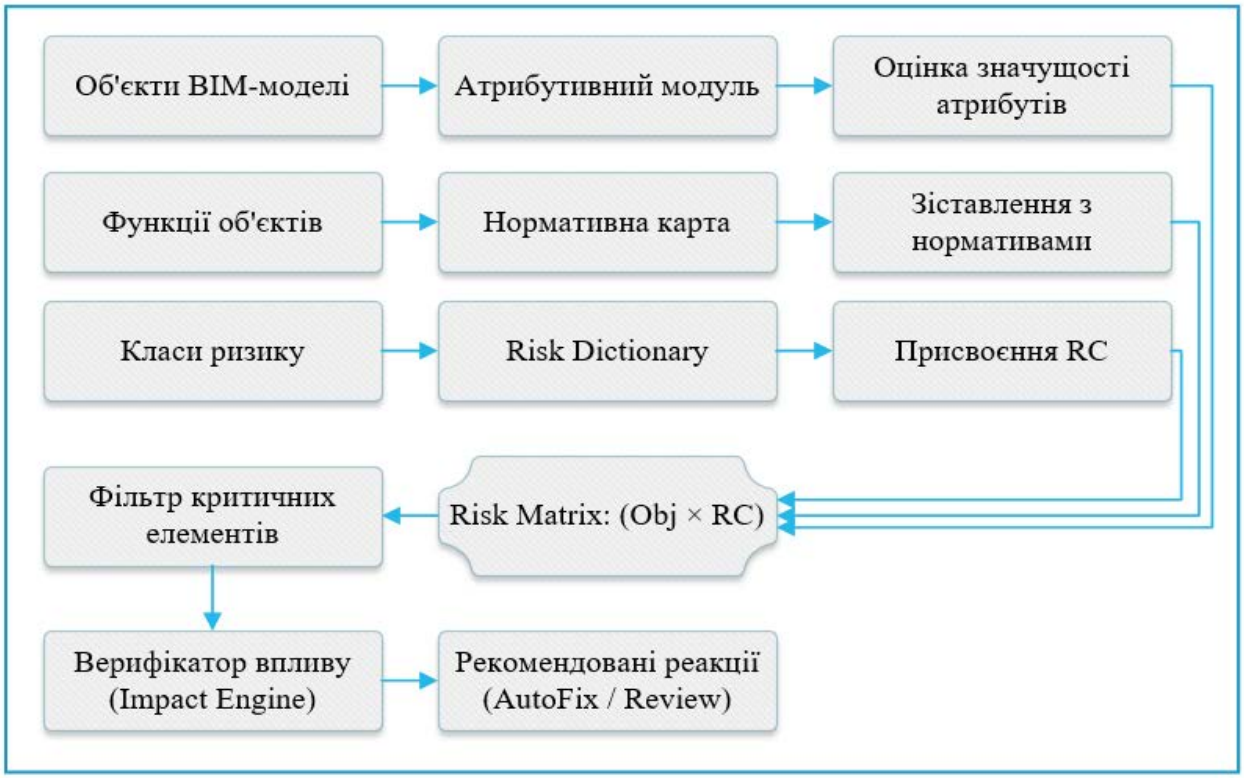


Рис. 3. Інформаційно-ризикова архітектура верифікації у BIM
(*розроблено автором на основі [12]*)

Системну візуалізацію цих підходів подано на схемі на рисунку 3, де змодельовано логіку фільтраційно-ризикової моделі Фішера–Лі. Зокрема,

показано шари атрибутивної оцінки, вектор ризику, вузли сценарного розгалуження та механізм реакції верифікатора.

Верифікації, запропонована Фішером, є прикладом того, як аналітика ризиків може перетворити традиційний контроль у сценарно-орієнтоване управління цифровою інформацією. Її основна сила — у здатності зіставити формальну структуру BIM-даних із потенційними управлінськими наслідками, що формує новий рівень пріоритетності перевірки.

Література

1. Chen, Zhang. (2021). A Data Quality Framework for BIM Projects: Metrics, Models, and Implementation. Automation in Construction, 123, 103483.
2. El-Rady, Tarek. (2020). Contextual Code-Based Verification in BIM Systems. Journal of Building Informatics, 11(2), 147–163.
3. Ludwig, Mario. (2021). Cross-Platform BIM Interoperability and Error Standardization. Construction Digital Review, 9(3), 221–236.
4. Lehmann, Céline. (2022). Decision Matrices in Automated BIM Validation: A Cognitive-Analytical Model. Journal of Digital Construction Management, 13(1), 33–58.
5. Han, Jungwoo & Lavián, Raúl. (2020). BIM-Based Verification Framework for Complex Construction Data Integration. Journal of Information Technology in Construction, 25, 341–358.
6. Blasco, Catherine. (2021). Criticality Indexing in Real-Time BIM Verification Systems. Automation in Construction, 127, 103702
7. Bowen, Russell. (2020). Predictive Verification Modules in BIM-Based CDEs. Journal of Digital Engineering and Built Environment, 8(4), 276–293.
8. Shamir, Elai. (2022). Adaptive Weighting Mechanisms in Multi-Role BIM Validation. Construction Informatics Journal, 14(1), 51–70.
9. 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.
10. Stevenson, Valerie. (2020). Ontological Rule Matching for Model Compliance in BIM Workflows. Journal of Construction Informatics, 7(3), 201–217.
11. 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.
12. Fischer, Günther. (2018). Conceptual Verification Models in Digital Construction Management. Construction Innovation, 18(2), 231–247.
13. Lee, Cassandra. (2020). Scenario-Driven Risk Trees for BIM Validation. Journal of Smart Construction Systems, 6(1), 114–130.
14. Mora, Luis. (2021). Quantifying the Integrated Impact of BIM Errors via Risk Metrics. Journal of Engineering Informatics, 12(3), 193–209.
15. Puret, Jean-Thomas. (2022). Temporal Behavior of Errors in BIM: From Detection to Inertia Modeling. Automation in Construction, 136, 104126.

Rizun Dmytro,
Kyiv National University of Construction and Architecture

MECHANISMS OF ANALYTICAL DATA VERIFICATION AND PROJECT INFORMATION MANAGEMENT IN THE BIM ENVIRONMENT

The article examines modern concepts of analytical data verification and mechanisms for managing information flows within the BIM (Building Information Modeling) environment. Data verification is defined not merely as a quality control procedure, but as an integrated process of formal assessment of the reliability, integrity, and contextual relevance of project information. It is shown that effective analytical verification requires the development of multi-level structures that combine syntactic, semantic, topological, and normative checks. The theoretical foundations of Zhang Chen's four-level verification architecture are presented, which ensure adaptive error weighting and the construction of the TrustIndex — an integral indicator of data quality. The evolution of approaches is analyzed in the works of Tarek El-Rady, Mario Ludwig, Céline Lehmann, Jungwoo Han, and Raúl Lavián, who integrate verification logic into the Common Data Environment (CDE), extending it to the level of procedural compliance. It is determined that a key trend in modern BIM analytics is the shift from static verification forms to scenario-oriented, preventive risk management systems that not only detect errors but also predict their temporal impact. A generalized model is proposed for integrating rule-based systems, ontological checks, and behavioral analytics, enabling the creation of self-learning verifiers. The article substantiates the expediency of applying multi-level adaptation of verification weight coefficients depending on user role, object type, and project life-cycle phase. As a result, the BIM platform is transformed into a dynamic self-control environment in which data undergo continuous real-time verification. This ensures not only the accuracy of the information model but also establishes a foundation for strategic risk management, decision-making efficiency, and digital resilience of construction systems.

Keywords: BIM; data verification; information management; rule-based system; semantic analysis; analytical model; CDE; digital reliability.

REFERENCES

1. Chen, Z.A Data Quality Framework for BIM Projects: Metrics, Models, and Implementation. Automation in Construction, 2021, Vol. 123, Article 103483. {in English}

2. El-Rady, T. Contextual Code-Based Verification in BIM Systems. Journal of Building Informatics, 2020, Vol. 11, No. 2, pp. 147–163. {in English}

3. Ludwig, M. Cross-Platform BIM Interoperability and Error Standardization. Construction Digital Review, 2021, Vol. 9, No. 3, pp. 221–236. {in English}

4. Lehmann, C. Decision Matrices in Automated BIM Validation: A Cognitive-Analytical Model. Journal of Digital Construction Management, 2022, Vol. 13, No. 1, pp. 33–58. {in English}

5. Han, J., & Lavián, R. BIM-Based Verification Framework for Complex Construction Data Integration. Journal of Information Technology in Construction, 2020, Vol. 25, pp. 341–358. {in English}

6. Blasco, C. Criticality Indexing in Real-Time BIM Verification Systems. Automation in Construction, 2021, Vol. 127, Article 103702. {in English}

7. Bowen, R. Predictive Verification Modules in BIM-Based CDEs. Journal of Digital Engineering and Built Environment, 2020, Vol. 8, No. 4, pp. 276–293. {in English}

8. Shamir, E. Adaptive Weighting Mechanisms in Multi-Role BIM Validation. Construction Informatics Journal, 2022, Vol. 14, No. 1, pp. 51–70. {in English}

9. Chupryna, Yu.A. Involving the Applied Advantages of BIM Technologies into the Methodology and Practice of Project Life Cycle Formation within State Target Programs Implemented by the Construction Cluster. Ekonomika ta derzhava (Economy and State), 2019, No. 2. [Electronic resource]. – Available at: https://www.economy.in.ua/?op=1&z=3748 {in Ukrainian}

10. Stevenson, V. Ontological Rule Matching for Model Compliance in BIM Workflows. Journal of Construction Informatics, 2020, Vol. 7, No. 3, pp. 201–217. {in English}

11. Chupryna, Yu.A. Involving the Applied Advantages of BIM Technologies into the Methodology and Practice of Project Life Cycle Formation within State Target Programs Implemented by the Construction Cluster. Ekonomika ta derzhava (Economy and State), 2019, No. 3, pp. 67–70. [Electronic resource]. – Available at: https://www.economy.in.ua/?op=1&z=3810 {in Ukrainian}

12. Fischer, G. Conceptual Verification Models in Digital Construction Management. Construction Innovation, 2018, Vol. 18, No. 2, pp. 231–247. {in English}

13. Lee, C. Scenario-Driven Risk Trees for BIM Validation. Journal of Smart Construction Systems, 2020, Vol. 6, No. 1, pp. 114–130. {in English}

14. Mora, L. Quantifying the Integrated Impact of BIM Errors via Risk Metrics. Journal of Engineering Informatics, 2021, Vol. 12, No. 3, pp. 193–209. {in English}

15. Puret, J.-T. Temporal Behavior of Errors in BIM: From Detection to Inertia Modeling. Automation in Construction, 2022, Vol. 136, Article 104126. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.783-794
УДК 330.341.1:658.155:69

Якимчук Т.В.,
Zamora.hmuruy@gmail.com, ORCID: 0009-0003-2443-2393,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОНОВЛЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СТРУКТУРИ БУДІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

Сучасні виклики глобальної економіки, цифрової трансформації та нестабільності ринкового середовища потребують від будівельних підприємств суттєвого оновлення їхньої економічної структури. Зміни в технологічних процесах, поява нових моделей управління, інтеграція інформаційних систем BIM і ERP створюють передумови для переходу від традиційних організаційних схем до гнучких і цифрово орієнтованих моделей функціонування. Оновлення економічної структури спрямоване на підвищення ефективності використання ресурсів, скорочення витрат, прискорення управлінських процесів і зміцнення конкурентоспроможності підприємства. Цифровізація стає основним фактором розвитку галузі, що формує єдине інформаційне середовище для планування, контролю та аналітики. Інтеграція ERP і BIM дозволяє поєднати управління фінансами, логістикою, проектуванням і виконанням робіт у єдиній системі. Це створює умови для прозорості процесів, підвищення точності прогнозування та зменшення ризиків людського фактора. Водночас процес модернізації потребує інституційних змін — реорганізації управлінських структур, зміни кадрової політики та підвищення рівня цифрової компетентності персоналу. Одним із ключових напрямів оновлення є впровадження стратегічного управління, яке поєднує коротко- і довгострокові цілі розвитку підприємства. Його реалізація базується на аналітичному моніторингу внутрішніх і зовнішніх факторів, визначенні слабких місць організаційної структури, моделюванні сценаріїв розвитку й формуванні ефективних стратегій реагування. Зміни в економічній структурі також охоплюють процеси автоматизації фінансового планування, управління ризиками, логістикою та взаємодією з контрагентами. Автоматизація і штучний інтелект поступово формують нові підходи до прийняття управлінських рішень, підвищуючи рівень адаптивності компанії до коливань зовнішнього середовища.

Ключові слова: економічна структура; цифровізація; ERP; BIM; стратегічне управління; будівельне підприємство; інновації; ефективність.

Постановка проблеми: Глобалізація, цифровізація та динамічні зміни на ринку будівельних послуг створюють потребу в оновленні економічної структури підприємств. Традиційні моделі управління вже не забезпечують належного рівня адаптивності до нових економічних, технологічних і соціальних викликів. Зростаюча складність будівельних процесів, інтеграція цифрових технологій і необхідність сталого розвитку вимагають перегляду організаційно-функціональних підходів. Будівельні підприємства повинні поєднувати гнучкість рішень із високим рівнем економічної дисципліни, що забезпечується сучасними інформаційними системами. Потреба у структурному оновленні обумовлена також конкуренцією на глобальному ринку, де успіх визначається не лише якістю продукції, а й здатністю підприємства швидко адаптуватися до змін у середовищі.

Метою статті є розроблення теоретико-аналітичного підходу до оновлення економічної структури будівельного підприємства в умовах сучасних викликів. Завданням є визначення факторів, що зумовлюють необхідність структурних змін, обґрунтування принципів цифрової трансформації, а також дослідження впливу технологічних, фінансових та управлінських інновацій на підвищення ефективності підприємства. Результатом має стати формування моделі структурної модернізації, яка забезпечує сталий розвиток, конкурентоспроможність і здатність до адаптації в умовах економічної нестабільності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У сучасній науковій літературі питання трансформації економічних структур будівельних підприємств розглядається у контексті цифрової економіки, інноваційного розвитку та стратегічного управління. Дослідження зосереджуються на впровадженні ERP і BIM як інструментів оптимізації ресурсів і підвищення ефективності управління. Окрему увагу приділено концепції цифрового підприємства, де всі бізнес-процеси інтегруються в єдине інформаційне середовище. Поширеними є також підходи до моделювання гнучких організаційних структур, що дозволяють швидко реагувати на зміни попиту, технологій і законодавства. Водночас більшість робіт орієнтована на технічні або організаційні аспекти, залишаючи поза увагою комплексну взаємодію економічних, соціальних і стратегічних чинників, які формують нову модель будівельного підприємства.

Недостатньо дослідженою залишається проблема інтеграції інноваційних технологій у фінансову модель підприємства, а також вплив автоматизації на перерозподіл функцій управління та кадрову структуру. Потребує подальшого розвитку методологія оцінювання ефективності структурних змін у системі управління, що враховує не лише економічні показники, а й рівень цифрової

зрілості, гнучкості та адаптивності. Таким чином, актуальним завданням стає створення системного підходу до оновлення економічної структури, який би поєднував технологічні, фінансові та стратегічні аспекти розвитку будівельного підприємства.

Виклад основної інформації: У сучасному світі будівельні підприємства стикаються з низкою значних викликів, які вимагатимуть від них оперативної адаптації та оновлення своїх економічних структур. Зміни в глобальній економіці, технічний прогрес, розвиток новітніх технологій, а також зміни в екологічних, соціальних і регуляторних вимогах створюють нові можливості та водночас зумовлюють нові ризики для учасників будівельного ринку. Сучасні будівельні компанії повинні ефективно реагувати на ці виклики, щоб залишатися конкурентоспроможними та забезпечити стабільний розвиток у довгостроковій перспективі.

Одним із головних аспектів, що потребує змін в умовах цих викликів, є економічна структура підприємства. Зміни в організаційних моделях, модернізація виробничих процесів, впровадження інноваційних технологій, таких як інформаційне моделювання будівель (BIM), автоматизація фінансових і логістичних процесів, стали необхідними для забезпечення ефективності та скорочення витрат. Оновлення економічної структури полягає в адаптації до нових умов, що включають глобалізацію ринків, використання альтернативних джерел енергії та матеріалів, а також необхідність гнучкого реагування на зміни у попиті та пропозиції.

Між зазначеними аспектами адаптації до нових економічних умов і технологічних змін можна провести важливий перехід, підкреслюючи, як саме ці нові умови впливають на процеси цифровізації та автоматизації. Зокрема, сучасні вимоги до оновлення економічної структури будівельних підприємств безпосередньо пов'язані з інтеграцією новітніх технологій, таких як BIM та ERP-системи, що радикально змінюють не тільки управлінські підходи, але й виробничі процеси.

Цифрові технології, такі як інформаційне моделювання будівель (BIM) і системи управління ресурсами підприємства (ERP), впливають на кожен етап будівництва. Вони дозволяють зменшити витрати та підвищити ефективність, але вимагають змін в організаційній структурі підприємств. Структура будівельного підприємства повинна ставати гнучкішою та здатною реагувати на зміни в реальному часі [1].

Впровадження BIM-технологій дозволяє інтегрувати всі етапи життєвого циклу будівельного об'єкта, знижуючи кількість помилок у проектуванні та пришвидшуючи прийняття рішень. Нові технології також вимагають нових

управлінських підходів: автоматизація проектних робіт може зменшити кількість управлінців і змінити їхні функції.

Автоматизація впливає і на кадрову політику, створюючи потребу в нових спеціальностях, пов'язаних із програмуванням, аналізом даних і управлінням цифровими платформами. Це вимагає інвестицій у навчання працівників та інтеграції підрозділів для ефективної роботи з новими технологіями. Зміни у виробничих процесах вимагають адаптації управлінських стратегій та створення нових підрозділів для підтримки технологічних інновацій [2]. Таблиця 1 ілюструє, як новітні технології впливають на економічну та організаційну структуру будівельних підприємств і як ці зміни вимагають адаптації управлінських підходів.

Таблиця 1.

Вплив новітніх технологій на економічну структуру будівельного підприємства *(розроблено автором на основі [2])*

Технологія / Зміна	Опис	Вплив на організаційну структуру
BIM-технології	Інтеграція етапів життєвого циклу об'єкта в єдину інформаційну модель для зниження помилок і підвищення ефективності.	Зміна структури через інтеграцію всіх етапів будівництва в одну модель.
Автоматизація проектних робіт	Зміни в управлінських функціях, скорочення кількості управлінців і перехід до управління даними та аналітикою.	Зміна ролі управлінців, зменшення чисельності персоналу в управлінських функціях.
Автоматизація і цифрові інструменти	Створення нових спеціальностей, пов'язаних з програмуванням, аналізом даних та управлінням цифровими платформами.	Зміна кадрової політики, інвестування в перепідготовку працівників.
Інтеграція IT-відділів з іншими підрозділами	Тісна співпраця між підрозділами, створення нових управлінських підрозділів для інтеграції нових технологій.	Створення нових структурних одиниць, інтеграція IT-відділів.

Важливим елементом цифровізації є також розвиток систем управління проектами, зокрема програмних комплексів для автоматизованого планування, моніторингу та контролю виконання проектів, що дозволяє реальний час спостерігати за прогресом робіт, витратами ресурсів, використанням технологій і часу. Це дозволяє полегшити роботу керівників, зменшити ризики від помилок через людський фактор і скоротити час виконання завдань. Усе це також змінює економічну структуру підприємства, створюючи нові можливості для адаптації до змін.

Невід’ємною частиною цифровізації є також автоматизація фінансових процесів, що дозволяє не лише оптимізувати витрати, але й більш ефективно

здійснювати планування бюджету на різних етапах будівництва. Використання спеціальних програмних платформ для обробки фінансових потоків та оптимізації витрат значно покращує контроль над фінансовими ресурсами і дозволяє знизити рівень шахрайства та помилок у звітності [3].

Цифровізація та автоматизація процесів будівельного підприємства мають значний вплив не тільки на організаційно-управлінську структуру, а й на фінансові та ресурсні аспекти діяльності. Структура будівельного підприємства в умовах цифрової трансформації набуває рис більш гнучкої, динамічної організації, здатної адаптуватися до нових реалій і швидко реагувати на зміни в середовищі.

Розвиток ERP-систем також змінює способи, якими будівельне підприємство планує свої ресурси та фінансові потоки. Раніше для цього використовувалися окремі модулі для фінансів, закупівель, виробництва і т.д., але тепер інтегровані системи дозволяють централізовано управляти всіма аспектами — від фінансування до виконання проекту. Це дозволяє скоротити час на координацію між підрозділами і полегшує прийняття рішень на всіх рівнях підприємства. У зв'язку з цифровізацією та автоматизацією процесів, будівельні підприємства змінюють свою організаційну структуру та підходи до управління. Управлінська структура будівельного підприємства змінюється через потребу в нових спеціалістах. Традиційні ролі перетворюються на технологічно орієнтовані, включаючи аналітиків, розробників програмного забезпечення та спеціалістів з інтеграції цифрових платформ. З’являються крос-функціональні команди, що працюють над усіма аспектами проекту, і необхідно створювати нові управлінські структури для ефективної координації.

Цифровізація передбачає автоматизацію проектування та будівництва, що дозволяє скоротити етапи проектування і знизити витрати. Для ефективної роботи BIM-систем потрібні зміни в управлінні проектами, де більше уваги приділяється технологічним аспектам [4].

Інтеграція нових технологій, таких як 3D-друк та робототехніка, вимагає створення нових управлінських структур для ефективного моніторингу інновацій. Рисунок 1 ілюструє ключові напрямки змін у будівельних підприємствах під час цифровізації, що охоплюють організаційну, фінансову структуру та взаємодію з партнерами.

Це дає змогу розкрити питання глибше, даючи зрозуміти, як цифровізація та автоматизація змінюють не тільки технічні аспекти, а й фундаментальні принципи організації роботи будівельних підприємств.

Глобалізація та економічна нестабільність стали важливими факторами, що визначають стратегію і діяльність будівельних підприємств у сучасних умовах. Змінюється не тільки економічне середовище, а й самі вимоги до

будівельної галузі. Відповідно, підприємства змушені адаптуватися до нових реалій, що вимагає змін в їх економічній структурі, стратегії розвитку та підходах до управління.

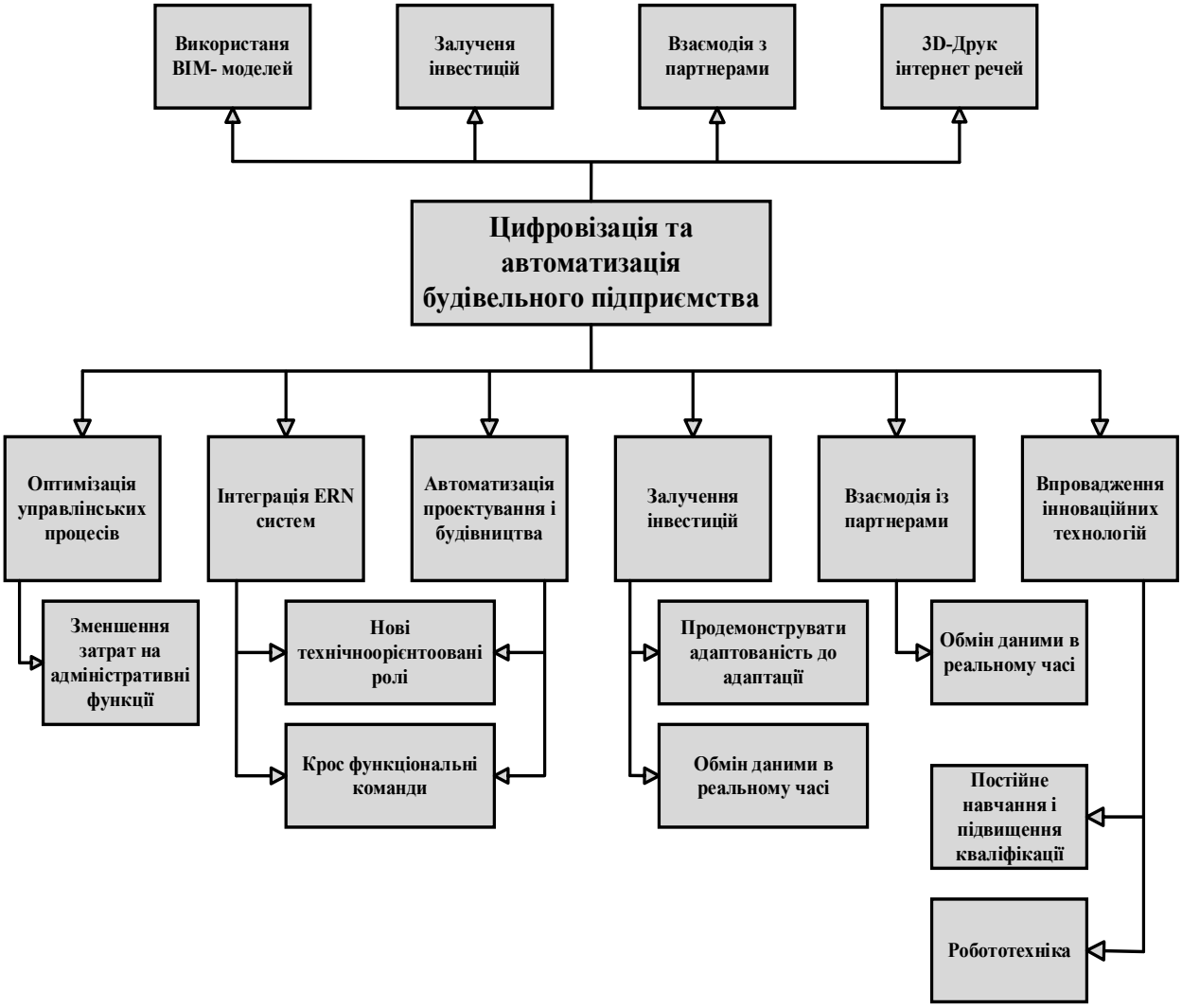


Рис. 1. Цифровізація та автоматизація будівельного підприємства
(розроблено автором на основі [4])

У цьому контексті важливо розглянути, яким чином будівельні компанії реагують на глобалізацію та нестабільність ринку і як ці зміни впливають на їх організаційну і фінансову структуру [5].

Перш за все, будівельні підприємства змушені пристосовуватися до нових умов конкуренції, які створює глобалізація. Раніше будівельні компанії, навіть великі міжнародні гравці, в основному змагалися на локальних ринках. Однак із розширенням економічної інтеграції та міжнародних стандартів з'являються нові можливості, а водночас і загрози для локальних підприємств. Оскільки ринки стали більш конкурентними, компанії вимушені впроваджувати нові стратегії розвитку, здатні забезпечити їхню конкурентоспроможність на

міжнародному рівні. Це вимагає перегляду багатьох аспектів діяльності — від управління ресурсами до організаційної структури та внутрішніх процесів [6].

Одним з важливих етапів адаптації до глобалізованого ринку є інтернаціоналізація бізнесу. Великі будівельні компанії все частіше виходять на зовнішні ринки, реалізуючи проекти за межами своїх національних кордонів. Однак цей процес потребує від підприємств значних змін у підходах до управління, зокрема в частині стратегії фінансування, управління проектами, постачання матеріалів та управління людськими ресурсами. Компанії, що хочуть успішно функціонувати на міжнародному рівні, повинні враховувати специфіку іноземних ринків, адаптуючи свої стратегії до місцевих умов. Зокрема, це може включати врахування культурних відмінностей, змінюваних регуляцій, а також можливих економічних та політичних ризиків [7].

Нижче наведено рисунок 2, який відображає ключові етапи і напрямки оновлення економічної структури будівельного підприємства в умовах цифровізації, глобалізації та економічної нестабільності.

