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

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

SPATIAL DEVELOPMENT

Випуск 14 - 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Заснований у 2019 році

Випуск №14

Київ КНУБА 2025

Просторовий розвиток: Науковий збірник / Головн. ред. О. Шкуратов. – К., КНУБА, 2025. – Вип. 14. – 502 с.

DOI 3: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.5

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 14. – 502 p.

In Ukrainian and English languages.

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

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

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

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол №36 від 24 вересня 2025 року.

На замовних засадах

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2025



ПІШОВ ІЗ ЖИТТЯ ПЕРШИЙ ПРОРЕКТОР КНУБА ОЛЕКСІЙ ШКУРАТОВ

Із сумом повідомляємо про велику втрату для університетської спільноти – передчасну смерть першого проректора Київського національного університету будівництва і архітектури, доктора економічних наук, професора Олексія Івановича Шкуратова.

Олексій Іванович багато років присвятив розвитку нашого університету. Він працював на різних керівних посадах – був проректором, згодом очолив Інститут інноваційної освіти, а в лютому 2025 року став першим проректором КНУБА. У його професійному досвіді – і державна служба на посаді заступника міністра освіти і науки України з питань європейської інтеграції. Він зробив вагомий внесок у реформування освітньої сфери.

Справи, які розпочав Олексій Іванович, мають бути продовжені колегами – щоб вони дали результат, на який він сподівався, і стали даниною пам’яті та поваги до його внеску.

Дякуємо Олексієві Шкуратову за спільно пройдений шлях. Щиро сумуємо і співчуваємо родині Шкуратових, близьким і друзям пана Олексія.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.6-14
УДК 725.3:728

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

НОВІТНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІНТЕРГАЦІЇ ЗАКЛАДІВ ПОЧАТКОВОЇ ОСВІТИ У ЖИТЛОВІ КОМПЛЕКСИ

Сучасні підходи до проєктування житлового середовища передбачають інтеграцію закладів початкової освіти безпосередньо у структуру житлових комплексів. Такий підхід набуває особливої актуальності в умовах щільної міської забудови, де спостерігається дефіцит вільних земельних ресурсів [1]. Інтегроване планування дозволяє раціонально використовувати простір, підвищити функціональність забудови та забезпечити мешканців доступною соціальною інфраструктурою без потреби додаткового розширення території. Це сприяє формуванню комфортного та сталого міського середовища, орієнтованого на потреби сімей з дітьми та розвиток локальних громад.

Ключові слова: заклад початкової освіти; житловий комплекс; міська забудова; інтеграція; інклюзивність; сталий розвиток.

Постановка проблеми. В умовах урбанізаційного тиску та дефіциту вільних земельних ресурсів в Україні зростає актуальність інтеграції об’єктів соціальної інфраструктури, зокрема закладів початкової освіти, безпосередньо у структуру житлових комплексів. Такий підхід дозволяє підвищити функціональну ефективність міського середовища, зменшити транспортне навантаження та забезпечити мешканців доступною освітою у пішохідній доступності.

Однак, на відміну від дошкільних закладів, інтеграція закладів початкової освіти у житлові комплекси в Україні поки що залишається на експериментальному рівні. Основною перешкодою є відсутність чітко визначених норм і регламентів, які б однозначно окреслювали вимоги до вибудовано-прибудованих закладів початкової освіти. Так, ДБН В.2.2-3:2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти» [2] не містить достатніх положень щодо таких типів освітніх закладів, на відміну від більш деталізованих норм щодо дошкільної освіти, викладених у ДБН В.2.2-4:2018 «Заклади дошкільної освіти». Зі зміною №1» [3].

Водночас у міжнародній практиці інтеграція освітніх установ у житлове середовище є поширеною та апробованою моделлю, яка враховує принципи

сталої урбаністики, інклюзивності та безпеки [4]. Тому при проєктуванні інтегрованих закладів початкової освіти в Україні необхідно орієнтуватися на цілу низку нормативних документів, зокрема: ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [5], ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» [6], ДБН В.2.2-3:2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти» [2], ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [7], ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Зміна №2» [8], ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту. Зміна №2» [9], ДБН В.1.1-31:2013 «Захист території, будинків і споруд від шуму» [10].

Таким чином, існує об'єктивна потреба у формуванні уніфікованого підходу до проєктування закладів початкової освіти у складі житлових комплексів, який би відповідав сучасним архітектурним, соціальним та безпековим вимогам.

Метою статті є обґрунтування необхідності інтеграції закладів початкової освіти у житлові комплекси шляхом аналізу чинної нормативної бази та виявлення перспектив удосконалення підходів до проєктування. У статті запропоновано архітектурно-просторове рішення, що передбачає вбудовано-прибудовану початкову школу з окремим входом, внутрішнім подвір'ям, рекреаційними просторами та зв'язком із громадськими просторами житлового комплексу. Наведено приклад функціонального зонування закладів початкової освіти, який включає навчальні блоки, рекреаційні зони, зали для гурткової діяльності, їдальню, житлову групу, офісні приміщення та зони загального відпочинку.

Виклад основного матеріалу. У сучасних умовах проєктування закладів початкової освіти може здійснюватися за двома основними моделями: як окремо розташовані будівлі або як інтегровані об'єкти в межах житлового комплексу. Кожна з моделей має свої переваги й обмеження, що визначають доцільність їх застосування в конкретних містобудівних умовах (див. табл. 1). Однак, з огляду на зростаючу щільність міської забудови, дефіцит вільних земельних ресурсів та обмежене фінансування, інтегрована модель дедалі частіше розглядається як ефективна альтернатива традиційним підходам.

Інтеграція закладів початкової освіти у структуру житлових комплексів забезпечує раціональне використання міського простору, зменшуючи потребу у виділенні окремих ділянок під будівництво. Такий підхід сприяє формуванню компактного, функціонально насиченого міського середовища, де освітні, житлові та громадські функції взаємодіють у межах єдиної просторової системи. У результаті знижуються витрати на інженерну інфраструктуру,

транспортне забезпечення та експлуатацію об’єктів, оскільки освітній заклад стає органічною частиною цілісного урбаністичного комплексу [2], [5].

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз традиційних та інтегрованих закладів початкової освіти

Критерії	**Традиційні окремо розташовані освітні навчальні заклади**	**Інтеграція закладів початкової освіти у житловий комплекс**
Використання території	Потребують окремої земельної ділянки	Економія простору за рахунок суміщення з житловим об’єктом
Доступність для мешканців	Часто потребує транспорту	Висока пішохідна доступність
Фінансові витрати на будівництво	Вищі витрати на окрему інфраструктуру	Зменшення витрат через спільне інженерне забезпечення
Інженерні комунікації	Незалежні системи	Потреба у складній інтеграції з системами житлового комплексу
Функціональне зонування	Просте, однозначне	Вимагає ретельного розмежування потоків і зон
Інсоляція та орієнтація	Повна свобода орієнтації	Обмеження через забудову житлового комплексу
Безпека та евакуація	Просте планування маршрутів	Потребує окремих рішень для кожної функціональної зони
Можливість розширення	Можливе за рахунок нової ділянки	Обмежене або потребує реконструкції комплексу
Рекреаційні можливості	Великі відкриті простори	Обмежені площі, компенсуються стилобатними рішеннями
Інклюзивність	Залежить від проєкту	Вимагає урахування в межах усієї забудови

Проєктування інтегрованих закладів початкової освіти у складі житлових комплексів супроводжується низкою архітектурно-планувальних та інженерних викликів. Одним із пріоритетних завдань є забезпечення розділення потоків користувачів — учнів, мешканців, працівників — шляхом організації окремих входів, виходів і маршрутів евакуації. Особливу увагу слід приділяти безпечному доступу до укриттів на випадок надзвичайних ситуацій.

Ключовим елементом інтегрованого проєктування закладів початкової освіти є оптимальна організація вертикальних інженерних комунікацій, які мають проходити через функціонально різнорідні зони без створення конфліктів між освітнім і житловим середовищем. Конструктивні рішення повинні передбачати безпечний, зручний доступ до житлових поверхів, що

розміщені над навчальними приміщеннями. Необхідною умовою є наявність технічного підпілля, дотримання нормативних вимог щодо інсоляції [2], а також створення зовнішнього простору з чітким функціональним зонуванням – включаючи дитячі, спортивні та рекреаційні зони [5].

В умовах щільної міської забудови та обмеженого фінансування особливої актуальності набувають вбудовано-прибудовані форми розміщення освітніх закладів. Обмежений доступ до вільних ділянок і високі витрати на інженерну інфраструктуру зумовлюють потребу в адаптивних архітектурних рішеннях [6]. У цьому контексті все частіше застосовуються моделі, де навчальні приміщення розміщено на перших поверхах або в стилобатах житлових будівель [5], [6].

Раціональне просторове рішення інтегрованих закладів ґрунтується на кількох ключових принципах. Зокрема, технічні та допоміжні приміщення доцільно орієнтувати з північного боку, а навчальні й житлові – з південного, що забезпечує оптимальні умови природного освітлення [2] (Рис. 1, Рис. 2, Рис. 3). Єдина конструктивна сітка в межах комплексу сприяє уніфікації рішень та зменшенню витрат на інженерні системи [6]. Схеми розроблено у складі дипломної роботи студентки магістерського рівня Сук Юлії, керівники проф. Ковальська Г.Л., асист. Булкін М.М.



Рис. 1 Схема функціональних зв’язків у житловому комплексі з інтегрованим освітнім закладом 1-го поверху



Рис. 2 Схема функціональних зв’язків у житловому комплексі з інтегрованим початковим освітнім закладом 2-го поверху



Рис. 3 Схема функціональних зв'язків у житловому комплексі з інтегрованим початковим освітнім закладом 3-го поверху

Формування внутрішніх дворів із замкненою або напіввідкритою структурою дозволяє ефективно зонувати простір і знижувати ризик перетину потоків користувачів. Стилобатні рішення відкривають додаткові можливості для організації рекреаційних зон як для освітніх потреб, так і для дозвілля мешканців [5]. Гнучка модульна структура дає змогу адаптувати архітектурну модель до масштабів конкретної забудови, враховуючи демографічні та соціальні особливості району. Принцип інклюзивності є обов'язковим і забезпечує безбар'єрний доступ до всіх функціональних зон [8].

Типова функціональна структура житлового комплексу з інтегрованим закладом початкової освіти включає чотири основні зони:

- *освітній блок*: навчальні кабінети, рекреаційні зони, гурткові кімнати, їдальня, адміністративні приміщення;
- *житлова група*: квартири, ізольовані входи, вертикальні комунікації з контролем доступу;
- *громадська частина*: офісні приміщення на перших поверхах, приміщення загального користування для мешканців;
- *рекреаційна зона*: озеленені внутрішні двори, дитячі та спортивні майданчики, місця для відпочинку.

Таке функціональне зонування сприяє створенню безпечного, раціонального та архітектурно узгодженого середовища, здатного задовольнити потреби всіх користувачів житлового комплексу.

Висновки. Інтегровані закладів початкової освіти у складі житлових комплексів є ефективним просторовим рішенням для сучасного міста, яке поєднує функціональність, економічну доцільність та соціальну орієнтованість. Такий підхід дозволяє не лише оптимізувати використання територій та скоротити витрати на інженерну інфраструктуру, а й створити доступне освітнє середовище в безпосередній близькості до місця проживання дітей.

Проєктування таких об’єктів вимагає ретельного врахування архітектурно-планувальних, інженерних і нормативних аспектів: забезпечення чіткого зонування, безпечного розділення потоків користувачів, ефективної організації вертикальних комунікацій і дотримання вимог інсоляції та безбар’єрності. Застосування гнучких модульних і стилобатних рішень розширює можливості адаптації освітніх блоків до конкретних умов ділянки й щільності забудови.

В умовах дефіциту міських ресурсів і необхідності швидкої модернізації освітньої інфраструктури, інтегровані заклади початкової освіти можуть стати ключовим інструментом розвитку інклюзивного, стійкого та функціонально повноцінного міського середовища.

Список джерел

1. Ковальська Г.Л. Функціонально-планувальна структура територій закладів освіти / Ковальська Г.Л., Соколова Ю.В. // Scientific Journal «ScienceRise», 2014. – Вип. 3/1(3). – С. 7 – 10.

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

3. Заклади дошкільної освіти. Зі зміною №1: ДБН В.2.2-4:2018. Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2022. 49 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

4. Булкін М.М. Інтеграція закладів початкової освіти у структуру житлових будинків / М.М. Булкін // Просторовий розвиток: науч.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2025. – Вип.13. – С. 43 – 52.

5. Планування та забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2019. 177 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

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

7. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. – Київ: Мінрегіон України: Державне підприємство «Укрхбудінформ», 2017. – 41 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

8. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Зміна №2: ДБН В.2.2-40:2018. – Київ: Міністерство розвитку громад та територій України: «Мінінфраструктури», 2024. – 51 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

9. Захисні споруди цивільного захисту. Зміна №2: ДБН В.2.2-5:2023. – Київ: Мінінфраструктури України: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. – 115 с. (Нормативний документ Держкоммістобудування України).

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

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

12. Ковальська Г.Л. Особливості проектування та будівництва вбудовано-прибудованих дошкільних навчальних закладів / Г. Л. Ковальська // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: науковий збірник. К.: КНУБА, 2015. –.Вип. 40. – С. 378-383.

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

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

CONTEMPORARY TRENDS IN THE INTEGRATION OF ELEMENTARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS INTO RESIDENTIAL COMPLEXES

The article examines the latest trends in integrating elementary educational institutions into the structure of residential complexes as a promising direction for the development of the contemporary urban environment. This topic is gaining particular relevance under conditions of urbanization pressure, high-density development, and limited land and financial resources. The study analyzes the legal and regulatory framework in Ukraine regarding the placement of educational facilities within residential complexes, with a specific focus on built-in and attached forms of primary schools, which currently lack sufficient regulation – in contrast to preschool institutions.

The need to develop a unified approach to the design of such educational facilities is outlined, taking into account the principles of inclusivity, sustainable development, safety, and spatial adaptability. A functional integration model is proposed, involving clear zoning: educational spaces, residential areas, public spaces, and recreational zones. Particular attention is paid to architectural and planning solutions – the organization of separate entrances, evacuation routes, zoning of internal courtyards, provision of required levels of daylighting, noise protection, and barrier-free access.

The main advantages of the integrated model are identified: reduced costs for engineering infrastructure, more efficient land use, decreased transportation load, and improved accessibility to education. The article also explores architectural and engineering challenges in implementing such solutions and provides examples of spatial organization of schools within residential developments.

Keywords: elementary educational institution; residential complex; urban development; integration; inclusivity; sustainable development.

REFERENCES

1. Kovalska G.L. Funktsional′no-planuval′na struktura terytoriy zakladiv osvity (2014) [Functional and planning structure of the territories of educational institutions]/ Kovalska G.L., Sokolova YU.V. // Scientific Journal «ScienceRise», 2014. – Vyp. 3/1(3). - S. 7 – 10. {in Ukrainian}

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

3. Zaklady doshkil′noyi osvity. Zi zminoyu №1 (2022) [Preschool education institutions. With amendment No. 1]: DBN V.2.2-4:2018. Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrkhbudinform», 2022. 49 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

4. Bulkin M.M. Intehratsiya zakladiv pochatkovoyi osvity u strukturu zhytlovykh budynkiv (2025) [Integration of elementary education institutions into the structure of residential buildings] / M.M. Bulkin // Prostorovyy rozvytok: nauch.-tekhn. zbirnyk. – K.: KNUBA, 2025. – Vyp.13. – S. 43 – 52. {in Ukrainian}

5. Planuvannya ta zabudova terytoriy (2019) [Planning and development of territories]: DBN B.2.2-12:2019. Kyyiv: Minrehion Ukrayiny: Derzhavne pidpryyemstvo «Ukrkhbudinform», 2019. 177 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

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

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

8. Inklyuzyvnist′ budivel′ i sporud. Osnovni polozhennya. Zmina №2 (2024) [Inclusiveness of buildings and structures. Main provisions. Amendment No.

2]: DBN V.2.2-40:2018. – Kyyiv: Ministerstvo rozvytku hromad ta terytoriy Ukrayiny: «Mininfrastruktury», 2024. – 51 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

9. Zakhysni sporudy tsyvil′noho zakhystu. Zmina №2 (2023) [Civil defense protective structures. Amendment No. 2]: DBN V.2.2-5:2023. – Kyyiv: Mininfrastruktury Ukrayiny: Ministerstvo rozvytku hromad, terytoriy ta infrastruktury Ukrayiny, 2023. – 115 s. (Normatyvnyy dokument Derzhkommistobuduvannya Ukrayiny). {in Ukrainian}

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

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

12. Kovalska G.L. Osoblyvosti proektuvannya ta budivnytstva vbudovano-prybudovanykh doshkil′nykh navchal′nykh zakladiv (2015) [Peculiarities of design and construction of built-in and attached preschool educational institutions] / G. L. Kovalska // Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya: naukovyy zbirnyk. K.: KNUBA, 2015. – Vyp. 40. – S. 378-383. {in Ukrainian}

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

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.15-23
УДК 711

Лепешко А.А.,
anatolii.lepeshko1@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6018-3596,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФУНКЦІОНАЛЬНО-ПЛАНУВАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕРИТОРІЙ ПІДПРИЄМСТВ З ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ ПЕЛЕТ ТА БРИКЕТІВ

Розглядається універсальна планувальна модель для методу функціонально-планувальної організації виробничих територій за технологічною формою для заводу з виготовлення паливних пелетів та брикетів. Суть цього методу та планувальної моделі полягає у створенні можливості для гнучкішого планувального рішення з метою зміни виробничих обсягів. Така потреба може виникати за умов мінливих економічних обставин, а також на початкових стадіях розвитку діяльності, коли стабільна перспективність є важкопрогнозованою.

Стаття орієнтована на спеціальність «Архітектура та містобудування», а саме, на організацію виробничих територій. Вид економічної діяльності, для якого проводиться аналіз з пропонованою організацією території за КВЕД — 16.29 «Виробництво інших виробів з деревини».

Основні результати дослідження викладені у графічному зображенні, на якому схематично згруповано об'єкти виробничої діяльності з наданням короткої характеристики кожної частини території. Також застосовано методи структурування об'єктів виробничої діяльності, визначаючи основне виробниче ядро, допоміжне ядро та обслуговуюче середовище.

Ключові слова: функціонально-планувальна організація; організація територій; виробничі території; виробнича діяльність; завод; виробниче підприємство; паливні пелети; паливні брикети.

Постановка проблеми. Проблема досліджуваного питання полягає у необхідності зручної планувальної моделі для організації виробничих територій заводів з виготовлення паливних пелетів та брикетів на земельній ділянці простої (прямокутної) форми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При дослідженні цього питання варто зазначити низьку кількість наукових праць у напрямі «Архітектура та містобудування», які б безпосередньо висвітлювали функціонально-планувальну організацію виробничих територій для таких типів

підприємств та видів діяльності. Проте існує низка досліджень, що відіграють важливу роль у пошуку найкращих планувальних рішень, а саме: Коваленко В.О., Губський С.О. [1], Галинська Ю.В., Бондар Т.В. [2], Хмурова Н.І. [3], Єсіпов О.В., Бутенко І.А., Скрипник Б.Г., Балюк А.В. [4, 5].

Формулювання цілей. Основними цілями цього дослідження є формування планувальної моделі для організації виробничих територій та розгляд схематичного варіанту розміщення групованих об'єктів заводу з виготовлення паливних пелетів та брикетів.

Актуальність і новизна. Це питання набуває актуальності у зв'язку з поширенням сталого виробництва, яке активно реалізується у сфері виготовлення паливних пелетів і з кожним роком охоплює все ширші території України. Це, своєю чергою, призводить до появи нових виробничих підприємств з виготовлення пелетів. Крім того, як зазначає Анна Кузнецова у проєкті «Виробництво пелет в Україні: прибутковий варіант сталого розвитку?» – «Україна має значний потенціал біомаси у вигляді невикористаних відходів, таких як солома зернових, деревні відходи і лушпиння соняшнику, що можуть бути використані в якості сировини для виробництва пелет. В основному пелети застосовуються для виробництва тепла. Пелетами можна частково замінити використання викопних видів палива, знижуючи тим самим викиди парникових газів та створюючи умови для сталого економічного розвитку» [6].

Мета і методи досліджень. Метою цього дослідження є пошук функціонально-планувальної організації виробничої території та формування планувальної моделі для заводу з виготовлення паливних пелетів та брикетів. Для досягнення поставленої мети використовуються методи аналізу, синтезу, типологізації, класифікації, структуризації та графоаналітичного опрацювання запропонованої моделі.

Методи обговорення. Це дослідження може бути представлене та обговорене загальнодоступними способами обміну інформації. Зокрема, найпоширенішими з них є: наукова доповідь на конференціях, презентація в науково-дослідних і проєктних інститутах та організаціях, громадські обговорення, круглі столи та подібні формати.

Особистий вклад автора. У дослідженні представлено пропозицію рішення та детальніше розкрито метод формування технологічних форм функціонально-планувальної організації виробничих територій на прикладі виробничої діяльності заводу з виготовлення паливних пелетів та брикетів.

Результати та їх обґрунтування. Функціонально-планувальна організація виробничих територій для пелетних та брикетних заводів часто вимагає пошуку зручних планувальних моделей для простих типів конфігурації земельної ділянки, що, у свою чергу, може сприяти зручнішій експлуатації

територій підприємства. Досліджуючи це питання, варто орієнтуватися на сировинну базу, яка використовується для цього виду продукції та технологічний процес самої переробки сировини.

Сировинна база для виготовлення пелет може бути різноманітною і складатися з кількох груп, які розрізняються за складністю обробітку [7]:

1-ша група (низька складність обробки) включає: поєднання різних зернових культур та висушену люцерну;

2-га група (середня складність обробки) включає: залишки після обробки хвойної деревини, коробочки сої, які не мають подальшого вжитку, а також висушену сою, залишки від сочевиці та соняшникове лушпиння;

3-тя група (висока складність обробки) включає: залишки після обробки листяної деревини, відходи різних змішаних видів сільського господарства, лігнін, різні поєднання біомаси та торфу.

Технологічний процес поділяється на кілька основних етапів: подрібнення, сушіння, кондиціонування, пресування, охолодження, сепарування, пакування (рис. 1). [8, 9].

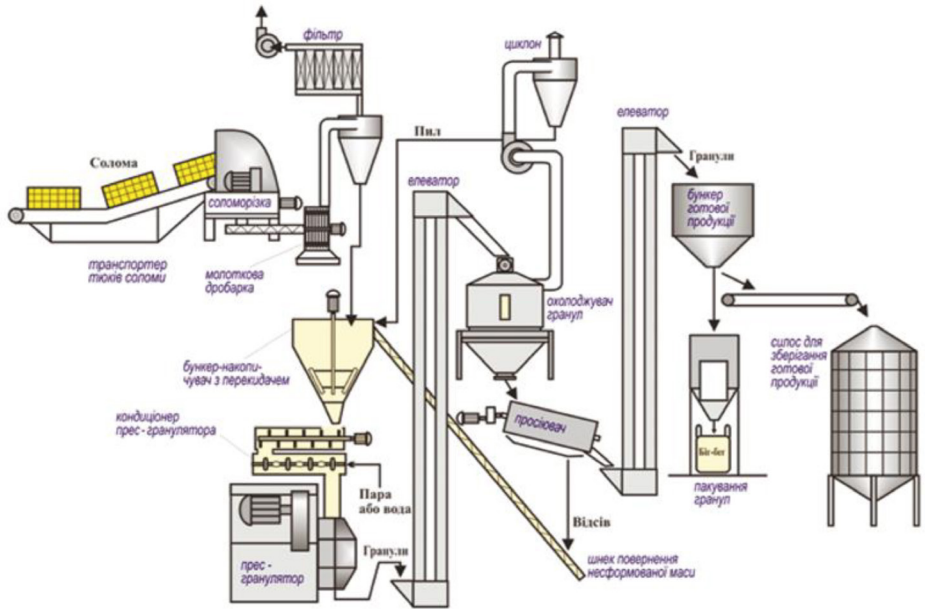
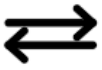


Рис. 1. Технологічна схема виробництва пелет з тюкової соломи [8, 9]

Функціонально-планувальна організація території виробничого підприємства вимагає наявності технологічного процесу та переліку будівель і споруд, які будуть на ній розташовуватися. Основний перелік будівель і споруд формується в основному та додаткових виробничих ядрах (цехах). Інші об’єкти розташовуються в обслуговуючому середовищі, включаючи об’єкти транспортної та інженерної інфраструктури, управлінські будівлі тощо (табл. 1).

Таблиця 1

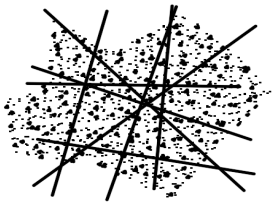
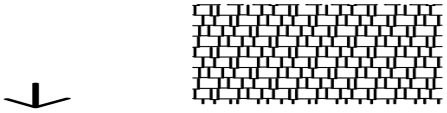
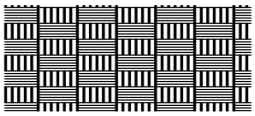
Класифікація функціонально-планувальної організації виробничої території для заводу паливних пелет та брикетів (дивитись разом з рис.2)

Ум. позн.	Назва структурних елементів функціонально-планувальної організації виробничої території
	<u>В – Виробниче середовище</u> В1 – Головне виробниче ядро / основні цехи 1. головні виробничі цехи;
	В2 – Допоміжне виробниче ядро / допоміжні цехи, склади, майданчики 2. цех для поглибленої переробки деревини; 3. складський комплекс для сировини з сортуванням та підготовкою до переробки; 4. цех підготовки збагачувальних компонентів; 5. складський комплекс готової продукції для фасування, зберігання та за потреби пакування; 6. відкритий технічний майданчик;
	<u>О – Обслуговуюче середовище:</u> О1 – До об’єктів інженерної інфраструктури відносять: 7. трансформаторні підстанції; 8. газові розподільні підстанції; 9. очисні споруди побутових відходів; 10. очисні споруди поверхневих вод; 11. котельні;
	О2 – До інших об’єктів обслуговуючого середовища відносять: 12. будівлі санітарно-гігієнічного обслуговування персоналу (вбиральні, душові, медпункт і т.п.); 13. ремонтні майстерні; 14. лабораторії; 15. центри контролю якості; 16. адміністративні будівлі управління; 17. будівлі харчового обслуговування; 18. сміттєві майданчики; 19. господарські майданчики; 20. майданчики відпочинку;
	О3 – Відповідно до об’єктів транспортної інфраструктури відносять: 21. проїзди; 22. розвантажувальні та завантажувальні майданчики; 23. майданчики для зберігання техніки; 24. автостоянки.
Порядковий номер структурного елемента відповідає номеру на рис.2.	

Наступною складовою для визначення функціонально-планувальної організації виробничої території є технологічний процес, який надає можливість визначити зручне розташування необхідних об’єктів навколо основного виробничого ядра. Технологічний процес за результатами обробки сировини можна розділити на три етапи (табл. 2).

Таблиця 2

Етапи технологічного процесу за результатами обробки сировини

Етапи	Назва та характеристика етапів	Ілюстрація результату
1-й етап	– необроблена сировина → груба однорідна маса. На даному етапі відбувається доставка різної за типами сировини які перечислювалася раніше, її фасування та переробка до однорідної маси грубої фракції. Така сировина може мати елементи різного розміру які слід переробити, щоб вони були однакового дрібного розміру.	
2-й етап	– підготовлена сировина до обробки → дрібна однорідна маса На даному етапі відбувається подрібнення грубої маси у дрібну та її пресування у пелети та/або брикети. Також може відбуватися збагачення додатковими компонентами які підвищують паливні властивості.	
3-й етап	– перероблена сировина в готову продукцію → зберігання, відвантаження. На даному етапі отримується готова продукція яку необхідно фасувати у відповідності до потреб замовника. Для готової продукції слід забезпечити умови зберігання.	

Функціонально-планувальна модель для даного підприємства може бути універсальною, що враховує принципи гнучкості та адаптивності при зміні обсягу виготовлення продукції. При універсальній моделі будівлі та споруди підприємства можуть розташовуватися компактною структурою, враховуючи протипожежні норми. На рис. 2 наводиться схема універсальної моделі для підприємства по виготовленню паливних пелет та брикетів з урахуванням вищезазначених об’єктів (табл. 1) на простій (прямокутній) конфігурації земельної ділянки.

Функціональна організація виробничої території здійснюється за умовним розподілом на частини, які можуть групувати різні об’єкти зручним способом. На рис. 2 показано такі частини території умовним групуванням об’єктів з залученням об’єктів з інших секторів. Для прикладу можна спостерігати примикання індивідуальних котелень (11) до головних виробничих цехів (1). Також позицією 6/1 показано можливу трансформацію при зміні обсягів виготовлення продукції під ще один виробничий цех або відкритий технічний майданчик. Частини території для групування об’єктів

можуть мати різні назви, характерні умовам та потребам, за яких вони влаштовуються.

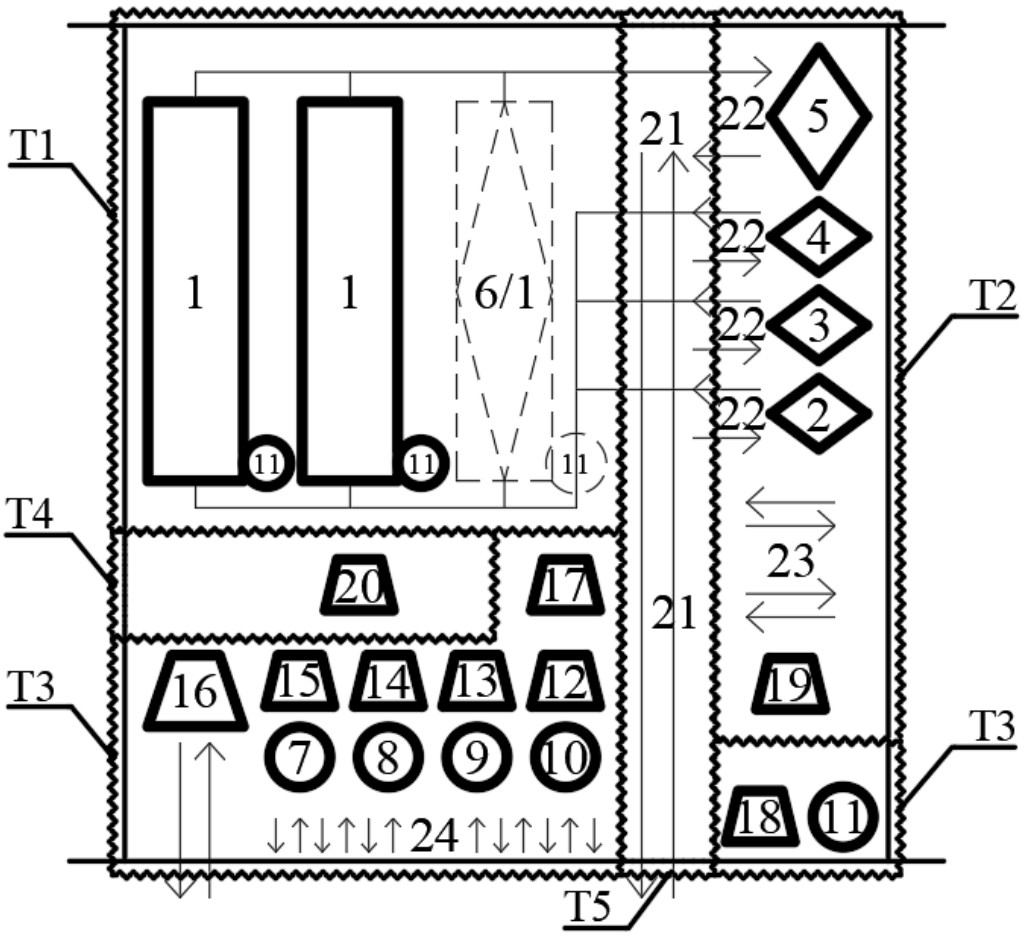


Рис. 2. Схема функціонально-планувальної організації універсальної планувальної моделі для заводу виготовлення паливних пелет та брикетів (дивитись з табл.1)

Нижче наведено перелік функціональної-планувальної організації території, які визначають умовне групування об’єктів підприємства, а саме:

Т1 – Територія основної виробничої діяльності;

Т2 – Територія допоміжної та обслуговуючої діяльності, яка включає в себе складські об’єкти та виробничі об’єкти, що вважаються додатковими в технологічному процесі;

Т3 – Території адміністративного та інженерного обслуговування;

Т4 – Території відпочинку персоналу. Як правило, ці території засаджуються зеленими насадженнями та обладнуються відповідними вуличними меблями;

Т5 – Територія під транспортне обслуговування.

Розподіл за умовними функціональними зонами територій відіграє важливу роль під час розташування об’єктів, які групуються за своїми цільовими призначеннями та характеристиками. Кожна територія може мати

свої правила використання відповідних зон, встановлення різних режимів доступу, правил експлуатації та обслуговування.

Висновки та рекомендації подальшого дослідження. Підводячи підсумок викладеному матеріалу, можна відзначити важливість пошуку методів функціонально-планувальної організації виробничих територій, що, в свою чергу, допомагає знайти додаткові рішення для групування об'єктів виробничих підприємств. Також варто зазначити, що для заводу з виготовлення паливних пелет та брикетів може бути застосована універсальна планувальна модель, яка сприяє можливості збільшення та зменшення обсягів виробництва. Крім того, універсальна модель, розглянута в даному дослідженні, є лише одним із багатьох можливих методів організації виробничих територій і є пропозицією автора для простих типів земельних ділянок. Необхідно зазначити, що подальші, глибші дослідження цього питання є доцільними та мають перспективну актуальність. Вони можуть включати моделювання, глибокий аналіз та синтез, експерименти на реальних проєктах для здобуття практичного досвіду та використання інших методів дослідження.

Список використаних джерел

1. Коваленко В.О., Губський С.О. Сучасна технологія виробництва пелет / Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. – 2018. Ч. І. URL: https://core.ac.uk/download/pdf/161787886.pdf (дата звернення: 04.04.2025).

2. Галинська Ю.В., Бондар Т.В. Організація проектів чистого виробництва: досвід закордонних та вітчизняних підприємств. Вісник СумДУ. Серія «Економіка», № 3' – 2019. С. – 90-101. URL: https://visnyk.fem.sumdu.edu.ua/media/attachments/2019/12/13/12__90-101.pdf (Дата звернення 04.04.2025).

3. Хмурова Н.І. Екологічно чисте виробництво – інноваційна складова стратегії сталого розвитку / Науковий вісник НЛТУ України. –2007. С. – 110. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologichno-chiste-virobnitstvo-innovatsiyna-skladova-strategiyi-stalogo-rozvitku (Дата звернення 04.04.2025).

4. Єсіпов О.В., Бутенко І.А., Скрипник Б.Г. Паливні пелети із соломи – 2024. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/54516 (дата звернення: 04.04.2025).

5. Єсіпов О.В., Балюк А.В. Паливні гранули з тополі – 2021. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/2647/1/materialy-MNPK_SIAHV_2021-390-391.pdf (дата звернення: 04.04.2025).

6. Кузнецова А. Виробництво пелет в Україні: прибутковий варіант сталого розвитку? – 2012. 24с. URL: http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/Agriculture_dialogue/2012/PP37_Pellets_UKR_f.pdf (дата звернення: 04.04.2025).

7. Лінія по виробництву пелет - обладнання для прибуткового виробництва. URL: https://analitic.ub.ua/29918-liniya-po-virobnictvu-pelet--obladnannya-dlya-pributkovogo-virobnictva.html (дата звернення: 04.04.2025).

8. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомас. – 2016. URL: https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/04/kompleksnii_analiz_ukrayinskogo_rinku_pelet_z_biomasi.pdf (дата звернення: 04.04.2025).

9. Бізнес-план «Проєкт будівництва заводу з виробництва промислової пелети з соломи». – 2020. URL: https://www.impulse-consulting.com.ua/wp-content/uploads/2020/10/BP-pelet-pryklad.pdf (дата звернення: 04.04.2025).

10. Проектування і будівництво пелетних заводів. URL: https://www.promstan.com.ua/ua/bmz-types/zavody-po-proizvodstvu-pelletov (дата звернення: 04.04.2025).

11. ДСТУ 8358:2015. Брикети та гранули паливні з деревинної сировини. Технічні умови. URL: https://www.scribd.com/document/638028341/ДСТУ-8358-2015-пелети-деревни (дата звернення: 04.04.2025).

postgraduate student **Anatolii Lepeshko**
Kyiv National University of Construction and Architecture

FUNCTIONAL AND PLANNING ORGANIZATION OF TERRITORIES FOR FUEL PELLET AND BRIQUETTE PRODUCTION ENTERPRISES

This article discusses a universal planning model for the method of functional-planning organization of production areas based on technological form for a pellet and briquette manufacturing plant. The essence of this method and planning model lies in creating the possibility for a more flexible planning solution aimed at adjusting production volumes. Such a need may arise in the context of changing economic conditions or in the early stages of development, when stable prospects are difficult to predict.

The article is aimed at the specialty "Architecture and Urban Planning," specifically the organization of production areas. The type of economic activity analyzed with the proposed organization of the territory according to the Ukrainian Classification of Economic Activities (KVED) is 16.29 "Manufacture of other wood products."

The main results of the study are presented in a graphical representation, where the objects of production activity are schematically grouped with a brief description of each part of the territory. Methods of structuring the objects of production activity are also applied, identifying the core production area, auxiliary core, and service environment.

Keywords: functional-planning organization; organization of territories; production areas; production activity; plant; manufacturing enterprise; fuel pellets; fuel briquettes.

REFERENCES

1. Kovalenko V.O., Hubskyi S.O. Suchasna tekhnolohiia vyrobnytstva pelet / Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorov‘ia. – 2018.

Ch. I. URL: https://core.ac.uk/download/pdf/161787886.pdf (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

2. Halynska Yu.V., Bondar T.V. Orhanizatsiia proektiv chystoho vyrobnytstva: dosvid zakordonnykh ta vitchyznianykh pidpryiemstv. Visnyk SumDU. Seriia «Ekonomika», № 3, 2019. S. – 90-101. URL: https://visnyk.fem.sumdu.edu.ua/media/attachments/2019/12/13/12__90-101.pdf (Data zvernennia 04.04.2025). {in Ukranian}

3. Khmurova N.I. Ekolohichno chyste vyrobnytstvo – innovatsiina skladova stratehii staloho rozvytku / Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. –2007. S. – 110. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologichno-chiste-virobnitstvo-innovatsiyna-skladova-strategiyi-stalogo-rozvitku (Data zvernennia 04.04.2025). {in Ukranian}

4. Yesipov O.V., Butenko I.A., Skrypnyk B.H. Palyvni pelety iz solomy – 2024. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/54516 (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

5. Yesipov O.V., Baliuk A.V. Palyvni hranuly z topoli – 2021. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/2647/1/materialy-MNPK_SIAHV_2021-390-391.pdf (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

6. Kuznetsova A. Vyrobnytstvo pelet v Ukraini: prybutkovyi variant staloho rozvytku? – 2012. 24s. URL: http://www.ier.com.ua/files/publications/Policy_papers/Agriculture_dialogue/2012/PP37_Pellets_UKR_f.pdf (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

7. Liniia po vyrobnytstvu pelet - obladnannia dlia prybutkovoho vyrobnytstva. URL: https://analitic.ub.ua/29918-liniya-po-virobnictvu-pelet--obladnannya-dlya-pributkovogo-virobnictva.html (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

8. Kompleksnyi analiz ukrainskoho rynku pelet z biomas. – 2016. URL: https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/04/kompleksnii_analiz_ukrayinskogo_rinku_pelet_z_biomasi.pdf (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

9. Biznes-plan «Proiekt budivnytstva zavodu z vyrobnytstva promyslovoi pelety z solomy». – 2020. URL: https://www.impulse-consulting.com.ua/wp-content/uploads/2020/10/BP-pelet-pryklad.pdf (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

10. Proektuvannia i budivnytstvo peletnykh zavodiv. URL: https://www.promstan.com.ua/ua/bmz-types/zavody-po-proizvodstvu-pelletov (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

11. DSTU 8358:2015. Brykety ta hranuly palyvni z derevynnoi syrovyny. Tekhnichni umovy. URL: https://www.scribd.com/document/638028341/DSTU-8358-2015-pelety-derevny (data zvernennia: 04.04.2025). {in Ukranian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.24-37
УДК 711

Намчук О.В.,
aleks.namchuk@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5185-8072,
Одеська державна академія будівництва та архітектури

ПРИНЦИПИ ЗОВНІШНЬОГО ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ФАСАДІВ ПАМ'ЯТОК АРХІТЕКТУРИ

Зовнішнє штучне освітлення фасадів пам'яток архітектури є важливим елементом збереження та популяризації культурної спадщини. Правильно організоване освітлення сприяє посиленню естетичної цінності об'єкта, покращенню його сприйняття у вечірній та нічний час, а також інтеграції пам'ятки у сучасне міське середовище. У статті розглянуто основні принципи зовнішнього освітлення пам'яток архітектури, включаючи збереження автентичності, адаптацію світлових рішень до архітектурних особливостей, застосування енергоефективних технологій та розробку динамічних сценаріїв освітлення. Особливу увагу приділено впливу освітлення на фізичний стан матеріалів пам'яток, що вимагає використання спеціальних технічних рішень для мінімізації негативного впливу теплового та ультрафіолетового випромінювання. Окремо проаналізовано світові приклади реалізації ефективного освітлення історичних споруд, зокрема Собору Паризької Богоматері у Франції, Колізею в Італії та Бранденбурзьких воріт у Німеччині. Також розглянуто успішні українські проекти — освітлення Софійського собору в Києві, Будинку з химерами та Потьомкінських сходів в Одесі, де застосовано інноваційні методи проектування освітлення з урахуванням вимог до збереження культурної спадщини. Висвітлюються тенденції розвитку зовнішнього архітектурного освітлення, включаючи впровадження інтелектуальних систем управління світлом, інтеграцію освітлення у туристичну та навігаційну інфраструктуру міст. Також підкреслюється необхідність міждисциплінарного підходу, що об'єднує архітекторів, інженерів, істориків та фахівців із збереження пам'яток. У підсумку наголошується, що професійно організоване освітлення є не лише засобом естетизації міського простору, а й важливим фактором у справі охорони та популяризації національної культурної спадщини.

Ключові слова: зовнішнє штучне освітлення; архітектурні пам'ятки; культурна спадщина; фасадна ілюмінація; енергоефективне освітлення; збереження історичних об'єктів; світловий дизайн.

Постановка проблеми. У сучасних містах архітектурні пам’ятки виступають не лише як свідчення історичного розвитку, але й як важливі елементи формування культурної ідентичності та туристичної привабливості. Вечірнє та нічне сприйняття цих об’єктів значною мірою залежить від якості їх зовнішнього освітлення. Проте штучне освітлення історичних фасадів пов’язане з низкою складних проблем: необхідністю збереження автентичності матеріалів і конструкцій, дотриманням вимог до енергозбереження, мінімізацією світлового забруднення, а також гармонійною інтеграцією світлових рішень у міське середовище.

Недостатньо обґрунтовані або невірно реалізовані проекти освітлення можуть призвести до руйнування унікальних архітектурних деталей, порушення естетичного сприйняття пам’яток, а також до негативного впливу на міське середовище в цілому. Особливо актуальною є проблема відсутності уніфікованих методичних рекомендацій щодо проектування зовнішнього освітлення пам’яток в умовах українських міст, що мають власну специфіку історико-архітектурного розвитку.

Таким чином, існує нагальна потреба у комплексному дослідженні принципів організації зовнішнього освітлення фасадів архітектурних пам’яток, яке б базувалося на поєднанні технічних інновацій, естетичних критеріїв і вимог до охорони культурної спадщини.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблематика зовнішнього штучного освітлення архітектурних пам’яток активно досліджується у світовій і вітчизняній науковій літературі. Значний внесок у розвиток теоретичних і практичних основ світлового дизайну зробили такі автори, як Ніколя Шеффер [1], який акцентує увагу на важливості гармонійного поєднання архітектурних форм і світла. Робота Матéя Бернарда Кобава, Мáтича Ержена та Грéга Бізяка [2] детально розглядає технічні аспекти застосування LED-технологій у проектах фасадного освітлення пам’яток архітектури.

Дослідники Шахаб Зейні Аслáні, Амардіп М. Дугар, Рейхане Мозаффар [3] розглядають вплив світлового забруднення на збереження історичних матеріалів та пропонують рішення для мінімізації негативних наслідків. Міністерство енергетики США [4] надає основну інформацію про технології твердотільного освітлення (SSL), зокрема світлодіодного (LED) освітлення, включаючи їх переваги, застосування та вплив на енергоспоживання.

З українських досліджень варто відзначити публікацію Національного історико-архітектурного заповідника «Кам’янець», який публікує інформацію про проекти освітлення історичних об’єктів міста [5], а також дослідження Бурлак Г., Вілінської Л. та Кравчук Ю. [6], які аналізують освітлення Спасо-Преображенського кафедрального собору та Свято-Пантелеймонівського

монастиря в Одесі. Визначено параметри освітлення, такі як яскравість і коефіцієнт пульсації, з акцентом на естетичну та екологічну функції освітлення.

У міжнародній практиці окремі успішні приклади проектів освітлення об’єктів світового значення, зокрема нова схема освітлення мосту Ірон-Брідж у Великобританії в рамках реконструкції 2018 року [7], вказують на важливість міждисциплінарного підходу при реалізації подібних проектів.

Особливу увагу сучасні дослідження приділяють питанням інтеграції розумних систем управління освітленням [8], що дозволяють адаптувати світлові параметри в реальному часі, а також розвитку проекційних технологій як безконтактного способу підсвічування фасадів [9].

Водночас у вітчизняній науковій літературі спостерігається брак комплексних досліджень, що об’єднують світлотехнічні, архітектурні та реставраційні аспекти зовнішнього освітлення пам’яток. Це підкреслює актуальність подальших досліджень у цьому напрямку, орієнтованих на розробку методичних рекомендацій для українських міст, що мають багату культурну спадщину.

Актуальність обумовлена сучасним розвитком міст, який супроводжується зростаючим інтересом до збереження та популяризації культурної спадщини, що зумовлює необхідність пошуку ефективних засобів інтеграції історичних об’єктів у динамічне урбаністичне середовище. Зовнішнє штучне освітлення фасадів пам’яток архітектури виступає не лише естетичним інструментом, а й важливою складовою культурної політики міст, спрямованої на формування їх туристичної привабливості та зміцнення ідентичності. Водночас проблема правильної організації освітлення є надзвичайно актуальною через ризик фізичного пошкодження історичних матеріалів під впливом світлового випромінювання та через необхідність дотримання вимог енергоефективності і екологічної безпеки.

Особливої актуальності питання набуває в умовах стрімкого розвитку світлодіодних технологій, розумних систем керування освітленням та вимог до зменшення світлового забруднення міст [15]. В Україні, де багато об’єктів культурної спадщини мають світове значення, потреба у науково обґрунтованих підходах до освітлення пам’яток стає критично важливою для їх довгострокового збереження і гідного представлення у міжнародному культурному просторі. Таким чином, дослідження принципів організації зовнішнього штучного освітлення фасадів історичних об’єктів є актуальним як для практики проектування, так і для розвитку теоретичної бази у галузі архітектури, реставрації та урбаністики.

Мета публікації полягає у дослідженні основних принципів зовнішнього штучного освітлення фасадів пам’яток архітектури з урахуванням естетичних, функціональних та охоронних аспектів.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати основні принципи та підходи до зовнішнього штучного освітлення фасадів пам’яток архітектури.

2. Визначити вплив освітлення на сприйняття архітектурної композиції та естетику пам’яток.

3. Оцінити роль освітлення в збереженні матеріальних та культурних цінностей архітектурних об’єктів.

4. Дослідити сучасні технології освітлення, які можна застосовувати на фасадах історичних будівель.

5. Розробити рекомендації для ефективного та безпечного використання освітлення фасадів пам’яток архітектури з урахуванням енергозбереження та мінімізації негативного впливу на середовище.

Матеріали та методи дослідження. У процесі дослідження було застосовано комплексний підхід, що включав аналіз теоретичних джерел, порівняльне вивчення практичних проектів та візуальне спостереження. Основними матеріалами слугували наукові публікації, керівництва міжнародних організацій (CIE) [10], звіти муніципальних органів та новітні приклади реалізованих проектів освітлення пам’яток архітектури в Україні та за кордоном. Для збору даних були використані відкриті джерела інформації, зокрема сайти міських рад, офіційні новинні платформи, а також технічна документація компаній, що спеціалізуються на архітектурному освітленні.

Методологія дослідження включала:

• аналіз сучасної літератури з теми освітлення архітектурних об’єктів;

• порівняльний аналіз технологічних рішень, що застосовуються в освітленні пам’яток;

• оцінювання впливу штучного освітлення на візуальне сприйняття та збереження об’єктів культурної спадщини;

• вивчення тенденцій розвитку зовнішнього освітлення на основі останніх інновацій у сфері smart-технологій.

Такий підхід дозволив здійснити всебічне дослідження, яке поєднує теоретичну базу з прикладними аспектами сучасного штучного архітектурного освітлення.

Основна частина. Фасади архітектурних пам’яток є важливими елементами міського середовища. Їхнє освітлення дозволяє не лише підкреслити художню цінність споруд, але й сприяє популяризації історії та культури. Важливим завданням проектувальників є дотримання балансу між

естетикою, функціональністю та дбайливим ставленням до історичних матеріалів [1]. У контексті сучасного урбаністичного розвитку зовнішнє штучне освітлення пам'яток відіграє не лише художню, а й соціокультурну роль. Воно сприяє створенню привабливого нічного образу міста, формуванню туристичних маршрутів та розвитку нічної економіки.

Надзвичайно важливим є врахування контекстуального середовища: ландшафту, сусідньої забудови, інтенсивності пішохідних і транспортних потоків. Проектування освітлення вимагає попереднього аналізу глядацьких точок і маршрутів сприйняття об'єкта у вечірній час, що дозволяє досягти максимальної виразності при мінімальному втручанні.

Суттєвої уваги потребує також питання безпеки монтажу та експлуатації обладнання. В умовах штучного освітлення пам'яток архітектури доцільно застосовувати мобільні або приховані системи кріплення, що не порушують структури фасаду. Крім того, необхідно передбачати легкий доступ до обладнання для обслуговування без шкоди для об'єкта.

Сучасні проекти дедалі частіше передбачають використання цифрового моделювання (3D-візуалізації, BIM-технологій) для попереднього опрацювання світлових сценаріїв. Це дозволяє заздалегідь оцінити вплив освітлення на естетику об'єкта, забезпечити точну інтеграцію світильників та уникнути перевантаження світлом.

Окрему групу становлять інноваційні світлові рішення для об'єктів, що активно використовуються у вечірній час, наприклад, культові споруди, театри, музеї. Для них важливо забезпечити адаптивне освітлення, яке може змінювати інтенсивність залежно від події або часу доби.

До основних принципів штучного освітлення фасадів пам'яток відносяться:

1. Збереження автентичності. Будь-яке втручання в образ пам'ятки має бути мінімально інвазивним. Світильники встановлюються так, щоб не пошкоджувати оригінальні поверхні та елементи декору [2].

2. Адаптація до архітектурних особливостей. Освітлення повинно підкреслювати архітектурні особливості: колони, капітелі, карнизи, ніші та барельєфи. Для цього використовуються різні кути освітлення та комбінація джерел світла [3].

3. Енергозбереження та екологічність. Сучасні стандарти вимагають застосування енергоефективних технологій, таких як LED-освітлення [4]. Мінімізація світлового забруднення досягається використанням світильників із контролем розсіювання світла.

4. Керованість і сценарність. Розробка світлових сценаріїв (наприклад, динамічна зміна освітленості протягом вечора) дозволяє зробити сприйняття пам’ятки більш виразним [9].

Технічні аспекти проектування освітлення:

1. Температура світла: для пам’яток класичної архітектури зазвичай обирають тепле біле світло (до 3300K), тоді як для модерністських споруд допустиме нейтральне біле світло (від 3300 до 5300K) [11].

2. Яскравість: недопустимо надмірне освітлення, яке призводить до втрати деталізації історичних матеріалів [12].

3. Типи освітлення: заливне, контурне, акцентне, приховане освітлення застосовуються залежно від завдань проекту [13].

Світові приклади зовнішнього штучного освітлення пам’яток.

Собор Паризької Богоматері, Париж, Франція. Після пожежі 2019 року в Соборі Паризької Богоматері система зовнішнього штучного освітлення була повністю оновлена з урахуванням сучасних технічних вимог та принципів збереження історичної спадщини, вона передбачала особливу обережність і впровадження систем із регульованою яскравістю та колірною температурою. Було впроваджено енергоефективні світлодіодні джерела світла з теплим білим спектром (2700–3000K), які забезпечують м’яке підсвічування фасадів без надмірного контрасту. Нове освітлення акцентує архітектурні деталі — аркбутани, карнизи, вітражі — з мінімальним фізичним втручанням у конструкції. Світильники кріпляться реверсивно, а управління освітленням здійснюється автоматизованими системами, що адаптуються до погодних умов і часу доби. Проект реалізовано у співпраці архітекторів, реставраторів та інженерів, що дозволило поєднати інновації з дбайливим ставленням до історичної спадщини.

Колізей, Рим, Італія. Сучасна система штучного освітлення Колізею була оновлена з урахуванням потреб енергозбереження та збереження автентичності стародавньої споруди, вона акцентує увагу на текстурі давнього каменю, застосовуючи енергоефективні технології. Для підсвічування використано тепле LED-світло, що підкреслює текстуру каменю та архітектурну глибину арок і колон. Освітлення створює ефект м’якого обтікання світлом, без засліплення і різких тіней. Світильники встановлено ззовні, без фізичного контакту з історичними поверхнями, а їхнє розташування забезпечує рівномірну заливку всієї конструкції. У вечірній час система адаптується до природного освітлення, зберігаючи атмосферу монументальності. Колізей також використовується для тематичних світлових проекцій під час національних і міжнародних подій, що робить освітлення не лише технічним, а й символічним інструментом комунікації.

Бранденбурзькі ворота, Берлін, Німеччина. Система штучного освітлення Бранденбурзьких воріт поєднує статичне підсвічування і динамічні світлові сценарії, що відображають культурні та соціальні події. Світлові сценарії дозволяють змінювати настрій об'єкта: від класичного білого освітлення до кольорових проекцій у дні національних свят [14]. Основне освітлення базується на LED-технологіях із теплим білим світлом, яке м'яко підкреслює класицистичні форми, рельєфи й квадригу. Світильники розташовані на безпечній відстані, щоб не пошкоджувати структуру пам'ятки. У різні дні пам'ятник може підсвічуватися кольорами прапорів чи спеціальними проекціями, що транслюють важливі меседжі — від солідарності до відзначення історичних дат. Управління освітленням здійснюється централізовано, з можливістю програмування сценаріїв, що дозволяє інтегрувати пам'ятку в сучасне міське середовище без втрати її історичної гідності.

Українські приклади освітлення пам'яток.

Софійський собор, Київ. Проект освітлення враховував необхідність мінімального впливу на історичні мозаїки та фрески, з урахуванням їх особливої цінності. Тут використовуються світильники зі спеціальними фільтрами для захисту від ультрафіолетового випромінювання. Температура світла підібрана для збереження автентичності. Рівномірне підсвічування підкреслює вертикальність і гармонію архітектури.

Будинок з химерами, Київ. Для цього унікального фасаду використано різнорівневе акцентне освітлення, що підкреслює чисельні скульптурні композиції на тлі основного об'єму будівлі. Об'єкт освітлюється акцентним багаторівневим світлом. Сценарне освітлення дозволяє виділяти окремі композиції залежно від кута огляду. Це додає будівлі театральності у вечірній час і зберігає її естетичну виразність.

Потьомкінські сходи, Одеса. Розробка освітлення підкреслила монументальність сходів за допомогою ритмічного підсвічування ступенів і бічних стін. Воно створює глибину та підкреслює геометрію об'єкта. Система адаптована до великої протяжності сходів і враховує потребу в безпеці та навігації туристів у нічний час.

Вплив штучного освітлення на збереження пам'яток. Штучне освітлення відіграє важливу роль у презентації пам'яток, сприяючи їхній популяризації, підвищенню туристичної привабливості та формуванню позитивного іміджу міського середовища, проте може негативно впливати на їхній фізичний стан через неправильно спроектовані світлотехнічні рішення. Надмірне теплове й ультрафіолетове випромінювання можуть спричиняти старіння матеріалів: вицвітання, руйнування сполучних речовин, втрату механічної міцності [3].

Особливо вразливими є органічні пігменти, штукатурки та декоративні елементи з каменю чи дерева. Крім того, інтенсивне освітлення може сприяти утворенню термічних деформацій, що з часом призводить до появи тріщин і відшарувань на фасадах. У деяких випадках неякісно організоване підсвічування створює світлове забруднення, що змінює сприйняття об'єкта та суперечить принципам автентичності. Тому велика увага приділяється вибору спектра випромінювання та встановленню дистанційних світильників.

Щоб запобігти шкоді, слід використовувати LED-світильники з мінімальним УФ-випромінюванням, уникати надмірної яскравості та встановлювати освітлення на безпечній відстані від фасадів. Уникати надмірної яскравості, локальної концентрації світла на одному фрагменті фасаду та встановлювати джерела світла на безпечній відстані від поверхонь. Оптимальним є застосування освітлення з м'якою дифузною подачею світла, що рівномірно підкреслює об'єм та текстуру без створення перегріву.

Рекомендується також здійснювати регулярний моніторинг стану поверхонь після монтажу систем — із залученням фахівців у сфері реставрації, що дозволяє вчасно виявити можливі пошкодження та адаптувати освітлення без шкоди для об'єкта. Таким чином, проектування освітлення має базуватись на принципах збереження, враховуючи як візуальний ефект, так і безпеку історичних матеріалів. Лише міждисциплінарний підхід — із залученням архітекторів, реставраторів, інженерів і світлових дизайнерів — здатен забезпечити гармонійне поєднання світла і спадщини.

Тенденції розвитку зовнішнього штучного освітлення пам'яток:

1. Впровадження розумних систем освітлення, що здатні адаптуватися до зовнішніх умов [8]. Новітні системи освітлення дедалі частіше інтегруються у концепції «розумного міста». Управління освітленням може здійснюватися дистанційно через цифрові платформи, із залученням даних про погодні умови, трафік або пішохідні потоки. Такі підходи забезпечують оптимізацію енергоспоживання та підвищують безпеку громадського простору.

2. Використання проекційних технологій без фізичного контакту з поверхнею об'єкта [9]. Проекційне (медіа-фасадне) освітлення дозволяє створювати візуальні ефекти без фізичного монтажу світильників на фасад. Це особливо важливо для пам'яток, на яких заборонено будь-яке втручання у структуру. У поєднанні з лазерними технологіями та 3D-мепінгом, проекції дають змогу анімувати архітектурні об'єкти, створювати історичні реконструкції або художні наративи, не завдаючи шкоди автентичності.

3. Інтеграція освітлення у міську навігацію і туристичні маршрути [16]. Освітлення дедалі частіше виконує функцію орієнтиру в місті, допомагаючи формувати інтуїтивно зрозумілу навігацію для мешканців і туристів.

Підсвічування історичних споруд, вказівників або туристичних маршрутів забезпечує безпеку пересування у темну пору доби та сприяє популяризації культурної спадщини. Візуально привабливе освітлення також може виділяти ключові об’єкти на туристичних картах та слугувати інтерактивною частиною екскурсій.

4. Адаптивне освітлення з урахуванням пішохідного або транспортного потоку для зменшення енергоспоживання. Сучасні сенсорні технології дозволяють регулювати інтенсивність освітлення залежно від присутності людей або руху транспорту. Це не лише економить енергію, а й сприяє зменшенню негативного впливу світла на довкілля та біоритми мешканців. Особливо актуальним є застосування такого підходу в історичних центрах, де важливо зберегти баланс між комфортом і збереженням атмосфери.

5. Застосування технологій доповненої реальності у поєднанні з архітектурною підсвіткою для підвищення туристичної привабливості. Сучасні технології дають змогу створювати інтерактивні шари інформації поверх реального освітленого об’єкта. Користувачі можуть через смартфон або планшет побачити втрачені архітектурні елементи, дізнатися історію будівлі або переглянути віртуальні реконструкції. Такі підходи розширюють можливості освітлення як інструмента освіти й залучення аудиторії до культурної спадщини.

6. Розробка екологічно безпечних світильників зі зниженим рівнем теплового й ультрафіолетового випромінювання. Зменшення шкідливого впливу освітлювальних приладів на матеріали історичних будівель є одним з пріоритетів. Світлодіодні технології нового покоління забезпечують високу якість світла при мінімальному тепловому навантаженні, що дозволяє уникати передчасного старіння фасадних матеріалів. Крім того, екологічні світильники зменшують негативний вплив на флору і фауну міста.

7. Використання мобільних додатків і цифрових інтерфейсів для індивідуального управління світловими сценаріями. Завдяки мобільним платформам користувачі можуть взаємодіяти з освітленням у реальному часі — наприклад, обирати тематичне підсвічування або замовляти спеціальні сценарії для подій. Це відкриває нові можливості для персоналізації простору та залучення громадськості до його трансформації. У контексті пам’яток архітектури такі рішення дозволяють підкреслювати історичну цінність у динамічний, але дбайливий спосіб.

Сучасна практика освітлення архітектурних пам’яток демонструє низку інноваційних тенденцій, які поєднують технологічний прогрес із принципами охорони культурної спадщини.