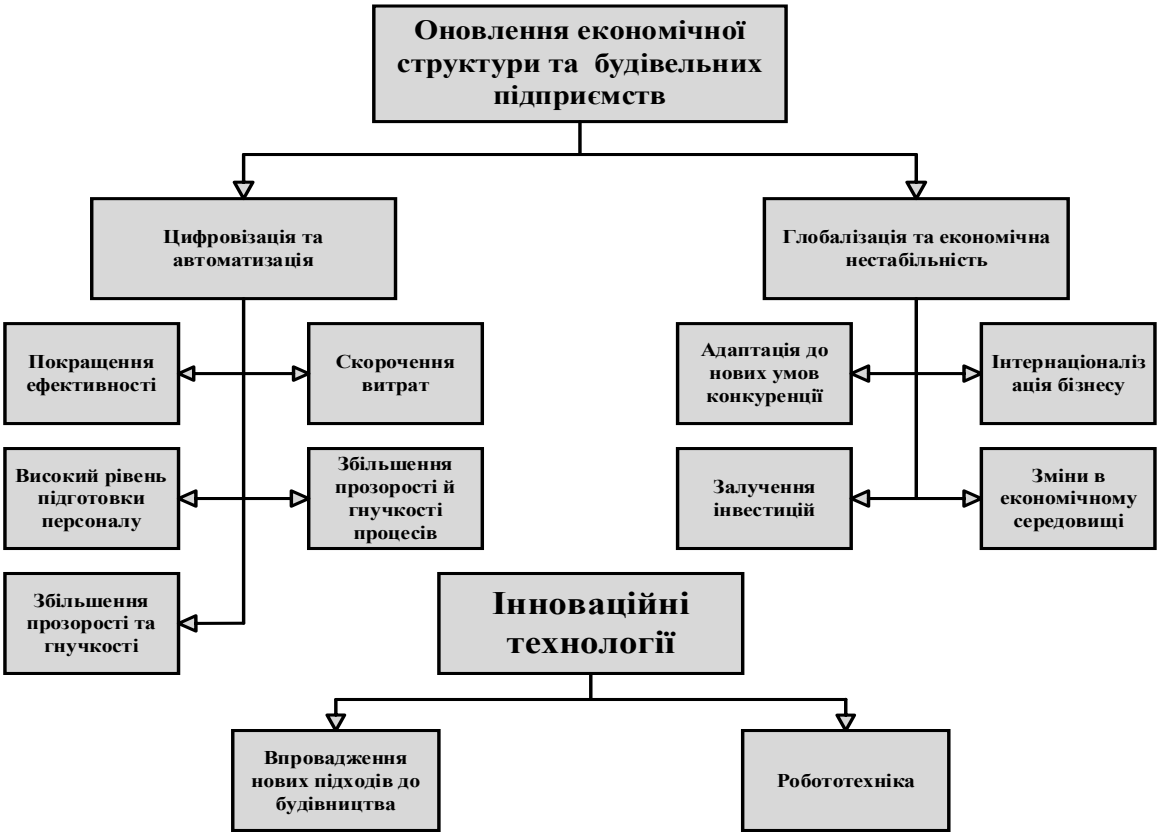


Рис. 2. Оновлення економічної структури будівельного підприємства
(розроблено автором на основі [7])

Цей рисунок показує взаємозв'язок між інноваційними технологіями, адаптацією до змін на ринку та стратегічними кроками, необхідними для забезпечення стійкого розвитку компанії.

Нестабільність на ринку будівельних послуг вимагає від підприємств підвищеної уваги до ефективності своїх операцій. У часи економічної кризи чи спаду попиту на будівельні послуги особливо важливо зберігати баланс між витратами і прибутком. У таких умовах компанії намагаються знижувати операційні витрати, оптимізувати бізнес-процеси і зменшити кількість проектів, що не приносять належної рентабельності. Проте, навіть в умовах кризи, багато підприємств шукають нові ринки для розвитку і часто змінюють фокус своєї діяльності, переходячи до будівництва в інших сегментах — наприклад, з житлового будівництва на інфраструктурні чи промислові об'єкти. Перед вами таблиця 3, що відображає ключові аспекти адаптації будівельних підприємств до нових економічних умов у контексті глобалізації та економічної нестабільності [8].

Ще одним важливим аспектом є вплив нестабільності на трудові ресурси. Кризи і глобальні зміни в економіці часто призводять до скорочення кількості проектів, що може мати негативний вплив на ринок праці. Будівельні компанії змушені адаптувати свої стратегії до цих умов, що включає як звільнення працівників, так і адаптацію до нових вимог до кваліфікації робочої сили. У таких ситуаціях компанії часто знижують витрати на оплату праці та впроваджують нові форми організації праці, зокрема використання тимчасових трудових ресурсів або підрядних компаній [9].

Між зазначеними аспектами глобалізації, економічної нестабільності та адаптації до нових реалій, важливою складовою успіху є стратегічне управління. Стратегічне управління є основним елементом, який дозволяє будівельним підприємствам адаптуватися до змінюваних умов, підтримувати конкурентоспроможність і забезпечувати довгострокову стабільність. У контексті оновлення економічної структури будівельних підприємств стратегічне управління займає важливе місце, оскільки воно дозволяє визначити напрямки розвитку, оптимізувати внутрішні процеси, а також знайти нові можливості для росту навіть у складних економічних умовах [10].

Одним з перших етапів стратегічного управління є проведення ретельного аналізу. Будівельні підприємства повинні оцінювати внутрішні ресурси та можливості, а також враховувати зовнішні фактори, які можуть вплинути на їхню діяльність. Важливими інструментами для цього є SWOT-аналіз, аналіз PEST та інші методи, що дозволяють оцінити сильні і слабкі сторони компанії, а також можливості і загрози, які можуть виникнути на ринку. Аналіз внутрішнього середовища включає вивчення фінансових результатів, ефективності використання ресурсів, технологічного оснащення та кваліфікації персоналу. Оцінка зовнішнього середовища дозволяє компанії визначити ключові фактори, такі як економічна ситуація на ринку, політичні та правові

зміни, а також вимоги до екологічної безпеки та технологій, що впливають на галузь. Перед таблицею 3 варто зазначити, що стратегічне управління вимагає ретельного аналізу внутрішніх та зовнішніх факторів, що впливають на діяльність будівельних підприємств.

Таблиця 3.

Стратегічне управління будівельними підприємствами:
етапи та інструменти аналізу *(розроблено автором на основі [10])*

Етап стратегічного управління	Опис	Інструменти для аналізу
Аналіз внутрішнього середовища	Оцінка фінансових результатів, ефективності використання ресурсів, технологічного оснащення та кваліфікації персоналу.	SWOT-аналіз, фінансові звіти, аналіз ресурсів, оцінка кваліфікації персоналу.
Аналіз зовнішнього середовища	Оцінка економічної ситуації, політичних та правових змін, екологічної безпеки та вимог до технологій.	PEST-аналіз, моніторинг економічних і політичних факторів, аналіз вимог законодавства, екологічних стандартів.
Формулювання місії та бачення компанії	Визначення основних цілей і напрямків розвитку підприємства на довгострокову перспективу.	Стратегічне планування, дослідження ринку, консультації з ключовими стейкхолдерами.
Розробка стратегії та тактики	Визначення конкретних кроків для досягнення довгострокових цілей, включаючи оптимізацію бізнес-процесів та оновлення організаційної структури.	Бізнес-моделі, планування ресурсів, оптимізація бізнес-процесів, інтеграція нових технологій.
Моніторинг реалізації стратегії	Перевірка виконання намічених стратегічних кроків, коригування планів у разі необхідності.	Ключові показники ефективності (KPI), фінансовий аналіз, оцінка виконання проектів, звітування про результати стратегічних змін.

Розробка стратегії для будівельного підприємства базується на результатах цього аналізу і включає визначення цілей, які компанія повинна досягти, а також шляхів для їх досягнення. Стратегія може включати різні елементи, такі як диверсифікація бізнесу, вихід на нові ринки, поліпшення якості продукції та послуг, використання інноваційних технологій, зниження витрат та оптимізація внутрішніх процесів.

Модернізація економічної структури будівельних підприємств за допомогою стратегічного управління також передбачає інтеграцію нових технологій, що дає змогу зменшити витрати та підвищити ефективність. Впровадження автоматизації та цифровізації внутрішніх процесів дозволяє значно знизити адміністративні витрати, покращити планування та контроль виконання проектів. Стратегічне управління має на меті інтеграцію цих

технологій у кожен етап будівництва — від проектування до завершення будівельних робіт.

В умовах нестабільного ринку, де економічні кризи, зміни в політичному середовищі, а також глобальні тенденції можуть швидко змінювати правила гри, стратегічне управління також передбачає постійне моніторинг і коригування стратегічних напрямків. Це дозволяє підприємствам бути готовими до непередбачуваних змін, таких як коливання цін на матеріали, затримки в постачанні або проблеми з фінансуванням.

Одним з основних інструментів стратегічного управління є також інтеграція з іншими учасниками будівельного процесу — підрядниками, постачальниками та замовниками. В умовах глобалізації і зростаючої конкуренції важливо налагодити ефективну комунікацію між усіма учасниками проекту. Взаємодія між підприємствами, яка ґрунтується на стратегічному партнерстві, дозволяє значно знизити ризики і підвищити ефективність усіх етапів будівництва.

Література

1. Окландер Т.О., Педько І.А., Камбур О.Л. "Економіка будівельного підприємства." – Підручник. – Київ: Видавництво «Центр учбової літератури», 2018. – 363 с.

2. Васильєв О.В. Сучасні форми залучення інвестицій у житлове будівництво. // Комунальне господарство міст: збірник наукових праць. – Харківська національна академія міського господарства, 2010. – Серія «Економічні науки». – Вип. 92. – С. 75-78.

3. Шеремет В.Ф., Дубина О.Ю. Стратегії інноваційного розвитку підприємств будівельного комплексу: теорія та практика. – Львів: Львівська політехніка, 2022. – 245 с.

4. Горєлов Д.О., Большенко С.Ф. Стратегія підприємства. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2010. – 133 с.

5. Герасименко С.С., Головач А.В., Єріна А.М. Статистика: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2000. – 467 с.

6. Дмитриченко Л.І., Матвієнко О.Д. Особливості розвитку будівельної індустрії в Україні / Л.І. Дмитриченко, О.Д. Матвієнко // Проблеми розвитку зовнішньоекономічних зв'язків та залучення іноземних інвестицій: регіональний аспект. – 2008. – №3. – С. 944-947.

7. Чуприна Ю.А. та ін. Вартісно-інжинірингові компоненти попередження економічних деструкцій в діяльності учасників проектів будівельного девелопменту / Ю.А. Чуприна, В.Є. Бінд, О.І. Кучеренко, Х.М. Чуприна, М.В. Горбач, С.В. Петруха //Управління розвитком складних систем: зб.наук. пр.– К.: КНУБА, 2021. – №45. – с.119-130.

8. Мудра М.С. Економічна оцінка інноваційного розвитку підприємств в системі будівельного девелопменту. – К.: КНУБА, 2023. – 200 с.

9. Цигенко А.Ю. Механізми підвищення конкурентоспроможності будівельних підприємств в умовах сучасних викликів. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2022. – 230 с.

10. 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.

Taras Yakymchuk,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

RENEWAL OF THE ECONOMIC STRUCTURE OF A CONSTRUCTION ENTERPRISE UNDER MODERN CHALLENGES

The modern challenges of the global economy, digital transformation, and market instability require construction enterprises to significantly renew their economic structure. Changes in technological processes, the emergence of new management models, and the integration of BIM and ERP information systems create prerequisites for the transition from traditional organizational schemes to flexible, digitally oriented models of operation. The renewal of the economic structure aims to improve resource efficiency, reduce costs, accelerate management processes, and strengthen the enterprise's competitiveness. Digitalization has become the main driver of industry development, forming a unified information environment for planning, control, and analytics. The integration of ERP and BIM systems makes it possible to combine financial management, logistics, design, and project execution within a single framework. This ensures process transparency, enhances forecasting accuracy, and minimizes human-related risks. At the same time, the modernization process requires institutional changes — the reorganization of management structures, adjustments in personnel policy, and an increase in employees' digital competence.

One of the key directions of renewal is the implementation of strategic management that integrates both short-term and long-term development goals of the enterprise. Its realization is based on analytical monitoring of internal and external factors, identification of weaknesses in the organizational structure, scenario modeling of development, and the formation of effective response strategies. Changes in the economic structure also encompass the automation of financial planning, risk management, logistics, and interaction with contractors. Automation and artificial intelligence are gradually shaping new approaches to managerial decision-making, increasing the company's adaptability to external fluctuations.

Keywords: economic structure; digitalization; ERP; BIM; strategic management; construction enterprise; innovation; efficiency.

REFERENCES

1. Oklander, T.O., Pedko, I.A., & Kambur, O.L. Economics of a Construction Enterprise. Textbook. Kyiv: Center for Educational Literature Publishing House, 2018. 363 p. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/zzilmy {in Ukrainian}

2. Vasyliev, O.V. Modern Forms of Attracting Investments in Residential Construction. Municipal Economy of Cities: Collection of Scientific Papers. Kharkiv National Academy of Municipal Economy, Series “Economic Sciences”, Issue 92, 2010, pp. 75–78. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/kkigbl {in Ukrainian}

3. Sheremet, V.F., & Dubyna, O.Yu. Strategies for Innovative Development of Construction Enterprises: Theory and Practice. Lviv: Lviv Polytechnic, 2022. 245 p. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/vmpmwc {in Ukrainian}

4. Horielov, D.O., & Bolshenko, S.F. Enterprise Strategy. Kharkiv: KhNADU Publishing, 2010. 133 p. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/kdfdtq {in Ukrainian}

5. Herasymenko, S.S., Holovach, A.V., & Yerina, A.M. Statistics: Textbook. 2nd ed., revised and supplemented. Kyiv: KNEU, 2000. 467 p. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/gscbvz {in Ukrainian}

6. Dmytrychenko, L.I., & Matviienko, O.D. Features of the Development of the Construction Industry in Ukraine. Problems of the Development of Foreign Economic Relations and Attraction of Foreign Investments: Regional Aspect, No. 3, 2008, pp. 944–947. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/cnvzjo {in Ukrainian}

7. Chupryna, Yu.A. Bind, V.Ye., Kucherenko, O.I., Chupryna, Kh.M., Horbach, M.V., & Petruha, S.V. Value-Engineering Components for Preventing Economic Destruction in the Activities of Construction Development Project Participants. Management of Complex Systems Development, No. 45, Kyiv: KNUCA, 2021, pp. 119–130. {in Ukrainian}

8. Mudra, M.S. Economic Assessment of Innovative Development of Enterprises in the Construction Development System. Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2023. 200 p. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/bggmpp {in Ukrainian}

9. Tsyhenko, A.Yu. Mechanisms for Increasing the Competitiveness of Construction Enterprises under Modern Challenges. Kharkiv: O. M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, 2022. 230 p. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/bbtjgr {in Ukrainian}

10. Akselrod, R., Shpakov, A., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, Yu., & Shpakova, H. 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(01), 2022, pp. 40–50. [Electronic resource]. – Available at: https://surl.li/ffruxp {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.795-807
УДК329
д.політ.н., професор **Перегуда Є.В.,**
pereguda.iev@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7561-7193,
Київський національний університет будівництва і архітектури

УКРАЇНСЬКА СОЦІАЛ-ДЕМОКРАТІЯ КІНЦЯ XIX – ПОЧАТКУ XX СТ.: МІЖ РЕВОЛЮЦІЯМИ СОЦІАЛЬНОЮ ТА НАЦІОНАЛЬНОЮ

Погляди української соціал-демократії кін. XIX – поч. XX ст. на співвідношення соціальних та національних питань визволення актуальні хоча б тому, що й сьогодні воно визначає політичні кліваджі. Орієнтирами для оцінки є, зокрема, ідеї М. Грушевського та Лесі Українки, які вважали, що для українців акцентування на соціальних питаннях обумовлює національну солідарність. Метою статті є критичний аналіз концепцій соціал-демократичних партій щодо перспектив визволення, зокрема, співвідношення соціальних та національних перетворень. Об'єктом є Русько-українська радикальна (РУРП) та соціал-демократична (УСДП) партії в Західній Україні, Революційна партія (РУП), перейменована в УСДРП – в Наддніпрянщині. Використано історичний, порівняльний та структурно-функціональний методи. В Україні соціальна верхівка була переважно неукраїнською. Українці складали значну частину робітничого класу лише в Наддніпрянщині, але й тут це були переважно низькокваліфіковані кадри. Українцями була більшість селян, але їх свідомість специфічна. Для інтелігенції нація – це політика й культура, для селян – земля й хліб. РУРП не висувала радикальних гасел в національному питанні, обмежуючись крайовою автономією. Але в партії діяла й інша течія, яка визначала як мету створення української держави, але це гасло було не результатом грунтовного аналізу, а калькуванням марксистської теорії щодо інших країн. Для першого етапу ставилось завдання автономізації, поділу Галичини. Під впливом цієї течії РУРП прийняла гасло поділу, але поступалась впливом націонал-демократії. Младорадикали утворили УСДП, яка опинилась на політичному маргінесі. Також проаналізовано специфіку ідеологічної еволюції в РУП (УСДРП), зокрема, погляди Д. Антоновича, М. Порша, «Спілки» на співвідношення соціальних та національних питань визволення, перспективи державно-правових інститутів після скинення самодержавства, недоліки цих поглядів. Проблемою української соціал-демократії були етносоціальна структура, дефіцит національного робочого класу як класичної бази соціал-демократії, специфіка національної свідомості селянства. Соціал-демократія не дала однозначну відповідь на виклики. Її недоліками були недостатня розробка впливу національних відносин

на соціальні групи, калькування положень про неминучість капіталізму, панування буржуазії на цьому етапі. Соціальні та національні аспекти розривались. Непроаналізованим лишилось становлення організованого капіталізму.

Ключові слова: соціал-демократія; соціальна революція; автономія; незалежність; робітничий клас; селянство; Русько-Українська радикальна партія; Українська соціал-демократична партія; Революційна українська партія; Українська соціал-демократична робітнича партія; Українська соціал-демократична спілка; Юліан Бачинський; Дмитро Антонович; Микола Порш.

Актуальність. Дослідження поглядів української соціал-демократії кін. XIX – поч. XX ст. на співвідношення соціальних та національних питань революції є актуальним хоча б тому, що й у сучасній Україні це співвідношення визначає політичні кліваджі. Варіанти ставлення до проблеми мають історичну траєкторію, яка формувалася у вказаний період, а соціалістичні партії були тоді одними з найбільш активних.

Виділяються кілька сплесків інтересу до діяльності соціал-демократії на зламі століть. Щодо 1920-тих років, крім функціонерів партій, слід згадати праці О. Гермайзе, М. Яворського та ін. У 1930-1950-тих роках це явище вивчали в еміграції. У 1960-1970-тих роках інтерес до цих партій стимулював І. Курас. Новий етап почався в 1990-ті роки. Виходили збірники програм партій. Поглядам, зокрема соціал-демократії, були присвячені праці О. Висоцького, В. Головченка, А. Голуба, В. Гошовської, М. Кармазіної, В. Колесника, Ю. Левенця, О. Рафальського, В. Солдатенка, С. Телешуна, О. Федькова, П. Шморгуна та ін. Соціал-демократію Галичини вивчали І. Бегей, О. Жерноклеєв, О. Сухий, Дж. Химка. Лідерам соціал-демократичних партій присвячені дисертації А. Магурчака, А. Шаповала та ін. Доклав зусиль в цьому напрямі й автор статті.

Усі автори торкалися проблеми співвіщношення соціальних та національних питань в поглядах есдеків, але на цю статтю особливий вплив мали праці Я. Грицака та О. Федькова. Останній запропонував поділ партій на інтернаціональні та національні. Перші вважали, що побудова соціалістичного ладу, в якому відбудеться усуспільнення засобів виробництва й ліквідація класів, ліквідує й соціальний та національний гніт, а в партбудівництві були за централізовану партію, в якій би на засадах автономії діяли національні секції. Національні партії актуалізували «статус пригноблених націй у майбутньому», були за незалежні соціал-демократичні партії або РСДРП як федерацію партій. [22, с. 73]

Орієнтирами в оцінці соціал-демократії є й ідеї М. Грушевського, згідно з яким в українців потяг до національної свободи визначається прагненням справедливості, землі, волі [21], та лідерки групи «Українська соціал-демократія» Лесі Українки. На перший погляд, соціальні питання для неї переважали національні: «Свідомі свого стану робітники не повинні вважати на те, хто з них до якої віри чи народу належить, а повинні триматися спільно, одностайно». [14] Але акцентування на соціальних питаннях не лише не шкодить національній солідарності, воно її, як й у Грушевського, обумовлює. Єднання соціал-демократів «можливе …на грунті тих спільних принципів, що єднають на …соціалістичних конгресах …національності». [18] Важливу роль грали й її погляди на проблеми союзів. У боротьбі з самодержавством союзниками есдеків є соціал-демократія усіх народів Росії, але досягнення незалежності неможливе без співробітництва з несоціалістичними партіями. Вона розвінчувала віру в те, що російські демократи нададуть Україні незалежність [18].

У 2000-ті роки інтерес до есдеків знизився, що було пов'язане й з політичною кон'юнктурою. Нерозв'язаною лишилась низка питань щодо їх поглядів на співвідношення соціальних та національних питань визволення.

Метою статті є аналіз концепцій соціал-демократичних партій України кін. XIX – поч. XX ст. щодо перспектив революції, зокрема, співвідношення соціальних та національних перетворень, взаємодії України з метрополіями – Російською та Австро-Угорською імперіями.

Методи та методологія. Використано історичний, порівняльний та структурно-функціональний методи дослідження. Нам також було важливо з'ясувати, наскільки концепції партій, погляди теоретиків пояснювались особливостями суспільного розвитку або суперечили їм.

Виклад основного матеріалу. Соііал-демократія веде родовід від марксизму, згідно з яким суперечності капіталізму призведуть до його кризи та революційного перетворення на комуністичне суспільство, а його рушійною силою буде пролетаріат. Марксизм став впливовою доктриою в Європі, зокрема в Україні, розвиток якої призвів до виникнення партій, в т.ч. соціал-демократичних. В Австро-Угорщині це були радикальна (РУРП) та соціал-демократична (УСДП) партії, Наддніпрянщині – Революційна українська партія (РУП), з 1905 р. перейменована в соціал-демократичну робітничу партію (УСДРП).

Марксизм «не мав готової національної теорії» [8], адже революція мала відбутись в більшості передових країн, а інтереси пролетаріату інтернаціональні. Але тоді суспільні відносини стали загострюватись в інших країнах – поліетнічних імперіях. Теоретики есдеків (Каутський, Бауер)

зосередились на концепціях національного розвитку, але усі проблеми не розв'язали. Це довелось робити соціал-демократії імперій.

Перш ніж аналізувати її концепції, розглянемо особливості розвитку України. В Східній Галичині промисловий переворот почався у першій половині XIX ст., але її розвиток загальмувався. Регіон лишився сировинним додатком імперії. У переробних галузях було зайнято 9% населення, тоді як в Австро-Угорщині в цілому – 27 %. [23, с. 33] Українці становили меншість міського населення [8], в т.ч. робітничого класу (17,5%) та інтелігенції. Натомість вони складали більшість сільського населення, частка якого в Галичині сягала 95%. Більшість селян були малоземельними та неписьменними. [23, с. 33]

Для Наддніпрянщини друга половина XIX ст. була періодом буржуазних реформ. Важливим стало й попереднє приєднання до імперії Північного Причорномор'я, його освоєння, в т.ч. за рахунок іміграції. Регіон став одним з промислових центрів Росії. Але його розвитку заважали феодальні залишки в агросекторі. Наслідками були аграрне перенаселення, зубожіння, звуження ринку робочої сили, повільний культурний розвиток. Більшість трудящих становили малограмотні селяни-українці. Робітничий клас розвивався нерівномірно. На Донбасі робітники перебували в інтернаціональному середовищі. [8] На лумку О. Федькова, російський пролетаріат був «чинником русифікації робітників пригноблених націй». [22, с. 50] На Правобережжі сезонними робітниками часто були селяни. [18]

Отже, на зламі століть діяли тенденції, властиві капіталізму. Постала інтелігенція, яка переймала європейські ідеї, але в етнічному відношенні соціальна структура була нерівномірна. Пануючі класи були неукраїнцями або русифікованими. Українцями значною мірою були селяни, але структура їх свідомості специфічна. Для інтелігенції нація – це культура й політика, для селян – земля й хліб. Серед робітників-українців переважали низькокваліфіковані кадри.

Свого часу це змусило М. Драгоманова говорити про єдність соціального радикалізму та національних завдань руху. [10, с. 39-68] Але ця теоретично правильна теза за умов загострення соціальних суперечностей ставила проблему, як співвіднести ці завдання у гаслах. Проблема ускладнювалась й конкуренцією з загальноросійькими, єврейськими, польськими партіями. Зокрема, на робітників «найбільший вплив мали російські соціал-демократи». [22, с. 60] Драгоманов пропонував федеративний устрій соціалістичного руху на противагу Марксовій тезі про асиміляцію «недержавних» народів «державними». [13]

Ще одна особливість діяльності есдеків – хоча Наддніпрянщина переважала Галичину за економічними, фінансовими, інтелектуальними ресурсами, тут були віджилі суспільні порядки (самодержавство), які не дали змоги використати їх в інтересах народу. Натомість в Австро-Угорщині діяли громадські та політичні свободи, тому у відсталій Галичині були можливості для організації. «Українські діячі Російської імперії перенесли центр діяльності по другий бік кордону, …де могли скористатися з переваг ліберального габсбургського режиму». [8] Міграція з Наддніпрянщини давала місцевому руху приплив ідей та фінансів. Звідси походила й характеристика Галичини як «українського П'ємонту». [9]

Відіграв роль й розвиток австромарксизму. Як його теоретичних засад, в яких «ідея «класової боротьби» доповнилася націоналізмом» [13], так й організаційних. Австрійські есдеки визнали федеративний принцип партії: «між марксистами …виробився консенсус, що вони мають діяти солідарно, але кожен серед власного …пролетаріату». [8] А ось РСДРП була за злиття національних партій [22, с. 79-81]. Вона також визнала право на самовизначення, але була проти розділу держави після революції.

Діячі РУРП прийшли до соціалізму від Драгоманова. Їх ідеї містилися у програмі, працях І. Франка, М. Павлика. Стратегічними цілями були усуспільнення виробництва, демократичні свободи, національно-культурний розвиток. [20] Але РУРП не була класичною марксистською. Соціальною базою вона вважала селян, на їх думку, ближчих до соціалізму: «Наші господарі, загалом нужденнійше стоять від великоміских робітників, навіть наших; …вони по найбільшій части не мають наймитів.... Отже власне за такими господарями ми мусимо стояти». [17] Лише на початку XX ст. до програми внесли вимоги скорочення робочого дня, недільного відпочинку, робітничого контроля. Але партія ігнорувала й потреби селян й лише у 1905 р. внесла положення про викуп панських земель.

На першому етапі радикали обмежились вимогою крайової автономії. Її лідери були проти внесення до програми української держави як мети, вважали, що боротися за національні інтереси означає добиватися соціальних прав, піднесення культури. Без цього держава, навіть українська, діятиме в інтересах лише заможних верств.

Але була й інша течія. Її теоретик Ю. Бачинський вважав національні держави «властивим капіталізму етапом… Провідником у них мала бути буржуазія. Він прогнозував …утворення української держави. З ідей Бачинського було незрозуміло, яка буржуазія очолить державу, адже вона була неукраїнською». [18] Пролетаріат, вважав він, підтримає державотворення,

оскільки це сприятиме його організації. Ставились вимоги автономізації регіонів, поділу Галичини на українську та польську.

У 1895 р. до програми РУРП на вимогу цієї течії внесли вимогу окремої території з руських частин Галичини і Буковини, у 1905 р. – перетворення Австро-Угорщини на федерацію. Але представники цієї течії вже створили УСДП. Вона взяла за теорію «науковий соціалізм», але не визнавала диктатуру пролетаріату (дефіцит промислових робітників-українців) й навіть революцію, ідею якої не виключали навіть ревізіоністи. Партія декларувала опертя на міських робітників, але констатувала, що «основа української суспільності – мужики». [18]

На з'їзді австрійської соціал-демократії УСДП заявила: «Ми …стоїмо на грунті інтернаціональної солідарності пролетаріату Австрії і переконані, що тільки в …братській спілці і наш народ …може здобути національну волю. …Соціальне та політичне звільнення допускає …і національну емансипацію». [12] Отже, майбутню українську державу УСДП бачила соборною, але було незрозуміло, що у майбутній Австро-Угорській федерації змусить поставити питання про незалежність.

Тактичні засади УСДП теж викликали сумнів. Вона відмовлялася від співробітництва з іншими українськими партіями, що, враховуючи низьку її популярність, не відповідало меті досягнення незалежності.

РУП в ролі програми використовувала брошуру М. Міхновського «Самостійна Україна». Вона не містила цілей щодо різних сфер, а лише проголошувала необхідність створення держави. [16] Але загострення соціальних протиріч, поширення марксизму змусили оновити програмові засади. Ключовими теоретиками в ті роки стали Д. Антонович та М. Порш.

Антонович був редактором парторгану «Гасло». Недоліком брошури Міхновського вважав брак «соціалістичного світогляду». [1, с. 4] «Гасло» оголосило про відмову від «Самостійної України», а ЦК видав заяву про перехід на соціал-демократичні рейки. Антонович зазначав, що метою РУП є українська республіка трудящих із усуспільненням виробництва, націоналізацією землі та диктатурою пролетаріату. [2, с. 1]

Ідейним джерелом РУП Д. Антонович визначав демократичний соціалізм, але, на відміну від Європи, де він перейшов до парламентської боротьби, він «мусить стати соціалізмом революційним». [5, с. 3] Але він був проти погляду на селянство як реакційну силу, яке вважав головним об'єктом пропаганди РУП. [25, с. 55-56] Сам він визначав на той час ідеологію партії як мішанину есерства і бернштейніанства. [3, с. 190]

Із 1904 р. постає новий етап еволюції Антоновича. У статті «Неіснуюче питання» [6] він стверджує, що нації вигадала буржуазія, що відносини України

та Росії не такі, як між колонією та метрополією, критикує гасло автономії в майбутній республіці. На наш погляд, ці тези часто інтерпретують некоректно. М. Порш писав, що Антонович тоді «стояв на принципі державності: або політична самостійність України… або національне питання є «неіснуючим питанням», а тоді вистачить у програмі партії «обласного самоврядування» України». [19, с. 40] Тобто Антонович лишався прихильником незалежності як засобу розв'язання національного питання, але вважав за необхідне винести це питання за межі програми, оскільки його має вирішити все суспільство, натомість вимога автономії є «напівзаходом». Це було зумовлене й внутрішньопартійною боротьбою. Тому Антонович пристав до ідеї «обласництва» [25, с. 71, 76] в РСДРП, яка була за широке обласне самоврядування після революції. Але він критикував РСДРП, яка закидала «неруським соціал-демократичним організаціям ...націоналізм, а з другого боку видвинула дуже смутну теорію національної автономії під російським протекторатом». [7, с. 5].

Щодо тактики він орієнтував осередки на організацію політичної й економічної боротьби селянства. «Навряд чи …можливо зараз озброїти село та будувати там барикади. Зате політичний страйк, підсилений страйком економічним, спрямований проти найближчих для селян визискувачів, матиме популярність і є формою боротьби, що …може бути організований лише партійними органами». [4, с. 3]

М. Порш, який врешті виграв боротьбу за лідерство, мав інші погляди. Він вважав, що капіталізм веде до концентрації капіталу, збільшення прірви між політичним ладом і працюючими, що створює умови для класової свідомості. «Нарис програми» визначав метою РУП республіку, її союзниками – революційні партії народів Росії. Мали бути знищені станові привілеї, смертна кара, впроваджені загальне виборче право, свобода слова, спілок. В економіці передбачались 8-годинний робочий день, впровадження фабричної інспекції. Казенні та церковні землі мали бути вилучені до муніципальної власності. Скасовувались викупні платежі, інститут кругової поруки, сервітути, націоналізовувались ліси. Також передбачались пенсійне забезпечення, право на відпочинок, держфінансування дошкільної та шкільної освіти, скасування законів, які пригнічували жінку. [18]

Порш доводив, що національне питання є серед найважливіших. Національний гніт проявляється в економічній, культурній, політичній сферах і тяжіє над усіма верствами, в т.ч. над буржуазією (?!), але найбільше – на пролетаріаті. [24] Він був прихильником незалежності, але вважав це справою майбутнього, а наразі це гасло могло зруйнувати єдність у боротьбі, тому

доцільно обмежитись вимогою автономії у федеративній республіці, але її конституція мала проголосити право на відокремлення.

У програмі УСДРП 1905 р. засуджувалося національне гноблення, яке призводить до культурної, економічної та політичної відсталості націй і шкодить розвиткові класової боротьби. Партія була за реалізацію права на самовизначення у формі національно-територіальної автономії, яка б забезпечувала «вільний культурний і громадський розвиток». [18]

Виникало питання, що змусить з часом перейти до незалежності, якщо федералізм та автономізм розв'яжуть національне питання. На нашу думку, логіка була такою. Порш був переконаний, що вони його розв'яжуть, але за відсутності економічних конфліктів. «Коли ж вони виявляються, пролетаріат мусить включити до програми тезу політичної самостійності». [25, с. 73-74] Тобто, як й Бачинський, він вважав неминучим етап буржуазної демократії й суспільні суперечності призведуть до висунення гасла незалежності, а остаточно національне питання міг вирішити соціалізм. Цей погляд виходить за межі згаданої класифікації партій на інтернаціональні та національні. Також не зовсім зрозуміло, чому ця логіка не поширювалась на ідею автономії.

Ще одним дискусійним питанням була взаємодія з РСДРП. На думку О. Федькова, в партії було три напрями. «Автономісти» та «федералісти» виступали за входження до РСДРП. Автономісти вважали, що об'єднання має відбутися на засадах автономії, федералісти прагнули будувати відносини з російськими марксистами на зразок того, що пропонував Бунд – створення «федерації соціалдемократичних партій». Існували й прихильники незалежної української партії. [22, с. 115-116] Керівники РУП були федералістами. А на засадах автономізму виділилося крило, яке називають «Спілкою» (УСДС). Її лідери негативно сприймали «Самостійну Україну». Вони вважали, що Україна та Росія утворюють єдиний організм, міський пролетаріат русифікований, а акцентування на національному питанні ослаблює боротьбу, гальмує формування класової свідомості та загрожує поглинанням РУП з боку РСДРП. [18] Ідеолог «Спілки» П. Тучапський писав, що «інтереси пролетаріату …не потребують автономії України», що побоювання щодо централізації можна нейтралізувати «реалізацією програми РСДРП: розвитком широкого місцевого та обласного самоврядування, наданням рівноправності усім громадянам і запровадженням демократичних прав і свобод. Подоланню нерівності сприятиме використання рідної мови». [22, с. 119] За оцінкою О. Федькова, «Спілка» «прагнула очолити боротьбу українського робітничого класу, переважно сільськогосподарського, спрямовану на повалення царизму та запровадження демократичного республіканського ладу». [22, с. 148]

На зламі 1904-1905 рр. члени «Спілки» вийшли з РУП та влились до РСДРП. Вони твердили, що в РУП «більшість …штовхала пролетаріат на шлях «націоналістичної боротьби». [22, с. 222] У роки революції «Спілка» була впливовішою за УСДРП [11, с. 51], але пізніше була розгромлена. В роки світової війни світогляд «спілчан», наприклад, О. Скоропис-Йолтуховського, еволюціонував в бік гасла незалежності та підтримки Австро-Угорщини у війні з Росією.

Висновки. Економічні, соціальні, політичні рамки діяльності есдеків України відрізнялись від Європи, де зародився марксизм. Проблемою були етносоціальна структура, дефіцит національного пролетаріату як класичної бази соціал-демократії, специфіка національної свідомості селянства. Українська соціал-демократія не дала однозначну відповідь на виклики. Її недоліками були недостатня розробка впливу національних відносин на соціальні групи, копіювання положень про неминучість капіталізму та панування буржуазії на цьому етапі. Соціальні та національні аспекти визволення розривались, що стало підставою звинувачень у націоналізмі. Непроаналізованим лишилось становлення організованого капіталізму. Вони лише частково усвідомили, що втілюваність гасел зумовлювалась місцем в ієрархії влади – на державному рівні та у самому визвольному русі. Реалії ігнорувались на користь абстрактної стрункості ідей.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням проблеми в інших контекстах – еволюції поглядів соціал-демократії у XX ст., підходів до проблеми інших течій політикуму. Доцільно й звернути увагу на обгрунтування механізмів реалізації концепцій, що вивчаються.

Список використаних джерел:

1. Антонович Д. Від редакції**.** *Гасло*. 1903. Ч. 1. С. 4-5.

2. Антонович Д. Від редакції. *Гасло*. 1902. №12. С. 1-4.

3. Антонович Д. Карл Маркс і українці**.** *Дзвін*. 1913. № 3. С. 187-190.

4. Антонович Д. Наша тактика під взглядом революційних подій**.** *Праця*. 1905. Ч. 11. С. 2-3.

5. Антонович Д. Шлях боротьби. *Гасло*. 1902. Ч. 1. С. 2-5.

6. Войнилович С. Неістнуюче питання. *Праця*. 1905. Ч. 11. С. 2-5.

7. Войнилович С. Ще про неістнуюче питання. *Праця*. 1905. Ч. 12. С. 3-5.

8. Грицяк Я. Українська соціал-демократія та Українська національна держава у 1917-1920 роках. Фонд ім. Ф. Еберта. URL: https://surl.lu/qygfaq (дата звернення: 06.02.2025).

9. Грушевський М. Украинскій Пьемонтъ. *Украинский вестник*. 1906. №2. С. 104-108. URL: https://surl.li/gbooss (дата звернення: 10.06.2025).

10. Драгоманов М.П. Автобиографическая заметка. *Драгоманов М.П. Літературно-публіцистичні праці*: у 2 т. Київ, 1970. Т. 1. С. 7-133. URL: https://surl.li/pmqvxb (дата звернення: 10.05.2025).

11. Дубінський В., Федьков О. Участь Української соціал-демократичної Спілки в роботі загальноімперських з'їздів і конференцій РСДРП у 1905–1907 рр. *Науковий вісн. Чернівецького ун-ту. Серія Історія.* 2021. №2 (54). С. 45-55.

12. Звіт про науково-дослідну роботу «Інституційно-комунікативна модель політики регіонального розвитку та територіальної інтеграції» (6ДБ-2015) (заключний). URL: https://surl.lu/uazatc (дата звернення: 01.06.2025).

13. Кісь Н. Русько-Українська радикальна партія (РУРП). URL: https://surl.lu/mckywr (дата ззвернення: 13.04.2025).

14. Коржик Р. Леся Українка. Марксистські рефлексії Лесі Косач. *Артефакт*. 2021. URL: https://surl.li/xdstkq (дата звернення: 01.07.2025).

15. Леся Українка. В дому роботи, в країні неволі. URL: https://surl.lu/takaxm (дата звернення: 01.07.2025).

16. Міхновський М. Самостійна Україна. Лондон: Бібліотека і музей ім. Т. Шевченка, 1967. URL: https://surl.li/nmbybc (дата звернення: 12.04.2025).

17. Павлик М. Наші селяне й радикалізм. URL: https://surli.cc/ppkiqr (дата звернення: 18.05.2025).

18. Перегуда Є.В. Політична думка України на зламі XIX-XX століть. *Історія політичної думки України*: підручник. За заг. ред. Н.М. Хоми. Львів: Новий Світ-2000, 2017. С. 216-239. URL: https://surl.li/eeskyo (дата звернення: 01.02.2025).

19. Порш М. На спільному шляху**.** *Симон Петлюра в молодості: Збірка споминів***.** Львів: Хортиця, 1936. С. 31-62.

20. Програма Руско-украінскоі радикальноі партіі. URL: https://zbruc.eu/node/42575 (дата звернення: 01.06.2025).

21. Розвиток політичної думки в Україні наприкінці XIX – на початку XX ст. (конспект). URL: https://surl.lu/pewnqs (дата звернення: 03.05.2025).)

22. Федьков О. Українська соціал-демократична спілка на початку XX ст.: у пошуках ідейно-політичної ідентичності: монографія. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2017. 600 с. URL: https://surl.li/fkkzpw (дата звернення: 03.04.2025).

23. Химка Ж.-П. Український соціялізм у Галичині (до розколу в Радикальній Партії 1899 р.). *Journal of Ukrainian Graduate Studies*. 1979. Vol. 4, No 2. P. 33-51. URL: https://surl.li/ugqheq (дата звернення: 27.04.2025).

24. Чацький. З приводу «неістнуючого питання». *Праця*. 1905. Ч. 13- 14. С. 2–6.

25. Шаповал А.І. Громадсько-політична та наукова діяльність Дмитра Антоновича. Дис. … канд. іст. наук. 07.00.01 – Історія України. Київський національний лінгвістичний університет. Київ, 2010. URL: https://surl.li/uztcvq (дата звернення: 01.07.2025).

Professor **Ievgen Perehuda,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

UKRAINIAN SOCIAL DEMOCRACY OF THE LATE 19TH – EARLY 20TH CENTURIES: BETWEEN THE SOCIAL AND NATIONAL REVOLUTIONS

The views of Ukrainian social democracy on the relationship between social and national issues of liberation are relevant because it still determines political cleavages today. The guidelines for assessment are, in particular, the ideas of M. Hrushevsky and Lesya Ukrainka, who believed that for Ukrainians, an emphasis on social issues determines national solidarity. The aim of the article is a critical analysis

of the concepts of social democratic parties regarding the prospects of liberation, in particular, the relationship between social and national transformations. The object is the Russian-Ukrainian Radical (RURP) and Social Democratic (USDP) parties in Western Ukraine, the Revolutionary Party (RUP), renamed USDRP – in the Dnieper region. Historical, comparative and structural-functional methods were used. In Ukraine, the social elite was predominantly non-Ukrainian. Ukrainians were a significant part of the working class only in the Dnieper region, but here too they were mostly low-skilled personnel. The majority of the peasants were Ukrainians, but their consciousness was specific. For the intelligentsia, the nation was politics and culture, for the peasants, land and bread. The RURP did not put forward radical slogans on the national issue, limiting itself to regional self-governance. But there was another trend in the party that defined the creation of a Ukrainian state as its goal, but this slogan was not the result of a thorough analysis, but a tracing of Marxist theory regarding other countries. The first stage set the task of autonomization, the division of Galichina. Under the influence of this trend, the RURP adopted the slogan of the division, but yielded to the influence of national democracy. The young radicals formed the USDP, which found itself on the political margins. Also the specifics of ideological evolution in the RUP (USDRP), in particular the views of D. Antonovych, M. Porsh, and the "Union" on the correlation of social and national issues of liberation, the prospects of state and legal institutions after the overthrow of the autocracy, the shortcomings of these views are analyzed. A problem of Ukrainian social democracy were the ethno-social structure, the lack of a national working class as the classical basis of social democracy, and the specifics of the national consciousness of the peasantry. Social democracy did not give an unambiguous answer to the challenges. Its shortcomings consisted in the insufficient development of the influence of national relations on social groups, the tracing of the provisions about the inevitability of capitalism, about the domination of the bourgeoisie at this stage. The social and national aspects were separated. The formation of organized capitalism remained unanalyzed.

Keywords: social democracy; social revolution; autonomy; independence; working class; peasantry; Russian-Ukrainian Radical Party; Ukrainian Social Democratic Party; Revolutionary Ukrainian Party; Ukrainian Social Democratic Workers' Party; Ukrainian Social Democratic Union; Julian Bachynsky; Dmytro Antonovych; Mykola Porsh.

REFERENCES:

1. Antonovych D. Vid redaktsii [From editor]. Haslo. 1903. Ch. 1. S. 4-5. {in Ukrainian}

2. Antonovych D. Vid redaktsii [From editor]. Haslo. 1902. Ch. 12. S. 1-4. {in Ukrainian}

3. Antonovych D. Karl Marks i ukraintsi [Karl Marx and Ukrainians]. Dzvin. 1913. № 3. S. 187-190. {in Ukrainian}

4. Antonovych D. Nasha taktyka pid vzghliadom revoliutsiinykh podii [Our tactics in the light of revolutionary events]. Pratsia. 1905. Ch. 11. S. 2-3. {in Ukrainian}

5. Antonovych D. Shliakh borotby [The path of struggle]. Haslo. 1902. Ch. 1. S. 2-5. {in Ukrainian}

6. Voinylovych S. Neistnuiuche pytannia [Non-existent question]. Pratsia. 1905. Ch. 11. S. 2-5. {in Ukrainian}

7. Voinylovych S. Shche pro neistnuiuche pytannia [Another non-existent question]. Pratsia. 1905. Ch. 12. S. 3-5. {in Ukrainian}

8. Hrytsiak Ya. Ukrainska sotsial-demokratiia ta Ukrainska natsionalna derzhava u 1917-1920 rokakh [Ukrainian Social Democracy and the Ukrainian National State in 1917-1920]. Fond im. F. Eberta. Retrieved Ftbruary 06, 2025, from: https://surl.lu/qygfaq {in Ukrainian}.

9. Hrushevskyi M. Ukraynskii Pemontъ [Ukrainian Piedmont]. Ukraynskyi vestnyk. 1906. №2. С. 104-108. Retrieved June 10, 2025, from: https://surl.li/gbooss {in Ukrainian}.

10. Drahomanov M.P. Avtobyohrafycheskaia zametka [Autobiographical note]. Drahomanov M.P. Literaturno-publitsystychni pratsi: u 2 t. Kyiv, 1970. T. 1. S. 7-133. Retrieved May 10, 2025, from: https://surl.li/pmqvxb {in Ukrainian}.

11. Dubinskyi V., Fedkov O. Uchast Ukrainskoi sotsial-demokratychnoi Spilky v roboti zahalnoimperskykh zizdiv i konferentsii RSDRP u 1905–1907 rr [Participation of the Ukrainian Social Democratic Union in the work of the all-imperial congresses and conferences of the RSDLP in 1905–1907]. Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu. Seriia Istoriia. 2021. №2 (54). S. 45-55. {in Ukrainian}

12. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu «Instytutsiino-komunikatyvna model polityky rehionalnoho rozvytku ta terytorialnoi intehratsii» (6DB-2015) (zakliuchnyi) [Report on the research work "Institutional and communicative model of regional development and territorial integration policy" (6DB-2015) (final)]. Retrieved June 01, 2025, from: https://surl.lu/uazatc {in Ukrainian}.

13. Kis N. Rusko-Ukrainska radykalna partiia (RURP) [Russian-Ukrainian Radical Party (RURP)]. Retrieved April 13, 2025, from: https://surl.lu/mckywr {in Ukrainian}.

14. Korzhyk R. Lesia Ukrainka. Marksystski refleksii Lesi Kosach [Lesya Ukrainka. Marxist Reflections of Lesya Kosach]. Artefakt. 2021. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/xdstkq {in Ukrainian}.

15. Lesia Ukrainka. V domu roboty, v kraini nevoli [In the house of work, in the land of slavery]. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.lu/takaxm {in Ukrainian}.

16. Mikhnovskyi M. Samostiina Ukraina [Independent Ukraine]. London: Biblioteka i muzei im. T. Shevchenka, 1967. Retrieved April 12, 2025, from: https://surl.li/nmbybc {in Ukrainian}.

17. Pavlyk M. Nashi seliane y radykalizm [Our peasants and radicalism]. Retrieved May 18, 2025, from: https://surli.cc/ppkiqr {in Ukrainian}.

18. Perehuda Ie.V. Politychna dumka Ukrainy na zlami KhIKh-KhKh stolit [Political thought in Ukraine at the turn of the 19th and 20th centuries]. Istoriia politychnoi dumky Ukrainy: pidruchnyk. Za zah. red. N.M. Khomy. Lviv: Novyi Svit-2000, 2017. S. 216-239. Retrieved February 01, 2025, from: https://surl.li/eeskyo {in Ukrainian}.

19. Porsh M. Na spilnomu shliakhu [On a common path]. Symon Petliura v molodosti: Zbirka spomyniv. Lviv: Khortytsia, 1936. S. 31-62. {in Ukrainian}

20. Prohrama Rusko-ukrainskoi radykalnoi partii [Program of the Russian-Ukrainian Radical Party]. Retrieved June 01, 2025, from: https://zbruc.eu/node/42575 {in Ukrainian}.

21. Rozvytok politychnoi dumky v Ukraini naprykintsi XIX – na pochatku XX st. (konspekt) [The development of political thought in Ukraine in the late 19th and early 20th centuries (summary)]. Retrieved May 03, 2025, from: https://surl.lu/pewnqs. {in Ukrainian}

22. Fedkov O. Ukrainska sotsial-demokratychna spilka na pochatku KhKh st.: u poshukakh ideino-politychnoi identychnosti: monohrafiia [Ukrainian Social Democratic Union at the beginning of the 20th century: in search of ideological and political identity: monograph]. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohiienka, 2017. 600 s. Retrieved April 03, 2025, from: https://surl.li/fkkzpw {in Ukrainian}.

23. Khymka Zh.-P. Ukrainskyi sotsiializm u Halychyni (do rozkolu v Radykalnii Partii 1899 r.) [Ukrainian socialism in Galicia (before the split in the Radical Party in 1899)]. Journal of Ukrainian Graduate Studies. 1979. Vol. 4, No 2. P. 33-51. Retrieved April 27, 2025, from: https://surl.li/ugqheq {in Ukrainian}.

24. Chatskyi. Z pryvodu «neistnuiuchoho pytannia» [Regarding the "non-existent question"]. Pratsia. 1905. Ch. 13- 14. S. 2–6. {in Ukrainian}

25. Shapoval A.I. Hromadsko-politychna ta naukova diialnist Dmytra Antonovycha [Public, political and scientific activities of Dmytro Antonovych]. Dys. … kand. ist. nauk. 07.00.01 – Istoriia Ukrainy. Kyivskyi natsionalnyi linhvistychnyi universytet. Kyiv, 2010. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/uztcvq {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.808-818
УДК323
Степанюк І.Л.,
Stepaniuk_il-2022@knuba.edu.ua; ORCID: 0009-0003-6055-4451;
Київський національний університет будівництва і архітектури

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЖИТЛОВИМ ФОНДОМ: ПРАВОВІ ТА ПОЛІТИЧНІ АСПЕКТИ

Управління житлофондом є важливим напрямом житлової політики. Реформування системи управління стане логічним кроком після ухвалення рамкового закону про засади житлової політики.

Мета статті полягає в дослідженні становлення системи управління житлом; аналізі сучасного її стану; перспектив реформування.

Використано неоінституціональний підхід; зокрема напрям історичного інституціоналізму; структурно-функціональний підхід; який полягає у з'ясуванні місця системи управління житлом в управлінні суспільством.

Система управління житлом; сформована у радянський період; була націлена на забезпечення контроля держави як власника житла над громадянами. Вона не стимулювала підвищення якості послуг; була неефективною. Але певні соціальні групи були зацікавлені у її збереженні. У 1990-тих роках формувалися передумови для її реформування завдяки новій власності на житло. Реформування полягало у зміні економічних відносин; формуванні нових організаційних форм управління; напрацюванні законодавчої бази; технічному переоснащенні.

Проаналізовано законодавчі акти; які приймали парламент та уряд з метою реформування; зокрема закон про об'єднання співвласників багатоквартирних будинків як потенційно найбільш ефективного управителя. Але результати реформ були далекі від очкуваних. На заваді стали відсутність підзаконних актів; неготовність населення до відповідальності за спільне майно та об'єктивні причини; включно завершення строку експлуатації житла перших індустріальних серій при обмеженні фінансових ресурсів співвласників.

Розглянуті ініціативи останніх двох років щодо стимулювання реформ. Їх напрямом є запровадження у кожному будинку юридичної особи; що представлятиме інтереси співвласників. Планують створити нову категорію земель – «земельна ділянка багатоквартирного будинку» – та передавати їх у власність співвласникам будинків.

Ключові слова: житлова політика; управління житлом; об'єднання співвласників багатоквартирним будинком; житлово-комунальні послуги; прибудинкова територія; спільна власність; реєстр.

Актуальність. Управління житлом є важливою складовою житлової політики. Комітет Верховної Ради з питань організації державної влади; місцевого самоврядування; регіонального розвитку та містобудування повідомив; що наразі відбувається робота над розробкою реформи системи управління житловим фондом. Це логічний крок після розробки рамкового закону про основні засади житлової політики; прийняття якого за основу відбулось у липні. Це зумовлено актуальністю проблеми економічної ефективності житлового господарства; значною роллю компаній з управління житлом в організації життя громадян; їх впливі; нехай й опосередкованому; на громадські настрої; а відтак й в цілому на суспільно-політичні процеси; а також відсутністю значних успіхів у попередні роки в реформуванні системи управління житлом.

Аналіз публікацій. Вивчення системи управління житловим фондом тісно пов'язане з дослідженням житлової політики в цілому. Вона неодноразово ставала об'єктом наукових досліджень. Детальний опис історіографії був наданий нами у минулому випуску «Просторового розвитку». Провідними дослідниками цього напряму були О. Більовський; П. Федорів; Ю. Ломоносова та ін. Інституційно ці проблеми грунтовно вивчає Центр CEDOS; який в останні роки робить щорічні аналітичні звіти з проблем забезпечення житлом; торкаючись; зокрема; й питань управління ним. Науковці довели; що житлова політика; зокрема управління житловим фондом; є предметом політологічних досліджень; оскільки полягають у взаємодії соціальних груп; які мають власні інтереси; що реалізуються через житлову; муніципальну; регіональну та інші політики; а також політичних акторів з розподілу влади.

Також проблеми управління та реформування житлово-комунального господарства вивчали Бабаєв В.М.; Димченко О.В.; Клюшниченко Є.Є.; Качала Т.М.; Максименко О.С.; Симонов Ю.Ф.; Шилова Т.О. та ін. Їх аналізував й випускник КНУБА А. Беркута; який багато років працював на вищих посадах в системі органів виконавчої влади; до компетенції яких входили будівництво та ЖКГ. Проблеми становлення об'єднань співвласників багатоквартирних будинків; зокрема в контексті реформи енергоефективності; вивчав Є. Перегуда. Автор цієї статті теж має досвід дослідження цих питань. Але більшість дослідників грунтовно не займалися причинами невдач попередніх реформ системи управління житлом.

Мета статті полягає в дослідженні історії становлення системи управління житловим фондом в незалежній Україні; аналізі сучасного її стану; шляхів та перспектив реформування.

Методи та методологія досліджень. Автором використано при аналізі неоінституціональний підхід; зокрема такий його напрям як історичний інституціоналізм. Засади системи управління; які були сформовані у попередній історичний період; значною мірою визначили особливості реформування в роки незалежності. Також застосовано структурно-функціональний підхід; який полягає; зокрема; у з'ясуванні місця системи управління житлом та організацій; які його здійснюють; в управлінні суспільством; реалізації політико-владних функцій.

Виклад основного матеріалу. Система управління житловим фондом; яку успадкувала незалежна Україна від радянських часів (так звана система жеків); була одним з негативних спадків у сфері житлового господарства. Вона грунтувалася на державній власності на житло. Система не стимулювала підвищення якості житлово-комунальних послуг; відповідальність споживачів послуг (мешканців будинків). Порядок формування тарифів на послуги був недосконалий. Вони не відповідали фактичним витратам та; відповідно; не забезпечували оновлення основних фондів; досягнення параметрів енергоефективності; проблема чого постала вже у на початку незалежності. Таким чином; система була фінансово неефективною. З іншого боку; вона породжувала корупцію у сфері житлово-комунального господарства; зокрема завдяки злиттю замовника житлово-комунальних послуг та підрядника. За свідченням А. Беркути; близько 30% витрат жеків проходили за статтею «інші витрати»; які неможливо було проконтролювати. Відтак певні соціальні групи були зацікавлені у збереженні системи; яка існувала. Водночас суспільно-політичний зміст останьої полягав й у забезпеченні контроля держави; тобто власника житла; над громадянами.

Проте у другій половині 1990-тих років поступово формувалися передумови для реформування системи управління житлом завдяки радикальній зміні засад власності на нього. Понад 90% квартир було передано у приватну власність мешканців. Частка державної (комунальної) власності скоротилась до показника менше 10%. Водночас зростала й незацікавленість держави у спрямуванні асигнувань на цей сектор.

Засади реформування житлово-комунального господарства полягали у зміні економічних відносин в системі управління житлом; формуванні нових організаційно-правових форм управління; напрацюванні відповідної законодавчої бази; технічному переоснащенні з метою підвищення ефективності та надійності функціонування ЖКГ; забезпеченні сталого

розвитку для задоволення потреб населення та господарського комплексу в житлово-комунальних послугах відповідно до встановлених нормативів. [14; с. 179-180]

Схвалена у 1995 р. Верховною Радою України Концепція державної житлової політики передбачала; зокрема; перехід на самоокупну систему плати за житло й комунальні послуги; перерозподіл функцій між органами держави; місцевого самоврядування; підприємствами; установами та організаціями у сфері утримання житла з метою їх децентралізації. [2]

Тут слід зазначити; що поняття житлового фонду не обмежується приватизованими квартирами; а включає спільне господарство (прибудинкові території; інженерні комунікації; сходи тощо); яке не може бути приватизоване; а теоретично може бути лише у спільній сумісної власності. Інституціоналізація останньої є одним з аспектів інституційних реформ у ЖКГ; а також фундаментом становлення громадянського суспільства у цьому секторі; оскільки основою цього становлення є якраз управління спільною власністю. Окремо виділимо проблему земельних ділянок під будинками. При приватизації квартир в будинках земля залишилась у комунальній власності; що не лише несло загрози для мешканців; а й сприяло посиленню контроля органів влади над ними.