Висновки. Зовнішнє штучне освітлення фасадів архітектурних пам’яток є важливим інструментом збереження та популяризації культурної спадщини. Його ефективна організація вимагає поєднання естетичних, технічних та охоронних підходів. Правильне застосування світлотехнічних рішень дозволяє не лише підкреслити художню цінність об’єкта, а й зменшити ризики руйнування історичних матеріалів. Грамотно реалізоване освітлення здатне не лише підкреслити унікальність пам’ятки, але й стати невід’ємною частиною її культурної цінності.

Світовий та український досвід підтверджує ефективність інтеграції інноваційних технологій, таких як динамічне освітлення, LED-системи та безконтактне підсвічування. Подальші дослідження мають зосереджуватися на розробці методичних рекомендацій для освітлення пам’яток в умовах українських міст, з урахуванням принципів енергоефективності, екологічної безпеки та збереження автентичності.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження у сфері зовнішнього штучного освітлення фасадів пам’яток архітектури мають важливе значення як для наукового поступу, так і для практичного застосування. З огляду на стрімкий розвиток технологій та підвищені вимоги до охорони культурної спадщини, перспективними напрямами досліджень є:

1. Розробка нормативно-методичної бази для проектування освітлення пам’яток архітектури в Україні з урахуванням історико-культурного контексту, кліматичних умов і особливостей міського середовища.

2. Оцінка довгострокового впливу світлового випромінювання на матеріали, з яких виготовлено фасади історичних будівель, із залученням лабораторних методик і моніторингових систем.

3. Міждисциплінарні дослідження, що об’єднують архітекторів, істориків, інженерів-світлотехніків, екологів та фахівців із цифрових технологій для створення інноваційних і безпечних освітлювальних рішень.

4. Інтеграція цифрових моделей пам’яток у процес проектування освітлення з використанням технологій доповненої та віртуальної реальності для прогнозування візуального ефекту та уникнення фізичних експериментів на об’єктах.

5. Аналіз соціального та туристичного впливу освітлення на сприйняття пам’яток архітектури, а також розробка рекомендацій щодо інтеграції світлового дизайну в культурну політику міст.

6. Дослідження енергоефективних і сталих рішень, включаючи можливості автономного живлення, використання відновлюваних джерел енергії та зменшення вуглецевого сліду підсвітки.

Подальше вивчення цих аспектів сприятиме створенню ефективних, безпечних та естетично обґрунтованих рішень у сфері світлового дизайну, що гармонійно поєднують збереження культурної спадщини з потребами сучасного урбаністичного простору.

Список джерел

1. Schöffer N. La Tour Lumière Cybernétique. Paris: Naima, 2018. — 118 p. 2. Matej Bernard Kobav, Matic Eržen, Grega Bizjak. Sustainable Exterior Lighting for Cultural Heritage Buildings and Monuments. *Sustainability*. Basel, 2021, Том 13, випуск 18, стаття №10159. DOI: https://doi.org/10.3390/su131810159

3. Shahab Zeini Aslani, Amardeep M. Dugar, Reyhaneh Mozaffar. Lighting Characteristics and Design Considerations to Facilitate Placemaking for World Heritage Sites. Basel, 2023. DOI: https://doi.org/10.20944/preprints202212.0265.v2

4. U.S. Department of Energy. Solid-State Lighting Technology Fact Sheet. Washington: DOE, 2022. URL: https://www.energy.gov/eere/ssl/solid-state-lighting (дата звернення: 29.04.2025).

5. Національний історико-архітектурний заповідник «Кам'янець». Освітлення пам'яток архітектури. 2012. URL: https://www.demo.niazkamenec.org.ua/poslugu/osvitlena.shtml?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 03.05.2025).

6. Бурлак Г., Вілінська Л., Кравчук Ю. Архітектурне освітлення культових будівель міста Одеси. Актуальні проблеми сучасного дизайну: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: КНУТД, 2021. Том 2, С. 216-217. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/18150/1/APSD2021_V2_P216-217.pdf (дата звернення: 27.04.2025).

7. Historic England. Designing, Installing and Maintaining an External Lighting Scheme. URL: https://historicengland.org.uk/advice/technical-advice/building-services-engineering/external-lighting-of-historic-buildings/designing-installing-and-maintaining-external-lighting/ (дата звернення: 21.04.2025).

8. Santiago Pulla Galindo, David Borge-Diez, Daniel Icaza. Novel control system applied in the modernization of public lighting systems in heritage cities: Case study of the City of Cuenca. *Energy Reports*. 2022. Volume 8, P. 10478-1049. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484722016365?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 29.04.2025).

9. Tanya Blaeser. Exterior Architectural Projection Mapping as a Medium of Public Art: Case Studies of Architectural Projections in Urban Settings. University of Johannesburg, 2014. URL: https://www.academia.edu/31148934/EXTERIOR_ARCHITECTURAL_PROJECTION_MAPPING_AS_A_MEDIUM_OF_PUBLIC_ART_CASE_STUDIES_OF_ARCHITECTURAL_PROJECTIONS_IN_URBAN_SETTINGS (дата звернення: 01.05.2025).

10. CIE. Guide for Lighting Urban Elements. Vienna: International Commission on Illumination. URL: https://cie.co.at/technicalcommittees/guide-lighting-urban-elements (дата звернення: 23.04.2025).

11. Cuttle C. Lighting by Design. London: Routledge, 2015. – 264 p.

12. M. Tomasovits, S. Zerefos, A. Tsangrassoulis, Balafoutis Th., R. Vital, E.N.D. Madias, L.T. Doulos. The impact of facade lighting on environmental sustainability: Investigation methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* 2025. Volume 210, p. 115246. DOI: https://doi.org/10.1016/J.RSER.2024.115246

13. Tanishq Khajuria. Types of Facade Lighting and Their Applications. Addison, 2024. URL: https://maverickled.com/blogs/blog-posts/types-of-facade-lighting-and-their-applications#&gid=1&pid=1 (дата звернення: 06.05.2025).

14. Festival of Lights. Brandenburg Gate. URL: https://festival-of-lights.de/en/galerie/brandenburg-gate/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 10.05.2025).

15. Justyna Kowalska. Coloured light pollution in the urban environment. 2019. URL: https://www.researchgate.net/figure/Four-variants-of-colour-illumination-of-the-Colosseum_fig5_338290751 (дата звернення: 08.05.2025).

16. Qin Guo, Meizhen Lin, Jin-hua Meng, Jun-lei Zhao. The development of urban night tourism based on the nightscape lighting projects -- a Case Study of Guangzhou. *Energy Procedia.* 2011. Volume 5, p. 477-481. DOI: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.083

Postgraduate Student **Oleksandra Namchuk**,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

PRINCIPLES OF EXTERIOR ARTIFICIAL LIGHTING OF ARCHITECTURAL HERITAGE FACADES

Exterior artificial lighting of architectural heritage facades plays a crucial role in the preservation and promotion of cultural heritage. Properly designed lighting enhances the aesthetic value of historic sites, improves their visibility and perception during evening and nighttime hours, and facilitates their integration into the contemporary urban environment. This article explores the fundamental principles of illuminating architectural monuments, including the preservation of authenticity, adaptation of lighting solutions to architectural characteristics, implementation of energy-efficient technologies, and the development of dynamic lighting scenarios. Particular attention is paid to the impact of lighting on the physical condition of historical building materials, which necessitates the use of specific technical solutions to minimize the harmful effects of heat and ultraviolet radiation. The paper also presents global case studies of effective lighting of historic landmarks, such as Notre-Dame Cathedral in France, the Colosseum in Italy, and the Brandenburg Gate in Germany. Successful Ukrainian projects are also analyzed — the illumination of Saint Sophia Cathedral in Kyiv, the House with Chimeras, and the Potemkin Stairs in Odesa — all of which employed innovative lighting design methods that align with heritage conservation standards. The article highlights current trends in exterior architectural lighting, including the integration of smart lighting control systems and the incorporation of lighting into tourism and urban navigation infrastructure. Finally, the study emphasizes the importance of an interdisciplinary approach involving architects, engineers, historians, and heritage conservation specialists. Professionally executed lighting is not only a tool for beautifying urban spaces but also a significant factor in the protection and popularization of national cultural heritage.

Keywords: exterior artificial lighting; architectural monuments; cultural heritage; facade illumination; energy-efficient lighting; historical site preservation; lighting design.

REFERENCES

1. Schöffer, N. (2018). La Tour Lumière Cybernétique. Paris: Naima. 118 p. {in French}

2. Matej Bernard Kobav, Matic Eržen, Grega Bizjak. (2021). Sustainable Exterior Lighting for Cultural Heritage Buildings and Monuments. Sustainability. Basel. Vol. 13, vyp. 18, article №10159. DOI: https://doi.org/10.3390/su131810159 {in English}

3. Shahab Zeini Aslani, Amardeep M. Dugar, Reyhaneh Mozaffar. (2023). Lighting Characteristics and Design Considerations to Facilitate Placemaking for World Heritage Sites. Basel. DOI: https://doi.org/10.20944/preprints202212.0265.v2 {in English}

4. U.S. Department of Energy. (2022). Solid-State Lighting Technology Fact Sheet. Washington: DOE. URL: https://www.energy.gov/eere/ssl/solid-state-lighting (Accessed on: April 29, 2025). {in English}

5. Natsionalnyi istoryko-arkhitekturnyi zapovidnyk «Kam'ianets». (2012). Osvitlennia pam'iatok arkhitektury. [Illumination of architectural monuments]. URL: https://www.demo.niazkamenec.org.ua/poslugu/osvitlena.shtml?utm_source=chatgpt.com (Accessed on: March 3, 2025). {in Ukrainian}

6. Burlak, H., Vilinska, L., Kravchuk, Yu. (2021). Arkhitekturne osvitlennia kultovykh budivel mista Odesy. [Architectural lighting of religious buildings in the city of Odesa]. Aktualni problemy suchasnoho dyzainu: zbirnyk materialiv III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Kyiv: KNUTD. Vol. 2, p. 216-217. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/18150/1/APSD2021_V2_P216-217.pdf (Accessed on: April 27, 2025). {in Ukrainian}

7. Historic England. Designing, Installing and Maintaining an External Lighting Scheme. URL: https://historicengland.org.uk/advice/technical-advice/building-services-engineering/external-lighting-of-historic-buildings/designing-installing-and-maintaining-external-lighting/ (Accessed on: April 21, 2025). {in English}

8. Santiago Pulla Galindo, David Borge-Diez, Daniel Icaza. (2022). Novel control system applied in the modernization of public lighting systems in heritage cities: Case study of the City of Cuenca. Energy Reports. Vol. 8, P. 10478-1049. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484722016365?utm_source=chatgpt.com (Accessed on: April 29, 2025). {in English}

9. Tanya Blaeser. (2014). Exterior Architectural Projection Mapping as a Medium of Public Art: Case Studies of Architectural Projections in Urban Settings. University of Johannesburg. URL: https://www.academia.edu/31148934/EXTERIOR_ARCHITECTURAL_PROJECTION_MAPPING_AS_A_MEDIUM_OF_PUBLIC_ART_CASE_STUDIES_OF_ARCHITECTURAL_PROJECTIONS_IN_URBAN_SETTINGS (Accessed on: May 1, 2025). {in English}

10. CIE. Guide for Lighting Urban Elements. Vienna: International Commission on Illumination. URL: https://cie.co.at/technicalcommittees/guide-lighting-urban-elements (Accessed on: April 23, 2025). {in English}

11. Cuttle, C. (2015). Lighting by Design. London: Routledge. 264 p. {in English}

12. Tomasovits, M., Zerefos, S., Tsangrassoulis, A., Balafoutis, Th., Vital, R., E.N.D. Madias, L.T. Doulos. (2025). The impact of facade lighting on environmental sustainability: Investigation methods. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 210, p. 115246. DOI: https://doi.org/10.1016/J.RSER.2024.115246 {in English}

13. Tanishq Khajuria. (2024). Types of Facade Lighting and Their Applications. Addison. URL: https://maverickled.com/blogs/blog-posts/types-of-facade-lighting-and-their-applications#&gid=1&pid=1 (Accessed on: May 6, 2025). {in English}

14. Festival of Lights. Brandenburg Gate. URL: https://festival-of-lights.de/en/galerie/brandenburg-gate/?utm_source=chatgpt.com (Accessed on: May 10, 2025). {in English}

15. Justyna Kowalska. (2019). Coloured light pollution in the urban environment. URL: https://www.researchgate.net/figure/Four-variants-of-colour-illumination-of-the-Colosseum_fig5_338290751 (Accessed on: May 8, 2025). {in English}

16. Qin Guo, Meizhen Lin, Jin-hua Meng, Jun-lei Zhao. (2011). The development of urban night tourism based on the nightscape lighting projects -- a Case Study of Guangzhou. Energy Procedia. Vol. 5, p. 477-481. DOI: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.083 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.38-53
УДК 72.01

д.арх., професор **Олійник О.П.,**
archiprestig@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6786-0633,
Національна академія образотворчого мистецтва та архітектури,
PhD, доцент **Абрамюк І.Г.,**
inna.abramyuk@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6802-0284,
Зеленогурський університет, Зелена Гура, Польща,
Губаніщев О.В.,
oleh.hubanishchev@naoma.edu.ua, ORCID: 0009-0009-5121-9284,
Національна академія образотворчого мистецтва та архітектури

ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ГРОМАДСЬКИХ ПІДЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ЗАСАДАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Ця стаття присвячена просторовому аналізу громадських просторів обєктів підземної архітектури з урахуванням принципів сталого розвитку. У багатьох країнах світу зростає інтерес до підземного будівництва, як оптимального рішення для підвищення ефективності міської інфраструктури. Крім того, це дозволяє збільшити обмежений простір у містах, дає змогу розвивати громадські простори, а також сприяє вирішенню проблем забруднення повітря та ґрунтових вод. У контексті поточної воєнної ситуації в Україні зростає інтерес до адаптації існуючих підземних просторів, зокрема тих, що пов'язані з міським транспортом, для освітніх, культурних, комерційних і туристичних цілей. У цій статті представлено просторовий аналіз вибраних підземних міських структур як альтернативного рішення в міському дизайні, з особливим акцентом на їх просторову конфігурацію та функцію в контексті цілей сталого розвитку. Просторовий синтаксис був використаний для розуміння композиційної структури підземних об'єктів і виявлення зв'язків між просторами, з урахуванням руху користувачів. Просторовий аналіз обраних підземних об'єктів доводить, що стаціонарні та транзитні зони мають знаходитись у відповідному балансі. Обговорюється також використання підземних міських структур для культурно-освітніх функцій на основі засад сталого розвитку, таких як ефективне використання ресурсів, повторне використання матеріалів і будівництва, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та покращення якості життя людей.

Ключові слова: теорія архітектури; громадський простір; міські підземні простори; просторовий аналіз; просторовий синтаксис; цілі сталого розвитку.

Постановка проблеми.

У різних країнах світу все більше уваги приділяється інтенсифікації освоєння підземних просторів. Причини цього процесу полягають не лише в необхідності підвищення ефективності міської інфраструктури та громадського транспорту, а й у зв'язку зі стрімким зростанням населення в містах, нестачею вільних земельних ділянок в адміністративних межах міст для створення громадських просторів і рекреації, кліматичними проблемами.

В умовах війни в Україні безпека населення, необхідність створення розвиненої системи зручних укриттів також доповнюють згаданий перелік. В українських містах, таких як Київ, Харків, Львів та Одеса, спостерігається підвищений інтерес до адаптації існуючих підземних громадських просторів для освітніх, культурних, комерційних і туристичних цілей. З початку 2023 року в Харкові на платформах п'яти станцій метро працює початкова школа, класи якої заглиблені під землю на три метри та розміщені в існуючих приміщеннях управління метрополітеном. Проте процес адаптації або будівництва нових підземних просторів ускладнюється необхідністю їх адаптації до сучасних вимог використання, із збереженням при цьому їх історичної цінності [1]. Не менше уваги при будівництві підземних споруд повинно надаватися екології, енерговикористанню та ефективному, безпечному просторовому плануванню.

Потенціал міського підземного простору (МПП), який може принести численні переваги міським територіям, все ще недооцінений і недостатньо використовується. Найпоширеніші функції міських підземних просторів на сьогодні включають зберігання, промисловість, виробництво енергії, транспорт, постачання комунальних послуг і, меншою мірою, громадські чи приватні комунальні простори [2].

Міський підземний простір (МПП) має забезпечувати реалізацію потреб користувачів, у взаємозв'язку з іншими підземними та наземними громадськими просторами та відповідати засадам сталого розвитку. Переваги та привабливість МПП для громадськості внутрішньо пов'язані з конфігурацією простору, що, в свою чергу, формує особливості поведінки, пересування людей та їх взаємодію [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Підземна архітектура та урбаністика вже більше трьох десятиліть є предметом активного інтересу дослідників і охоплюють широкий спектр питань. Пріоритетним питанням є використання підземних просторів для потреб транспорту, зокрема, метрополітену, під енергетичні об'єкти чи промислові зони. Дана стаття досліджує, як громадські функції можуть бути впроваджені в підземні простори на основі аналізу їх конфігурації, а також на їх сумісності з питаннями сталого розвитку.

Дослідження Тригуб Р. [1] та Риндюк Т. та Максименко М. [4] присвячені збереженню історичного середовища шляхом використання підземних просторів. У свою чергу Т. Жидкова та О. Шелковін акцентували увагу на системному розвитку підземного простору Києва [5].

Бобильов та його команда приділили велику увагу функціям підземних просторів та їх важливості для людей, а також перевагам для розвитку міської інфраструктури [2]. Це дослідження також пов’язане з реалізацією цілей сталого розвитку при реконструкції підземних просторів. Огляд використання підземного простору та аналіз підземного міського плану в Гельсінкі зробила Ilkka Vähäaho [6], також представивши його роль у створенні сталого середовища, збереженні місткості міста для майбутніх поколінь і естетично прийнятного ландшафту. Позитивний вплив розвитку міської підземної інфраструктури проявляється також у задоволенні потреб населення [7], у зниженні темпів споживання ресурсів [8], у зменшенні коливань внутрішньої температури та у зниженні вартості життя.

Спосіб аналізу просторових конфігурацій, який може бути використаний для різних фрагментів міської структури запропонували B. Hillier [10] та О. Олійник [9, 14]. Вони відзначали, що архітектурні середовища з точки зору просторової та формальної організації, можна розглядати як конфігураційні сутності.

Інші наукові роботи присвячені аналізу конфігурації окремих підземних просторів та їх взаємозв’язку, впливу на поведінку користувача, а також організації руху для досягнення найвищого рівня взаємодії людини та простору [3]. На сьогоднішній день у наукових джерелах не було зроблено жодної спроби проаналізувати підземні архітектурні споруди з точки зору їх сумісності з цілями сталого розвитку, одночасно з вивченням функціональних і просторових зв’язків між різними частинами цих просторів. Цю прогалину заповнює ця стаття.

Мета статті.

Визначити можливості використання підземних просторів методами просторового аналізу у міському середовищі на засадах сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу.

Просторовий аналіз вивчає розташування, організації та функціонування просторових елементів у різних контекстах. Його метою є дослідити, як функціональні зони та об'єкти співіснують у просторі, їх взаємозв'язки, ефективність використання та вплив на соціальні, економічні чи екологічні процеси. Відповідно, застосування просторового аналізу дозволяє визначити взаємозв'язок між плануванням і низкою соціальних, економічних та екологічних явищ та просторово-планувальну організацію архітектурних

об’єктів. Для визначення композиційної структури та співвідношення транзитних та стаціонарних просторів пропонується метод просторового аналізу на основі вдосконалення теорії «фігури-фону». [14]

Теорія просторового синтаксису, яка досліджує зв’язок між конфігурацією простору та його відвідувачами, допомагає проаналізувати МПП як складний простір, створюючи патерни руху користувача та рухової поведінки, а також зрозуміти механізми зв’язку його елементів та їхні соціальні значення [9, 10]. Основною стратегією синтаксичного методу є аналіз конфігураційних властивостей просторів, що складають планування, і за допомогою цього – виявлення ключових структурних особливостей плану. Конфігурація є визначальною складовою архітектурних та містобудівних планувань, адже вона враховує усі можливі взаємозв’язки та одночасний вплив комплексу сутностей один на одного через цей взаємозв'язок. Саме через просторову конфігурацію виражаються соціальні цілі [14].

В даній статті наведено результати просторового аналізу п’яти архітектурних об’єктів – міських підземних просторів, розташованих у різних країнах. Основним критерієм вибору підземних споруд є дотримання принципів сталого розвитку та культурно-просвітницька функція, яку вони виконують. Користуючись методами просторового аналізу (за О.П. Олійник), було виділено стаціонарні (зони «перебування»); і транзитні (зони «пересування») простори [9], а також допоміжні (рекреаційні, технічні, господарські). На наступному етапі дослідження підземні просторові об’єкти були представлені у графічній формі з подальшим аналізом конфігураційних зв’язків між різними просторовими областями, що дозволило виявити закономірності просторової організації та її вплив на рух користувачів.

У той час як урбанізація стає глобальною тенденцією, сталий розвиток міського середовища стає все більшою проблемою. Критичним фактором, який слід враховувати, є збільшення щільності населення, яке тягне за собою погіршення якості міського життя, зміни ландшафту більшості сучасних міст, збільшення висоти забудови, накопичення забруднюючих речовин, а також підвищення температури в містах. Отже, необхідність розвитку підземних комплексів, які можуть ефективно задовольнити потреби великих населених пунктів, стає все більш актуальною [7].

Підземний простір характеризується високою енергоефективністю, завдяки тепловим властивостям ґрунту, який діє як природний тепловий буфер зі стабільними рівнями температури протягом року. Це дає змогу зменшити внутрішні коливання температури, що призводить до зменшення потреби в енергії викопного палива [8], створює захист від екстремальних кліматичних умов, техногенних, воєнних і природних небезпек. На сьогодні багато країн ви-

являють інтерес до властивостей ґрунту як природного ізолятора. Прикладом може бути Фінляндія, яка стала одним із лідерів у Європі з використання підземних просторів для різних цілей, таких як спортивні споруди, релігійні центри, ресторани, торгові центри та транспортні тунелі [6].

Принципи сталого розвитку знаходять все ширше застосування в архітектурі і урбаністиці [19]. Основна ідея полягає в тому, що архітектурні рішення можуть сприяти досягненню кожної з цих цілей через практичні проєкти, планування та дизайн.

Зокрема, підземні архітектурні споруди можуть сприяти досягненню наступних цілей: влаштування демократичних і здорових середовищ для життя; проєктування доступних освітніх установ із належними умовами для навчання; інтеграція принципів інклюзивності в архітектурний дизайн, в тому числі досягнення гендерної рівності; створення систем збору, очищення та повторного використання води; використання відновлюваних джерел енергії та інші важливі засади.

Сучасні підземні проекти все більше зосереджуються на сталому управлінні ресурсами, включаючи повторне використання відходів для виробництва бетону, рекультивації землі або в інженерних процесах. Такий підхід не тільки мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище, але й підвищує ефективність використання природних ресурсів підземних розробок.

У даній статті розглянуто кілька знакових громадських споруд, які демонструють інноваційний підхід до інтеграції архітектурних рішень із ландшафтом, раціонального використання ресурсів і створення багатофункціональних просторів. Ці приклади — Оперний парк, Копенгаген, Данія; розширення двору Парламенту, Копенгаген, Данія; Плаваючий дворик - площа підземного входу, Су Чжоу Ши, Китай; Жіночий університет Ehwa, Сеул, Південна Корея; Музей Форт Вехтен, Утрехт, Нідерланди; та Культурний центр AMOS Rex, Гельсінкі, Фінляндія — підкреслюють актуальність сталого розвитку, наступності та екологічності в архітектурі, а також піднімають питання адаптації традиційних міських структур до сучасних потреб суспільства. Архітектурно-планувальна організація вибраних об’єктів розглядається з точки зору просторового аналізу та відповідності принципам сталого розвитку (табл.1,2).

Просторовий аналіз передбачає комплексне дослідження розташування, організації та функціонування просторових елементів у різних міських та архітектурних контекстах.

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз досліджуваних підземних споруд.

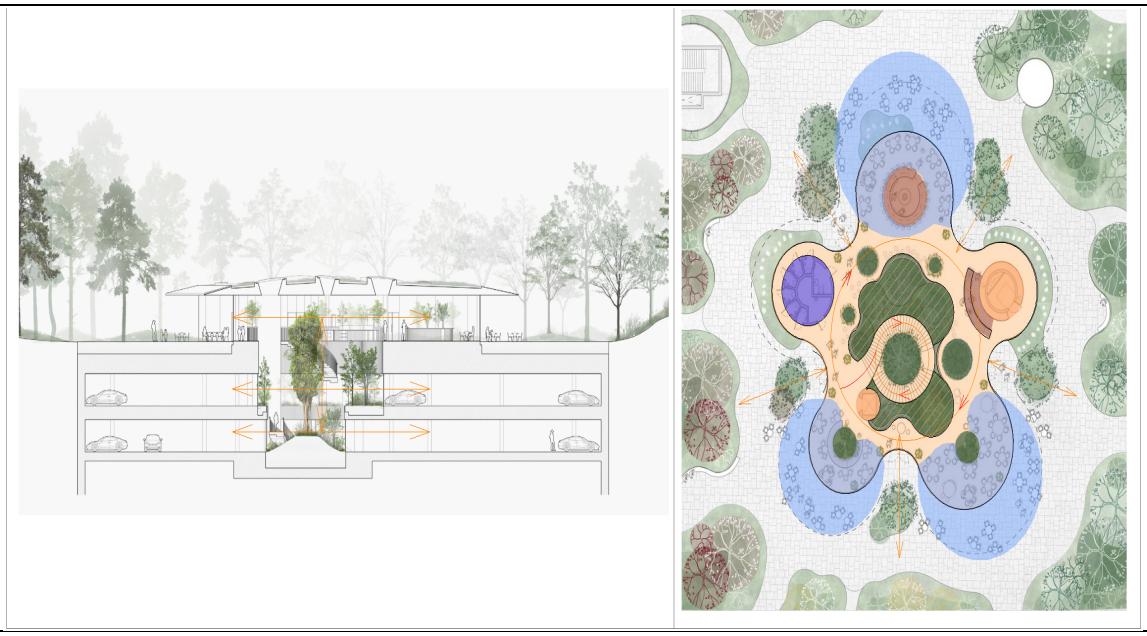
Об'єкт	**Країна реалізації**	**Архітектори**	**Функція**	**Інтеграція в ландшафт**	**Напрям руху**	**Розташування**
Опера Парк	Копенгаген, Данія	Cobe	громадська, культурна	напівпідземна форма	транзит	центр міста
Будівля Данського парламенту (концепт)	Копенгаген, Данія	Cobe, Arcgency & Drachmann	громадська, культурна	підземна форма	транзит	центр міста
Плаваючий дворик	Су Чжоу Ши, Китай	Deep Lab, Origin	культурна та освітня	підземна форма	транзит	центр міста
Музей Форт Вехтен	Утрехт, Нідерланди	Anne Holtrop	культурна та освітня	напівпідземна форма	стаціонарна	передмістя
Університет Іхва для жінок	Сеул, Південна Корея	Dominique Perault	культурна та освітня	напівпідземна форма	транзит	центр міста

Таблиця 2.

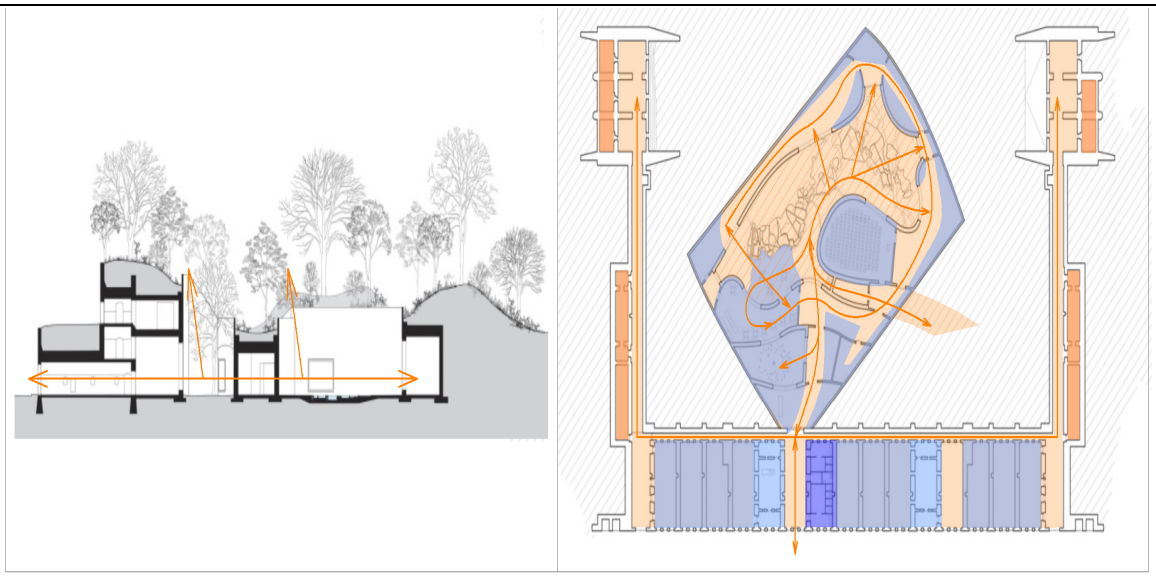
Використання цілей сталого розвитку в досліджуваних об’єктах.

Об'єкт	**Цілі сталого розвитку**								
	SDG 3	**SDG 5**	**SDG 6**	**SDG 7**	**SDG 9**	**SDG 11**	**SDG 12**	**SDG 13**	**SDG 15**
Опера Парк	+		+	+	+	+	+	+	+
Будівля Данського парламенту (концепт)	+	+			+	+	+	+	
Плаваючий дворик	+		+		+	+			+
Музей Форт Вехтен	+				+	+	+	+	+
Університет Іхва для жінок	+	+		+	+	+	+		+

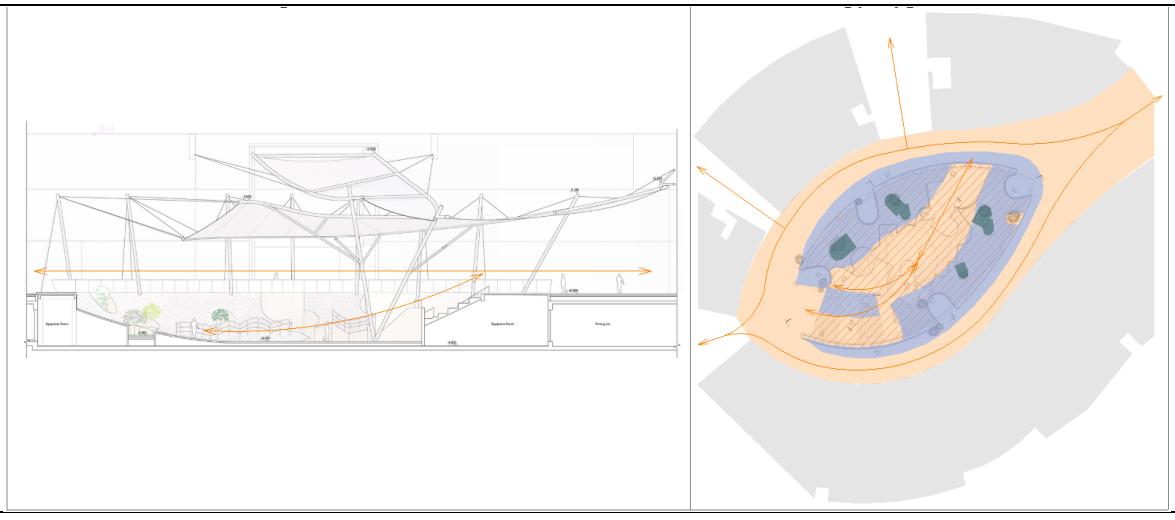
Просторово-планувальна організація досліджуваних кампусів ґрунтується на двох основних просторових конфігураціях: центричній та лінійно-осьовій. Виділено також п'ять основних категорій простору, які мають чіткі утилітарні та організаційні функції: стаціонарні простори (постійного перебування) - зони, призначені для тривалого перебування, включаючи місця для зустрічей, відпочинку та громадської діяльності; вторинні стаціонарні простори (короткочасного перебування) - зони тимчасового користування, такі як місця тимчасового відпочинку або орієнтири; транзитні простори - маршрути руху, які забезпечують пересування користувачів, формують динаміку руху та організацію потоку людей; підсобні приміщення (допоміжні приміщення) - зони з технічними та матеріально-технічними функціями, необхідні для забезпечення безперебійної роботи підземної інфраструктури, важливі для комфорту користувачів і якості внутрішнього середовища (рис.1).



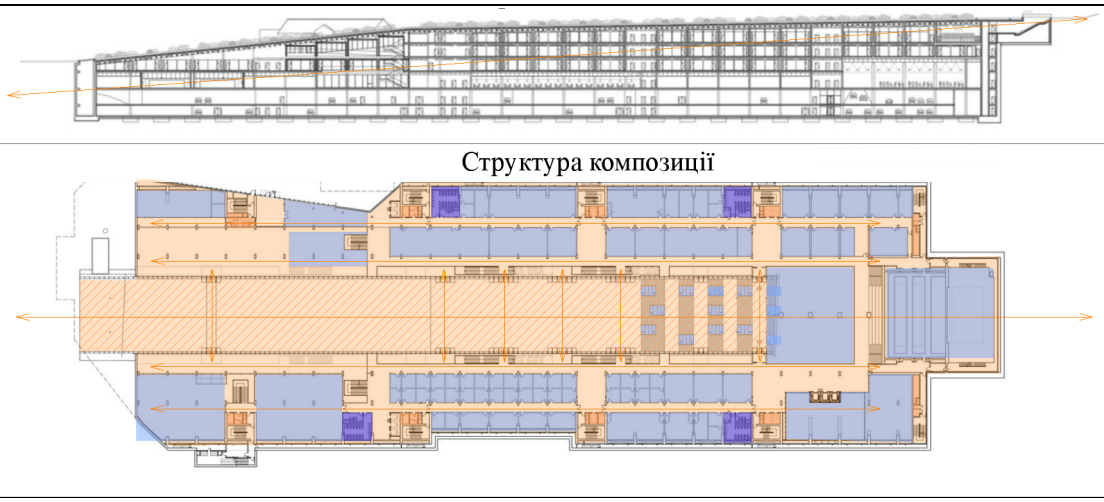
а)



б)

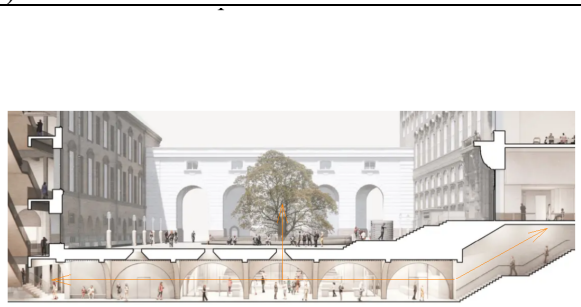


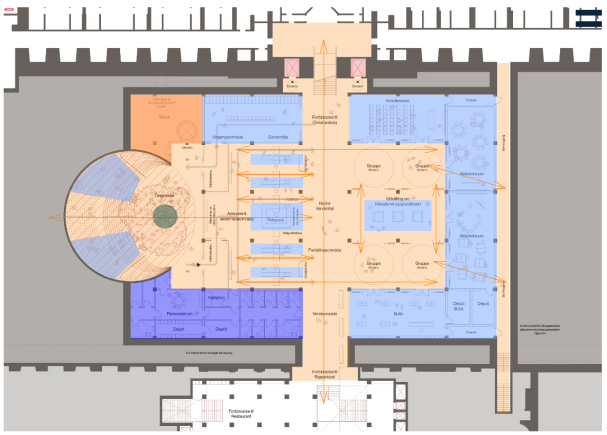
в)



Структура композиції

г)





д)

Транзитні зони	Стаціонарні зони	Атріуми	Стаціонарні другорядні зони	Зелені зони	Технічні приміщення	Головні Напрями руху

е)

Рис. 1. Аналіз взаємозв'язку просторової композиції та функціонального призначення різних просторів: а – парк Опера в Копенгагені (Джерело: [21]); б – музей Форт Вехтен в Утрехті (Джерело: [22]); в – на території Плаваючого дворика – підземної вхідної площі в Су Чжоу (Джерело: [23]); г – на території кампусу Університету Іхва в Сеулі (Джерело: [24]); д – у проєкті Данського парламенту в Копенгагені (Джерело: [25]); е – умовні позначення.

Проекти павільйону Оперного парку в Копенгагені (рис. 1, а), музею Форт Вехтен в Утрехті (рис. 1, б) та внутрішнього двору в Науково-технологічному парку в районі Хуцу в Сеулі (рис. 1, в) демонструють спільні риси з точки зору композиції транзитного простору. Ключовим елементом їх планування є інтегрований центральний простір – атріум, який виступає центром композиції та місцем зустрічі відвідувачів. Таке планування скеровує рух людей навколо атріуму або по спіралі, залежно від прийнятої просторової конфігурації. Стаціонарні зони обслуговування та відпочинку - рівномірно

розподілені навколо центрального ядра, що забезпечує оптимальний доступ для користувачів. Залежно від змінних потреб їх можна гнучко поширювати на суміжні транзитні зони, адаптуючи простори до поточних вимог користувачів. Таке рішення не тільки підкреслює візуальну цілісність всього комплексу, але й підсилює його відкритість і багатофункціональність. Ця ідея підкреслюється візуальним об'єднанням екстер'єрного та інтер'єрного просторів через скляні перегородки і отвори. Архітектори збагачують центральний простір притягальними архітектурними деталями – легкими біонічними перекриттями атріумів, зеленими зонами, скульптурними інсталяціями тощо.

На відміну від цього, дизайн кампусу жіночого коледжу Ehwa в Сеулі (рис. 1, г) і дизайн-концепція розширення площі Датського парламенту (рис. 1, д) характеризуються лінійно-осьовим плануванням, яке спрямовує рух користувачів вздовж однієї або двох основних ліній як транспортної артерії. І дизайн кампусу університету Ewha, і подвір'я Копенгагенського парламенту передбачають використання лінійно-прямокутної моделі, яка не лише організовує рух користувачів, але й забезпечує функціональні зв'язки між зонами простору з метою інтеграції надземного та підземного рівнів. Використовуючи такий підхід, можна збільшити використання підземного простору користувачами та акцентувати увагу на транзитному русі.

Найбільший у світі жіночий університет Іхва в Кореї послідовно проводить політику гендерної рівності, втілюючи її в архітектурно-планувальні рішення. Його просторово-планувальна організація відповідає ідеям інклюзивної архітектури та підкреслює інтеграцію кампусу в навколишнє місто. Ключовим аспектом проекту є створення нової міської топографії, яка гармонійно взаємодіє з оточенням. Кампус виступає не лише як нові ворота до університету, а і як простір, який з'єднує міську тканину з академічною територією, сприяючи взаємодії між студентами та жителями Сеула. Формально та ідеологічно кампус Ihwa є прикладом сучасної демократичної, відкритої та інклюзивної архітектури, простори якої не лише приваблюють користувачів, але й підкреслюють цінності рівності. Це місце для всіх, відкрите і прозоре, а разом з тим напівприховане і таємниче, що підкреслює його жіночу сутність.

У цьому контексті його можна порівняти з останніми проєктами Захи Хадід, зокрема, мобільним виставковим павільйоном Chanel. Хадід, виступаючи проти маскулінізації архітектури, створила концепцію текучого, огортаючого, органічного простору, що символізує демократичну та інклюзивну жіночність [21].

Окрім визначального принципа гендерної рівності, в підземному кампусі використані й інші засади сталого розвитку. Запропоновано 4 типи екологічно

чистих систем опалення та охолодження: теплового лабіринту, Con'c Core Activation, охолоджуючого нагрівального радіатора і геотермальної енергії. Крім того, сад на даху та величезна навісна стіна також допомагають зменшити витрати енергії. Новітні технології, революційна організація простору стирають різницю між старим і новим, будівлею і ландшафтом, теперішнім і минулим.

Парламентська площа в Данії формує іншу характеристику перебування і пересування відвідувачів, хоча ідея інтеграції в природний чи урбаністичний ландшафт є обєднуючою для цих обєктів. Проте відмінністю кампусу і площі в Копенгагені є лінійно-направлений вектор руху з основною пішохідною магістраллю. Водночас і університет, і площа мають багаторівневу структуру, яка інтегрує наземний і підземний рівні.

Просторовий синтаксичний аналіз вказаних міських підземних просторів (МПП) дав змогу виявити взаємозв'язки між окремими просторами, які об'єднуються в загальну структуру. Було відмічено, що інтегрованим центральним простором, як Оперний парк і музей Форт Вехтен, характеризуються більш збалансованим співвідношенням стаціонарних та транзитних зон. Навпаки, лінійно-осьові планування, такі, як кампус університету Ewha та внутрішній дворик парламенту Данії, демонструють вищий відсоток транзитних просторів. Збільшення транзитного простору в цих МПП дозволяє розглядати їх як транспортні коридори між міською територією та кампусом, що сприяє пожвавленню пішохідного руху.

Майбутнє підземної архітектури нерозривно пов'язане з розвитком будівельних технологій. Оптимальних умов для сталого розвитку та комфортного проживання в міських районах можна досягти, коли підземні споруди займають близько 20-25% загального міського простору.

В умовах війни в Україні рекомендується реалізувати концепцію «розосередженого урбанізму» замість концентрованої забудови стратегічних районів міст. Також вкрай важливо забезпечити ефективний доступ до підземних просторів шляхом їх інтеграції з наземною інфраструктурою та розвивати мережу підземних комунікацій як транзитні коридори, що можуть слугувати безпечними маршрутами для евакуації населення, логістики постачання та екстрених служб. У цьому контексті рекомендується інтегрувати існуючі та нові підземні простори в єдину мережу, що забезпечить швидке пересування між ключовими міськими районами.

У контексті повоєнної відбудови міст України важливо враховувати довгострокові ризики як військового, так і кліматичного характеру. Відповідно, міський розвиток повинен враховувати інтенсифікацію розвитку підземного простору, особливо в центрах міст та густонаселених районах. Ключовим елементом цього підходу є реалізація багатофункціональних транзитних кори-

дорів, які можна інтегрувати з освітніми та культурними просторами. Варто також зазначити, що в багатьох великих містах України все ще є занедбані невикористовувані станції метро, які іноді використовують як місця для альтернативних подій з унікальною атмосферою. Однак їхній потенціал не обмежується лише просторами для творчості – їх можна трансформувати в простори соціального значення - освітні, культурні чи виставкові об’єкти. Пристосування цих будівель під музеї, художні галереї, наукові центри чи коворкінги не лише повернуло б їм життя, але й мало б позитивний вплив на відродження міської тканини, сприяючи соціальній інтеграції та збереження архітектурної спадщини.

Можна припустити, що підземні споруди в майбутньому становитимуть альтернативу надземній урбаністиці, через правильну розстановку акцентів і орієнтацію пішохідного руху. На відміну від традиційних надземних будівель, підземні споруди можна з’єднувати між собою, що дозволяє розподіляти їх на великих площах. Така організація простору підвищує ефективність їх використання [2]. Культурно-освітня функція проаналізованих підземних об’єктів доповнюється транзитними коридорами як «сусідським» простором для задоволення потреб користувачів, не обмежуючи їх пересування.

Висновки.

Проведений просторовий аналіз довів необхідність розвитку підземних просторів, розвиток яких тісно пов'язаний з принципами сталого розвитку. Спільним для всіх розглянутих проєктів є інтеграція природних елементів, використання зелених дахів і систем збору дощової води, що зменшує навантаження на екосистему. Відмова від автомобільного транспорту та акцент на пішохідні зони сприяють зниженню вуглецевого сліду, тоді як продумані рішення з природним освітленням та вентиляцією створюють безпечний і комфортний простір для користувачів.

Загальні відмінності полягають у функціональних аспектах і дизайнерських акцентах кожного об’єкта. Одні проєкти роблять акцент на енергоефективності через теплоізоляцію та підземні приміщення, інші — на створенні відкритих просторів із прозорими конструкціями для взаємодії людей. Інклюзивність деяких споруд поєднується із соціальною інтеграцією, наприклад, через залучення громади до їхнього використання.

Гарною ілюстрацією цього підходу є наведені приклади, зокрема музей в Утрехті, який гармонійно інтегрований у природний рельєф місця, таким чином мінімізуючи втручання в історичну спадщину. Проект данської підземної Парламентської площі використовує перероблені будівельні матеріали для несучих арок, відповідаючи вимогам енергозбереження. Підземні споруди здебільшого розташовані в центральних частинах міст, діючи як транзитні

простори, що підвищує їхній потенціал як укриття, з легким і швидким доступом.

Слід зауважити, що саме розташування споруд нижче рівня землі сприяє використанню площі над ними. Аналіз показує, що оптимальних умов для сталого розвитку та комфортного проживання в містах можна досягти, коли підземні споруди займають 20–25% загального міського простору.

Влаштування зелених покриттів над такими будівлями, що можна спостерігати в розглянутих прикладах, відповідає таким принципам сталого розвитку, як демократичність, безбар'єрність та, безумовно, екологічність, вирівнюючи співвідношення забудови та зелених насаджень. Такі покриття знижують ефект "міського теплового острова", поглинаючи сонячну енергію та створюючи природне охолодження, сприяють очищенню повітря, а також забезпечують додаткову ізоляцію споруд.

Підземні простори, завдяки своїй функціональності та інтеграції з міською інфраструктурою, відіграватимуть ключову роль у довгостроковій міській структурі. Їхній багатофункціональний характер забезпечить постійний попит на їх використання. Інвестиції в цей тип розвитку не лише сприятимуть підвищенню стійкості міст до криз, але й забезпечать стабільне джерело доходу та соціальних виплат, сприяючи довгостроковому розвитку міст.

В Україні можлива реалізація концепції «розосередженого урбанізму» замість концентрованої забудови міст з ефективним доступом до підземних просторів, їх інтеграції з наземною інфраструктурою в єдину мережу, що забезпечить швидке пересування між ключовими міськими районами. Відповідно, міський розвиток повинен враховувати розширення підземного простору, особливо в центрах міст зі створенням багатофункціональних транзитних коридорів, об'єднаних з освітніми та культурними просторами.

Представлене тут дослідження є попереднім кроком в аналізі впливу інтеграції транспортних та освітніх/культурних функцій у підземних просторах на розвиток міських структур. Результати аналізу можуть стати відправною точкою для подальших досліджень моделей планування та впровадження таких структур у динамічно мінливому міському середовищі.

Бібліографія

1. Тригуб Р.М. Роль підземних споруд у сучасному місті // Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві. 2019. № 12. С. 207–212. DOI: https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2(12)-25. (дата звернення: 03.02.2025)

2. Bobylev, N, Hunt, DVL, Jefferson, I and Rogers, CDF 2013. Sustainable infrastructure for resilient urban environments. In: Advances in Underground Space Development – Zhou, Cai & Sterling (eds) The Society for Rock Mechanics & Engineering Geology (Singapore). Доступно за посиланням:https://surl.li/dtghli, (дата звернення: 03.02.2025)

3. Dursun, P 2007. Space Syntax in Architectural Design Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium. İstanbul, 56–56.12.

4. Риндюк С., Максименко М. Освоєння підземного простору як вирішення проблем урбанізації міст // Сучасні технології, матеріали і проєктування в будівництві. 2021. Т. 29, № 2. С. 101–107. DOI: 10.31649/2311-1429-2020-2-101-107. (дата звернення: 03.03.2025)

5. Жидкова Т.В., Шелковін О.А. Вертикальне зонування території як метод збереження історичного середовища міста // Муніципальне господарство міст. 2009. № 90. С. 148–151.

6. Vähäaho, I 2014. Underground resources and master plan in Helsinki. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 6, 387-398. https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2014.05.005, (дата звернення: 03.02.2025)

7. Li, X, Li, C, Parriaux, A, Wu, W, Li, H, Sun, L, et al. 2016. Multiple resources and their sustainable development in Urban Underground Space. Tunn. Undergr. Space Technol 55, 59–66. Available at: https://doi.org/10.1016/j.tust.2016.02.003 (дата звернення: 08.02.2025)

8. Grodecki, W 2004. Budownictwo podziemne jednym z czynników zapewnienia zrównoważonego rozwoju [Underground construction one factor in ensuring sustainable development]. Budownictwo Górnicze i Tunelowe 4, 14–21. Доступно за посиланням: https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPS1-0017-0002, (дата звернення: 03.02.2025)

9. Олійник О. Просторовий синтаксис як інструмент дослідження структури та конфігурації громадського простору // Містобудування та територіальне планування. 2021. № 76. С. 195–204.

10. Hillier, B 1996. Space is the machine: A configurational theory of architecture Space Syntax, London.

11. Agenda 2030: Sustainable development 2015 UN General Assembly resolution A/RES/70/1 [online]. Доступно за посиланням: https://www.unic.un.org.pl/files/164/Agenda%202030_pl_2016_ostateczna.pdf, (дата зверення: 12.03.2025)

12. Hajer, M and Dassen, T 2014. Slimme steden: de opgave voor de 21e eeuwse stedenbouw in beeld. Rotterdam.

13. Олійник О. Гендерні ознаки в архітектурі та міському просторі. Проблеми розвитку міського середовища. 2017. Вип. 2. С. 105–115. Доступно за посиланням: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Prms_2017_2_14. (дата зверення: 12.03.2025)

14. Oliynyk, O. and Troshkina, O, 2023. Analysis of architectural urban spaces based on Space Syntax and methods. Spatium 50, 24–32. DOI: https://doi.org/10.2298/SPAT230407010O (дата звернення: 02.02.2025).

15. Admiraal, H. 20006. A bottom-up approach to the planning of underground space Tunnelling and Underground Space Technology 21(3), 464-465, Available at: DOI: 10.1016/j.tust.2005.12.102

16. Antonenko, I 2021. Systemic development of Kyiv underground space. Priority tasks and elimination of possible risks. In Sworld Journal, 1(10-01), 108–114. https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-10-01-032 (дата зверення: 15.06.2025)

17. Admiraal & Cornaro, 2016. Urban Underground Space: Planning and creating the cities of the future. ICE Publishing, 232.

18. Reynolds, E, 2019. Underground Urbanism, New York, Routledge. Available at: DOI https://doi.org/10.4324/9781315523330

19. International Union of Architects (UIA). (2021). *An Architecture Guide to the UN 17 Sustainable Development Goals: Volume 2*. International Union of Architects https://www.uia-architectes.org/en/resource/architecture-guide-to-the-un-17-sustainable-development-goals-english/

21. COBE. (n.d.). Opera Park. *ArchDaily*. Доступно за посиланням: https://www.archdaily.com/1010027/opera-park-cobe (дата звернення 10.02.2025)

22. Holtrop, A. (n.d.). Fort Vechten Museum in the Netherlands. *Architectural Review*. Доступно за посиланням: https://www.architectural-review.com/buildings/fort-vechten-museum-in-the-netherlands-by-anne-holtrop. (дата звернення 8.02.2025)

23. Deep Origin Lab. (n.d.). The Floating Courtyard: Underground Entrance Plaza Renovation. *ArchDaily*. Доступно за посиланням: https://www.archdaily.com/1014709/the-floating-courtyard-underground-entrance-plaza-renovation-deep-origin-lab. (Дата звернення 8.02.2025)

24. Ewha Woman's University – Dominique Perrault Architecture. (n.d.). *ArchDaily*. Доступно за посиланням: https://www.archdaily.com/227874/ewha-womans-university-dominique-perrault-architecture. (дата звернення 10.02.2025)

25. COBE. (n.d.). The Future Danish Parliament. Доступно за посиланням: https://www.cobe.dk/projects/the-future-danish-parliament. (Дата звернення 10.02.2025)

Doctor of Architecture, Professor **Olena OLIYNYK**,
National Academy of Fine Arts and Architecture,
Ph.D in Architecture **Inna ABRAMIUK**,
Department of Architecture and Urban Planning, University of Zielona Gora,
Postgraduate Student **Oleh HUBANISHCHEV,**
National Academy of Fine Arts and Architecture.

SPATIAL ANALYSIS OF PUBLIC UNDERGROUND FACILITIES ON THE BASIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

In many countries around the world, there is a growing interest in underground construction, which is considered an effective solution for enhancing urban infrastructure and public transportation efficiency. Additionally, it allows for the expansion of limited urban space, the development of public areas, and contributes to addressing issues such as air and groundwater pollution. In the context of the current military situation in Ukraine, interest is increasing in the adaptation of existing underground spaces—particularly those associated with urban transportation—for educational, cultural, commercial, and tourism purposes. This article presents a spatial analysis of selected underground urban structures as an alternative solution in urban design, with particular emphasis on the integration of functions and spatial configuration within the context of sustainable development goals.

Spatial analysis, based in particular on space syntax theory, was used to understand the compositional structure of underground facilities and to identify the connections between different spaces, including those that shape user movement patterns. The spatial analysis of the selected underground sites shows that the design of spaces with cultural and educational functions in an underground context must consider an appropriate balance between stationary and transit zones.

The article also discusses the compatibility of developing underground urban structures for cultural and educational purposes with sustainable development goals, such

as efficient resource use, reuse of materials and construction, reduction of environmental impact, and improvement of people's quality of life.

Keywords: urban underground spaces; spatial analysis; space syntax; sustainable development goals; spatial configuration.

REFERENCES

1. Tryhub, R. M. (2019). *The role of underground structures in the modern city* [Rol pidzemnykh sporud u suchasnomu misti]. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunku v budivnytstvi*, (12), 207–212. https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2(12)-25 {in Ukrainian}.

2. Bobylev, N, Hunt, DVL, Jefferson, I and Rogers, CDF 2013. Sustainable infrastructure for resilient urban environments. In: Advances in Underground Space Development – Zhou, Cai & Sterling (eds) The Society for Rock Mechanics & Engineering Geology (Singapore). Available at: https://surl.li/dtghli, (Accessed: 03-02-2025) {in English}.

3. Dursun, P 2007. Space Syntax in Architectural Design Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium. İstanbul, 56–56.12 {in English}.

4. Ryndiuk, S., & Maksymenko, M. (2021). *Development of underground space as a solution to urbanization problems of cities* [Osvoyennia pidzemnoho prostoru yak vyrishennia problem urbanizatsii mist]. *Suchasni tekhnolohii, materialy i proiektuvannia v budivnytstvi*, 29(2), 101–107. https://doi.org/10.31649/2311-1429-2020-2-101-107 (in Ukrainian).

5. Zhydkova, T. V., & Shelkovin, O. A. (2009). *Vertical zoning of urban territory as a method of preserving the historical environment of the city* [Vertykalne zonuvannia terytorii yak metod zberezhennia istorychnoho seredovyshcha mista]. *Munitsypalne hospodarstvo mist*, (90), 148–151. (in Ukrainian).

6. Vähäaho, I 2014. Underground resources and master plan in Helsinki. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 6, 387-398. Available at: DOI: https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2014.05.005, (Accessed: 03-02-2025) {in English}.

7. Li, X, Li, C, Parriaux, A, Wu, W, Li, H, Sun, L, et al. 2016. Multiple resources and their sustainable development in Urban Underground Space. Tunn. Undergr. Space Technol 55, 59–66. Available at: https://doi.org/10.1016/j.tust.2016.02.003 {in English}.

8. Grodecki, W 2004. Budownictwo podziemne jednym z czynników zapewnienia zrównoważonego rozwoju [Underground construction one factor in ensuring sustainable development]. Budownictwo Górnicze i Tunelowe 4, 14–21. Available https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPS1-0017-0002, (Acessed: 03-02-2025) {in Polish}.

9. Oliynyk, O. (2021). *Spatial syntax as a tool for analyzing the structure and configuration of public space* [Prostorovyi syntaksys yak instrument doslidzhennia struktury ta konfihuratsii hromadskoho prostoru]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*, (76), 195–204 {in Ukrainian}.

10. Hillier, B 1996. Space is the machine: A configurational theory of architecture Space Syntax, London. {in English}.

11. Agenda 2030: Sustainable development 2015 UN General Assembly resolution A/RES/70/1 [online]. Available at: https://www.unic.un.org.pl/files/164/Agenda%202030_pl_2016_ostateczna.pdf, (Accessed: 12-01 2025) {in English}.

12. Hajer, M and Dassen, T 2014. Slimme steden: de opgave voor de 21e eeuwse stedenbouw in beeld. Rotterdam. {in Dutch}.

13. Oliynyk, O. (2017). *Gender characteristics in architecture and urban space* [Henderni oznaky v arkhitekturi ta miskomu prostori]. *Problemy rozvytku miskoho seredovyshcha*, (2), 105–115. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Prms_2017_2_14 (Accessed: 15-03-2025) {in Ukrainian}.

14. Oliynyk, O., & Troshkina, O. (2023). *Analysis of architectural urban spaces based on spatial syntax and methods* [Analiz arkhitekturnykh miskykh prostoriv na osnovi prostorovoho syntaksysu ta metodiv]. *Spatium*, (50), 24–32. https://doi.org/10.2298/SPAT230407010O (Accessed: 2-02-2025) {in Ukrainian}.

15. Admiraal, H 20006. A bottom-up approach to the planning of underground space Tunnelling and Underground Space Technology 21(3), 464-465, Available at: DOI: 10.1016/j.tust.2005.12.102 {in English}.

16. Antonenko, I 2021. Systemic development of Kyiv underground space. Priority tasks and elimination of possible risks. In Sworld Journal, 1(10-01), 108–114. https://doi.org/10.30888/2663-5712.2021-10-01-032 (Accessed: 15-06-2025). {in English}.

17. Admiraal & Cornaro, 2016. Urban Underground Space: Planning and creating the cities of the future. ICE Publishing, 232. {in English}.

18. Reynolds, E, 2019. Underground Urbanism, New York, Routledge. Available at: DOI https://doi.org/10.4324/9781315523330. {in English}.

19. International Union of Architects (UIA). (2021). *An Architecture Guide to the UN 17 Sustainable Development Goals: Volume 2*. International Union of Architects https://www.uia-architectes.org/en/resource/architecture-guide-to-the-un-17-sustainable-development-goals-english/. {in English}.

21. COBE. (n.d.). Opera Park. *ArchDaily*. Доступно за посиланням: https://www.archdaily.com/1010027/opera-park-cobe. (Acessed: 10-02-2025). {in English}.

22. Holtrop, A. (n.d.). Fort Vechten Museum in the Netherlands. *Architectural Review*. Доступно за посиланням: https://www.architectural-review.com/buildings/fort-vechten-museum-in-the-netherlands-by-anne-holtrop. (Acessed: 8-02-2025). {in English}.

23. Deep Origin Lab. (n.d.). The Floating Courtyard: Underground Entrance Plaza Renovation. *ArchDaily*. Available at: https://www.archdaily.com/1014709/the-floating-courtyard-underground-entrance-plaza-renovation-deep-origin-lab. (Acessed: 8-02-2025). {in English}.

24. Ewha Woman's University – Dominique Perrault Architecture. (n.d.). *ArchDaily*. Available at: https://www.archdaily.com/227874/ewha-womans-university-dominique-perrault-architecture (Acessed: 10-02-2025). {in English}.

25. COBE. (n.d.). The Future Danish Parliament. Available at: https://www.cobe.dk/projects/the-future-danish-parliament. (Acessed: 10-02-2025). {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.54-66
УДК 72.025.4

д.арх., професор **Осиченко Г.О.,**
osychenko-galyna@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5595-220X,
Запорізький національний університет

КОНЦЕПЦІЯ “GENIUS LOCI” К. НОРБЕРГА-ШУЛЬЦА

Вивчаються генеза та основні положення концепції «genius loci» К. Норберг-Шульца. На підставі порівняльного аналізу культурної традиції XVIII, XIX століть та феноменологічної архітектури виокремлено інваріантні характеристики «місця» та виявлено тенденції розвитку концепції genius loci у XX столітті.

Ключові слова: концепція; місце; genius loci (дух місця); архітектурна теорія; феноменологічна архітектура

Стан проблеми та її актуальність. У другій половині XX століття поняття «місце» та genius loci набу́ли статусу ключових категорій у світовій архітектурній теорії передусім завдяки феноменологічній школі, котра представлена роботами Мартіна Гайдегґера, Крістіана Норберґ-Шульца, Югані Паллаасми, Стіва Холла та ін. Саме через ці категорії здійснився концептуальний «поворот» від модерністської парадигми архітектури, яка відкидала локальні культурні сенси й історичну спадкоємність, та переорієнтація на «вкоріненість» архітектури в культурному, топографічному й екзистенційному контекстах. Сьогодні, на тлі глобальних екологічних і соціальних викликів, дискурси місця й *genius loci* знову опиняється у фокусі міжнародних дебатів, слугуючи базою для сталих, чутливих до контексту та гуманніших практик проєктування.

Попри всеосяжний вплив феноменологічного підходу на світову архітектуру, український академічний простір тривалий час залишався поза безпосереднім доступом до першоджерел. Більшість фундаментальних праць - зокрема «Genius Loci: до феноменології архітектури» Норберґ-Шульца, «Очі шкіри» Паллаасми та інші, досі не перекладені українською. У результаті наукові дискусії всередині країни будуються переважно на вторинних інтерпретаціях, що звужує коло понять, ускладнює формування власного теоретичного апарату та призводить до поверхневого, формального запозичення сучасних проєктних світових практик. Ця ситуація є наслідком, з одного боку, радянської ізоляції, коли архітектурна думка розвивалася в межах «закритої» школи з переважанням функціоналізму; а з другого — ігноруванням феноменологічної архітектури як «суб’єктивістської» й «ідеалістичної» у

рамках офіційної марксистської методології. У радянські часи ідея «*genius loci*» (духу місця), навіть у середовищному підході, трактувалася досить поверхово, здебільшого зводячись до типологічного або стилістичного наслідування «історичної забудови». Це суперечило вихідному, екзистенційному сенсу поняття «місця» в європейській архітектурі, що апелює до взаємодії просторових форм із життєвим досвідом людини. Така ситуація призвела до того, що українська архітектурна теорія була ізольована від актуальних міжнародних трендів, а відповідно - і від дискусій про етику простору, емпатію у проєктуванні, формування колективної пам'яті та ідентичності.

Сучасний європейський вектор розвитку України створює унікальні можливості для переосмислення власної архітектурної традиції. Впровадження європейських цінностей — зокрема принципів культурної різноманітності, субсидіарності, сталості та участі громад — неможливе без переорієнтації на феномологічний та інші контекстно-чутливі підходи, що визнають пріоритет локальної специфіки над абстрактними універсаліями. Таким чином, повернення до дискурсу genius loci стає не лише теоретичним завданням, а й практичною потребою. Воно здатне забезпечити методологічне підґрунтя для формування архітектури, що синтезує світовий досвід і місцеву ідентичність.

Актуальність даного дослідження полягає у трьох вимірах: 1) необхідність заповнення прогалини в теорії вітчизняної архітектури; 2) сприяння інтеграції української архітектурної думки у глобальний дискурс; 3) необхідність створити теоретичні й методичні передумови для впровадження в Україні європейського підходу до планування, який визнає місце не лише як фізичну, а й як культурно-ціннісну категорію.

Мета даної статті - дослідження концепції «genius loci» К. Норберг-Шульца. Це включає виконання заступних завдань: виявлення генезису та трансформації понять «місце» й «genius loci» у XX столітті, визначення особливостей концепції genius loci К. Норберг-Шульца, порівняльний аналіз концепцій XVIII–XIX ст. та в концепції К. Норберг-Шульца. Виконання цих завдань передбачає міждисциплінарний підхід, що поєднує філософію, культурологію, урбаністику та історію архітектури.

Методи дослідження. У дослідженні застосований міждисциплінарний комплекс методів, що надав змогу виявити як ідейні витоки, так і трансформацію концепції «genius loci». *Аналіз літературних джерел* включав систематичний огляд першоджерел: маніфестів, теоретичних трактатів, критичних статей, монографій і книг, що дозволило простежити зміну дискурсів про «місце» та *genius loci*. *Ретроспективний (історико-генетичний) аналіз* дав змогу реконструювати логіку становлення концепції К.Норберг-Шульца та взаємопов'язаних з нею понять. *Порівняльний аналіз теорій і*

концепцій включав зіставлення підходів різних авторів від поетів і письменників до філософів та архітекторів (концепції *genius loci* у В.Лі, О. Поупа, феноменологія К. Норберґа-Шульца та інш.). Порівняння виявило, що попри відмінності усі автори апелюють до досвіду людини як критерію визначення місця. *Методи абстрагування та синтез* отриманої інформації дозволили виокремити інваріантні характеристики «місця» та виявити тенденції розвитку концепції *genius loci* у XX столітті.

Аналіз літературних джерел та останніх публікацій. Проаналізовані книги, есе та статті авторів дотичних до тематики формування концепції genius loci, зокрема A. Pope [1], Вернон Лі [2,3], A. Meynell [4,5], D. H. Lawrence [6], К. Норберг - Шульца [7-10] та інш.

Витоки та передумови формування концепції "місця" у XX столітті

Оксфордський географічний словник визначає слово «місце» як конкретну точку на землі, що визначається як локація (місцезнаходження), де сформувалися та зросли людські цінності [11]. Місце – це частина простору з певною цінністю та значенням [12]. Це поняття охоплює не лише фізичний простір, а й соціальний вимір – воно відображає просторове й суспільне розміщення людей. Місце не є просто частиною географічного простору; воно набуває значення через надання йому ціннісного та символічного змісту в результаті взаємодії між людьми, їх уявленнями та фізичними характеристиками середовища. Таким чином, місце розглядається як результат інтеграції природних умов та людського впливу, де визначальними виступають категорії ідентичності, дому та спільноти. Поняття «*genius loci*» виходить за межі матеріальних об'єктів – воно формується через індивідуальні переживання, колективну пам'ять, культурні символи та асоціативні зв'язки.

Ідея "духу місця", або «*genius loci*», має глибоке історичне коріння, що сягає античності. У римській міфології вважалося, що не лише кожна людина, але й кожна територія, оселя чи організація має свого охоронця – духа-покровителя, відомого як *genius loci*. Цей міфологічний образ часто уособлювався у вигляді юнака з рогом достатку, щитом або змією в руках. У ряді країн Західної Європи збереглися численні приклади давньоримських вівтарів, присвячених цим духам місцевості.

У подальшому у Європі через середньовічну християнську символіку ідея *genius loci* трансформувалася, але не зникла, залишившись у народних уявленнях про «опікунський» характер ландшафту.

Наступний етап у розвитку концепції *genius loci* відбувався на тлі зростаючого відчуження людини в умовах індустріального суспільства та послаблення зв'язку з природою, що були зумовлені промисловою революцією і швидкими темпами урбанізації. У XVIII столітті інтерес до теми духу місця в

англійській літературі та естетичній думці значною мірою був зумовлений зростанням популярності подорожей, що стали характерною культурною практикою тієї епохи. У доби Просвітництва і Романтизму англійські мислителі і поети переосмислили *genius loci* як естетичну категорію. Це вже не лише божество місця, а його характер, атмосфера, емоційне враження. Міфологічний образ *genius loci* слугував поетичною метафорою у творчості Олександра Поупа (1688–1744). У своєму знаменитому есе *Epistle to Burlington* (1731) Поуп писав: *"Consult the genius of the place in all..."(Слідуйте духу місця у всьому*) [1]. Цей вислів став головним принципом ландшафтного дизайну XVIII ст., згідно якого природа має бути не підкорена, а підтримана, а «характер місця» виявляється архітектором, а не нав'язується. У поезії В. Вордсворта та С.Т. Кольриджа місце також набуває особистісного, духовного звучання і розглядається як простір пам'яті, уяви, тиші. У працях *The Seven Lamps of Architecture* (1849) та *The Stones of Venice* (1851–1853) Джон Раскін висловлює ідею, що архітектура повинна відповідати духу місця і часу [13,14]. Він тлумачить *genius loci* через історизм, моральну правду матеріалів та повагу до ландшафту.

Однак справжню популярність поняття *genius loci* здобуло пізніше, на початку XX століття, передусім завдяки англійській письменниці Вернон Лі (1856–1935). У її есе та художніх текстах *genius loci* постає як художньо-філософський інструмент [2,3,15]. За допомогою міфологічних алюзій авторка передає безпосередній естетичний досвід, що виникає в акті людського сприйняття місцевості. Старе тут функціонує як привабливий естетичний ідеал: старі дерева, порослі мохом каміння й природні свідчення «невідомого минулого» утворюють локуси, де читач «зустрічається» з *genius loci*. На думку Лі, перевагою історичних міст, як-от Рима чи Венеції, - є саме «органічна» присутність духу місця: місто сприймається майже як жива істота, а його *genius loci*- — не алегорія, а справжнє «Я» [15, с. 44]. Існує, за її спостереженнями, певний «час появи»: дух старих міст найсильніше впливає на людські почуття у передвечірні години, коли заходить сонце [2, с. 3]. Існують і впізнавані просторові «вузли», де *genius loci* проявляється найчастіше — наприклад, у місці, де міська тканина стикається з річкою: «Геній місця приховується там; точніше, він і є цим місцем» [2, с. 6]. Форми прояву *genius loci* різноманітні. Вони можуть бути візуальними (сам ландшафт, силуети пагорбів, конфігурація вулиць), акустичними (шум греблі, передзвін дзвонів, стукіт ковадла) чи ольфакторними, коли поодинокий запах актуалізує спогади про конкретну локацію. Хоч невидимий дух ніколи цілком не персоніфікується, його найвиразніше «відчувають» у специфічних елементах пейзажу — вигині дороги, лінії схилу, хвилястості ниви, нахилі даху, раптовому видові на храм чи

гірську вершину [2, с. 6; 7]. Саме ці стійкі риси формують індивідуальність ландшафту й досягають людських почуттів, активуючи те, що Лі називала одночасним баченням «очима тіла» й «очима духу». Письменниця підкреслює, що тонкі індивідуальні зв'язки між людиною та місцевістю практично неможливо повністю виразити словами; така невідповідність і демонструє «однобічність» мови. Сукупність цих взаємин, сенсів і емоцій вона трактує як «характер місця» — категорію, котра інтегрує матеріальне й нематеріальне та визначає неповторність кожної локальної ситуації. Водночас, у її концепції *genius loci* чітко простежується ідея безпосереднього впливу просторового середовища на людину, зокрема на формування її емоційного досвіду, естетичного сприйняття та світоглядних уявлень.

Цей момент присутній і в творах її сучасника Девіда Г. Лоуренса (1885-1930), якому приписують власну теорію духу місця. На його думку, кожна територія — чи то країна, чи континент — володіє унікальною ідентичністю, яка суттєво впливає на світосприйняття та ментальність її мешканців. Окрема місцевість, за Лоуренсом, наділена індивідуальним характером і здатна викликати у людини специфічні емоції й реакції [6].

Паралельно подібні мотиви знаходимо і в творах англійської письменниці Еліс Мейнелл (1847–1922) [4,5]. Її роздуми про простір перегукуються з поняттям «характеру місця», запропонованим Вернон Лі. Водночас, якщо для Вернон Лі першочергового значення набувають візуальні аспекти (поєднання кольору, світла та лінії), то Мейнелл виокремлює аудіальну складову, вважаючи, що саме звукові елементи найглибше передають настрій і сутність ландшафту. Найвлучнішим символом духу місця, на її переконання, є дзвін, здатний пробудити глибокі почуття та асоціації. Мейнелл поглиблює образ місця як внутрішнього духовного стану, а не лише зовнішнього середовища [4,5]. Її стиль -це передчуття сучасного сприйняття простору як ритму й тиші.

Підсумовуючи вклад британської культури в розвиток концепцій духа місця слід визначити, що:

1) *genius loci* починається розглядатися не як дух у містичному сенсі, а естетичний і моральний принцип: гармонія між природою, людиною та архітектурою;

2) *genius loci* від релігійного поняття розширюється до психологічного, переосмислюється як особистісна, емоційна присутність місця, що формує настрій і спогади;

3) концепція впливає на практику садово-паркового мистецтва, де впроваджується принцип відповідності дизайну природі місця;

4) намічений зв'язок між концепцією *Genius loci* та проблемами ідентичності та індивідуальності, унікальності місця, країни, нації (Девід Г. Лоуренс);

5) в архітектурі концепції надається історична і етична глибина: архітектура має бути вкоріненою у місцевий контекст (О. Поуп, Дж. Раскін);

6) концепція *Genius loci* впливає також на ідеї людиномасштабного простору, органічного міста, злитого з природою, що реалізується в теорії міста -саду Е. Говарда.

У першій половині XX ст. поняття «місця» почали осмислювати феноменологія (Е. Гусерль, М. Гайдеґґер) і культурна географія (Карл О. Зауер). Людський досвід простору розглядався як взаємодія фізичних характеристик, пам'яті та соціального контексту, що підготувало ґрунт для архітектурних інтерпретацій концепції другої половини століття.

В цілому, було створено філософське та естетичне підґрунтя, на якому вже у 1980-х рр. Крістіан Норберг-Шульц збудував феноменологічну концепцію місця - як глибокої структури буття у просторі.

Концепція "genius loci" К. Норберг-Шульца

Актуалізація концепції у другій половині XX століття пов'язана з кризою архітектури модернізму. К. Норберг-Шульц (1926–2000) був найбільш послідовним критиком модернізму. Він звинувачував модерністське архітектурне середовище у «безмісності» (placeless), позбавлені ідентичності, а традицію вважав джерелом екзистенційної безперервності, що має бути осмислена й адаптована в сучасному проєктуванні.

Головним поняттям теорії К. Норберга-Шульца стає оновлена концепція духа місця [7-10]. Його філософські розвідки ґрунтувалися на ідеях фундаментальної онтології Мартіна Гайдеґґера (1889–1976), а також на феноменологічному підході Моріса Мерло-Понті (1908–1961). Центральною темою в роботах Норберга-Шульца стала проблема екзистенційного «вкорінення» людини у простір — тобто процесу становлення її буттєвого зв'язку зі світом.

На його думку, базові умови людського існування, такі як орієнтація в середовищі та ототожнення себе з певним простором, пов'язані з просторовими архетипами - стійкими структурами, або проформами, які залишаються значущими попри варіативність форм навколишнього середовища. Ці архетипи, на думку дослідника, мають здатність безпосередньо впливати на свідомість та досвід людини. Саме така структурована та навантажена змістами просторово-феноменологічна реальність, яка формує людину через повсякденну взаємодію, і є втіленням духу місця - *genius loci*.

К. Норберг-Шульц пише: «Протягом усього ходу історії *genius loci* залишався живою реальністю, хоча він може не обов'язково називатися таким чином» [11, С. 18]. Місце, по Норберга-Шульцу, - це простір, що має характер (дух). Дух місця виражає індивідуальність (ідентичність) місця і не змінюється разом зі зміною структури місця. Людська ідентичність передбачає ідентичність місця [11, с. 22]. «Простори, де відбувається життя, - це місця ... Місце - це простір, який має особливий характер. З давніх часів *genius loci*, або дух місця, були визнані в якості конкретної реальності, з якою людині доводиться стикатися і миритися в його повсякденному житті. Архітектура означає візуалізацію *genius loci*, і завдання архітектора - створити осмислені місця, за допомогою чого архітектура допомагає людині жити» [11, с. 25].

Згідно з концепцією Крістіана Норберга-Шульца, місце постає як цілісне явище, яке формується внаслідок взаємодії природного середовища та людської діяльності. Архітектор розглядає *genius loci* як прояв конкретного простору, що має здатність формувати екзистенційне відчуття "вкоріненості" людини у світі [11].

Структура місця, за його твердженням, визначається поєднанням двох складових: природних елементів (ландшафт, вода, вітер, сонячне світло тощо) та артефактів, створених людиною (будівлі, дороги, огорожі тощо). Для глибшого аналізу простору він вводить три категорії: *типологію, топологію та морфологію місця.*

Типологія місця охоплює основні екзистенційні аспекти людського буття в просторі. До них Норберг-Шульц відносить чотири базові екзистенційні модуси: *настрій (mood)*, *розуміння (understanding)*, *мова/діалог (dialogue)* і *спілкування/ залученість до Іншого (communication)*. Ці модуси окреслюють, як саме людина емоційно, інтелектуально та міжособистісно взаємодіє з простором [9, с. 23–25]

Топологія місця включає дослідження структури та «обладнання» життєвого простору. Стосується просторової конфігурації та характеру взаємозв’язків між його складовими. У цій категорії важливими є орієнтація, орієнтаційні маркери, зв’язок між внутрішнім і зовнішнім, використання геометричних та гештальт-принципів, а також взаємодія світла й тіні. Особливе місце відводиться фактору часу — історичній тривалості місця, що забезпечує його "глибину" та пізнаванність [9, с. 32–35]. Шульц апелює до геометричних і гештальт-принципів, виокремлюючи п’ять опозицій-компонентів: центр—периферія, всередині—зовні, вертикаль—горизонталь, світло—тінь (небо—земля), час—пам’ять. Автор наголошує, що топологічні опозиції слугують «синтаксисом» простору: вони організують життєвий досвід у зрозумілі «речення» та «паузи».

Морфологія описує фізичну форму архітектурного простору та його візуально-структурні характеристики. Включає формально-композиційні та матеріальні характеристики (геометрія, контраст «небо — земля», ритми, силуети), які створюють атмосферу й визначають візуальну читабельність середовища. Морфологія- це не лише про об'єкти, а й про атмосферу, яку вони створюють [7, с. 45–50]. Характер простору задається через дві групи чинників: просторові форми (внутрішня/зовнішня діалектика; централізація й оточення; межа, стіна, огорожа); психологічні орієнтири (сприйняття напряму, масштабу, руху). Морфологія пов’язує фізичну форму з екзистенційним змістом: висока арка не лише «обмежує» простір, а й викликає почуття піднесеності.

Разом ці категорії формують «екзистенційне вкорінення» людини, коли простір стає місцем, наповненим смислом і ідентичністю. А архетипи виступають носіями екзистенційного досвіду людини (ідентифікації, орієнтації та належності).

На прикладах історичної архітектури К. Н. Шульц демонструє, яким чином простір перетворюється на місце:

- Для перетворення «голого», тобто фізичного простору на “місце” необхідний значущий просторовий порядок, доступний людським почуттям і пам’яті. Тут він посилається на містобудівні спостереження К. Лінча (вузли, шляхи, межі, квартали, орієнтири) як на ефективні інструменти формування впізнаваної ідентичності середовища. «Місце постає тоді, коли фізичні форми активізують пам’ять і дозволяють людині бути вдома у світі» [9].
- Активація простору відбувається шляхом насичення його подіями, ритуалами та спільними практиками. Лише тоді простір переходить у статус місця - *dwelling*.
- Колективна діяльність посилює емоційний зв’язок: спільні ярмарки, свята чи протести перетворюють абстрактну площу на символічний центр громади.
- Цілісність внутрішнього й зовнішнього досягається завдяки обережному «перекладу» природних тем (світло, вітер, вода, рельєф) у архітектурні рішення (стеля, стіни, підлога, прорізи), що формують захищену інтимну символіку місця.

Таким чином, ідентичність особистості та спільноти, за Шульцом, формується через *володіння значущими місцями* — такими, що легко упізнаються, запам’ятовуються й актуалізують досвід уяви та пам’яті. Лише за цієї умови архітектура здатна виховувати «етос» проживання й сприяти гармонійному співіснуванню людини з навколишнім світом.

Порівняльний аналіз виконаний за наступними критеріями: проблематика, на яку реагували концепції і теорії, ключова тема концепції, як

розглядається місце у часі та як процес, види сприйняття місця, характеристика суб'єкта сприйняття місця та його позиція, особливості просторового мислення (табл.1).

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз культурної традиції XVIII–XIX ст.
та концепції К. Норберг-Шульца

Концепції XVIII–XIX ст. (О. Поуп, В. Лі, Е. Мейнел, Д. Лоуренс)	**Концепція духа місця** **К. Норберг-Шульца**
Головні проблеми	
Відчуження людини в індустріальному суспільстві; розрив зв'язку з природою; занепад морального порядку через зневагу до природи; руйнування тілесного зв'язку з землею через індустріалізацію	Філософські проблеми: Втрата сенсу буття в просторі, відчуження, поєднання природи і культури Проблеми в архітектурі: ігнорування історичного та культурного контексту, стандартність і універсалізм, криза ідентичності в архітектурі Соціальні проблеми: дегуманізація середовища, ностальгія за "місцем" у добу глобалізації, культурна уніфікація
Ключова тема	
Ностальгія за природною гармонією, втраченою єдністю людини і світу	«Вкорінення» (in-dwelling), повернення до істинного місця
Місце як дія або процес	
Місце - статичне, романтизоване; часто - як символ або образ	Місце - динамічне, екзистенційне; формується через перебування, проживання
Час	
Місце як переживання моменту, миттєвої емоції	Місце створюється у часі через людське буття
Сприйняття	
Романтичне, емоційне сприйняття; природа як джерело духовного й естетичного піднесення	Екзистенційне сприйняття простору; місце — це середовище, в якому людина "вкорінюється"
Чуттєво-емоційне, часто у вигляді метафор або алегорій, естетичне, інтуїтивне, первинне, інстинктивно-тілесне	Суб'єктивно-онтологічне, але опирається на архітектуру як "мову місця"
Суб'єкт сприйняття та його позиція	
Суб'єкт - поет, художник, філософ, споглядач	Суб'єкт - мешканець, архітектор, «вкорінена» людина
Позиція дистанційна: місце як об'єкт споглядання	Активна взаємодія з місцем (життя в ньому)
Простір та його форма	
Простір як ідеалізована природа або місце втечі від індустріалізації	Місце як «конкретний» простір із характером; архітектура формує дух місця
Простір як органічна єдність природи, часто містична або ідеалізована	Структурований, ієрархічний, пов'язаний з феноменологією

Також, порівняльний аналіз концепцій духу місця дозволив виокремити низку інваріантних характеристик поняття «місця», що зберігають свою

актуальність незалежно від історичного контексту. До таких сталих ознак належать: 1) ідентичність як усвідомлення унікальності простору та його значущості для індивіда й спільноти; 2) структурована пам'ять, що втілюється у матеріальних та символічних шарах середовища; 3) тілесно-сенсорний досвід, завдяки якому місце сприймається через відчуття та присутність; 4) соціальна взаємодія, що формує місце як простір комунікації, спільного буття та колективного досвіду.

Дискусійні моменти. Попри визнання концепції К. Норберга-Шульца більшість сучасних теоретиків критикує її за ігнорування нерівності, множинності та конфліктів в реальних просторах (E. Relph [16], D. Harvey [17], D. Hayden [18], D. Massey [19]). Так D. Harvey [17] у роботі "Justice, Nature and the Geography of Difference" вказує, що місце завжди є простором влади, і не можна говорити про нього тільки через символіку й феноменологію.

К. Норберг-Шульц романтизує традиційне і історичне, ідеалізує історичні європейські архетипи (норвезьке селище, італійська площа) і історичні міста (Прага, Рим, Венеція), що створює ностальгічний, виключний образ місця. Як вважають A. Appadurai та M. Augé, наразі його модель місця неадекватна для мегаполісів, мультикультурних середовищ та тимчасових поселень [20,21].

Висновки. В ході дослідження виявлено, що витоками концепції К.Норберг-Шульца є стародавні релігійні уявлення про genius loci. На протязі XVIII–XIX століть в британській і європейській культурі була створена інтелектуальна традиція, в якій «місце» виступає втіленням краси, порядку, тиші, ритму, відчуття межі між внутрішнім і зовнішнім або тілесної правди. Ця традиція робить акцент на інтуїтивному, поетичному й емоційному сприйнятті місця, що часто ідеалізується. У XX столітті ця традиція трансформується в просторову феноменологію К. Норберг-Шульца – одну з найвпливовіших архітектурних концепцій XX століття. Крістіан Норберг-Шульц виводить дух місця як онтологічну категорію, вкорінену в архітектурі та екзистенції людини. Обидві традиції прагнуть осмислити зв'язок людини з місцем, але рухаються різними методами: одна - через філософію простору, інша - через мистецтво, літературу і романтичну чуттєвість. Обидві традиції доповнюють одна одну: ранні концепції - чуттєві та поетичні, концепція К.Норберг-Шульца - структурована і феноменологічно обґрунтована. Усі вони показують, що місце - не просто простір, а жива реальність, яка резонує з внутрішнім світом людини.

Безперечним здобутком К. Норберг-Шульц є структурована феноменологічна концепція місця, де архітектура виступає ключем до вкорінення людини у світі. Його підхід базується на філософії Гайдеґґера та екзистенційній феноменології: людина не просто перебуває в просторі, вона живе, орієнтується, ідентифікується та набуває сенсу буття через простір.

Структура місця за К. Норберг-Шульцем включає типологію, морфологію та топологію. К. Норберг-Шульц не лише сформував фундаментальне філософське розуміння місця як екзистенційного явища та розширив розуміння архітектурного простору як багатовимірного феномену, аде й надав архітектурі гуманістичного виміру.

Протягом XX століття поняття «genius loci» в архітектурі пройшло шлях від метафізичної категорії до соціокультурного процесу. Воно стало не лише філософським, а й практичним інструментом проєктування, що сьогодні відіграє ключову роль у сталому, людоцентричному й контекстуальному дизайні.

Перспективу подальшої роботи становить дослідження розвитку концепції духа місця К.Норберг-Шульца в архітектури кінця XX - початку XXI століть.

Список джерел:

1. Pope, A. *Epistle IV: Of the Use of Riches* [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.poetryfoundation.org/poems/44894/epistles-to-several-persons-epistle-iv (дата звернення: 30.06.2025).
2. Lee, V. *Genius Loci. Notes on Places*. London – New York: John Lane, 1907. 211 c.
3. Lee, V. *The Sentimental Traveller: Notes on Places*. London–New York: John Lane, 1908. 306 p.
4. Meynell, A.C. "The Spirit of Place" // *The Spirit of Place and Other Essays*. London: John Lane ("The Bodley Head"), 1898.
5. Meynell, A.C. *Essays*. London: Burns & Oates, 1914.
6. Lawrence, D.H. *The Spirit of Place* // *Studies in Classic American Literature*. Mainfield: Heritage Press, 1923.
7. Norberg-Schulz, C. *Existence, Space and Architecture*. London: Studio Vista, 1971.
8. Norberg-Schulz, C. *Existence, Space and Architecture*. London: Studio Vista, 1974. 120 p.
9. Norberg-Schulz, C. *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*. New York: Rizzoli, 1980. 216 p.
10. Norberg-Schulz, C. *The Concept of Dwelling: On the Way to Figurative Architecture*. New York: Rizzoli, 1993. 140 p.
11. Mayhew, S. *A Dictionary of Geography*. 5th ed. Oxford: Oxford University Press, 2015. DOI: 10.1093/acref/9780199680856.001.0001
12. Madanipour, A. *Urban Space Design: An Attitude on the Social and Spatial Processes* / пер. з англ. Mortezai, F. Tehran: Processing and Planning Company, 2000.
13. Ruskin, J. *The Seven Lamps of Architecture (1849)*. London: Library Edition, Vol. VIII, 1903. 289 p.
14. Ruskin, J. *The Stones of Venice (1851–1853)*. London: Library Edition, Vols. IX–XI, 1903. 436 p.
15. Lee, V. *The Spirit of Rome. Leaves from a Diary*. London–New York: John Lane Company, 1906.
16. Relph, E. *Place and Placelessness*. London: Pion, 1976.
17. Harvey, D. *Justice, Nature and the Geography of Difference*. Oxford: Blackwell, 1996.
18. Hayden, D. *The Power of Place: Urban Landscapes as Public History*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1995.

19. Massey, D. *For Space*. London: SAGE Publications, 2005.
20. Appadurai, A. *Modernity at Large: Cultural Dimensions of Globalization*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1996.
21. Augé, M. *Non-Places: Introduction to an Anthropology of Supermodernity* / translated from French. J. Howe. London: Verso, 1995. (First edition 1992).

D.Sc., Professor **Halyna Osychenko**,
Zaporizhia National University

THE CONCEPT OF “GENIUS LOCI” BY K. NORBERG-SCHULZ

The research revealed that the origins of K. Norberg-Schultz's concept are ancient religious ideas about genius loci. During the 18th–19th centuries, an intellectual tradition was created in British and European culture in which "place" is the embodiment of beauty, order, silence, rhythm, a sense of the boundary between the inner and the outer, or bodily truth. This tradition emphasizes the intuitive, poetic, and emotional perception of place. In the 20th century, this tradition is transformed into K. Norberg-Schultz's spatial phenomenology - one of the most influential architectural concepts of the 20th century. Christian Norberg-Schultz deduces the spirit of place as an ontological category rooted in architecture and human existence. Both traditions seek to comprehend the connection between man and place, but move by different methods: one through the philosophy of space, the other through art, literature, and romantic sensuality. Both traditions complement each other: the early concepts are sensual and poetic, the concept of K. Norberg-Schulz is structured and phenomenologically grounded. All of them show that place is not just space, but a living reality that resonates with the inner world of man.

The undoubted achievement of K. Norberg-Schulz is a structured phenomenological concept of place, where architecture acts as a key to the rooting of man in the world. His approach is based on the philosophy of Heidegger and existential phenomenology: a person does not simply reside in space - he lives, orients himself, identifies himself and acquires the meaning of being through space. The structure of place according to K. Norberg-Schulz includes typology, morphology and topology.

K. Norberg-Schulz not only formed a fundamental philosophical understanding of place as an existential phenomenon and expanded the understanding of architectural space as a multidimensional phenomenon, but also gave architecture a humanistic dimension.

Keywords: concept; place; genius loci (spirit of place); architectural theory; phenomenological architecture

REFERENCES:

1. Pope, A. *Epistle IV: Of the Use of Riches* [Electronic resource]. URL: https://www.poetryfoundation.org/poems/44894/epistles-to-several-persons-epistle-iv (date of application: 06/30/2025). {in English}

2. Lee, V. *Genius Loci. Notes on Places*. London – New York: John Lane, 1907. 211 c. {in English}

3. Lee, V. *The Sentimental Traveller: Notes on Places*. London – New York: John Lane, 1908. 306 p. {in English}

4. Meynell, A.C. "The Spirit of Place" // *The Spirit of Place and Other Essays*. London: John Lane ("The Bodley Head"), 1898. {in English}

5. Meynell, A.C. *Essays*. London: Burns & Oates, 1914. {in English}

6. Lawrence, D.H. *The Spirit of Place* // *Studies in Classic American Literature*. Mainfield: Heritage Press, 1923. {in English}

7. Norberg-Schulz, C. *Existence, Space and Architecture*. London: Studio Vista, 1971. {in English}

8. Norberg-Schulz, C. *Existence, Space and Architecture*. London: Studio Vista, 1974. 120 p. {in English}

9. Norberg-Schulz, C. *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*. New York: Rizzoli, 1980. 216 p. {in English}

10. Norberg-Schulz, C. *The Concept of Dwelling: On the Way to Figurative Architecture*. New York: Rizzoli, 1993. 140 p. {in English}

11. Mayhew, S. *A Dictionary of Geography*. 5th ed. Oxford: Oxford University Press, 2015. DOI: 10.1093/acref/9780199680856.001.0001 {in English}

12. Madanipour, A. *Urban Space Design: An Attitude on the Social and Spatial Processes* / пер. з англ. Mortezai, F. Tehran: Processing and Planning Company, 2000. {in English}

13. Ruskin, J. *The Seven Lamps of Architecture (1849)*. London: Library Edition, Vol. VIII, 1903. 289 p. {in English}

14. Ruskin, J. *The Stones of Venice (1851–1853)*. London: Library Edition, Vols. IX–XI, 1903. 436 p. {in English}

15. Lee, V. *The Spirit of Rome. Leaves from a Diary*. London – New York: John Lane Company, 1906. {in English}

16. Relph, E. *Place and Placelessness*. London: Pion, 1976. {in English}

17. Harvey, D. *Justice, Nature and the Geography of Difference*. Oxford: Blackwell, 1996. {in English}

18. Hayden, D. *The Power of Place: Urban Landscapes as Public History*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1995. {in English}

19. Massey, D. *For Space*. London: SAGE Publications, 2005. {in English}

20. Appadurai, A. *Modernity at Large: Cultural Dimensions of Globalization*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1996. {in English}

21. Augé, M. *Non-Places: Introduction to an Anthropology of Supermodernity* / translated from French. J. Howe. London: Verso, 1995. (First edition 1992). {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.67-76
УДК 691.32/34:004.94

Бабін В.І.,
vlad_babin@i.ua**,** ORCID: 0009-0008-4210-7603,
к.т.н. **Самченко Р.В.,**
sektor3@ukr.net**,** ORCID: 0000-0003-1013-0047,
к.т.н. **Юхименко А.І.,**
winner.wcar@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4231-9602,
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСОБЛИВОСТІ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКУ У БУДІВНИЦТВІ

Розглянуто сучасні тенденції застосування технології 3D-друку в будівельній галузі, яка стрімко розвивається як у наукових дослідженнях, так і в практичній площині. Проведено комплексний аналіз технологічного процесу 3D-друку, що охоплює ключові етапи: створення цифрової інформаційної моделі, геодезичну підготовку будівельного майданчика, налаштування обладнання та безпосереднє зведення конструкцій шляхом пошарового екструдування будівельної суміші.

Окрему увагу приділено необхідності високоточного позиціювання та попереднього створення геодезичної основи, що забезпечує сумісність параметрів моделі з реальними умовами місцевості. Показано значення топографічної зйомки, 3D-сканування основи та встановлення реперних точок для забезпечення точності друку на всіх етапах.

Розглянуто розробку складів бетонних сумішей, адаптованих до умов тривимірного друку, з урахуванням їх реологічних характеристик, часу тужавлення, швидкості тверднення та адгезії між шарами. Проаналізовано конструктивні обмеження технології, пов'язані з геометрією друку, потребою в підтримувальних елементах, обмеженнями у висоті споруд і важливістю точного контролю параметрів процесу.

Окремий розділ присвячено застосуванню штучного інтелекту для автоматизації ключових операцій - від параметричного проєктування та управління рухом друкувальної головки до контролю якості зведених елементів у реальному часі.

Здійснено порівняльну оцінку переваг і недоліків 3D-будівництва відносно традиційних методів із урахуванням економічних, екологічних та соціальних факторів. Окреслено перспективи подальшого розвитку технології, включаючи її потенціал у складних умовах експлуатації або на позаземних об'єктах.

Ключові слова: 3D-друк у будівництві; геодезична підготовка; інформаційне моделювання (BIM); бетонні суміші; екструзія; штучний інтелект; автоматизація; адитивні технології; контроль якості; тривимірне проєктування.

Постановка проблеми. Сучасне будівництво все гостріше відчуває потребу у підвищенні продуктивності, зниженні собівартості робіт та ефективному вирішенні житлової кризи. У цьому контексті технологія 3D-друку будівель виступає одним із найперспективніших напрямів автоматизації будівельного виробництва. Її основою є пошарове нанесення будівельної суміші - переважно модифікованого бетону- за допомогою роботизованих екструдерів відповідно до цифрової інформаційної моделі.

Однак ефективне впровадження цієї технології потребує не лише автоматизації самого процесу зведення конструкцій, але й точного просторового узгодження цифрової моделі з реальними умовами будівельного майданчика. У зв’язку з цим важливим аспектом стає геодезична підготовка, яка забезпечує високу точність позиціювання, вирівнювання основи під друк, встановлення контрольних реперів і інтеграцію просторових даних у BIM-модель.

Традиційне будівництво характеризується високою залежністю від ручної праці, нестабільною якістю та складністю масштабування унаслідок індивідуальності кожного проєкту. На відміну від цього, 3D-друк дозволяє стандартизувати архітектурні та інженерні рішення, скорочуючи терміни будівництва, знижуючи витрати та підвищуючи відтворюваність процесів. При цьому зберігається висока гнучкість у проєктуванні завдяки використанню параметричних цифрових моделей та їх точному геоприв’язуванню до реального середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У 2024-2025 роках міжнародна наукова спільнота продовжує активно досліджувати технологію 3D-друку бетону (3DCP), зосереджуючись на оптимізації складу сумішей, підвищенні якості друку та впровадженні штучного інтелекту для автоматизації процесів. Одним із ключових напрямів є застосування машинного навчання для прогнозування властивостей бетонних сумішей. Дослідження, опубліковане в журналі AI in Civil Engineering (2025), продемонструвало ефективність моделей, таких як XGBoost та AdaBoost, у передбаченні міцності на стиск, швидкості подачі суміші та вуглецевого сліду. Використання SHAP-аналізу дозволило виявити вплив окремих компонентів суміші на її властивості, що сприяє точнішому налаштуванню складу для досягнення бажаних характеристик.

Інше дослідження, опубліковане в Case Studies in Construction Materials (2024), застосувало моделі машинного навчання, включаючи Gaussian Process Regression (GPR), для прогнозування анізотропної міцності на стиск та консистенції суміші (slump flow). GPR показала високу точність для різних напрямків друку, що підкреслює потенціал машинного навчання в оптимізації складу бетонних сумішей.

Штучний інтелект також знаходить застосування в контролі якості та управлінні процесом 3D-друку. Дослідження, представлене на arXiv (2024), описує використання глибокого навчання для прогнозування властивостей свіжого бетону на основі стереоскопічних зображень під час змішування. Цей підхід дозволяє в реальному часі оцінювати консистенцію та в'язкість суміші, що сприяє своєчасному коригуванню параметрів друку .

Крім того, дослідження, опубліковане на arXiv (2025), розглядає цифровий ланцюг у 3D-друку бетону, включаючи проєктування, генерацію траєкторій друку та симуляцію процесу. Використання платформи 3Dexperience забезпечує безперервний потік даних між етапами, що підвищує ефективність та точність будівництва.

У практичній площині 3D-друк бетону вже знаходить застосування в будівництві житла (Рис. 1). В Ірландії три родини заселилися в перші 3D-друковані будинки, побудовані за 12 днів друку та 18 днів загальних робіт. Проєкт демонструє потенціал технології в швидкому та ефективному зведенні житла.



Рис. 1. Будівельний майданчик з 3D-друку житлової будівлі

Сучасні дослідження в галузі 3D-друку бетону демонструють значний прогрес у використанні машинного навчання для оптимізації складу сумішей та

впровадженні цифрових технологій для управління процесом будівництва. Практичні приклади впровадження технології в різних країнах підтверджують її потенціал у вирішенні житлових проблем. Однак залишаються виклики, пов'язані з матеріалами, умовами навколишнього середовища та інтеграцією нових технологій у традиційні будівельні процеси. Подальші дослідження та експериментальні впровадження необхідні для подолання цих перешкод та повноцінного використання потенціалу 3D-друку в будівництві.

Мета публікації полягає у комплексному аналізі сучасного стану, технологічних особливостей та перспектив застосування 3D-друку в будівництві з акцентом на розробку спеціалізованих бетонних сумішей, впровадження штучного інтелекту в автоматизацію процесів, порівняння з традиційними методами зведення конструкцій та визначення основних переваг і викликів при практичному впровадженні цієї інноваційної технології.

Основна частина. Геодезична підготовка майданчика для 3D-друку будівлі - один із ключових етапів, що визначає точність і якість подальшого будівництва.

Методи геодезичного забезпечення включають:

- топографічна зйомка майданчика з використанням сучасних безпілотних літальних апаратів (дронів), обладнаних високоточними фотокамерами та LiDAR-сканерами. Такі дрони, наприклад DJI Phantom 4 RTK або DJI M300 RTK, дозволяють швидко та детально отримувати цифрові моделі рельєфу з точністю до кількох сантиметрів;
- влаштування геодезичних реперів і контрольних точок із застосуванням автоматизованих тахеометрів, таких як Leica TS16 або Trimble S9. Ці прилади дозволяють встановити і контролювати базові координати з високою точністю, забезпечуючи надійне позиціювання обладнання принтера у тривимірному просторі;
- використання GPS-RTK систем, наприклад Trimble R10 або Leica GS18, які забезпечують точність позиціонування до 1-2 см або навіть менше. Завдяки цим системам можна безперервно контролювати положення екструдера в процесі друку, мінімізуючи похибки, пов'язані з переміщенням обладнання;
- лазерне сканування майданчика і базової платформи за допомогою портативних пристроїв, таких як FARO Focus або Leica BLK360. Ці сканери створюють хмари точок, що детально відображають стан поверхні, допомагаючи виявити нерівності чи дефекти, які можуть вплинути на якість друку;
- фотограмметрія - метод цифрової картографії, що дозволяє знімати майданчик з різних ракурсів за допомогою цифрових камер і потім обробляти

зображення спеціальним програмним забезпеченням (наприклад, Agisoft Metashape, Pix4D). Це дозволяє створити точні тривимірні моделі, корисні для планування робіт.

Основні складнощі під час геодезичної підготовки пов'язані з необхідністю забезпечення стабільної, рівної і жорсткої основи, яка не деформуватиметься в процесі друку. Нерівності, просідання ґрунту або зміщення обладнання можуть призвести до накопичення похибок у ході побудови шарів і погіршення якості конструкції.

Практичні особливості включають:

– необхідність забезпечення постійного моніторингу положення та калібрування обладнання у ході друку. Для цього використовуються автоматизовані системи контролю позиції, що інтегрують GPS-RTK, лазерне сканування і камери машинного зору. Наприклад, системи Trimble SiteVision дозволяють у реальному часі візуалізувати і коригувати положення принтера;

– врахування кліматичних умов, зокрема вологи ґрунту і температури, які можуть впливати на стабільність основи. Для контролю стану ґрунту застосовують датчики вологості та температури, інтегровані в систему моніторингу майданчика;

– координацію з іншими підрядниками, наприклад, для організації подачі матеріалів та безпечного переміщення обладнання. Це часто здійснюється через цифрові платформи управління будівництвом (BIM-інтеграції, IoT-системи);

– урахування обмежень майданчика (площа, доступність, рельєф) при виборі типу принтера і схеми друку. При цьому геодезична інформація дозволяє оптимізувати маршрут руху екструдера та план розташування модулів для мінімізації переміщень і підвищення продуктивності.

Таким чином, геодезична підготовка - це фундаментальна складова технології 3D-друку будівель, без якої забезпечення точності, якості та безпеки процесу неможливе. Сучасне обладнання та методи геодезичного контролю дозволяють досягати високих стандартів точності і оптимізувати процес будівництва з урахуванням специфіки технології пошарового друку.

Впровадження методів геодезичної підготовки у практику будівництва будівель методом 3D-друку включають наступні етапи:

Етап 1. Підготовка майданчика. Виконати топографічну зйомку місцевості для оцінки рельєфу, розташування підземних і наземних комунікацій, а також суміжних споруд. Визначити необхідний об'єм зрізу або насипу ґрунту з метою вирівнювання території відповідно до проєктної позначки основи.

Етап 2. Створення геодезичної бази. Влаштувати мережу постійних

геодезичних реперів по периметру майданчика з фіксацією їхніх координат у локальній або глобальній системі (WGS84, УСК-2000). Застосувати прилади високої точності, зокрема тахеометри Leica TS16 або Trimble S9, для встановлення контрольних точок, які слугуватимуть орієнтирами для позиціонування принтера.

Етап 3. Моніторинг основи. Перед встановленням обладнання виконати лазерне сканування або цифрову нівеляцію для перевірки горизонтальності і жорсткості основи (Рис.2). Використовувати 3D-сканери (FARO Focus, Leica BLK360) для створення моделі фактичної основи та її порівняння з проєктом.



Рис. 2. Підготовка та моніторинг основи під 3D-будівництво

Етап 4. Позиціонування друкарського обладнання. Здійснити точне розміщення 3D-принтера (портального, роботизованого або канатного типу) згідно з закладеною координатною системою. Інтегрувати GPS-RTK приймачі (наприклад, Trimble R12, Leica GS18) у систему управління принтером для забезпечення постійного контролю за положенням екструдера в режимі реального часу (Рис. 3).

Етап 5. Поточний геодезичний супровід. У процесі друку виконувати періодичні заміри положення поточних шарів за допомогою тахеометрів або лазерного сканування. Для виявлення похибок в геометрії споруди застосовувати системи фотограмметричного моніторингу або машинного зору з автоматичним аналізом деформацій.



Рис. 3. Позиціонування друкарського обладнання та початок будівництва

Етап 6. Фінальний контроль. По завершенню друку провести порівняльний аналіз проєктної та фактичної 3D-моделі з використанням хмари точок (Point Cloud Comparison). Зафіксувати акти геодезичних вимірювань для подальшого введення об’єкта в експлуатацію.

Висновки. Ведуться дослідження щодо використання місцевих матеріалів для друку будівель на Місяці та Марсі (NASA, ESA). Також розвивається концепція друку тимчасових укриттів, мостів та інших інфраструктурних об’єктів у зоні стихійних лих. Розробляються гібридні принтери, здатні одночасно виконувати армування та укладання бетону.

Технологія 3D-друку демонструє значний потенціал у контексті сталого та швидкого будівництва. Незважаючи на існуючі обмеження, активні наукові дослідження та впровадження ШІ дозволяють говорити про формування нової парадигми у будівельній індустрії. Необхідна розробка нормативної бази, адаптація будівельних стандартів та підготовка фахівців, здатних проєктувати під особливості 3D-друку.

Список джерел:

1. Buswell R.A. et al. 3D Printing in Concrete Construction: Applications and Challenges. *International Journal of Multidisciplinary Research & Reviews.* 2023. Vol. 2, No. 4, P. 11-18.

2. Lim S. et al. Development of a viable 3D concrete printing system. *Automation in Construction*. 2012. Vol. 217(1), P. 665-670.

3. Dini E. D-Shape technology: Digital construction of buildings by additive fabrication. URL: http://3dprintetbyggeri.dk/pdf/bes%C3%B8gsrapporter/D-Shape.pdf (дата звернення: 10.05.2025).

4. Khoshnevis B. Contour Crafting: A New Automated Construction Technology. *Automation in Construction.* Vol. 13 (2004), P. 5–19.

5. Tay Y.WD. et al. 3D Printing Trends in Building and Construction Industry. *Journal of Building Engineering*. 2017. Vol. 45, P. 263–268.

6. Interviewing XtreeE: 3D Printing Concrete to Push the limits of Construction. *Sculpteo Blog*. URL: https://www.sculpteo.com/blog/2023/08/18/interviewing-xtreee-3d-printing-concrete-to-push-the-limits-of-construction (дата звернення: 11.05.2025).

7. Weng, Y., Li, M., Ruan, S., Wong, T. N., Tan, M.J., Ow Yeong, K.L., & Qian, S. Comparative economic, environmental and productivity assessment of a concrete bathroom unit fabricated through 3D printing and a precast approach. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 261, P. 121245. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121245.

8. 3D Printing Construction Market Size, Report, Forecast to 2030. *Straits Research.* URL: https://straitsresearch.com/report/3dprinting-construction-market (дата звернення:11.05.2025).

9. Batikha M., Jotangia R., Baaj M.Y., Mousleh I. 3D concrete printing for sustainable and economical construction: A comparative study. *Automation in Construction*. 2022. Vol. 134. P. 104087. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104087.

10. Reid R.L. 3D printing builds eco-friendly houses in Texas town // *ASCE American Society of Civil Engineers.* URL: https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/civil-engineering-magazine/article/2023/09/3dprinting-builds-eco-friendly-houses-in-texas-town (дата звернення: 11.05.2025).

11. Gangotra A. та ін. 3D Printing Has Untapped Potential for Climate Mitigation in the Cement Sector. *Communications Engineering*. 2023. Vol. 2, № 1. P. 1–5. DOI: https://doi.org/10.1038/s44172-023-00054-7.

12. Bos F.P., Wolfs R.J.M., Ahmed Z.Y., Salet T.A.M. 3D printing concrete with reinforcement. *Automation in Construction*. 2018. Vol. 112. P. 103086. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.006.

13. Lim S., Buswell R.A., Le T.T., Wackrow R., Austin S.A., Gibb A.G.F., Thorpe T. Developments in construction-scale additive manufacturing processes. *Automation in Construction*. 2012. Vol. 21. P. 262–268. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.06.010.

14. Maboudi M. та ін. Current Surveying Methods for the Integration of Additive Manufacturing in the Construction Process. *ISPRS Archives*. 2020. Vol. XLIII-B4-2020. P. 763–768. DOI: https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-763-2020.

15. Mawas K., Maboudi M., Gerke M. Automatic Geometric Inspection in Digital Fabrication. *ISPRS Archives*. 2022. Vol. XLIII-B1-2022. P. 459–466. DOI: https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B1-2022-459-2022

Babin Vladyslav, Candidate of Technical Sciences **Samchenko Roman,**
Candidate of Technical Sciences **Yukhymenko Artem,**
Zaporizhzhya National University, Zaporizhzhya

TECHNOLOGICAL FEATURES FOR THE USE OF 3D PRINTING IN CONSTRUCTION

This article explores current trends in the application of 3D printing technologies in the construction industry, which is rapidly developing both in scientific research and in practical implementation. A comprehensive analysis of the 3D printing process is provided, covering key stages: creation of a digital information model, geodetic preparation of the construction site, equipment setup, and direct erection of structures via layer-by-layer extrusion of the construction mixture.

Special attention is given to the necessity of precise positioning and preliminary creation of a geodetic base, which ensures compatibility between model parameters and the actual site conditions. The importance of topographic surveys, 3D surface scanning, and installation of control benchmarks is emphasized as essential for achieving accuracy throughout the printing process.

The article examines the development of concrete mix compositions optimized for 3D printing, taking into account their rheological properties, setting time, hardening rate, and interlayer adhesion. It also analyzes design constraints of the technology, such as geometric limitations, the need for support structures, height restrictions, and the critical importance of process parameter control.

A separate section highlights the role of artificial intelligence in automating key operations - from parametric design and movement control of the printhead to real-time monitoring of element quality. A comparative assessment of the advantages and disadvantages of 3D construction versus traditional methods is conducted, considering economic, environmental, and social factors. Finally, the paper outlines future prospects of the technology, including its potential use in extreme conditions or off-Earth construction, opening new frontiers for building in environments inaccessible to conventional methods.

Keywords: 3D printing in construction; geodetic preparation; building information modeling (BIM); concrete mixtures; extrusion; artificial intelligence; automation; additive technologies; quality control; three-dimensional design.

REFERENCES

1. Buswell R.A. et al. 3D Printing in Concrete Construction: Applications and Challenges. *International Journal of Multidisciplinary Research & Reviews.* 2023. Vol. 2, No. 4, P. 11-18. {in English}

2. Lim S. et al. Development of a viable 3D concrete printing system. *Automation in Construction*. 2012. Vol. 217(1), P. 665-670. {in English}

3.Dini E. D-Shape technology: Digital construction of buildings by additive fabrication. URL: http://3dprintetbyggeri.dk/pdf/bes%C3%B8gsrapporter/D-Shape.pdf (accessed: 10.05.2025). {in English}

4. Khoshnevis B. Contour Crafting: A New Automated Construction Technology. *Automation in Construction.* Vol. 13 (2004), P. 5–19. {in English}

5. Tay Y.W.D. et al. 3D Printing Trends in Building and Construction Industry. *Journal of Building Engineering*. 2017. Vol. 45, P. 263–268. {in English}

6. Interviewing XtreeE: 3D Printing Concrete to Push the limits of Construction. *Sculpteo Blog*. URL: https://www.sculpteo.com/blog/2023/08/18/interviewing-xtreee-3d-printing-concrete-to-push-the-limits-of-construction (accessed: 11.05.2025). {in English}

7. Weng, Y., Li, M., Ruan, S., Wong, T.N., Tan, M.J., Ow Yeong, K.L., & Qian, S. Comparative economic, environmental and productivity assessment of a concrete bathroom unit fabricated through 3D printing and a precast approach. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 261, P. 121245. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121245. {in English}

8. 3D Printing Construction Market Size, Report, Forecast to 2030. *Straits Research.* URL: https://straitsresearch.com/report/3dprinting-construction-market (дата звернення:11.05.2025). {in English}

9. Batikha M., Jotangia R., Baaj M.Y., Mousleh I. 3D concrete printing for sustainable and economical construction: A comparative study. *Automation in Construction*. 2022. Vol. 134. P. 104087. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104087. {in English}

10. Reid R.L. 3D printing builds eco-friendly houses in Texas town // *ASCE American Society of Civil Engineers.* URL: https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/civil-engineering-magazine/article/2023/09/3dprinting-builds-eco-friendly-houses-in-texas-town (accessed: 11.05.2025). {in English}

11. Gangotra A. та ін. 3D Printing Has Untapped Potential for Climate Mitigation in the Cement Sector. *Communications Engineering*. 2023. Vol. 2, № 1. P. 1–5. DOI: https://doi.org/10.1038/s44172-023-00054-7. {in English}

12. Bos F.P., Wolfs R.J.M., Ahmed Z.Y., Salet T.A.M. 3D printing concrete with reinforcement. *Automation in Construction*. 2018. Vol. 112. P. 103086. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.006. {in English}

13. Lim S., Buswell R.A., Le T.T., Wackrow R., Austin S.A., Gibb A.G.F., Thorpe T. Developments in construction-scale additive manufacturing processes. *Automation in Construction*. 2012. Vol. 21. P. 262–268. DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.06.010. {in English}

14. Maboudi M. та ін. Current Surveying Methods for the Integration of Additive Manufacturing in the Construction Process. *ISPRS Archives*. 2020. Vol. XLIII-B4-2020. P. 763–768. DOI: https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-763-2020. {in English}

15. Mawas K., Maboudi M., Gerke M. Automatic Geometric Inspection in Digital Fabrication. *ISPRS Archives*. 2022. Vol. XLIII-B1-2022. P. 459–466. DOI: https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B1-2022-459-2022 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.77-87
УДК 69.003:330.322.5

Бoштан А.В.,
boshtan_av-2022@knuba.edu.ua ORCID: 0009-0000-5599-125X,
к.т.н., доцент **Приходько Д.О.**
prykhodko.do@knuba.edu.uaORCID: 0000-0002-4926-4790,
Іванина О.М.,
Olexandija@i.ua ORCID: 0009-0007-1203-4792,
Науменко К.В.,
naumenko_get@ukr.net ORCID: 0009-0005-3690-6175,
Київський національний університет будівництва і архітектури

КЛАСИФІКАЦІЯ НАПРЯМІВ І МОДЕЛЕЙ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ В ІНВЕСТИЦІЙНІЙ, ТЕХНОЛОГІЧНІЙ, ПРОДУКТОВІЙ ТА РЕГІОНАЛЬНІЙ ОРІЄНТАЦІЇ

Сучасна будівельна галузь розвивається в умовах глобальної нестабільності, що супроводжується високим рівнем конкуренції, коливаннями інвестиційних потоків, технологічними змінами та регіональною нерівномірністю розвитку. За таких обставин диверсифікація стає ключовим інструментом забезпечення стійкості та конкурентоспроможності будівельних підприємств. Її основними напрямами виступають інвестиційна, технологічна, продуктова та регіональна орієнтації. Інвестиційна диверсифікація дозволяє зменшити залежність від окремих фінансових джерел та забезпечити гнучкість у виборі інвестиційних стратегій. Технологічна диверсифікація передбачає впровадження новітніх матеріалів, методів проектування та автоматизації процесів, що формує конкурентні переваги й знижує виробничі ризики. Продуктова диверсифікація спрямована на розширення спектра будівельних продуктів та послуг, що задовольняють змінні потреби ринку й сприяють підвищенню стійкості компанії у кризових умовах. Регіональна диверсифікація дає змогу підприємствам виходити на нові територіальні ринки, балансувати вплив локальних ризиків та зміцнювати економічні позиції у різних просторових середовищах.

Ключові слова: диверсифікація; будівельна галузь; інвестиційна орієнтація; технологічна орієнтація; продуктова орієнтація; регіональна орієнтація; стійкість; конкурентоспроможність.

Постановка проблеми: Диверсифікація є одним з ключових напрямів розвитку будівельних підприємств, оскільки вона дозволяє мінімізувати ризики та розширювати стратегічні можливості у складних умовах ринку. Проте

сучасна практика показує, що більшість компаній не мають системної моделі класифікації напрямів диверсифікації, що обмежує їхню ефективність у прийнятті управлінських рішень. Наявність різних підходів до визначення інвестиційних, технологічних, продуктових та регіональних стратегій призводить до фрагментарності та ускладнює їхню інтеграцію у загальну корпоративну стратегію. Проблема також полягає у відсутності єдиних критеріїв оцінювання успішності диверсифікаційних моделей, особливо в умовах швидкої зміни зовнішнього середовища, цифровізації та посилення екологічних вимог. Це створює потребу у розробці комплексного підходу до класифікації та аналізу диверсифікації у будівельній галузі, що враховуватиме особливості інвестиційних потоків, технологічних інновацій, продуктових ліній та географічної структури ринку.

Метою статті є розробка узагальненої класифікації напрямів і моделей диверсифікації у будівельній галузі з акцентом на інвестиційну, технологічну, продуктову та регіональну орієнтації. Особливу увагу приділено виявленню переваг та ризиків кожного напряму, а також формуванню рекомендацій щодо інтеграції диверсифікаційних стратегій у корпоративне управління. Стаття має на меті визначити методичні підходи для оцінювання ефективності моделей диверсифікації та окреслити шляхи їх оптимізації в умовах глобальної конкуренції та цифрової трансформації будівельної галузі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Теоретичні та практичні аспекти диверсифікації у будівельній галузі активно висвітлюються у працях як зарубіжних, так і українських науковців. Класичні підходи до диверсифікації підприємств розглядалися в економічній літературі ще у другій половині XX століття, де основний акцент робився на зменшенні ризиків шляхом розширення продуктової та регіональної бази. останні публікації вказують на актуальність використання цифрових платформ, які забезпечують аналітику даних для прогнозування ризиків і оцінки потенційних вигод від різних напрямів диверсифікації. Однак, попри численні дослідження, у науковій літературі все ще бракує структурованої класифікації, яка б комплексно охоплювала інвестиційний, технологічний, продуктовий та регіональний виміри.

Виклад основного матеріалу: Диверсифікація є важливим стратегічним інструментом для забезпечення стабільного розвитку та конкурентоспроможності будівельних компаній у умовах постійних змін на ринку. У будівельній галузі диверсифікація може мати кілька напрямків, зокрема інвестиційну, технологічну, продуктову та регіональну орієнтацію. Розглянемо ці напрямки детальніше.

Інвестиційна диверсифікація в будівельній галузі означає розподіл фінансових ресурсів серед різних проектів або активів для зниження ризиків. Технологічна диверсифікація передбачає впровадження нових будівельних технологій та інновацій в процеси будівництва та управління проектами. Продуктова диверсифікація в будівельному секторі включає в себе розвиток нових видів будівельних послуг та продуктів, що надаються компанією. [1]. Регіональна диверсифікація передбачає вихід будівельної компанії на нові ринки або регіони. Це може включати в себе експансію на міжнародні ринки або вихід на інші регіони країни. [2].

Диверсифікація в будівельній галузі означає стратегію розширення бізнесу через впровадження нових продуктів, послуг, технологій чи вихід на нові ринки. Це один з основних методів зменшення ризиків, пов'язаних з коливаннями на ринку, змінами в економічних умовах або непередбачуваними подіями [3].

У наукових дослідженнях О. І. Гарафонової та Д. О. Воронця обґрунтовується, що стратегічний аналіз галузі є необхідним етапом у процесі диверсифікації, оскільки дозволяє ідентифікувати можливості для розширення діяльності підприємства відповідно до умов зовнішнього середовища [4].

Водночас, як підкреслює Д. О. Воронець, управління ризиками у процесі диверсифікації має бути структурованим і включати етапи ідентифікації, аналізу, оцінки та реагування на ризики, що виникають при входженні підприємства на нові ринки або в нові сегменти діяльності [5]. Його модель процесу управління ризиками ґрунтується на взаємозв'язку між рівнем диверсифікації, доступністю управлінських ресурсів і характеристиками ринкового середовища.

Таблиця 1 демонструє різні підходи до трактування диверсифікації в будівельній галузі, зокрема як зміну ризиків, впровадження інновацій та адаптацію до змін на ринку.

Диверсифікація також являється стратегією для забезпечення стабільності та зростання компаній. Існують різні підходи до диверсифікації, які можна застосовувати залежно від потреб бізнесу та змін на ринку [8].

Одним із напрямків є інвестиційна диверсифікація. Вона передбачає розподіл фінансових ресурсів між різними будівельними проектами, типами будівель або ринками. Завдяки цьому зменшується ризик, пов'язаний із залежністю від одного ринку або конкретного виду послуг. Розподіл інвестицій на різні проекти дозволяє компаніям зберігати стабільність навіть у разі падіння попиту на один з продуктів або послуг [7].

Одним з важливих аспектів диверсифікації є гнучкість у виборі напрямків для розвитку бізнесу. У зв'язку з цим, компанії повинні постійно моніторити

зміни на ринку та адаптувати свою стратегію диверсифікації відповідно до нових викликів і можливостей. Це дозволяє не тільки знижувати фінансові ризики, але й максимально використовувати нові технологічні та економічні можливості [9].

Таблиця 1.

Трактування диверсифікації в будівельній галузі
(розроблено авторааами на основі [2, 3, 4, 5])

Автор	Погляд на диверсифікацію	Основні ідеї
О. І. Гарафонова	Розширення ринкових можливостей та зниження впливу ризиків	Диверсифікація розглядається як стратегічний інструмент для підвищення стійкості підприємства в умовах динамічного зовнішнього середовища [4].
Д. О. Воронець	Управління ризиками при виході на нові ринки	Запропонована модель управління ризиками в диверсифікації, що включає аналіз, оцінку та адаптацію до ринкових викликів [5].
О. В. Руденко	Інструмент оптимізації портфеля проєктів у будівельному бізнесі	Диверсифікація забезпечує фінансову стійкість компаній шляхом розподілу діяльності між різними продуктами й сегментами [3].
С. В. Білан	Системне трактування як частини бізнес-моделі	Диверсифікація визначається як гнучкий механізм реагування на структурні зміни у внутрішньому і зовнішньому середовищі [2].

У рамках регіональної диверсифікації компанії мають можливість виходити на нові ринки, де можуть бути значно менші конкуренція та вища попит на будівельні послуги. Наприклад, вихід на нові географічні ринки, як на внутрішньо регіональні, так і міжнародні, дозволяє знижувати ризики, пов’язані з локальними економічними коливаннями [10].

Правильно обрана стратегія диверсифікації є важливим кроком для забезпечення сталого розвитку будівельних компаній. Стратегії, орієнтовані на стабільність та довгостроковий розвиток, допомагають компаніям зберігати конкурентоспроможність у довгостроковій перспективі, навіть у складних економічних умовах. Важливо, щоб кожен напрямок диверсифікації був не тільки економічно вигідним, а й відповідав вимогам сталого розвитку, зокрема у сфері екології та соціальної відповідальності [11].

Інвестиційна диверсифікація є ключовим елементом стратегії управління ризиками в будівельній галузі. Вона дозволяє будівельним компаніям адаптуватися до швидких змін на ринку, забезпечуючи стабільність навіть у разі, коли один із секторів або регіонів переживає спад або нестабільність. Розподілення ресурсів на різні типи проектів (житлове будівництво, комерційна

нерухомість, інфраструктурні об'єкти) або ринки (міжнародний і локальний ринки) дозволяє компанії знижувати ризики через взаємодію різних секторів бізнесу [12].

Таблиця 2 демонструє різні аспекти інвестиційної диверсифікації, які допомагають знизити ризики та підвищити стабільність компанії. Розподіл інвестицій між різними проектами, ринками та регіонами дозволяє будівельним компаніям знижувати вплив зовнішніх економічних факторів.

Інвестиційна диверсифікація не тільки дозволяє знизити фінансові ризики, але й відкриває нові можливості для бізнесу, забезпечуючи стійке і стабільне зростання на різних етапах проекту [13]. Завдяки правильному розподілу ресурсів, компанія може адаптуватися до змін на ринку та зберегти свою конкурентоспроможність в умовах економічних викликів.