У 1999 р. Президент України видав Указ Президента «Про прискорення реформування житлово-комунального господарства» [12]; а Кабінет Міністрів затвердив програму проведення житлово-комунальної реформи на 1999-2001 роки. [13] Результатом стала передача підприємств житлово-комунального господарства з державної власності у комунальну.

У 2001 р. було ухвалено низку законів; які були спрямовані на вирішення проблеми. По-перше; Закон «Про об’єднання співвласників багатоквартирного будинку». [9] Він передбачав перехід до управління житлом потенційно найбільш ефективним управителем; а саме самими співвласниками будинку. [1]

По-друге; ще у 1997 р. Закон «Про місцеве самоврядування в Україні» вніс до переліку органів місцевого самоврядування органи самоорганізації населення. У 2001 р. їх діяльність законодавча була регламентована. [10] Закон передбачав; зокрема; можливість створення будинкових комітетів з передачею їм місцевими радами відповідних матеріальних та фінансових ресурсів. Таким чином; їм могли передаватись в управління прибудинкові території; що частково вирішувало проблему того; що землі під будинками з приватизованими квартирами була комунальною власністю.

У 2004 р. Верховна Рада ухвалила Закон «Про житлово-комунальні послуги». Він був рамковим у сфері ЖКГ; визначив чіткі терміни (житлово-комунальні послуги; балансоутримувач будинку; управитель; утримання

будинку і прибудинкової території). Було визначені повноваження державних та місцевих органів; надано класифікацію житлово-комунальних послуг; визначено мінімальні норми їх надання; права та обов'язки споживачів; виробників послуг; порядок укладення договорів; основні принципи тарифоутворення та оплати послуг. Закон діяв до 2018 р.; коли його замінив новий однойменний закон. [7]

У 2004 р. Верховна Рада затвердила Загальнодержавну програму реформування та розвитку ЖКГ на 2004-2010 рр. З метою проведення реформи; реалізації державної політики у сфері ЖКГ; здійснення управління та міжгалузевої координації роботи галузі було створено Міністерство з питань житлово-комунального господарства. Напрямами реформування ЖКГ визначили: удосконалення системи управління підприємствами й організаціями всіх форм власності; розвиток ринкових відносин між суб'єктами господарювання; втілення ефективної політики енергозбереження; поглиблення демонополізації; створення конкурентного середовища та ринку послуг; реструктуризація підприємств і організацій тощо. У той самий час ставиться завдання з вирішення таких важливих проблем: створення чіткої законодавчої бази; забезпечення адресного соціального захисту населення на час реформування; забезпечення беззбиткового функціонування підприємств за прозорої економічно обґрунтованої системи визначення рівня тарифів на послуги.

Новий поштовх реформам надала Революція Гідності. Майже одразу після зміни влади в Україні були внесені зміни до деяких законів щодо удосконалення розрахунків за електроенергію. [6] Вони заклали обов'язок надавачів житлово-комунальних послуг (теплокомуненерго; водоканалів) укладати прямі договори зі споживачами – співвласниками багатоквартирних будинків. Це було досить ефективною нормою; оскільки споживач напряму сплачував за послугу та мав право вимагати її якості. Тобто посилювалась відповідальність надавачів послуг за якість послуг; а споживачів – за їх оплату.

Однак найбільш важливим у сфері реформування системи управління житлом стало ухвалення Закону «Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку» [11]. Було передбачено; що до 1.07.2016 р. усі співвласники багатоквартирних будинків мали визначитись з формою управління будинком – це могли бути або ОСББ; або управляюча компанія. Це внесло новий формат в управління будинком; тобто співвласники самостійно управляють ним або наймають компанію; яка обслуговує будинок. Мав бути здійсненим відхід від системи комунальних жеків; які нав'язувались співвласникам органами влади та контролювались ними; що показало на практиці малоефективність.

Позитивом було й те; що тариф; за яким надавались житлово-комунальні послуги; не потрібно було затверджувати в органах місцевого самоврядування; а співвласники самостійно могли визначити його для ОСББ або управляючої компанії. Також співвласники самі могли вибрати; які саме послуги має надавати ОСББ або управитель; контролювати їх якість.

Водночас у встановлений термін ОСББ не були створені в більшості будинків та; відповідно; не було визначено управителів. Цей термін неодноразово переносили.

Що ж стало на заваді реалізації вказаного закону? З одного боку; це відсутність належних підзаконних актів; з іншого –неготовність населення щодо самостійного управління будинком [5] та до відповідальності за спільне майно. Водночас; на нашу думку; причиною нестворення ОСББ були й об'єктивні причини. На той час фактично сплинув проєктний строк експлуатації житла перших індустріальних серій. Постала проблема реконструкції житла. Держава прагнула вирішити цю проблему [8]; але; враховуючи її обсяг; зробити це було вкрай важко. Відповідно до Закону «Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку» усю відповідальність за відновлення інфраструктури будинків тепер несли власники квартир. По суті держава переклала на власників відповідальність за вирішення цієї проблеми. Хоча останні протягом попередніх десятиліть сплачували за житлово-комунальні послуги. Тому принцип справедливості вимагав; щоб держава здійснила перший капремонт будинків перед передачею їх до ОСББ.

Оскільки ОСББ не були створені у більшості будинків; було вирішено; що там; де їх не створили; місцева рада має провести конкурс; на якому визначити управителя. У договорі; який укладався за результатами конкурсу; мала визначатися вартість послуг. Проте це положення сьогодні не реалізовано. Органи місцевого самоврядування посилаються на нерегламентованість порядку проведення конкурсів; а також; в умовах війни; на відсутність належних ресурсів для їх проведення та фактично самоусунулись від проведення конкурсів. Водночас останні роки; в першу чергу воєнні; стали періодом значного зростання вартості послуг. І якщо раніше компанії з управління подавали розрахунки до органів місцевого самоврядування й останні затверджували коригування тарифів; то наразі вони відмовляються робити це; посилаючись на законодавчі положення; але водночас не проводять конкурси; за підсумками яких мали б встановлюватись тарифи. По суті органи місцевого самоврядування усунулись від своїх обов'язків; переклавши проблему на компанії з управління. Ще одним недоліком в ході реалізації реформи було те; що так й не було реалізовано законодавче положення про укладання прямих відносин між споживачами послуг та надавачами послуг

теплопостачання; водопостачання та усунення з цього ланцюга управителів майна. Держава ж у свою чергу також відмовляється від регламентації порядку проведення конкурсів та примусу органів самоврядування до виконання вимог законодавства.

У 2024 р. тодішнє Міністерство розвитку громад; територій та інфраструктури оприлюднило для обговорення проєкт змін до законів України щодо управління житловим фондом. Серед іншого пропонувались кардинальні зміни до Закону «Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку». [4] У жовтні 2025 р. в Києві відбувся Всеукраїнський форум управителів багатоквартирними будинками «Від стійкості до відбудови: діяльність управителів під час війни». У форумі також взяли участь народні депутати України; представники органів місцевого самоврядування; ОСББ; а також представники асоціацій «Укрводоканалекологія»; «Укртеплокомуненерго»; Асоціації ліфтовиків України; які надають житлово-комунальні послуги; ДУ «Фонд енергоефективності»; ДСНС України. Міністерство розвитку громад та територій задекларувало продовження роботи над системним оновленням підходів до управління житлом. Метою реформи воно визначило створення професійної; прозорої та ефективної системи управління будинками; незалежно від форми власності чи способу управління. [3] В межах реформи розробляється новий Закон «Про управління житловим фондом». Зокрема; він має встановити сучасні правила збереження та продовження строку експлуатації житла. [3]

Основним напрямом реформи названо запровадження у кожному будинку юридичної особи; що представлятиме інтереси співвласників та нестиме відповідальність за управління. Право власності на земельну ділянку під будинком і прибудинковою територією планується закріпити через створення окремої категорії земель – «земельна ділянка багатоквартирного будинку» – та передачі її у власність співвласникам. Проведення реформи також потребуватиме прийняття підзаконних актів; зокрема; запровадження сертифікації управителів. В контексті стрімкого поширення цифрових технологій планується створити Реєстр управління багатоквартирними будинками; що забезпечить електронний облік; зберігання документів і зручну взаємодію співвласників. [3]

Висновки. Отже; становлення житлової політики в незалежній Україні потребувало реформування системи управління житлом. В період неоліберальних реформ відбулась реформа права власності на житло; що заклало передумови для реформування інституту управління ним. Проте інституційні реформи; що проводились надалі; не були доведені до логічного

завершення. Причинами цього були незацікавленість певних соціальних груп у становленні ефективної системи управління житлом та; навпаки; їх зацікавленість у збереженні непрозорих фінансових потоків; несформованість до кінця законодавчої бази; зокрема; невирішеність питань виділення землі; особливості суспільної психології українців; усунення органів державної влади та місцевого самоврядування від виконання обов'язків з нормативної регламентації реформ та реалізації необхідних адміністративних заходів тощо. У повоєнний час ця проблема постане на порядок денний; викличе нові соціальні суперечності; які були придушені у зв'язку з війною.

Перспективи подальших досліджень пов'язані; зокрема; з аналізом вказаних суперечностей; ролі цифрових технологій у реформуванні системи управління житлом; розробкою рекомендацій щодо управління соціальним та службовим житлом; а також створення житлових кооперативів та ролі міжнародних структур у реформуванні.

Список використаних джерел:

1. Декларація принципів спільноти ПРООСББ. URL: https://proosbb.info/declaration (дата звернення: 01.10.2024).

2. Концепція державної житлової політики: Постанова Верховної Ради України від 30.06.1995 р. № 254/95-ВР. URL: https://surl.li/nthfac (дата звернення: 15.04.2025).

3. Мінрозвитку працює над реформою управління житловим фондом. 15 жовтня 2025. URL: https://surl.li/uqtymh (дата звернення: 20.10.2025).

4. Обговорення проекту Закону «Про внесення змін до деяких законів України щодо управління житловим фондом». 16.08.2024. URL: https://proosbb.info/node/1027 (дата звернення: 31.08.2024).

5. Перегуда Є.В.; Місержи С.Д. «Комунальна революція»: деякі параметри громадянської участі. *Politicus*. 2016. №1. С. 122-125.

6. Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення розрахунків за електроенергію: Закон України від 10.04.2014 р. №1198-VII. *Відомості Верховної Ради*. 2014. № 23. Ст.874. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1198-18 (дата звернення: 17.12.2018).

7. Про житлово-комунальні послуги: Закон України від 09 листопада 2017 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2189-19#n436 (дата звернення: 16.04.2025).

8. Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду: Закон України від 22.12.2006 р. №525-V. *Відомості Верховної Ради України*. 2007. №10. Ст. 88. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/525-16 (дата звернення: 22.03.2014).

9. Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку: Закон України від 29.11.2001 р. №2866-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2002. № 10. Ст.78. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2866-14#Text (дата звернення: 01.06.2025).

10. Про органи самоорганізації населення: Закон України від 11 липня 2001 р. №2625-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2625-14#Text (дата звернення: 01.08.2024).

11. Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку: Закон України від 14.05.2015 р. №417-VIII. *Відомості Верховної Ради*. 2015. № 29. Ст.262. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/417-19#Text (дата звернення: 08.11.2017).

12. Про прискорення реформування житлово-комунального господарства: Указ Президента України від 19.10.1999 р. №1351/99. URL: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1351/99 (дата звернення: 16.04.2025).

13. Програма проведення житлово-комунальної реформи на 1999-2001 роки: затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 29.01.1999 р. №113. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/113-99-%D0%BF (дата звернення: 16.04.2025).

14. Степанюк І.Л. Розвиток законодавчого забезпечення реформування житлово-комунального господарства. *Держава і право:* Збірник наукових праць. Серія Політичні науки. Випуск 76. Ін-т держави і права ім. В.М. Корецького НАН України. Київ: Вид-во «Юридична думка»; 2017. С. 177-187.

PhD Student **Ihor Stepaniuk,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

STATUS AND PROSPECTS OF THE HOUSING MANAGEMENT SYSTEM: LEGAL AND POLITICAL ASPECTS

Housing stock management is an important area of housing policy. Reforming the management system will be a logical step after the adoption of the framework law on the principles of housing policy.

The purpose of the article is to study the formation of the housing management system; analyze its current state; and reform prospects.

A neo-institutional approach is used; in particular; the direction of historical institutionalism; so as a structural-functional approach; which consists in clarifying the place of the housing management system in the management of society.

The housing management system; formed in the Soviet period; was aimed at ensuring control of the state as the owner of housing over citizens. It did not stimulate

an increase of the quality of services and was ineffective. But certain social groups were interested in its preservation. In the 1990s; the prerequisites for its reform were formed due to the new ownership of housing. The reform provided the economic relations changing; forming new organizational forms of management; developing a legislative framework; and technical re-equipment.

The legislative acts adopted by the parliament and the government for the purpose of reform are analyzed; in particular the law on the association of co-owners of apartment buildings as the potentially most effective manager. But the results of the reforms were far from expected. The obstacles were the lack of by-laws; the unwillingness of the population to take responsibility for common property; and objective reasons; including the end of the service life of the first industrial series of housing with limited financial resources of co-owners.

The initiatives of the last two years to stimulate reforms are considered. Their direction is the introduction of a legal entity in each house that will represent the interests of co-owners. It is planned to create a new category of land – "land plot of an apartment building" - and transfer them to the ownership of co-owners of houses.

Keywords: housing policy; housing management; association of co-owners of an apartment building; housing and communal services; adjacent territory; common property; register.

REFERENCES:

1. Deklaratsiia pryntsypiv spilnoty PROOSBB [Declaration of Principles of the PROOSBB Community]. Retrieved October 01; 2024; from: https://proosbb.info/declaration {in Ukrainian}.

2. Kontseptsiia derzhavnoi zhytlovoi polityky [Concept of state housing policy]. Postanova Verkhovnoi Rady Ukrainy vid 30.06.1995 r. № 254/95-VR. Retrieved April 15; 2025; from: https://surl.li/nthfac {in Ukrainian}.

3. Minrozvytku pratsiuie nad reformoiu upravlinnia zhytlovym fondom [The Ministry of Development is working on housing management reform]. 15 zhovtnia 2025. Retrieved October 20; 2025; from: https://surl.li/uqtymh {in Ukrainian}.

4. Obhovorennia proektu Zakonu «Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo upravlinnia zhytlovym fondom» [Discussion of the draft Law "On Amendments to Certain Laws of Ukraine on Housing Management"]. 16.08.2024. Retrieved August 31; 2024; from: https://proosbb.info/node/1027/ {in Ukrainian}.

5. Perehuda Ie.V.; Miserzhy S.D. «Komunalna revoliutsiia»: deiaki parametry hromadianskoi uchasti ["Communal Revolution": Some Parameters of Civic Participation]. Politicus. 2016. №1. S. 122-125.

6. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo udoskonalennia rozrakhunkiv za elektroenerhiiu [On amendments to certain laws of Ukraine

regarding the improvement of electricity payments]. Zakon Ukrainy vid 10.04.2014 r. №1198-VII. Vidomosti Verkhovnoi Rady. 2014. № 23. St.874. Retrieved December 17; 2018; from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1198-18. {in Ukrainian}.

7. Pro zhytlovo-komunalni posluhy: Zakon Ukrainy vid 09 lystopada 2017 r. [On housing and communal services]. Retrieved April 16. 2025; from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2189-19#n436 {in Ukrainian}.

8. Pro kompleksnu rekonstruktsiiu kvartaliv (mikroraioniv) zastariloho zhytlovoho fondu [On the comprehensive reconstruction of quarters (microdistricts) of outdated housing stock]. Zakon Ukrainy vid 22.12.2006 r. №525-V. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. 2007. №10. St. 88. Retrieved March 22; 2014; from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/525-16 {in Ukrainian}.

9. Pro obiednannia spivvlasnykiv bahatokvartyrnoho budynku [On the associations of co-owners of and apartment buildings]. Zakon Ukrainy vid 29.11.2001 r. №2866-III. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy. 2002. № 10. St.78. Retrieved June 01; 2025; from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2866-14#Text {in Ukrainian}.

10. Pro orhany samoorhanizatsii naselennia [On public self-organization bodies]. Zakon Ukrainy vid 11 lypnia 2001 r. №2625-III. Retrieved August 01; 2024; from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2625-14#Text {in Ukrainian}.

11. Pro osoblyvosti zdiisnennia prava vlasnosti u bahatokvartyrnomu budynku [On the peculiarities of exercising ownership rights in an apartment building]. Zakon Ukrainy vid 14.05.2015 r. №417-VIII. Vidomosti Verkhovnoi Rady. 2015. № 29. St.262. Retrieved November 08; 2017; from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/417-19#Text {in Ukrainian}.

12. Pro pryskorennia reformuvannia zhytlovo-komunalnoho hospodarstva [On accelerating the reform of housing and communal services]. Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 19.10.1999 r. №1351/99. Retrieved April 16; 2025; from: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1351/99 {in Ukrainian}.

13. Prohrama provedennia zhytlovo-komunalnoi reformy na 1999-2001 roky [Housing and communal services reform program for 1999-2001]. Zatv. Postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 29.01.1999 r. №113. Retrieved April 16; 2025; from: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/113-99-%D0%BF {in Ukrainian}.

14. Stepaniuk I.L. Rozvytok zakonodavchoho zabezpechennia reformuvannia zhytlovo-komunalnoho hospodarstva [Development of legislative support for housing and communal services reform]. Derzhava i pravo: Zbirnyk naukovykh prats. Seriia Politychni nauky. Vypusk 76. In-t derzhavy i prava im. V.M. Koretskoho NAN Ukrainy. Kyiv: Vyd-vo «Iurydychna dumka»; 2017. S. 177-187.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.819-829
УДК 355
д.ю.н. **Нікітін В.В.,**
nikitin.vv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6915-6319,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РОЗВИТОК СИСТЕМИ ВІДКРИТИХ ДАНИХ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ПРОЗОРОСТІ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

Ддосліджується, як політика відкритих даних переводить прозорість публічного управління з декларації у керовану практику. Відкриті дані трактуються як інфраструктура, а не як «вітрина»: їхня машиночитність, уніфіковані метадані, інтероперабельність і зв'язування через ідентифікатори дозволяють простежувати рішення по всьому циклу — від планування до виконання і оцінювання. Запропоновано трикомпонентну рамку зрілості (правову, організаційну, технічну), що з'єднує юридичні приписи про публічну інформацію у формі відкритих даних із процесами управління наборами та технічними стандартами. Показано, що фрагментарні публікації, нерегулярні оновлення та брак довідників руйнують порівнянність і знецінюють прозорість, тоді як наявність стабільних схем полів, версіонованих API й геопросторової інфраструктури даних створює умови для аудиту, громадського контролю та сервісної модернізації. Практичні результати зведено до конкретних кроків: гармонізація переліку обов'язкових наборів і мінімальних профілів якості; впровадження наскрізних ідентифікаторів і спільних довідників; інституціалізація регулярного аудиту якості з публічними звітами; інтеграція галузевих наборів із геопросторовими шарами для просторового аналізу ефектів політик. Новизна полягає у поєднанні правових норм, процесної організації управління даними та технічної інтероперабельності як єдиної операційної політики прозорості, що пропонує вимірювані індикатори якості і дає підстави для оновлення державних стандартів і відомчих регламентів.

Ключові слова: відкриті дані; прозорість; публічне управління; підзвітність; доступ до інформації; машиночитність; інтероперабельність; метадані; геопросторова інфраструктура даних; ідентифікатори; реєстри; стандарти даних; повторне використання; громадська участь; якість даних.

Вступ. ***Актуальність теми дослідження.*** Відкриті дані з периферійного цифрового експерименту перетворилися на інфраструктуру, яка задає ритм прозорості. Коли набори відкритих даних є машиночитними, мають уніфіковані метадані та стабільні інтерфейси доступу, знижується інформаційна асиметрія

між державою й суспільством, управлінські дії стають спостережуваними, а рішення — відтворюваними в аналізі. У сучасному українському дискурсі наголошується: цінність відкритих даних не в кількості оприлюднених файлів, а в тому, що вони забезпечують порівнюваність практик, роблять можливим доказовий аналіз політик і створюють підґрунтя для сервісної модернізації держави [2, с. 36]. Водночас критерій реальної відкритості визначається не номінальною доступністю документів, а здатністю відтворити процедуру та перевірити її зовні — на основі чітко структурованих і регулярно оновлюваних даних [3, с. 193].

У цій статті пропонується трикомпонентна рамка, що поєднує правові приписи про публічну інформацію у формі відкритих даних, процесну організацію управління наборами та технічні стандарти інтероперабельності. Метою є продемонструвати, як саме зшивання цих трьох площин формує активну прозорість — прозорість, яку можна виміряти індикаторами якості (повнота, своєчасність, точність, зв'язуваність), перевірити зовнішнім аудитом і використати для корекції управлінських рішень. Такий підхід дозволяє вийти за межі «вітринної» публікації та розглядати відкриті дані як інструмент щоденної адміністративної дисципліни: кожне рішення залишає цифровий слід у зв'язаних наборах, що містять уніфіковані ідентифікатори суб'єктів, об'єктів і транзакцій. Окремо акцентується геопросторовий компонент: прив'язка даних до національної геопросторової інфраструктури забезпечує просторове порівняння політик і дозволяє бачити їхній ефект «на місцевості», що є особливо важливим для планування відбудови та регіонального розвитку.

Актуальність теми. Відкриті дані перестали бути додатком до державних комунікацій і перетворилися на опорну конструкцію прозорості, яка щоденно працює в управлінських циклах — від формування політик і бюджетного планування до контролю виконання й оцінювання результатів. Їхня реальна цінність визначається не самим фактом публікації файлів, а спроможністю відтворити логіку рішень: хто, коли і на підставі яких показників діяв; як дії співвідносяться з ресурсами, договорами, наглядовими актами та просторовими характеристиками об'єктів. Таку відтворюваність забезпечують три взаємопов'язані елементи — машиночитність, стандартизовані метадані та інтероперабельність через ідентифікатори, які зшивають реєстри й набори у єдину інформаційну тканину і роблять дані придатними для порівняння, аудиту та аналітики [2, с. 31–32]. Коли ця тканина послідовно підтримується, прозорість набуває рис керованої практики: показники стають відтворюваними, часові ряди — безперервними, а зв'язки між суб'єктами й об'єктами — простежуваними у різних системах.

В умовах воєнного та післявоєнного періодів така інфраструктура виконує подвійну функцію. Вона дає громадянам, донорам і партнерам доказову основу довіри, бо дозволяє незалежно перевірити рух коштів, контракти, дозвільні рішення та географію втручань, і водночас дисциплінує розпорядників: несвоєчасні оновлення чи порушення структури одразу помітні, фіксуються в метаданих і можуть бути предметом контролю. За цієї логіки відкриті дані стають механізмом управлінської відповідальності, а не лише каналом публічної інформації. Натомість там, де публікації фрагментарні, схеми нестабільні, а довідники відсутні, прозорість зводиться до декларації: зникає порівнюваність між відомствами та громадами, ускладнюється зовнішній аудит, зростають управлінські ризики і витрати координації, що підриває довіру та зменшує практичну цінність даних [3, с. 195–196]. Саме тому розвиток системи відкритих даних сьогодні є не лише запорукою підзвітності, а й фактором керованості державних процесів: вона задає правила, за якими рішення залишають цифровий, відтворюваний слід, і створює умови для своєчасної корекції політик на основі перевірюваних фактів.

Огляд досліджень. Український науковий дискурс про відкриті дані пройшов шлях від описових каталогів і «переліку масивів» до розуміння відкритих даних як цілісної політики, де право, процес і технологія утворюють спільний каркас. Концептуальні акценти змістилися з формальної доступності файлів до керованості життєвого циклу даних і повторної придатності для аналізу та аудиту. У працях Романа Були відкриті дані послідовно визначено як ресурс цифрової держави з чіткими операційними умовами: уніфіковані метадані, стабільні схеми полів, інтероперабельність і геопросторова інтеграція. Саме ця конфігурація переводить прозорість із «пасивної» у «активну», придатну до порівнянь, відтворних обчислень та прийняття рішень на основі доказів [2, с. 34–36]. Окремо підкреслено сервісну й суспільну віддачу від якісних наборів: що ширше їхнє повторне використання, то сильніший внутрішній попит на регулярні оновлення та передбачувану поведінку інтерфейсів; таким чином ринок застосувань підсилює дисципліну публікації. Власне рамку Р. Були доповнює теза про роль базових стандартів як «моста» між публічністю і сервісністю: без машиночитності, спільних довідників і ідентифікаторів дані не змикаються у зв’язну інформаційну тканину і втрачають аналітичну вартість уже на вході [2, с. 31–32].

Інформаційно-правова оптика М. Цьовка пропонує інший кут зору, який не суперечить попередньому, а «заземлює» його на критеріях підзвітності. На думку автора, відкритість не вимірюється кількістю документів у доступі; її міра — у здатності відтворити процедуру і здійснити незалежний аудит на основі даних, що роблять видимими підстави рішень, їхні критерії та хід

реалізації [3, с. 193–194]. Із цього безпосередньо випливають вимоги: регулярність публікацій, стабільні структури, спільні довідники, збереження історії змін. Без цих передумов прозорість втрачає перевірюваність і практичну вагу, а контроль зсувається у ретроспективу — уже після управлінських відхилень, коли запобігти наслідкам складніше [3, с. 195–196]. Таким чином, правова рамка у Цьовка не обмежується декларацією доступу: вона перетворюється на набір процедурних гарантій, що роблять прозорість операційною практикою.

Організаційний вимір проблематики ґрунтовно висвітлено Миколою Дурманом та Ільмірою Тохтаровою. Їхні напрацювання показують, що відкриті дані стають дієвим інструментом прозорості лише за наявності рольових моделей власника й розпорядника набору, політики оновлення, описаних процедур валідації і видимого для користувача «паспорта» даних (метадані, схема полів, довідники, календар оновлень). За цих умов публікація трансформується з разового акту у сервіс із передбачуваними властивостями, а спостережуваність рутинних процесів формує управлінську дисципліну [1]. Важливо, що ця організаційна оптика природно поєднується з двома попередніми: правові приписи набувають життєздатності через процеси, а процеси утримують якість лише за умови технічної інтероперабельності й прозорої документації.

Узагальнюючи три лінії — техніко-сервісну (Була), правову (Цьовок) і процесну (Дурман, Тохтарова) — маємо методологічний консенсус: зрілість політики відкритих даних визначається не обсягом каталогу, а взаємодією стандартів ідентифікації та метаданих із юридично гарантованою регулярністю публікацій і керованістю життєвого циклу. Водночас дослідження констатують і «вузькі місця»: розриви між реєстрами, відсутність довідників і нестабільні схеми руйнують порівнюваність; нестача геопросторових зв’язків знижує аналітичну якість просторових рішень; неврегульованість «режиму змін» (версіонування схем, політика «депрекейту» API) робить інтеграції крихкими. Саме ці прогалини визначають поле подальших удосконалень, у якому право, процес і технологія мають зійтися в одному операційному стандарті «активної прозорості» — такому, що можна перевірити, відтворити й виміряти.

Мета статті. Мета статті — верифікувати трикомпонентну аналітичну рамку зрілості відкритих даних («право — процес — технологія») та, спираючись на неї, сформулювати операційні кроки підвищення прозорості публічного управління. Рамка виходить із припущення, що правовий вимір задає обов’язковість і параметри доступності, організаційний — перетворює норму на керовані процедури управління наборами, а технічний — забезпечує інтероперабельність і повторну придатність даних. Юридичну точку відліку

задає спеціальна норма про публічну інформацію у формі відкритих даних, яка фіксує обов'язковість оприлюднення, мінімальні атрибути і строки оновлення та тим самим перетворює доступність даних на перевірюваний стандарт [4]. На підзаконному рівні ця рамка деталізується переліком обов'язкових наборів, вимогами до метаданих і процесними правилами, що переводять публікацію з площини комунікації у площину керованого адміністративного процесу [5].