Таблиця 2.

Основні аспекти інвестиційної диверсифікації

(розроблено авторами на основі [12])

Аспекти інвестиційної диверсифікації	**Опис**	**Переваги для компанії**
Розподіл інвестицій	Інвестування в різні типи будівельних проектів	Зниження ризику залежності від одного виду діяльності
Регіональна диверсифікація	Вихід на нові ринки або в різні регіони	Зменшення впливу економічних коливань на локальному ринку
Різноманітність проектів	Інвестування в житлову, комерційну, інфраструктурну нерухомість	Забезпечення стабільності в умовах мінливого попиту
Стратегія довгострокових інвестицій	Вибір проектів з високим потенціалом довгострокового зростання	Підвищення фінансової стійкості та довгострокової прибутковості
Інвестиції в інновації та технології	Впровадження новітніх будівельних технологій	Зниження витрат на виробництво і підвищення ефективності

Рисунок 1 ілюструє основні етапи інвестиційної диверсифікації і вигоди, які компанії можуть отримати на кожному етапі процесу. Визначення ключових напрямів для диверсифікації дає можливість знизити ризики та стабільно розвивати бізнес.

Технологічна диверсифікація в будівельній галузі є важливим аспектом для досягнення конкурентних переваг та підвищення ефективності проектів. В умовах швидких змін технологічного ландшафту компанії повинні інтегрувати інноваційні рішення, щоб забезпечити зниження витрат, покращення якості робіт та скорочення часу на виконання проектів. Інвестиції в нові технології стають необхідними для підвищення конкурентоспроможності компаній і дозволяють не лише зберегти, але й збільшити частку на ринку [14].

Однією значною інновацією є 3D-друк будівельних елементів. Це дозволяє швидко створювати деталі конструкцій з мінімальними витратами матеріалів, а також значно скорочує час на виробництво елементів будівель. Використання цієї технології дозволяє знизити вплив людського фактору, зменшити кількість відходів і витрат, що в кінцевому підсумку призводить до підвищення ефективності та зниження вартості проекту [15].

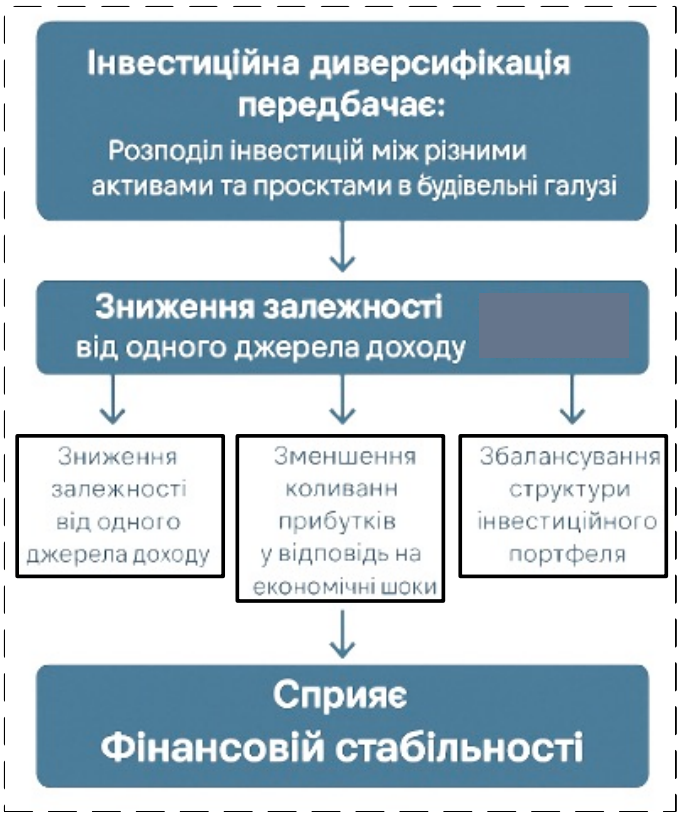


Рис. 1. Вплив інвестиційної диверсифікації на стабільність компанії
(розроблено автором на основі [13])

Ще одним важливим аспектом є впровадження автоматизованих систем управління будівництвом, які дозволяють оптимізувати логістику на будівельних майданчиках і автоматизувати управлінські процеси [15].

Зелені будівельні технології є невід'ємною частиною сучасного будівництва, оскільки вони допомагають знизити енергоспоживання і викиди CO2, сприяючи екологічному та економічному розвитку. Використання енергоефективних матеріалів і сонячних панелей, а також інші заходи щодо ощадності енергії дозволяють значно зменшити експлуатаційні витрати і підвищити стійкість будівель до змін клімату.

Автоматизовані системи управління будівельними проектами оптимізують не тільки організаційні процеси, але й допомагають управляти ресурсами в режимі реального часу. Використання таких систем дозволяє

зменшити витрати на логістику, покращити комунікацію між учасниками проекту та забезпечити швидке реагування на проблеми, що виникають на будівельному майданчику. Це дозволяє компаніям оперативно коригувати процеси і виконувати роботи в межах встановлених термінів та бюджету. Рисунок 3 ілюструє основні технології, що впливають на ефективність будівельних проектів, і показує, як ці інновації можуть знижувати витрати, покращувати якість та підвищувати енергоефективність.



Рис. 2. Технології, що підвищують ефективність будівельних проектів
(розроблено авторами на основі [14])

Впровадження технологічних інновацій в будівництві не тільки знижує витрати на виконання проектів, але й дозволяє значно підвищити якість кінцевого продукту. Завдяки BIM технології, наприклад, точність планування та прогнозування витрат на будівництво стає набагато вищою. Це дозволяє мінімізувати помилки на етапах проектування і будівництва, що в свою чергу знижує потребу в додаткових витратах на виправлення дефектів і недоліків. Також, технології BIM дозволяють виявляти можливі проблеми на ранніх етапах, що зменшує ризик затримок у будівництві та збільшення витрат.

Література

1. Фединяк Д.П. Диверсифікація як інструмент забезпечення ефективності діяльності підприємства: кваліфікаційна робота. – Тернопіль: ТНЕУ, 2018. – 68 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/963/1/Fedynyak%20D.P.,%20MUNzmi-51.pdf

2. Руденко О.В. Управління процесом диверсифікації діяльності підприємства: кваліфікаційна робота. – Дніпро: ДДАЕУ, 2022. – 78 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/8946/1/%D0%A0%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%92..pdf?utm_source=chatgpt.com

3. Білан С.В. Підходи до трактування диверсифікації бізнес-процесів сучасних підприємств. – Стаття. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/382673804_PIDHODI_DO_TRAKTUVANNA_DIVERSIFIKACII_BIZNES-PROCESIV_SUCASNIH_PIDPRIEMSTV

4. Гарафонова О.І. Стратегічний аналіз галузі в ході диверсифікації діяльності підприємства [Електронний ресурс] / О.І. Гарафонова, Д.О. Воронець // Бізнес Інформ. - 2019. - № 3. - С. 379-384. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2019_3_54

5. Воронець Д.О. Модель процесу управління ризиками диверсифікації діяльності підприємства [Електронний ресурс] / Д. О. Воронець // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. - 2019. - № 1. - С. 13-16. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2019_1_4

6. Шаврей О.Г. Продуктова диверсифікація як стратегія зростання бізнесу: ризики та можливості. – Здобутки економіки: перспективи та інновації. – 2024. – № 11. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.5281/zenodo.13934456

7. Івченко Л.В. Диверсифікація як стратегія економічного розвитку підприємства: кваліфікаційна робота. – Тернопіль: ЗУНУ, 2023. – 67 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/17927/1/Івченко%20Л..pdf

8. Згурська О.М. Диверсифікація як метод підвищення ефективності підприємства. – Інвестиції: практика та досвід. – 2018. – № 13. – С. 16–21. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.investplan.com.ua/pdf/13_2018/5.pdf

9. Гевко І.Б. Диверсифікація та її роль у зміцненні соціального партнерства підприємства: кваліфікаційна робота. – Тернопіль: ЗУНУ, 2021. – 72 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/12732/1/Диверсифікація_%D1%82%D0%B0_%D1%97%D1%97_%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C_%D1%83_%D0%B7%D0%BC%D1%96%D1%86%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%96_%D0%A1%D0%A1%D0%9F.PDF

10. Федулова Л.І. Інноваційні стратегії розвитку підприємств: монографія / Л.І. Федулова, О.А. Фомова, О.М. Ващук. - К.: Київ. нац. ун-т технологій та дизайну, 2021. - 416 с.

11. Іщенко Л.Ф. Проектний аналіз: конспект лекцій з навчальної дисципліни для спеціальності 073 «Менеджмент». – Кривий Ріг: Криворізький фаховий коледж Національного авіаційного університету, 2022. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://kk.nau.edu.ua/article/3017

12. Що таке диверсифікація і як підвищити ефективність інвестицій. – Інженер-інвестор: блог. – 2023. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.inzhur.reit/blog/shho-take-diversifikacziya-yak-pidvishhiti-efektivnist-investiczij

13. Богуславський Є.І., Опаріна О.В. Диверсифікація інвестицій. – Інвестиції: практика та досвід. – 2016. – № 21. – С. 44–47. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.investplan.com.ua/pdf/21_2016/9.pdf

14. Тебенко В.М. Економіка та організація інноваційної діяльності: електронний навчальний посібник. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/feb/ptbd_1/page12.html

15. Chupryna, R. Tormosov, D. Abzhanova, D. Ryzhakov, V. Gonchar and N. Plys, "Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership," 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1-8

Boshtan Anatolii,
PhD in Technical Sciences, Associate Pro*fessor* **Prykhodko Dmytro ,**
Ivanina Oleksandr, Naumenko Kostiantyn,
Kyiv National University of Construction and Architecture

CLASSIFICATION OF DIRECTIONS AND MODELS OF DIVERSIFICATION IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN INVESTMENT, TECHNOLOGICAL, PRODUCT, AND REGIONAL ORIENTATIONS

The modern construction industry is developing under conditions of global instability, accompanied by a high level of competition, fluctuations in investment flows, technological changes, and regional unevenness of development. Under such circumstances, diversification becomes a key tool for ensuring the resilience and competitiveness of construction enterprises. Its main directions are investment, technological, product, and regional orientations. Investment diversification makes it possible to reduce dependence on individual financial sources and ensure flexibility in the choice of investment strategies. Technological diversification involves the introduction of innovative materials, design methods, and process automation, which form competitive advantages and reduce production risks. Product diversification is aimed at expanding the range of construction products and services that meet changing market needs and contribute to strengthening the company’s resilience in crisis conditions. Regional diversification allows enterprises to enter new territorial

markets, balance the impact of local risks, and strengthen their economic positions in different spatial environments.

Keywords: diversification; construction industry; investment orientation; technological orientation; product orientation; regional orientation; resilience; competitiveness.

REFERENCES

1. Fedyniak, D.P. Diversification as a tool for ensuring the efficiency of enterprise activity: qualification work. – Ternopil: TNEU, 2018. – 68 p. – [Electronic resource]. – Access mode: http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/963/1/Fedynyak%20D.P.,%20MUNzmi-51.pdf. {in Ukrainian}

2. Rudenko, O.V. Management of the diversification process of enterprise activity: qualification work. – Dnipro: DDAEU, 2022. – 78 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/8946/1/%D0%A0%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%92..pdf?utm_source=chatgpt.com. {in Ukrainian}

3. Bilan, S.V. Approaches to the interpretation of business process diversification of modern enterprises. – Article. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/382673804_PIDHODI_DO_TRAKTUVANNA_DIVERSIFIKACII_BIZNES-PROCESIV_SUCASNIH_PIDPRIEMSTV. {in Ukrainian}

4. Harafonova, O.I., & Voronets, D.O. Strategic analysis of the industry in the course of diversification of enterprise activity. Business Inform, 2019, No. 3, pp. 379–384. – [Electronic resource]. – Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2019_3_54. {in Ukrainian}

5. Voronets, D.O. Model of the risk management process for enterprise diversification activity. Bulletin of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences, 2019, No. 1, pp. 13–16. – [Electronic resource]. – Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2019_1_4. {in Ukrainian}

6. Shavrei, O.G. Product diversification as a business growth strategy: risks and opportunities. Achievements of Economics: Prospects and Innovations, 2024, No. 11. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.5281/zenodo.13934456. {in Ukrainian}

7. Ivchenko, L.V. Diversification as a strategy for the economic development of an enterprise: qualification work. – Ternopil: ZUNU, 2023. – 67 p. – [Electronic resource]. – Access mode:

http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/17927/1/Івченко%20Л.pdf. {in Ukrainian}

8. Zgurska, O.M. Diversification as a method of improving enterprise efficiency. Investments: Practice and Experience, 2018, No. 13, pp. 16–21. – [Electronic resource]. – Access mode: http://www.investplan.com.ua/pdf/13_2018/5.pdf. {in Ukrainian}

9. Chupryna Yuri Reengineering of the Construction Companies Based on BIM- technology/ Tetyana Honcharenko, Iryna Ivakhnenko, Miroslava Zinchenko, Tetiana Tsyfra // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research Volume 8. No. 8, August 2020 pp. 4166-4172. SCOPUS Available Online at http://www.warse.org/IJETER/static/ pdf/file/ijeter22882020.pdf (SCOPUS) https:// doi.org/ 10.30534/ijeter/2020/22882020. {in Ukrainian}

10. Fedulova, L.I., Fomova, O.A., & Vashchuk, O.M. Innovative strategies for enterprise development: monograph. – Kyiv: Kyiv National University of Technologies and Design, 2021. – 416 p. {in Ukrainian}

11. Ishchenko, L.F. Project analysis: lecture notes on the academic discipline for the specialty 073 “Management”. – Kryvyi Rih: Kryvyi Rih Professional College of the National Aviation University, 2022. – [Electronic resource]. – Access mode: http://kk.nau.edu.ua/article/3017. {in Ukrainian}

12. What is diversification and how to increase investment efficiency. – Engineer-Investor: Blog, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.inzhur.reit/blog/shho-take-diversifikacziya-yak-pidvishhiti-efektivnist-investiczij. {in Ukrainian}

13. Bohuslavskyi, Ye.I., & Oparina, O.V. Investment diversification. Investments: Practice and Experience, 2016, No. 21, pp. 44–47. – [Electronic resource]. – Access mode: http://www.investplan.com.ua/pdf/21_2016/9.pdf. {in Ukrainian}

14. Tebenko, V.M. Economics and organization of innovative activity: electronic textbook. – Melitopol: TDATU, 2020. – [Electronic resource]. – Access mode: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/feb/ptbd_1/page12.html. {in Ukrainian}

15. Chupryna, R. Tormosov, D. Abzhanova, D. Ryzhakov, V. Gonchar and N. Plys, "Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership," *2022* International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1-8. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.88-96
УДК 711.7:656.025.4:004.9

к.т.н., доцент **Васильєва Г.Ю.**,
anvas677@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0557-6925,
Зварич О.А.,
zvarich.dp@gmail.com, ORCID: 0009-0008-2063-5608,
Чередніченко О.П.,
opcherednichenko@gmail.com, ORCID 0000-0003-0445-2816,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЧАСОВО-ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЗАТРИМОК ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ МІСТ

Представлено результати дослідження багаторівневої структури затримок міського пасажирського транспорту на вулично-дорожній мережі великих міст та окреслено підходи до їх зменшення на основі сучасних цифрових технологій. Проаналізовано еволюцію наукових поглядів на міські транспортні потоки – від описових статистичних моделей і класичних графових підходів до мікросимуляцій та методів машинного навчання, що забезпечують оперативну оцінку й прогнозування затримок. Проведено порівняльний огляд світових методик HCM, TRANSYT, мікросимуляційних інструментів і рішень на основі великих даних, визначено їх переваги, обмеження та оптимальні сфери застосування для задач міського пасажирського транспорту. На базі даних GPS-моніторингу, дорожніх детекторів і мобільних сервісів здійснено аналітичну оцінку та верифікацію часово-просторових профілів затримок, сформовано карти «гарячих точок», виокремлено сезонно-добові закономірності та головні причини перевантажень – від недостатньої пропускної здатності окремих ділянок і неефективних світлофорних циклів до впливу погодних умов та інцидентів. Запропоновано концепцію системи моніторингу затримок у реальному часі, що інтегрує багатоканальний збір даних, потокову обробку та алгоритми машинного навчання для миттєвого виявлення й прогнозу порушень руху. Обґрунтовано механізми впровадження «розумної» мобільності через поєднання цієї системи з міськими цифровими платформами – інтелектуальним керуванням світлофорами, електронними квитковими сервісами, геоінформаційними порталами та сервісами Mobility as a Service. Практичне значення роботи полягає у створенні передумов для оперативного диспетчерського управління, скорочення затримок, підвищення регулярності перевезень і зниження екологічного навантаження. Перспективи подальших

досліджень охоплюють розроблення адаптивних прогнозних моделей на базі штучного інтелекту, інтеграцію з системами автономного та мікротранспорту, а також уніфікацію відкритих стандартів обміну даними між операторами міської мобільності.

Ключові слова: просторовий розвиток міста; транспортна інфраструктура; вулично-дорожня мережа; міська мобільність; системи моніторингу руху; розумне місто; інтелектуальні транспортні системи; оптимізація перевезень; планування міського середовища.

Постановка проблеми. Еволюція наукових підходів до вивчення міських транспортних потоків відображає поступове ускладнення міського середовища та розвиток аналітичних інструментів. На початковому етапі дослідження ґрунтувалися переважно на описових статистичних спостереженнях і простих емпіричних залежностях, що дозволяли визначати середні швидкості руху та інтенсивність потоків. З другої половини XX століття поширилися класичні математичні моделі транспортного попиту, теорія черг і графові підходи, які дали змогу розглядати міську вулично-дорожню мережу як складну систему з вузлами та ребрами, прогнозувати завантаження та розподіл транспортних потоків. Подальший розвиток привів до впровадження комп'ютерного моделювання і мікросимуляцій, де враховуються динаміка руху окремих транспортних засобів, зміни у режимах роботи світлофорів та поведінкові аспекти водіїв і пасажирів. У XXI столітті ключову роль почали відігравати великі масиви даних, що надходять із GPS-технологій, датчиків трафіку та мобільних мереж, а також методи машинного навчання для прогнозування затримок і оптимізації маршрутів. Сучасні дослідження поєднують системний аналіз, мережеву науку, штучний інтелект і концепцію «розумного міста», забезпечуючи багаторівневе розуміння та управління міськими транспортними потоками в реальному часі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Монографія Карлоса Даганцо 1997 року [1] створила фундамент для подальших досліджень, описавши макроскопічні та мікроскопічні закономірності руху й заклавши теоретичні принципи хвильового поширення заторів і моделі черг. На цьому підґрунті у 2000 році вийшов оновлений «Highway Capacity Manual» [2], який стандартизував розрахунки затримок і ввів у практику проєктування поняття рівня сервісу, ставши головним інженерним посібником для транспортного планування. Робота Робертсона та колег 2004 року [3] показала, як мережеве узгодження світлофорів через програму TRANSYT може зменшувати затримки на міських коридорах, демонструючи ефективність алгоритмічних методів для оперативного управління. У 2007 році дослідження Барсело і Касаса [4] на

прикладі AIMSUN представило новий рівень деталізації за допомогою мікросимуляцій, що дало можливість враховувати поведінкові аспекти водіїв і пасажирів та прогнозувати варіативність затримок у реальному часі. Подальші роботи вже зосередилися на оперативному управлінні та використанні великих даних. Стаття Кетса і ван Лінта 2012 року [5] довела, що прогнозування прибуття автобусів на основі GPS істотно підвищує регулярність руху. Дослідження Лі, Хонга та Чжана 2015 року [6] вперше комплексно застосувало великі дані й методи машинного навчання для прогнозу часу поїздки на міських артеріях, розширивши масштаби аналітики. У 2019 році Чжен і Лю [7] показали переваги глибокого підкріплювального навчання для динамічного керування світлофорами, що забезпечило суттєве скорочення середніх затримок. Нарешті, робота Чена і Вана 2023 року [8] підсумувала сучасний досвід, описавши інтегровані платформи «розумного міста» з відкритими API та сервісами Mobility as a Service, які забезпечують персоналізоване планування поїздок та адаптивне управління пасажиропотоками. У сукупності ці праці демонструють логічний перехід від базових теорій і нормативів до комплексних, гнучких і масштабованих систем реального часу, що поєднують інженерію, інформаційні технології та штучний інтелект і безпосередньо відповідають сучасним завданням міського будівництва та господарства.

Мета статті полягає у всебічному дослідженні структури затримок міського пасажирського транспорту на вулично-дорожній мережі, розробленні методичних підходів до їх кількісної оцінки та прогнозування на основі сучасних цифрових технологій, а також у формуванні концепції системи моніторингу в реальному часі та інтеграції її з міськими цифровими платформами для підвищення ефективності управління мобільністю й забезпечення сталого розвитку міського середовища.

Виклад основного матеріалу. Концепція системи моніторингу затримок у реальному часі спирається на безперервний збір, обробку та аналіз даних про рух усіх видів міського пасажирського транспорту, включно з автобусами, трамваями, тролейбусами й маршрутними таксі. У її основі лежить багаторівнева мережа датчиків та комунікаційних технологій: GPS-модулі на рухомому складі, дорожні детектори трафіку, камери відеоаналітики, мобільні операторські дані та краудсорсинг із мобільних додатків пасажирів. Дані надходять до центрального аналітичного ядра, де за допомогою алгоритмів потокової обробки, машинного навчання та статистичних моделей відбувається автоматичне виявлення затримок, визначення їх причин і прогнозування подальшого розвитку ситуації. Система працює у режимі майже миттєвої реакції, дозволяючи диспетчерським службам оперативно переналаштовувати маршрути, змінювати графіки, активувати пріоритет на світлофорах або

направляти резервний транспорт. Для забезпечення надійності важливими є багатоканальні канали зв'язку, відмовостійкі хмарні платформи та механізми кіберзахисту, що гарантують безперервність роботи навіть у пікові періоди.

Для узагальнення результатів аналізу доцільно представити порівняльну характеристику провідних світових підходів до оцінювання затримок у міському транспорті. У таблиці 1 систематизовано ключові особливості нормативної методики *HCM*, алгоритмічної оптимізації сигналізації *TRANSYT*, детального мікросимуляційного моделювання та сучасних *big data/ML* рішень. Такий формат дає змогу наочно зіставити вимоги до вхідних даних, вихідні показники, переваги й обмеження кожної моделі, а також окреслити типові завдання, для яких кожен підхід є найбільш ефективним.

Формалізація поняття «структура затримок» передбачає перехід від загального опису транспортних перешкод до чіткої системи вимірюваних показників, які відображають, як саме затримки виникають, розподіляються й змінюються у просторі та часі. Просторово-часова складова цієї структури означає, що кожна затримка може бути локалізована на певній ділянці вуличко-дорожньої мережі та прив'язана до конкретного проміжку доби, дня тижня або сезону. У практичному вимірі це виражається у створенні карти або матриці, де для кожного сегмента мережі й кожного інтервалу часу фіксуються середня тривалість і частота затримок, довжина черг, а також швидкість руху відносно нормативної. Такий підхід дозволяє виявляти «гарячі точки» — ділянки з найвищою імовірністю перевантажень — і відстежувати, як змінюється ситуація залежно від добового циклу, погоди чи особливих подій.

Стохастичні характеристики структури затримок відображають їх випадкову, імовірнісну природу. Навіть за стабільного попиту й незмінної інфраструктури час очікування та швидкість руху завжди коливаються через людський фактор, випадкові маневри, мікроінциденти або коливання інтенсивності потоку. Для кількісного опису використовують розподіли ймовірностей часу затримки, варіацію та дисперсію швидкості, коефіцієнти нерегулярності, а також моделі на основі теорії черг або процесів Маркова.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика міжнародних методів оцінювання затримок міського транспорту

Підхід	**Суть і призначення**	**Вхідні дані**	**Вихідні метрики**	**Сильні сторони**	**Обмеження**	**Типові завдання**
HCM	Нормативна методика розрахунку	Інтенсивності, розподіл поворотів,	Середня затримка, рівень сервісу (A–F),	Стандартизованість, швидкість оцінки,	Спрощення процесів, чутливість до припущень,	Швидке техніко-економічне обґрунтування,

	затримок і рівня сервісу для перехресть та коридорів	фази/цикли, геометрія	довжина черги	порівнянність результатів	слабка робота з нестабільними режимами	порівняння альтернатив
TRANSYT	Алгоритмічна оптимізація планів сигналізації для мінімізації затримок у мережі	Профілі потоків, параметри світлофорів, довжини підходів, насичені потоки	Затримка, кількість зупинок, оптимальні офсети/ зелені хвилі	Ефективне узгодження світлофорів, практичні плани фаз	Не моделює мікродинаміку маневрів, залежність від якості вхідних даних	Налаштування пріоритету громадського транспорту, координація світлофорів
Microsimulation	Детальне дискретно-подієве моделювання поведінки окремих транспортних засобів та пасажирів	Геометрія мережі, правила руху, графіки сигналів, розклади громадського транспорту	Розподіли затримок, варіабельність, конфлікти, викиди CO_2/NOx	Висока деталізація, врахування поведінкових факторів, оцінка BRT/виділених смуг	Висока трудомісткість калібровки та валідації, потреба у великих обчислювальних ресурсах	Оцінка пріоритету ОТ, аналіз складних вузлів та сценаріїв розвитку
Big data / ML	Аналіз великих масивів GPS/AVL/ детекторів для оцінки та прогнозування затримок	Історії траєкторій, швидкості, дані мобільних мереж, погодні фактори, інциденти	Фактична затримка, час поїздки, індекс надійності, прогнози в реальному часі	Масштабованість, реальні патерни, швидка діагностика та прогноз	Неповнота або упередженість даних, складність інтерпретації моделей	Моніторинг і прогнозування затри-мок у реаль-ному часі, диспетчерські рішення

У поєднанні просторово-часові й стохастичні показники формують повну картину динаміки транспортних процесів: вони дають змогу не лише констатувати факт перевантаження, а й оцінити ризики його виникнення, спрогнозувати тривалість та наслідки, а також вибудувати адаптивні стратегії управління.

Завдяки такій формалізації поняття «структура затримок» набуває точного аналітичного змісту, придатного для моделювання, порівняння різних міських територій та впровадження систем моніторингу і прогнозування в режимі реального часу.

Впровадження «розумної» мобільності вимагає тісної інтеграції цієї системи з наявними міськими цифровими платформами. Ідеться про об'єднання з інтелектуальними транспортними системами керування світлофорами, електронними квитковими сервісами, міськими геоінформаційними порталами та додатками громадського транспорту. Єдиний центр даних дає змогу місту створювати персоналізовані сервіси для пасажирів: динамічні розклади, попередження про затримки, рекомендації альтернативних маршрутів, а також облік навантаження для збалансування пасажиропотоків. Ключову роль відіграють стандартизовані інтерфейси обміну інформацією та відкриті API, що дозволяють підключати приватних операторів таксі, велошерингу чи каршерінгу до єдиного середовища «Mobility as a Service». У результаті формується гнучка екосистема міської мобільності, де транспортні оператори, міська влада й користувачі взаємодіють у режимі реального часу, підвищуючи ефективність перевезень, знижуючи затримки та покращуючи якість міського середовища для мешканців і відвідувачів.

Аналітична оцінка та верифікація структури затримок передбачає комплексний збір фактичних даних про рух міського пасажирського транспорту й їх перевірку на достовірність. На основі GPS-треків, даних дорожніх датчиків, камер відеоаналітики та мобільних сервісів формується єдина база, яку очищують від помилок і зіставляють із реальними графіками руху. Побудова карт затримок і часово-просторових профілів дає змогу візуалізувати інтенсивність і тривалість зупинок на окремих ділянках мережі в різні години доби та пори року, визначити «гарячі точки» перевантажень і періоди пікових відхилень. Подальший аналіз статистики дозволяє виокремити домінуючі причини затримок — від недостатньої пропускної здатності вулично-дорожньої мережі та неефективних світлофорних циклів до погодних умов чи інцидентів — і виявити стійкі сезонно-добові закономірності, які лягають в основу прогнозних моделей та рекомендацій з оптимізації руху.

Висновки. Затримки міського пасажирського транспорту мають багаторівневу природу, яка формується поєднанням інфраструктурних, організаційних та поведінкових чинників. Порівняння світових моделей — від нормативного HCM та алгоритмічного TRANSYT до мікросимуляцій і підходів big data — засвідчило доцільність їх комбінованого використання: стандартизовані методи забезпечують швидку базову оцінку, тоді як мікросимуляція і аналіз великих даних дають глибоке уявлення про динаміку та поведінкові аспекти пасажиропотоків. Концепція системи моніторингу затримок у реальному часі демонструє потенціал для підвищення оперативності управлінських рішень та інтеграції у цифрову інфраструктуру «розумного міста». Аналітична оцінка й побудова карт часово-просторових профілів

дозволили виокремити «вузькі місця» мережі та визначити сезонно-добові закономірності, що впливають на регулярність руху.

Перспективами подальших досліджень є створення адаптивних прогнозних моделей, здатних ураховувати короткострокові зміни попиту та інцидентів у русі з використанням технологій штучного інтелекту. Перспективним напрямом є розроблення єдиних відкритих стандартів обміну даними між операторами різних видів транспорту, що забезпечить комплексне керування мобільністю в межах концепції MaaS. Подальші дослідження можуть бути зосереджені на оцінюванні впливу автономних транспортних засобів і мікромобільності на структуру затримок, а також на розробці методів інтеграції моніторингових систем із міськими енергетичними та екологічними сервісами для підвищення стійкості міської інфраструктури та зниження вуглецевого сліду транспорту.

Список використаних джерел

1. Daganzo, C.F. (1997). *Fundamentals of transportation and traffic operations*. Oxford: Pergamon. 352 pp.

2. Transportation Research Board. (2000). *Highway capacity manual* (HCM 2000). Washington, DC: National Academy of Sciences. 1134 pp.

3. Robertson, D.I., Bretherton, R.D., & Whelan, R.A. (2004). TRANSYT: Traffic Network Study Tool—Latest developments. *Traffic Engineering & Control, 45*(6), 207–213. 7 pp.

4. Barceló, J., & Casas, J. (2007). Dynamic network simulation with AIMSUN. In L.K. Helbing, S. Lämmer, & J. Seyfried (Eds.), *Simulation approaches in transportation analysis* (pp. 57–98). Springer. 42 pp.

5. Cats, O., & van Lint, H. (2012). Real-time transit control using bus arrival predictions. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 22*, 73–84. 12 pp.

6. Li, Z., Hong, Y., & Zhang, D. (2015). A real-time travel time prediction method for urban arterials using big data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 60*, 29–44. 16 pp.

7. Zheng, Z., & Liu, H. (2019). Data-driven adaptive traffic signal control using deep reinforcement learning. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 103*, 99–118. 20 pp.

8. Chen, X., & Wang, J. (2023). Smart city mobility platforms for public transport delay management. *Journal of Urban Technology, 30*(2), 45–67. 23 pp.

PhD, Associate Professor **Vasylieva Hanna**,
Postgraduate Student **Oleg Zvarych**,
Master of the Public Administration **Cherednichenko Oleksandra**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS AND MODELING OF PUBLIC TRANSPORT DELAYS IN THE URBAN STREET–ROAD NETWORK

The article presents the results of a study on the multi-level structure of public transport delays within the street–road networks of large cities and outlines approaches to reducing these delays using modern digital technologies. It analyzes the evolution of scientific views on urban traffic flows—from descriptive statistical models and classical graph-based approaches to microsimulation and machine-learning methods that enable rapid assessment and prediction of delays. A comparative review of global methodologies—HCM, TRANSYT, microsimulation tools, and big-data solutions—highlights their advantages, limitations, and optimal application areas for urban public transport tasks. Based on GPS monitoring data, roadway detectors, and mobile services, an analytical assessment and verification of spatio-temporal delay profiles were carried out, resulting in “hot-spot” maps and the identification of seasonal and diurnal patterns as well as key congestion causes, ranging from insufficient roadway capacity and inefficient signal timings to weather impacts and incidents. The concept of a real-time delay monitoring system is proposed, integrating multi-channel data collection, streaming data processing, and machine-learning algorithms for instant detection and forecasting of traffic disruptions. Mechanisms for implementing “smart” mobility are substantiated through the integration of this system with urban digital platforms—intelligent traffic-signal control, electronic ticketing services, geographic information portals, and Mobility as a Service solutions. The practical significance of the research lies in creating the prerequisites for rapid dispatch management, reducing delays, improving service regularity, and lowering the environmental burden. Prospects for further research include the development of adaptive forecasting models based on artificial intelligence, integration with autonomous and micro-mobility systems, and the unification of open data-exchange standards among urban mobility operators.

Keywords: urban spatial development; transport infrastructure; street–road network; urban mobility; traffic monitoring systems; smart city; intelligent transportation systems; transport optimization; urban environment planning.

REFERENCES

1. Daganzo, C.F. (1997). Fundamentals of transportation and traffic operations. Oxford: Pergamon. 352 pp. {in English}.

2. Transportation Research Board. (2000). Highway capacity manual (HCM 2000). Washington, DC: National Academy of Sciences. 1134 pp. {in English}.

3. Robertson, D.I., Bretherton, R.D., & Whelan, R.A. (2004). TRANSYT: Traffic Network Study Tool—Latest developments. Traffic Engineering & Control, 45(6), 207–213. 7 pp. {in English}.

4. Barceló, J., & Casas, J. (2007). Dynamic network simulation with AIMSUN. In L.K. Helbing, S. Lämmer, & J. Seyfried (Eds.), Simulation approaches in transportation analysis (pp. 57–98). Springer. 42 pp. {in English}.

5. Cats, O., & van Lint, H. (2012). Real-time transit control using bus arrival predictions. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 22, 73–84. 12 pp.

6. Li, Z., Hong, Y., & Zhang, D. (2015). A real-time travel time prediction method for urban arterials using big data. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 60, 29–44. 16 pp. {in English}.

7. Zheng, Z., & Liu, H. (2019). Data-driven adaptive traffic signal control using deep reinforcement learning. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 103, 99–118. 20 pp. {in English}.

8. Chen, X., & Wang, J. (2023). Smart city mobility platforms for public transport delay management. Journal of Urban Technology, 30(2), 45–67. 23 pp. {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.97-109
УДК 711.1

канд. техн. наук, доцент **Голик Й.М.,**
yolana.golik@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5135-0711,
канд. фіз.-мат. наук, доцент **Микайло О.А.,**
oksana.mykailo@uzhnu.edu.ua, ORCID:0000-0002-4591-9729,
Ужгородський національний університет

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ВОДОНАПІРНИХ БАШТ ЗАКАРПАТТЯ: СТАН, НАДІЙНІСТЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ МОДЕРНІЗАЦІЇ

В сучасних умовах збереження інженерних споруд, зокрема водонапірних башт, є одним із важливих стратегічних напрямів розвитку сучасних населених пунктів та засобом збереження історичної ідентичності територій. Такі споруди, незалежно від їхнього первинного функціонального призначення, конструктивних особливостей та архітектурної виразності, є матеріальними свідками інженерного розвитку минулого, зберігають дух часу і формують унікальну атмосферу сучасних поселень.

Реконструкція та використання водонапірних башт в умовах нашого сучасного життя є важливою складовою концепції сталого розвитку. Серед завдань такого підходу — створення відкритого, доступного і екологічно збалансованого середовища. Використання потенціалу цих споруд у процесі модернізації або переосмислення їх функцій збагачує архітектурне і соціальне середовище, сприяє формуванню неповторного образу міста чи села, поєднуючи інженерну спадщину з сучасними потребами поселень.

*Ключові слова: водонапірна башта; інженерні споруди; технічний стан; модернізація; інфраструктура; реконструкція; сталий розвиток***.**

Актуальність теми і постановка проблеми. Водонапірні башти є важливими елементами інженерної інфраструктури, які відіграють ключову роль у забезпеченні стабільного водопостачання, особливо в сільських і гірських районах Закарпаття. Більшість існуючих башт у регіоні була збудована у середині ХХ століття і сьогодні перебуває в стані фізичного зношення, що ставить під загрозу безперебійне водопостачання населення та створює ризики для їх безпечної експлуатації. Проблема полягає не лише у фізичному зношенні даних інженерних конструкцій, а й у відсутності системного підходу до їх модернізації.

Предметом дослідження стали типи та конструктивні рішення при зведенні водонапірних башт та перспективи їх модернізації.

Метою досліджень була оцінка кількості та технічного стану водонапірних башт Закарпаття, їх конструктивної надійності та перспектив модернізації з урахуванням сучасних інженерних вимог, регіональних особливостей та принципів сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій показав брак сучасного аналізу конструктивної надійності водонапірних споруд в умовах Закарпаття з огляду географічних, сейсмічних та кліматичних умов регіону та їх інтеграції в інфраструктуру поселень.

Основна частина. З інженерної точки зору водонапірна башта є інженерною спорудою на підвищенні, яка утримує ємність для води, змонтовану на певній висоті, для зберігання запасів води та підтримання стабільного тиску у водопровідних мережах поселень [1].Більшість водонапірних споруд були зведені за часів промислової революції, і на сьогоднішній день є пам'ятками історії, архітектурними експонатами тих місць, де вони були збудовані. Сьогодні у численних куточках світу багато з них отримали нове життя шляхом переобладнання в житлові помешкання та оригінальні пентхауси. Однак, водонапірні башти наразі залишаються важливою частиною систем централізованого водопостачання та зберігання запасів питної води, особливо в малих містах та сільській місцевості.

Що стосується території України, то відомостей про точну кількість водонапірних башт в державі немає у відкритих джерелах. Очевидно, це пояснюється тим, що багато башт були побудовані ще за радянських часів і використовувалися локально для потреб сільського господарства, на промислових об’єктах. Частина з них була демонтована, занедбана або ж не використовувалася по різним причинам, тому і не фігурує в сучасній статистиці. До того ж в Україні немає централізованого публічного реєстру, який би вів облік усіх таких споруд. Можливо лише орієнтовно говорити про тисячі водонапірних башт по всій території нашої країни, але лише деякі з яких дійсно представляють архітектурну або історичну цінність.

На жаль, багато старих башт потребують ремонту або реконструкції. Враховуючи унікальну історичну та архітектурну цінність таких споруд, ми повинні переглянути існуючі можливості реконструкції та модернізації водонапірних башт для надання їм нового корисного фунціоналу. Також при реконструкції поєднання збереження їх історичної автентичності і використання нових будівельних матеріалів та сучасних архітектурних ідей дадуть цим спорудам шанс стати характерними елементами оточення нашого простору або ж елементами структури водопостачання.

Основні типи водонапірних башт в Україні. Класифікація водонапірних башт проводиться за різними ознаками, залежно від мети

дослідження — конструктивної, функціональної, технологічної або історико-архітектурної. На нашу думку, окрім основних класифікаційних ознак водонапірних башт (Табл.1), як додаткові ознаки, можна враховувати періоди зведення таких споруд: довоєнні (до 1945 р., як правило історичні), повоєнні (1945–1991 років, тобто типові радянські залізобетонні конструкції) та сучасні (збудовані після 1991р. вже за новими технологіями).Якщо ж враховувати обсяг резервуара, то башти можна розділити на три категорії: малі (до 50 м³), середні (50–200 м³) та великі (понад 200 м³), причому всі приведені категорії можуть різнитися за своїм розташуванням у системі водопостачання поселення (головні, проміжні та локальні) [2].

Таблиця 1.

Класифікація водонапірних башт за матеріалом, архітектурою та конструкцією.

№	Матеріал	Архітектурний стиль	Тип конструкції	Приклади
1	Цегла	Неороманський / Модерн	Суцільна (монолітна)	Башта Артинова у Вінниці
2	Цегла + дерево	Модерн / Історизм	Баштова з приміщеннями	Башти в Житомирі, Слов'янську
3	Метал	Конструктивізм / Індустріальний	Каркасна (решітчаста)	Башти Шухова в Полтаві, Харкові
4	Залізобетон	Радянський функціоналізм	Баштова	Типові башти 1950–1980-х рр.
5	Метал + бетон	Сучасний техно-стиль	Опора з баком-"парасолькою"	Сучасні башти на агрофірмах
6	Залізобетон + сталь	Інженерно-технічний стиль	Комбінована	Башти військових містечок, лікарень

Яскравим прикладом цегляної водонапірної башти є семиярусна 28-метрова інженерна споруда у м. Вінниця [3], зведена в 1911 р. за проєктом архітектора Г. Артинова (Рис.1). Після її реконструкції, згідно з проєктом архітекторів Є. Пантелеймонова та В. Спусканюка, в 1985р. в ній відкрили музей .

До цієї ж категорії можна віднести і фортифікаційну башту з гідротехнічним механізмом в м. Кам'янець-Подільському (камінь, XV–XVIII ст.), цегляну башту XX ст. в м. Хмельницький (район с. Дубове), три башти з підземними резервуарами в м. Київ (камінь, XIX ст.), в м. Житомир, тощо. Щодо останньої споруди в даному переліку, то в 1884 р. міська дума Житомира ухвалила проєкт будівництва кам'яної споруди з системою водозабору та фільтрації архітекторів А. Енша та М. Ліброві́ча [4].



Рис.1. Вінницька водонапірна башта.

Споруда в стилі модерн була прикрашена оригінальними кованими елементами. У верхній частині знаходилися два накопичувальні баки по 100 м^3, тому на висоті 20 метрів, по кутах, конструктив башти був підсилений контрфорсами (Рис.2).



Рис.2. Водонапірна башня, м. .Житомир.

З 1963 р. стара споруда перестала виконувати свої основні функції і згодом була реконструйована під кафе. Важливим етапом стала повторна реконструкція башти, в результаті якої в 1988 р. її повернули водоканалу.

Історичні мурovані башти також збереглися в Чернігові, Миколаєві, Сумах тощо. Частина з них була перетворена на музеї, галереї, оглядові майданчики або наразі є об'єктами культурного призначення, які символізують технічний розвиток українських міст початку XX ст.

Цікавим способом використання мурованих водонапірних башт, які є історичними і архітектурними пам'ятками України, є споруда у вигляді середньовічної башти (Рис.3), розташована у Стрийському парку м. Львів, яка була зведена в 1894 р. під час Крайової виставки архітекторами Ю. Балабаном та В. Подгорецьким [5]. В 1976 р. в даній споруді було відкрито кафе-ресторан "Вежа".



Рис.3. Водонапірна башта у Стрийському парку, м. Львів.

Стосовно сталевих водонапірних башт, то найбільшого поширення споруди такого типу отримали у кінці XIX – початку XX ст.в порівняно великих поселеннях [6], причому виконували вони не лише функціональну роль, але були і містоутворюючими елементами. Так, зведена в 1914р. гіперболоїдна башта в Черкасах є яскравим прикладом модерну (Рис.4),

зруйнованого під час Другої світової війни та відбудованого в 1949 р. Сьогодні, це одна з 20 унікальних архітектурних башт, збудованих В. Шуховим, які залишилися у світі. Наразі ще 7 водонапірних башт В. Шухова збереглись в Україні та є візитівками таких міст як Миколаєв, Біла Церква.



Рис.4. Гіперболоїдна башта в Черкасах.

З 1913 по 1945 рр. у Харкові існувала водонапірна башта цієї ж конструкції, яка в повоєнний час була демонтована та передана в користуванню м. Полтава (Рис.5) [7]. На жаль, у 2002 р. Полтава втратила цю архітектурну родзинку через скарги місцевих мешканців, які боялись падіння іржавих конструкцій на свої будинки, хоча багато спеціалістів вважали, що гіперболоїдні конструкції цієї споруди мали дуже високий запас міцності.

Залізобетонні башти, в порівнянні із сталевими, є більш стійкими до корозії, а отже і довговічнішими [6]. Одним із прикладів таких споруд є витвір архітектора А. Захаревича, спорудженій в 1905р. на території села Кульпарка у передмісті м. Львів[8]. В основу конструкції фірма Захаревича – Сосновського успішно використала залізобетонні стропи(Рис.6). На початку 30 – х років ХХ ст. вежу реконструювали, переробивши її на двохрезервуарну, та встановили сходи і додаткові залізобетонні опори для укріплення фундаменту.



Рис.5. Водонапірна башта з Харкова у Полтаві.



Рис.6. Водонапірна башта на Кульпарковій: ліворуч - сучасний вигляд, праворуч - початковий варіант, до реконструкції 1930 року.

У багатьох поселеннях, особливо в сільській місцевості [2], стоять башти Рожновського — типові циліндричні сталеві конструкції, які були найпоширенішим типом башт на території колишнього СРСР. Башта представляє собою циліндричну металеву споруду,об’ємом 25–160 м³, яка встановлюється на вертикальній опорі [9]. Великою перевагою таких конструкцій є те, що вони були прості у виготовленні, недорогі та швидко монтувалися. На Рис.7 приведено типову конструкцію такої башти, яка могла бути варіативною щодо об'єму бака, висоти стовпа, антикорозійного покриття тощо [11].



Рис. 7. Водонапірна башта Рожновського.

Що стосується історії розвитку цих інженерних споруд, то передусім зовнішній вигляд водонапірним баштам надавали їх конструктивні особливості, а точніше місткість і висота розміщення бака. Далі велику роль відігравала доступність будівельних матеріалів та еволюція цивільного будівництва. В період 1880-1910 р. вдосконалення конструкції залізних резервуарів сильно вплинули на вигляд водонапірних башт, а поява спочатку армованого бетону, а потім і попередньо напруженого залізобетону, вплинули на еволюцію конструкцій башт. Фінансовий аспект також мав сильний вплив на ці зміни, оскільки потоншення стопи означало значне зниження собівартості через зменшення необхідного обсягу кладки.

Сьогодні ж найбільш бажаними для споживачів є водонапірні башти з інноваційних матеріалів. Це сучасні сталеві або пластикові конструкції, які гармонійно вписуються в структуру міського середовища і використовуються в нових системах водопостачання. При проектуванні сучасних водогінних систем дедалі частіше використовують автоматизовані системи з насосними станціями, що поступово замінюють класичні водонапірні башти.

Оцінка кількості та технічного стану водонапірних башт Закарпаття. На жаль, у відкритих джерелах немає точної статистики щодо загальної кількості водонапірних башт у Закарпатській області. Однак відомо, що такі споруди були поширені в регіоні, особливо в період, коли вони активно використовувалися в сільському господарстві, промисловості та для забезпечення водопостачання поселень. Більшість водонапірних башт у Закарпатті були зведені в середині XX ст., і багато з них наразі не використовуються або перебувають у занедбаному стані. Деякі споруди мають історичну цінність і можуть бути цікавими для дослідників та туристів.

Серед найбільш відомих прикладів водонапірних башт у Закарпатті є споруда в с. Велика Бакта (Берегівський район)[11].Тут збереглася історична водонапірна башта, зведена у 1936 р. за часів чехословацького правління. Хоча вона вже не функціонує і дерев'яна обшивка пошкоджена, але залізобетонна конструкція збереглася, а споруда є пам'яткою технічної культури, яка привертає увагу фахівців та громадськості.

З огляду на сьогодення виникає закономірне запитання про причини відсутності водонапірних башт у м. Ужгород. Фахівці пояснюють ценизкою природних, технічних та історичних факторів. Особливостями географічного положення обласного центру Закарпатського регіону є те, що місто розташоване у передгірній рівнинній місцевості, з невеликими перепадами висот на його території. Для забезпечення напору в міському водогоні раніше використовували природні гірки або штучні підвищення — тобто не виникала потреба в класичних баштах, як у більш рівнинних містах України.

Ще за часів існування Австро-Угорської імперії, Ужгород був одним з перших в регіоні (в к. XIX – на поч. XX ст.) міст, яке отримало централізовану систему водопостачання. Система постачання води була облаштована з резервуарами на схилах пагорбів, що давало природний напір без потреби у водонапірних баштах. А вже з сер. XX ст. в місті стали активно використовуватися електричні насосні станції, які забезпечували тиск у мережі без наявності башт. Такі системи були економічно ефективнішими та менш затратними в обслуговуванні. Фактично, місто вирішувало інженерні проблеми по водозабезпеченню без будівництва масивних інженерних споруд. Однак, в Ужгороді все ж була невелика локальна водонапірна вежа, для забезпечення потреб об'єктів залізниці, щоправда це була не башта у класичному вигляді, як то у Житомирі або Полтаві. Так, у держреєстрі приватизаційних об'єктів за адресою вул. Болгарська, 3 було зафіксовано «водонапірну башту» як частину інвентарного комплексу депо та господарських будівель Ужгородського залізничного вузла. Тепер ця башта вже виведена з комунального водогону і належить до приватизованого майна, а не до діючої інфраструктури.

Щодо стану водонапірних башт у поселеннях Закарпаття, то згідно із розпорядженням Закарпатської обласної державної адміністрації від 26.01.2018 № 45, було проведено їх інвентаризацію у населених пунктах області. У документі зазначено, що в багатьох селах та містах області виявлені несправні або потребуючі ремонту водонапірні башти. Зокрема, у таких населених пунктах, як с. Вовкове, с. Дубрівка, с. Ірлява, с. Руські Комарівці, с. Малі Геївці, с. Великі Геївці, с. Концово, с. Холмці, с. Ратівці, с. Коритняни, с. Кінчеш, с. Баранинці, м. Ужгород, с. Великі Лучки, с. Пістрялово, с. Старе Давидково, с. Жнятино, с. Горонда, с. Лавки, с. Іванівці, с. Бобовище, с.

Ракошино, с. Зняцьово, с. Ключарки, с. Верхній Коропець, с. Кайданово, м. Мукачево, м. Перечин, м. Міжгір'я та м. Рахів, була виявлена потреба у відновленні або ремонті водонапірних башт.Виникає закономірне питання: що робити цим громадам з баштами Рожновського, які вже є функціонально застарілими?

Можна, якщо дозволяє технічний стан, провести модернізацію башти, шляхом встановлення на ній підсилювачів тиску (бустерних насосних станцій) або просто електронасосів. В таких випадках не виникає потреба збільшення ємності резервуару. Якщо ж постає це питання, то можна провести заміну накопичувального баку, Як правило, для цього використовують інноваційні накомпозитні чи полімерні матеріали (склопластик, поліетилен), які легші та корозійностійкі, не потребують складного фарбування та додаткової ізоляції [12].У випадку, коли конструкція башти візуально знаходиться в належному стані, можна провести її ревізію, нанести антикорозійне покриття сучасними лако-фарбовими системами, щоб захистити металеві частини. Також можливе встановлення підземних резервуарів із новим насосним устаткуванням, вбудованими датчиками рівня води та дистанційним контролем її подачі.

Можливі випадки, коли запропоновані кроки не мають шляхів для подальшої реалізації з різних причин. В такому випаду можливо провести перепрофілювання водонапірної башти для соціально-культурного використання. Це можуть бути туристичні оглядові майданчики або арт-об’єкти без публічного доступу. Типові башти Рожновського мають техногенні силуети, але їх можна цікаво пофарбувати, додати сходи та панорамні майданчики (Рис.8), як це зроблено у Німеччині [13].



Рис.8. Кучльбауерська вежа, Німеччина

Також можна розмістити в баштах або поряд з ними невеликі інформаційні стенди про історію даної споруди, інфраструктури регіону, туристичну інформацію тощо.

Висновки. Дослідження показали, що водонапірні башти Закарпатської області мають важливе значення не лише як об'єкти інженерної інфраструктури, але і як частина історико-культурного середовища. Більшість існуючих конструкцій зведені за типовими проєктами середини XX ст.та потребують технічного обстеження та реконструкції, оскільки існують ризики подальшої експлуатації без відповідних заходів з модернізації. Реконструкція і модернізація водонапірних башт сприяє збереженню унікального образу поселень, дозволяє економити матеріальні ресурси та є важливою складовою концепції сталого розвитку. Вивчення зарубіжного та вітчизняного досвіду реконструкції таких інженерних споруд розширює можливості їх подальшого ефективного використання в умовах сучасної урбанізації.

Список літератури

1. Водонапірна башта // Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р.А. Шмиг, В.М. Боярчук, І.М. Добрянський, В.М. Барабаш ; за заг. ред. Р.А. Шмига. — Львів, 2010. — С. 54. — ISBN 978-966-7407-83-4.

2. Литвинов А.Ф. // Сільські водонапорні башти та водопровідні системи — Київ: Урожай, 1981.

3. Водонапірна вежа слугувала каланчею, житлом та музеєм, а стала символом Вінниці,URL:https://vlasno.info/spetsproekti/1/istoriya/item/1083 - vodonapirna-vezha-sluhuvala-kalancheiu-zhytlom-ta-muzeiem-a-stala-symvolom-vinnytsi (дата звернення 22.06.2025).

4. М.Ю. Кострица, Р.Ю. Кондратюк (2006). Житомир: підручна книга з краєзнавста (українською). Житомир: Косенко. 464 с.

5. С. Іванов-Костецький // Об’єкти промислово-комунальної архітектури і програма їх реабілітації. Найцікавіші у Львові зразки промислової архітектури – Львів, 2014.

6. Індустріальна спадщина України: архітектура та інфраструктура / за ред. Л. Гаєвської — Київ: НДІТІАМ, 2020.

7. Вежа Шухова у Харкові [Електронний ресурс] // Монякс Харків. – Режим доступу: URLhttps://moniacs.kh.ua/uk/vezha-shuhova-u-harkovi/ (дата звернення 22.06.2025).

8. Овчаренко В.М. Інженерні споруди та мережі — Львів: Видавництво ЛНУ, 2015.

9. Рожновський М.М. // Гідротехнічні споруди: водонапірні башти // «Гідротехнічне будівництво, 1975.

10. Ціна башти Рожновського, URL:https://sbk.ltd.ua/uk/vodonapirni-bashti/15-vodonapornye-bashni-izgotovlenie-kupit-tsena-foto-bashnja-rozhnovskogo.html (дата звернення 22.06.2025).

11. Шульц К. Архітектура інженерних споруд Австро-Угорщини на Закарпатті // Наукові записки УжНУ. Серія: Мистецтвознавство. – Ужгород, 2014.

12. Мельник І.І. Реконструкція сталевих водонапірних башт у сільських громадах // Гідробудівництво України, 2019.

13. Dubey A., Singh R. “Refurbishment Strategies for Elevated Water Tanks” // *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 144, No 7 (2018).

PhD, associate professor **Jolana Holyk**,
PhD associate professor **Mykaylo Oksana**,
Uzhhorod National University

ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS OF WATER TOWERS IN TRANSCARPATHIA: STATE, RELIABILITY AND PROSPECTS OF MODERNIZATION

In modern conditions, the preservation of engineering structures, in particular water towers, is one of the important strategic directions of development of modern settlements and a means of preserving the historical identity of territories. Such structures, regardless of their primary functional purpose, structural features and architectural expressiveness, are material witnesses of the engineering development of the past, preserve the spirit of the times and form the unique atmosphere of modern settlements.

Reconstruction and use of water towers in the conditions of our modern life is an important component of the concept of sustainable development. Among the tasks of such an approach is the creation of an open, accessible and ecologically balanced environment. Using the potential of these structures in the process of modernization or rethinking their functions enriches the architectural and social environment, contributes to the formation of a unique image of a city or village, combining engineering heritage with the modern needs of settlements.

Keywords: water tower; engineering structures; technical condition; modernization; infrastructure; reconstruction; sustainable development.

REFERENCES

1. Vodonapirna bashta // Terminolohichnyi slovnyk-dovidnyk z budivnytstva ta arkhitektury / R.A. Shmyh, V.M. Boiarchuk, I.M. Dobrianskyi, V.M. Barabash; za

zah. red. R.A. Shmyha. — Lviv, 2010. — S. 54. — ISBN 978-966-7407-83-4. {in Ukrainian}.

2. Lytvynov A.F. // Silski vodonaporni bashty ta vodoprovidni systemy — Kyiv: Urozhai, 1981. {in Ukrainian}.

3. Vodonapirna vezha sluhuvala kalancheiu, zhytlom ta muzeiem, a stala symvolom Vinnytsi,URL:https://vlasno.info/spetsproekti/1/istoriya/item/1083 - vodonapirna-vezha-sluhuvala-kalancheiu-zhytlom-ta-muzeiem-a-stala-symvolom-vinnytsi (data zvernennia 22.06.2025). {in Ukrainian}.{in Ukrainian}.

4. M.Yu. Kostrytsia, R.Yu. Kondratiuk (2006). Zhytomyr: pidruchna knyha z kraieznavsta (ukrainskoiu). Zhytomyr: Kosenko. 464 s. {in Ukrainian}.

5. S. Ivanov-Kostetskyi // Obiekty promyslovo-komunalnoi arkhitektury i prohrama yikh reabilitatsii. Naitsikavishi u Lvovi zrazky promyslovoi arkhitektury – Lviv, 2014. {in Ukrainian}.

6. Industrialna spadshchyna Ukrainy: arkhitektura ta infrastruktura / za red. L. Haievskoi — Kyiv: NDITIAM, 2020. {in Ukrainian}.

7. Vezha Shukhova u Kharkovi [Elektronnyi resurs] // Moniaks Kharkiv. – Rezhym dostupu: URLhttps://moniacs.kh.ua/uk/vezha-shuhova-u-harkovi/ (data zvernennia 22.06.2025). {in Ukrainian}.

8. Ovcharenko V.M. Inzhenerni sporudy ta merezhi — Lviv: Vydavnytstvo LNU, 2015. {in Ukrainian}.

9. Rozhnovskyi M.M. // Hidrotekhnichni sporudy: vodonapirni bashty // «Hidrotekhnichne budivnytstvo, 1975. {in Ukrainian}.

10. Tsina bashty Rozhnovskoho, URL:https://sbk.ltd.ua/uk/vodonapirni-bashti/15-vodonapornye-bashni-izgotovlenie-kupit-tsena-foto-bashnja-rozhnovskogo.html(data zvernennia 22.06.2025). {in Ukrainian}.

11. Shults K. Arkhitektura inzhenernykh sporud Avstro-Uhorshchyny na Zakarpatti // Naukovi zapysky UzhNU. Seriia: Mystetstvoznavstvo. – Uzhhorod, 2014. {in Ukrainian}.

12. Melnyk I.I. Rekonstruktsiia stalevykh vodonapirnykh basht u silskykh hromadakh // Hidrobudivnytstvo Ukrainy, 2019. {in Ukrainian}.

13. Dubey A., Singh R. “Refurbishment Strategies for Elevated Water Tanks” // Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 144, No 7 (2018). {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.110-121
УДК 331.108:004.89

Данілов С.Ю.,
daniloff011@gmail.com ORCID: 0000-0001-9111-9047,
докторант **Стельмах О.В.,**
Sasha2000sss@gmail.com ORCID: 0009-0004-7886-1676,
Кривда К.Є.,
nebisa57@gmail.com ORCID: 0009-0005-6724-4119,
Науменко Є.В.,
naumenko_e@ukr.net ORCID: 0009-0003-1138-4695,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМИ РЕСУРСАМИ З АКЦЕНТОМ НА МІЖДИСЦИПЛІНАРНУ ІНТЕГРАЦІЮ ТА ПОВЕДІНКОВУ СКЛАДОВУ

Сучасні умови розвитку будівельної галузі та суміжних сфер вимагають пошуку нових методів управління трудовими ресурсами, що забезпечують стійкість, ефективність та адаптивність систем до непередбачуваних викликів. Традиційні моделі управління персоналом часто не здатні врахувати комплексність взаємодії між різними суб'єктами трудових відносин, особливо в умовах цифровізації та глобалізації. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є застосування мультиагентного моделювання, яке дозволяє створювати динамічні симуляції поведінки агентів – окремих працівників, підрозділів, менеджерів або організацій. Це моделювання інтегрує економічні, соціальні, психологічні та технічні аспекти функціонування трудових ресурсів, формуючи міждисциплінарний підхід до аналізу та прогнозування процесів. Використання мультиагентних систем відкриває можливість глибшого розуміння поведінкових факторів: рівня мотивації, комунікацій, колективної динаміки та реакції на управлінські рішення.

Ключові слова: мультиагентне моделювання; трудові ресурси; управління; поведінкові фактори; цифровізація; міждисциплінарна інтеграція; ризики; ефективність.

Постановка проблеми: Проблематика управління трудовими ресурсами в сучасному будівельному секторі та інших галузях економіки пов'язана із

зростанням складності соціально-економічних процесів та впливом глобальних викликів. Традиційні методи управління персоналом, зокрема адміністративні та фінансово-орієнтовані моделі, не здатні враховувати повною мірою вплив поведінкових факторів, психологічних характеристик працівників та багатопланових взаємозв'язків у колективах. Особливо актуальним стає питання інтеграції цифрових технологій та інноваційних управлінських інструментів, які дозволяють створювати адаптивні системи, що функціонують в умовах невизначеності. У цьому контексті мультиагентне моделювання пропонує принципово новий підхід до аналізу трудових процесів, оскільки воно дозволяє враховувати індивідуальні та колективні дії агентів, їхню взаємодію та реакцію на управлінські рішення.

Метою статті є обґрунтування теоретичних основ мультиагентного моделювання в системах управління трудовими ресурсами, з урахуванням міждисциплінарних підходів та поведінкових факторів. Особлива увага приділяється аналізу можливостей застосування мультиагентних систем для моделювання динаміки колективів, оптимізації управлінських рішень та інтеграції цифрових технологій. Очікуваним результатом є визначення перспектив створення комплексних моделей управління, які забезпечать адаптивність, стійкість та підвищення ефективності трудових ресурсів у сучасних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Останні наукові публікації демонструють зростаючий інтерес до мультиагентних систем як інструменту для управління складними соціально-економічними процесами. Зокрема, в працях зарубіжних дослідників (M. Wooldridge, N. Jennings) розглядається потенціал мультиагентного моделювання у контексті штучного інтелекту та систем підтримки прийняття рішень. У сфері управління трудовими ресурсами окремі науковці підкреслюють необхідність врахування психологічних аспектів поведінки агентів, що дозволяє прогнозувати зміни у мотивації та ефективності персоналу. Вітчизняні дослідження зосереджені на інтеграції цифрових технологій в управління трудовими процесами, що відкриває нові можливості для формування інноваційних моделей управління персоналом у будівельних підприємствах [13]. Однак попри зростаючу кількість робіт, проблемними залишаються питання поєднання технічних, соціальних та економічних підходів у єдиній міждисциплінарній моделі. Недостатньо розроблені також інструменти, які дозволяють поєднати прогнозування поведінкових факторів із кількісними економічними показниками ефективності.

Виклад основного матеріалу: У сучасних умовах цифровізації управлінських процесів усе більшої актуальності набуває концепція мультиагентного моделювання як інструменту системного аналізу та

динамічної адаптації до змінних параметрів зовнішнього й внутрішнього середовища організації. В системах управління трудовими ресурсами ця технологія розглядається як спосіб відображення складної взаємодії між індивідуумами, підрозділами, інформаційними потоками та стратегічними цілями підприємства. Особливої ваги набуває здатність мультиагентних моделей враховувати поведінкові характеристики працівників, а також відображати процеси колективного прийняття рішень, мотивації, координації та конфліктів.

Міждисциплінарний підхід у побудові мультиагентних моделей дозволяє об'єднати методи комп'ютерного моделювання, теорію ігор, соціальні теорії взаємодії, економіко-математичні алгоритми та дані з HR-аналітики. Така інтеграція є необхідною умовою для розкриття складної системної природи трудових ресурсів у динамічному середовищі [1].

Щоб глибше розкрити внутрішню логіку мультиагентного моделювання у сфері управління трудовими ресурсами, варто звернутися до рисуноку 1, який узагальнює взаємозв'язки між агентами, середовищем та міждисциплінарними елементами [2].

Структурне тло охоплює формальну організаційну архітектуру: розподіл повноважень, інфраструктуру, матеріальні ресурси, підсистеми контролю, процедурні обмеження. У будівельному контексті це включає логістику постачання, технічну документацію, проєктно-кошторисні модулі, техніко-технологічну ієрархію ділянок і бригад. Наприклад, Генрі Мінцберг ще у 1979 році класифікував організаційні структури з урахуванням того, як вони визначають канали впливу на працівників, акцентуючи, що в умовах проєктної структури, типової для будівництва, агенти мають високу автономію, але й високий ступінь взаємозалежності [4].

Інформаційне тло формує масив повідомлень, сигналів, даних і знань, до яких мають доступ агенти. У будівельному підприємстві це можуть бути системи ERP, BIM-моделі, графіки виконання, технічні звіти, канали комунікації між підрозділами. Ікіро Нонака та Хіротака Такеучі у своїй концепції створення організаційного знання підкреслили важливість передання «мовчазного знання» через практичну взаємодію працівників, що потребує формування інформаційного середовища, в якому існує не лише доступ до даних, а й довіра, адаптивність і горизонтальні зв'язки [5].



Рис. 1. Структура мультиагентної моделі в системі управління трудовими ресурсами з поведінковими та міждисциплінарними елементами
(розроблено авторами на основі [3])

Соціальне тло включає емоційні зв'язки, лідерство, субкультури, формальні та неформальні мережі, які можуть мати вирішальне значення для прийняття рішень агентами. Згідно з підходом Етьєна Венгера, описаним у його концепції «спільнот практики», організаційне навчання відбувається через спільні дії, взаємну підтримку та координацію в межах мікросоціальних структур [6].

Щоб узагальнити наукові підходи до трактування середовища агентної взаємодії, доцільно звернутися до таблиці 1, яка охоплює основні типи середовища, авторів і приклади застосування.

Розширення уявлення про середовище взаємодії агентів у межах мультиагентного моделювання дозволяє перейти від статичної структурної інтерпретації до динамічного аналізу контексту, в якому трудові ресурси функціонують як адаптивні та чутливі до змін суб'єкти [9].

Соціальний контекст несе ще складнішу динаміку — зміна лідера, конфліктна ситуація або навпаки, поява сильного неформального лідера (прораба, якого поважають навіть без формальних повноважень), здатна різко змінити результативність усієї команди. У мультиагентних моделях такі впливи реалізуються через параметри індексу довіри, соціальної згуртованості, адаптивної здатності до колективної поведінки. За результатами досліджень Гайсберґа та Брукса, включення соціальних змінних до симуляцій будівельних проєктів підвищило точність прогнозу ефективності робіт майже на 27 %, що підтверджує важливість цієї складової [10].

Таблиця 1.

Підходи до трактування середовища взаємодії агентів у мультиагентних моделях трудових систем *(розроблено авторами на основі [4, 5, 6, 7, 8])*

Автор / Школа	**Тип середовища**	**Основні положення**	**Приклад застосування (будівництво)**
Генрі Мінцберг	Структурне	Формальні структури визначають автономію та координацію	Матрична структура бригад і підрозділів
Ікіро Нонака, Хіротака Такеучі	Інформаційне	Мовчазне знання поширюється через довіру та неформальні практики	Передача досвіду майстрів через комунікаційні платформи
Етьєн Венгер	Соціальне	Спільноти практики як джерело неформального навчання	Командна підтримка між інженерами та логістами
Девід Сноуден [7]	Комбіноване (Cynefin)	Види середовищ формують стилі прийняття рішень – від простих до хаотичних	Вибір управлінської стратегії в умовах форс-мажору
Аксель Боррманн [8]	Інформаційне/структурне	BIM як основа для цифрового середовища взаємодії	Координація завдань через інтеграцію BIM-модулів

У перспективі, поєднання трьох типів середовища у цифровому контурі організації дає змогу створити симбіотичну систему управління, яка не лише прогнозує поведінку працівників, а й активно формує її, враховуючи етику впливу, когнітивну складність рішень та соціальну легітимність управлінських дій.

Початок формування цього напряму пов’язаний із працями Герберта Саймона, який у 1957 році запровадив термін "обмежена раціональність", підкреслюючи, що люди рідко приймають оптимальні рішення через обмеження у сприйнятті, пам’яті та обробці інформації. Пізніше Деніел Канеман і Амос Тверскі в межах теорії перспектив (prospect theory) показали, що люди частіше переоцінюють втрати й недооцінюють вигоди, приймаючи рішення не на основі логіки, а під впливом когнітивних викривлень. Зокрема, Канеман у своїй книзі детально описав систему подвійного мислення, що стала основою для поведінкових алгоритмів у мультиагентному моделюванні [12].

Щоб візуально представити інтеграцію поведінкової економіки в мультиагентні моделі управління трудовими ресурсами, розглянемо рисунок 2, що демонструє, як когнітивні та емоційні фактори формують поведінку агентів у середовищі будівельного підприємства.

Агенти (представлені як працівники, менеджери, бригади) взаємодіють не лише з інформаційним і структурним середовищем, а й з модулями, які

відповідають за емоційний стан, когнітивну оцінку ситуації та соціальні впливи. Модель включає змінні, як-от рівень тривожності, страх санкцій, прагнення до справедливості, а також ефекти, пов'язані з довірою до керівництва чи реакцією на зміну політик [13].

Поведінкова економіка в мультиагентному моделюванні не є лише додатковим інструментом — вона перетворює модель з математичної структури в живу симуляцію, яка враховує психологічну і соціальну природу працівника.



Рис. 2. Роль поведінкової економіки в мультиагентному моделюванні трудових ресурсів будівельного підприємства *(розроблено автором на основі [12])*

У мультиагентному моделюванні систем управління трудовими ресурсами будівельного підприємства ключовим параметром, що визначає динаміку симуляції, виступає тип взаємодії між агентами. Трудові відносини в межах будівельного проєкту не зводяться до простого обміну командами чи інформацією — це складна система колективних, суперечливих, залежних і багаторівневих зв'язків. До найбільш репрезентативних типів взаємодій у будівельному середовищі належать: кооперативні, конфліктні, ієрархічні та мережеві.

Кооперативна взаємодія передбачає спільну мету агентів, взаємну підтримку, узгодження рішень і можливість компромісу. У будівельному контексті це, наприклад, бригади з різних спеціалізацій, які працюють на

одному об’єкті (бетонувальники й електрики), де узгодженість дій критично важлива для дотримання графіків. Кооперативна взаємодія реалізується в агентній моделі через правила спільного прийняття рішень, розподіл ресурсів, відстеження рівня довіри, мотивації й взаємної вигоди. При цьому важливими є параметри, як-от «індекс кооперації» або «спільне очікуване завершення задачі».

Конфліктна взаємодія виникає там, де агенти мають суперечливі цілі, конкурують за ресурси або діють в умовах обмеженої інформації. Це можуть бути приклади, коли технічна служба проєкту наполягає на внесенні змін до конструктиву, що затягує строки, у той час як підрядник має зобов’язання перед замовником за фіксованим терміном. У мультиагентному моделюванні такі взаємодії моделюються через теорію ігор, механізми блокування дій, стратегічне приховування інформації, параметри ескалації або компромісу. Для кращого розуміння взаємозв’язків між типами агентних взаємодій і специфікою трудових відносин у будівельному середовищі, розглянемо рисунок 3, який ілюструє динамічну систему взаємодії агентів за чотирма основними типами.

Мережева взаємодія базується на горизонтальних зв’язках, обміні інформацією без централізованого контролю, адаптивному реагуванні на дії інших агентів [11]. Це характерно для субпідрядників, IT-підтримки, технічного аудиту, які взаємодіють через цифрові платформи або за межами формальної ієрархії.

Важливою є здатність агентів навчатися в процесі симуляції, що робить мережеву взаємодію ключовою у сценаріях реагування на кризові ситуації чи зміни проєктного середовища [14].

Ефективне мультиагентне моделювання трудових процесів у будівельному середовищі повинно виходити з комплексного урахування всіх чотирьох типів взаємодій, із гнучким перемиканням логік у залежності від фази проєкту, типу учасників і специфіки завдань. Розширення агентного моделювання за рахунок типологізації взаємодій відкриває нові можливості для стратегічного управління трудовими процесами в будівельних проєктах [13].

Із подальшим ускладненням будівельних проєктів та зростанням вимог до якості, швидкості й точності виконання робіт, актуальним постає питання не лише координації дій виконавців, а й прогнозування змін у їх поведінці. Особливо критичними змінними в цьому контексті виступають мотивація, ефективність виконання завдань і рівень стресостійкості. Саме ці параметри, хоч і не мають безпосереднього матеріального виміру, можуть істотно вплинути на збої в проєкті, якість рішень, командну синергію та управлінську адаптивність.



Рис. 3. Типи агентних взаємодій у будівельному проєкті та їхній вплив на поведінку моделі *(розроблено автором на основі [11])*

Поведінкове моделювання у сфері управління трудовими ресурсами в будівництві базується на гіпотезі, що працівники, зокрема агенти у цифровій моделі, не є повністю раціональними. Вони приймають рішення під впливом емоцій, минулого досвіду, рівня залученості до команди та ставлення до керівництва. Відтак в модель можуть інтегруватися індикатори, які дозволяють оцінювати й прогнозувати такі стани, як вигоряння, апатія, збудження, тривожність або інтуїтивна реакція.

Щоб реалізувати ці механізми у формалізованому вигляді, до моделі впроваджуються алгоритми машинного навчання, які здатні адаптувати поведінку агентів до змінних умов, зчитуючи, аналізуючи та узагальнюючи тренди в їх діях. На перших етапах йдеться про системи, які аналізують історію рішень та визначають, за яких умов агент діє найефективніше. У перспективі такі системи навчаються прогнозувати, в якому емоційному стані знаходиться агент на основі патернів поведінки, швидкості реакцій, часу бездіяльності або навпаки — надмірної активності [14].

Механізми машинного навчання, зокрема алгоритми підкріпленого навчання (Reinforcement Learning), дають змогу моделювати адаптацію агентів через систему “винагород і покарань”. Така система в мультиагентній симуляції дозволяє агенту навчатися на основі результатів власних дій — наприклад, уникати перевантаження або змінювати підхід до взаємодії з іншими, якщо раніше обраний підхід призвів до затримки в циклі виконання.

Література

1. Дьяків С.І. Комп'ютерне моделювання соціальних систем: міждисциплінарний підхід. – Івано-Франківськ: НТБ ІФНТУНГ, 2020. – 246 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://library.nung.edu.ua/

2. Taylor M.E., Tuyls K. (ред.) Adaptive and Learning Agents. – Berlin: Springer, 2010. – 200 с. – (Lecture Notes in Computer Science; т. 5924). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.lu/lkohqf

3. Syvytskyi Y., Shevchenko V. Computer Simulation Model of the Organization at the Stage of Transformation for the Purpose of Adaptation to New Projects // CEUR Workshop Proceedings. – 2024. – Vol. 3806. – С. 1–12. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ceur-ws.org/Vol-3806/S_61_Shevchenko_Syvytskyi.pdf

4. Mintzberg H. The Structuring of Organizations: A Synthesis of the Research. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979. – 512 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://archive.org/details/structuringoforg0000mint

5. Nonaka I., Takeuchi H. The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. – New York: Oxford University Press, 1995. – 284 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://global.oup.com/academic/product/the-knowledge-creating-company-9780195092691

6. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481).

7. Боррманн А., Кеніг М., Кох К., Беєц Я. Інформаційне моделювання будівель: технологічні основи та галузева практика. – Берлін: Springer, 2018. – 584 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-92862-3

8. Sidiropoulos G., Kiourt C., Moussiades L. Metis: Multi-Agent Based Crisis Simulation System // arXiv preprint arXiv:2009.03934. – 2020. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2009.03934

9. Katiyar A., Kumar P. A Review of Internet of Things (IoT) in Construction Industry: Building a Better Future // International Journal of Advanced Computing Science and Engineering. – 2021. – Vol. 3, No. 2. – P. 65–72. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/mkunqk

10. Soleymani M., Bonyani M., Attarzadeh M. Autonomous Resource Management in Construction Companies Using Deep Reinforcement Learning Based on IoT // arXiv preprint arXiv:2208.08087. – 2022. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2208.08087

11. Канеман Д., Тверскі А. Теорія перспектив: аналіз прийняття рішень за умов ризику // Econometrica. – 1979. – Т. 47, № 2. – С. 263–291. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/bwsdhp

12. Schweitzer F., Garcia D. An Agent-Based Model of Collective Emotions in Online Communities // arXiv preprint arXiv:1006.5305. – 2010. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/1006.5305

13. 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

14. Yang B., Liu B., Han Y., Meng X., Wang Y., Yang H., Xia J. Multiagent Reinforcement Learning Enhanced Decision-making of Crew Agents During Floor Construction Process // arXiv preprint arXiv:2409.01060. – 2024. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/2409.01060

Danilov Serhii,
Doctoral Student **Stelmakh Oleksandr**, **Kryvda Kyrylo,**
Naumenko Yevhen,
Kyiv National University of Construction and Architecture

THEORETICAL FOUNDATIONS OF MULTI-AGENT MODELING IN LABOR RESOURCE MANAGEMENT SYSTEMS WITH AN EMPHASIS ON INTERDISCIPLINARY INTEGRATION AND THE BEHAVIORAL COMPONENT

The modern development of the construction industry and related sectors requires the search for new methods of labor resource management that ensure resilience, efficiency, and adaptability of systems to unpredictable challenges. Traditional models of personnel management often fail to take into account the complexity of interactions between various actors in labor relations, especially under conditions of digitalization and globalization. One of the promising directions in this context is the application of multi-agent modeling, which makes it possible to create dynamic simulations of agent behavior—whether individual employees, departments, managers, or organizations. Such modeling integrates economic, social, psychological, and technical aspects of labor resource functioning, forming an interdisciplinary approach to analyzing and forecasting processes. The use of multi-agent systems opens the possibility of gaining deeper insights into behavioral factors such as motivation levels, communication patterns, collective dynamics, and responses to managerial decisions.

Keywords: multi-agent modeling; labor resources; management; behavioral factors; digitalization; interdisciplinary integration; risks; efficiency.

REFERENCES

1. Diakiv, S.I. (2020). Computer Modeling of Social Systems: An Interdisciplinary Approach. Ivano-Frankivsk: NTB IFNTUNG. 246 p. [Electronic resource]. Access mode: https://library.nung.edu.ua/.{in Ukrainian}

2. Taylor, M.E., & Tuyls, K. (Eds.). (2010). Adaptive and Learning Agents. Berlin: Springer. 200 p. (Lecture Notes in Computer Science; Vol. 5924). [Electronic resource]. Access mode: https://surl.lu/lkohqf. {in English}

3. Syvytskyi, Y., & Shevchenko, V. (2024). Computer Simulation Model of the Organization at the Stage of Transformation for the Purpose of Adaptation to New Projects. CEUR Workshop Proceedings, 3806, 1–12. [Electronic resource]. Access mode: https://ceur-ws.org/Vol-3806/S_61_Shevchenko_Syvytskyi.pdf. {in Ukrainian}

4. Mintzberg, H. (1979). The Structuring of Organizations: A Synthesis of the Research. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. 512 p. [Electronic resource]. Access mode: https://archive.org/details/structuringoforg0000mint. {in English}

5. Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. New York: Oxford University Press. 284 p. [Electronic resource]. Access mode: https://global.oup.com/academic/product/the-knowledge-creating-company-9780195092691. {in English}

6. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Confe**rence on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481). {in English}

7. Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (2018). Building Information Modeling: Technological Foundations and Industry Practice. Berlin: Springer. 584 p. [Electronic resource]. Access mode: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-92862-3. {in English}

8. Sidiropoulos, G., Kiourt, C., & Moussiades, L. (2020). Metis: Multi-Agent Based Crisis Simulation System. arXiv preprint arXiv:2009.03934. [Electronic resource]. Access mode: https://arxiv.org/abs/2009.03934. {in English}

9. Katiyar, A., & Kumar, P. (2021). A Review of Internet of Things (IoT) in Construction Industry: Building a Better Future. International Journal of Advanced Computing Science and Engineering, 3(2), 65–72. [Electronic resource]. Access mode: https://surl.li/mkunqk. {in English}

10. Soleymani, M., Bonyani, M., & Attarzadeh, M. (2022). Autonomous Resource Management in Construction Companies Using Deep Reinforcement Learning Based on IoT. arXiv preprint arXiv:2208.08087. [Electronic resource]. Access mode: https://arxiv.org/abs/2208.08087. {in English}

11. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. Econometrica, 47(2), 263–291. [Electronic resource]. Access mode: https://surl.li/bwsdhp. {in English}

12. Schweitzer, F., & Garcia, D. (2010). An Agent-Based Model of Collective Emotions in Online Communities. arXiv preprint arXiv:1006.5305. [Electronic resource]. Access mode: https://arxiv.org/abs/1006.5305. {in English}

13. Chupryna, Kh.M., Chupryna, Yu.A., Borodavko, & Hrabchak, D.V. (2020). Structural-Cognitive Modeling of Processes of Managing the Intellectualization of Construction Enterprises. Formation of Market Relations in Ukraine, 5(228), 89–98. {in Ukrainian}

14. Yang, B., Liu, B., Han, Y., Meng, X., Wang, Y., Yang, H., & Xia, J. (2024). Multiagent Reinforcement Learning Enhanced Decision-making of Crew Agents During Floor Construction Process. arXiv preprint arXiv:2409.01060. [Electronic resource]. Access mode: https://arxiv.org/abs/2409.01060. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.122-132
УДК 330.322:69:658.012.2

Зяхор Д.О.,
zyakhor.d@gmail.com, ORCID-0009-0000-4362-8613,
докторант **Грабчак Д.В.,**
Pto563@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8623-6118,
Устинов Є.Б.,
ustinov.e.b@gmail.com, ORCID: 0009-0007-7334-345X,
Сокуров А.В.,
artemsok2005@yahoo.com, ORCID: 0009-0002-0816-3173,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ТА ІНДИКАТОРІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

У сучасних умовах соціально-економічних трансформацій питання визначення критеріїв та індикаторів ефективності реалізації будівельно-інвестиційних проєктів набуває особливої актуальності. Будівельний сектор характеризується високою капіталомісткістю, довготривалими інвестиційними циклами, багатофакторністю впливу зовнішніх і внутрішніх ризиків. Тому традиційні підходи до оцінювання, що орієнтовані переважно на фінансово-економічні показники, поступово втрачають універсальність і потребують адаптації до нових умов. В сучасному інвестиційно-будівельному середовищі ефективність має розглядатися як комплексна категорія, що охоплює фінансову віддачу, соціальний вплив, екологічну стійкість, рівень ризикованості, швидкість реалізації, інноваційність і цифрову інтегрованість. У статті доводиться, що визначення критеріїв ефективності є не лише техніко-економічним завданням, а й стратегічним процесом, що формує основу для управління ресурсами, мінімізації ризиків і досягнення сталого розвитку. Особлива увага приділена розробці індикаторів, які дозволяють кількісно оцінювати результативність проєкту та зіставляти її із заданими стратегічними орієнтирами. Зроблено акцент на важливості інтеграції сучасних цифрових технологій – BIM, ERP, Big Data, аналітичних панелей управління – у процес оцінювання ефективності, що забезпечує прозорість, точність і своєчасність прийняття рішень.

Ключові слова: критерії ефективності; індикатори; будівельно-інвестиційні проєкти; ризики; стратегічна оцінка; цифрові технології; стійкість; управління.

Постановка проблеми: Сфера будівельно-інвестиційної діяльності завжди вирізнялася високим рівнем невизначеності та ризикованості, що ускладнює обґрунтування та реалізацію стратегічних рішень. У сучасних умовах ці виклики посилюються через глобалізацію ринків, технологічні трансформації, економічну та політичну нестабільність. Класичні методи оцінювання, які зосереджуються на показниках окупності, прибутковості та рентабельності, дедалі частіше не дають комплексного уявлення про реальний рівень ефективності проєкту. З'являється потреба у створенні системи критеріїв, що враховує екологічні, соціальні та управлінські аспекти, а також рівень цифрової зрілості підприємства.

Мета статті полягає у формуванні системи критеріїв та індикаторів, які дозволяють комплексно оцінити ефективність будівельно-інвестиційних проєктів у сучасних умовах. Така система має забезпечити можливість багатовимірного аналізу, що включає фінансові, екологічні, соціальні та управлінські параметри, а також інтеграцію цифрових інструментів. Запропонований підхід має слугувати основою для прийняття стратегічних рішень, орієнтованих на сталий розвиток і підвищення конкурентоспроможності будівельних підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У науковій літературі питання оцінювання ефективності будівельно-інвестиційних проєктів досліджувалося багатьма авторами. Класичні праці присвячені фінансовим індикаторам, зокрема NPV, IRR, PI та періоду окупності, що традиційно використовуються як базові критерії для прийняття інвестиційних рішень. Однак сучасні дослідження свідчать про обмеженість таких підходів у контексті динамічних ринкових змін.

Виклад основного матеріалу: Формування критеріїв ефективності будівельно-інвестиційних проектів є фундаментальним завданням як теорії, так і практики управління інвестиційно-будівельною діяльністю. Сама суть критерію як поняття в контексті проєктного управління передбачає встановлення чітких орієнтирів, за якими можна здійснювати оцінку ступеня досягнення цілей, що поставлені у процесі планування та реалізації інвестиційного задуму. Критерії виступають своєрідними маркерами успішності або неуспішності проєкту, дозволяючи визначати рівень економічної доцільності, фінансової стійкості, соціальної значущості та екологічної безпечності здійснюваних заходів.

Перші уявлення про необхідність формування критеріїв у сфері інвестиційного управління виникли разом із становленням класичної економічної теорії. Такі мислителі як Адам Сміт та Давид Рікардо закладали основи розуміння економічної ефективності через співвідношення витрат і

вигод. Згодом у XX столітті, під впливом кейнсіанської економіки, ідеї оцінки інвестиційної доцільності набули нової ваги [1].

Класичні економічні підходи пропонували оцінювати ефективність через чисту поточну вартість (NPV), внутрішню норму прибутковості (IRR), термін окупності інвестицій (PP) та індекс прибутковості (PI) [2].

Серед сучасних вчених, які зробили вагомий внесок у розвиток теоретичних основ критеріїв оцінки ефективності, можна відзначити Роберта Каплана та Девіда Нортона, які запропонували концепцію Balanced Scorecard (BSC) — збалансованої системи показників, що дозволяє оцінювати ефективність проєкту з чотирьох перспектив: фінансової, клієнтської, внутрішніх процесів та навчання і розвитку.

Відповідно, критерії ефективності повинні відображати не лише фінансові показники для інвесторів, але й соціальну прийнятність для громад, екологічні вимоги державних органів та технологічні очікування підрядників і користувачів об'єкта [3]. Формування критеріїв ефективності будівельно-інвестиційних проектів базується на багаторівневому підході, що враховує економічні, соціальні та екологічні аспекти. Узагальнені підходи і концепції, що формують основу сучасної системи критеріїв, наведено в таблиці 1.

Зараз в оцінку ефективності активно інтегруються також концепції сталого розвитку. Поняття «зеленого будівництва», «енергоефективності», «карбонового сліду» входять до числа новітніх критеріїв ефективності, особливо в проєктах, що фінансуються за рахунок міжнародних грантів або реалізуються в країнах із високими екологічними стандартами.

Нині формування критеріїв ефективності передбачає також врахування цифрової трансформації процесів. Використання інформаційного моделювання будівель (BIM-технологій) дозволяє будувати критерії ефективності не тільки на етапі експлуатації об'єкта, а й на стадії планування і проєктування, коли можна заздалегідь оцінити майбутні витрати на експлуатацію, ремонт, утилізацію [4].

Визначення індикаторів ефективності будівельно-інвестиційних проектів є одним із найбільш відповідальних і складних завдань у сфері інвестиційного управління. Індикатори — це вимірювані характеристики, які дозволяють оцінити результативність досягнення стратегічних і тактичних цілей проекту [5].

З метою систематизації основних підходів до формування критеріїв ефективності будівельно-інвестиційних проектів нижче представлено узагальнений рисунок 1, який відображає ключові концепції та їх взаємозв’язки.

Таблиця 1.

Основні підходи та площини формування критеріїв ефективності будівельно-інвестиційних проектів *(розроблено автором на основі [3])*

Підхід / Концепція	Основні характеристики	Приклади індикаторів / критеріїв	Внесок у формування системи оцінки
Класична економічна теорія (А. Сміт, Д. Рікардо)	Оцінка через співвідношення витрат і вигод	Чиста поточна вартість (NPV), внутрішня норма прибутковості (IRR)	Заклала базові принципи економічної доцільності інвестицій
Теорія управління проєктами (після Другої світової війни)	Формалізація підходів до оцінки ефективності будівельних проєктів	Термін окупності інвестицій (PP), індекс прибутковості (PI)	Створення перших методичних основ оцінки
Сучасний мультидисциплінарний підхід	Інтеграція економічних, соціальних і екологічних факторів	Рентабельність, соціальна значущість, екологічна безпечність	Врахування комплексного впливу проєкту на середовище
Концепція Balanced Scorecard (Р. Каплан, Д. Нортон)	Оцінка проєкту з фінансової, клієнтської, процесної та навчальної перспектив	Фінансові результати, якість внутрішніх процесів, розвиток персоналу	Забезпечення збалансованого бачення ефективності
Стейкхолдерський підхід	Оцінка ефективності через призму інтересів зацікавлених сторін	Соціальна прийнятність, екологічна відповідність	Орієнтація на стійкість і суспільну підтримку проєктів

У зв'язку з ускладненням процесів оцінювання ефективності виникає потреба не лише у формуванні загальних критеріїв, але й у чіткій ідентифікації конкретних індикаторів, що дозволяють кількісно вимірювати досягнення поставлених цілей. Саме цим питанням присвячено подальший розгляд.

Питання ідентифікації індикаторів ефективності нерозривно пов’язане з поняттями результативності, продуктивності, якості процесів і підсумкової цінності створюваного активу. Першим важливим кроком у розвитку теорії ідентифікації індикаторів стало застосування концепції KPI — ключових показників ефективності (Key Performance Indicators), яка знайшла широке застосування у корпоративному менеджменті завдяки роботам Девіда Парментера. У будівельно-інвестиційних проектах KPI дозволяють вимірювати не лише фінансові результати, а й часові параметри, якість виконання робіт, рівень ризику, задоволеність стейкхолдерів та ступінь інноваційності процесів.

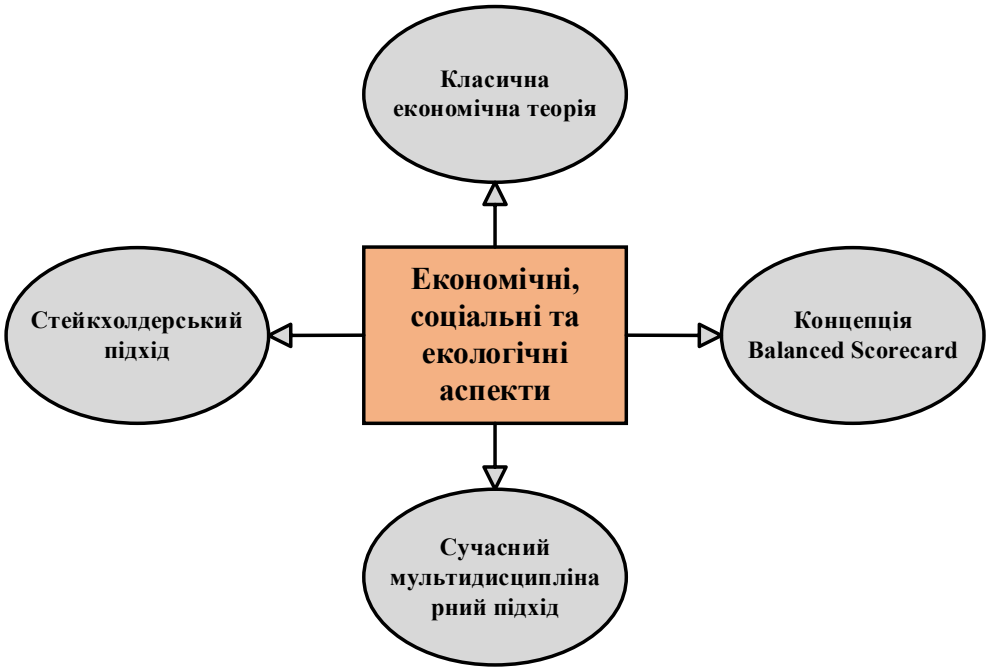


Рис. 1. Основні підходи до формування критеріїв ефективності будівельно-інвестиційних проектів *(розроблено авторами на основі [4])*

Вибір інструментів для ідентифікації індикаторів ефективності базується на кількох базових методиках, що застосовуються в залежності від цілей оцінки, специфіки проєкту та стадії його реалізації. Для наочної ілюстрації основних підходів, що сформували базу критеріїв ефективності будівельно-інвестиційних проектів, нижче представлено рисунок 2, який відображає їхню роль і значущість у сучасній системі оцінювання.

Нинішні методики також активно залучають інструменти багатокритеріальної оптимізації. Серед них варто виділити метод аналітичної ієрархії (AHP), розроблений Томасом Сааті. Цей метод дозволяє структурувати процес вибору індикаторів шляхом побудови ієрархії цілей, критеріїв та альтернатив і проведення парних порівнянь між ними.

Важливим інструментом ідентифікації індикаторів стають також методики FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) та PEST-аналізу. Метод FMEA дозволяє виявити потенційні збої у реалізації проєкту на ранніх стадіях і сформувати відповідні індикатори ризику, що будуть відстежуватися протягом виконання робіт. PEST-аналіз (політичний, економічний, соціальний, технологічний) допомагає формувати макроекономічні та соціальні індикатори, які відображають зовнішні ризики, що можуть вплинути на реалізацію проекту [7]. Ідентифікація індикаторів ефективності будівельно-інвестиційних проектів здійснюється із застосуванням різноманітних концепцій та методик, які забезпечують комплексний підхід до оцінки результативності проектів. Основні підходи та інструменти систематизовано у таблиці 2.

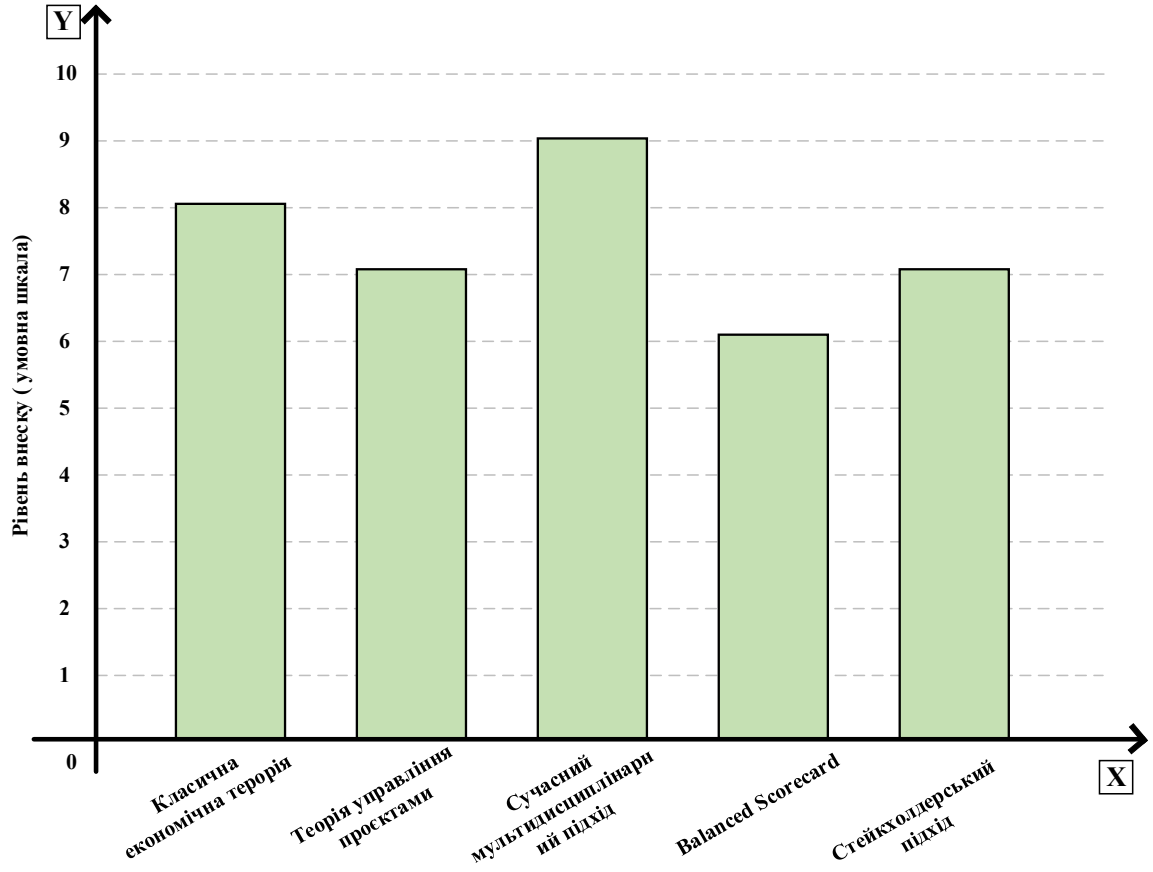


Рис. 2. Основні підходи до формування критеріїв ефективності будівельно-інвестиційних проектів *(розроблено авторами на основі [6])*

У теоретичному контексті важливо звернути увагу на те, що індикатори ефективності не є стабільною константою протягом усього життєвого циклу проекту. На різних стадіях — планування, проєктування, будівництва, експлуатації — змінюється як актуальність окремих індикаторів, так і їх пріоритетність. Наприклад, на стадії планування ключовими будуть індикатори фінансової життєздатності проєкту, тоді як на стадії будівництва на перший план виходять терміни виконання робіт і якість реалізації.

Серед підходів до ідентифікації індикаторів дедалі більшої популярності набувають методики Data-Driven Decision Making (DDDM), що базуються на аналізі великих масивів даних (Big Data). Ідентифікація індикаторів також тісно пов'язана з побудовою так званих «дерев показників» (Indicator Trees), що є ієрархічною структурою, де верхні рівні відображають загальні цілі проєкту, а нижчі — конкретизовані вимірювані індикатори [8].

Будівельно-інвестиційна діяльність у XXI столітті опинилася в епіцентрі глибинних змін, спричинених трансформаційними процесами в економіці, технологіях, суспільстві та екологічній сфері. Ці зміни безпосередньо вплинули на способи оцінки ефективності проектів, зумовивши необхідність перегляду

традиційних критеріїв і створення нових, більш гнучких систем індикаторів. Виявлення сучасних викликів і факторів, що визначають ефективність будівельно-інвестиційних проектів, стало актуальним завданням як для науковців, так і для практиків інвестиційного менеджменту.

Таблиця 2.

Основні підходи та інструменти ідентифікації індикаторів ефективності будівельно-інвестиційних проектів *(розроблено авторами на основі [7])*

Підхід	**Характеристика**	**Приклади застосування**
KPI	Ключові фінансові, часові та якісні показники	Контроль витрат, термінів, якості
SMART	Індикатори за принципами конкретності й вимірюваності	Цільові показники на етапі планування
BSC	Баланс фінансової, клієнтської, процесної та навчальної перспектив	Комплексна оцінка ефективності
AHP	Ієрархія та пріоритетність індикаторів	Вибір ключових критеріїв у складних проектах
FMEA	Виявлення потенційних збоїв та ризиків	Запобігання критичним відхиленням
PEST	Макрочинники: політика, економіка, суспільство, технології	Вплив зовнішнього середовища

Одним із ключових викликів сучасності є підвищена турбулентність економічного середовища. Глобальні фінансові кризи, пандемічні виклики, нестабільність валютних курсів та інфляційні хвилі суттєво підвищують ризики реалізації інвестиційних проектів [9].

Другим важливим чинником є цифровізація економіки та будівельної галузі зокрема. Впровадження інформаційного моделювання будівель (BIM), використання інтелектуальних систем управління будівельними процесами, автоматизація кошторисного планування та моніторингу проектів призводить до зміни структури критеріїв оцінки ефективності.

Іншим суттєвим викликом є зміна очікувань стейкхолдерів. Якщо раніше основною метою інвестора було отримання прибутку, то сьогодні все більше уваги приділяється довгостроковій цінності проєкту для суспільства, відповідності корпоративним цінностям, іміджу компанії. Особливу роль у зміні критеріїв відіграє зростаюча регуляторна складність. Уряди багатьох країн вводять все жорсткіші вимоги до будівництва, включаючи обмеження на забудову територій, стандарти енергоефективності, вимоги щодо доступності об'єктів для людей з інвалідністю [10]. Сучасні виклики та фактори трансформації будівельно-інвестиційних проектів зумовили необхідність адаптації систем оцінки ефективності.

Загальним трендом стає необхідність інтеграції динамічних критеріїв у системи оцінки. Відхід від статичних моделей, які оцінюють ефективність лише на момент затвердження проекту, означає перехід до систем постійного моніторингу на основі фактичних даних [11]. На рисунку 3 наведено основні підходи та інструменти, що застосовуються в сучасній практиці.

Додатково слід звернути увагу на важливість адаптивності критеріїв до змін зовнішнього середовища. В умовах швидкої зміни технологій, соціальних пріоритетів, економічних трендів проекти мають можливість переформатовувати свої цілі та стратегії реалізації.

Особливо слід підкреслити вплив пандемічних та постпандемічних змін. COVID-19 радикально змінив підходи до планування просторів, пріоритети у будівництві офісів, житлових комплексів, медичних установ. Показники ефективності стали враховувати нові критерії: безпека простору, гнучкість планувальних рішень, можливість трансформації приміщень під різні потреби.



Рис. 3. Основні підходи та інструменти ідентифікації індикаторів ефективності будівельно-інвестиційних проектів *(розроблено авторами на основі [11])*

Ще одним важливим викликом є зростання ролі енергетичної незалежності та сталого використання ресурсів у будівельно-інвестиційних проектах. В умовах зростання цін на енергоресурси, а також потреби у зменшенні вуглецевого сліду, критерії ефективності дедалі частіше включають

такі індикатори, як рівень енергетичної автономії об'єкта, ефективність використання відновлюваних джерел енергії, вуглецевий баланс будівлі протягом її життєвого циклу [12].

Література

1. Петренко В.М. Інвестиційне забезпечення розвитку будівельної галузі в Україні. – Київ: НАУ, 2021. – 312 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/51635

2. Petryk, O., Ganushchak-Efimenko, L., Samborskyi, O. (2020). Multi-criteria approach to evaluating the economic efficiency of investment projects. Journal of Project Management, 6(1), 94–102. Режим доступу: https://www.growingscience.com/jpm/Vol6/jpm_2021_1.pdf

3. Гавриш О.А., Кузнєцова К.О., Мельникова В.А. Ризик-менеджмент будівельних підприємств проектоорієнтованого типу: монографія. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 211 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surli.cc/zqflwk

4. 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

5. Тема 10. Інвестиційний проект та критерії його ефективності. – Луцьк: Луцький національний технічний університет. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surli.cc/akbppq

6. Критерії оцінки ефективності інвестиційних проектів. – Житомир: Житомирський державний технологічний університет. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://learn.ztu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=231169

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. Waite, R. Data-Driven Decision Making: Leveraging Big Data for Business Success Режим доступу: https://surl.li/gzyvpa

9. Рижакова Г.А. Сучасні інструменти та програмні продукти для управління будівельними організаціями в умовах трансформації систем оперативного управління // ResearchGate. – 2023. – Режим доступу: https://surl.li/thqgxs

10. 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.

11. Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity – McKinsey Global Institute. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/ecjoqd

12. Sadeghi, S. (2024). Enhancing Project Performance Forecasting using Machine Learning Techniques. arXiv preprint arXiv:2411.17914. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.lt/cidzmz

Zyakhor Dmitry,
Doctoral Student **Hrabchak Dmytro,**
Ustinov Yevhen, Sokurov Artem,
Kyiv National University of Construction and Architecture

DETERMINATION OF CRITERIA AND INDICATORS FOR THE EFFECTIVENESS OF CONSTRUCTION AND INVESTMENT PROJECTS UNDER MODERN CONDITIONS

In the current context of socio-economic transformations, the issue of determining the criteria and indicators of effectiveness in the implementation of construction and investment projects has become particularly relevant. The construction sector is characterized by high capital intensity, long investment cycles, and the multifactorial influence of external and internal risks. Therefore, traditional evaluation approaches, primarily focused on financial and economic indicators, are gradually losing their universality and require adaptation to new conditions. In today's investment and construction environment, effectiveness should be viewed as a complex category encompassing financial returns, social impact, environmental sustainability, risk exposure, implementation speed, innovativeness, and digital integration. The article argues that defining effectiveness criteria is not only a techno-economic task but also a strategic process that forms the basis for resource management, risk minimization, and sustainable development. Special attention is given to the development of indicators that allow for the quantitative assessment of project performance and its alignment with predetermined strategic objectives. Emphasis is placed on the importance of integrating modern digital technologies—BIM, ERP, Big Data, and analytical management dashboards—into the evaluation process, which ensures transparency, accuracy, and timeliness in decision-making.

Keywords: effectiveness criteria; indicators; construction and investment projects; risks; strategic evaluation; digital technologies; sustainability; management.

REFERENCES

1. Petrenko, V.M. Investment Support for the Development of the Construction Industry in Ukraine. Kyiv: NAU, 2021. – 312 p. [Electronic resource]. – Access mode: http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/51635. {in Ukrainian}

2. Petryk, O., Ganushchak-Efimenko, L., & Samborskyi, O. (2020). Multi-criteria approach to evaluating the economic efficiency of investment projects. Journal of Project Management, 6(1), 94–102. Access: https://www.growingscience.com/jpm/Vol6/jpm_2021_1.pdf. {in English}

3. Havrysh, O.A., Kuznietsova, K.O., & Melnykova, V.A. Risk Management of Project-Oriented Construction Enterprises: Monograph. Kyiv: Igor Sikorsky KPI, 2023. – 211 p. [Electronic resource]. – Access mode: https://surli.cc/zqflwk. {in Ukrainian}

4. Chupryna, Kh.M., Chupryna, Yu.A., Borodavko, M.V., & Hrabchak, D.V. Structural-cognitive modeling of management processes for the intellectualization of construction enterprises. Formation of Market Relations in Ukraine, 2020, No. 5 (228), pp. 89–98. {in Ukrainian}

5. Topic 10. Investment Project and Criteria of its Efficiency. Lutsk: Lutsk National Technical University. [Electronic resource]. – Access mode: https://surli.cc/akbppq. {in Ukrainian}

6. Criteria for Evaluating the Effectiveness of Investment Projects. Zhytomyr: Zhytomyr State Technological University. [Electronic resource]. – Access mode: https://learn.ztu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=231169. {in Ukrainian}

7. Chupryna, Yu.A., Fedorova, Ya., Ryzhakova, H., Petrenko, H., Hrynenko, I., & Nikolaieva, M. 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. Kyiv: KNUCA. {in Ukrainian}

8. Waite, R. Data-Driven Decision Making: Leveraging Big Data for Business Success. Access: https://surl.li/gzyvpa. {in English}

9. Ryzhakova, H.A. Modern tools and software for managing construction organizations under the transformation of operational management systems. ResearchGate, 2023. – Access: https://surl.li/thqgxs. {in Ukrainian}

10. Fedorova, Ya., Petrenko, H., Hrynenko, I., Ryzhakova, H., Chupryna, Yu., & Nikolaieva, M. (2021). Methodological and analytical components and basic functionalities of enterprise management in the modern system of construction development. Management of Complex Systems Development, (47), 130–137. {in Ukrainian}

11. Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. McKinsey Global Institute. [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/ecjoqd. {in English}

12. Sadeghi, S. (2024). Enhancing Project Performance Forecasting using Machine Learning Techniques. arXiv preprint arXiv:2411.17914. [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.lt/cidzmz. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.133-147
УДК: 711

Куліков О.П.,
elskrinka@ukr.net, ORCID:0000-0002-9856-4431,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ ІСТОРИЧНИХ ВИТОКІВ МІСТА ОДЕСА ТА ЙОГО МІСТОБУДІВНОЇ КОНЦЕПЦІЇ

Метою даного дослідження є вивчення окремих історичних аспектів розвитку міста Одеси, його містобудівних планів, розроблених наприкінці XVIII – початку XIX століть, аналіз культурних зв'язків міста із стародавніми поселеннями, що допоможе глибше зрозуміти значення Одеси, її історії, культурного та архітектурного спадку для людства. У 2023 році історичний центр міста Одеси був включений до реєстру об'єктів всесвітньої культурної спадщини ЮНЕСКО і став новим об'єктом, що репрезентує Україну у всесвітній колекції унікальних витворів і досягнень людства. Зважаючи на високу значимість рішення про визнання історичного центру Одеси об'єктом міжнародної охорони, важливим завданням для України та міжнародної спільноти є збереження його унікального середовища від фізичного та культурного знищення, яке розпочалося російською федерацією у 2022 році внаслідок збройної агресії.

В межах вивчення окремих аспектів історії розвитку міста в статті досліджуються передумови його створення, аналізується так званий «грецький слід», якій можна помітити в багатьох атрибутах міста, згадуються головні історичні фігури, у тому числі архітектори та інженери, які зробили важливий внесок у створення та розвиток міста, його планування, аналізуються особливості містобудівної моделі Одеси, яка була використана для побудови міського середовища. В статті додатково здійснюється аналіз підходів до міської забудови деяких грецьких ранніх поселень (V ст.до н.е. – IV ст. до н.е.), проводиться порівняльний аналіз їх містобудівних планів з аналогічними планами Одеси.

Зазначений аналіз дозволить підкреслити приналежність міста Одеси до важливої частини культурної спадщини світу, виявити архітектурний зв'язок який існує між античними грецькими містами, містами Європи, Азії та Південної Америки із молодим у історичному сенсі містом Одеса, внаслідок чого історія цієї частини України обґрунтовано розглядатиметься як невід'ємна частина культурного надбання усього людства.

Ключові слова: всесвітня культурна спадщина; ЮНЕСКО; містобудівні моделі; історичний центр Одеси; типи забудови міст; регулярна забудова; історія Одеси; генеральний план; гіпподамова сітка

Постановка проблеми

У 2023 році відбулася важлива подія для української культурної історії. Місто Одеса, зокрема його центральну історичну частину, було включено до переліку об’єктів всесвітньої культурної спадщини [1]. Таким чином, загальний перелік об’єктів від України, що охороняється міжнародним законодавством про культурну спадщину, було збільшено до восьми - унікальних у духовному, культурно-історичному та природному плані - пам’яток. У тому числі, цей перелік включав такі неповторні об’єкти (архітектури, містобудування, ландшафтної інженерії та біологічного різноманіття) як: Собор святої Софії, Києво-Печерська лавра, ансамбль історичного центру Львову, Геодезична дуга Струве, первісні букові ліси Карпат та інших регіонів Європи, резиденція митрополитів Буковини та Далмації, дерев'яні церкви карпатського регіону в Польщі та Україні, стародавнє місто Херсонес Таврійський і його хора, і власне сам історичний центр Одеси.

Даний факт змушує з більшою увагою віднестися до історії створення Одеси - цього без перебільшення колоритного в історичному і культурному сенсі міста. Найбільший інтерес в рамках дослідження представляє вивчення концепцій та містобудівних моделей, які були використані наприкінці XVIII початку XIX століття – тобто на перших етапах розвитку міста під час проектування та забудови його територій. Не менш корисним буде знайти витоки і дослідити аналоги використаних містобудівних концепцій через дослідження планувальних схем інших більш ранніх історичних міст. Аналіз цієї інформації надасть змогу сформувати загальний містобудівний портрет історичного центру міста Одеси як важливого та унікального об’єкту культурної спадщини ЮНЕСКО, підтвердити законність його місця у структурі об’єктів найбільш відомих та значущих досягнень людства і сформувати відповідне дбайливе відношення до міста на рівні держави, місцевих громад і окремих громадян.

Основна частина

Питаннями дослідження історії Одеси, у т.ч. питаннями історії розвитку міста, його розбудови, займалися чимало вітчизняних вчених, серед яких варто згадати таких як Гончарук Т.Г., Гуцалюк С.Б., Бобровський Т.А, Вечерський В.В., Дьомін М.М., Сердюк О.М., Сапожніков І.В., Спожнікова Г.В., Тимофієнко В.І. Їх праці, наукові статті, монографії та навчальні матеріали

являють міцний фундамент для науковців і дослідників, які хочуть глибше познайомитися з містом.

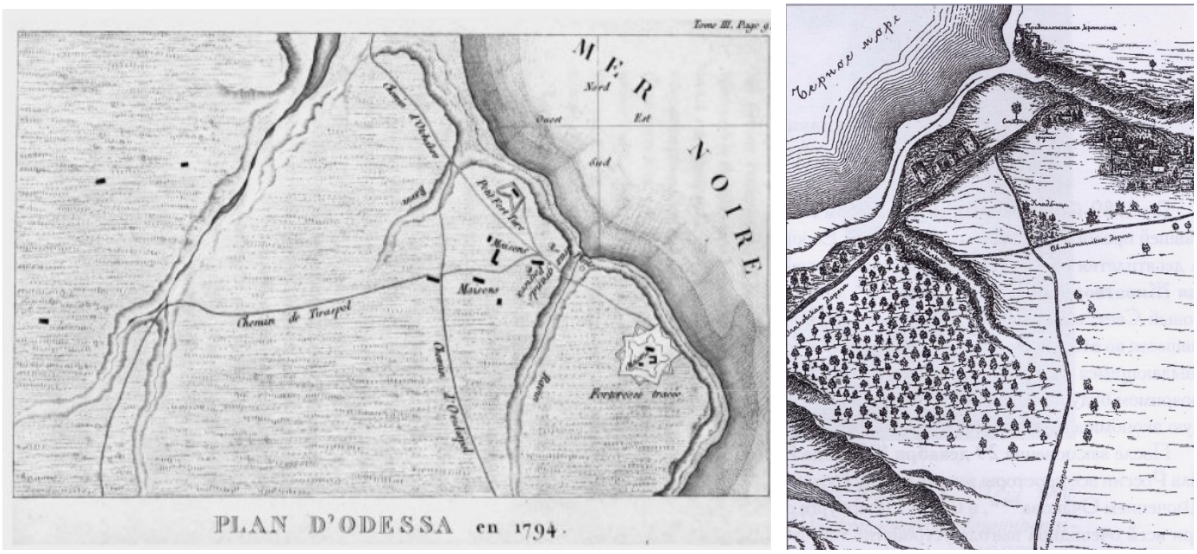


Рис. 1. Карти місцевості навколо поселення Хаджибей.

Перший проект плану міста Одеса був розроблений голландським військовим інженером, фортифікатором та містобудівником Франсуа Сент Де Воланом (фр. François Sainte de Wollant, в українському варіанті можлива транслітерація ім'я також як Франц) [2]. Ця постать відіграла важливу роль у проектуванні планів територій багатьох українських міст, адже Ф. Де Волан був залучений до розроблення генеральних планів та фортифікаційних ліній таких міст на півдні України як Миколаїв, Вознесенськ, Овідіополь [2]. Він народився 20 вересня 1752 року у портовому місті Антверпен, яке на той час належало Нідерландам. Зараз це місто є одним із найбільших портів Європи і належить Бельгії. Ймовірно, що особливості географічного розташування Антверпена, у гирлі річки Шельда, до певної міри визначили у подальшому навички Ф. Де Волана у плануванні і фортифікації саме портових міст, до яких у тому числі відносилися міста Одеса і Миколаїв. Робота з містобудівним планом Одеси була не першим великим проектом Ф. Де Волана. До цього часу він вже відбувся як досвідчених інженерний фахівець. До 1787 року, коли почалася служба Ф. Де Волана у російській армії, він займався топографічними дослідженнями і складанням мап у Голандській Гвіані. Він також був долучений до роботи із складання атласу південно-східній частині Голландії [3]. Таким чином, навички картографії були використані військовим інженером і під час проектування Одеси.

Перша карта (проектний план) Одеси як нового міста, яке складалося із 48 кварталів, була розроблена Ф. Де Воланом у 1794 році (рис. 1) [2]. На малюнку представлений проектний план міста із старою назвою поселення Хаджибей –

до того як його було перейменовано наказом імператриці Катерини II в рамках так званого «грецького проекту». Ідея «грецького проекту» полягала у бажанні позбавитися від турецького впливу і спадку на нових відвойованих у Османської імперії територіях. Для цього серед інших заходів реалізовувалася концепція присвоєння південним містам та поселенням Причорномор'я і Криму нових грецьких назв. Зокрема, нові назви отримали поселення Овідіополь (турецька назва Аджидер або Хаджидере), Севастополь (кримськотатарська назва Ахтіяр), Сімферополь (кримськотатарська назва Акмесджит) тощо [2]. Цей же підхід був використаний і у випадку зміни назви поселення Хаджибей на Одеса.

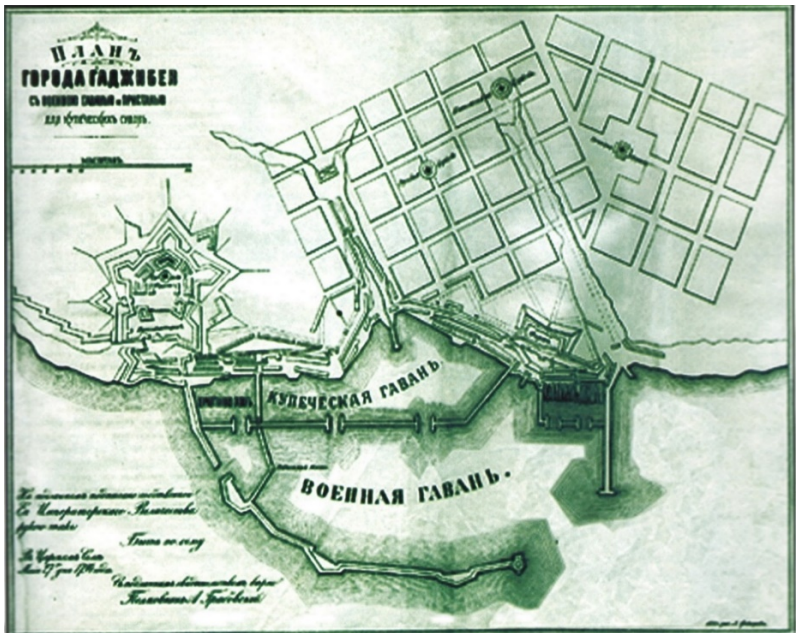


Рис. 2. Проектний план міста Хаджибея 1794 р. Інженер Ф. Де Волан.

Історичні аспекти заснування міста

Одним з результатів російсько-турецької війни 1787—1791 років , в ході якої вирішувалося питання, яка з імперій російська чи Османська будуть контролювати Північне Причорномор'я і Кавказ, стало захоплення турецького фортифікованого поселення Хаджибей, розташованого на березі Чорного моря. З історії відомо, що ще задовго до будівництва турками фортифікаційних споруд на цій території існувало литовське поселення Кочубей (в історичних документах зустрічаються також такі назви цього поселення як Коцюбей, Гаджибей, Хаджибей, Аджибей), згадка про яке датується 1415 роком. Існує також думка про татарське походження цього містечка. У цій теорії походження його назва пов'язана із ім'ям татарського хана Качибей, який у 1362 році брав участь у битві під Синіми водами з українсько-білорусько-литовським військом [4]. Після литовського етапу історії - у період з середини XV до кінця XVIII століття це портове поселення було під владою кримських

татар і турків. І лише у 1789 році було відвойоване в Османської імперії. Завоювання фортеці було здійснено авангардом російської армії, яка в значній мірі складалася з українських козаків, під командуванням італійського військового керівника генерал-майора Хосе Де Рібаса (ісп. José de Ribas у Boyons, в українському варіанті можлива транслітерація ім'я також як Йосип або Йосиф) [5]. Варто зазначити, що це був не перший штурм українськими козаками цього укріпленого замку, який в силу зручного розташування на морському узбережжі виконував транзитні і торгові функції (Хаджибей за турецьких часів був центром соляної торгівлі) [5]. В період першої та другої російсько-турецьких війн і в більш ранні періоди козаки мали вдалі і невдалі спроби захоплення поселення і побудованої пізніше у ньому фортеці «Ені-Дунья» [4]. Однак, саме 14 вересня 1789 року була зроблена фінальна вдала спроба захоплення Хаджибейського замку – з цього часу територія Хаджибею вже не переходила під владу турків і для неї було визначено інший історичний шлях. Поряд з цим, новий шлях зберіг суть містечка Хаджибей як порту і торгового поселення, яке існувало впродовж попередніх століть.

В суспільстві й досі лишається поширеною російською пропагандою думка про заснування міста Одеси російською імператрицею Катериною ІІ. Така точка зору є занадто спрощеним трактуванням історії міста, адже поселення на цій місцевості існувало задовго до імператорського рескрипту і було б помилковим викреслювати її з автобіографії міста. В той же час, неправильно заперечувати, що рескрипт Катерини ІІ, адресований військовому начальнику Х. Де Рібасу, розпочав новий активний етап розвитку в історії міста.

У рескрипті Катерини ІІ «про заснування Одеси» від 27 травня 1794 року зазначалося, що в місті Хаджебей з урахуванням його вигідного положення на березі Чорного моря необхідно улаштувати військову гавань поряд з купецьким портом, через який могли б вільно курсувати не лише військовий і торговий флот імперії, а також й іноземні торгові суда [5]. На першому етапі для будівництва гавані було виділено 26,000 рублів та дозволено використовувати для її насипі частину матеріалів, які раніше були заплановані для фортифікації міста Очаків. Також передписувалося, що до будівництва військової гавані мала залучатися праця грецьких моряків [5]. Для допомоги у реалізації цього задуму в частині містобудівних планувань та креслень Х. Де Рібасу було надано інженерного підполковника Ф. Де Волана, який до цього часу встиг розробити план міста-пристані і гавані Хаджебей і представити його на погодження Катерині ІІ. План міста був погоджений.

Ф. Де Волан активно працював над першими містобудівними планами Одеси. Інтенсивність його роботи над проектом міста можуть підтвердити чисельні ітерації варіантів цих планів. Його погляди на те, як має виглядати

місто проходили швидку еволюцію. Впродовж одного 1794 року було напрацьовано кілька різних планів міста – якщо в першій половині 1794 року місто розглядалося як територія розрахована на забудову із 48 кварталами, то вже у серпні цього ж року перспективний план міста включав майже в півтора рази більше кварталів - 62 квартали [2].

Особливість планувальної структури Одеси, запропонованої Ф. Де Воланом, значною мірою пов'язувалася із пріоритетами, які виділялись у функціональному призначенні міста, особливо у його перший післявоєнний період. Так, відповідно до рескрипту Катерини ІІ місто повинно було слугувати оборонним портом – військовою базою для Середземноморської веслової флотилії. Внаслідок цього перші креслення міста зображують його як поселення для грецьких матросів, моряків Чорноморської козацької команди, арнаутських (албанських) моряків, містять креслення основної фортеці, адміралтейства біля малого форту, казарм та цивільної житлової забудови. А з огляду на мультикультурність населення в планах міста передбачається будівництво кількох релігійних храмів, у тому числі великої грецької церкви, православної та католицької церков. Також планувалося звести мусульманську мечеть, враховуючи те, що моряки-арнаути сповідували іслам.

В той же час, у перших кресленнях міста залишалася поза належною увагою необхідність планування торгової інфраструктури, яка безумовно повинна була враховуватися в концепції його розвитку з огляду на статус торговельного порту. Поряд з цим, поступове зростання значення Одеси як морського торгового центру та особлива відчутність його ролі як транзитного вузла під час континентальної блокади Англії в період Наполеонових війн змушували архітекторів міста більше уваги приділяти питанням як планування морської торгової інфраструктури (у т.ч. розвитку гаваней, товарних портів, верфів, будівництву складських і торгових приміщень, ринків і базарів) так і формувати культурні центри, одним з яким мав стати Одеський театр [2]. У кресленнях іншого інженера, який активно працював над містобудівними планами Одеси Є. Ферстера, датованих початком XIX століття, вже виділені зони і архітектурні об'єкти торговельного і культурного призначення. З рештою саме торгівля як різновид ділової активності міста у подальшому сформувала основу для розвитку його економічної міці і суттєво зросла у період дії пільгового торгового режиму «Порто-франко» («Porto Franco» з італійського – вільна гавань). Статус вільного порту було надано місту розпорядженням російського імператора Олександра І у 1817 році (хоча фактично пільговий режим почав діяти на два роки пізніше). Митні привілеї, пов'язані із цим статусом діяли в Одесі на протязі чотирьох десятиліть до 1858 року [6]. Вони

також сприяли швидкому збільшенню чисельності населення міста, яке у другій половині XIX століття було третім за чисельністю серед міст імперії.