Завдання дослідження полягає у поєднанні цих приписів із реальними організаційними практиками публікації та технічними вимогами інтероперабельності (наскрізні ідентифікатори, спільні довідники, версіоновані API, узгодження з геопросторовою інфраструктурою даних) і демонстрації, як така інтеграція породжує активну прозорість, що піддається вимірюванню індикаторами повноти, своєчасності, точності та зв'язуваності. Для верифікації рамки пропонується операціоналізувати кожен індикатор: повноту – як частку заповнених полів у ключових наборах; своєчасність – як дотримання оголошених строків оновлення; точність – як узгодженість значень між пов'язаними реєстрами; зв'язуваність – як наявність і стабільність ідентифікаторів та довідників, що дозволяють відтворити ланцюг «планування – зобов'язання – виконання – оцінювання». Додатково ставиться завдання визначити мінімальні профілі якості для базових наборів (склад полів, типи даних, правила версіонування) та схему публічної звітності розпорядників за цими індикаторами, аби перевести вимогу прозорості у регулярну управлінську практику. Очікуваний результат – пакет конкретних пропозицій до відомчих регламентів і технічних профілів, який «зшиває» норми [4; 5] із процесами та технологіями і забезпечує можливість незалежної перевірки ефектів прозорості без зміни законодавчої основи.

Виклад матеріалу. Публічна політика відкритих даних працює як інфраструктура прозорості лише за умови, що правові вимоги перетворені на щоденні процедури управління даними, а технічні рішення забезпечують безшовну взаємодію між реєстрами та наборами. Від цього залежить не лише можливість громадського контролю, а й здатність держави опиратися на дані під час формування та реалізації політик. Українська наукова дискусія наголошує: реальна цінність відкритих даних проявляється там, де вони підтримують порівняльний аналіз практик, дозволяють реконструювати логіку рішень і надають підстави для швидкої корекції управлінських курсів; формальне оприлюднення без процесної дисципліни не дає такого ефекту [2, с. 31–32]. Саме тому в центрі уваги опиняється перехід від декларативної моделі до «активної прозорості», коли кожен ключовий крок – планування, взяття зобов'язань, операції та оцінювання – залишає машиночитний слід, прив'язаний до ідентифікаторів суб'єктів, об'єктів і транзакцій.

Правові приписи забезпечують рамку обов'язковості та якості, яка робить публікацію передбачуваною та відтворюваною. Спеціальна норма про публічну інформацію у формі відкритих даних закріплює обов'язок розпорядників оприлюднювати дані у відкритих форматах із визначеними атрибутами та строками оновлення; цим обмежується довільність і задається базовий стандарт доступу [4, ст. 10-1]. На рівні підзаконного регулювання уточнюються обов'язкові набори, вимоги до метаданих і технічні параметри, завдяки чому оприлюднення набуває рис керованого адміністративного процесу з розподілом ролей та відповідальності [5, п. 2-3]. У результаті прозорість перестає бути наслідком доброї волі і переходить у площину перевірюваного обов'язку, який може бути предметом публічного моніторингу та аудиту.

Організаційна складова розкриває, як право стає практикою. Щойно для набору визначено власника, політику оновлення, правила версіонування, журнали змін і процедури валідації, оприлюднення перестає бути «вивантаженням файлів» і набуває характеристик сервісу. Важливо, щоб ці характеристики були видимі: дата та час останнього оновлення, схема полів, зв'язки з довідниками, опис API, історія змін. Така прозорість процесуальна, вона працює на попередження помилок і забезпечує можливість відтворити повний ланцюг управлінських подій. Правнича література наголошує: відкритість у публічному управлінні оцінюється не числом доступних документів, а відтворюваністю процедур і доступністю даних для зовнішнього аудиту; без цього прозорість лишається декоративною [3, с. 193-196]. Коли ж відтворюваність забезпечена, зовнішні стейкхолдери – дослідники, журналісти даних, громадські організації – можуть перевіряти узгодженість показників, порівнювати поведінку органів влади й аргументувати зміни політик на основі фактів, а не припущень.

Технічний вимір об'єднує розрізнені масиви в цілісний інформаційний простір. Машиночитні формати з уніфікованими метаданими, стабільні інтерфейси доступу, єдині довідники та ідентифікатори дозволяють зв'язувати бюджетні дані з контрактами закупівель, рішеннями нагляду й просторовими характеристиками об'єктів. Інтероперабельність тут не лише про «сумісність файлів», а про керовану зв'язність: коли набір регулярно оновлюється і зберігає незмінну схему або коректно версіонується, аналітика не ламається від кожної дрібної правки. Особливу роль відіграє геопросторова інфраструктура даних: просторові ідентифікатори уможливлюють зіставлення інвестицій із демографічними та інфраструктурними даними, виявлення «гарячих точок» і оцінювання доступності послуг; саме просторовий погляд забезпечує ті порівняння, що роблять управлінські рішення прозорими у буквальному сенсі – на мапі [2, с. 34-35]. У цій логіці прозорість стає інструментом не лише

громадського контролю, а й планування, оскільки дозволяє перевірити, де саме виникають провали у виконанні політик.

Практика підтверджує, що сталий ефект відкритих даних виникає там, де публікація вмонтовується у процес і має зворотний зв'язок із користувачами. Коли освітні заклади роблять прозорими свої бюджети й плани розвитку та подають їх у відкритих форматах із регулярним оновленням і візуалізаціями, батьківські громади отримують змогу контролювати витрати, а адміністрації – аргументи для ухвалення пріоритетів; саме регулярність і документована структура забезпечують довіру до показників і можливість порівнянь між закладами [1]. Подібна логіка працює у сферах закупівель та містобудуванні: зв'язування планів, процедур, договорів та актів виконання через ідентифікатори контрагентів і об'єктів дозволяє бачити повний цикл рішень і виявляти аномалії до того, як вони набувають системного характеру.

Суспільна віддача зростає разом із масштабом повторного використання. Коли розпорядники підтримують стабільні API й оприлюднюють довідники, користувачі можуть проєктувати стійкі інтеграції: журналістика даних тримає в полі зору критичні показники, НУО будують інструменти моніторингу, бізнес формує корисні сервіси для громадян. Дослідники підкреслюють саме цю динаміку: мережеве поширення якісних, зв'язаних наборів створює внутрішній тиск на підвищення якості публікацій, а отже підсилює як прозорість, так і сервісну спроможність держави [2, с. 36-37]. Екосистема відкритих даних у такій конфігурації перестає бути «каталогом» і стає виробничою інфраструктурою, яку оцінюють за керованістю та відтворюваністю, а не за кількістю посилань.

Проблемна площина, яка випливає з наведених підходів, полягає у фрагментації та нерівномірності практик оприлюднення. Там, де відсутні уніфіковані довідники, а схеми наборів змінюються без версіонування, аналіз втрачає безперервність; там, де оновлення несвоєчасне, прозорість стає ретроспективною і мало придатною для оперативних рішень. Саме тут доречно повернутися до правових орієнтирів і закріпити регулярність та якість як перевірюваний стандарт – із чітко визначеними атрибутами, строками і відповідальністю за відхилення [4; 5]. Коли норматив і процедура працюють у парі з технічною дисципліною – стабільними схемами, довідниками, версіонованими API, – «активна прозорість» набуває рис системної практики, а не кампанійного жесту.

Наведене мною дослідження доводить, що розвиток системи відкритих даних є одним із ключових інструментів підвищення прозорості й підзвітності публічного управління. Відкритість первинних масивів інформації, їх машинозчитуваність, актуальність та інтероперабельність створюють умови

для громадського контролю, зменшують асиметрію інформації між державою, бізнесом і громадянами та підсилюють превенцію корупційних ризиків.

Емпіричні та нормативні підстави свідчать: критично важливими залишаються системність політики відкритості, сталі фінансові та організаційні механізми, єдині стандарти метаданих і якісне управління життєвим циклом даних. Необхідним є баланс між максимізацією прозорості та дотриманням вимог безпеки, захисту персональних даних і комерційної таємниці. Без розбудови компетенцій розпорядників, незалежного аудиту якості наборів, чіткої відповідальності за невідкриття/спотворення та зручних каналів повторного використання (API, каталоги, ліцензії) потенціал відкритих даних реалізується лише частково.

Перспективи подальшого розвитку полягають у поглибленні інтеграції реєстрів, переході від «викладання» даних до проактивної публікації та вбудовуванні відкритості у процеси політик-мейкінгу (open by design). Пріоритетами мають стати: (1) уніфікація форматів і довідників; (2) автоматизована перевірка якості та верифікація; (3) розвиток civic tech-екосистеми й державно-приватних партнерств; (4) підзвітність через метрики використання та впливу. Реалізація цих кроків дозволить не лише підвищити прозорість публічного управління, а й сформувати довіру громадян, зміцнити верховенство права та забезпечити стійку трансформацію державного сектору на засадах даних.

Висновки

Проведений аналіз підтверджує: відкриті дані виконують роль несучої конструкції прозорості лише тоді, коли норми права, керовані процеси та технічні стандарти зібрані в єдину систему. Розірвані ланки – фрагментарні публікації, несвоєчасні оновлення, відсутність довідників, нестабільні інтерфейси – знецінюють прозорість і роблять аудит ретроспективним. Щоби зафіксувати «активну прозорість» як рутину, публікація повинна підпорядковуватися вимірюваним правилам. На рівні нормотворення це означає не лише збереження спеціальної норми про публічну інформацію у формі відкритих даних, а її операційне «прочитання»: чіткі атрибути, строки оновлення, вимоги до форматів і метаданих мають переходити у відомчі регламенти з призначеними відповідальними і публічною звітністю за якість [4]. Підзаконні приписи про перелік обов’язкових наборів і параметри їх публікації слід наповнити процедурами: календарями оновлень, журналами змін, політикою версіонування схем полів, а також стандартами опису API. Таке процедурне «ядро» робить прозорість передбачуваною і придатною до порівнянь [5].

Стратегічне завдання полягає у переведенні відкритих даних із площини «каталогу» у площину геопросторово зв'язаної інформаційної інфраструктури. Для цього потрібні наскрізні ідентифікатори суб'єктів, об'єктів і транзакцій, спільні довідники, стабільні та версіоновані програмні інтерфейси доступу, а також методична інтеграція галузевих наборів із геопросторовими шарами. У практиці це проявляється як можливість оцінювати політики не лише у цифрах, а й у просторі: співвідносити видатки з локаціями, контракти – з виконавцями та об'єктами, наглядові дії – з ризиками на місцевості. Такий зсув робить видимими «вузькі місця» реалізації політик і дає матеріал для корекції рішень без затримок. Наукові джерела підтверджують: там, де дані машиночитні, зв'язані й регулярно оновлюються, зростає повторне використання, а разом із ним – внутрішня вимогливість до якості публікацій та ефективність державних сервісів [2, с. 36-37].

Операційно важливим є поєднання публікації з вимірюванням ефекту. Щоб прозорість перестала бути «кампанією», кожен орган має оприлюднювати регулярні звіти про стан ключових наборів за чотирма індикаторами якості – повнота, своєчасність, точність, зв'язуваність – із поясненням відхилень і планом корекції. Такі звіти слід публікувати разом із метаданими, схемами полів, довідниками, версіями API та журналами змін, аби користувачі могли відтворити обчислення і відстежити вплив управлінських правок на показники. Водночас механізм зворотного зв'язку (публічні канали для запитів та помилок, SLA-терміни реакції, анотації до виправлень у метаданих) забезпечує пріоритезацію доробок під реальні сценарії використання. Така конструкція створює «петлю якості»: чіткі правила публікації породжують повторне використання; повторне використання – зовнішній контроль; зовнішній контроль – керовану мотивацію для поліпшень. У підсумку прозорість стає вимірюваною властивістю управління, а не декларацією.

Зміст цієї статті дає підстави для трьох конкретних рішень, які не потребують перезаснування політики. По-перше, у відомчих регламентах доцільно закріпити обов'язкові профілі якості ключових наборів, зокрема мінімальні поля та їхні типи, правила оновлення, склад метаданих і вимоги до публікації довідників; це безпосереднє втілення законодавчих приписів у керовані процедури [4; 5]. По-друге, варто запровадити публічне версіонування інтерфейсів доступу та схем полів із чітким графіком «депрекейту» і тестовими середовищами, щоб інтеграції користувачів не ламалися від змін і щоб повторна придатність даних залишалася стабільною. По-третє, потрібна геопросторова «проклейка» галузевих даних: застосування уніфікованих геокодів і прив'язок до об'єктів та мереж, завдяки чому стане можливим прозорий просторовий аудит – видимий і для органів влади, і для громадян.

Саме в такій конфігурації відкриті дані закріплюються у статусі операційного інструменту підзвітності та стають основою для управлінської корекції, яка спирається не на припущення, а на відтворюваний масив фактів.

Список використаних джерел

1. Дурман М.О., Тохтарова, І.М. (2017). Відкриті дані як інструмент інформаційного забезпечення прозорості публічної влади. Теорія та практика державного управління і місцевого самоврядування, №1. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA%3D&2_S21STR=Ttpdu_2017_1_15 .

2. Була Р. (2025). Роль відкритих даних у розвитку цифрової держави. Наукові праці МАУП: Політичні науки та публічне управління, 1(77), С. 31–37.

3. Цьовок М.С. (2021). Відкритість та прозорість держави перед громадянами як пріоритет державної інформаційної політики України. Юридичний науковий електронний журнал, (5), 193–196. URL: http://lsej.org.ua/5_2021/48.pdf .

4. Закон України «Про доступ до публічної інформації» від 13.01.2011 № 2939-VI. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 32, ст. 314. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text .

5. Постанова Кабінету Міністрів України №835 від 21.10.2015 «Про затвердження Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/835-2015-%D0%BF#Text.

Doctor of Law **Volodymyr Nikitin,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

DEVELOPMENT OF THE OPEN DATA SYSTEM AS A TOOL FOR ENHANCING TRANSPARENCY IN PUBLIC GOVERNANCE

The article analyzes how open data policy turns transparency in public administration from a statement into a governed practice. Open data are treated as infrastructure, not a showcase: machine-readability, standardized metadata, interoperability, and cross-registry linking through identifiers enable end-to-end traceability of decisions – from planning to implementation and evaluation. We propose a three-pillar maturity framework (legal, organizational, technical) that connects statutory provisions on public information in open data form with data lifecycle management and technical standards. We show that fragmented releases,

irregular updates, and missing reference vocabularies undermine comparability and dilute transparency, whereas stable field schemas, versioned APIs, and a geospatial data infrastructure make external audit, civic oversight, and service modernization feasible. The practical output consists of actionable steps: harmonizing the list of mandatory datasets with minimum quality profiles; introducing end-to-end identifiers and shared reference vocabularies; institutionalizing regular quality audits with public reporting; and integrating sectoral datasets with geospatial layers for spatial policy analysis. The contribution lies in merging legal mandates, process-based data governance, and technical interoperability into a single operational transparency policy with measurable quality indicators, offering concrete grounds for updating state standards and ministerial regulations.

Keywords: open data; transparency; public administration; accountability; access to information; machine-readability; interoperability; metadata; geospatial data infrastructure; identifiers; registries; data standards; data re-use; civic participation; data quality.

REFERENCES

1. Durman M.O., Tokhtarova, I.M. (2017). Vidkryti dani yak instrument informatsiinoho zabezpechennia prozorosti publichnoi vlady. Teoriia ta praktyka derzhavnoho upravlinnia i mistsevoho samovriaduvannia, №1. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA%3D&2_S21STR=Ttpdu_2017_1_15 . {in Ukrainian}.

2. Bula R. (2025). Rol vidkrytykh danykh u rozvytku tsyfrovoi derzhavy. Naukovi pratsi MAUP: Politychni nauky ta publichne upravlinnia, 1(77), S. 31–37. URL: https://doi.org/10.32689/2523-4625-2025-1(77)-5. {in Ukrainian}.

3. Tsovok M.S. (2021). Vidkritist ta prozorist derzhavy pered hromadianamy yak priorytet derzhavnoi informatsiinoi polityky Ukrainy. Yurydychnyi naukovyi elektronnyi zhurnal, (5), 193–196. URL: http://lsej.org.ua/5_2021/48.pdf. {in Ukrainian}.

4. Zakon Ukrainy “Pro dostup do publichnoi informatsii” vid 13.01.2011 № 2939-VI. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 2011, № 32, st. 314. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text. {in Ukrainian}.

5. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy №835 vid 21.10.2015 “Pro zatverdzhennia Polozhennia pro nabory danykh, yaki pidliahaiut opryliudnenniu u formi vidkrytykh danykh”. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/835-2015-%D0%BF#Text. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.830-842
УДК: 1 (091), 16(165.9)
к.філ.н., доцент **Гнатовська Г.В.,**
gnatovskanna@knu.ua, ORCID: 0000-0001-9699-1037,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
к. філ.н., доцент **Хавроненко В.Д.,**
khavronenko.vd@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0919-6620,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СЕМАНТИКА ТА ЕТИКА В ІСТОРІЇ ФІЛОСОФІЇ ІМПЕРАТОРСЬКОГО КИТАЮ

Специфіка і способи осмислення семантичної проблематики у філософській спадщині китайських мислителів є складною і водночас актуальною темою для дослідження. Дана стаття присвячена аналізу розвитку вчень про стосунок між знаком і позначуваним в історії філософії Китаю. Розкрито ключові методологічні проблеми, актуалізовані у здійсненні цієї розвідки. Перша з них – це визначення лексичного інструментарію, друга – синкретичність творчої спадщини китайських мислителів, де складно виявити чітке розмежування філософського і релігійного знання.

Виявлено, що принципи чжен мін, джеву, чже сін хе є для китайських філософів способом розв'язання і семантичної і етичної проблематики. Розкрито, що впродовж усієї історії філософії імператорського Китаю не втрачали актуальності конфуціанські та даоські міркування про зв'язок між іменами та процесами, що розгортаються у Піднебессі.

Ключові слова: історія китайської філософії; принцип чжен мін; принцип у вей; китайська семантика, методологія історико-філософського дослідження.

Постановка проблеми. Методологія історико-філософського вивчення доробку китайських мислителів Стародавності і Середньовіччя є однією з актуальних тем сучасного наукового дискурсу. Нагальною слід визнати справу визначення лексичного інструментарію для тлумачення ключової для східних духовних традицій літератури. Зокрема, необхідною є відповідь на питання коректності вживання таких понять, як філософія, релігія, логіка, наука тощо. Духовна традиція Китаю привертала і привертає увагу багатьох дослідників з різних наукових галузей: культурології, релігієзнавства, етики, літературознавства. Сьогодні ми вільні від європоцентричного тлумачення історії філософії і відкриті до вивчення творів східних мудреців, однак питання:

чи виправдано «розпізнавати» філософський зміст у вченні, зокрема, раннього конфуціанства все одно залишається відкритим.

Перекладність більшості термінів інтелектуальної спадщини стародавнього Китаю виглядає надзвичайно складною і суперечливою. Не випадково, в українському науковому лексиконі ми часто зустрічаємо запозичення у вигляді транскрибованих термінів: Дао - 道, Інь - 陰, Ян - 陽, Ці - 気 тощо. Водночас, специфіка ідеографічної писемності виразно представлена, навіть у сучасній китайській ієрогліфіці, також спонукає нас сумніватись у виправданості некритичної ретрансляції стандартів і інтерпретаційних кліше західної філософії на контекст творів Конфуція Джвандзи, Мен цзі, Мо цзі та інших.

В історії інтелектуальної традиції Китаю ми не знаходимо чіткої поступальної диференціації науки та релігії, філософії та міфології. Ця обставина ще від часів Гегеля слугувала вагомим аргументом на користь заперечення самого існування китайської філософії. Водночас, ми так само залишаємось з відкритим питанням: чи виправдано визначати, зокрема, конфуціанство і даосизм релігією в класичному модерному значенні цього слова.

Пошук основи для здійснення історико-філософського дослідження духовної традиції Китаю вимагає визначити основи, що утворюють міцний ґрунт для пошуку спільного і відмінного. Одним з можливих напрямів такої розвідки є вивчення того, як китайські мислителі тлумачили і актуалізували проблему стосунку між знаком – ім'ям (кит. 名 míng) та позначуваним. Сам факт існування писемності є об'єктивною підставою вважати, що усі культури, де використовують графічні знакові системи мають мати спільне і зрозуміле для усіх розуміння стосунку «знак – позначуване».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Філософська спадщина китайських мислителів привертає увагу багатьох дослідників. В інституті Сходознавства ім. А. Ю. Кримського діє відділ Азіатсько-Тихоокеанського регіону, де, серед іншого, китайську філософію вивчають докт. філос. н. Кіктенко В. О. [6], та кан. філос. н. Капранов С. В. [5]. В Київському національному університеті ім. Тараса Шевченка працюють дослідники, що присвятили свої дослідження китайській філософії сучасності: Бойченко М. І. [1] Конверський А. Є., Крикун В. Ю., Руденко С. В., Соболєвський Я. А. [8] В національному університеті «Києво-Могилянська академія» діє структурний підрозділ «Школа Конфуція» очолюваний сходознавцем, доктором філологічних наук Резаненко В.Ф. [11]. Також слід відзначити роботу Української асоціації китаєзнавців, яка об'єднує науковців різних галузей: історії, економіки, філології та інш. Загалом, попри тенденцію до збільшення

кількості досліджень присвячених китайській духовній традиції в Україні спостерігається брак розвідок присвячених проблемам методології дослідження китайської філософії. Також слід наголосити, що серед вітчизняних науковців переважає зацікавленість сучасним станом китайського інтелектуального дискурсу та процесом розвитку китайського марксизму.

Особливу роль у формуванні світового китаєзнавства виконала французька наукова спільнота. Зокрема, важливий внесок зробили Жюльєн Ф. [15] Масперо Г. [16], Ґране М. [13]. Складно переоцінити значущість твору Джозефа Нідема «Science and Civilisation in China» [6], також слід відзначити розвідки Чада Хансена [12], Харбсмаєра Кр. [14], Юет Кеунг Ло, [21] Тівальда Дж. [19], Саркісян Г.[17], Ван Норден [20], Томсона [18

Метою даної публікації є розкриття основних етапів і специфіки осмислення та проблематизації концепту «ім'я-знак» в історії філософії імператорського Китаю.

Успішна реалізація означеної мети вимагає розв'язання наступних завдань:

- визначити основні методологічні проблеми дослідження китайській філософії;
- окреслити ключові етапи розвитку філософії імператорського Китаю;
- визначити зміст і специфіку проблематизації концепту «ім'я» в філософії імператорського Китаю.

Методологія дослідження даного дослідження ґрунтується на припущенні поліісторичності філософії, що передбачає визнання істотно відмінних форм філософського знання, що не мають генетичної спорідненості з філософською думкою західного світу. Використано загальнонаукові методи: аналіз, синтез, порівняння та опис.

Основна частина. В сучасному китайському лексиконі термін філософія (кит. 哲学 Zhéxué) вживається як неологізм передовсім для перекладу відповідного західного концепту, але в духовній традиції Китаю ми не знайдемо його активного вживання до XIX, тобто до періоду «вестернізації» китайського інтелектуального дискурсу. Натомість обидва ієрогліфи з яких було утворено відповідник поняттю філософія є давніми і важливими для китайської літератури: 哲 - мудрий або мудрець чи мудрість; 学 – вчення, вивчення. Слід зауважити, що це поєднання ієрогліфів вживається також і в інших країнах східної Азії. Зокрема, одним з перших його впровадив японський мислитель Ніші Амане в 1974, як кальку старогрецькому φιλοσοφία.

Пошук в історії китайського інтелектуального дискурсу відповідника західній метафізиці без якої складно уявити історію західної філософії є досить

проблематичним. Зокрема, Чад Хансен в дослідженні цього питання досяг висновку, що в китайській класичній філософії неможливо віднайти цілісної метафізичної теорії. [12]. Подібну думку висловив раніше і Нідем Дж.: в Китаї навіть слово «філософія» не означало того, що прийнято розуміти в Європі, бо було більш етичним і соціальним ученням, ніж метафізичним.» [6, ст. 123]

Загалом, як ми вже зазначали вище, в історії китайського інтелектуального дискурсу, складно виокремити суто філософські, релігійні чи ідеологічні вчення. Тому дослідники часто вживають термін «синкретизм» для опису і пояснення цілісності міркувань та висновків китайських мислителів. Зокрема, йдеться про їх роль у: «загальнокитайській системі релігійно-філософського синкретизму, що активно розвивалася» [10, ст. 38] Отже, марно шукати не лише очікуваного західними дослідниками галузевого розподілу філософського знання, але й чіткого відокремлення власне філософського змісту від загального контексту духовних і соціальних практик.

Періодизація історії китайської філософії, на відміну від історії філософії Індії, має власну традицію виокремлення ключових періодів. «Золотою епохою» китайської філософії канонічно визнають епоху «Чжаньго» (кит. 戰國時代 Zhànguó shídài – «Період царств, що воюють одне з одним»), яку датують 476 - 221 роками до н. е. Це час життя видатних мислителів: Конфуція, Лао-цзи, Мен-цзи, Мо-цзи, Шан Яна, Джовандзи, Сюнь-цзи, Хань Фей-цзи. Перелічені постаті сформували основу для виникнення конфуціанства, даосизму, легізму та моїзму, однак трагічні події терору за часів Цінь Ши Хуан-ді, що фактично розпочав історію китайської імперії здійснивши успішні завоювання і проголосивши себе імператором в 221 р. д.н.е., призвели до часів занепаду інтелектуального дискурсу.

За часів панування династії Хань, імператор У-ді в 136 році до н. е. під впливом видатного конфуціанського мислителя Дун Чжуншу затвердив освітню систему, що була покликана забезпечити меритократію, тобто обрання на керівні посади у структурі державних чиновників виключно обдарованих, сумлінних і розумних та освічених людей. В обґрунтуванні цієї реформи її ініціатори посилались на авторитет Конфуція, який вважав, що : «лише шляхетна людина має право очолювати або посідати високі щаблі в ієрархічній організації суспільства.»[7, ст.103] Нідем Дж. акцентуючи увагу на етичному аспекті навчання зробив висновок, що Конфуцій і його учні не здійснювали поділу на «людину» та «людину-соціальну», на «людину-соціальну» та «природу»: «бо моральний порядок усесвіту небо (天 tian) досягався виконанням шляху (覘 dao) людини — ідеальний порядок людського суспільства.» [6, ст. 126] На цій підставі автор зробив висновок про відсутність для конфуціанців сприятливого ґрунту для формування науки про природу, де остання

аналізувалася б автономно щодо людського і соціального, тобто антропологічного.

Китайська бюрократія – феномен досить специфічний, адже в ньому втілено традиційно ключовий спосіб соціальної стратифікації в китайській імперії. Вирішальну роль у формуванні соціального статусу та майнових можливостей людини грало те, яку саме посаду чиновника вона обіймає. Завдяки впровадженню системи освіти, що передбачала обов'язкове складання екзаменів зі знання канонізованою конфуціанської літератури, кожен чоловік незалежно від походження мав шанс обійняти надзвичайно високе становище в суспільстві, що мало б забезпечити максимальний рівень справедливої соціальної рухливості та ефективності державного керування. Суперечки, щодо коректного визначення характеру і специфіки традиції державного устрою в імператорському Китаї й досі тривають серед науковців. Джозеф Нідем запропонував у свій час визначення «бюрократичний феодалізм»: «для цілісного, організмічного сприйняття китайського суспільства, у якому різні компоненти системно пов'язані, — від природних умов і визначення форм сільського господарства до централізованої держави, керованої неаристократичною елітою, до китайської філософії органіцизму й, у кінцевому підсумку, до пояснення специфіки розвитку наукових знань у стародавньому та імператорському Китаї.» [6, ст. 83]

В епоху Хань відбулась сакралізація вчення Конфуція, і розпочався процес формування його культу, що досяг свого максимуму в епоху Цін, коли завершувалась історія імператорського Китаю, що занепав у 1912 році. Конфуціанство впродовж століть виконувало роль офіційної держаної ідеології та релігії, що вплинуло на сприйняття його вчення, як далекого від філософської дискурсивності.