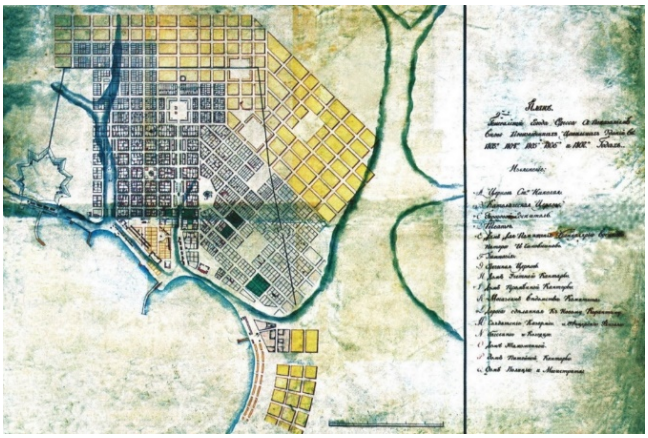


Рис. 3. План міста Одеса 1807 р. Інженер Е. Ферстер

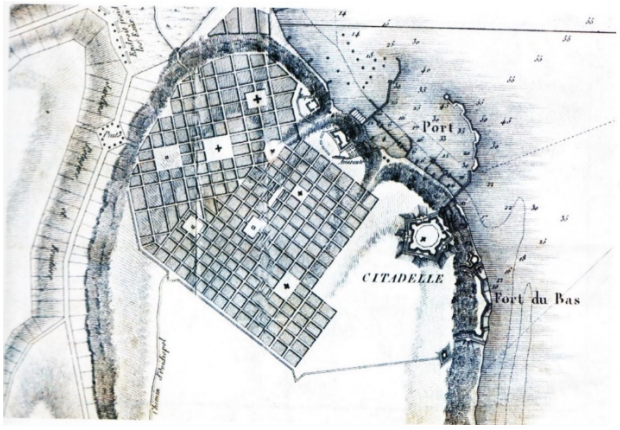


Рис. 4. Фрагмент плану міста Одеса 1809 р.

Особливості планувальної структури міста Одеса

Аналіз історії створення та розвитку міст дозволяє автору дійти думки про те, що існують дві основні концепції розвитку міста: концепція «евлюційного» розвитку («органічного» або «стихійного») міста та концепція «цивілізаційного» розвитку («спланованого») міста.

Перша концепція полягає у думці про те, що міста створюються і зростають навколо раніше сформованих економічних, військових, релігійних та інших соціальних центрів. Прикладами цієї концепції розвитку міста можуть бути композиційні схеми таких міст як Афіни (його історична частина), Париж, Рим, Дамаск (рис.3), та ряду інших історичних поселень, які розвивалися поступово і органічно, без попереднього планування – підкорюючись та рухаючись за домінуючими в певний період часу ідеями, концепціями, символами та віруваннями, які визначали характер розвитку поселення і особливості композиції його забудови.

У стародавні часи концентрація населення міст починалася навколо умовних соціальних центрів тяжіння і такі поселення, міста стихійно розросталися за рахунок припливу нового населення в пошуках колективного захисту, більш легкого доступу для ведення торгівлі, комунакацій тощо. Нові будинки добудовувалися хаотично без наявності попередньо визначеної схеми міста. Таке будівництво здебільшого залежало від можливостей, які надавалися рельєфом місцевості, місцевими традиціями і правилами. Для прикладу в ранній грецькій містобудівній концепції найбільш поширеними місцями, які приваблювали нових мешканців, були акрополь, агора, стадіон, театр, булевтерій, які виступали центрами соціальної (релігійної, культурної, торгової

та ділової) активності міста. Поселення та стародавні міста, що виникали на основі «еволюційної» концепції, для якої не було характерним впорядкування системи міських вулиць та міської забудови, були першою композиційною схемою поселень в історії містобудування. До числа таких історичних поселень можна віднести міста стародавнього двуріччя Кіш (рис.4), Ур (рис.5), Етнуна (III тисячоліття до н.е.).

Для більш точного розуміння етапів розвитку містобудівних прийомів необхідно відмітити, що спонтанна забудова міст була притаманна не лише для поселень ранніх періодів людства. Відомо чимало випадків, коли в епоху середньовіччя і у більш пізні часи активної урбанізації, зокрема в індустріальну епоху, хаотична забудова продовжувалась навколо вже спланованих або частково спланованих міських просторів і центрів, що було зумовлено швидким розростанням міст, приєднанням навколишніх поселень, які вже встигли утворитися поруч, але в просторовій концепції яких не використовувалися планувальні схеми (прикладом слугують індустріальні часи розвитку міських кварталів Парижа та Лондону).

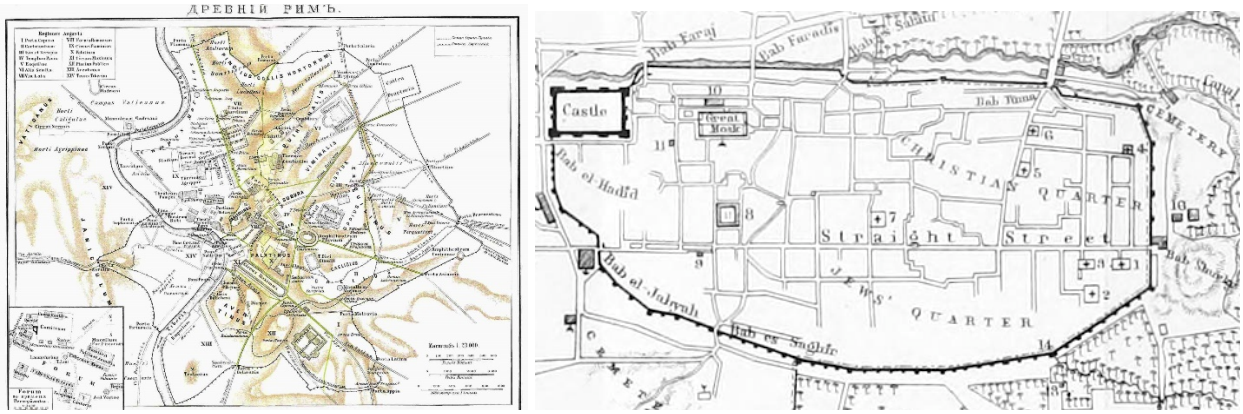


Рис. 5. План древнього Риму та Дамаска з нерегулярною забудовою міста

Концепція «цивілізаційного» («спланованого» або «осмисленого») міста на відміну від концепції «еволюційного» міста передбачала розвиток території за заздалегідь спланованим архітектурним сценарієм, планом або кресленням. Вона передбачала поділ міського простору на відповідні зони згідно з їх функціональним призначенням та характерними взаємозв'язками. Такі урбаністичні утворення вирізняються високим рівнем організації міських територій, гарним врахуванням основних містоутворюючих чинників, таких як рельєф місцевості, наявність соціальних центрів, демографія, наявність водних біологічних ресурсів, особливості клімату, характер торгових і виробничих зв'язків, напрямки і завантаженість шляхів сполучень тощо. Крім того, в планувальній структурі міста була присутня також й естетична складова [7].

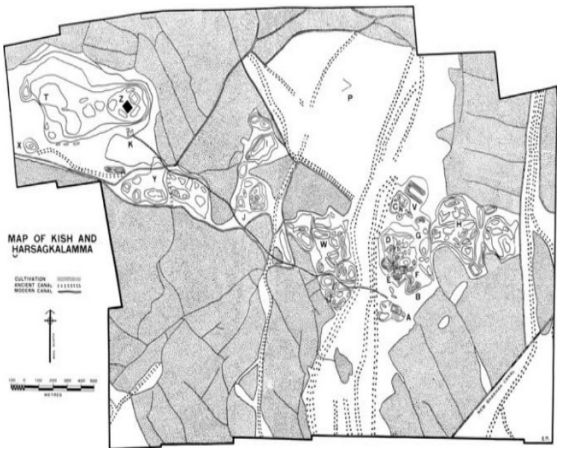


Рис. 6. План стародавнього міста Кіш (південна Месапотамія) з довільною забудовою



Рис. 7. План стародавнього міста Ур (південна Месапотамія) з палацами, храмовим комплексом та нерегулярною забудовою житлових кварталів (24,25)

(Новий генеральний план Ура (склав Ф. Гіо): 1.Міські стіни, 2. Північний гавані, 3. Палац Еннігалді-Нанни, 4. Гаванний храм, 5. Будинки на міських стінах, 6. Касситський форт, 7. Огорожа Священної зони у нео-Вавилонський період, 8. Огорожа Священної зони під час 3-ї династії, 9. Суд Нанна, 10. Етменнігурі, 11. Зігурат, 12. Храм Нанна, 13. Корабельна Святилище, 14. Храм Нінгал, 15. Гипарку, 16. Едубламакх, 17. Ганунмакх, 18. Ехурсаг, 19. Мавзолеї 3-ї династії, 20. Королівські могили, 21. Храм Німінтаба, 22. Будинки (район EM), 23. Західна гавані, 24. Будинки (район AX), 25. Нео-Вавилонські будинки, 26. Храм Енкі)

В теорії містобудування розрізняють п’ять основних типів планувальних схем міста – радіальна, радіально-кільцева, регулярна, лінійна та поліцентрична [8]. Кожна із перерахованих вище схем в тій чи іншій мірі використовувалася під час планування і розвитку різних міст по всьому світу. В той же час, з усієї їх кількості для цієї статті особливий інтерес представлятиме регулярна схема забудови міста. Адже саме цей тип міської забудови найбільше відповідає планувальній схемі Одеси наприкінці XVIII – початку XIX століть – її історичного центру.

Цікаво, що перші «цивілізаційні» міста з регулярною композиційною (осмисленною) структурою виникли також дуже давно. Датою свого

історичного народження, підтверджених першими згадками та археологічними розкопками, вони не значно поступатися «еволюційним» містам з хаотичною забудовою.

Найбільш впізнаваними та відомими зразками планової регулярної забудови були грецькі міста Мілет, Олінф, Приєна та Родос – період створення та розвитку датований починаючи від VI-IV ст. до н.е.

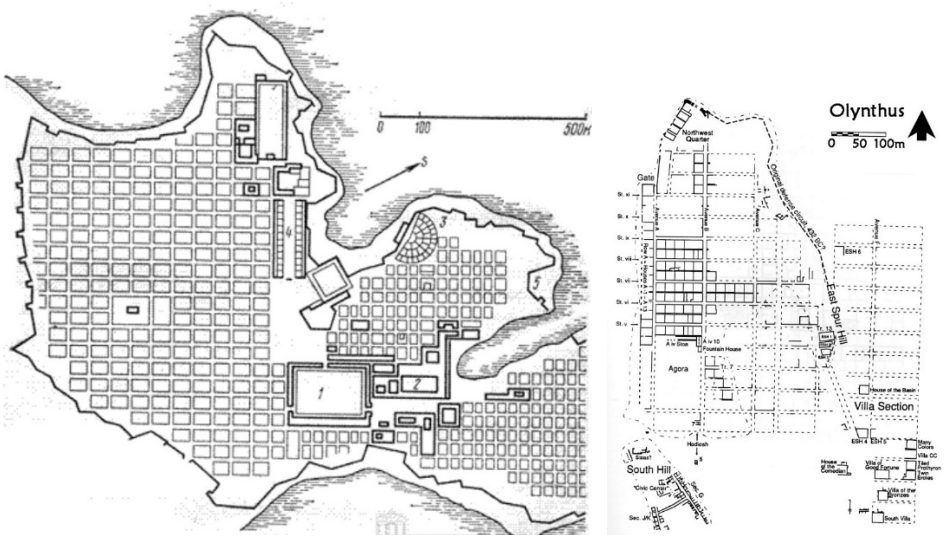


Рис. 8. План древньогрецького міста Мілет (зліва) та Олінф (справа, фото запозичене у N. Cahill, 1999) з регулярною сіткою забудови

Згадуючи історичний час існування цих міст зазначимо, що приклади геометричних прийомів в поділі міських територій, планування та виділення в структурі міста його основних центрів тяжіння (релігійних храмів та палаців) зустрічалися і раніше, зокрема в VII-VI ст. до н.е. і навіть раніше. Так, Дідик В.В. зазначає, що «В Єгипті і Дворіччі (Межиріччі) ще за 20 віків до н.е. існували живописно сплановані і регулярні міста з геометрично правильною мережею вулиць і яскраво вираженими міськими центрами, що включали палацові і храмові комплекси» [9]. Також, ще у древньому Вавилоні, коли місто налічувало близько 200 тис. мешканців, вже були використані перші прийоми централізованого планування міської території. Проте основною відмінною рисою правильної регулярної забудови зазначених грецьких міст-колоній від більш ранніх поселень було не лише геометричне планування соціальних центрів тяжіння, але й геометрично побудоване розділення територій житлової забудови на квартали з однаковими земельними наділами, що вказувало на інший – більш високий рівень містобудівної думки [10].

Правильна геометрична структура забудови міських територій грецьких поселень була пізніше поширена на багатьох континентах. В силу запозичень та розвитку власних знань вона була характерна не лише для європейських країн. Відомо, що в країнах Східної Азії (мм. Ляоян та Пекін в Китаї, м. Кіото в

Японії), Південної Азії (міста в Індії) та на американському континенті (Мачу Пікчу, Південна Америка) (рис. 6) також використовувалася регулярна забудова міст [10].

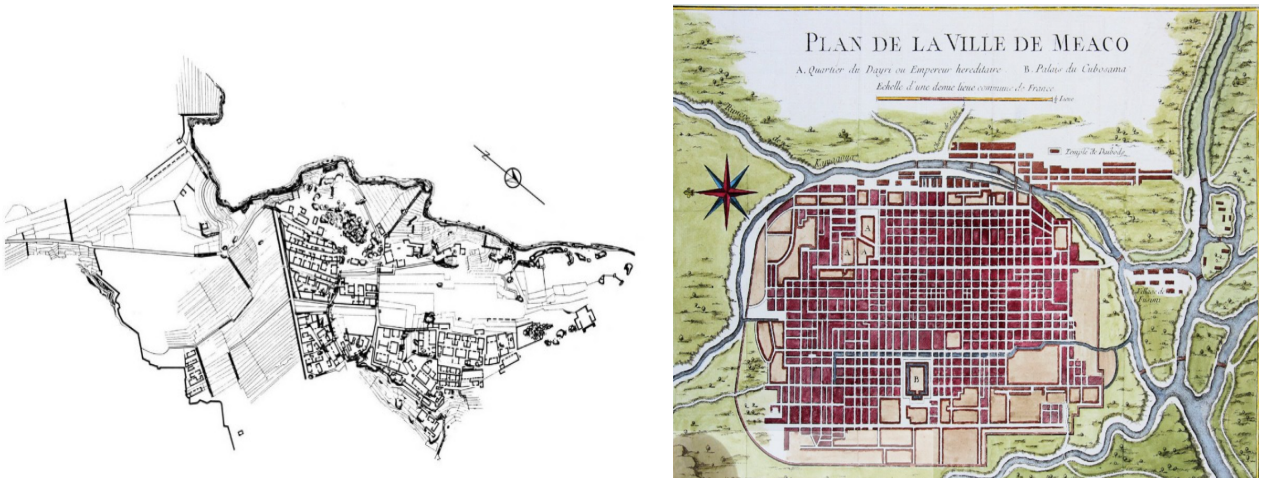


Рис. 9. План загубленого міста інків Мачу Пікчу (Перу, Південна Америка) та міста Кіото (стара назва міста Міако, Японія) з регулярною сіткою забудови

Однак, повертаючись до питання планувальної схеми Одеси відмітимо, що у цьому випадку Одеса слугує гарним прикладом «цивілізаційного» міста. Його забудова здійснювалася на основі попередньо розроблених креслень на відміну від більш ранніх історичних міст, які як вже зазначалося розвивалися у багатьох випадках стихійно.

Використання давньогрецької регулярної структури міста, заснованої на основі гіпподамової (гратчасткої) сітки – названої в честь грецького архітектора і містобудівника Гіпподама Мілетського [11] – додає Одесі додаткової привабливості як об’єкту всесвітньої культурної спадщини.

У використанні цієї просторової схеми планування міста також можна побачити те, що вона була частиною реалізації раніше згаданого «грецького проекту». В образ міста включалася не лише назва поселення, яке було перейменовано з Хаджибея на Одесу, для будівництва гавані і порту використовувалися грецькі моряки, одна із найбільших територій у плані міста була відведена для улаштування Грецької площі, відповідно до указу Катерини ІІ місто повинно було стати поселенням для грецьких-колоністів моряків [5], і на довершення усього зазначеного тут також успадковувалися містобудівні прийоми стародавніх грецьких архітекторів. Таким чином, Одеса, нове молоде місто в Україні, несло і несе на сьогодні в собі частку культурної спадщини Древньої Греції, у т.ч. її знання і принципи містобудування. Часовий розрив між молодим за історичними мірками містом Одеса та першими грецькими містами, які використовували ректангулярну (прямокутну) форму планування міст складає майже два тисячоліття. Але зв'язок зберігся і він є унікальним.

Отже, в основу планувальної структури міста було покладено гратчасту структуру. Прямокутно-сітчаста композиційна схема складалася з двох прямокутних кварталів забудови, розташованих на високому плато під кутом 45 градусів однин до одного. Значна частина територій між Карантинною та Військовою балками та на захід від Військової балки була відведенна для житлового заселення. Лінія головних вулиць (Олександрівської, Катеринівської, Ришельєвської, Італійської) співпадала з меридіанами, їх нумерація починалася на півночі від берегової частини і далі йшла в середину материка. Перпендикулярні вулиці також повторювали напрямки ліній географічної широти і нумерувалися від Карантнинної до Військової і Водяної (Козацької) балки. В.І. Тимофєєнко так описує систему вулиць в Одесі в своїх працях: «Дві паралельні балки – спуски до порту – визначили трасування меридіональних Олександрівської, Катеринівської, Ришельєвської, Італійської та Польської вулиць. Перпендикулярно до всіх них, проектувалося сім широтних вулиць – орієнтовно від Ланжеронівьской до Троїцької. Більшість кварталів передбачалися квадратної форми – 60х60 сажнів, і лише крайні мали розміри 45х60 і 45х85.» [2].

У перші десятиліття Одеса швидко зростала як порт і як культурне місто. У 1803 році в місті налічувалося 599 мурованих будинків, 257 землянок, 155 крамниць. Пізніше споруджувалися хлібні магазини, ковальні, дворянські, купецькі і міщанські будинки. Інколи будівництво відбувалося не за планами і тому доводилося вносити корективи. Так, інженер Є. Ферстер в супереч розроблених ним самим планам міста побудував на вул. Польській свій магазин. Крім відомого архітектора, так само діяли і інші забудовники, що змушувало зменшувати параметри вулиць та зміщувати квартали. Що ж стосується планів Одеси, то кресленики міста активно напрацьовувалися в період 1812-1815 рр. адаптуючись до реальної забудови і відповідним чином утворювали в нових просторових схемах трикутні та трапецеподібні квартали та заокруглювали вулиці [2]. Проте, цей випадок ще раз доводить, думку про те, що будь яке місто проходить в своїй еволюції різні етапи – як еволюційного так і цивілізаційного розвитку. І це поєднання робить Одесу неповторним об’єктом всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

Висновки

Одеса це місто, яке формувалося під впливом багатьох етнонаціональних, релігійних, цивілізаційних культур та світоглядів. Розпочавши свій новий етап розвитку у відносно недалекій ретроспективі, а саме наприкінці XVIII століття, воно увібрало в себе тисячолітній досвід міського планування, заснованого на традиціях мілетської школи, поєднавши знання з урбаністики стародавніх

греків з чутливістю розбудови житлових і культурних центрів мультикультурного міста, де поруч мешкали українці, росіяни, греки і арнаути, євреї та молдовани, вірмени, німці та італійці, та інші народності. Цей культурний, національний колорит знайшов своє відображення і в архітектурі міста. Починаючи з кінця XVIII століття місто швидко розвивалося, забудовувалося та наповнювало міський простір автентичними будівлями та спорудами, подекуди унікальними у своїй природі, подекуди схожими на кращі європейські зразки тогочасного архітектурного зодчества [12]. Воно являє собою унікальний приклад поєднання досвіду і культур багатьох народів. Внаслідок чого є важливою частиною спадку людства і мають бути знайдені способи збереження історичного центру міста.

Враховуючи зазначене, необхідно розглядати Одесу не просто як об'єкт з двохсотлітнім історичним досвідом, а як зразок міста, яке пов'язує кілька різних епох. Адже в міському каркасі його історичної частини можна побачити містобудівні елементи та прийоми формування просторової композиції стародавніх міст Мілету, Олінфу, Прієни, Вавилону, тощо.

Список використаної літератури:

1. The Historic Centre of Odesa// Сайт ЮНЕСКО. 2023 р. Електронний ресурс: https://whc.unesco.org/en/soc/4529.

2. Тимофієнко В.І., Вечерський В.В., Сердюк О.М., Бобровський Т.А. Історико-містобудівні дослідження Одеси. // Київ, Фенікс:2008.

3. П.Г. Усенко. ДЕВОЛАН (Де Волан, Де Волант, Волан, Волант, Волон, Деволон, Деволант, Деволанж) // Енциклопедія історії України: у 10 т. / редкол.: В.А. Смолій (голова) та ін.; Інститут історії України НАН України. - К.: Наукова думка, 2004. - Т. 2: Г-Д. - С. 307. — ISBN 966-00-0405-2.

4. Гончарук Т.Г. Історія Хаждибея (Одеси) 1415- 1797. – Популяриний нарис: Одеса: Астропринт – 1997 – 88 с. — ISBN 966-549-151-2.

5. Гончарук Т.Г., Гуцалюк С.Б., Сапожніков І.В., Спожнікова Г.В. - Монографія: І.В. Сапожніков, Г.В. Спожнікова. Хаждибей-Одеса та Українське козацтво 1415- 1797. Одеса: ОКФА – 1999. ISBN 966-2571-045-1

6. В.І. Соколовський. Значення одеського порто-франко для розвитку міста.// Історія народного господарства та економічної думки України. Вип. 43. Київ: Ін-т економіки та прогнозування - 2010.

7. Фомін І.О. Основи теорії містобудування - К.: «Наукова думка», 1997. – 192 с.

8. Проектування міських територій: підручник: у 2 ч. Ч.1 / [за ред. В.Т. Семенова, І.Е. Линник]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»)

9. Дідик В.В., Павлів А.П. Планування міст: Підручник. – Львів: видавництво НУ «Львівська політехніка», 2006. – 412 с. ISBN 966-553-513-7

10. Репін Ю.Г. Просторове місто. Теорія і практика:Мнографія. - К.: Фенікс, 2009. – 270 с. ISBN 978-966-651-761-9

11. Marten Kuilman. Quadralectic architecture – A panoramic Review. https://quadralectics.wordpress.com/4-representation/4-1-form/4-1-3-design-in-city-building/4-1-3-4-the-grid-model/4-1-3-4-2-the-greek-grid-towns/

12. Куліков О.П. Деякі питання збереження об’єктів всесвітньої культурної спадщини у військовий час на прикладі історичного центру Одеси. Містобудування та територіальне планування/ Науково-технічний збірник. Випуск 89. – Київ: КНУБА, 2025. – 544 с.

Kulikov Oleksandr,
Kyiv National University of Contraction and Architecture

ANALYSIS OF THE HISTORICAL ROOTS OF THE CITY OF ODESSA AND ITS URBAN PLANNING CONCEPT

The aim of this study is to examine specific historical aspects of the development of the city of Odessa, its urban planning schemes developed at the end of the 18th and beginning of the 19th centuries, and to analyze the cultural connections of the city with ancient settlements. This will help deepen the understanding of Odessa’s significance, its history, and its cultural and architectural heritage for humanity. In 2023, the historical center of Odessa was included in the UNESCO World Heritage List, becoming a new site representing Ukraine in the global collection of unique achievements and creations of humanity. Given the high importance of recognizing Odessa’s historical center as an object of international protection, an essential task for Ukraine and the international community is to preserve its unique environment from physical and cultural destruction, which began with the russian federation in 2022 following armed aggression.

Within the study of specific aspects of the city’s development history, the article examines the prerequisites for its creation, analyzes the so-called “Greek trace,” which can be observed in many attributes of the city. It mentions key historical figures, including architects and engineers who made significant contributions to the city’s formation and development, its planning, and analyzes the features of Odessa’s urban planning model, which was used in constructing the urban environment. Additionally, the article conducts an analysis of approaches to urban development in some early Greek settlements (5th century BC – 4th century BC), and performs a comparative analysis of their urban planning schemes with those of Odessa.

This analysis will highlight Odessa’s belonging to an important part of the world’s cultural heritage, reveal the architectural links between ancient Greek cities, cities of Europe, Asia, and South America, and the relatively young city of Odessa in a historical sense. Consequently, the history of this part of Ukraine will be reasonably regarded as an integral part of humanity’s cultural legacy.

Keywords: World Cultural Heritage; UNESCO; urban planning models; Odessa’s historical center; city development types; regular planning; Odessa’s history; master plan; Hippodamian grid

REFERENCES:

1. The Historic Centre of Odesa // UNESCO Website. 2023. Electronic resource: https://whc.unesco.org/en/soc/4529. {in English}

2. Tymofieiko V.I., Vechersky V.V., Serdyuk O.M., Bobrovskyi T.A. Urban-Historical Studies of Odessa. // Kyiv, Phoenix: 2008. {in Ukrainian}

3. P. G. Usenko. DEVOLAN (De Volan, De Volant, Volan, Volant, Volon, Devolon, Devolant, Devolanj) // Encyclopedia of the History of Ukraine: in 10 volumes / editorial board: V.A. Smoliy (chairman) and others; Institute of the History of Ukraine of the National Academy of Sciences of Ukraine. — Kyiv: Naukova Dumka, 2004. — Vol. 2: G – D. — P. 307. — ISBN 966-00-0405-2. {in Ukrainian}

4. Honcharuk T.G. History of Khadzybei (Odessa) 1415-1797. – Popular Essay: Odessa: Astroprint – 1997. - 88 pages - {in Ukrainian}

5. Honcharuk T.G., Gutsaliuk S.B., Sapozhnikov I.V., Spozhnikova G.V. - Monograph: I.V. Sapozhnikov, G.V. Spozhnikova. Khadzybei-Odessa and Ukrainian Cossacks 1415-1797. Odessa: OKFA - 1999. {in Ukrainian}

6. V.I. Sokolovsky. The significance of the Odessa free port for the city's development. // History of the National Economy and Economic Thought of Ukraine. Issue 43. Kyiv: Institute of Economics and Forecasting – 2010. {in Ukrainian}

7. Fomin I.O. Foundations of Urban Planning Theory - Kyiv: Naukova Dumka, 1997. – 192 pages ISBN 966-00-0142-8. {in Ukrainian}

8. City Territory Planning: Textbook: in 2 parts. Part 1 / edited by V.T. Semenov, I.E. Linnik; Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketov. – Kharkiv: KhNUUE named after O.M. Beketov, 2018. – 449 pages (Series "Urban Construction and Economy") {in Ukrainian}

9. Didik V.V., Pavliv A.P. City Planning: Textbook. – Lviv: Publishing house of Lviv Polytechnic National University, 2006. – 412 pages ISBN 966-553-513-7. {in Ukrainian}

10. Repin Yu.G. Spatial City. Theory and Practice: Monograph. - Kyiv: Phoenix, 2009. – 270 pages ISBN 978-966-651-761-9. {in Ukrainian}

11. Marten Kuilman. Quadralectic architecture – A panoramic Review. https://quadralectics.wordpress.com/4-representation/4-1-form/4-1-3-design-in-city-building/4-1-3-4-the-grid-model/4-1-3-4-2-the-greek-grid-towns/.{in English}

12. Kulikov O.P. Some issues of preservation of UNESCO World Heritage sites during wartime using the example of the historic center of Odessa. Urban Planning and Territorial Development / Scientific and Technical Collection. Issue 89. – Kyiv: KNUBA, 2025. – 544 p. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.148-159
УДК 658:69.003.13

Молодько О.В.,
Oleksii.amk@gmail.com ORCID: 0009-0001-9030-9153,
д.е.н., професор **Івахненко І.С.,**
ivakhnenko.is@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0001-7166-1023,
Шепета М.О.,
mshep448@gmail.com ORCID: 0009-0000-5545-8471,
Пилипчук В.В.,
v.pylypchuk.develop@gmail.com ORCID: 0009-0002-9384-5207,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПІДХОДИ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У БУДІВЕЛЬНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТАХ

Будівельно-інвестиційні проекти завжди відзначалися високим рівнем складності, що зумовлено масштабами фінансових вкладень, довготривалістю інвестиційних циклів, а також значною кількістю зацікавлених сторін. В умовах сучасної економіки додаткові виклики породжуються факторами глобалізації, цифровізації, нестабільності ринків і зростанням конкуренції. Тому оптимізація організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проектах набуває особливого значення як інструмент забезпечення ефективності, стійкості та конкурентоспроможності підприємств галузі. Організаційно-управлінські рішення формують основу для визначення структури управління проектом, розподілу відповідальності між учасниками, вибору методів координації процесів і встановлення системи контролю. Традиційні підходи, які спираються на адміністративно-командні методи, в сучасних умовах втрачають ефективність, оскільки не враховують змінності зовнішнього середовища та складність цифрових технологій. Відтак, ключовим завданням стає пошук шляхів оптимізації управління з урахуванням принципів гнучкості, адаптивності та системності.

Ключові слова: будівельно-інвестиційні проекти; організаційно-управлінські рішення; оптимізація; цифрові технології; стратегічна стійкість; управління ризиками; ефективність; інновації.

Постановка проблеми: Сфера будівельно-інвестиційних проектів характеризується складною багаторівневою структурою управління, що включає планування, організацію, контроль та регулювання значних фінансових і матеріальних потоків. У сучасних умовах нестабільності ринку, цифрової трансформації та високої конкуренції класичні управлінські підходи

втрачають свою ефективність. Це виявляється у зростанні вартості проектів, перевищенні термінів реалізації, неузгодженості дій між учасниками та недостатньому врахуванні ризиків.

Проблема полягає у відсутності комплексного механізму оптимізації організаційно-управлінських рішень, який би забезпечував інтеграцію фінансових, логістичних, технологічних та соціальних аспектів управління. Особливої ваги набуває впровадження цифрових технологій, що дозволяють створювати єдиний інформаційний простір для учасників проекту. Разом із тим існують проблеми адаптації підприємств до нових цифрових стандартів, брак компетенцій персоналу, а також висока вартість впровадження таких систем.

Метою статті є розкриття сучасних підходів до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проектах та визначення їх ролі у підвищенні ефективності й стійкості підприємств будівельної галузі. У роботі ставиться завдання ідентифікувати основні проблеми існуючих управлінських моделей, проаналізувати потенціал цифрових технологій та аналітичних методів у процесі прийняття рішень, а також розробити рекомендації щодо формування інтегрованих управлінських підходів. Особливу увагу приділено аналізу впливу факторів ризику, соціальних та екологічних аспектів, що формують контекст реалізації сучасних проектів. Очікуваним результатом є формування теоретико-прикладної бази для впровадження комплексних оптимізаційних моделей, які здатні забезпечити підвищення конкурентоспроможності, зниження витрат і підвищення якості реалізації проектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У сучасних працях вітчизняних і зарубіжних дослідників простежується акцент на переході від традиційних адміністративних методів управління до інтегрованих моделей, що враховують цифрову трансформацію. Так, О. Рибницька [1] підкреслює значення державно-приватного партнерства для реалізації будівельно-інвестиційних проектів, розглядаючи його як основу стабільності й інноваційності галузі. У свою чергу, О. Бабенко [7] наголошує на потребі розробки адаптивних підходів, що дозволяють будівельним організаціям ефективно реагувати на ризики та невизначеність ринкового середовища.

У міжнародній науковій школі Б. Флінгберг [8] досліджує проблеми управління великими інфраструктурними проектами, роблячи акцент на системних недоліках планування та необхідності використання багаторівневих інструментів оцінки. Разом із тим, Ю. Чуприна [15] висвітлює практичні аспекти оптимізації фінансового менеджменту будівельних підприємств, демонструючи, як процесно-аналітичні моделі сприяють підвищенню ефективності організаційних рішень.

Виклад основного матеріалу: Сучасна система управління будівельно-інвестиційними проектами стикається з численними викликами, пов'язаними з високим ступенем складності взаємодії між суб'єктами, значним обсягом ресурсних потоків, жорсткими часовими рамками та підвищеним ризиком фінансової та регуляторної нестабільності [8].

Будівельно-інвестиційний проєкт відрізняється тим, що кожна його фаза — від передінвестиційної підготовки до введення об'єкта в експлуатацію — передбачає ухвалення значної кількості управлінських рішень із різним ступенем впливу, невизначеності та відповідальності. Відсутність узгодженого підходу до оптимізації цих рішень призводить до фрагментації процесу, дублювання функцій, затримок у логістиці, втрати контролю над графіком та перевитрат [1].

Оптимізація управлінських рішень у будівництві також неможлива без інституціоналізації відповідальності — чіткої прив'язки функцій прийняття рішень до конкретних структурних підрозділів, посад, систем координування. В умовах багатозв'язної структури проєкту особливо важливо, щоб рішення не мали «сірого простору», коли відповідальність розмита [3].

Оптимізація організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проєктах — це не одноразовий аудит або вдосконалення окремих регламентів, а системна трансформація способу мислення, архітектури процесів і логіки відповідальності. Вона передбачає багаторівневу взаємодію між цифровими інструментами, процесними підходами, кадровими функціями та аналітичними методами, що в сукупності забезпечують не лише ефективність, а й стійкість будівельної організації до ризиків сучасного ринку [4].

Вперше системний підхід до оптимізації управлінських рішень у проєктному середовищі запропонував Дж. Родні Тернер який у своїй праці визначив цю логіку як багатофакторний процес балансування між вартістю, термінами, обсягом і якістю. Він доводив, що жодне управлінське рішення не має бути одновимірним, адже кожна зміна викликає каскад наслідків в інших компонентах системи [5].

Значного внеску в розвиток концепції оптимізації рішень зробив Гарольд Керцнер який розглядає її як послідовну адаптацію управлінських рішень у змінному середовищі. Керцнер упровадив поняття «адаптивної управлінської поведінки», яка має формуватись як логіка рефлексивних дій на основі зворотного зв'язку та оцінки наслідків [6]. Рисунок 1, який знаходиться нижче, відображає циклічну модель ухвалення рішень: від фіксації порушення до визначення сценаріїв, вибору оптимальної дії, узгодження з іншими функціональними блоками підприємства та завершення впровадження із повторною оцінкою.



Рис. 1. Схема оптимізаційної логіки управлінських рішень у складному будівельно-інвестиційному середовищі *(розроблено авторами на основі [6])*

В українському науковому середовищі поняття оптимізації управлінських рішень у складних проектах отримало розвиток у працях Олени Бабенко, яка розглядає його як комбінацію операційного аналізу, управління сценаріями та процедурної імітації. Вона підкреслює, що у великих будівельних проєктах необхідно створювати множину допустимих рішень, кожне з яких має бути перевірене за критеріями ризику, технічної реалізованості, ресурсної забезпеченості та терміновості [7].

Оптимізаційна логіка управлінських рішень у складному проєктному середовищі будівельного підприємства — це не статична система прийняття ефективних рішень, а гнучкий, динамічний, багатокомпонентний підхід, що базується на постійному балансуванні між протилежними вимогами (швидкість – якість, ціна – результат, стабільність – гнучкість), враховує множину впливів і передбачає адаптацію до змін середовища [10].

Зараз будівельна система є багаторівневою: в її рамках функціонують замовники, підрядники, субпідрядники, проєктувальники, консультанти, контролюючі органи, служби технічного нагляду. Усе це створює складну координаційну карту, в якій рішення, прийняті на одному рівні, можуть мати масштабні наслідки для інших. Відсутність чіткої структурної логіки делегування повноважень призводить до дублювання функцій, конфліктів відповідальності, розривів між рішенням і реалізацією [11].

Рисунок 2 ілюструє логіку багаторівневої побудови процесу ухвалення та узгодження рішень, демонструючи ключові функції стратегічного, тактичного й операційного рівнів і вектори управлінського впливу між ними [12].



Рис. 2. Багаторівнева система управлінських рішень у будівельно-інвестиційній моделі *(розроблено авторами на основі [11])*

Другим ключовим компонентом є узгодження рішень між рівнями. У будівництві стратегічні рішення (тип об'єкта, джерела фінансування, терміни реалізації) часто не співвідносяться з операційними реаліями (брак ресурсів, технічні обмеження, погодні умови), що породжує ефект «управлінського розриву» [12]. У таблиці 2 подано деталізацію управлінських функцій у межах різних рівнів, приклади делегування повноважень та інструментів узгодження, які забезпечують прозорість і відповідальність рішень [13].

Одним із центральних елементів забезпечення інституційної стійкості рішень є процедурна стандартизація. У будівельному менеджменті це передбачає не просто наявність регламентів, а розробку універсальних сценаріїв рішень для типових ситуацій: затримка матеріалів, зміна підрядника, критичне відставання від графіку, перевитрата бюджету тощо.

Таблиця 2.

Розподіл функцій управлінських рішень у будівельно-інвестиційній структурі за рівнями *(розроблено автором на основі [12])*

Рівень управління	**Типові рішення**	**Делеговані повноваження**	**Інструменти узгодження та відповідальності**
Стратегічний	Затвердження бюджету, погодження інвесторів, терміни реалізації	Генеральний замовник, девелопер, наглядова рада	Звіти, затвердження етапів, інвестиційні ради
Тактичний	Розробка графіків, оптимізація логістики, контроль ресурсів	Керівник проєкту, фінансовий директор	RACI-матриці, планерки, щомісячні узгоджувальні ради

Операційний	Розподіл праці, закупівля матеріалів, монтажні завдання	Начальники ділянок, інженери, майстри	Журнали виконання, цифрові панелі завдань

Рисунок 3 відображає основні компоненти інституційної стійкості, демонструючи, як механізми фіксації, стандартизації, цифрової підтримки та комунікаційної передачі дозволяють зберігати ефективність управлінських рішень навіть в умовах змін у структурі підприємства або складі команди.



Рис. 3. Модель інституційної стійкості управлінських рішень у будівельно-інвестиційному середовищі *(розроблено авторами на основі [13])*

Другим важливим інструментом виступає інституційна трансляція рішень, що передбачає передачу логіки прийняття управлінських дій через горизонтальні (між командами) та вертикальні (від керівництва до операційного рівня) канали [14].

У таблиці 3 наведено п’ять ключових напрямів підтримки стійкості рішень, які можуть бути інтегровані в операційне середовище будівельного підприємства для підвищення надійності та безперервності управлінських процесів [2].

Варто зазначити також, що оцінювання ефективності управлінських рішень у будівельно-інвестиційному середовищі традиційно базується на сукупності фінансових і виробничих показників [13].

Особливу увагу в цьому контексті заслуговують методології змішаного аналізу, які поєднують кількісні метрики з якісною інтерпретацією впливу рішень. Ефективність оптимізації — це не тільки «економія», а й «відновлювальна здатність» організації, яка проявляється у здатності функціонувати краще за новою логікою. Рисунок 4 візуалізує структуру

чотирьох ключових блоків оцінювання — фінансового, операційного, проєктного та ризикорегулювального — що формують інтегральну модель оцінки дієвості оптимізаційної політики в динамічному управлінському середовищі.

Таблиця 3.

Інструменти забезпечення інституційної стійкості управлінських рішень у будівництві *(розроблено автором на основі [2])*

Компонент інституційної стійкості	Конкретні інструменти та підходи	Ефект для управління
Стандартизація процедур	Універсальні рішення, протоколи реагування, типові регламенти	Збереження логіки дій при зміні персоналу або умов
Цифрове документування	ERP-модулі, електронні архіви рішень, системи workflow	Швидкий доступ до історії рішень, запобігання втраті даних
Постпроєктна аналітика	Case review, lessons learned, аналіз відхилень	Удосконалення рішень на базі досвіду попередніх проектів
Кадрова спадкоємність	Наставництво, перехідні інструкції, дублювання ролей	Плавність переходу між командами без втрати ефективності
Комунікаційні ритуали	Регулярні стендапи, брифінги, міжкомандні обговорення	Стабілізація очікувань і швидка синхронізація рішень

Замість поділу ефективності на «до» і «після», дедалі більше впроваджується концепція динамічної ефективності, що передбачає порівняння розвитку системи у часі з точками фіксації: чи зростає адаптивність? чи скоротились цикли прийняття рішень? чи підвищилась прозорість управлінської логіки? Це дозволяє уникнути спрощеного трактування ефектів і врахувати мультиплікаторні наслідки.



Рис. 4. Мапа методів аналізу ефективності оптимізаційних рішень *(розроблено авторами на основі [14])*

Література

1. Рибницька, О.Ю. (2022). Формування та реалізація будівельно-інвестиційних проектів на засадах державно-приватного партнерства. Монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки. Інформація доступна на сайті видавництва: https://vlp.com.ua/

2. Інноваційні методи управління в умовах трансформаційної економіки: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 25 квітня 2023 р.). – Київ: МАУП, 2023. – 284 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://library.maup.com.ua/Naukovi_vydannya/Konf_Innov_metody_upravlinnya.pdf

3. Омаров Е.М. Організаційно-методичні засади управління заходами цивільного захисту в умовах загрози техногенної катастрофи: дис. ... канд. наук з держ. управління. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2019. – 212 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/wnakuy

4. Актуальні проблеми архітектури, будівництва та дизайну: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 24 березня 2024 р.). – Київ: КНУБА, 2024. – 168 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/zbirnyk-konferenczіyi_aktualni-problemy_24.03-2.pdf

5. Тернер Дж.Р. Управління проєктами на основі проєктного підходу: підручник. – Лондон: McGraw-Hill, 1993. – 544 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://archive.org/details/projectbasedmana0000turn

6. Керцнер Г. Управління проєктами: системний підхід до планування, розкладу та контролю. – Нью-Йорк: John Wiley & Sons, 2013. – 1120 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/ejjvjt

7. Бабенко О.В. Адаптивне управління будівельними організаціями в умовах ризику. – Науково-практичний журнал «Економіка та управління підприємствами», 2022. – №2(98). – С. 45–52. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/grivnz

8. Флінгберг Б. Політика та планування великих інфраструктурних проєктів: проблеми, причини, шляхи вирішення. – arXiv.org, 2014. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://arxiv.org/abs/1303.7400

9. Проблеми модернізації України: [зб. наук. пр.] / МАУП. — К.: МАУП, 2008 — Вип. 15: Матеріали VI Всеукраїнської звітної науково-практичної конференції “Проблеми і перспективи соціально-економічного розвитку в умовах модернізаційних процесів в Україні та світі” (Київ,

Міжрегіональна Академія управління персоналом, 8 грудня 2022 р.) /редкол. : М. Ф. Гончаренко (голова) [та ін.]. 2023. 488 с. : іл. Бібліогр. у кінці ст.

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.

11. Прокопенко О.В., Школа А.М., Щербаченко Н.В. Моделювання процесів прийняття управлінських рішень у проєктному середовищі. – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 146 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/erqrcm

12. Шаповал С.В. Будівельна техніка та виробнича база будівництва: конспект лекцій для студентів усіх форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія / С. В. Шаповал, О. М. Болотських ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. – 140 с.

13. Батюк Б.Б. Моделювання прийняття управлінських рішень в процесі реалізації продукції та інвестиційної діяльності / Б.Б. Батюк // Формування ринкових відносин в Україні. - 2022. - № 7-8. - С. 138-146. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2022_7-8_24

14. Томах В.В., Сігаєва Т.Є., Мартиненко М.В. Цифрова трансформація управління підприємствами України у контексті сталого розвитку: інноваційні рішення, креативні технології // Академічні візії. – 2023. – Вип. 18. – С. 112–118. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surli.cc/fxxhqr

15. 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.

Molodko Oleksii,
Doctor of Economics, Professor **Ivakhnenko Iryna,**
Shepeta Maksym, Pylypchuk Viktor,
Kyiv National University of Construction and Architecture

APPROACHES TO OPTIMIZING ORGANIZATIONAL AND MANAGERIAL DECISIONS IN CONSTRUCTION AND INVESTMENT PROJECTS

Construction and investment projects have always been characterized by a high level of complexity, determined by the scale of financial investments, the long duration of investment cycles, and the significant number of stakeholders involved. In today's economy, additional challenges are generated by factors of globalization, digitalization, market instability, and increasing competition. Therefore, optimizing organizational and managerial decisions in construction and investment projects acquires particular importance as a tool for ensuring efficiency, resilience, and competitiveness of enterprises in the sector.

Organizational and managerial decisions form the foundation for defining the project management structure, distributing responsibilities among participants, selecting methods of process coordination, and establishing control systems. Traditional approaches based on administrative and command methods have lost effectiveness under modern conditions, as they fail to account for the variability of the external environment and the complexity of digital technologies. Consequently, the key task is to search for ways to optimize management, taking into account the principles of flexibility, adaptability, and systemic integration.

Keywords: construction and investment projects; organizational and managerial decisions; optimization; digital technologies; strategic resilience; risk management; efficiency; innovation.

REFERENCES

1. Rybnytska, O. Yu. (2022). Formuvannia ta realizatsiia budivelno-investytsiinykh proektiv na zasadakh derzhavno-pryvatnoho partnerstva. Monohrafiia. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky. – [Electronic resource]. – Access mode: https://vlp.com.ua/ {in Ukrainian}

2. Innovatsiini metody upravlinnia v umovakh transformatsiinoi ekonomiky: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, 25 kvitnia 2023 r.). – Kyiv: MAUP, 2023. – 284 p. – [Electronic resource]. – Access mode:

https://library.maup.com.ua/Naukovi_vydannya/Konf_Innov_metody_upravlinnya.pdf {in Ukrainian}

3. Omarov, E. M. (2019). Orhanizatsiino-metodychni zasady upravlinnia zakhodamy tsyvilnoho zakhystu v umovakh zahrozy tekhnohennoi katastrofy: dysertatsiia kand. nauk z derzh. upravlinnia. Kharkiv: Natsionalnyi universytet tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. – 212 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/wnakuy {in Ukrainian}

4. Aktualni problemy arkhitektury, budivnytstva ta dyzainu: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kyiv, 24 bereznia 2024 r.). – Kyiv: KNUBA, 2024. – 168 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/zbirnyk-konferencziyi_aktualni-problemy_24.03-2.pdf {in Ukrainian}

5. Turner, J. R. (1993). Upravlinnia proiektamy na osnovi proiektnoho pidkhodu: pidruchnyk. London: McGraw-Hill. – 544 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/projectbasedmana0000turn {in English}

6. Kerzner, H. (2013). Upravlinnia proiektamy: systemnyi pidkhid do planuvannia, rozkladu ta kontroliu. New York: John Wiley & Sons. – 1120 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/ejjvjt {in English}

7. Babenko, O. V. (2022). Adaptyvne upravlinnia budivelnymy orhanizatsiiamy v umovakh ryzyku. Naukovo-praktychnyi zhurnal “Ekonomika ta upravlinnia pidpryiemstvamy”, No. 2(98), pp. 45–52. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/grivnz {in Ukrainian}

8. Flyvbjerg, B. (2014). Polityka ta planuvannia velykykh infrastrukturnykh proektiv: problemy, prychyny, shliakhy vyrishennia. arXiv.org. – [Electronic resource]. – Access mode: https://arxiv.org/abs/1303.7400 {in English}

9. Problemy modernizatsii Ukrainy: zbirnyk naukovykh prats / MAUP. Kyiv: MAUP, 2008. – Issue 15: Materialy VI Vseukrainskoi zvitnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Problemy i perspektyvy sotsialno-ekonomichnoho rozvytku v umovakh modernizatsiinykh protsesiv v Ukraini ta sviti” (Kyiv, MAUP, 8 hrudnia 2022 r.) / redkol.: M. F. Honcharenko (holova) ta in. 2023. – 488 p. {in Ukrainian}

10. Roman, Akselrod; Shpakov, Andrii; Ryzhakova, Galyna; Honcharenko, Tetyana; Chupryna, Iurii; Shpakova, Hanna (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(01), pp. 40–50. {in English}

11. Prokopenko, O. V., Shkola, A. M., & Shcherbachenko, N. V. (2018). Modeliuvannia protsesiv pryiniattia upravlinskykh rishen u proiektnomu

seredovyshchi. Sumy: Sumskyi derzhavnyi universytet. – 146 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/erqrcm {in Ukrainian}

12. Shapoval, S. V., & Bolotskykh, O. M. (2020). Budivelna tekhnika ta vyrobnycha baza budivnytstva: konspekt lektsii dlia studentiv usikh form navchannia osvitno-kvalifikatsiinoho rivnia “bakalavr” spetsialnosti 192 – Budivnytstvo ta tsyvilna inzheneriia. Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova. – 140 p. {in Ukrainian}

13. Batiuk, B. B. (2022). Modeliuvannia pryiniattia upravlinskykh rishen v protsesi realizatsii produktsii ta investytsiinoi diialnosti. Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini, No. 7–8, pp. 138–146. – [Electronic resource]. – Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2022_7-8_24 {in Ukrainian}

14. Tomakh, V. V., Sihayeva, T. Ye., & Martynenko, M. V. (2023). Tsyfrova transformatsiia upravlinnia pidpryiemstvamy Ukrainy u konteksti staloho rozvytku: innovatsiini rishennia, kreatyvni tekhnolohii. Akademichni vizii, Issue 18, pp. 112–118. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surli.cc/fxxhqr {in Ukrainian}

15. Voitovych, V. A., & Chupryna, Yu. A. (2023). Optymizatsiia ta kontrol prohramy robit v pidsystemi finansovoho menedzhmentu budivelnoi orhanizatsii. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva, 1(51), pp. 129–142. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.160-171
УДК:69.059.3:620.9

к.т.н. **Перегінець І.І.**,
e-mail ivan.pereginets@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3812-6509,
Директор НТЦ Академії будівництва України, м. Київ
Директор науково-технічного центру Академії будівництва України
к.т.н. **Дікарєв К.Б.,**
kdikarev@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9107-3667
к.т.н. **Юрченко Є.Л.,**
yel@mail.pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-9356-3261,
к.т.н**. Сопільняк А.М.,**
sopilniak.artem@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529,
Український державний університет науки і технологій,
ННІ «Придніпровська державна академія
будівництва та архітектури»

ІНСТИТУЦІЙНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Досліджено комплекс інституційних та поведінкових аспектів, що впливають на підвищення енергоефективності в процесах будівельного виробництва. На основі системного аналізу сучасних наукових джерел, практик європейських країн та результатів авторського контент-аналізу інтерв'ю з представниками українських будівельних компаній, виявлено ключові бар'єри та драйвери впровадження енергоефективних рішень на будівельних майданчиках. З'ясовано, що, незважаючи на наявність технічних рішень і потенціал зменшення енергоспоживання в процесі виконання будівельно-монтажних робіт, вітчизняна практика характеризується низьким рівнем інституційного закріплення енергозбереження, обмеженою мотивацією учасників будівництва, нестачею внутрішніх стандартів і контролю. Особливу увагу приділено аналізу поведінкових моделей учасників будівельного процесу, включно з майстрами, інженерами та керівниками проектів. Виявлено значний вплив корпоративної культури, лідерства та соціальних практик (наприклад, внутрішніх змагань за зниження енергоспоживання) на рівень ефективності. Встановлено, що інституційна підтримка з боку керівництва, наявність енергетичних чеклистів, систем обліку та відстеження споживання енергії, а також внутрішня прозорість і конкуренція можуть стати ефективними механізмами підвищення енергоефективності будівельного виробництва. У статті запропоновано класифікацію типових бар'єрів (фінансових,

інформаційних, організаційних, нормативних, технологічних) та драйверів (лідерство, внутрішня мотивація, підтримка замовників, участь у програмах сертифікації), що мають бути враховані при проектуванні політики сталого будівництва. Розроблено практичні рекомендації щодо інтеграції енергоефективності в системи управління будівельним виробництвом в Україні, зокрема через створення внутрішніх процедур енергомоніторингу, навчальні програми для працівників, цифрові шаблони та бази даних, посилення тендерних вимог, а також стимулювання культури відповідального енергоспоживання. Таким чином, у статті обґрунтовано, що саме поєднання інституційних змін і трансформації поведінкових практик є критично важливим для забезпечення енергетичної ефективності на всіх етапах будівельного процесу в умовах переходу до кліматично нейтрального будівництва.

Ключові слова: енергоефективність будівництва; будівельний майданчик; інституційні бар'єри; поведінкові чинники; управління енергією; сталий розвиток; будівельне виробництво; енергомоніторинг; управління змінами; культура енергоспоживання.

1. Вступ. У сучасних умовах глобальної енергетичної трансформації питання енергоефективності у будівельному секторі набуває особливої ваги. Будівництво є одним із найбільш енергоємних видів економічної діяльності, що прямо впливає на рівень викидів парникових газів, витрати на експлуатацію житла та національну енергетичну безпеку. У країнах Європейського Союзу, відповідно до директиви 2010/31/ЄС, поступово впроваджується політика «нульового енергоспоживання» будівель, тоді як в Україні, попри низку урядових ініціатив, практична реалізація енергоощадних підходів на рівні будівельного майданчика все ще залишається фрагментарною.

Значна частка наукових праць зосереджена на проектній та експлуатаційній фазах життєвого циклу будівлі, тоді як етап будівельного виробництва часто ігнорується як енергоспоживач. У той же час саме під час зведення будівель використовується велика кількість машин, техніки, електроенергії для забезпечення тимчасової інфраструктури, освітлення, вентиляції, опалення, а також побутових потреб працівників. Досвід країн із розвиненим ринком будівництва доводить: лише впровадження системного підходу до енергоменеджменту на майданчику дозволяє знизити втрати на 15–25%.

Особливого значення у цьому контексті набуває врахування інституційних та поведінкових чинників, які, на відміну від технічних, не потребують великих інвестицій, але вимагають правильної організації

управлінських процесів. Наявність формалізованих стандартів, процедур, мотиваційних схем, навчання персоналу та внутрішнього моніторингу істотно підвищує ймовірність впровадження енергоефективних рішень. Разом з тим, відсутність цих елементів, навіть за наявності новітніх технологій, може повністю нівелювати потенціал економії.

В Україні, згідно зі звітом Інституту економічних досліджень та політичних консультацій, у більшості будівельних компаній відсутні системи обліку енергоспоживання під час будівництва, а державні будівельні норми лише частково торкаються питань енергоефективності на етапі зведення. Крім того, дослідження вітчизняних науковців вказують на необхідність комплексного врахування всіх фаз життєвого циклу будівлі для отримання об’єктивної енергоекологічної оцінки.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю формалізації підходів до оцінки енергоспоживання будівельного виробництва з урахуванням управлінських, організаційних та людських факторів. Особливої важливості ця проблема набуває в умовах повоєнної відбудови України, де передбачається масштабне будівництво об’єктів житлової та соціальної інфраструктури. За умови відсутності сучасних інструментів планування та контролю енергетичних втрат будівництво може стати джерелом неефективного витрачання енергоресурсів і бюджетних коштів.

Таким чином, дослідження інституційних та поведінкових аспектів дозволяє закласти підґрунтя для розробки енергоефективної моделі управління будівельним майданчиком як єдиною виробничою системою. У роботі запропоновано аналітичний інструментарій для оцінки енергетичних витрат, розроблено класифікацію бар’єрів та драйверів, а також формалізовано математичну модель інтегрального енергоспоживання на прикладі реального об’єкта.

2. Огляд існуючих досліджень. У сучасних дослідженнях енергоефективності в будівництві дедалі більше уваги приділяється саме інституційним та поведінковим факторам впровадження енергозберігаючих практик. У цьому контексті визначається системна прогалина у дослідженні енергоефективності будівельного виробництва: «Найменш дослідженими залишаються процеси витрат енергії на етапі спорудження житлового об’єкта, попри їхній помітний вплив на загальну енергоефективність життєвого циклу» [1]. Цей висновок є підґрунтям для зміщення фокуса з експлуатаційного періоду на фазу безпосереднього будівництва. В роботі [2] автор уточнює, що: «В Україні відсутні інтегровані системи контролю енергоспоживання на етапі зведення об’єктів, що призводить до перевитрат ресурсів у межах 15–20 % від проектної величини». Це свідчить про високий рівень неефективності через

відсутність управлінських механізмів на майданчику. Звіт IEM [3] прямо констатує інституційну прогалину: «Відсутність системи обліку енергоспоживання на будівельних майданчиках створює виклик для практичної реалізації навіть найкращих нормативних рішень». Зарубіжні дослідники наголошують на типових бар'єрах впровадження енергоефективності безпосередньо на будівельному майданчику: «Ідентифіковані бар'єри включають відсутність коштів, розділені стимули, брак стандартів і процедур…» .У контексті України ці перешкоди ускладняються ще й слабкістю регуляторної підтримки та низькою залученістю замовника в процеси будівельного виробництва. В дослідженні [5] автори формулюють концепт «енергетичного парадоксу»: «Навіть вигідні заходи не впроваджуються через організаційні бар'єри», що є актуальним як для зарубіжного так і для вітчизняного будівельного ринку. Організаційно-комунікаційні прогалини між структурними підрозділами компаній розривають енергоефективні ланцюжки при організації будівництва. «Брак комунікації між відділами та рівнями управління призводить до того, що енергоефективні ідеї не передаються та не масштабуються» [6], — що ускладнює впровадження навіть за наявності технологічної готовності. Інституційні та поведінкові аспекти підвищення енергоефективності будівництва безпосередньо на будівельному майданчику визначають мету та завдання дослідження.

3. Мета роботи та задачі досліджень. Мета роботи- дослідження інституційних та поведінкових моделей для підвищення енергоефективності процесів будівельного виробництва. Для досягнення мети роботи сформульовані та вирішені наступні задачі:

- визначити типові інституційні бар'єри та драйвери енергоефективності процесів будівельного виробництва з урахуванням міжнародного досвіду;
- оцінити поведінкові моделі учасників будівельного процесу щодо енергозбереження;
- розробити практичні рекомендації підвищення енергоефективності будівельного виробництва.

4. Виклад основного матеріалу.

Для досягнення поставленої мети дослідження було використано комплексний підхід, що поєднує системний аналіз, експертне оцінювання, контент-аналіз респондентів-практиків, а також індикаторне моделювання для кількісної інтерпретації /рівня впливу інституційних та поведінкових чинників на впровадження енергоефективних рішень у будівельному виробництві. Методологічна база побудована на принципах:

- системності (розгляд процесів взаємозалежно на рівнях «людина – організація – середовище»);

- поведінкової економіки (теорія мотивації, інституційна інерція, культурна динаміка);
- теорії дифузії інновацій - для оцінки поширення енергоефективних практик у будівельному середовищі.

У межах дослідження застосовано:

- Контент-аналіз глибинних інтерв'ю з інженерами, виконробами та керівниками будівельних компаній (репрезентативна вибірка серед малих і середніх підприємств Києва, центральної та західної частин України);
- Індуктивний класифікаційний аналіз – для виділення типових бар'єрів і драйверів на основі емпіричних даних;
- Метод експертного оцінювання (оцінка ймовірності впровадження заходів за шкалою 0–1 залежно від рівня підтримки);

Моделювання ймовірнісного впливу інституційних та поведінкових чинників на ймовірність реалізації енергоефективного сценарію за допомогою простої логістичної функції:

$$P(E) = \frac{1}{1+e^{-(\alpha+\beta_1 I+\beta_2 B)}}$$

де,

P (E) – ймовірність впровадження енергоефективного рішення;

I – рівень інституційної підтримки (0-1);

B – рівень поведінкової залученості персоналу (0-1);

α, β1, β2 – емпірично визначені коефіцієнти

Попереднє калібрування моделі (на основі оцінок експертів) дало такі параметри:

$\alpha = -2.1$, $\beta_1 = 2.5$, $\beta_2 = 2.8$.

Таким чином, при низькому рівні підтримки (I = 0.2, B = 0.3) ймовірність становить лише ≈15%, а при високому (I = 0.9, B = 0.9) — понад 85%.

На основі якісного аналізу джерел, інтерв'ю та нормативного поля України було виокремлено дев'ять основних груп впливів, які перешкоджають впровадженню енергоефективних заходів, Табл 1. Основні бар'єри мають переважно організаційно-інституційний характер і проявляються через:

- відсутність в проектно-кошторисній документації енергетичних критеріїв для будівельно-монтажних робіт;
- невизначеність відповідальних осіб за енергоефективність на об'єкті;
- байдужість субпідрядників до контролю витрат пального, електроенергії, води;
- орієнтацію на найнижчу ціну при тендерах, без енергетичних коефіцієнтів у формулі оцінки пропозиції.

Серед поведінкових чинників було зафіксовано наступні явища:

- відсутність мотиваційних систем («енергетичних бонусів»);
- мінімальна поінформованість персоналу щодо втрат енергії;
- байдужість до повторного використання матеріалів (наприклад, опалубки, води для бетонування);
- уникнення відповідальності за наднормативне споживання через відсутність санкцій.

Таблиця 1.

Класифікація бар'єрів і драйверів енергоефективності

Категорія	Опис
Фінансові бар'єри	Висока вартість впровадження заходів, відсутність фінансових стимулів
Організаційні бар'єри	Відсутність стандартів, політик, систем енергомоніторингу
Інформаційні бар'єри	Брак знань, навчання та обміну досвідом
Поведінкові бар'єри	Інституційна інертність, відсутність мотивації
Нормативні бар'єри	Відсутність вимог у ДБН, тендерній документації
Технічні бар'єри	Відсутність відповідної техніки, технічних рішень на майданчику
Фінансові драйвери	Зовнішні гранти, субсидії, підтримка інвесторів
Організаційні драйвери	Впровадження внутрішніх стандартів, енергоконтролю
Поведінкові драйвери	Лідерство, внутрішня конкуренція, навчання персоналу

На рис.1 приведено ймовірність впровадження енергоефективних (ЕЕ) заходів залежно від рівня підтримки та показано чітку кореляцію між інтегральною підтримкою (організаційною + поведінковою) та шансами на реалізацію таких заходів. Отже, навіть при наявності технічної готовності, без належної інституційної рамки та мотивації персоналу енергоефективність залишається лише декларативною.

Особливо показовим є порівняння ситуацій:

- Приклад 1 (низька підтримка): відсутній контроль, нульова звітність, неврегульованість ролей — результат: перевитрати енергії на 20–25%;
- Приклад 2 (висока підтримка): присутні щоденні чеклісти, зворотний зв'язок, змагання між бригадами, автоматизований облік — економія до 30%.
- За результатами аналізу запропоновано п'ять груп організаційних заходів, які дозволяють ефективно впливати на чинники енергоспоживання на будівельному майданчику:

- Формалізація процедур енергомоніторингу на рівні компанії та об’єкта (щоденний облік витрат ПММ, електроенергії, води); Інституціоналізація ролі «енергоменеджера об’єкта» в організаційній структурі;
- Запровадження внутрішньої системи мотивації (бонуси за зниження витрат, визнання команди місяця);
- Інформаційно-навчальні заходи для персоналу на тему побутового та професійного енергозбереження з видачою сертифікату;
- Модифікація тендерної документації з включенням енергетичних коефіцієнтів та критеріїв оцінки пропозицій.

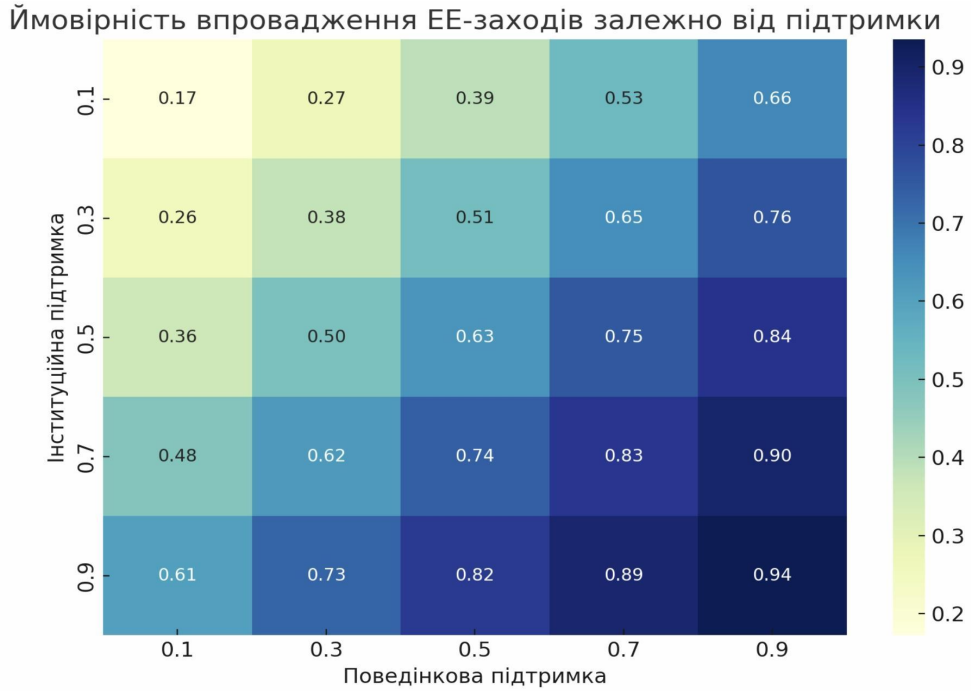


Рис.1. Ймовірність впровадження енергоефективних (ЕЕ) заходів.

Приклад розрахунку енергоспоживання для будівництва житлового двопід'їздного 9-поверхового будинку (близько 5400 м²) за етапами будівництва приведено в табл. 2.

Загальне споживання енергії: 157000 кВт·год

Формула енергоспоживання з урахуванням часток кожного етапу:

$$E\ total = 0.0955 \cdot E_1 + 0.1274 \cdot E_2 + 0.3312 \cdot E_1 + 0.0764 \cdot E_4 + 0.1083 \cdot E_5 + 0.1592 \cdot E_6 + 0.0573 \cdot E_7 + 0.0446 \cdot E_8$$

де :

E_1- земляні роботи

E_2- фундаментні роботи

E_1 - надземна частина

E_4 - покрівля

E_5 - фасади
E_6 - внутрішнє оздоблення та інженерія
E_7 - обслуговування та утримання майданчика
E_8 - побут і офіс

Таблиця 2

Приклад розрахунку споживання енергії д
вопід'їздного житлового будинку

Етап будівництва	Позначення	Сума (кВт·год)	Сума етапу (%)	Коефіцієнт частки (k_i)
1. Земляні роботи	E_1	15000	9.55	0.0955
2. Фундаментні роботи	E_2	20000	12.74	0.1274
3. Надземна частина	E_3	52000	33.12	0.3312
4. Покрівля	E_4	12000	7.64	0.0764
5. Фасади	E_5	17000	10.83	0.1083
6. Внутрішнє оздоблення та інженерія	E_6	25000	15.92	0.1592
7. Обслуговування та утримання майданчика	E_7	9000	5.73	0.0573
8. Побут і офіс	E_8	7000	4.46	0.0446

Висновки. У процесі дослідження було досягнуто поставленої мети - системного вивчення інституційних та поведінкових аспектів впровадження енергоефективності в будівельному виробництві. Робота об'єднала концептуальний аналіз, емпіричні оцінки та прикладне моделювання. Сформульовано інтегральну модель енергоспоживання на будівельному майданчику, яка дозволяє проводити структурну оцінку енерговтрат, що виникають внаслідок неефективного управління на різних етапах зведення об'єкта. Розкрито неочевидну, проте критичну залежність між організаційною структурою управління на будівельному майданчику та кінцевими енергетичними витратами на етапі зведення об'єкта.

Результати досліджень показують досягнення мети роботи та вирішення поставлених задач :

1. визначено типові інституційні бар'єри та драйвери енергоефективності процесів будівельного виробництва з урахуванням міжнародного досвіду;

2. Виконано оцінку поведінкових моделей учасників будівельного процесу щодо енергозбереження. Запропоновано формалізовану формулу оцінки загального енергоспоживання, яка базується на емпіричних коефіцієнтах частки витрат енергії за етапами та адаптована під умови масового житлового будівництва в Україні

3. Розроблено практичні рекомендації підвищення енергоефективності будівельного виробництва. Сформульовано п’ять ключових організаційних напрямів, реалізація яких дозволяє істотно зменшити втрати енергії на будівельному майданчику без залучення капіталомістких технічних рішень (інституціоналізація енергоменеджменту, внутрішня мотивація, тендерні критерії тощо).

У подальшому доцільно розробити стандартизовану методику енергетичного аудиту будівельного майданчика з використанням цифрового моніторингу,–як інструмент контролю енергоспоживання будівництва публічних і приватних об’єктів нерухомості.

Список літератури

1. Козик В.В., Марущак У.Д., Марко О.Й. Оцінка енергоефективності в життєвому циклі об’єктів житлового будівництва // Бізнес-Інформ. – 2024. – № 5. – С. 201–207. – DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-5-201-207.

2. Арабаджи Р. Аналіз методів енергозбереження під час будівництва цивільних об’єктів. – Дніпро : ДУ «Український центр енергоаудиту», 2023. – 36 с.

3. Про реформи у сфері енергоефективності в Україні. – К. : Інститут економічних досліджень та політичних консультацій (IEM), 2022. – 48 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://iem.org.ua/images/2022/2022-11-20-rekomendacii.pdf (дата звернення: 18.07.2025).

4. Palm J., Bryngelson E. Energy efficiency at building sites: barriers and drivers // Energy Efficiency. – 2023. – Vol. 16, No. 2, Art. 7. – DOI: https://doi.org/10.1007/s12053-023-10088-7.

5. Ö. Broin E., Mata É., Nässén J., Johnsson F. Quantification of the energy efficiency gap in the Swedish residential sector // Energy Efficiency. – 2015. – Vol. 8, No. 6. – P. 975–993. – DOI: https://doi.org/10.1007/s12053-015-9323-9.

6. Cagno E., Trianni A. Exploring drivers for energy efficiency within SMEs: evidences from Italian manufacturing // Applied Energy. – 2013. – Vol. 104. – P. 276–285. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.019.

7. Перегінець І.І. Кластерні форми організації будівельного виробництва в умовах розвитку соціально-економічних трансформацій сучасної України / І.І. Перегінець // Містобудування та територіальне планування. - 2017. - Вип. 64. - С. 560-569. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2017_64_75.

8. Perehinets, I., Nazarenko, I., Nesterenko, M., & Nesterenko, T. (2022). Organizational and technological aspects of the application of environmental criteria in innovative low-rise construction. Academic Journal Industrial Machine Building, Civil Engineering, 2(59), 11–16. DOI: https://doi.org/10.26906/znp.2022.59.3094.

9. Ivan Nazarenko, Oleg Dedov, Maxim Nazarenko, Ivan Pereginets (2021). Dynamic Analysis of Technological Technical Systems for Industrial Applications. У: Dynamic Processes in Technological Technical Systems. PC Technology Center. ISBN (електронний): 978-617-7319-49-7, ISBN (друкований): 978-617-7319-50-3. DOI: https://doi.org/10.15587/978-617-7319-49-7.ch2

10. Patel, H., & Shah, B. (2018). Integration of Modern Planning in Logistics. International Journal of Civil Engineering. DOI:10.1000/ijce.2018.001.

11. Rathi, A., & Khandve, P.V. (2017). Integrated Planning for Demolition. International Journal of Engineering Research. DOI:10.1000/ijer.2017.004.

12. Su, Y., Zhang, Y., & Chen, Y. (2019). Decision-Making in Urban Planning. Sustainability. DOI:10.1000/sustain.2019.007.

13. Walker, D.M. (2021). Military Engineering and Logistics. Journal of Military Studies. DOI:10.1000/jms.2021.002.

14. Мещерякова О.М., Ясній В.П. BIM: Ефективний інструмент для реконструкції будівель та споруд // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. 2022. Вип. 18. С. 61–70. DOI: https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-08.

15. Левченко Н.М., Бейнер П.С., Бейнер Н.В. Реконструкція будівель з використанням BIM технологій при відновленні міст в Україні // Металознавство та термічна обробка металів. 2022. №4. С.64–70. DOI: https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.271222.64.912.

PhD., Associat Professor **Pereginets Ivan,**
Scientific and Technical Center of the Academy of Construction of Ukraine
PhD., Associat Professor **Dikarev Kostiantyn**,
PhD., Associat Professor **Yurchenro Yevhenii**, PhD.,
PhD., Associat. Professor **Sopilniak Artem,**
ESI “Prydniprovska State Academy of Civil Engineering and Architecture”

INSTITUTIONAL AND BEHAVIORAL ASPECTS OF INCREASING ENERGY EFFICIENCY IN CONSTRUCTION PROCESSES

The article examines a complex of institutional and behavioral aspects that affect the increase in energy efficiency in construction production processes. Based on a systematic analysis of modern scientific sources, practices of European countries and the results of the author's content analysis of interviews with representatives of Ukrainian construction companies, key barriers and drivers of the implementation of energy-efficient solutions at construction sites were identified. It was found that, despite the availability of technical solutions and the potential for reducing energy

consumption in the process of construction and installation work, domestic practice is characterized by a low level of institutional consolidation of energy saving, limited motivation of construction participants, lack of internal standards and control. Particular attention is paid to the analysis of behavioral models of participants in the construction process, including foremen, engineers and project managers. A significant impact of corporate culture, leadership and social practices (e.g. internal competitions for reducing energy consumption) on the level of efficiency was revealed. It was established that institutional support from management, the availability of energy checklists, energy consumption accounting and tracking systems, as well as internal transparency and competition can become effective mechanisms for increasing the energy efficiency of construction production. The article proposes a classification of typical barriers (financial, informational, organizational, regulatory, technological) and drivers (leadership, internal motivation, customer support, participation in certification programs) that should be taken into account when designing a sustainable construction policy. Practical recommendations are developed for integrating energy efficiency into construction production management systems in Ukraine, in particular through the creation of internal energy monitoring procedures, training programs for employees, digital templates and databases, strengthening tender requirements, as well as stimulating a culture of responsible energy consumption. Thus, the article substantiates that it is the combination of institutional changes and the transformation of behavioral practices that is critically important for ensuring energy efficiency at all stages of the construction process in the context of the transition to climate-neutral construction.

Keywords: energy efficiency of construction; construction site; institutional barriers; behavioral factors; energy management; sustainable development; construction production; energy monitoring; change management; energy consumption culture.

REFERENCES:

1. Kozyk V.V., Marushchak U.D., Marko O.Y. Assessment of energy efficiency in the life cycle of residential construction facilities // Business-Inform. – 2024. – No. 5. – P. 201–207. – DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-5-201-207.

2. Arabadzhi R. Analysis of energy saving methods during the construction of civil facilities. – Dnipro: State Institution “Ukrainian Energy Audit Center”, 2023. – 36 p.

3. On reforms in the field of energy efficiency in Ukraine. – Kyiv: Institute of Economic Research and Political Consultations (IEM), 2022. – 48 p. – [Electronic

resource]. – Access mode: https://iem.org.ua/images/2022/2022-11-20-rekomendacii.pdf (date of application: 07/18/2025).

4. Palm J., Bryngelson E. Energy efficiency at building sites: barriers and drivers // Energy Efficiency. - 2023. - Vol. 16, No. 2, Art. 7. - DOI: https://doi.org/10.1007/s12053-023-10088-7.

5. Ö. Broin E., Mata É., Nässén J., Johnsson F. Quantification of the energy efficiency gap in the Swedish residential sector // Energy Efficiency. - 2015. - Vol. 8, No. 6. – P. 975–993. – DOI: https://doi.org/10.1007/s12053-015-9323-9.

6. Cagno E., Trianni A. Exploring drivers for energy efficiency within SMEs: evidences from Italian manufacturing // Applied Energy. – 2013. – Vol. 104. – P. 276–285. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.019.

7. Pereginets I.I. Cluster forms of organization of construction production in the context of the development of socio-economic transformations of modern Ukraine / I. I. Pereginets // Urban planning and territorial planning. - 2017. - Issue 64. - P. 560-569. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2017_64_75.

8. Perehinets, I., Nazarenko, I., Nesterenko, M., & Nesterenko, T. (2022). Organizational and technological aspects of the application of environmental criteria in innovative low-rise construction. Academic Journal Industrial Machine Building, Civil Engineering, 2(59), 11–16. DOI: https://doi.org/10.26906/znp.2022.59.3094

9. Ivan Nazarenko, Oleg Dedov, Maxim Nazarenko, Ivan Pereginets (2021). Dynamic Analysis of Technological Technical Systems for Industrial Applications. In: Dynamic Processes in Technological Technical Systems. PC Technology Center. ISBN (electronic): 978-617-7319-49-7, DOI: https://doi.org/10.15587/978-617-7319-49-7. ch2

10. Patel, H., & Shah, B. (2018). Integration of Modern Planning in Logistics. International Journal of Civil Engineering. DOI:10.1000/ijce.2018.001.

11. Rathi, A., & Khandve, P.V. (2017). Integrated Planning for Demolition. International Journal of Engineering Research. DOI:10.1000/ijer.2017.004.

12. Su, Y., Zhang, Y., & Chen, Y. (2019). Decision-Making in Urban Planning. Sustainability. DOI:10.1000/sustain.2019.007.

13. Walker, D.M. (2021). Military Engineering and Logistics. Journal of Military Studies. DOI:10.1000/jms.2021.002.

14. Meshcheryakova O.M., Yasniy V. P. VIM: An effective tool for the reconstruction of buildings and structures // Modern technologies and calculation methods in construction. 2022. Issue 18. P. 61–70.

15. Levchenko N.M., Beiner P.S., Beiner N.V. Reconstruction of buildings using VIM technologies in the restoration of cities in Ukraine // Metallurgy and heat treatment of metals. 2022. No. 4. P. 64–70. DOI: https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.271222.64.912.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.172-181
УДК: 658.5:65.011.8

Цимбалістий Ю.В.,
uratsimbalistuy01@gmail.com, ORCID: 0009-0005-5278-5326,
к.т.н., доцент **Козак А.А.,**
kozak.aa@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9721-2733,
Балабан О.М.,
ban994@gmail.com, ORCID: 0009-0004-8951-6798,
Щербань Б.М.,
bogdan.granit@gmail.com, ORCID: 0009-0002-9275-6448,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФОРМУВАННЯ ПАРАДИГМАЛЬНОГО АПАРАТУ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО ПРОЄКТУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ СТРУКТУРНИХ, ПРОЦЕСНИХ І РОЛЬОВИХ КОМПОНЕНТІВ

Сучасні умови розвитку підприємств, особливо у висококонкурентних та динамічних галузях, зумовлюють потребу у створенні нового парадигмального апарату організаційного проєктування, який поєднує структурні, процесні й рольові компоненти. Традиційні моделі організаційних структур здебільшого орієнтовані на ієрархічні відносини та адміністративний контроль, однак вони не відображають складності та динаміки сучасних організаційних систем. У цифрову епоху, де зростає значення гнучкості, інноваційності та багаторівневої координації, ключовим стає пошук нових концептуальних підходів до організаційного проєктування.

Парадигмальний апарат організаційного проєктування розглядається як інтегрована система понять, принципів і моделей, що дозволяє враховувати три взаємопов'язані компоненти. Структурний компонент визначає архітектоніку організації, її підсистеми та канали взаємодії. Процесний компонент охоплює управління бізнес-процесами, потоками ресурсів і механізмами координації. Рольовий компонент відображає взаємодію учасників, їх функції, зони відповідальності та вплив на прийняття рішень. Їх поєднання створює умови для формування організаційних моделей, здатних реагувати на зовнішні зміни та забезпечувати стратегічну стійкість підприємства.

Ключові слова: організаційне проєктування; структурні компоненти; процесні компоненти; рольові компоненти; управлінські моделі; адаптивність; цифрова трансформація; стійкість.

Постановка проблеми: Організаційне проєктування традиційно розглядалося як завдання формування оптимальної структури підприємства,

орієнтованої на розподіл функцій та управлінських рівнів. Проте у сучасних умовах, що характеризуються швидким розвитком цифрових технологій, динамічними змінами зовнішнього середовища та підвищенням ролі людського капіталу, класичні моделі втрачають свою ефективність. Складність полягає у тому, що більшість підприємств продовжують використовувати статичні організаційні схеми, які не враховують інтеграції процесів і ролей учасників у межах єдиної системи управління. У результаті виникає дисбаланс між формальними структурами та реальними процесами діяльності, що призводить до зниження гнучкості та конкурентоспроможності.

Метою статті є розробка теоретичних засад формування парадигмального апарату організаційного проєктування з урахуванням структурних, процесних і рольових компонентів, що забезпечує адаптивність та стратегічну стійкість підприємств. Завдання полягає у визначенні ключових характеристик зазначених компонентів, дослідженні їхніх взаємозв'язків та створенні інтегрованої моделі, яка може бути застосована у практиці управління сучасними організаціями. Очікується, що результати дослідження сприятимуть побудові нових управлінських парадигм, здатних забезпечити ефективність функціонування підприємств в умовах цифрової трансформації та глобальних викликів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У науковій літературі проблема організаційного проєктування розглядається у різних аспектах, що відображають еволюцію управлінських підходів від клас*ичних до сучасних. Традиційні концепції зосереджувалися на побудові ієрархічних структур, що забезпечували контроль та чіткий розподіл функцій. Подальший розвиток управлінської думки привів до поширення процесного підходу, орієнтованого на інтеграцію бізнес-процесів і підвищення ефективності ресурсного використання. Водночас у межах теорії ролей увага приділялася соціально-психологічним аспектам взаємодії, зокрема функціям, які виконують учасники організації, та їх впливу на результативність.

Сучасні дослідження демонструють тенденцію до інтеграції структурних, процесних і рольових підходів у єдину систему організаційного проєктування. Зокрема, розвиваються концепції гнучких організацій, мережевих структур, Agile і Lean-підходів, що роблять акцент на адаптивності та швидкому реагуванні на зміни середовища. Значна увага приділяється цифровим інструментам моделювання організаційних систем, серед яких системи BPM, ERP і BIM, що забезпечують візуалізацію, аналіз та інтеграцію управлінських рішень.

Виклад основоного матеріалу: Сучасне організаційне проєктування в інвестиційно-будівельній сфері вже не обмежується класичною побудовою

ієрархій і технологічних ліній — воно дедалі частіше інтерпретується як система, що функціонує у багаторівневому парадигмальному полі. Це означає необхідність осмислення не лише практичних структурних форм (наприклад, відділів, департаментів чи модулів), а й процесів, які ними керують, а також ролей, які ці структури відіграють у взаємодії з внутрішніми й зовнішніми акторами. Парадигмальний апарат тут означає сукупність понять, моделей, методологічних інструментів і принципів, які описують, пояснюють і спрямовують організаційне формування з урахуванням складної взаємодії між архітектурною будовою, процесами функціонування та ролевою динамікою [1].

Наскрізна парадигма організаційного проєктування сьогодні повинна враховувати триєдину логіку: архітектоніку організації як конструкцію, її логістику як процес, і її соціодинаміку як ролеву взаємодію. Відмова від лінійного проєктування на користь модульно-функціонального підходу з одночасним врахуванням внутрішніх ролей (лідера, модератора, інтегратора, координатора, інноватора) дозволяє досягти не лише більшої стійкості, але й організаційного навчання — здатності не просто реагувати, а вбудовувати досвід у нову архітектуру.

В межах парадигмального підходу до організаційного проєктування особливе значення набуває візуалізація взаємозв’язків між основними складовими системи. Це дозволяє не лише краще зрозуміти логіку побудови сучасної організаційної структури, а й усвідомити, яким чином структурні елементи, процеси та ролі формують єдине функціональне ціле. Такий підхід стає основою для формування гнучких і водночас контрольованих систем управління в інвестиційно-будівельному середовищі [2]. Як ми бачимо на рисунку 1, кожен з компонентів — структурний, процесний і ролевий — виконує окрему функцію, проте лише їхнє інтегративне поєднання забезпечує ефективність організаційного проєктування.

Одним з важливих наслідків такого парадигмального погляду є відхід від централізованих моделей до розподілених архітектур, де вагу набувають не лише канали комунікації, а й ті ролі, які виконують учасники у рамках спільного процесу. Наприклад, роль координатора у BIM-структурі — це не просто позиція, а набір функцій, що забезпечує узгодження дій між архітекторами, інженерами, екологами, замовниками та державними органами. Так само роль інтегратора в проектах, що передбачають фінансування з декількох джерел, включає як аналітичну роботу, так і політичну чутливість [3].

Зміна ролей потребує й нових форм освітньої та професійної підготовки: компетенції не обмежуються управлінням графіками й бюджетами, а охоплюють здатність до фасилітації, медіації, стратегічного мислення, роботи з даними та динамічного перепроєктування внутрішніх процесів. Як наслідок,

парадигмальний апарат організаційного проєктування дедалі більше нагадує багатовекторну аналітичну платформу, де рішення приймаються не лінійно, а в контексті взаємодії структур, потоків і ролей, що постійно змінюються.

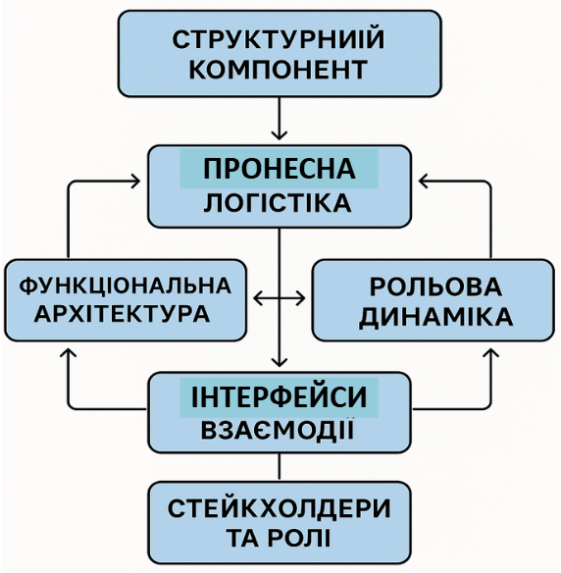


Рис. 1. Парадигмальна структура організаційного проєктування в будівництві
(розроблено авторами на основі [])

Перші концепції інституціоналізації ролей в організаційних структурах можна простежити ще у працях Пітера Бергера та Томаса Лукмана (1966), які вказували на процес «об'єктивації» соціальних функцій через повторення дій та формування очікувань [4]. У контексті організаційного дизайну, ці підходи були розвинені Мері Джо Гетцель, яка у своїй теорії символічного інтерпретування організації зазначає, що ролі не лише задають поведінку, але й формують організаційний зміст. Вона наголошує, що організаційна ідентичність підприємства часто відображається саме через закріплені ролі, а не формальні структури [5].

У професійному управлінні проєктами значний внесок зробив Генрі Мінцберг, який у своїй моделі управлінських ролей виділив ключові напрямки — міжособистісні, інформаційні та вирішальні, кожен з яких може бути інституціоналізований в конкретних управлінських функціях. Його підхід дозволив сформулювати, що управління — це не лише контроль процесів, а і виконання визначених ролей у певному культурно-структурному контексті. У будівельному середовищі це особливо помітно в проєктах з використанням BIM, де, наприклад, роль BIM-координатора не завжди входить у штат, але функціонально закріплена за відповідним актором, і стає критично важливою для успішної реалізації цифрової логістики [6].

Щоб глибше осмислити, як змінювалися підходи до розуміння ролей у межах організаційного проєктування, варто проаналізувати ключові

трактування цього поняття в науковій літературі. Нижче подано таблицю 1, яка ілюструє еволюцію підходів до інституціоналізації ролей у проєктному середовищі, з акцентом на їхню релевантність для будівельного сектору.

Продовжуючи розкриття, важливо наголосити, що інституціоналізація ролей у будівельному середовищі не обмежується лише функціональним наповненням посад чи цифровою фіксацією у системах управління. Її значення значно ширше — йдеться про впровадження сталих очікувань і практик, що дозволяють знижувати транзакційні витрати, пришвидшувати адаптацію нових учасників у проєкті та формувати уніфіковану мову взаємодії між учасниками [8].

Поява процесно-орієнтованого підходу пов’язана з роботами Майкла Хаммера та Джеймса Чампі, які у своїй праці «Reengineering the Corporation» (1993) висунули ідею радикального переосмислення бізнесу на основі ключових процесів, а не ієрархій. Вони стверджували, що лише через детальний опис, оптимізацію та цифровізацію процесів організація здатна досягти гнучкості, швидкості та конкурентоспроможності [9].

Професор Томас Девенпорт (Davenport, 1994) доповнив цей підхід поняттям процесного мислення як культури управління, яка передбачає ідентифікацію ціннісних ланцюгів, визначення критичних точок впливу, створення процесних KPI та безперервне вдосконалення [10]. Він також підкреслював важливість IT-платформ як інструменту процесної інтеграції — що є актуальним для цифрових систем управління будівництвом. Сучасні автори, такі як Пол Хармон, пішли ще далі, запропонувавши моделі злиття BPM (Business Process Management) із agile-логікою, що дозволяє будівельним підприємствам створювати архітектуру з динамічним ядром — з постійно оновлюваними процесами, які адаптуються до ринку, інвесторів, екологічних вимог [11].

Таблиця 1.

Трактування поняття інституціоналізації ролей різними авторами

(розроблено авторами на основі [4, 5, 6, 7])

Автор	Період	Основний внесок	Актуальність для будівництва
Пітер Бергер, Томас Лукман	1966	Соціальна конструкція реальності: ролі стають інституціями через повторення	Пояснення, як ролі формуються в стабільному середовищі
Мері Джо Гетцель	1997–2004	Теорія символічного інтерпретування: ролі як елементи організаційного змісту	Рольова ідентичність у міжпрофесійній взаємодії
Генрі Мінцберг	1975–1983	Модель управлінських ролей: міжособистісні, інформаційні, вирішальні	Виділення функцій керівника у проєктному середовищі
Девід Б’юкенен	2009	Дослідження влади й ролей в організаційній політиці	Аналіз ролевих конфліктів у складних проєктних структурах

Саме для цього у рисунку 2 представлено узагальнену архітектуру процесного управління, що охоплює ключові етапи реалізації проєкту — від планування до контролю — та інтегрує допоміжні процеси, як-от управління ризиками, змінами та знаннями. Цей візуальний підхід дозволяє чітко побачити, як формуються потоки інформації, відповідальності та рішень у межах єдиної гнучкої системи.

Продовжуючи логіку процесно-орієнтованого підходу, важливо відзначити, що саме він створює основу для синхронізації дій усіх учасників проєкту в реальному часі. У будівельному середовищі, де технічні, логістичні й управлінські процеси тісно переплетені, подібна інтеграція дозволяє уникати затримок, дублювань та втрат інформації. Впровадження цифрових рішень на базі BPM-платформ формує новий підхід до управлінської культури — із наголосом на прозорість, доказовість рішень та здатність оперативно адаптуватися до змін у технічному завданні або ринковій ситуації [12].

Процесна орієнтація відкриває шлях до створення універсальних моделей масштабування — як у межах великих проєктів, так і в повторюваних житлових або інфраструктурних ініціативах. Це дозволяє будівельним компаніям зменшити витрати на проєктне адміністрування, оптимізувати ресурси та створювати стандартні рамки, що легко налаштовуються залежно від складності, обсягу або локації проєкту. Таким чином, процесно-орієнтоване мислення — це не лише технологічна база, а й нова управлінська парадигма, що поєднує гнучкість, ефективність і довгострокову стабільність [13].

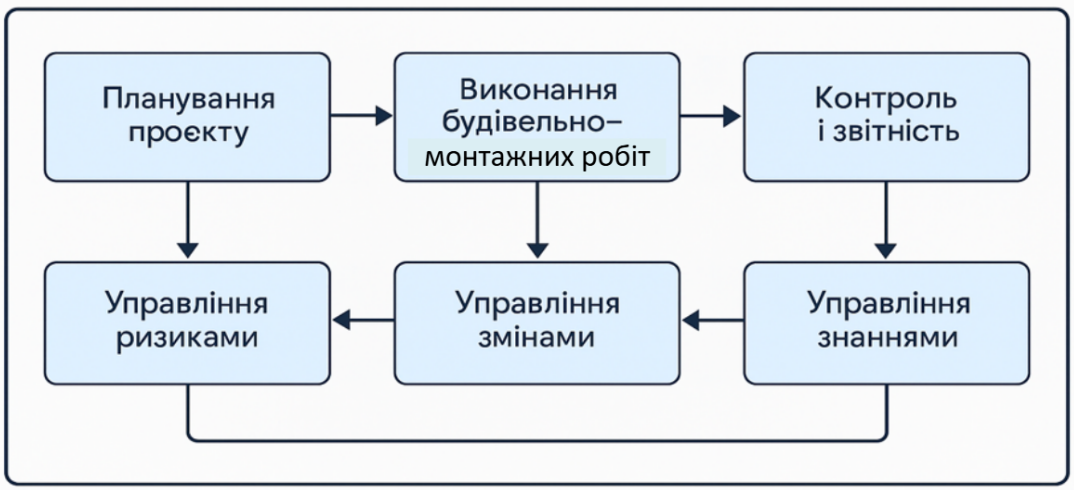


Рис. 2. Процесно-орієнтована архітектура управління будівельним підприємством *(розроблено авторами на основі [11])*

Все частіше в основі управлінських рішень лежить не посада, а зона відповідальності, не підпорядкування, а взаємодія, не вертикаль, а горизонтальне узгодження потоків даних, ресурсів і цілей [14]. У цьому

контексті таблиця 2 ілюструє принципові відмінності між класичною структурною моделлю та процесно-ролевою архітектурою, що дедалі активніше запроваджується у будівельних підприємствах.

Таблиця 2.

Порівняння характеристик класичної структурної та процесно-ролевої моделі будівельного підприємства *(розроблено авторами на основі [14])*

Ознака	**Класична структурна модель**	**Процесно-рольова модель**
1	**2**	**3**
Тип взаємодії	Ієрархічний, вертикальний	Горизонтальний, міжролевий
Основна одиниця управління	Посада, відділ	Роль, процес
Гнучкість у прийнятті рішень	Низька	Висока
Адаптивність до змін	Обмежена, повільна	Висока, динамічна
Інструменти координації	Наказ, регламент	Цифрові панелі, KPI, інтерактивні сценарії
Спосіб делегування	За ієрархією	Через ролі та зони відповідальності
Орієнтація	На контроль	На результат і цінність процесу

Щоб наочно відобразити зміну логіки побудови організаційної структури підприємства у процесі переходу до гнучкої процесно-ролевої архітектури, доцільно звернутися до графічної візуалізації. Як показано на рисунку 3, трансформація відбувається у напрямі від централізованої вертикалі до динамічної мережі взаємопов’язаних ролей, адаптованих до специфіки кожного проєкту [15].

Література

1. Burton, R.M., & Obel, B. (2018). The science of organizational design: Fit between structure and coordination. Journal of Organization Design, 7, Article 5. https://doi.org/10.1186/s41469-018-0029-2

2. Dietz, J.L.G. (2001). DEMO: Towards a discipline of organisation engineering. European Journal of Operational Research, 128(2), 351–363. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00077-1

3. Nikolić, J.L. (2015). Public–Private Partnerships: Interorganizational Design as Key Success Factor. Management, 77, 27–44. https://doi.org/10.7595/management.fon.2015.0028

4. Berger, P.L. and Luckmann, T. (1966) The Social Construction of Reality: A Treatise in the Sociology of Knowledge. Doubleday & Company, New York.

5. Hatch, M.J. (2006). Organization Theory: Modern, symbolic, and postmodern perspectives. (2nd ed.). New York: Oxford University Press. ISBN – 0199260214

6. Rossingol, N. (2022, December 19). 10 managerial roles, according to Mintzberg. Runn Blog. https://www.runn.io/blog/managerial-roles

7. Buchanan, D.A., & Badham, R.J. (2008). Power, Politics and Organizational Change: Winning the Turf Game (2nd ed.). London: SAGE Publications Ltd. https://doi.org/10.4135/9781412928342

8. Чуприна Ю.А. Структурно-когнітивне моделювання на основі інтелектуалізації процесів адміністрування будівельними підприємствами / Х.М. Чуприна, М.В. Бородавка, Д.В. Грабчак // Формування ринкових відносин в Україні: зб. наук. праць. – Вип. 5 (228). – К.: ДНДІ інформатизації та економіки, 2020. - С. 89-98.

9. Hammer, M., & Champy, J. (1993). Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution (reprint ed.). New York, NY: HarperBusiness. ISBN 0887306403; 978-0887306402.

10. Davenport, T.H. (1993) Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology. Harvard Business Press, Harvard.

11. Павлова, В.А., & Булейченко, В. В. (2024). Теоретичні аспекти вибору процесно-орієнтованої моделі розвитку підприємства. Економіка та суспільство, 61, 761–778. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-117

12. Брагіна, О.С. (2024). Основні зміни теорії процесно-орієнтованого управління та їх чинники. Бізнесінформ, (10), 420–426. https://doi.org/10.32983/

13. Pasławski, J. (2017). Flexible approach for construction process management under risk and uncertainty. Procedia Engineering, *182*, 369–376. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.128

14. 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.

15. García de Soto, B., & Mourgues, C. (2022). Construction management supported by BIM and a business intelligence tool. *Energies, 15*(9), 3412. https://doi.org/10.3390/en15093412

Tsymbalistyi Yurii,
PhD in Technical Sciences, Associate Professor, **Kozak Andrii,**
Balaban Oleksandr,
Shcherban Bohdan,
Kyiv National University of Construction and Architecture

FORMATION OF A PARADIGMATIC FRAMEWORK FOR ORGANIZATIONAL DESIGN CONSIDERING STRUCTURAL, PROCESS, AND ROLE COMPONENTS

The modern conditions of enterprise development, especially in highly competitive and dynamic industries, necessitate the creation of a new paradigmatic framework for organizational design that integrates structural, process, and role components. Traditional models of organizational structures are mostly oriented toward hierarchical relations and administrative control; however, they fail to reflect the complexity and dynamics of contemporary organizational systems. In the digital era, where flexibility, innovativeness, and multi-level coordination gain increasing importance, the search for new conceptual approaches to organizational design becomes crucial.

The paradigmatic framework of organizational design is viewed as an integrated system of concepts, principles, and models that makes it possible to

consider three interrelated components. The structural component defines the architecture of the organization, its subsystems, and channels of interaction. The process component covers the management of business processes, resource flows, and coordination mechanisms. The role component reflects the interaction of participants, their functions, areas of responsibility, and influence on decision-making. Their integration creates the conditions for the formation of organizational models capable of responding to external changes and ensuring the strategic sustainability of the enterprise.

Keywords: organizational design; structural components; process components; role components; management models; adaptability; digital transformation; sustainability.

REFERENCES

1. Burton, R.M., & Obel, B. (2018). The science of organizational design: Fit between structure and coordination. Journal of Organization Design, 7, Article 5. https://doi.org/10.1186/s41469-018-0029-2. {in English}

2. Dietz, J.L.G. (2001). DEMO: Towards a discipline of organisation engineering. European Journal of Operational Research, 128(2), 351–363. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00077-1. {in English}

3. Nikolić, J.L. (2015). Public–Private Partnerships: Interorganizational design as key success factor. Management, 77, 27–44. https://doi.org/10.7595/management.fon.2015.0028. {in English}

4. Berger, P.L., & Luckmann, T. (1966). The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge. New York: Doubleday & Company. {in English}

5. Hatch, M.J. (2006). Organization theory: Modern, symbolic, and postmodern perspectives (2nd ed.). New York: Oxford University Press. ISBN 0199260214. {in English}

6. Rossingol, N. (2022, December 19). 10 managerial roles, according to Mintzberg. Runn Blog. https://www.runn.io/blog/managerial-roles. {in English}

7. Buchanan, D.A., & Badham, R.J. (2008). Power, politics and organizational change: Winning the turf game (2nd ed.). London: SAGE Publications Ltd. https://doi.org/10.4135/9781412928342. {in English}

8. Chupryna, Yu.A., Chupryna, Kh.M., Borodavka, M.V., & Hrabchak, D.V. (2020). Structural-cognitive modeling based on the intellectualization of administration processes in construction enterprises. Formation of Market Relations in Ukraine: Collection of Scientific Papers, 5(228), 89–98. Kyiv: State Research Institute of Informatization and Economy. {in Ukrainian}

9. Hammer, M., & Champy, J. (1993). Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution (Reprint ed.). New York, NY: HarperBusiness. ISBN 0887306403; 9780887306402. {in English}

10. Davenport, T.H. (1993). Process innovation: Reengineering work through information technology. Boston, MA: Harvard Business Press. {in English}

11. Pavlova, V.A., & Buleichenko, V.V. (2024). Theoretical aspects of choosing a process-oriented model of enterprise development. Economy and Society, 61, 761–778. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-117. {in Ukrainian}

12. Brahina, O.S. (2024). Main changes in the theory of process-oriented management and their factors. Business Inform, (10), 420–426. https://doi.org/10.32983/.{in Ukrainian}

13. Pasławski, J. (2017). Flexible approach for construction process management under risk and uncertainty. Procedia Engineering, 182, 369–376. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.128. {in English}

14. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). The organization of biosphere compatibility construction: Justification of the predictors of building development and the implementation prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7(3), 545–549. {in Ukrainian}

15. García de Soto, B., & Mourgues, C. (2022). Construction management supported by BIM and a business intelligence tool. Energies, 15(9), 3412. https://doi.org/10.3390/en15093412. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.182-205
УДК 621.873

к.т.н., доцент **Човнюк Ю.В.**,
ychovnyuk@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0608-0203,
к.т.н., доцент **Приймаченко О.В.**,
pryimachenko.ov@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5125-8472,
доцент **Чередніченко П.П.**,
petro_che@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7161-661X,
к.т.н., доцент **Остапущенко О.П.**,
olga_ost_17@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8114-349X,
Кравченко І.М., kim-ua@i.ua, ORCID: 0000-0001-7077-1546,
Київський Національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ КОЛИВАНЬ (ВІБРАЦІЇ) КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

Переміщення вантажу вантажопідйомними механізмами і машинами, які використовуються у містобудуванні, наприклад, мостовими кранами (МК) з нежорсткими канатними підвісами вантажу викликає маятникові коливання вантажу, у котрих присутня некерована компонента. Коливання суттєво збільшують тривалість циклу таких МК, знижують продуктивність та безпеку робіт. Зростає небезпека зштовхування вантажу з об'єктами, присутніми у зоні переміщень, при цьому імовірними є псування/руйнування вантажу, інших об'єктів і самого МК. У зв'язку з цим доцільно повністю придушити некеровані компоненти маятникових коливань вантажу як при його переміщенні, так і при досягненні вантажем цільової точки. Особливо це актуально при переміщенні небезпечних вантажів: ємностей з рідкими матеріалами (типу смоли), горючими рідинами та ін.

При роботі МК та інших типів будівельних/вантажопідйомних кранів внаслідок розгойдування вантажу на канаті виникають значні динамічні навантаження. У даній роботі здійснений аналіз закономірностей процесу коливань вантажу на основі двомасової моделі з урахуванням впливу початкових умов на можливі значення динамічних навантажень, а також з'ясована можливість оптимізації (мінімізації) цих навантажень. Наведений огляд наявних довідкових та нормативних матеріалів, котрі визначають нормативні значення коефіцієнтів динамічності. Отримані у роботі результати можуть бути у подальшому використані для виконання динамічних розрахунків, їх вдосконалення та уточнення, при проектуванні та інженерних розробках скінченно-елементних моделей консольних стріл з вантажем на канаті й без канату при розгоні/гальмуванні у процесі повороту

стріл задля обґрунтування коефіцієнтів динамічності конкретних конструкцій МК та містобудівельних кранів інших типів.

Ключові слова: аналіз; коливання; вібрації; навантаження; канатні системи; маятникові коливання вантажів; містобудівельні та мостові крани; коефіцієнт динамічності; перехідні режими роботи; конструктивні елементи.

Постановка проблеми

Переміщення вантажів містобудівельними, зокрема, мостовими кранами (МК) (як, до речі, й іншими типами будівельних кранів) з нежорстким канатним підвісом вантажу, у яких присутня некерована компонента, спряжені з неминучим виникненням небажаних коливань вантажу на канаті. Коливання суттєво збільшують тривалість циклу кранів, знижують їх продуктивність та безпеку робіт [1-3]. При цьому також зростає небезпека зіштовхувань вантажу з об’єктами, які присутні у зоні переміщень, причому імовірні також пошкодження вантажу, інших об’єктів і самого крану. У зв’язку з цим доцільним є повне усунення некерованої компоненти маятникових коливань вантажу як при його переміщенні, так і при досягненні вантажем цільової точки. Особливо це є актуальним при переміщенні небезпечних вантажів: ємностей з рідкими матеріалами (смола), горючими рідинами та ін.

Зрозуміло, що слід перш за все проаналізувати закономірності процесу коливань вантажу на канаті на основі спрощених моделей (наприклад, у межах двомасової моделі) із урахуванням початкових умов й встановити можливі значення виникаючих динамічних навантажень (у канаті). По-друге, необхідно встановити умови й визначити закономірності руху вантажу й приводної системи, за яких вказані динамічні навантаження канатної системи мінімізуються, зокрема, й коефіцієнти динамічності при пуску/гальмуванні механізмів підйому вантажу МК.

Аналіз публікацій по темі дослідження

Динамічні навантаження при коливаннях вантажу на канаті (МК, зокрема) вивчались у багатьох роботах [1-3]. Проте оптимізація вказаних навантажень відомими у літературі методами [4-9] не була проведена. У даній роботі ця проблема, на думку авторів дослідження, вирішена.

Мета дослідження

Мета роботи полягає у обґрунтуванні фізико-механічної та математичної моделей аналізу, синтезу та оптимізації режимів руху містобудівельних кранів (конструктивних елементів вантажопідйомних машин і механізмів) у період їх пуску, при яких нівелюються маятникові коливання вантажу на канаті й практично мінімізуються динамічні навантаження у пружних елементах (канатах) вказаних машин і механізмів кранів.

Виклад основного змісту дослідження

При оцінці динамічного навантаження на вантажозахоплюючі пристрої слід прийняти до уваги наступне: в умовах нормальної експлуатації важливого значення набуває, головним чином, тільки вертикальне динамічне навантаження при роботі механізму підйому вантажу, оскільки при роботі механізмів пересування крану й обертання його поворотної частини воно не перевищує (5 ... 6)% статичного [1,2].

Розрізняють два варіанти підйому вантажу: «з ваги» й «з підхватом». У першому варіанті припускають, що вантаж вже знаходиться на деякій (невеликій) висоті над основою і статичне навантаження, яке діє на вантажозахоплюючі пристрої, дорівнює вазі вантажу $Q_в$. Динамічне навантаження $P_{дин}$ виникає у початковий момент гальмування вантажу, який спускається, при вмиканні.

У другому варіанті навантаження припускають, що вантаж лежить на будь-якій основі, канати провисають і, відповідно, у цей момент навантаження на вантажозахоплюючі пристрої дорівнює нулю.

У обох випадках динамічний коефіцієнт визначається залежністю:

$$K_{дин} = 1 + P_{дин} / Q_в , \tag{1}$$

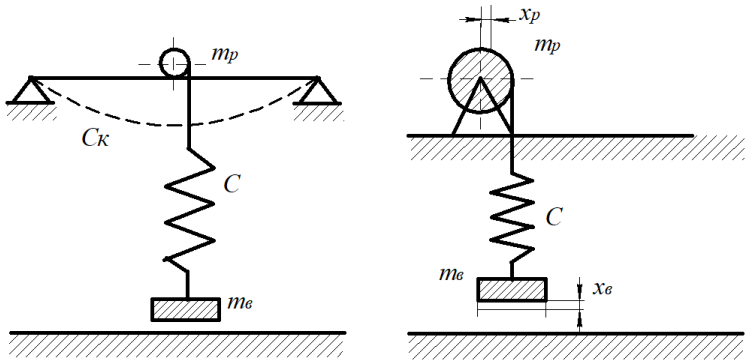
де: $P_{дин}$ − у першому випадку є функцією надлишкової рушійної сили та жорсткості опорної конструкції й у другому − функцією швидкості канату та жорсткості опорної конструкції.

При розрахунку у випадку навантаження за першого варіанту кран моделюється двомасовою коливною системою. У даній системі жорсткості канатів та конструкції крану C_K замінюються приведеною жорсткістю $C_{\text{п}}$, а сама система складається з двох мас − m_p (маса ротору двигуна й приведених до нього мас елементів механізму підйому) та $m_в$ (маса вантажу), пов'язаних між собою жорсткістю C:

$$C_{\text{п}} = \frac{C \cdot C_K}{\left(C + C_K\right)}. \tag{2}$$

При переміщеннях x_p маси m_p та $x_в$ маси $m_в$ кінетична й потенціальна енергія відповідно складають:

$$\begin{cases} \text{К} = \left(\dfrac{m_p}{2}\right) \cdot \dot{x}_p^2 + \left(\dfrac{m_в}{2}\right) \cdot \dot{x}_в^2; \\ \text{П} = C \cdot \left[\left(x_p - x_в\right)^2 / 2\right]. \end{cases} \tag{3}$$



а. б.

Рис.1.Схема динамічного навантаження вантажного пристрою при підйомі вантажу “з ваги»: а) на мостовому крані; б) розрахункова схема.

Для маси $m_р$ рушійною силою є вага вантажу $Q_в$ ($Q_в = m_в \cdot g$, g – прискорення вільного падіння, $g = 9{,}81$ м/с^2), а також надлишкова сила двигуна $T_{надл.}$; для маси $m_в$ – вага вантажу $Q_в$, діюча у тому ж напрямку, що й сила інерції вантажу при підйомі.

У кранах з приводом механізму підйому вантажу від двигуна трифазного струму надлишкову силу $T_{надл.}$ можна вважати постійною (при інших законах зміни рушійної сили, а відповідно й надлишкової, динамічність процесу підйому буде меншою) [1].

Рівняння руху мають вигляд:

$$\begin{cases} m_р \cdot \ddot{x}_р + C\left(x_р - x_в\right) = Q_в + T_{надл.}; \\ m_в \cdot \ddot{x}_в + C\left(x_р - x_в\right) = -Q_в, \end{cases} \tag{4}$$

де $\left(x_р - x_в\right)$ – у подальшому позначаємо через ξ. Тоді:

$$\dot{\xi} = \left(\dot{x}_р - \dot{x}_в\right);\ \ddot{\xi} = \left(\ddot{x}_р - \ddot{x}_в\right). \tag{5}$$

У нових позначеннях (ξ) та (5) замість (4) маємо:

$$\begin{cases} m_р \cdot \ddot{x}_р + C\xi = Q_в + T_{надл.}; \\ m_в \cdot \ddot{x}_в - C\xi = -Q_в. \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ddot{x}_р + \dfrac{C}{m_р} \cdot \xi = \dfrac{Q_в + T_{надл.}}{m_р}; \\ \ddot{x}_в - \dfrac{C}{m_в} \cdot \xi = -Q_в \Big/ m_в. \end{cases} \tag{6}$$

Після віднімання від першого рівняння системи (6) другого рівняння цієї ж системи отримаємо звичайне диференціальне рівняння (неоднорідне) для ξ:

$$\ddot{\xi} + \Omega^2 \xi = \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + \frac{Q_в}{m_в},\ \Omega^2 = C \cdot \left(\frac{1}{m_р} + \frac{1}{m_в}\right). \tag{7}$$

Будемо для випадку підйому вантажу «з ваги» використовувати для розв'язку (7) наступні початкові умови:

$$\xi\big|_{t=0} = \frac{Q_в}{C};\ \ \dot{\xi}\big|_{t=0} = 0\,. \tag{8}$$

Загальний розв'язок (7) шукаємо у вигляді :

$$\xi(t) = A_1\cos\Omega t + A_2\sin\Omega t + \frac{1}{\Omega^2}\cdot\left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в}\right]. \tag{9}$$

Враховуючи умови (8), з (9) маємо:

$$A_1 = \frac{Q_в}{C} - \frac{1}{\Omega^2}\cdot\left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в}\right];\ \ A_2 = 0. \tag{10}$$

Тоді розв'язок $\xi(t)$ (9) подаємо наступним чином:

$$\xi(t) = \left\{\frac{Q_в}{C}\right\}\cos\Omega t + \frac{1}{\Omega^2}\cdot\left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в}\right]\cdot(1-\cos\Omega t). \tag{11}$$

Подамо (11) у більш зручному вигляді для аналізу:

$$\xi(t) = \left\{\frac{Q_в}{C}\right\}\cos\Omega t + \frac{2}{\Omega^2}\cdot\left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в}\right]\cdot\sin^2\left(\frac{\Omega t}{2}\right). \tag{12}$$

Зусилля у пружному елементі (у пружній ланці), яке можна вважати впливом вантажу на вантажозахоплюючі пристрої:

$$P_{В.З.} = C\xi = Q_в\cos\Omega t + \frac{2C}{\Omega^2}\cdot\left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в}\right]\cdot\sin^2\left(\frac{\Omega t}{2}\right). \tag{13}$$

Його величина змінна і є функцією жорсткості системи C та часу t. Максимальне значення зусилля у пружній ланці $P_{В.З.\max}$ має місце при:

$$\cos\Omega t = -1 \Rightarrow\ \Omega t = (2n-1)\pi,\ \ n \in N, \tag{14}$$

тобто у моменти часу:

$$t^* = \frac{(2n-1)\pi}{\Omega},\ \ n \in N, \tag{15}$$

$$\begin{cases} P_{В.З.\max} = \left\{\dfrac{2}{\Omega^2}\cdot\left[\dfrac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \dfrac{Q_в}{m_в}\right] - \dfrac{Q_в}{C}\right\}\cdot C = \dfrac{2C}{\Omega^2}\cdot\left[\dfrac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \dfrac{Q_в}{m_в}\right] - Q_в = \\ = \dfrac{2\mathcal{C}\cdot m_p\cdot m_в}{\mathcal{C}(m_p + m_в)}\cdot\left[\dfrac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \dfrac{Q_в}{m_в}\right] - Q_в = \dfrac{2m_в}{(m_p + m_в)}\cdot(Q_в + T_{надл.}) + \dfrac{2m_p}{(m_p + m_в)}\cdot Q_в - Q_в = \\ = 2Q_в + \dfrac{2m_в}{(m_p + m_в)}\cdot T_{надл.} - Q_в = Q_в + \dfrac{2m_в}{(m_p + m_в)}\cdot T_{надл.}. \end{cases} \tag{16}$$

Оскільки надлишкове зусилля $T_{надл.} = \varphi\cdot Q_в$ (де φ – коефіцієнт пропорційності [1]), тоді:

$$P_{В.З.} = Q_в + 2\varphi\cdot Q_в\cdot\frac{m_в}{(m_в + m_p)} = Q_в\cdot\left\{1 + 2\varphi\cdot\frac{m_в}{(m_в + m_p)}\right\}, \tag{17}$$

а коефіцієнт динамічності має вигляд:

$$K_д = \frac{P_{В.З.}}{Q_в} = 1 + 2\varphi \cdot \left[\frac{m_в}{m_в + m_р} \right] = 1 + \frac{2m_в}{\left(m_р + m_в \right)} \cdot \frac{T_{надл.}}{Q_в}, \tag{18}$$

при $t = t^*$.

Останній коефіцієнт ($K_д$) характеризує динамічність навантаження вантажозахоплюючого пристрою за умови, що підйом починається у момент, коли на канати діє вага вантажу $Q_в$.

При визначенні динамічного навантаження маси $m_р$ та $m_в$ відносять до периферії барабану, причому масу $m_в$ визначають пропорційною квадрату відношення числа гілок вантажного поліспаста, які навиті (чи навиваються) на барабан, до загального числа гілок, на котрих висить вантаж [1].

Для встановлення залежності $K_д(t)$ маємо наступне співвідношення:

$$\begin{aligned} K_д(t) &= \frac{1 \cdot C}{Q_в} \cdot \left\{ \frac{Q_в}{C} \cos \Omega t + \frac{1}{\Omega^2} \cdot \left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + \frac{Q_в}{m_в} \right] \cdot (1 - \cos \Omega t) \right\} = \\ &= K_д(t) = \left\{ \cos \Omega t + \frac{C}{\Omega^2} \cdot \left[\frac{1 + T_{надл.}/Q_в}{m_р} + \frac{1}{m_в} \right] \cdot (1 - \cos \Omega t) \right\} = \\ &= K_д(t) = 1 + \frac{m_в}{\left(m_р + m_в \right)} \cdot \frac{T_{надл.}}{Q_в} \cdot (1 - \cos \Omega t). \end{aligned} \tag{19}$$

Подамо останній вираз у більш зручній формі:

$$K_д(t) = 1 + \frac{m_в}{\left(m_р + m_в \right)} \cdot \frac{T_{надл.}}{Q_в} \cdot 2 \cdot \sin^2 \left(\frac{\Omega t}{2} \right). \tag{20}$$

При $\frac{\Omega t}{2} = (2n_1 - 1) \cdot \frac{\pi}{2}$, $n_1 \in N$, тобто, при:

$$t^{**} = \frac{(2n_1 - 1) \cdot \pi}{\Omega}, \ n_1 \in N, \tag{21}$$

$$K_{д\max} = 1 + \frac{2 \cdot T_{надл.} \cdot m_в}{Q_в \cdot \left(m_р + m_в \right)}. \tag{22}$$

Графік залежності (20) поданий на рис.2.

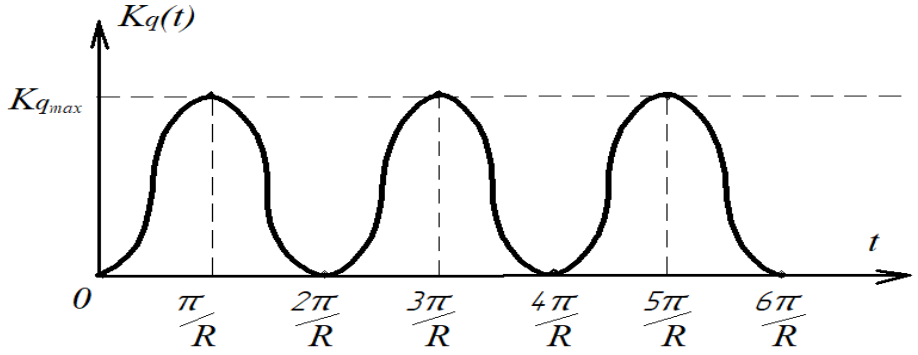


Рис.2. Залежність $K_д(t)$ при підйомі вантажу мостовим краном «з ваги»

На рис.2 введені позначення:

$$K_{д\max} = 1 + \frac{2T_{надл.} \cdot m_в}{\left(m_р + m_в \right)}. \tag{21*}$$

При гальмуванні вантажу, який спускається, $P_{дин}$ та коефіцієнт динамічності $K_д$ визначають за формулами (13)-(18), а $K_д(t)$ – за формулами (19)-(22), (21*). При цьому під $T_{надл.}$ розуміємо наступну різницю:

$$T_{надл.} = T_{гальм.} - Q_в, \tag{23}$$

де: $T_{гальм.}$ – гальмівне зусилля, приведене до вантажу.

Оскільки момент, який створюється гальмами, зазвичай менше максимального моменту [1,2], що створюється двигуном, тоді динамічне зусилля при гальмуванні вантажу, який спускається, не перевищує динамічного зусилля, яке виникає при підйомі вантажу «з ваги».

Визначимо далі закони руху мас m_p та $m_в$, виходячи з рівнянь системи (4), (6), (7) та закону $\xi(t)$ (11), (12) за наступних (ненульових) початкових умов (при підйомі «з ваги»:

$$x_в\big|_{t=0} = 0;\ \dot{x}_в\big|_{t=0} = 0;\ x_p\big|_{t=0} = x_в\big|_{t=0} + \frac{Q_в}{C} = \frac{Q_в}{C};\ \dot{x}_p\big|_{t=0} = 0. \tag{24}$$

З системи (6) для x_p маємо:

$$\ddot{x}_p + \frac{C}{m_p}\cdot\xi(t) = \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p}. \tag{25}$$

З системи (6) для $x_в$ маємо:

$$\ddot{x}_в + g = \frac{C}{m_в}\cdot\xi(t). \tag{26}$$

Рівняння (25) та (26) треба розв’язати за початкових умов (24). Знаючи $\xi(t)$ (11) і двічі інтегруючи по t кожне з рівнянь (25) та (26), матимемо:

$$x_p(t) = \frac{2m_в^2\cdot T_{надл.}}{C\cdot\left(m_p + m_в\right)^2}\cdot\sin^2\left(\frac{\Omega t}{2}\right) + \frac{\left(Q_в + T_{надл.}\right)}{2m_p}\cdot t^2 + \frac{Q_в}{C}. \tag{27}$$

$$x_в(t) = -\frac{2m_p\cdot m_в\cdot T_{надл.}}{C\cdot\left(m_p + m_в\right)^2}\cdot\sin^2\left(\frac{\Omega t}{2}\right) + \frac{T_{надл.}}{\left(m_p + m_в\right)}\cdot\frac{t^2}{2}. \tag{28}$$

З (27) й (28) чітко видно, що у маси $m_в$ та у маси m_p наявні коливання, частота котрих Ω.

Визначимо умови та режими руху $\xi(t)$, $x_в(t)$, $x_p(t)$, за яких у період розгону системи (до набуття вантажопідйомним механізмом усталеної швидкості підйому/спускання вантажу (V)) відсутні коливні процеси як у маси m_p, так і у маси $m_в$. Нехай тривалість пуску системи, протягом якої встановлюється усталений режим підйому вантажу, тобто швидкість підйому стає сталою величиною й дорівнює V, складає $\tau_п$. Тоді рух, за якого координата $\xi(t)$ задовольняє критерію якості руху:

$$\left\{\frac{1}{\tau_п}\cdot\int_0^{\tau_п}\left(\xi(t)\right)^2 dt\right\}^{1/2} \Rightarrow \min, \tag{29}$$

і буде шуканим рухом мас m_p та $m_в$ системи. Необхідною умовою реалізації критерію (29) є рівняння Ейлера-Пуассона, яке можна отримати, замінюючи у підінтегральному виразі (29) $\xi(t)$ на вираз (згідно (7)):

$$\xi(t) = \frac{1}{\Omega^2} \cdot \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в} - \ddot{\xi} \right\}, \tag{30}$$

тоді вказане рівняння (Ейлера-Пуассона) для (29), (30) набуває вигляду:

$$\dot{\xi}^{(IV)} = 0. \tag{31}$$

Будемо розшукувати розв'язок (31) у вигляді сплайну третього порядку по t:

$$\xi = a_1 + a_2 t + a_3 t^2 + a_4 t^3. \tag{32}$$

Щоб знайти невизначені константи a_i, $i = \overline{(1,4)}$, використаємо наступні умови (термінальні):

$$\xi\big|_{t=0} = \frac{Q_в}{C};\ \dot{\xi}\big|_{t=0} = 0;\ \ddot{\xi}\big|_{t=0} = \left\{ \frac{(Q_в + T_{надл.})}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в} \right\} - \Omega^2 \cdot \xi\big|_{t=0} = \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^*, \tag{3}$$

де: $g^* = g - \Omega^2 \cdot \frac{Q_в}{C}$.