Наступним важливим періодом розвитку філософської думки Китаю традиційно вважають Неодаосизм (кит. 玄學 Xuánxué – «Таємниче вчення»), початок якого датують епохою Вей-Цзинь (220-419 н.е.) коли, серед іншого, в Китаї поширювались ідеї буддизму. Цей період недаремно іноді визначають часом синтезу конфуціанства і даосизму, адже його представники прагнули відмежуватись від офіційних ідеологічних тлумачень конфуціанства та даосизму і досягти достеменного розуміння вчень як Кофуція так і Лао-цзи, що на їх думку насправді не суперечили один одному і лише в різний спосіб пояснювали приховану від погляду невігласів істину. Найбільш відомими серед мислителів Неодаосизму стали: Хе Янь, Ван Бі, Го Сян, Ге Хун, що передовсім працювали над створенням коментарів до класичних творів раннього конфуціанства та даосизму, те вели «чисті досконалі бесіди» та «розмови про таємне». Головною темою для дискусій стало визначення відношення між

відсутністю (кит. 無 Wú) та присутністю (кит. 有 Yǒu) та роль цих протилежностей у виникненні речей. Іноді ці терміни перекладають як небуття і буття відповідно, але така настанова є надто вразливою, адже, коли в XIX ст. перед китайськими інтелектуалами постало питання перекладу західної літератури, вони у підсумку досягли згоди у створенні неологізмів небуття (кит. 虛無 Xūwú), та буття (кит. 存在 Cúnzài).

Творчий пошук мислителів неодаосизму, що полягав передовсім в осмисленні давньої літератури епохи Чжаньго, мав цілком практичне спрямування, адже їх метою було віднайти приховану для поверхового і буквального погляду істину шляху до як особистої так і загальносуспільної досконалості. Зокрема, вони були зацікавлені у переосмисленні принципу *у вей* (кит.無為, wu wei) та *чжен мін* (кит. 正名 zhèngmíng) в такий спосіб, аби між ними не було суперечності. На думку Капранова С. даоський принцип *у вей* у творах Джовандзи, ми можемо витлумачити апелюючи до поняття свобода. Яка за такого підходу постає, як саморозгортання «істини-самотакості у спонтанній “недіяльності”. Воно відбувається як невимушений, необумовлений рух у безмежному просторі (ширяння, розтікання, блукання), що супроводжується відчуттям радості, щастя.»[5, ст.12] Досконалий мудрець має слідувати Дао і з’єднатись з плином подій і ні в чому їм не перешкоджати та не заважати здобуваючи таким чином незалежність і для самого себе.

В «Дао де цзін», автором якого вважають засновника даосизму Лао цзи, про принцип *У вей* сказано чимало, зокрема читаємо:

«Саме тому мудрі люди

Переймаються справами, які чинять без втручання,

Й діють згідно з вченням, яке словами не поясниш.» [3, ст. 8]

Натомість в «Лунь юй» міститься виклад слів Конфуція, які традиційно визнають ключовими для розуміння принципу *Чжен мін*: «Адже, якщо не підходить ім’я, то недоречно його тлумачити; коли недоречне тлумачення не може бути успіху у справі; а без успіху у справі не процвітають ритуал і музика; проте якщо ритуал і музика не процвітають, то покарання б’ють повз ціль, народ розгублений.» [9, ст. 96]

На перший погляд може здатися, що між означеними принципами існує нездоланна розбіжність, що дозволяє протиставляти ставлення конфуціанців та даосів до проблем семантики. Однак, в епоху неодаосизму популярним став підхід за якого слід віднайти «приховану» істину в якій немає конфронтації між прибічниками різних шкіл. Формальне дотримання імені, де і людей, і тварин, і речі, і події та явища ніби змушують відповідати певним іменам - приписам незалежно від індивідуальних їх особливостей дискредитувало себе в історичній практиці, зокрема за часів правління династії Хань. Тому для

неодаоських мислителів так гостро постало питання пошуку відповіді на питання, як забезпечити достеменну відповідність між іменем і найменованим, аби забезпечити цілковиту гармонію і Піднебессі?

Традиційним для західного інтелектуального дискурсу є ствердження прагматичності китайської філософської культури, де на рівні аксіоматики закріплене переконання, що критерієм правильності й істинності є користь як індивідуальна так і всезагальна. Правильне ім'я для конфуціанців – запорука відповідності між належним і дійсним, а похибка в найменуванні – джерело хибних дій. Водночас, опоненти прибічників вчення Конфуція звинувачували їх у тому, що дотримання принципу *Чжен мін* та виконання *Лі* можуть бути шкідливими через неврахування результатів реалізації такої настанови. Китайські мислителі епохи Неодаосизму прагнули переосмислити спадщину Конфуція і запропонували відкинути протиставлення її змісту міркуванням видатних даоських мислителів.

Слід наголосити, що для філософської культури Китаю, відповідність між іменем та найменованим, мала, вочевидь через специфіку полісемії китайської писемності і мови, передовсім контекстуальну значимість. Ім'я вказує не лише на характеристики найменованого, але і на його інтегрованість до складного мережива стосунків, що з'єднують усе в Піднебессі. В неодаосизмі, правильне ім'я - це не лише бути тим, ким ти мусиш бути, але й бути тим ким ти насправді є: «Помилкова дія, викликана невірним найменуванням, подібна до брехні й самообману.» [2, ст. 163]

Третім важливим етапом історії китайської філософії традиційно визнають Неоконфуціанство (кит. 宋明理學 Sòng míng lǐxué – вчення про лі часів династій Сун та Мін). Як можливо зрозуміти з назви в основі філософських пошуків мислителів цього періоду лежало передовсім питання про значення і роль лі (кит. 禮). Переклад цього китайського терміну є складним завданням, адже він є оригінальним і самобутнім концептом китайської культури, що має складніший зміст і значення аніж поняття ритуал, яким зазвичай його перекладають: «Якщо знають лише гармонію, не поміщаючи її в межі ритуалу, то вона не може втілитися в життя». [9, ст. 6] Лі – основа і принцип здатності людини долучатись до гармонізації та збереження Піднебесся, а його виконання тим більш важливе і значуще, чим вищій статус людини. Найпотужніша впливовість притаманна діям Імператора – Сина Неба, який щомиті мусить дотримуватись лі, аби уникнути нищівних і важких наслідків не лише для своїх підданих але й для Всесвіту в цілому: «Якщо правити на основі доброчесності, залагоджувати за ритуалом, народ не тільки присоромиться, а й виявлятиме покірність.[9, ст.8-9]

Одним з попередників неоконфуціанства [21, ст. 39] визнають Хань Юя – поета і мислителя, який створив концепцію «трьох сходинок» людської природи. Згідно його поглядів, найвищою сходинкою людського єства є та, яка виражає себе завжди правильними і добропорядними вчинками та неухильним дотриманням лі. Люди ж, що належать до другої сходинки є здатними діяти в різний спосіб, як моральний так і аморальний, а от люди третьої сходинки спроможні діяти лише злочинно. Властивості людини визначалася Хань Юєм вродженими, тому він наполягав, що способи виховання та управління різними людьми слід адаптувати до того до якої «сходинки» вони належать.

Постулювання того, що існують певні істотні відмінності між людьми мало для китайської філософії досить нетиповий характер, адже усі найбільш відомі антропологічні теорії конфуціанців, даосів, моїстів та легістів орієнтувались на певну універсальну природу «людини взагалі» з відповідним ствердженням універсальних принципів та правил виховання і управління. Відповідно, китайські антропологічні теорії зазвичай були спрямовані на ідеал формування суспільства, що складалося б з виключно передбачуваних, добропорядних, сумлінних і старанних людей.

Навидатнішими мислителями неоконфуціанства визнають Чжоу Сі, Лу Цзююаня, та Ван Янміна. Перший з них розробив вчення про відношення між *лі* та *ці* (кит. 氣 Qì), які автор визначив взаємозалежними. Джерелом виникнення лі автор постулював Тайцзі (кит. 太极 Tàijí) – поняття, яке вкрай складно перекласти буквально, адже в ньому акумульована специфічний зміст та смислові конотації, які притаманні виключно китайській філософській культурі. На думку Чжоу Сі, *лі* потребує *ці* – як основи для здійснення, а ці потребує *лі* – як основи для оформленості: «Signifying the most basic complementarity, namely, that between yin and yang, taiji is the most primitive and original form of li.»[18]

Розвиваючи міркування Конфуція щодо принципу *чжен мін* Чжоу Сі пропонував використовувати (格物致知; gewu zhizhi) – принцип «дослідження речей», з метою з'ясування, як слід чинити аби дотримуватись *лі* і бути морально досконалим: «Consequently, the task of investigating things is a process of unfolding (rather than an inductive process), an exhausting of the li constituting particular things and events, from their gestalt forms, such as the symmetrical bilateral forms of most biological entities, to their identifying forms to their functions and typical patterns of interaction.» [18] Також він практикував популярну в ті часи медитацію цзінцзо (кит .靜坐 Jìngzuò), що також була покликана сприяти осягненню гармонії Піднебесся і моральних принципів, яких слід дотримуватись. На думку Чжу Сі для того, аби чинити морально достатньо бути щирим, адже у пізнанні-спогляданні речей і у відповідних діях людина

здатна розрізнити добро і зло так само, як вона здатна відрізнити сморід від хорошого запаху.

Лу Цзююань традиціно вважається засновником школи «Лу-Ван» (назва від імен Лу Цзююаня та Ван Янміна) та автором вчення *сінь сюе* (кит .心學; xīn xué), друг та опонент Чжоу Сі. Головним для вчення Лу Цзююаня є поняття сінь, яке часто перекладають як «серце» однак таке тлумачення далеке від досконалості. *Сінь* можливо перекласти також як «душа», «розум», «інтелект», «думка», «свідомість»: «Xin “heartmind” is the locus of both thoughts and emotions as well as the faculty responsible for directing them properly.»[19] Лу Цзююаню належить відомий вислів «Всесвіт – це і є моє сінь, сінь – це і є Всесвіт». Автор постулював, що справжнє *лі* зосереджено в *сінь*, а *сінь* - єдина достеменна дійсність.

Ключове питання, яке зазвичай актуалізують дослідники творчої спадщини Лу Цзююаня – яким є відношення між одиничністю та загальністю? Сам автор не протиставляв індивідуальність людини і всеосяжність притаманного їй *сінь,* а тлумачення його вчення є складним завданням для західного наукового дискурсу.

Всупереч істотній теоретичній спорідненості вчення Ван Янміна і Лу Цзююаня, видатний мислитель династії Мін, постійно наголошував на співзвучності його поглядів з філософією Чжоу Сі. Зокрема, він підтримав доцільність дотримання принципу «дослідження речей», але акцентував увагу на ролі *сінь* в його реалізації. Ван Янмін, що *сінь* в кожній людині відкриває шлях до осягнення лі в особистій практиці самопізнання. Автору належить вислів: «Увесь Всесвіт – одна родина, Весь Китай – одна людина». На думку Ван Янміна слід дотримуватись принципу «єдності знання та дії» (кит. 知行合 zhī xíng hé) [20] він наполіг на важливості передовсім практичного осягнення дійсності і протиставив свою позицію постулатам Чжоу Сі, який вважав найважливішим здобуття теоретичного знання, що має передувати діям. Специфіка підходу Ван Янміна, серед іншого, визначається дослідниками одним з можливих варіантів реалізації «Інтуїтивного методу» [17, ст. 826].

Висновки

Основою цілісної методології історико-філософського дослідження є чітке визначення термінологічного інструментарію. Він може формуватися як з понять, що віддзеркалюють дослідницьку позицію автора та є органічними для його власного мовного середовища, так і з термінів, що визнаються неперекладними і вживаються у вигляді транскрипції або транслітерації, як запозичення. У вивченні філософської спадщини Китаю проблема неперекладності постає особливо гостро, що, в світлі омофонії притаманної

китайській мові має вкрай складні перспективи для формування транскрибованих термінів.

Іншим аспектом проблематизації методологічного обґрунтування історико-філософського дослідження китайської філософії є галузева диференціація предметів аналізу відповідно притаманному західному науковому підходу. Йдеться не лише про загальне питання критеріїв визначення китайських філософії, релігії, науки тощо. Але й про вужчі кола предметності: етична, семантична, евристична, гносеологічна тощо.

У визначенні ключових періодів історії розвитку філософії імператорського Китаю, ми можемо користуватись настановами сформованими самими китайськими мислителями. В епоху «Чжаньго» було створено канонізований базис усієї подальшої довестернізованої китайської філософії найважливішими етапами розвитку якої стали «Неодаосизм» та «Неоконфуціанство».

Концепт знак-ім'я (кит. 名 míng) вперше актуалізував Конфуцій у принципі *Чжен мін*. Хоч у даоському принципі *У вей*, ми на перший погляд, не знаходимо прямої вказівки на осмислення ролі знака у його стосунку до позначуваного, досвід філософської творчості мислителів Неодаосизму унаочнив на сутнісний зв'язок між цими ніби антагоністичними принципами. В результаті розвитку доробку неодаоських мислителів неоконфуціанці Чжоу Сі та Ван Янмін створили вчення про необхідність дотримуватись принципів «дослідження речей» та принципу «єдності знання та дії.»

Специфіка осмислення концепту «ім'я-знак» в історії філософії імператорського Китаю полягає в характері його проблематизації, що демонструє невіддільність зв'язку китайської семантики, етики та антропології.

Використані джерела

1. Бойченко М.І., Кубальський О.Н., Панченко Л.М. Філософська система Піднебесної у світовому дискурсі геополітичної науки. Східний світ, №2 (127), 2025. – С. 164-172.
2. Бокал Г., Гордієнко О. Логіко–семантичні основи принципу "Чжен мін" в ранньому конфуціанстві// Гілея: науковий вісник. - 2016. - Вип. 114. - С. 161-165.
3. ДАО ДЕ ЦЗІН, КАНОН ШЛЯХУ І СПРОМОЖНОСТІ. – К.: ArtHuss, 2020. – 200 с.
4. Капранов С. Місце філософії у традиційній китайській думці// Місце філософії в інтелектуальних традиціях Сходу. - К. : Наукова думка , 2013 . – 78-115.
5. Капранов С.В. Проблема свободи у філософії Чжуан-цзи// Китаєзнавчі дослідження. – 2018. – №2. – С. 5–14.
6. Кіктенко В.О. «Школа Джозефа Нідема»: дискусії навколо китайської науки та цивілізації. - Київ : Видавничий дім «Гельветика», 2020.- 412 с.
7. Коваль Н. Гуманність за Конфуцієм як основа його етико-політичної системи і головний принцип конфуціянської теорії управління державою// Духовність, мораль, етика

традиційних суспільств Далекого Сходу/ Упорядник В.Ф. Резаненко. – К: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2007. – 295 с. 97-108.

8. Конверський А., Руденко С., Соболєвський Я., Крикун В. Методологія дослідження основ китайського марксизму та його соціокультурних наслідків// Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Філософія. 2022. - Вип.6. – С. 35-39.

9. Конфуцій. Бесіди і судження. – К.: Арій, 2023. – 224 с.

10. Полюшкова А. Семантика ключових категорій основоположного конфуціянства в контексті даосько-конфуціянського синкретизму.// Духовність, мораль, етика традиційних суспільств Далекого Сходу/ Упорядник В.Ф. Резаненко. – К: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2007. – 295 с. 38-53.

11. Резаненко В.Ф. Концепт «культури права» у філософських традиціях Китаю: до проблеми методології дослідження// Українська орієнталістика / За ред. І.В.Срібняка. – К.: НаУКМА, 2011. – № 4-5.

12. Chad Hansen, Chinese Language, Chinese Philosophy, and "Truth"// The Journal of Asian Studies Vol. 44, No. 3. Duke University Press, 1985. – P. 491-519.

13. Granet M. La Pensée chinoise. - Paris: Albin Michel, 1999. - 582 p.

14. Harbsmeier Chr. Science and civilisation in China. 7: Pt. 1.// Language and logic. - Cambridge University Press, 1998. - 480 p.

15. Jullien, F. Fonder la morale: Dialogue de Mencius avec un philosophe des Lumières. - Paris: Bernard Grasset, 1995, - 219 p.

16. Maspero H. Le Taoïsme et les religions chinoises Paperback - Paris: GALLIMARD,1971. - 672 p.

17. Sarkissian, Hagop Neo-Confucianism, Experimental Philosophy and the Trouble with Intuitive Methods// British Journal for the History of Philosophy Vol.26, Issue: 5. - P.812-828.

18. Thompson K., Zhu Xi// The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2025 Edition), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/spr2025/entries/zhu-xi/>.

19. Tiwald J. Song-Ming Confucianism// The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2025 Edition), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2025/entries/song-ming-confucianism/>.

20. Van Norden Br. Wang Yangming// The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2024 Edition), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/fall2024/entries/wang-yangming/>.

21. Yuet Keung Lo, Chapter II teache-Pisciple or Friends? A Historico-Exegetical Approach to the Analects // Confucian Ethics in Retrospect and Prospect. Chinese Philosophical Studies XXVII. 2008. pp.27-61.

PhD, associate professor, **Hanna Hnatovska,**
Taras Shevchenko National University of Kyiv,
PhD, associate professor, **KhavronenkoVasyl**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

SEMANTICS AND ETHICS IN THE HISTORY OF PHILOSOPHY OF IMPERIAL CHINA

The specifics and methods of understanding semantic issues in the philosophical heritage of Chinese thinkers are a complex and at the same time relevant topic for research. This article is devoted to the analysis of the development

of teachings on the relationship between the sign and the signified in the history of Chinese philosophy. The key methodological problems that were actualized in the implementation of this investigation are revealed. The first of them is the definition of lexical tools, the second is the syncretism of the creative heritage of Chinese thinkers, where it is difficult to identify a clear distinction between philosophical and religious knowledge.

It is revealed that the principles of *zengmín, gewu, zhī xíng hé* are for Chinese philosophers a way of solving both semantic and ethical issues. It is revealed that throughout the history of the philosophy of imperial China, Confucian and Taoist considerations about the connection between names and the processes unfolding in the Middle Kingdom did not lose their relevance.

Keywords: history of Chinese philosophy; zengmín principle; wu wei principle; Chinese semantics; methodology of historical and philosophical research.

REFERENCES

1. Boichenko M. I., Kubalskyi O. N., Panchenko L. M. Filosofska systema Pidnebesnoi u svitovomu dyskursi heopolitychnoi nauky. Skhidnyi svit, №2 (127), 2025. – S. 164-172. {In Ukrainian}

2. Bokal H., Hordiienko O. Lohiko–semantychni osnovy pryntsypu "Chzhen min" v rannomu konfutsianstvi// Hileia: naukovyi visnyk. - 2016. - Vyp. 114. - S. 161-165. {In Ukrainian}

3. DAO DE TSZIN, KANON SHLIAKHU I SPROMOZHNOSTI. – K.: ArtHuss, 2020. – 200 s. {In Ukrainian}

4. Kapranov S. Mistse filosofii u tradytsiinii kytaiskii dumtsi// Mistse filosofii v intelektualnykh tradytsiiakh Skhodu. - K. : Naukova dumka , 2013 . – 78-115. {In Ukrainian}

5. Kapranov S.V. Problema svobody u filosofii Chzhuan-tszy// Kytaieznavchi doslidzhennia. – 2018. – №2. – S. 5–14. {In Ukrainian}

6. Kiktenko V. O. «Shkola Dzhozefa Nidema»: dyskusii navkolo kytaiskoi nauky ta tsyvilizatsii. - Kyiv : Vydavnychyi dim «Helvetyka», 2020.- 412 s. {In Ukrainian}

7. Koval N. Humannist za Konfutsiiem yak osnova yoho etyko-politychnoi systemy i holovnyi pryntsyp konfutsiianskoi teorii upravlinnia derzhavoiu// Dukhovnist, moral, etyka tradytsiinykh suspilstv Dalekoho Skhodu/ Uporiadnyk V.F. Rezanenko. – K: Vyd. dim «Kyievo-Mohylianska akademiia», 2007. – 295 s. 97-108. {In Ukrainian}

8. Konverskyi A., Rudenko S., Sobolievskyi Ya., Krykun V. Metodolohiia doslidzhennia osnov kytaiskoho marksyzmu ta yoho sotsiokulturnykh naslidkiv//

Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Filosofiia. 2022. - Vyp.6. – S. 35-39. {In Ukrainian}

9. Konfutsii. Besidy i sudzhennia. – K.: Arii, 2023. – 224 s. {In Ukrainian}

10. Poliushkova A. Semantyka kliuchovykh katehorii osnovopolozhnoho konfutsiianstva v konteksti daosko-konfutsiianskoho synkretyzmu.// Dukhovnist, moral, etyka tradytsiinykh suspilstv Dalekoho Skhodu/ Uporiadnyk V.F. Rezanenko. – K: Vyd. dim «Kyievo-Mohylianska akademiia», 2007. – 295 s. 38-53. {In Ukrainian}

11. Rezanenko V.F. Kontsept «kultury prava» u filosofskykh tradytsiiakh Kytaiu: do problemy metodolohii doslidzhennia// Ukrainska oriientalistyka / Za red. I.V.Sribniaka. – K.: NaUKMA, 2011. – № 4-5. {In Ukrainian}

12. Chad Hansen, Chinese Language, Chinese Philosophy, and "Truth"// The Journal of Asian Studies Vol. 44, No. 3. Duke University Press, 1985. – P. 491-519. {In English}

13. Granet M. La Pensée chinoise. - Paris: Albin Michel, 1999. - 582 p. {In French}

14. Harbsmeier Chr. Science and civilisation in China. 7: Pt. 1.// Language and logic. - Cambridge University Press, 1998. - 480 p. {In English}

15. Jullien, F. Fonder la morale: Dialogue de Mencius avec un philosophe des Lumières. - Paris: Bernard Grasset, 1995, - 219 p. {In French}

16. Maspero H. Le Taoïsme et les religions chinoises Paperback - Paris: GALLIMARD,1971. - 672 p. {In French}

17. Sarkissian, Hagop Neo-Confucianism, Experimental Philosophy and the Trouble with Intuitive Methods// British Journal for the History of Philosophy Vol.26, Issue: 5. - P.812-828. {In English}

18. Thompson K., Zhu Xi// The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2025 Edition), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/spr2025/entries/zhu-xi/>. {In English}

19. Tiwald J. Song-Ming Confucianism// The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2025 Edition), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2025/entries/song-ming-confucianism/>. {In English}

20. Van Norden Br. Wang Yangming// The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2024 Edition), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/fall2024/entries/wang-yangming/>. {In English}

21. Yuet Keung Lo, Chapter II teache-Pisciple or Friends? A Historico-Exegetical Approach to the Analects.// Confucian Ethics in Retrospect and Prospect. Chinese Philosophical Studies XXVII. 2008. pp.27-61. {In English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.843-855
УДК72.01

Кочерєв Д.Г.,
Kocherev10@gmail.com, ORCID: 0009-0003-5139-7140,
д.філ.н., професор **Чорноморденко І.В**.,
hmurii@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9204-6342,
Київський національний університет будівництва і архітектури

БУДІВНИЦТВО І АРХІТЕКТУРА ЯК ІДЕЙНО-СВІТОГЛЯДНІ ЯВИЩА

Значення будівництва й архітектури як соціального феномену можна досліджувати крізь призму різних аспектів і функціональних повноважень. Безвідносно до діапазону цих факторів їхню ієрархію очолює ідейно-світоглядний фунціонал, оскільки саме він визначає цільову й праксеологічну спрямованість будівництва й архітектури, інструментальні можливості й соціальну значущість. У цьому контексті пріоритетного значення набуває аспект втілення на практиці будівництвом і архітектурою ідейно-світоглядного потенціалу, а саме: за рахунок яких засобів і в який спосіб будівництво й архітектура реалізують зазначені опції на прикладному рівні. Іншими словами, чим будівництво й архітектура є в контексті ідейно-світоглядної репрезентації – повноцінним суб'єктом продукування смислів і значень чи лише медіатором і посередником між автором будівельного й архітектурного об'єкта та соціальним середовищем?

Інший резонансний дослідницький аспект стосується сприйняття соціумом ідейно-світоглядної артикуляції будівництва й архітектури – наскільки коректно й буквально суспільна свідомість загалом і спеціалізована свідомість архітектурного, мистецького й естетичного профілю зокрема сприймає артикулятивні меседжі будівництва й архітектури? Чому різні соціокультурні середовища й історичні епохи використовують різні інтерпретаційну призму в процесі оперування феноменом будівництва й архітектури? Наскільки реалістичними є тези щодо інваріантності ідейно-світоглядного позиціонування будівництва й архітектури? Варіативність концептуальних підходів до відповідей на окреслені запитання є розлогою і потребує ґрунтовного компаративного аналізу і аргументаційної виразності. В межах однієї статті виконати таке полі аспектне завдання неможливо, однак навіть найдовший шлях починається з першого кроку.

Ключові слова: *ідеювання соціальної сфери, архітектура* як *мова, будівля* як *текст, функціональна складова будівлі, будівництво і архітектура як*

знакові та символічні системи, імплементація ідей на рівні соціальних практик.

Постановка проблеми. Той факт, що будівництву й архітектурі притаманна ідейно-світоглядна навантаженість, не підлягає сумніву, а от у який спосіб і за рахунок яких механізмів та причинно-наслідкових зв'язків ідейно-світоглядний потенціал втілюється на практиці, є предметом різнотлумачень і де-факто має статус теоретико-концептуальної проблеми, яка потребує осмислення й розв'язання.

Актуальність дослідження обумовлена насамперед специфікою інформаційного суспільства, яка загострює аспект ідейно-світоглядної артикуляції і особливостей її сприйняття масовою та спеціалізованою свідомістю.

Теоретико-концептуальну основу дослідження утворюють насамперед новітні резонансні праці таких провідних західних теоретиків ідейно-світоглядної навантаженості архітектури й будівництва, як П'єра Вітторіо Аурелі, Свена-Олафа Валленстайна, Умберто Еко, П'єра Есквайра, Ґреґорі Кейсіка, Джона Лобелла, Марґарет Маліжевскі-Піккарт, Едама Маркуса, Стівена Пінкера, Джона Раскіна.

Важливим теоретико-концептуальним підґрунтям аргументаційно переконливого оперування окресленою предметною сферою є теоретико-концептуальні надбання філософії структуралізму, яка осмислює стосунки між взаємопов'язаними елементами соціальної системи (йдеться, зокрема, про праці Клода Леві-Стросса, П'єра Бурдьє, Жака Лакана, Мішеля Фуко, а також Кліффорда Ґірца та Бруно Латура).

Значущий теоретико-концептуальний сегмент дослідження утворюють праці вітчизняних дослідників у сфері соціокультурних детермінант світосприйняття, цивілізаційної взаємодії та ідейно-світоглядних особливостей історичної динаміки (маємо на увазі доробок Василя Левкулича, Олега Рафальського, Зореслава Самчука, Андрія Сливінського.

Мета дослідження полягає в поліаспектному аналізі будівництва й архітектури як засобів, за посередництва яких відбувається ідеювання соціальної сфери та імплементація ідей на рівні соціальних практик.

Методологія дослідження обумовлена специфікою предметної сфери і особливостями дослідницької мети. Пріоритетного значення набуває *феноменологічний підхід*, який окреслює діапазон можливих смислів і значень будівництва та архітектури як ідейно-світоглядного явища.

Системний підхід також належить до переліку методологічних пріоритетів, оскільки предметна сфера дослідження наділена виразними

ознаками системного об'єкта, а відтак коректність його дослідження потребує валідного методологічного інструментарію.

Застосування *методу компаративного аналізу* також украй необхідне з огляду на необхідність порівняльних процедур різних концептуальних та аргументацій них підходів.

Що стосується *методу аналогій і екстраполяцій*, то він дає змогу провести асоціативні паралелі між знанням усталеним та таким, що потребує наукової легітимації.

Основна частина. Резонансна книга П'єра Вітторіо Аурелі «Можливість абсолютної архітектури» дала змогу архітектурному співтовариству повернутися до концептуального увиразнення магістральної лінії історичного розвитку своєї дисципліни, до глибинного покликання, місії та візії архітектури [8]. Автор уподібнив архітектуру архіпелагові дискретних об'єктів, які, відповідно до онтологічної логіки, змушені взаємодіяти на конкурентній стилістичній, знаково-символічній і навіть інтерпретативній основі. Така специфічна особливість надає архітектурі статусу значущого інтерпретативного і навіть комунікативного засобу, а саме: сприймаючи архітектурну форму, індивід підсвідомо «зчитує» її зміст, ідейну акцентованість і спонукально-мотиваційні наголоси. Ця обставина й особливість загострює посилення й поглиблення рефлексійних зусиль, скерованих на будівництво й архітектуру, на їхні інструментальні опції і на активування цих опцій на рівні суспільних практик.

Наполягаючи на «абсолютності» архітектури, Аурелі в такий спосіб підкреслював її функціональну індивідуальність і унікальність. Ця специфіка генеалогії архітектурної форми надає їй змогу артикулювати як сутність локального контексту – ідею будівлі (вулиці, міста), так і власну сутність – ідею архітектора, формалізаційним втіленням якої архітектурна форма є. Іншими словами, ідейно-світоглядна складова постає не просто одним із багатьох периферійних змістовних контекстів архітектури – вона виконує функцію смислового субстанціала, стрижня, на який нанизуються решта функцій, значень і підтекстів архітектурного маніфестування.

В цьому контексті актуалізується аспект спроможності архітектури виконувати функції посередника і провідника між автором архітектурної форми та реципієнтами архітектурних послуг, а саме: **наскільки адекватно архітектурна форма ретранслює смисли й значення, закладені в ній автором? Чи може вона «добудовувати» ці смисли й значення своїми власними «коментарями»? Чи справді така «добудова» належить їй – можливо, це наслідок конкретно-історичних соціокультурних очікувань, а кожному конкретно-історичному формату притаманний власні**

(оригінальні й унікальні) соціокультурні очікування, що пояснює феномен настільки розлого діапазону різнотлумачень щодо одних і тих же будівель та архітектурних об'єктів?

Як слушно зазначає Андрій Сливінський, «вся історія людства виразно віддзеркалює концептуальну максиму, згідно з якою успіхи як людства загалом, так і окремих спільнот зокрема, є наслідком здобутків у сфері культури – і успіхи ці були тим більш переконливими, чим більш консенсусних ознак набувала ієрархія культурних пріоритетів» [7, с. 263]. Фактор консенсусних ознак ієрархії культурних пріоритетів закономірно актуалізує аспект семіотичної призми сприйняття, а саме: **як читати об'єкти будівництва і архітектури?**

Будівлі та архітектурні рішення підлягають коректному ототожненню з об'єктами, які потребують інтерпретації. Відтак, актуалізується потреба релевантних пояснень цих об'єктів, а якщо взяти ще точніше й конкретніше, то першочергового значення набуває фактор консенсусних чи хоча б конвенційних критеріїв такої релевантності. Насамперед і в основному йдеться про формальні (формалізовані) способи спілкування – ту мову, засобом якої суспільні інститути й взаємини артикулюють свою місію і візію в конкретному соціумі, а також функціонують за певною шкалою ефективності. Така мова має не просто інструментальне (артикулятивне) значення – вона постає виразною детермінантою, котра визначає специфіку становлення й динаміку розвитку (функціонування) всіх і кожного, хто вдається до послуг такої мови, такого комунікативного засобу [6].

Для операційної зручності варто вдатися до послуг методу аналогій і екстраполяцій, а саме: якщо ***архітектура*** наділена змістовно-функціональними ознаками ***мови***, то *будівля* постає *текстом*, текстуальною складовою і втіленням архітектурної мови. Цю логіку інтерпретації можна продовжити в багатьох предметних напрямах – наприклад, архітектурний *стиль* наділений виразними ознаками *почерку*, яким написано текст будівлі в межах архітектури як мови.

Зрозуміло, якщо в сфері будівництва й архітектури виразно простежуються змістовні відповідники мові, тексту й стилю, то мають існувати й *слова* (чи щось інструментально споріднене зі словами) як першоелементи кожної мови. А доцільність слова, як аргументовано наполягав Карл-Густав Юнг, конституюється притаманним йому смислом. Так ми підходимо до наступної логічно вмотивованої фази інтерпретації: будівництво та архітектура володіють власною граматику, а будівлі та архітектурні рішення завжди і скрізь повідомляють певні *смисли, смислові ієрархії та субординації*.

Одначе, треба враховувати одне істотне «але»: соціокультурне середовище може не визнавати граматичних канонів будівництва й архітектури, пропонуючи натомість власну оптику культурних смислів, своє конкретно-історичне бачення і правила зчитування смислів і значень. Ще понад століття тому цей аспект переконливо розклав по поличках П'єр Есквайр [10]. Чи не найбільш аргументаційно дражливим аспектом залишається статусне співвідношення смислових і значеннєвих інтерпретацій. Зокрема, одна частина дослідників наполягає, що **граматичні канони будівництва й архітектури є інваріантними в історичному й герменевтичному сенсі, а їх конкретно-історичні соціокультурні візаві – це хоч і вимушена, проте недоречна данина світоглядному стереотипізму певної епохи**.

Натомість інша частина дослідників притримується ледь не діаметрально протилежного інтерпретативного підходу: для цього дослідницького кластеру граматичних канонів будівництва й архітектури практично не існує або ж вони присутні лише у форматі доктринальних фікцій – **на рівні об'єктивних суспільних реалій доводиться мати справу лише з певними смисловими й значеннєвими інтенціями (опціями, потенціями, енергіями), закодованими в об'єктах будівництва й архітектури, а матеріалізація і формалізація цих інтенцій втілюється в ту чи іншу систему інтерпретацій кожним соціокультурним середовищем та історичною епохою на власний розсуд, виходячи з власного, а не якогось універсального та інваріантного розуміння світоглядної, аксіологічної та естетичної ієрархії смислів і значень** [1].

У кількісному співвідношення прихильників другого концептуального підходу значно більше. Не в останню чергу це зумовлено труднощами верифікації концептуальних наголосів першого підходу: справді, аргуменаційно і фактографічно бездоганно довести інваріантність граматичних канонів будівництва й архітектури вкрай проблематично. Втім, варто зауважити, що **якщо якесь положення не підлягає верифікації, то це не означає, що воно автоматично хибне – можливо, в таких випадках нам просто доводиться мати справу з конкретно-історичними обмеженнями наукового інструментарію і методології, але це жодним чином не свідчить проти предметної сфери, проти концептуальної картини світу**.

Проілюструвати цей феномен можна на безлічі наочних прикладів: приміром, свого часу кругла форма Землі вважалася «абсурдом, який суперечить очевидній даності», а війна ахейців проти Трої мала в середовищі науковців статус не більше, ніж міфу. Втім, час, а точніше – вдосконалені дослідницькі інструменти і додаткові зусилля – розставили все по своїх місцях і

сьогодні вже нікого не дивує те, що кілька сотень років тому «ображало науковий розум».

У прихильників другого концептуального підходу існує велика перевага за рахунок, скажімо так, «емпіричної очевидності». Це виразно простежується на неспростовній соціокультурній та конкретно-історичній навантаженості сприйняття об'єктів будівництва й архітектури, а саме: кожна історична епоха здійснює реінтерпретацію смислів і значень об'єктів будівництва й архітектури на власний розсуд, в основі якої – унікальна ієрархія смислових і значеннєвих координат, яка, в свою чергу, об'єктивно й закономірно обумовлена світоглядними, аксіологічними, деонтологічними та іншими точками відліку [4].

Фактор смислової та значеннєвої навантаженості сприйняття об'єктів будівництва й архітектури спрацьовує не лише в конкретно-історичному контексті, а й на рівні соціокультурної специфіки: якщо для мешканців Середземномор'я, Центральної та Південно-Східної Азії меандр є архітектурним засобом, який слугує побажанням щастя, здоров'я і всіляких гараздів, то абсолютна більшість громадян Ізраїлю вбачає в меандрі зображення свастики – з усіма супутніми аналогіями й екстраполяціями, стилістично й орнаментально пов'язаним із гірким історичним досвідом кінця 1930-х та першої половини 1940-х. З цієї причини дуже популярні в Греції, Італії та Іспанії будівельні фризи з акцентом меандру ви не зустрінете в Ізраїлі не лише на рівні втілених будівельних проєктів, а й навіть на полицях будівельних магазинів цієї країни.

У цьому контексті популярне (чи пак – популістське) словосполучення *інтерпретативний гуманізм архітектури* набуває надміру розмитого семантичного рельєфу: бо й справді, наскільки предметним можна вважати інтерпретаційний тренд, в основі якого – абсолютна відсутність зобов'язуючої нормативності, канонів і табу в історичному та соціокультурному розрізі? **Наскільки в таких випадках узагалі доречно вести мову про гуманізм, який апріорі, за замовчуванням повинен володіти критеріальним універсалізмом?**

Незручну ситуацію з інтерпретативний гуманізм архітектури покликане врятувати смислове переакцентування, яке полягає в ототожненні гуманістичної складової архітектури з вимогою *максимально повно й вичерпно втілювати в екстер'єрі інтер'єр*. Однак ця вимога відчутно девальвує реалістичність її дотримання у випадку великих будівель на кшталт хмарочосів. Цей аспект переконливо проілюстрував Свен-Олаф Валленстайн [15].

Екстер'єр будівельно-архітектурних мегалопроєктів навіть за великого бажання не може гармонійно корелювати з інтер'єром у принципі, оскільки

інтер'єр є вкрай неоднорідним: він постає еклектичним утіленням різних функціональних призначень, стилів, матеріалів тощо. За таких обставин навіть за дуже великого й щирого бажання коректно віддзеркалити інтер'єр на рівні екстер'єру практично неможливо – інакше екстер'єр доведеться втілювати в стилі еклектичного ґранджу, який, окрім того, ще й потрібно буде постійно переробляти, аби в такий спосіб реагувати на перманентні зміни на рівні різних елементів інтер'єру. **У випадку мегалопроєктів, питома вага яких із часом лише зростає, екстер'єр може й повинен гармонічно поєднуватися не з інтер'єром, а з екстер'єрами сусідніх будівель, вулиці та мікрорайону – тобто відносно автономного архітектурного кластеру**.

Тут ми підходимо до фундаментальних положень структуралізму – теоретико-концептуального напряму, який (якщо його брати в максимально широкому форматі) осмислює взаємини між взаємопов'язаними елементами соціальної системи. Якщо ж структуралізм брати в дещо вужчому форматі структурної антропології, то він в особі насамперед Клода Леві-Стросса, а також П'єра Бурдьє, Жака Лакана та Мішеля Фуко витлумачує історію, культуру та поведінку людських спільнот крізь призму структур матеріальної культури, які справляють детермінативний вплив на сферу, процес і специфіку сприйняття дійсності [2].

Згідно з концептуалістикою Клода Леві-Стросса, становлення ключових соціокультурних форм відбувається внаслідок компаративного аналізу протилежних якостей (пропозицій, навіювань, впливів), які прийнято позначати терміном *бінарні опозиції*. Такий компаративний аналіз є доволі умовним – у тому сенсі, що він може відбуватися латентно, спонтанно і в нерефлексійних формах, а відтак має з аналізом дуже мало спільного.

З позицій дослідницької та інтерпретаційної призми структуралізму кожна структура на рівні змістовних асоціацій – це насамперед впорядкованість і передбачуваність. Як зазначав Бруно Латур, техніка не стільки забезпечує *зв'язок і єднання*, скільки увиразнює ***дистанцію і роз'єднує***. Наведене зауваження стосується будь-якої техніки, а техніка будівельно-архітектурна не є винятком із загального правила. Це означає, що будівництво й архітектура спроможні як моделювати й стимулювати розвиток суспільства, так і стримувати його, консервуючи певний соціальний status quo.

Об'єктом дослідження структуралізму є культура як сукупність знакових систем, а ключовою системою вважається мова в широкому розумінні – як артикулятивний, інтерпретативний та комунікативний інструмент. З концептуальним підходом, згідно з яким ідейно-світоглядна складова виконує функцію смислового субстанціала архітектурного об'єкта, значною мірою перегукується резонансна книга Ендрю Кудлеса та Едама Маркуса «Коди

малювання: експериментальні протоколи архітектурного репрезентації» [12]. Важко не погодитися з авторами, що як засоби вираження ідеї і як знакові системи будівництво та архітектура максимально виразно втілюються у таких формах, які англійською позначаються термінологічними конструктами «Million-Dollar Style Mansions», «Ultra-Luxury Architecture», «Ultimate Luxury», «a Harmony of Luxury, Art, and Perfection» тощо.

Ідейно-світоглядна складова архітектури перекидає логічний місток між архітектурою та філософією: в межах цієї сутнісної спорідненості **архітектура постає репрезентацією певної філософської ієрархії смислів, утіленої в формі архітектурного об'єкта**. За великим рахунком, існує принципова можливість органічної єдності філософії та архітектури: як кожен архітектурний об'єкт містить світоглядну навантаженість, притаманну певному типу філософії, так і кожен напрям філософії вирізняється характерним аргументаційною архітектурою, інтерпретативним орнаментом та стилістичним дизайном.

У цьому контексті слід зазначити, що ґрунтовний дослідження Джона Лобелла під назвою «Луїс Кан: Архітектура як філософія» допомагає зрозуміти природу світоглядних пріоритетів автора архітектурного проєкту в забудованому середовищі [13]. Предметом дослідження є один із найбільш впливових архітекторів XX століття Луїс Кан. Автор привертає увагу до педантичної зосередженості Кана на структурі, на його ледь не сакралізованій повазі до матеріалів, до значення й контекстуальності сприйняття світла та простору, до виразності мистецької мети як істотних складових загального філософського підґрунтя творчості. Аналізуючи п'ять найбільш видатних споруд Кана – Бібліотеку Академії Філліпса Ексетера в Нью-Гемпширі, Медичний дослідницький корпус Річардса у Філадельфії, Художній музей Кімбелла у Форт-Ворті, Єльський центр британського мистецтва в Нью-Хейвені та Інститут біологічних досліджень Солка в Ла-Хойї, – Джон Лобелл подає аргументовану версію того, як ці будівлі розкривають світоглядну ієрархію Кана, його філософські пріоритети і побажання щодо їх сприйняття.

Книга Марґарет Маліжевскі-Піккарт обстоює той концептуальний наголос, що ключовим інструментальним посередником між філософією та архітектурою є орнамент [14]. Орнаменталістика справді є спільною буттєвою локацією для філософії та архітектури: питома вага цих складових в більшості орнаментів є приблизно однаковою. В цьому сенсі можна стверджувати, що орнаменталістика є філософською і архітектурною водночас. Не виключено, що вона є навіть спільним першовитоком для філософії та архітектури.

Розкішно ілюстрована книга Маліжевскі-Піккарт структурована за такими категоріями, як вікна та двері, стіни, колони, холдинги,

орнаменталістика, сходи, арки, склепіння, куполи та дахи. Розлогий спектр архітектурних ілюстрацій дозволяє цій праці функціонувати як концептуально збалансований архітектурний словник і джерело архітектурного орнаменту та дизайну.

Як писав Джон Раскін (John Ruskin), усі люди, якими б не були їхні смаки та світоглядні особливості, змушені протистояти навколишнім будівлям, тому довговічність архітектури та її майже тотальна присутність у просторі роблять її ідеальним інструментом для проведення політики, заснованої як на філософії влади, так і на певній ідеології. Книга Ґреґорі Кейсіка «Архітектура та політика: від античності до XX століття» якраз виразно ілюструє істотне функціональне взаємопроникнення архітектури та політики в розлогому історичному діапазоні – від античності й до XX століття [11]. З цими концептуальними наголосами аргументаційно перегукується хрестоматійна праця П'єра Вітторіо Аурелі «Проєкт автономії: політика та архітектура всередині та проти капіталізму» [9].

Дихотомія об'єктної та суб'єктної орієнтованості будівельних і архітектурних форм перекидає рефлексійний місток не лише до архітектурного Его їхніх творців, а й до ***призначення*** та *значення* будівлі й архітектурного об'єкта як у трансісторичному форматі, так і на рівні конкретно-історичних реалій. Якщо відштовхуватися від одного з консенсусних ідентитетів сучасності як епохи консюмеризму, то напрошується запитання: що має вирішальне значення для консюмеристичних і загалом ринкових перспектив будівлі та архітектурного об'єкта, тобто, що визначає запитаність і потенційну вартість – *функція* чи *значення*? Чи, можливо, варто вести мову про такий симбіотичний параметр, як ***функціональність значення***?

На перший погляд, функціональна складова будівлі має бути вирішальною в розрізі запитаності та потенційної вартості, адже на цьому висновку наполягає внутрішня логіка будівництва як історичного феномену, а саме: починаючи з кам'яної доби люди витрачали час і зусилля на будівництво споруд насамперед з метою забезпечення певних функціональних потреб. Таке зауваження в режимі історичного екскурсу справді відповідає дійсності – *первинна* (*денотативна*) функція печери була максимально утилітарною: вона слугувала сховищем.

Однак згодом, як виразно відстежив у своїй семіотичній концептуалістиці Умберто Еко, людьми було започатковано тренд концептуального моделювання печери і ***символічне*** почало брати гору над *функціональним* у будівлі – власне, ***вторинна*** (***конотативна***) функція пов'язана насамперед із символічним доповненням, навантаженням символічною контекстуальністю й підтекстуальністю, питома вага якої в сукупній вартості будівлі щоразу

зростала. Щоправда, першочергове значення для формування структури та ієрархії значущості світосприйняття мають ***символічні опозиції***, а не *символічне значення*.

У наш час символічне структурування простору має безперечну статусну перевагу перед утилітарною функціональністю. Більше того, символічний підтекст щоразу міцніше вростає в утилітаристку. Тому економічна раціональність сучасності не лише не заперечує значення символічної складової об'єктів будівництва, а й відводить їх щоразу вищі щаблі вирішального значення – не випадково галопуючого розвитку набув менеджмент символічних значень [3]. Також цілком закономірно, що саме архітектура була обрана ключовим символічним маркером об'єднаної Європи, втіленим на купюрах євро.

Кожна сучасна будівля – це не просто *матеріальний об'єкт*, а ***сукупність символів***. Зрештою, планку категоризму можна підняти ще вище: кожна будівля – це не лише й не стільки *матеріальний об'єкт*, скільки ***символічна система*** конкретно-історичних соціокультурних умов і обставин [5]. А втім, ще Карл-Густав Юнг зазначав: об'єкт, який втратив своє ***символічне наповнення***, вироджується в *порожню оболонку*.

ВИСНОВКИ. Будівництво і архітектура – одні з основних засобів, за посередництва яких відбувається ідеювання соціальної сфери, імплементація ідей на рівні соціальних практик. Такий ідейний вплив стосується основних секторів суспільної життєдіяльності – світоглядного, семантичного (смислового), аксіологічного, символічного.

Можна стверджувати, що кожен конкретно-історичний формат суспільства – це не що інше, як сукупність (здебільшого системна і симбіотична) ідей, які інкорпоруються в суспільну свідомість і суспільні практики в різний спосіб – і не в останню чергу за посередництва будівництва і архітектури, для яких ідейна складова є певною візуальною і функціональною емблемою, життєстверджувальною інтенцією, котра вказує не лише на мету та цільові пріоритети, а й на засоби, інструментарій досягнення мети в максимально ефективний і заощадливий спосіб.

Таке унаочнення ідей, смислів і світоглядних спонук створює надзвичайно переконливий ефект, тому виконання будівництвом і архітектурою функцій провідника ідейно-світоглядних пріоритетів перебуває на одному з найвищих рейтингових показників.

Список використаних джерел

1. Ґірц К. *Інтерпретація культур: Вибрані есе* / Кліфорд Ґірц [Пер. з англ. Н. Комарова]. К.: Дух і Літера, 2001. 542 с.

2. Леві-Строс К. Структурна антропологія / Пер. з фр. З. Борисюк. 2-е вид. К.: Основи, 2000. 387 с.

3. Левкулич В.В. *Справедливість як соціокультурний феномен: монографія* / В.В. Левкулич. Ужгород: Видавничий дім «Гельветика», 2018. 480 с.

4. Пінкер С. *Просвітництво сьогодні. Аргументи на користь розуму, науки та прогресу*. Наш формат, 2019. 560 с.

5. Рафальський О.О., Самчук З.Ф. *Цивілізаційні перехрестя сучасного суспільства*. К.: ІПіЕНД ім. І.Ф. Кураса НАН України, 2018. 688 с.

6. Самчук З. Перехрестя науково-освітніх альтернатив: монополія на прийняття рішень чи культивування компетентності?. *Філософія освіти. Philosophy of Education*. 2023. №28(2). С. 171–196.

7. Сливінський А.О. ПРИНЦИП СОЦІОКУЛЬТУРНОЇ РІВНОЗНАЧНОСТІ ЯК КРИТЕРІАЛЬНИЙ ЕКВІВАЛЕНТ ЕФЕКТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ КРАЇН І НАРОДІВ: ТРУДНОЩІ РЕАЛІЗАЦІЇ. *Культурологічний альманах*. 2024. № 4. С. 263–273. https://doi.org/10.31392/cult.alm.2024.4.30.

8. Aureli P.V. *The Possibility of an Absolute Architecture*. MIT Press, 2011. 268 p.

9. Aureli P.V. *The Project of Autonomy: Politics and Architecture within and against Capitalism*. New York: Princeton University Press, 2008. 120 p.

10. Esquie P. *Vignola. The five orders of architecture*. Boston, Mass. Bates & Guild company, 1900. 180 p.

11. Kesik G. *Architecture & Politics: From Antiquity to the 20th Century. Short Course.* Independently published, 2024. 92 p.

12. Kudless A., Marcus A. *Drawing Codes: Experimental Protocols of Architectural Representation*. Applied Research & Design, 2024. 296 p.

13. Lobell J. *Louis Kahn: Architecture as Philosophy*. The Monacelli Press, 2020. 240 p.

14. Maliszewski-Pickart M. *Architecture and Ornament: An Illustrated Dictionary*. McFarland & Company, 2009. 208 p.

15. Wallenstein S.-O. *Bio-Politics and the Emergence of Modern Architecture*. New York: Princeton Architectural Press, 2009. 186 p.

postgraduate student **Dmytro Kocheryev**
Doctor of Sciences (Dr. Hab.) in Philosophy, Professor **Chornomordenko Ivan**
Kyiv National University of Construction and Architecture

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE AS IDEOLOGICAL AND WORLD-VIEW PHENOMENA

The significance of construction and architecture as a social phenomenon can be studied through the prism of various aspects and functional powers. Regardless of

the range of these factors, their hierarchy is headed by the ideological and worldview functional, since it is he who determines the target and praxeological orientation of construction and architecture, instrumental capabilities and social significance. In this context, the aspect of the implementation of the ideological and worldview potential in practice by construction and architecture acquires priority, namely: by what means and in what way construction and architecture realize the specified options at the applied level. In other words, what is construction and architecture in the context of ideological and worldview representation - a full-fledged subject of producing meanings and meanings or only a mediator and intermediary between the author of the construction and architectural object and the social environment?

Another resonant research aspect concerns the perception of the ideological and worldview articulation of construction and architecture by society – how correctly and literally does the public consciousness in general and the specialized consciousness of the architectural, artistic and aesthetic profile in particular perceive the articulatory messages of construction and architecture? Why do different socio-cultural environments and historical eras use different interpretive prisms in the process of operating with the phenomenon of construction and architecture? How realistic are the theses regarding the invariance of the ideological and worldview positioning of construction and architecture? The variability of conceptual approaches to the answers to the outlined questions is extensive and requires a thorough comparative analysis and argumentative expressiveness. It is impossible to complete such a multi-faceted task within the framework of one article, but even the longest path begins with the first step.

Keywords: ideation of the social sphere; architecture as a language; building as a text; functional component of a building; construction and architecture as sign and symbolic systems; implementation of ideas at the level of social practices.

REFERENCES

1. Girts K. *Interpretatsiya kul'tur: Vybrani ese* / Kliford Girts [Per. z anhl. N.Komarova]. K.: Dukh i Litera, 2001. 542 s. {In Ukrainian}

2. Levi-Stros K. Strukturna antropolohiya / Per. z fr. Z. Borysyuk. 2-e vyd. K.: Osnovy, 2000. 387 s. {In Ukrainian}

3. Levkulych V.V. Spravedlyvistʹ yak sotsiokulʹturnyy fenomen: monohrafiya / V.V. Levkulych. Uzhhorod: Vydavnychyy dim «Helʹvetyka», 2018. 480 s. {In Ukrainian}

4. Pinker S. Prosvitnytstvo sʹohodni. Arhumenty na korystʹ rozumu, nauky ta prohresu. Nash format, 2019. 560 s. {In Ukrainian}

5. Rafalʹsʹkyy O.O., Samchuk Z.F. Tsyvilizatsiyni perekhrestya suchasnoho suspilʹstva. K.: IPiEND im. I. F. Kurasa NAN Ukrayiny, 2018. 688 s. {In Ukrainian}

6. Samchuk Z. Perekhrestya naukovo-osvitnikh alʹternatyv: monopoliya na pryynyattya rishenʹ chy kulʹtyvuvannya kompetentnosti? *Filosofiya osvity. Philosophy of Education*. 2023. № 28 (2). S. 171–196. https://doi.org/10.31874/2309-1606-2022-28-2-10 {In Ukrainian}

7. Slyvinsʹkyy A.O. PRYNTSYP SOTSIOKULʹTURNOYI RIVNOZNACHNOSTI YAK KRYTERIALʹNYY EKVIVALENT EFEKTYVNOYI VZAYEMODIYI KRAYIN I NARODIV: TRUDNOSHCHI REALIZATSIYI. Kulʹturolohichnyy alʹmanakh. 2024. № 4. C. 263–273. https://doi.org/10.31392/cult.alm.2024.4.30 {In Ukrainian}

8. Aureli P.V. *The Possibility of an Absolute Architecture*. MIT Press, 2011. 268 p. {In English}

9. Aureli P.V. *The Project of Autonomy: Politics and Architecture within and against Capitalism*. New York: Princeton University Press, 2008. 120 p. {In English}

10. Esquie P. *Vignola. The five orders of architecture*. Boston, Mass. Bates & Guild company, 1900. 180 p. {In English}

11. Kesik G. *Architecture & Politics: From Antiquity to the 20th Century. Short Course.* Independently published, 2024. 92 p. {In English}

12. Kudless A., Marcus A. *Drawing Codes: Experimental Protocols of Architectural Representation*. Applied Research & Design, 2024. 296 p. {In English}

13. Lobell J. *Louis Kahn: Architecture as Philosophy*. The Monacelli Press, 2020. 240 p. {In English}

14. Maliszewski-Pickart M. *Architecture and Ornament: An Illustrated Dictionary*. McFarland & Company, 2009. 208 p. {In English}

15. Wallenstein S.-O. *Bio-Politics and the Emergence of Modern Architecture*. New York: Princeton Architectural Press, 2009. 186 p. {In English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.15.856-863
УДК 14:297:794.1

к.ф.н., доцент **Ставрояні С.С.,**
stavrojani@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8035-237X,
Прохоров О.В.,
prohorov@chessclub.lviv.ua, ORCID: 0009-0007-0424-6226,
Львівського державного університету
фізичної культури імені Івана Боберського

ВПЛИВ ІСЛАМУ НА ШАХИ: ФІЛОСОФСЬКА РЕФЛЕКСІЯ

Шахи є складним соціокультурним явищем, вони відіграють важливу роль у соціально-культурному просторі сучасності. Спочатку шахи виникли як модель військової тактики і стратегії, вони своєрідним чином відображали соціально-політичні, культурні, релігійні особливості суспільства, підкреслювали ієрархічні аспекти соціальної структури, класові відмінності та протиріччя. На даний момент шахи приваблюють мільйони любителів у всьому світі; визнається, що шахи поєднують елементи спорту, мистецтва та науки. Деякі дослідники вважають, що шахи могли мати певне ритуально-містичне значення, використовуватися у релігійних церемоніях та обрядах. Розвиток шатранджу – версії протошахів – відбувався в країнах арабського світу, в часи так званого «золотого віку» ісламу. Іслам – наймолодша зі світових релігій, що виникає в VII-ому столітті на Аравійському півострові, і наразі дуже стрімко розвивається. У статті розглядається вплив ісламу на розвиток шахів, відображення ісламської культури у різноманітних аспектах шахової гри. Також автори розглядають сучасний стан розвитку шахів у ісламських країнах, особливості ставлення до шахів ісламського духовенства.

Ключові слова: шахи; шатрандж; іслам; харам; хіджаб; соціальна ієрархія; халіфат.

Метою дослідження є визначення взаємодії шахів та ісламу, дослідити вплив ісламу на шахи, особливості розвитку шахів в ісламських країнах.

Методологія дослідження полягає у сукупному використанні методів аналізу, синтезу, порівняння, історичного, лінгвістичного методів, а також феноменологічного і діалектичного підходів. **Наукова новизна** полягає у визначенні особливостей впливу ісламу на шахову гру, встановлення основних закономірностей взаємодії шахової гри та ісламської релігії та регламентування заняття шахами з боку ісламського духовенства.

Актуальність теми дослідження. Актуальність даного дослідження зумовлена багатьма чинниками. Так, шахи є дуже популярною грою, яка

об'єднує мільйони людей у всьому світі. Такі філософи, як Й. Хейзінга, Р. Кайуа, О. Фінк, Е. Берн стверджували, що гра є окремим соціокультурним феноменом, який потребує окремого ретельного дослідження. Видатний голландський вчений Й. Хейзінга в трактаті «Homo Ludens» робить глибокий історичний екскурс, завдяки якому доводить, що феномен гри присутній в різноманітних соціальних сферах людської життєдіяльності (таких як війна, юстиція, масова культура тощо) [2]. Шахи вже багато століть привертають до себе увагу та інтерес багатьох людей. Одних заворожує краса шахових комбінацій, тактичних ідей та стратегічних задумів; інших – дух спортивного змагання, жага до перемоги; третіх – протистояння характерів, психологія гравців. Нарешті, для багатьох шахи – робота, бізнес, хобі, просто Гра. Шахи традиційно вважаються грою мудреців, правителів, філософів; шахами захоплювалися різні видатні правителі, філософи, мудреці. Іслам – наймолодша зі світових релігій, яка виникла на початку VII-ого століття, і на даний момент є другою за кількістю послідовників після християнства (мусульман зараз майже 2 мільярди). Історичний розвиток шахів відбувався поступово, і однією з версій протошахів був шатрандж – який був особливо розповсюджений у країнах арабського світу, це обумовлює зв'язок шахів та ісламу. Можна простежити вплив ісламської культури на шахову гру, зміни певних правил, парадигми, сутності гри. На сучасному етапі шахи є дуже популярними в країнах Азіатського регіону, більшість населення яких сповідує іслам. При цьому неможливо не зазначити, що ставлення ісламського духовенства до шахів не було однозначним.

Стан наукової розробки проблеми. Історію шахів, історичні шляхи розвитку цієї гри вивчали чимало вчених, зокрема: Дж. Нідем, П. Бідев, І. Ліндер, Г. Меррей, М. Гонєєв, І. Савенков, Є. Гіжицький, І. Майзеліс, Д. Саргін, А. Шиляєв та багато інших. Чимало авторів висували концепції щодо причин виникнення шахів. Так, Дж. Нідем та П. Бідев вважали, що шахи виникли в Китаї та за допомогою них здійснювалося ритуальне передбачення, ворожіння. Деякі дослідники відзначали зв'язок шахів із буддизмом. Велика кількість дослідників розглядають розвиток шахів у діалектичній єдності з іншими іграми: чатуранга, нарди тощо.

Отже, розглянемо історичний розвиток шахів. Потрібно визначити, що шахова гра зазнавала чималих змін і у сучасному своєму вигляді існує лише декілька століть, але для повноти нашого дослідження ми маємо розглянути історію та онтологію так званих «протошахів» – давніх форм шахових ігор. Згадування гри в кості зустрічається в різних стародавніх текстах, зокрема, у «Ригведі», «Атхарва-Веді» тощо. Так, у «Гімні гравця з Ригведи» дається порада утримуватися від цієї гри, тому що вона може призводити до втрати

майна (через борги), конфліктів з близькими та рідними тощо [7]. Першою визначною версією шахів була гра чатуранга, ця гра символічно відображала модель індійського війська, яке очолював правитель “раджа”, і воно складалося з 4 основних видів військ: піхота (пішак), кавалерія (кінь), бойові слони (слон) та бойові колісниці (тури). Відомий шаховий історик та теоретик І. Ліндер писав: «Шахи – військова гра, яка символічно відобразила стрій давнього війська». Фактично, шахи концентровано відображали сутність військової тактики та стратегії тієї епохи та країни, де були популярні, і зазнавали змін в залежності від їхнього розвитку. Це відбувалося під впливом політики, культури, релігії, які, як відомо, виступають надбудовою над економічним базисом, тобто, пануючими в даному суспільстві економічними відносинами. Також відзначимо, що шахи відображали притаманну тогочасному суспільству класову (або ж варнову, якщо взяти до уваги специфіку індійського суспільства) систему: непорушність та зверхність монархічної влади, можливість легко приносити в жертву простих людей (піхоту, пішаків) заради загальної перемоги, недоторканість життя правителя (шаха, короля) [9].

Далі розвиток шахів починає тісно взаємодіяти з арабським світом. З Персії гра прийшла до Середньої Азії, Аббасидського халіфату та інших регіонів, де в той час був поширений іслам, який виникає в VII-ому столітті та починає швидко розповсюджуватися. VIII-X століття вважаються золотим часом шатранджу: гра була дуже популярною, історія зберегла імена найбільш відомих майстрів шатранджу: Абу-Наім, Зайраб Катай, Аль-Адлі, Ар-Разі, Сулі та інші. Відзначимо, що прямим впливом ісламу на шатрандж було наступне: в більш давні часи зображення шахових фігур були більш антропоморфні чи зооморфні, але тому що іслам забороняє зображення людей та тварин, то шахові фігури стають більш схематичними, втрачають схожість на людей, тварин. Це також робить їх більш простими, дешевими, і, відповідно, популярними серед простих верств населення. Якщо раніше шахи були здебільшого грою аристократів, то тепер вони стають більш народними, демократичними. Сама сутність гри також дещо змінюється: для шатранджа притаманним є повільний темп, гра є орієнтованою на стратегію, довгі маневри тощо. Можна також відзначити, що приблизно цей же час був золотим віком арабської культури, філософії тощо. При цьому, після того, як шахова гра потрапляє до Європи, відбуваються значні зміни як у правилах, так і у глобальних тенденціях гри. Шахи стають більш динамічними та швидкими: з’являється подвійний хід пішака, биття на проході, рокіровка. Поступово зникає східна неспішність та циклічність, на їх місце приходить європейська лінійність та динамізм. Вкрай важливим фактором також стає зміна ходу, та, головне, розуміння фігури «ферзь»: тепер це не візир (чи «фарзин», радник,

міністр), що пересувається лише на одну клітинку по діагоналі, а «королева», яка стає найсильнішою фігурою та пересувається на необмежену кількість клітин у будь-якому напрямку [9].

Відзначимо, що час від часу ісламське духовенство виступало проти шахів, забороняючи цю гру, в деяких фетвах критично ставиться до шахів і зараз. Але це, на нашу думку, зазвичай пов'язано із порівнянням шахів із азартними іграми, і йде негативне ставлення до шахів у випадку, якщо це є грою на гроші. Якщо ж шахи виступають як розумова, інтелектуальна гра (якою вони і є насправді), ставлення до них, зазвичай, є позитивним.

У сучасному світі іслам є дуже популярною релігією, яка дуже стрімко розвивається. Можна відзначити наступні причини такого розвитку ісламу:

- молодість: іслам є найбільш новою серед світових релігій, і тому ще не використано всі можливості розвитку та трансформації релігії;
- гнучкість та адаптивність: незважаючи на нібито жорсткий та регламентований характер цієї релігії, вона є достатньо гнучкою, частково це можна пояснити відсутністю централізованого духовенства, що дає можливості швидше реагувати на зміни та виклики часу;
- тотальний характер: іслам регламентує діяльність людини в усіх сферах, охоплює не тільки релігійне, духовне, а й економічне, соціальне життя, впливає на світогляд людини;
- простота та принциповість: іслам постає як захисник традиційних цінностей, протистоїть ліберальним цінностям західного світу. Чимало людей, яким також не близькі такі цінності, переходять в іслам через ці фактори.

Якщо досліджувати останні повідомлення у світі шахів мусульманських країн, за останні роки можемо відмітити та описати деякі найбільші інформаційні скандали.

1. У січні 2016 року Верховний муфтій Саудівської Аравії, Абдуль-Азіз ібн Абдуллах Аль аш-Шейх, заявив під час телевізійної передачі, що шахи заборонені в ісламі, оскільки вони відносяться до азартних ігор.

2. Заборона в Афганістані у 2025 році: влада Талібану заборонила шахи на підконтрольних територіях, посилаючись на те, що вони є засобом азартних ігор згідно з їхнім суворим тлумаченням шаріату.

3. У 2016 році Міжнародна федерація шахів (FIDE) зіткнулася з критикою та закликами до бойкоту після того, як було оголошено, що Чемпіонат світу із шахів серед жінок 2017 року пройде в Тегерані, а всі учасниці повинні будуть носити хіджаб. Деякі провідні шахістки, зокрема чемпіонка США Назі Пайкідзе-Барнс та українська екс-чемпіонка світу Марія Музичук, відмовилися брати участь у турнірі, вважаючи це обмеженням прав жінок.

4. Використання хіджабу чоловіком: У 2023 році стався інцидент на Відкритому чемпіонаті Кенії з шахів, де чоловік переодягнувся в жінку, використавши нікаб та хіджаб, щоб взяти участь у жіночому турнірі заради більшого призового фонду. Його дискваліфікували, але цей випадок також викликав дискусії щодо гендерної сегрегації та правил одягу в спорті.

Наприкінці нашого наукового дослідження ми пропонуємо ознайомитися із певними правилами заняття спортом та шахами, які пропонуються для мусульман:

1. Заняття мусульманина спортом та шахами не повинні призводити до нехтування релігійними та іншими обов'язками.

2. Мусульманину під час занять спортом та шахами заборонено будь-яким чином шкодити оточуючим. Наприклад, заборонено займатися спортом на жвавих вулицях, оскільки це загрожує утворенням пробок.

3. Сліпий фанатизм на підтримку команди не має жодного відношення до ісламу, оскільки це суперечить ісламському вченню, що закликає до єдності та любові.

4. При заняттях спортом заборонено лаятися, наклепувати або неналежно поводитися.

5. Ісламом заборонені матчі або ігри за участю обох статей, що прокладає дорогу до спокуси та гріха.

6. Іслам також забороняє всі ігри та спортивні змагання, які розбещують мораль або розпалюють сексуальність, наприклад, танці у виконанні жінок на публіці. Чоловіки повинні займатися тими видами спорту, які підходять їхній чоловічій природі, і навпаки. Іслам не дозволяє жінкам займатися чоловічими видами спорту. Цей кодекс, або правила для занять спортом і шахами в загальних рисах показує підхід традиційних цінностей у мусульманському світі. Якщо повернутися до сучасного стану розвитку занять шахам, то однозначно мусульманин повинен у своєму щоденному графіку виділяти час для підтримки свого фізичного здоров'я. Для цього необов'язково йти до спеціалізованих фітнес-центрів або спорт-клубів. Достатньо почати з ранкової зарядки, невеликих розминок протягом дня (особливо якщо у вас сидячий спосіб життя) і пари вправ перед сном. До того ж завжди є можливість зайнятися бігом в парку. Зрештою цей перелік є запорукою успішних виступів за шахівницею.

Висновки. Іслам значно впливав на шахи, історично можна простежити помітні зміни, які зазнали шахи під впливом ісламу. Так, під впливом заборони ісламом зображення людей та тварин, шахові фігури стали виглядати більш спрощено, схематично, що зробило шахи грою не тільки еліт, а й простих людей. VII-IX-X століття вважаються золотим часом шатранджу, ця гра була

поширеною в арабському світі, який також переживав період свого культурного розквіту. В сучасному світі шахи дуже поширені в мусульманських країнах, в дитячих шахах, фактично, майже домінують представники азіатських країн. Хоча мусульманське духовенство періодично негативно ставилося до шахів, це пов'язано із негативним ставленням до азартних ігор. Якщо шахи не є азартною грою та не заважають виконанню релігійних обов'язків, в більшості випадків, вони дозволені. Так, результати дослідження підтвердили той факт, що сучасний мусульманин повинен щодня або щотижня виділяти деякий час для підтримки свого здоров'я. З точки зору сучасного ісламу шахи можуть бути прийнятним варіантом для занять інтелектуальною культурою. Сьогодні ісламські духовні лідери, незалежно від внутрішньої складної релігійної ситуації протягом останніх років, сприяють виробленню нових поглядів на фізичну культуру та спорт, особливо на шахи. Це підтверджуються розвитком шахів на рівні різних держав ісламського світу на прикладі Азербайджану, Ірану, Узбекістану, ОАЄ, та інших. Організовані заняття шахами, особливо спорт високих досягнень, як було зазначено, не послаблюють релігійні почуття і віру в мусульманських спортсменів, а певною мірою навіть посилює їхню релігійність. Більше того, успіхи шахістів-мусульман в окремих випадках стимулюють звернення до ісламу шахістів з інших конфесій. В умовах глобалізації мусульманська релігія для багатьох шахістів залишається духовною основою їхньої культурної ідентичності незалежно від місць проживання та культурного оточення. Разом з тим, як для шахістів, так і для глядачів і вболівальників іслам не є консервативним початком, що не піддається змінам. Сучасні шахи наочно показують, що в світі, що змінюється, взаємодія культур-цивілізацій далеко не завжди являє собою протистояння, це може бути і мирне співіснування і співробітництво. У різних мусульманських країнах та спільнотах це проявляється по-різному, що ми спостерігаємо і в шахах.

Література:

1. Baker W.J. Playing with God. Religion and Modern Sport. Cambridge-Massachusetts-London: Harvard University Press, 2007.
2. Homo Ludens. Досвід визначення ігрового елемента культури., Київ: Основи, 1994.
3. Naciri M. The Islamic Position on Sport // Sport in the Modern World-Changes and Problems. Berlin-New York, 1973.
4. Ежи Гижицкий. С шахматами через века и страны. / Гижицкий Е. // Варшава, 1970. – 359 с.

5. Ігри, у які грають люди = Games People Play / пер. з англ. К. Меньшикової. — Харків : Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля», 2016 с.

6. Каюа, Роже. Людина та сакральне : видання, доповнене трьома додатками, про секс, гру, війну в їхньому відношенні до сакрального: Пер. з фр. Усик А. В. відп. ред. С. Л. Удовик. - Київ : Ваклер, 2003. - 238с., [9] арк. іл.: іл. - Бібліогр.: с. 235-238.

7. Рігведа («Книга гімнів») // Літературознавча енциклопедія : у 2 т. / авт.-уклад. Ю. І. Ковалів. — Київ : ВЦ «Академія», 2007. — Т. 2 : М — Я. — С. 331-332.

8. Ставрояні С.С., Спірідонов М.Ю. Феномен гри в дискурсі постмодерну: від античності до сучасності. С.С. Ставрояні, М.Ю. Спірідонов // Просторовий розвиток. Науковий Збірник, випуск №12. Київ, КНУБА, 2025. с.371-380.

9. Ставрояні С.С., Спірідонов М.Ю. Шахи як предмет соціальної та духовної творчості людства: філософська рефлексія С.С. Ставрояні, М.Ю. Спірідонов // Просторовий розвиток. Науковий Збірник, випуск №7. Київ, КНУБА, 2024. с.635-645.

10. Шах-наме: розділи з поеми / Фірдоусі Абулькасим; [пер., передм. та прим.: М. Ільницький]. — Тернопіль: Навчальна книга — Богдан, 2017.

11. Сайт Ассоціації імама Махді Марджаеі (IMAM) URL: https://imam-us.org/is-chess-haram

12. Сайт ChessBase - Німеччина - щоденні шахові новини URL: https://en.chessbase.com/post/are-chess-and-islam-incompatible

PhD, Associate Professor **Stavroyany Serhii**,
Kiev National University of Construction and Architecture,
Postgraduate student, **Prokhorov Oleksandr**,
Ivan Bobersky Lviv State University of Physical Culture,

CHESS AND ISLAM

Chess is a complex socio-cultural phenomenon, it plays an important role in the socio-cultural space of modernity. Initially, chess emerged as a model of military tactics and strategy, it reflected in a unique way the socio-political, cultural, religious features of society, emphasized the hierarchical aspects of the social structure, class differences and contradictions. At the moment, chess attracts millions of fans around the world, it is believed that chess combines elements of sport, art and science. Some researchers believe that chess could have a certain ritual and mystical meaning, be used in religious ceremonies and rites. The development of shatranj - a version of proto-chess - took place in the countries of the Arab world, during the so-called "golden age" of Islam. Islam is the youngest of the world religions, arising in the 7th century on the Arabian Peninsula, and is currently developing very rapidly. The article examines the influence of Islam on the development of chess, the reflection of

Islamic culture in various aspects of the game of chess. The authors also consider the current state of development of chess in Islamic countries, and the peculiarities of the attitude towards chess by the Islamic clergy.

Keywords: chess; shatranj; Islam; haram; hijab; social hierarchy; caliphate; chaturanga.

REFERENCES

1. Baker W.J. Playing with God. Religion and Modern Sport. Cambridge-Massachusetts-London: Harvard University Press, 2007. {in English}

2. Homo Ludens. Experience in defining the game element of culture., Kyiv: Osnovy, 1994. {in Ukrainian}

3. Naciri M. The Islamic Position on Sport // Sport in the Modern World-Changes and Problems. Berlin-New York, 1973.

4. Jerzy Gizycki. With chess through the ages and countries. / Gizycki E. // Warsaw, 1970. – 359 p. {in Russian}

5. Games that people play = Games People Play / trans. from English. K. Menshikova. - Kharkiv: Book Club "Family Leisure Club", 2016 p. {in Ukrainian}

6. Caillat, Roger. Man and the Sacred: an edition supplemented with three appendices, about sex, play, war in their relation to the sacred: Trans. from French. Usyk A.V., ed. S.L. Udovik. - Kyiv: Vakler, 2003. - 238p., [9] sheets of ill.: ill. - Bibliography: p. 235-238. {in Ukrainian}

7. Rigveda ("Book of Hymns") // Literary Encyclopedia: in 2 vols. / author-compiler Yu. I. Kovaliv. - Kyiv: Academic Center "Academy", 2007. - T. 2: M - Ya. - P. 331-332. {in Ukrainian}

8. Stavroyani S.S., Spiridonov M.Y. The Phenomenon of Play in the Postmodern Discourse: From Antiquity to Modernity. S.S. Stavroyani, M.Yu. Spiridonov // Spatial Development. Scientific Collection, issue №12. Kyiv, KNUBA, 2025. p.371-380. {in Ukrainian}

9. Stavroyani S.S., Spiridonov M.Y. Chess as a subject of social and spiritual creativity of mankind: philosophical reflection S.S. Stavroyani, M.Y. Spiridonov // Spatial development. Scientific collection, issue №7. Kyiv, KNUBA, 2024. p.635-645. {in Ukrainian}

10. Shah-name: chapters from the poem / Firdous Abulkasym; [trans., preface and notes: M. Ilnytsky]. — Ternopil: Textbook — Bohdan, 2017. {in Ukrainian}

11. The Imam Mahdi Association of Marjaeya (I.M.A.M.) webpage URL: https://imam-us.org/is-chess-haram {in English}

12. ChessBase-Germany Daily chess news URL: https://en.chessbase.com/post/are-chess-and-islam-incompatible {in English}

Зміст

Архітектура та містобудування

Абраменко І.В., Дорохіна Г.І. *Сучасні проблеми функціонально-планувальної організації прибудинкових територій житлової забудови 70х – 80х років XX століття* …….. 3

Бурлака Ю. М., Ковальська Г.Л. *Гуманізація архітектурного образу атомних електростанцій* ……... 14

Велігоцька Ю.С., Смірнова О.В., Бушманов С.А. *Сучасна типологія сакральних споруд у європейському контексті* …… 26

Вороновський І.В. *Фактори впливу на архітектурне формування центрів соціально-психологічної реабілітації військовослужбовців* …… 38

Гончарик А.П. *Ландшафтна організація територій блокованої житлової забудови* …… 52

Дмитренко А.Ю. *Упровадження новітніх будівельних матеріалів та технологій в організацію прибудинкових територій багатоквартирних житлових будинків* …. 62

Дорохіна Г.І., Ляшук А.С. *Містобудівні та архітектурні особливості міст-супутників спеціалізованих промислових комплексів на прикладі атомних електростанцій в Україні* ……... 74

Думнич П.І. *Принципи об'ємно-планувальних рішень укриттів у закладах освіти* …… 89

Зайцева А.О. *Методика комплексного дослідження інклюзивних спортивних об'єктів та архітектурної доступності існуючих спортивних будівель* ……. 99

Івашко О.Д., Омельяненко М.В. *Сучасні форми вираження національної ідентичності (художні форми в архітектурному середовищі, художньо-декоративне оздоблення, живопис)* ……. 109

Івашко О.Д., Омельяненко М.В. *Трансформація виставкових просторів в часи війни і національна ідентичність* ……... 119

Карпов Є.Є., Пластара О.П. *Дослідження прийомів взаємодії архітектурних форм і творів мистецтва (скульптура, графіка, живопис)* ……. 131

Кисельов В.М., Кисельова Г.В. *Розумний ландшафт підсистема для «розумного міста»* …… 140

Конецул Б.С. *Архітектурна типологія реабілітаційних центрів для військових та постраждалих від війни* …….. 148

Косьмій М.М., Жирак Р.М. *Вплив нематеріальних чинників на формування екологічно збалансованого міського середовища на прикладі м. Івано-Франківська* …… 165

Мерилова І.О., Безугла Л.С., Бєлобородова М.В. Концепція «Wetland Park» *як інструмент реновації затоплених кар'єрів Придніпров'я* …… 181

Мусієвська В.О. *Кіностудія ім. О. Довженка: історія, стан та виклики розвитку* ……. 194

Ніканоров С.О. *Методологія проведення курсового проєкту першого курсу «Відмивка пам'ятки архітектури»* ……. 202

Ніколаєнко В.А. *Переосмислення деяких питань поняття житлового простору* ……. 212

Печененко О.В. *Особливості визначення сталих функціональних елементів в зоні впливу великого міста* …… 223

Будівництво та цивільна інженерія

Банах В.А., Гребенюк І.В., Гребенюк О.В., Мєшков К.В. *Механізми передачі вибухових впливів на будівлі та споруди через ґрунтові основи в складних інженерно-геологічних умовах* ……. 236

Барабаш І.В., Стрельцов К.О., Кірсанов М.В. *Вплив механоактивації портландцементу з добавкою меленого кварцового піску на міцність бетону* ….. 246

Безклубенко І.С., Гетун Г.В. *Ланцюгова лінія як оптимальна форма для стійких конструкцій* …… 257

Блонний А.В. *Аналіз невизначеності як чинника впливу на хронологічну структуру реалізації будівельних проєктів* …… 272

Боштан А.В. *Аналіз діючих підходів до управління диверсифікацією у будівельних підприємствах різного масштабу* …….. 284

Вантюх Д.Е., Голик Й.М. *Інженерні та містобудівні проблеми транскордонних коридорів Закарпаття: аналіз та шляхи вирішення* ……. 296

Данілов С.Ю. *Класифікація типів невизначеності в управлінні іт-проєктами та їхній вплив на формування стратегій агентного розподілу трудових ресурсів* …. 313

Зяхор Д.О. *Оцінка недоліків і обмежень діючих організаційно-технологічних підходів в оцінюванні проєктів* ……. 325

Іванина О.М. *Вплив цифрових технологій на організацію матеріально-технічного забезпечення у промисловому будівництві* …….. 338

Каблак Н.І., Куцина І.А., Кайнц Д.І., Беспалов Д.О. *Проблеми розвитку автобусних пасажирських перевезень під час воєнного стану (на прикладі м. Ужгорода)* ……. 350

Козак А.А. *Революція та критерії адаптивності систем управління інвестиційними процесами в умовах цифрової трансформації ринку* ……. 364

Коломієць В.В. *Опрацювання змін щодо планування та контролю виконуваних проєктів будівництва за участю діджитал-адаптованих технологій* …….. 376

Кошевий О.П., Янсонс М.О., Чубарев А.Г., Рубінський О.І., Йовко М.М., Кошева І.С. *Методика створення чисельної моделі будівлі для розробки проекту підсилення конструкцій та реконструкції на основі обстеження* …… 388

Кривда К.Є. *Формування наукових основ системного моніторингу в умовах просторово-функціональної трансформації урбанізованих територій* ……. 403

Малихін М.О. *Змістово-структурний аналіз феномену «деструкції» в організаційно-технологічній площині та будівельній трансформації* ……. 415

Молодько О.В. *Інструменти діагностики ризиків, конфліктів інтересів та невизначеностей в управлінських рішеннях* …… 429

Нєутов С.П., Сур'янінов В.М., Сур'янінов М.Г. *Міцність і тріщиностійкість фібробетонних балок за похилими перерізами* ……... 441

Нєутов С.П., Сур'янінов В.М., Сур'янінов М.Г. *Перспективи застосування фібробетону в Одеському регіоні* ……... 455

Поляков А.П., Лапенко О.І. *Чисельне моделювання і аналіз захисних екранів підземних укриттів при наземному вибуху* …… 466

Соболь Д.В. *Організаційно-технічні моделі реалізації проєктів з підвищеною енергетичною адаптивністю в умовах індустріалізації будівництва* …… 482

Хархаліс М.Р. *Інженерно-геологічне зонування територій для обґрунтування вибору типу фундаментів у гірських умовах* …….. 493

Цимбалістий Ю.В. *Ситуаційна діагностика та стратегічне моделювання організаційних систем* …….. 505

Чертков О.Ю. *Підвищення ефективності забезпечення нормативних показників ущільнення ґрунтів шляхом застосування сучасних цифрових технологій* …. 518

Чуприна Ю.А. *Трансформаційний системний розвиток управлінських парадигм у проєктному менеджменті* …… 531

Щербань Б.М. *Діагностика готовності організаційної системи: аналіз ризиків, технологічного потенціалу та культури адаптації* …….. 542

Геодезія та землевпорядкування

Бачишин Б.Д. *Дослідження надійності металевої димової труби за результатами геодезичних спостережень* ……. 555

Безугла Л.С., Трегуб Ю.Є., Бєлобородова М.В., Закопко І.М. *Механізм зміни цільового призначення земель під ревіталізованими промисловими об'єктами* …. 564

Берова П.І. *Редевелопмент як інструмент трансформації простору в умовах відбудови* ……. 574

Беспалько І.Р. *Хронографія історичних періодів буковинського краю: просторовий аспект* ……. 584

Катушков В.О., Сосса Б.Р. *Геодезичне обґрунтування при дослідженні пам'яток історичної спадщини* ……... 602

Кінь Д.О. Лазоренко Н.Ю., Карпінський Ю.О., Скорик М.А., Медведський Ю.В. *Методика застосування SLAM-технології у топографічному картографуванні* …….. 610

Клипа А.В., Стахів І.Р., Андрушко О.О. *ГІС і дистанційне зондування як інструменти оцінки впливу воєнних дій на міські ландшафти* …… 627

Малюк О.О. *Адаптація методології IGIF до розвитку регіонального та місцевого рівнів НІГД в Україні* ……... 643

Смілка В.А. *Методичний прийом використання відкритих даних для виявлення порушень земельного законодавства* …….. 656

Соловйов І.О., Гарькава В.Ф., Арамян А.М., Гончарук О.М., Калина Т.Є. *Цифрова трансформація землеустрою: геодезичні, правові та екологічні аспекти* ……. 670

Економіка

Вовкович Ю.В. *Розроблення моделей реагування та коригування операційних процесів на основі діагностики* …… 684

Гаман Г.В., Лич В.М., Згалат-Лозинська Л.О. *Система оплати праці як фактор розвитку людського капіталу в процесі генезису економіки інтелектуально-інноваційного капіталу* ……. 696

Гиря В.М. *Інтелектуальна архітектура управління експлуатаційною безпекою будівель на основі цифрових двійників* …… 706

Єсаулов Ю.В. *Безперервна інноваційна освіта як стратегічна детермінанта відбудови економіки України* …… 718

Іванова Т.М., Мостовенко О.О. *Індекс людського розвитку як детермінанта формування та ефективного використання інтелектуального капіталу в умовах інноваційної економіки* ……. 731

Кузьмін Т.Р. *Економічна ефективність реконструкції в умовах обмежених ресурсів* .. 748

Ползіков М.О. *Моделювання організаційно-управлінських конфігурацій мультипроєктного розвитку будівельних підприємств* …… 760

Різун Д.Ю. *Механізми аналітичної верифікації даних і управління проєктною інформацією у середовищі BIM* …… 771

Якимчук Т.В. *Оновлення економічної структури будівельного підприємства в умовах сучасних викликів* …….. 783

Політологія

Перегуда Є.В. *Українська соціал-демократія кінця XIX – початку XX ст.: між революціями соціальною та національною* ……. 795

Степанюк І.Л. *Стан та перспективи системи управління житловим фондом: правові та політичні аспекти* …….. 808

Публічне управління та адміністрування

Нікітін В.В. *Розвиток системи відкритих даних як інструмент підвищення прозорості публічного управління* …… 819

Філософія

Гнатовська Г.В., Хавроненко В.Д. *Семантика та етика в історії філософії імператорського Китаю* …….. 830

Кочерєв Д.Г., Чорноморденко І.В. *Будівництво і архітектура як ідейно-світоглядні явища* ……. 843

Ставрояні С.С., Прохоров О.В. *Вплив ісламу на шахи: філософська рефлексія* … 856

Наукове видання

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Випуск 15

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.

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 28.11.2025 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.