Остання (термінальна) умова має вигляд:

$$\dot{\xi}\big|_{t=\tau_п} = 0. \tag{34}$$

Диференціюючи по t відповідну кількість разів вираз (32) та використовуючи умови (33), (34), матимемо:

$$a_1 = \frac{Q_в}{C};\ a_2 = 0;\ 2a_3 = \frac{(Q_в + T_{надл.})}{m_p} + g^*;\ a_4 = -\frac{2a_3}{3\tau_п}. \tag{35}$$

Отже, для того, щоб виконувався критерій якості руху (29) або (30), необхідно, щоб $\xi(t)$ змінювалась з плином часу за наступним законом:

$$\xi(t) = \frac{Q_в}{C} + \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right\} \cdot \frac{t^2}{2} - \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right\} \cdot \frac{t^3}{3\tau_п}. \tag{36}$$

Або:

$$\xi(t) = \frac{Q_в}{C} + \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right\} \cdot \left\{ \frac{t^2}{2} - \frac{t^3}{3\tau_п} \right\}. \tag{37}$$

Тоді $P_{В.З.}$ приймає вигляд:

$$P_{В.З.} = C \cdot \xi(t) = Q_в + C \cdot \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right\} \cdot \left\{ \frac{t^2}{2} - \frac{t^3}{3\tau_п} \right\}. \tag{38}$$

Для $K_д(t)$ маємо:

$$K_д(t) = \frac{P_{В.З.}(t)}{Q_в} = 1 + C \cdot \left\{ \frac{1 + T_{надл.}/Q_в}{m_p} + \frac{1 \cdot g^*}{m_в \cdot g} \right\} \cdot \left\{ \frac{t^2}{2} - \frac{t^3}{3\tau_п} \right\}. \tag{39}$$

Максимального значення $P_{В.З.}(t)$ (38) та $K_д(t)$ (39) набувають у кінці перехідного процесу (пуску) при $t = \tau_п$:

$$\left(P_{B.3.}\right)_{\max} = Q_в + C \cdot \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right\} \cdot \frac{\tau_п^2}{6}. \tag{40}$$

$$\left(K_д\right)_{\max} = 1 + C \cdot \left\{ \frac{1 + T_{надл.}/Q_в}{m_p} + \frac{1 \cdot g^*}{m_в \cdot g} \right\} \cdot \frac{\tau_п^2}{6}. \tag{41}$$

Знайдемо закони руху $x_в(t)$ та $x_p(t)$, які мають маси $m_в$ та m_p при $\xi(t)$ (36), а також задовольняють умовам (термінальним) (24):

$$x_p(t) = \left(-\frac{C}{m_p}\right) \cdot \left\{ \frac{Q_в}{C} \cdot \frac{t^2}{2} + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right) \cdot \left(\frac{t^4}{24} - \frac{t^5}{60\tau_п} \right) \right\} + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} \right) \cdot \frac{t^2}{2} + \frac{Q_в}{C}, \tag{42}$$

$$x_в(t) = \left(\frac{C}{m_в}\right) \cdot \left\{ \frac{Q_в}{C} \cdot \frac{t^2}{2} + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right) \cdot \left(\frac{t^4}{24} - \frac{t^5}{60\tau_п} \right) \right\} - \frac{gt^2}{2}. \tag{43}$$

Використовуючи залежності $\dot{x}_p(t)$ й $\dot{x}_в(t)$ та їх значення у момент $t = \tau_п$, а саме: $\dot{x}_p\big|_{t=\tau_п} = \dot{x}_в\big|_{t=\tau_п} = V$, можна знайти значення $\tau_п$ й V:

$$\frac{\left(-\frac{C}{m_p}\right) \cdot \left\{ \frac{Q_в}{C} \cdot \tau_п + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right) \cdot \left(\frac{\tau_п^3}{12} \right) \right\} + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} \right) \cdot \tau_п}{\left(\frac{C}{m_в}\right) \cdot \left\{ \frac{Q_в}{C} \cdot \tau_п + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right) \cdot \left(\frac{\tau_п^3}{12} \right) \right\} - g\tau_п} = 1, \tag{44}$$

звідси маємо:

$$\tau_п = \left\{ \frac{12 \cdot \left[\frac{T_{надл.}}{m_р} \right]}{\Omega^2 \cdot \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right)} \right\}^{1/2}. \tag{45}$$

Знаючи зі співвідношення (45) $\tau_п$, легко знайти V наступним чином (це значення повинне задовольняти нормам, стандартам, які прийняті для кранових конструкцій і, зрозуміло, не перевищувати їх для конкретних типів навантажень кранів та конкретних типів виконуваних ними робіт щодо обробки вантажів):

$$V = \left\{ C \cdot \left(\frac{1}{m_в} - \frac{1}{m_p} \right) \cdot \left[\frac{Q_в}{C} \cdot \tau_п + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + g^* \right) \cdot \left(\frac{\tau_п^3}{12} \right) \right] + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} - g \right) \cdot \tau_п \right\} \cdot \frac{1}{2}. \tag{46}$$

Розглянемо числовий приклад.

Приклад. Визначити коефіцієнт динамічності вантажу вантажозахоплюючого пристрою, який підвішений на чотирьох гілках канату при підйомі вантажу масою $m_в = \frac{Q_в}{g} = 10 \cdot 10^3 = 10^4$кг (вагою $Q_в = 9{,}81 \cdot 10^4$Н=98,1 кН) «з ваги» зі швидкістю $v_в$=30 м/хв=0,5 м/с. Режим роботи крана − середній. При вазі q вантажозахоплюючого пристрою, яка дорівнює 5% від ваги вантажу (q=4905Н=4,905кН), натяг гілки канату, яка навивається на барабан, з урахуванням ККД поліспасту $\eta_п$ визначається наступним чином ($\eta_п$=95%):

$S_б = 1,05 \cdot Q_в \big/ (4 \cdot \eta_п) = 1,05 \cdot 98100 \big/ (4 \cdot 0,95) \approx 27107$ Н.

При коефіцієнті запасу міцності $n_к = 5,5$ можна застосувати канат за ДГСТ 2688-80* діаметром $d_к = 16,5$ мм = $16,5 \cdot 10^{-3}$м за межею міцності матеріалу дроту $\sigma_B = 1700$ МПа $= 1,7 \cdot 10^9$ Па. Діаметр барабану можна прийняти $D_б \approx 30 d_к \approx 495 \cdot 10^{-3}$ м.

0Необхідна швидкість канату при одинарному поліспасті та його кратності $u_п = 4$ складає:

$v_к = v_в \cdot u_п$ =0,5 м/с · 4=2 м/с = 120 м/хв.

Необхідна частота обертання барабану складає:

$n_б = v_к \big/ (\pi \cdot D_б) = 2 \big/ (3,14 \cdot 495 \cdot 10^{-3}) \approx 1,29$ об/с=77,4 об/хв.

Необхідна потужність двигуна при ККД механізму $\eta_м = 0,9$ складе:

$N = S_б \cdot v_к / \eta_м = 27107 \cdot 2 / 0,9 \approx 60238$ Вт = 60,238 кВт.

Можна застосувати двигун типу МТП-612-10 потужністю N= 60 кВт при тривалості вмикання 25% й частоті обертання валу $n_{дв.}$ =572 об/хв ≈59,90 1/с = = 9,53 об/с. Момент інерції ротора $I_р$ = 5,25 кг·м^2. Необхідне передатне число механізму:

$u_м = n_{дв} / n_б = 572 / 77,4 = 9,53 / 1,29 \approx 7,4.$

Момент інерції ротора двигуна та інших частин механізму, які обертаються, що враховується коефіцієнтом 1,25, приведений до валу барабана:

$I_м = 1,25 \cdot I_р \cdot u_м^2 = 1,25 \cdot 5,25 \cdot 7,4^2 \approx 359$ кг·м^2.

Маса, приведена до периферії барабану радіусом $R_б = 0,25$ м, складає:

$m_р = I_м \cdot \omega^2 / v^2 = I_м / R_б^2 = 359 / 0,25^2 = 5744$ кг.

Маса вантажу, віднесена до периферії барабану:

$\tilde{m}_в = m_в / u_п^2 = 10000 / 4^2 = 625$ кг.

Коефіцієнт

$\tilde{m}_в \big/ (m_р + \tilde{m}_в) = 625 / (625 + 5744) \approx 0,098.$

Для двигуна МТП-612-10 кратність максимального моменту дорівнює 2,8, а $\varphi = 2,8 - 1 = 1,8.$

Максимальний коефіцієнт динамічності (за звичайного/неоптимального режиму руху канату) складає:

$(K_д)_{\max} = 1 + 2\varphi \cdot \left[\tilde{m}_в \big/ (\tilde{m}_в + m_р) \right] = 1 + 2 \cdot 1,8 \cdot 0,098 \approx 1,353.$

При збільшенні швидкості підйому коефіцієнт динамічності різко зростає. Так, якщо для умов прикладу, що розглядається, прийняти швидкість підйому у 2 рази більшою, тобто не 30 м/хв = 0,5 м/с, а 60 м/хв = 1 м/с, тоді $v_к'$ = 240 м/хв = 4 м/с; $n_б'$ = =77,4·2 об/хв = 154,8 об/хв; N' = 120 кВт. Можна застосувати

двигун типу МТП-712-12 потужністю $N'_{дв}$ = 125 кВт, при тривалості вмикання 25% та частоті обертання валу $n'_{дв}$= 587 об/хв ≈ 9,78 об/с.

Момент інерції ротора I_p = 12,75 кг·м^2; φ = 1,8. Тоді:

$u'_м = n'_{дв}/n'_б = 587/154,8 = 3,79$; $I'_м = 1,25 \cdot 12,75 \cdot 3,79^2 = 228,93$ кг·м^2.

$m'_p = I'_м/R^2_б = 228,93/0,25^2 = 3662,9$ кг.

$\tilde{m}'_в = 625$ кг; $\tilde{m}'_в/(\tilde{m}_в + m'_p)$ = 625/(625+3662,9) ≈ 0,146.

Коефіцієнт динамічності (максимальний):

$(K'_д)_{\max} = 1 + 2 \cdot 1,8 \cdot 0,146 \approx 1,526.$

$(K'_д)_{\max} > (K_д)_{\max}$, оскільки 1.526 > 1,353.

Отже, така динамічність підйому вантажу (зростаюча) може мати місце при приводі механізму від короткозамкненого двигуна за відсутності затухання у системі й при умові $\cos\Omega t = -1$. При системах розгону з поступовим зростанням швидкості, тобто з більшим часом/тривалістю перехідних процесів, коефіцієнт $K_д$ буде меншим. При обранні системи приводу механізму підйому це слід враховувати.

Для випадку підйому вантажу «з основи»/«з підхватом» слід використовувати для розв'язку (7) наступні початкові умови:

$$\xi\big|_{t=0} = 0;\ \dot{\xi}\big|_{t=0} = v_0,$$

де: v_0 – початкова швидкість усталеного руху системи у процесі підйому вантажу. Для визначення величини v_0 можна використати наступні міркування.

Коли вантаж вагою $Q_в = m_в \cdot g$ лежить на основі, то деформує останню і величина переміщення $\tilde{x}_п$ основи внаслідок дії на неї сили $Q_в$ складе: $\tilde{x}_п = Q_в/C_{основи}$, де $C_{основи}$ – коефіцієнт жорсткості основи. При відриві вантажу у цьому способі його підйому краном уся потенціальна енергія, яку має вантаж внаслідок взаємодії з основою та її деформації переходить (у зв'язку з наявністю закону збереження енергії у механіці) у кінетичну енергію руху вантажу з початковою швидкістю v_0. Тому маємо наступне співвідношення:

$$\frac{C_{основи} \cdot \tilde{x}^2_п}{2} = \frac{m_в \cdot v_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{m_в \cdot g^2}{C_{основи}}} = \sqrt{\frac{Q_в \cdot g}{C_{основи}}}\ . \qquad (48)$$

Загальний розв'язок (7) шукаємо у вигляді (9), але, враховуючи тепер умови (47), матимемо:

$$A_1 = -\frac{1}{\Omega^2} \cdot \left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в} \right];\ A_2 = \frac{v_0}{\Omega}. \qquad (49)$$

Тоді розв'язок $\xi(t)$ (9) подаємо наступним чином:

$$\xi(t) = \frac{2}{\Omega^2} \cdot \left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в} \right] \cdot \sin^2\left(\frac{\Omega t}{2}\right) + \frac{v_0}{\Omega} \cdot \sin\Omega t. \qquad (50)$$

Зусилля у пружному елементі/канаті, яке тепер можна вважати впливом вантажу на вантажозахоплюючі пристрої, складе:

$$P_{В.З.} = C \cdot \xi = \frac{2C}{\Omega^2} \cdot \left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + \frac{Q_в}{m_в} \right] \cdot \sin^2 \left(\frac{\Omega t}{2} \right) + \frac{C \cdot v_0}{\Omega} \cdot \sin \Omega t \,. \tag{51}$$

Використовуючи співвідношення елементарної тригонометрії, можна (51) подати наступним чином:

$$P_{В.З.}(t) = \frac{2C}{\Omega^2} \cdot \sin \left(\frac{\Omega t}{2} \right) \cdot \left\{ \frac{\left[\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + \frac{Q_в}{m_в} \right]}{\Omega} + v_0 \cdot \cos \left(\frac{\Omega t}{2} \right) \right\}. \tag{52}$$

Аналіз співвідношень (50)-(52) показує, що у даному варіанті підйому вантажу («з підхватом») у моменти часу t^* (15) значення $P_{В.З.\max}$ ще більше, ніж у випадку підйому вантажу «з ваги», оскільки тепер:

$$P_{В.З.\max}(t)\big|_{t=t^*} = 2Q_в + \frac{2m_в}{\left(m_р + m_в\right)} \cdot T_{надл.}. \tag{53}$$

Враховуючи міркування, наведені вище для (17), (18), тепер маємо, що коефіцієнт динамічності набуває вигляду:

$$K_д\big|_{t=t^*} = 2 + \frac{2m_в}{\left(m_р + m_в\right)} \cdot \frac{T_{надл.}}{Q_в}. \tag{54}$$

Отже, при підйомі вантажу «з основи»/«з підхватом» величина $K_д$ у певні моменти часу (t^*) набуває ще більших значень, ніж за підйому «з ваги».

Визначимо тепер закон руху $\xi(t)$, який задовольняє критерію якості (29), але за способу підйому «з основи»/«з підхватом».

Повторюючи наведений вище алгоритм для способу підйому вантажу «з ваги» маємо наступні результати.

Знову $\xi(t)$ розшукуємо у вигляді (32), оскільки $\xi(t)$ повинне задовольняти (31). Але тепер змінюються початкові і кінцеві умови, тобто замість (33) маємо:

$$\xi\big|_{t=0} = 0;\ \dot{\xi}\big|_{t=0} = v_0;\ \ddot{\xi}\big|_{t=0} = \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g \right\};\ \dot{\xi}\big|_{t=\tau_п} = 0. \tag{55}$$

Тоді для коефіцієнтів сплайну по t функції $\xi(t)$ (32) маємо:

$$a_1 = 0;\ a_2 = v_0;\ 2a_3 = \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g;\ a_4 = -\frac{2a_3}{3\tau_п}. \tag{56}$$

Отже, для того, щоб виконувався критерій якості руху (29), (30), необхідно, щоб $\xi(t)$ задовольняла наступному закону зміни з плином часу t:

$$\xi(t) = v_0 t + \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g \right\} \cdot \left\{ \frac{t^2}{2} - \frac{t^3}{3\tau_п} \right\}. \tag{57}$$

Тоді $P_{В.З.}$ приймає вигляд:

$$P_{В.З.}(t) = C \cdot \xi(t) = C \cdot v_0 t + C \cdot \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g \right\} \cdot \left\{ \frac{t^2}{2} - \frac{t^3}{3\tau_п} \right\}. \quad (58)$$

Для $K_д(t)$ маємо:

$$K_д(t) = \frac{P_{В.З.}^{(повне)}}{Q_в} = \frac{Q_в + P_{В.З.}(t)}{Q_в} = 1 + \frac{P_{В.З.}(t)}{Q_в}, \quad (59)$$

де $P_{В.З.}^{(повне)}$ – повне силове навантаження вантажозахоплюючого пристрою: $P_{В.З.}^{(повне)} = Q_в + P_{В.З.}(t)$, або:

$$K_д(t) = 1 + \frac{Cv_0 t}{Q_в} + \frac{C}{Q_в} \cdot \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g \right\} \cdot \left\{ \frac{t^2}{2} - \frac{t^3}{3\tau_п} \right\}. \quad (60)$$

Максимального значення цей коефіцієнт набуває у момент $t = \tau_п$:

$$\left\{ K_д(t)\big|_{t=\tau_п} \right\} = K_д(\tau_п) = K_{д\max} = 1 + \frac{Cv_0\tau_п}{Q_в} + \frac{C}{Q_в} \cdot \left\{ \frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g \right\} \cdot \frac{\tau_п^2}{6}. \quad (61)$$

З (60) чітко видно, що у цьому випадку $K_д(t)$ менше, ніж за закону руху $\xi(t)$ (50). Останній, до того ж, призводить до небажаних коливань вантажу на канаті. Для $\xi(t)$ (57,1) подібні коливання відсутні.

Визначимо далі закони руху $x_р(t)$, $x_в(t)$. Задля цього знову використовуємо закони та рівняння (25), (26) й початкові умови:

$$x_в\big|_{t=0} = 0;\ \dot{x}_в\big|_{t=0} = 0;\ \dot{x}_р\big|_{t=0} = v_0;\ x_р\big|_{t=0} = 0. \quad (62)$$

Для $\ddot{x}_р(t)$ маємо рівняння (25), яке треба розв'язати за умов (62) при $\xi(t)$ (57). Маємо:

$$x_р(t) = \left(-\frac{C}{m_р} \right) \cdot \left\{ \frac{v_0 \cdot t^3}{6} + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g \right) \cdot \left(\frac{t^4}{24} - \frac{t^5}{60\tau_п} \right) \right\} + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} \right) \cdot \frac{t^2}{2} + v_0 t. \quad (63)$$

$$x_в(t) = -\frac{\left(-gt^2\right)}{2} \cdot \left(\frac{C}{m_в} \right) \cdot \left\{ \frac{v_0 \cdot t^3}{6} + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g \right) \cdot \left(\frac{t^4}{24} - \frac{t^5}{60\tau_п} \right) \right\}. \quad (64)$$

Оскільки при $t = \tau_п$ $\dot{x}_р = \dot{x}_в = V$, де V – усталена швидкість підйому вантажу, можна цю обставину використати для визначення $\tau_п$. Зазвичай величина V задається нормами експлуатації кранових конструкцій певного типу та механізмів підйому вантажу, які при цьому використовуються. Отже, для знаходження $\tau_п$ можна використати, наприклад, вираз $x_в(t)$ (64), продиференціювати його по часу t і знайти значення цього останнього виразу при $t = \tau_п$. Тоді матимемо:

$$\dot{x}_в(t)\big|_{t=\tau_п} = V \Leftrightarrow \left(-g\tau_п\right) + \left(\frac{C}{m_в} \right) \cdot \left\{ \frac{v_0 \cdot \tau_п^2}{2} + \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_р} + g \right) \cdot \frac{\tau_п^3}{12} \right\} = V. \quad (65)$$

Виникає кубічне рівняння (65) відносно $\tau_п$, яке розв'язується за допомогою формул Кардано. Навпаки, якщо величина ($\tau_п$) задана, з (65) легко

безпосередніми обчисленнями знайти величину V для конкретного варіанту підйому вантажу «з основи»/«з підхватом».

При розрахунку у випадку навантаження (динамічного) вантажного пристрою крана за підйому вантажу «з підхватом» («з основи») можна використати інші підходи [1]. Зокрема, можна знехтувати жорсткістю одного з елементів (канатів, оскільки пружність металоконструкції крана набагато вище, ніж власне канатів, причому коливання останніх до того ж ще й швидко затухають) і враховувати лише пружність другого елементу жорсткості − конструкції крана, тобто маси крану $m_к$ й вантажу $m_в$ розглядати як одну масу m.

За прийнятих припущень можна вважати, що підйом вантажу здійснюється наступним чином.

На першому етапі, після вмикання двигуна, відбувається вибирання слабини канату, на другому етапі − пружна деформація усіх елементів конструкції (рис.2). Другий етап продовжується до тих пір, поки зусилля P_0 на вантажозахоплюючі пристрої, зростаючи від нуля, не стає рівним $Q_в = m_в \cdot g$. Лише після цього, на третьому етапі, починається підйом вантажу.

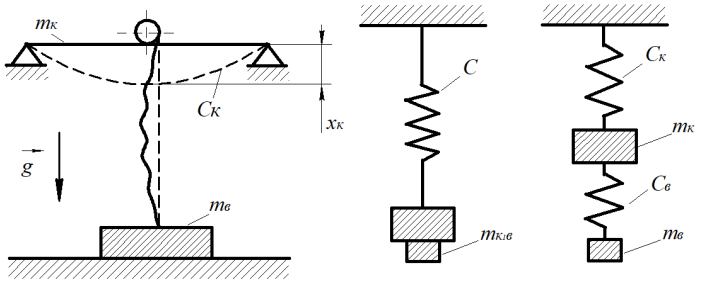


Рис.3. Схема динамічного навантаження вантажного пристрою при підйомі вантажу «з підхватом»:
а) на кранах мостового типу; б,в) розрахункові схеми одно- та двомасової систем.

При переміщенні $x_к$ маси крана $m_к$ з жорсткістю $C_к$ (точніше кранової балки як частини металоконструкції крану) кінетична енергія:

$$W = \tilde{m}_к \cdot \dot{x}_к^2 / 2,\ \tilde{m}_к = m_в + m_к, \tag{66}$$

а потенціальна енергія:

$$U = C_к \cdot x_к^2 / 2. \tag{67}$$

Рушійною силою тут є сила P, різна для різних етапів підйому вантажу. Рівняння руху системи, яке виникає з рівняння Лагранжа другого роду, має вигляд:

$$\left(m_в + m_к\right) \cdot \ddot{x}_к + C_к \cdot x_к = \mathrm{P}, \tag{68}$$

його розв'язок має наступний вигляд:

$$x_к = y_{ст} + A \sin pt + B \cos pt,\ p = \sqrt{\frac{C_к}{\left(m_к + m_в\right)}}, \tag{69}$$

за умови, що на початку руху задовольняються наступні співвідношення для $x_к(t)$ й $\dot{x}_к(t)$:

$$y_к = x_к\big|_{t=0} = y_{ст} = \frac{(m_в + m_к)\cdot g}{C_к};\ \dot{x}_к\big|_{t=0} = V_0, \tag{70}$$

де V_0 – початкова швидкість підйому вантажу, початкове переміщення канату, коли повністю вибраний канат (його слабина ліквідована), $y_{ст}$ – прогин конструкції від статичного навантаження. Після встановлення значень коефіцієнтів A та B маємо:

$$\begin{cases} x_к = y_{ст.} + y_{ст.}\cos pt + \dfrac{v_0}{p}\sin pt; \\ \dot{x}_к = -p\cdot y_к \sin pt + v_0 \cos pt; \\ \ddot{x}_к = -p^2\cdot y_к \cos pt - v_0\cdot p \sin pt. \end{cases} \tag{71}$$

$P_{дин.}$ – динамічне навантаження, діюче на вантажозахоплюючий пристрій, приймає вигляд:

$$P_{дин.} = m_в\cdot \ddot{x}_к = \left(\frac{Q_в}{g}\right)\cdot\left\{-p^2\cdot y_к \cos pt - v_0 p \sin pt\right\}. \tag{72}$$

Якщо виконується співвідношення: $v_0 = p\cdot y_к$, тоді з (71) маємо:

$$P_{дин.} = -\left(\frac{Q_в}{g}\right)\cdot v_0\cdot p\sin pt. \tag{73}$$

Максимального значення $P_{дин.}$ у цьому випадку набуває при умові:

$$\sin pt = -1. \tag{74}$$

Цей режим і умова реалізуються за високої початкової швидкості підйому вантажу (v_0).

Якщо виконується співвідношення: $v_0 = p\cdot y_к$, тоді з (72) маємо:

$$P_{дин.} = -\left(\frac{Q_в}{g}\right)\cdot p^2\cdot y_к \cos pt. \tag{75}$$

Максимального значення $P_{дин.}$ у цьому випадку набуває при умові:

$$\cos pt = -1. \tag{76}$$

Цей режим і умова реалізуються за малої початкової швидкості підйому вантажу (v_0).

У загальному випадку (для довільних значень v_0) маємо:

$$\begin{cases} P_{дин.} = \left\{-\dfrac{Q_в}{g}\right\}\cdot\left\{\sqrt{v_0^2\cdot p^2 + p^4\cdot y_к^2}\,\sin(pt+\alpha)\right\} \\ \alpha = arctg\left\{\dfrac{p\cdot y_к}{v_0}\right\}. \end{cases}, \tag{77}$$

Максимального значення $P_{дин.}$, яке дорівнює

$$P_{дин.}^{(\max)} = \frac{Q_в}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \cdot p^2 + p^4 \cdot y_к^2} \tag{78}$$

набуває у моменти часу t^*, котрі визначаються зі співвідношення:

$$p \cdot t_n^* + arctg\left\{\frac{p \cdot y_{ст}}{v_0}\right\} = \frac{\pi}{2}(4n-1),\ n \in N. \tag{79}$$

Повне навантаження, діюче на вантажозахоплюючий пристрій, має вигляд:

$$\begin{cases} P_{В.З.} = Q_в + P_{дин.}^{(\max)} = Q_в \cdot \left\{1 + \frac{1}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \cdot p^2 + p^4 \cdot y_к^2}\right\}, \\ K_д = 1 + \frac{1}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \cdot p^2 + p^4 \cdot y_к^2}, \end{cases} \tag{80}$$

а при виконанні співвідношення, яке приводить до (73), (74), маємо:

$$P_{В.З.} = Q_в \cdot \left\{1 + \frac{v_0}{g} \cdot p\right\} = Q_в \cdot \left\{1 + \frac{v_0}{g} \cdot \sqrt{C_к / (m_к + m_в)}\right\}. \tag{81}$$

Оскільки $C_к = Q_в / y_{ст} = \frac{m_в \cdot g}{y_{ст}}$, тоді з (81) можемо отримати:

$$K_{дин.} = 1 + \frac{v_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{C_к}{(m_к + m_в)}} = 1 + v_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(g \cdot y_{ст})} \cdot \left\{\frac{m_в}{(m_к + m_в)}\right\}}. \tag{82}$$

Визначимо далі закон руху $x_к(t)$, за якого відсутні коливання у розглядуваній системі й виконуються початкові умови (70) та критерій якості руху типу:

$$\left\{\frac{1}{\tau_п} \cdot \int_0^{\tau_п} \{x_к(t)\}^2 dt\right\}^{1/2} \Rightarrow \min. \tag{83}$$

Вважаючи, що у (68) $P = const$, умова (83) виконується при (рівняння Ейлера-Пуассона):

$$x_к^{(IV)} = 0. \tag{84}$$

Розв'язок (84) шукаємо при наступних термінальних (початкових та кінцевих) умовах підйому вантажу «з підхватом»:

$$\begin{aligned} &x_к\big|_{t=0} = y_{ст.};\ \dot{x}_к\big|_{t=0} = v_0;\ \ddot{x}_к\big|_{t=0} = (m_в + m_к)^{-1} \cdot \{(m_к + m_в) \cdot g - C_к \cdot y_{ст}\} = \\ &= (m_к \cdot g) \cdot (m_в + m_к)^{-1} = \frac{m_к \cdot g}{(m_в + m_к)};\ \dot{x}_к\big|_{t=\tau_п} = V, \end{aligned} \tag{85}$$

де: V – усталена швидкість підйому вантажу після завершення перехідного процесу ($t \geq \tau_п$).

Розшукуємо $x_к(t)$, яке задовольняє рівнянню (84) та умовам (85) у вигляді сплайну по t:

$$x_к(t) = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3. \tag{86}$$

Тоді з (85) маємо:

$$b_0 = y_{ст};\ b_1 = v_0;\ 2b_2 = \frac{m_к g}{(m_в + m_к)};\ b_3 = -\frac{2b_2}{3\tau_п}, \tag{87}$$

або:

$$x_к(t) = y_{ст} + v_0 \cdot t + \frac{m_к g}{(m_в + m_к)\cdot 2}\cdot t^2 - \frac{2}{3\tau_п}\cdot\left(\frac{m_к g}{(m_в + m_к)\cdot 2}\right)\cdot t^3 = \\ = y_{ст} + v_0 \cdot t + \frac{m_к g}{2\cdot(m_к + m_в)}\cdot t^2 - \frac{m_к g}{3\tau_п (m_в + m_к)}\cdot t^3. \quad (88)$$

Коефіцієнт динамічності $K_д(t)$ не має коливного характеру при режимі руху (88):

$$K_д(t) = \frac{Q_в + m_в \cdot \ddot{x}_к}{Q_в} = 1 + \frac{\ddot{x}_к}{g} = 1 + \frac{m_к}{(m_к + m_в)}\cdot\left(1 - \frac{2t}{\tau_п}\right). \quad (89)$$

Зазначимо, що свого максимального значення $K_д$ досягає у початковий момент часу $t = 0$:

$$K_{дин}^{(\max)}(t)\Big|_{t=t_0} = 1 + \frac{m_к}{(m_к + m_в)}. \quad (90)$$

Формули, отримані вище, (у наближенні одномасової моделі підйому вантажу «з підхватом») досить прості і можуть бути використані у практичних розрахунках, хоча й не враховують впливу другого елементу жорсткості, який існує у системі, що розглядається. При його врахуванні систему слід розглядати як двомасову з двома пружними зв'язками і, відповідно, як таку, що має дві степені вільності руху із відповідним накладанням коливань по кожній з частот та знаходженням максимуму протягом кількох періодів коливань.

Використання функцій Лагранжа для даної задачі дозволяє записати у цьому випадку наступну систему рівнянь для $x_в$ та $x_к$:

$$\begin{cases} m_к \cdot \ddot{x}_к + C_к \cdot x_к + C_в \cdot (x_к - x_в) = P_р - Q_в + Q_в = T_{надл.} + Q_в, \\ m_в \cdot \ddot{x}_в + C_в \cdot x_к + C_в \cdot x_в = -Q_в,\ T_{надл.} = P_р - Q_в,\ Q_в = m_в \cdot g, \end{cases} \quad (91)$$

де: $P_р$ – рушійна сила приводу механізму підйому.

Використовуючи друге рівняння системи (91) можна встановити, що:

$$x_к = (m_в \cdot \ddot{x}_в + C_в \cdot x_в + Q_в)\cdot\frac{1}{C_в}. \quad (92)$$

Тоді, з (92) для $\ddot{x}_к$ маємо:

$$\ddot{x}_к = \frac{1}{C_в}\cdot\left(m_в \cdot x_в^{(IV)} + C_в \cdot \ddot{x}_в\right). \quad (93)$$

Використовуючи співвідношення (92), (93), можна перше рівняння системи (91) звести до рівняння для $x_в$ четвертого порядку, яке є лінійним неоднорідним диференціальним рівнянням:

$$x_в^{(IV)} + \ddot{x}_в \cdot\left\{\frac{C_в}{m_в} + \frac{(C_в + C_к)}{m_к}\right\} + \frac{C_к}{m_к}\cdot\frac{C_в}{m_в} = \frac{C_в}{m_в \cdot m_к}\cdot\left(T_{надл.} - \frac{C_к}{C_в}\cdot Q_в\right), \quad (94)$$

або:

$$x_в^{(IV)} + \ddot{x}_в \cdot \left\{\Omega_в^2 + \Omega_{\text{пр}}^2\right\} + \Omega_к^2 \cdot \Omega_в^2 \cdot x_в = \Omega_в^2 \cdot \frac{1}{m_к} \cdot \left(T_{надл.} - \frac{C_к}{C_в} \cdot Q_в \right), \tag{95}$$

де: $\Omega_в^2 = \frac{C_в}{m_в}$, $\Omega_{\text{пр}}^2 = \frac{C_в + C_к}{m_к}$, $\Omega_к^2 = \frac{C_к}{m_к}$.

Тут введені наступні позначення: $C_в$ – жорсткість підйомних канатів і приведена до них жорсткість елементів приводу, Н/м^2; $\Omega_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{\left(C_в + C_к\right)}{m_к}}$ – приведена частота, 1|с; $C_к$ – жорсткість металоконструкції крану, Н/м; $m_к$ – приведена маса металоконструкції крану, кг; $m_в$ – маса вантажу.

Парціальні частоти даної системи (у с$^{-1}$) $p_{1,2} = \Omega_{1,2}$ можна знайти з наступних співвідношень:

$$\Omega_{1,2} = \left\{ \frac{\Omega_в^2 + \Omega_{\text{пр}}^2}{2} \pm \sqrt{\frac{\left(\Omega_в^2 + \Omega_{\text{пр}}^2\right)^2}{4} - \Omega_к^2 \cdot \Omega_в^2} \right\}^{1/2}. \tag{96}$$

Тривалість часу, яка відповідає моменту відриву вантажу від опори (при підніманні вантажу способом «з підхватом») знаходиться з наступного трансцендентного рівняння [1]:

$$\tau_0 + \left[\frac{C_в}{C_к \cdot \Omega_{\text{пр}}} \right] \cdot \sin\left(\Omega_{\text{пр}} \cdot \tau_0\right) = g \cdot \Omega_{\text{пр}}^2 \Big/ \left(v_0 \cdot \Omega_к^2 \cdot \Omega_в^2\right), \tag{97}$$

де: v_0 – швидкість підйому вантажу після його відриву від поверхні опори. Доволі часто v_0 ототожнюють з V – усталеною швидкістю підйому вантажу [1,3], тобто ($v_0 \approx V$). Хоча при точному аналізі процесу підйому вантажу способом «з підхватом» v_0 знаходиться з наступних міркувань. Абсолютна деформація основи, на якій до початку підйому лежить вантаж, тобто X_0, визначається зі співвідношення:

$$X_0 = \frac{m_в \cdot g}{C_{\text{осн.}}}, \tag{98}$$

де: $C_{осн.}$ – жорсткість основи, на якій знаходиться вантаж перед підйомом «з підхватом», Н/м. Вважаючи, що практично вся енергія деформації основи під дією вантажу маси $m_в$ при відриві від неї вантажу переходить у його кінетичну енергію руху $W^{(\text{кін})} = \frac{m_в \cdot v_0^2}{2}$, маємо (згідно з законом збереження енергії у механіці):

$$\frac{C_{осн.} \cdot X_0^2}{2} = \frac{m_в \cdot v_0^2}{2} \Leftrightarrow \frac{m_в \cdot g^2}{C_{осн.}} = v_0^2. \tag{99}$$

(При цьому ми нехтуємо втратами на теплові процеси, які відбуваються у деформованій основі при відриві від неї вантажу, тобто нехтуємо тепловими

втратами, що, безумовно, існують у основі при відновленні її первинного, недеформованого стану). Остаточний вираз для v_0 приймає вигляд:

$$v_0 = g \cdot \sqrt{\frac{m_в}{C_{осн.}}}. \tag{100}$$

При $t > \tau_0$ починається підйом вантажу способом «з ваги», котрий описаний вище у вигляді системи рівнянь (4), де $m_p \equiv m_к$.

Розв'язок рівняння (95) можна подати наступним чином:

$$\begin{cases} x_в(t) = A_1 \sin \Omega_1 t + A_2 \cos \Omega_1 t + A_3 \sin \Omega_2 t + A_4 \cos \Omega_2 t + X^*, \\ X^* = \dfrac{1}{C_к} \cdot \left(T_{надл.} - \dfrac{C_к}{C_в} \cdot Q_в \right), \end{cases} \tag{101}$$

а константи $A_i,\ i = \overline{(1,4)}$, знаходимо з наступних термінальних (початкових і кінцевих) умов підйому вантажу способом «з підхватом»:

$$x_в\big|_{t=o} = 0;\ \dot{x}_в\big|_{t=o} = 0;\ \ddot{x}_в\big|_{t=\tau_0} = -g;\ \dot{x}_в\big|_{t=\tau_0} = v_0. \tag{102}$$

З (101) видно, що вантажу, який піднімають способом «з підхватом», притаманні коливання з парціальними частотами Ω_1, Ω_2, що викликає незручності й динамічні перевантаження канатної системи крану при здійсненні останнім низки навантажувально-розвантажувальних робіт [1]. Визначимо, за якого режиму руху $x_в(t)$ можна позбутися вказаних вище незручностей. Для цього слід розглянути систему рівнянь (4), (6), котра зводиться до рівняння (7), але для $t > \tau_0$ (коли відбувся відрив вантажу від опори з наступними початковими умовами руху (вони діють саме у моменти часу $t > \tau_0$ й до моменту $t = \tau_п$, де $\tau_п$ – момент часу, коли швидкість підйому вантажу досягне усталеного значення V, за якого здійснюється рівномірний підйом вантажу):

$$\xi\big|_{t=\tau_0} = \frac{Q_в}{C};\ \dot{\xi}\big|_{t=\tau_0} = v_0;\ \ddot{\xi}\big|_{t=\tau_0} = \frac{T_{надл.}}{m_p};\ \dot{\xi}\big|_{t=\tau_п} = V\ . \tag{103}$$

З рівняння (7) легко визначити $\xi(t)$:

$$\xi(t) = \frac{1}{\Omega^2} \cdot \left\{ \left(\frac{Q_в + T_{надл.}}{m_p} + \frac{Q_в}{m_в} \right) - \ddot{\xi} \right\}. \tag{104}$$

Будемо розшукувати такий режим руху, за якого виконується наступний критерій якості (цього руху):

$$\int_{\tau_0}^{\tau_п} \left(\xi(t)\right)^2 dt \Rightarrow \min. \tag{105}$$

Якщо ввести нову змінну $t^* = t - \tau_0$, тоді критерій (105) та умови (103) приймуть наступний вигляд:

$$\begin{cases} \int_0^{\tau_п - \tau_0} \left\{\xi\left(t^* + \tau_0\right)\right\}^2 d\left(t^*\right) \Rightarrow \min, \\ \xi\big|_{t^*=0} = \dfrac{Q_в}{C};\ \dot{\xi}\big|_{t^*=0} = v_0;\ \ddot{\xi}\big|_{t^*=0} = \dfrac{T_{надл.}}{m_p};\ \dot{\xi}\big|_{t^*=\tau_п-\tau_0} = V. \end{cases} \tag{106}$$

Використовуючи заміну $\xi\left(t^* + \tau_0\right)$ (106) й підставляючи її у критерій якості руху (105), отримаємо необхідну умову реалізації цього критерію (рівняння Ейлера-Пуассона) вигляду:

$$\xi^{(IV)}\left(t^* + \tau_0\right) = 0. \tag{107}$$

Будемо розшукувати розв’язок цього рівняння у вигляді:

$$\xi\left(t^* + \tau_0\right) = \tilde{d}_0 + \tilde{d}_1 \cdot \left(t^* + \tau_0\right)^1 + \tilde{d}_2 \cdot \left(t^* + \tau_0\right)^2 + \tilde{d}_3 \cdot \left(t^* + \tau_0\right)^3. \tag{108}$$

Оскільки справедливе співвідношення:

$$\begin{cases} \dfrac{d\xi\left(t^* + \tau_0\right)}{d\left(t^* + \tau_0\right)} = \dfrac{d\xi\left(t^* + \tau_0\right)/dt^*}{d\left(t^* + \tau_0\right)/dt^*} = d\xi\left(t^* + \tau_0\right)/dt^*; \\ \xi^{(IV)}\left(t^* + \tau_0\right) = \xi^{(IV)}_{t^*t^*t^*t^*} = \xi^{(IV)}_{4t^*}\left(t^* + \tau_0\right),\ \xi^{(IV)}\left(t^* + \tau_0\right) = \xi^{(IV)}(t), \end{cases} \tag{109}$$

а $\tau_0 \le t^* + \tau_0 \le \tau_п$, тоді $0 \le t^* \le \tau_п - \tau_0$.

Крім того, зрозуміло, що:

$$\lim \xi^{(IV)}\left(t^* + \tau_0\right) = \xi^{(IV)}\left(t^*\right) = \xi^{(IV)}(t). \tag{110}$$

Рівняння для $\xi\left(t^*\right)$, яке задовольняє умову Ейлера-Пуассона, $\xi^{(IV)}\left(t^*\right) = 0$, будемо розшукувати у вигляді сплайна по t^* третього порядку, а саме:

$$\xi\left(t^*\right)=d_0+d_1\cdot t^*+d_2\cdot\left(t^*\right)^2+d_3\cdot\left(t^*\right)^3,\ t^*\geq 0. \tag{111}$$

Для $\xi(t)$ можна отримати:

$$\xi(t)=\tilde{d}_0+\tilde{d}_1\cdot t^1+\tilde{d}_2\cdot t^2+\tilde{d}_3\cdot t^3,\ t\geq\tau_0. \tag{112}$$

По суті, запис (112) означає, що, починаючи з $t\geq\tau_0$, або $t^*\geq 0$ функція $\xi\left(t^*\right)$ веде себе щодо аргумента t^* так само, як і функція $\xi(t)$, – вона неперервна й монотонно зростаюча.

Враховуючи умови (106) для $\xi\left(t^*\right)$ (111), маємо:

$$\xi\left(t^*\right)=\frac{Q_в}{C}+v_0\cdot t^*+\frac{T_{надл.}}{2m_p}\cdot\left(t^*\right)^2+\left\{\frac{\left(V-v_0\right)-\frac{T_{надл.}}{m_p}\cdot\left(\tau_п-\tau_0\right)}{3\left(\tau_п-\tau_0\right)^2}\right\}\cdot\left(t^*\right)^3. \tag{113}$$

Динамічна складова зусилля, яке виникає у канатній системі при підйомі вантажу «з підхватом», має вигляд:

$$\begin{aligned}&P_{В.З.}\left(t^*\right)=C\xi\left(t^*\right)=\\&=Q_в+Cv_0\left(t^*\right)+\frac{C\cdot T_{надл.}}{2m_p}\left(t^*\right)^2+C\left\{\frac{\left(V-v_0\right)-\frac{T_{надл.}}{m_p}\cdot\left(\tau_п-\tau_0\right)}{3\left(\tau_п-\tau_0\right)^2}\right\}\left(t^*\right)^3.\end{aligned} \tag{114}$$

Коефіцієнт динамічності $K_{дин}\left(t^*\right)$ має наступний вигляд:

$$\begin{aligned}K_{дин}\left(t^*\right)&=\frac{P_{В.З.}\left(t^*\right)}{m_в\cdot g}=1+\frac{C\cdot v_0\cdot\left(t^*\right)}{m_в\cdot g}+\frac{C\cdot T_{надл.}}{2m_p\cdot m_в\cdot g}\cdot\left(t^*\right)^2+\\&+\frac{C\cdot\left[\left(V-v_0\right)-\frac{T_{надл.}}{m_p}\cdot\left(\tau_п-\tau_0\right)\right]}{m_в\cdot g\cdot 3\left(\tau_п-\tau_0\right)^2}\cdot\left(t^*\right)^3.\end{aligned} \tag{115}$$

З (115) видно, що $K_{дин}\left(t^*\right)$ не має коливного характеру. Максимального значення ця величина набуває при $t^*=\tau_п-\tau_0$, а саме:

$$\begin{aligned}&K_{дин}^{(\max)}\left(t^*\right)=K_{дин}\left(t^*\right)\Big|_{t^*=\tau_п-\tau_0}=\\&=1+\frac{2\cdot C\cdot v_0\cdot\left(\tau_п-\tau_0\right)}{3m_в\cdot g}+\frac{C\cdot V\cdot\left(\tau_п-\tau_0\right)}{3m_в\cdot g}+\frac{C\cdot T_{надл}\cdot\left(\tau_п-\tau_0\right)^2}{6m_p\cdot m_в\cdot g}.\end{aligned} \tag{116}$$

Висновки

1. Обгрунтовані фізико-механічні моделі для аналізу процесу підйому вантажу мостовими кранами двома способами: «з ваги» та «з підхватом»/«з основи».

2. Визначені закони руху елементів вказаних моделей у межах одно- та двомасової розрахункових схем, які дозволяють уникати коливань вантажу та суттєво зменшують значення коефіцієнтів динамічності.

3. У подальшому слід вдосконалити, на думку авторів роботи, дослідження процесів підйому вантажу різними способами при врахуванні дискретно-континуальних властивостей систем та механізмів, призначених для цього.

Список використаної літератури

1. Новак С.М., Логвинец А.С. Защита от вибрации и шума в строительстве: справочник .К.: Будівельник, 1990. 184 с.

2. Вайнсон А.А., Андреев А.Ф. Крановые грузозахватные устройства: справочник. М.: Машиностроение, 1982. 304 с.

3. Теория, конструкция и расчет строительных и дорожных машин /Л.А.Гоберман, А.А.Яркин, В.С.Заленский; под. ред. Л.А. Гобермана. М.: Машиностроение, 1979. 407 с.

4. Човнюк Ю.В., Приймаченко О.В., Чередніченко П.П., Остапущенко О.П., Кравченко І.М. Аналіз пружних хвилеутворень у канатах вантажопідйомних кранів. Сучасне будівництво і архітектура. Зб. наук. праць. Одеса: ОДАБА, 2023. Вип. 4. С. 23-32.

5. Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Остапущенко О.П., Свінціцька В.В. Дискретно-континуальні моделі в аналізі та оптимізації (мінімізації) динамічних навантажень в пружних елементах/канатах вантажопідйомних машин, які використовуються у містобудуванні та транспортних технологіях. Ч.3. Містобудування та територіальне планування. – К.: КНУБА, 2021. Вип. 78. С. 544-557.

6. Човнюк Ю.В., Остапущенко О.П., Кравчук В.Т., Кравченко І.М. Використання моделі стрижня змінної довжини для динамічного аналізу пружних хвилеутворень канатів вантажопідйомних кранів. Підйомно-транспортна техніка. 2021. №1(65). С. 17-30.

7. Задорожний А.О., Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Остапущенко О.П., Кравченко І.М. Аналіз та синтез оптимальних режимів руху вантажопідйомних механізмів гусеничних машин. Частина 3. Вплив режимів пуску на динамічні навантаження пружних елементів (канатів) механізму підйому. Просторовий розвиток. – К.: КНУБА, 2024. Вип.. 10. С. 301-317.

8. Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Золотар Л.В., Шудра Н.С. Аналіз та оптимізація (мінімізація) динамічних навантажень у пружних елементах механізму підйому вантажу містобудівних кранів. Вісник Національного ун-ту водного господарства та природокористування. 2023. Вип. 2(102). Серія «Технічні науки». С. 118-128.

9. Човнюк Ю.В., Сівак І.М., Кравчук В.Т. Дискретно-континуальне моделювання та динамічна оптимізація режимів роботи вантажопідйомних та транспортуючих машин. Монографія. – К.: ТОВ «ТРОПЕА», 2020. 180с.

PhD, Associate Professor **Chovnyuk Yurii**,
PhD of Engineering Sciences **Oleksii Pryimachenko,**
Associate Professor **Cherednichenko Petro**,
PhD, Associate Professor **Ostapushchenko Olga,** assistant **Kravchenko Igor,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

ANALYSIS OF OSCILLATIONS (VIBRATION) OF STRUCTURAL ELEMENTS OF LIFTING MECHANISMS AND MACHINES

Cargo movement by hoisting mechanisms and machines used in urban construction, such as overhead cranes (OC) with non-rigid rope suspensions of the load causes pendulum vibrations of the load, in which there is an uncontrollable component. The oscillations significantly increase the cycle time of such OCs, reduce productivity and safety. There is a growing danger of collision of the load with objects present in the movement zone, and damage/destruction of the load, other objects and the OC itself is probable. In this regard, it is advisable to completely suppress uncontrolled components of pendulum oscillations of the load both during its movement and when the load reaches the target point. This is especially important when moving dangerous cargoes: containers with liquid materials (such as resin), flammable liquids, etc.

During the operation of OC and other types of construction/cargo lifting cranes due to the swinging of the load on the rope there are significant dynamic loads. In this paper we analyze the regularities of the process of load oscillations on the basis of a two-mass model, taking into account the influence of initial conditions on the possible values of dynamic loads, as well as the possibility of optimizing (minimizing) these loads.

The review of available reference and normative materials determining the normative values of dynamic coefficients is given. The results obtained in the paper can be further used for dynamic calculations, their improvement and refinement, for design and engineering development of finite element models of cantilever booms with loads on the rope and without rope during acceleration/deceleration in the process of boom rotation to substantiate the dynamic coefficients of specific designs of OC and urban construction cranes of other types.

Key words: analysis; oscillations; vibrations; loads; rope systems; pendulum oscillations of loads; city-building and overhead cranes; dynamics coefficient; transient modes of operation; structural elements.

REFERENCES

1. Novak S.M., Lohvynets A.S. Zashchyta ot vybratsyy y shuma v stroytelstve: spravochnyk .K.: Budivelnyk, 1990. 184 s. {in Ukrainian}

2. Vainson A.A., Andreev A.F. Kranovыe hruzozakhvatnыe ustroistva: spravochnyk. M.: Mashynostroenye, 1982. 304 s. {in Russian}

3. Teoryia, konstruktsyia y raschet stroytelnыkh y dorozhnыkh mashyn /L.A. Hoberman, A.A. Iarkyn, V.S. Zalenskyi; pod. red. L.A. Hobermana. M.: Mashynostroenye, 1979. 407 s. {in Russian}

4. Chovniuk Yu.V., Cherednichenko P.P., Ostapushchenko O.P., Vasylieva H.Iu. Dyskretno-kontynualni modeli v analizi ta optymizatsii (minimizatsii) dynamichnykh navantazhen v pruzhnykh elementakh/kanatakh vantazhopidiomnykh mashyn, yaki vykorystovuiutsia u mistobuduvanni ta transportnykh tekhnolohiiakh. Ch.2. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. – K.: KNUBA, 2021. Vyp. 78. S. 532-543. {in Ukrainian}

5. Chovniuk Yu.V., Cherednichenko P.P., Ostapushchenko O.P., Svintsitska V.V. Dyskretno-kontynualni modeli v analizi ta optymizatsii (minimizatsii) dynamichnykh navantazhen v pruzhnykh elementakh/kanatakh vantazhopidiomnykh mashyn, yaki vykorystovuiutsia u mistobuduvanni ta transportnykh tekhnolohiiakh. Ch.3. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. – K.: KNUBA, 2021. Vyp. 78. S. 544-557. {in Ukrainian}

6. Chovniuk Yu.V., Ostapushchenko O.P., Kravchuk V.T., Kravchenko I.M. Vykorystannia modeli stryzhnia zminnoi dovzhyny dlia dynamichnoho analizu pruzhnykh khvyleutvoren kanativ vantazhopidiomnykh kraniv. Pidiomno-transportna tekhnika. 2021. №1(65). S. 17-30. {in Ukrainian}

7. Zadorozhnyi A.O., Chovniuk Yu.V., Cherednichenko P.P., Ostapushchenko O.P., Kravchenko I.M. Analiz ta syntez optymalnykh rezhymiv rukhu vantazhopidiomnykh mekhanizmiv husenychnykh mashyn. Chastyna 3. Vplyv rezhymiv pusku na dynamichni navantazhennia pruzhnykh elementiv (kanativ) mekhanizmu pidiomu. Prostorovyi rozvytok. – K.: KNUBA, 2024. Vyp. 10. S. 301-317. {in Ukrainian}

8. Chovniuk Yu.V., Cherednichenko P.P., Zolotar L.V., Shudra N.S. Analiz ta optymizatsiia (minimizatsiia) dynamichnykh navantazhen u pruzhnykh elementakh mekhanizmu pidiomu vantazhu mistobudivnykh kraniv. Visnyk Natsionalnoho un-tu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. 2023. Vyp. 2(102). Seriia «Tekhnichni nauky». S. 118-128. {in Ukrainian}

9. Chovniuk Yu.V., Sivak I.M., Kravchuk V.T. Dyskretno-kontynualne modeliuvannia ta dynamichna optymizatsiia rezhymiv roboty vantazhopidiomnykh ta transportuiuchykh mashyn. Monohrafiia. – K.: TOV «TROPEA», 2020. 180. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.206-217
УДК 658.382 : 661.3

д.т.н., професор **Шаманський С.Й.,**
shamanskiy.sy@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-6215-3438,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
Шаманська Л.Р.,
ie.ls.architect@gmail.com, ORCID: 0009-0001-7833-0929,
фізична особа-підприємець (ФОП)

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ШЛЯХОМ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Висвітлюється проблема охорони праці у процесах водовідведення. Визначено, що підвищення безпеки праці полягає у реалізації комплексу заходів, що спрямовані на зменшення ризиків професійних захворювань на робочому місці, у тому числі екологічних ризиків. Проаналізовано недоліки традиційних технологічних рішень, що підвищують ризики та негативно впливають на здоров'я працівників комунальних підприємств та населення. Показано, що управління ризиками дозволяє покращити безпеку та умови праці при організації процесів водовідведення. Сформовано пропозиції щодо удосконалення організації складових процесів водовідведення Особливу увагу приділено вдосконаленню технологічних рішень щодо видалення біогенних елементів зі стічних вод, технологічних рішень щодо вдосконаленню технологій анаеробного зброджування осадів стічних вод, впровадженню нових технологічних рішень щодо перекачування стічних вод.

Ключові слова: охорона праці; управління ризиками; комплексне оцінювання ризиків; безпечні технологічні рішення; організація процесів водовідведення.

Постановка проблеми. Водовідведення та очищення стічних вод забезпечує екологічну безпеку технічного та побутового водокористування на урбанізованих територіях. Однак процеси, що відбуваються в трубопроводах каналізаційних мереж та на очисних спорудах, створюють інтенсивне техногенне навантаження на природне середовище. Це може призвести до створення екологічно небезпечних ситуацій, а також загроз для безпеки праці у комунальному господарстві.

Основними напрямками запобігання екологічно небезпечним ситуаціям та забезпечення безпеки праці у комунальному господарстві, а також безпеки населення можна назвати:

- створення енергозберігаючих технологій, що мінімізують їхній вплив на навколишнє середовище;

- створення науково-методологічних засад управління екологічними ризиками в процесах водовідведення;

- розроблення механізмів регулювання діяльності щодо зниження ризиків та зменшення масштабів екологічно небезпечних ситуацій;

- удосконалення механізмів охорони праці в комунальному господарстві та підвищення ефективності використання матеріально-технічного забезпечення професійної діяльності;

- розроблення та вдосконалення систем моніторингу, спостереження та лабораторного контролю за станом навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для ефективного управління екологічною безпекою будь-якого процесу необхідно знизити екологічні ризики, пов'язані з його реалізацією [1]. Зменшення екологічних ризиків дозволяє покращити безпеку та умови праці в сфері реалізації цих процесів.

Недоліки традиційних процесів водовідведення призводять до багатьох екологічних проблем [2]. Вони також є причиною існуючих ризиків для здоров'я працівників муніципальних установ та здоров'я населення. Вони можуть знижувати екологічну безпеку. Для її підвищення можна визначити шляхи вирішення екологічних проблем, які потенційно здатні зменшити існуючі екологічні ризики [3, 4].

Необхідно розробити нові екологічно безпечні та енергоефективні процеси очищення стічних вод на основі оновленої концепції очищення стічних вод [5].

Концепція повинна розглядати сам процес очищення стічних вод, а також утворені шлами як потенційні джерела комерційно цінної сировини та альтернативних енергетичних ресурсів. Водночас слід враховувати зменшення потенційного негативного впливу цього процесу на навколишнє середовище та підвищення економічної ефективності його експлуатації.

Цього слід досягти шляхом розробки та впровадження нових високоефективних та екологічно безпечних технологічних схем реалізації окремих технологічних процесів на очисних спорудах, а також розробки нових конструктивних рішень для окремих компонентів очисних споруд. Поняття екологічної безпеки нерозривно пов'язане з поняттям екологічних ризиків [6, 7]. Останні, у свою чергу, можна кількісно оцінити за певними параметрами. Завдання управління екологічною безпекою можна сформулювати як завдання управління параметрами екологічних ризиків.

Управління екологічними ризиками можна здійснювати визначаючи критерії ризиків та розробляючи заходи направлені на їх зниження.

Антропогенна діяльність створює відходи, які можна вважати такими, що створюють найпоширеніші фактори впливу навколишнє природне середовище, і є однією з головних причин збільшення екологічних ризиків. Процеси водовідведення, у свою чергу, можна назвати одними з головних у створенні таких факторів.

Для комплексного оцінювання екологічних ризиків запропоновано використання методу додавання значень окремих критеріїв ризику. Таким чином комплексний критерій ризику може бути визначений за формулою:

$$K_{компл.} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha K_i}{n}, \quad (1)$$

де: K_i – відносне значення *i-го* критерія ризику, безрозмірне; n – кількість критеріїв ризику; α – ваговий коефіцієнт.

У цій формулі відносне значення *i-го* критерія ризику визначається відношенням абсолютного значення *i-го* критерія ризику до базового абсолютного значення, що задається окремо для кожного *i-го* критерія.

Якщо критерієм є скидання забруднень у навколишнє середовище, то відносне значення критерія ризику слід визначати співвідношенням між кількістю скинутих забруднень до прийнятої базової кількості цих забруднень. Ваговий коефіцієнт α слід приймати залежно від класу шкідливості забрудненої речовини, що скидається. Це можна представити у вигляді формули:

$$K_i = \frac{З_i}{З_{баз}}, \quad (2)$$

де: $З_i$ – кількість скинутих забруднень *i-го* виду; $З_{баз}$ – базова кількість скинутих забруднень *i-го* виду.

Необхідно розробити пропозиції щодо організації процесу додаткового очищення стічних вод від біогенних елементів для зменшення їх скидання у водойми з очищеними стічними водами [8, 9]. Таким чином можна зменшити потенційні загрози евтрофікації водойм та пов'язані з цим екологічні ризики. Для цього перспективним можна вважати процес очищення у фотобіореакторі з використанням традиційно очищених стічних вод як живильного середовища для вирощування енергетичних мікроводоростей для виробництва з них біопалива [10, 11]. Пропозиції наведено в [12].

Необхідно розробити пропозиції щодо організації анаеробної стабілізації (метанового бродіння) осаду стічних вод разом з іншими органічними відходами, які потенційно можуть утворюватися на очисних спорудах після впровадження технологічної схеми очищення стічних вод [13, 14]. Для цього можна вважати перспективним організацію процесу бродіння з поділом на

етапи відповідно до сучасних уявлень про біохімію процесу та із забезпеченням оптимальних умов для кожного етапу [15, 16]. Це зменшить потрапляння забруднюючих речовин (перш за все, патогенних елементів) у ґрунт під час утилізації осаду як органічних добрив, зменшить викиди парникових газів в атмосферу (метану, вуглекислого газу) та, як наслідок, зменшить екологічні ризики, пов'язані з цим. Пропозиції наведено в [17].

Необхідно розробити пропозиції щодо організації перекачування стічних вод та зворотного активного мулу без надмірних тисків та динамічних навантажень [18, 19]. Для цього перспективним можна вважати використання нових конструкцій гвинтових насосів. Це зменшить витрати електроенергії на перекачування, а також покращить якість зворотного та рециркулюючого активного мулу. У свою чергу, це покращить якість біологічного очищення контактних вод та зменшить екологічні ризики, пов'язані з надходженням біологічних забруднювачів у водойми. Пропозиції наведено в [20].

Метою публікації є розроблення пропозицій щодо організації складових процесів водовідведення, що дозволять підвищити безпеку праці шляхом управління екологічними ризиками при організації системи водовідведення на урбанізованих територіях.

Основна частина. Розрахуємо відносні значення критеріїв ризику надходження біогенних елементів у водні об'єкти без доочищення стічних вод та після доочищення за запропонованою технологією, використовуючи формулу 2. Під час доочищення зі стічних вод видаляються сполуки фосфору, сполуки азоту (нітрати) та амонійний азот. Базовими значеннями можуть бути нормативні концентрації цих сполук у очищених стічних водах до доочищення: сполук фосфору – 8,0 мг/л; сполук азоту (нітратів) – 9,5 мг/л; амонійного азоту – 1,8 мг/л.

Результати попередніх досліджень свідчать [8], що після доочищення концентрації цих сполук у стічних водах зменшуються до таких значень: сполук фосфору – 0,84 мг/л; сполук азоту (нітратів) – 2,78 мг/л; амонійного азоту – 0,10 мг/л.

За запропонованою методикою відносні значення критеріїв ризику надходження біогенних елементів у водні об'єкти без доочищення стічних вод у всіх перерахованих випадках матимуть значення 1,0. Після доочищення відносні значення критеріїв ризику, розраховані за формулою 2 складуть: за сполуками фосфору – 0,11; за сполуками азоту (нітратами) – 0,29; за амонійним азотом – 0,06.

Отже, доочищення стічних вод у фотобіореакторах дозволяє досягати зменшення критеріїв ризику потрапляння біогенних елементів у відкриті

водойми: для сполук фосфору – на 89 %; для сполук азоту (нітратів) – на 71 %; для амонійного азоту – на 90 %.

Розрахуємо відносні значення критеріїв ризику потрапляння патогенних елементів у грунти під час утилізації осаду стічних вод. При використанні осаду первинних та вторинних відстійників як органічних добрив без анаеробного зброджування патогенні елементи що в них містяться повністю потрапляють у ґрунт. При застосуванні зброджування осадів за традиційними технологіями, що використовують безперервний процес, частина функціонуючих патогенних елементів, потрапляє у зброджений осад. Це неуникненний процес для традиційних технологій. Дослідження показують, що у збродженому осаді опиняється біля трьох відсотків патогенів від їх початкової кількості. Запропонована чотириступенева технологія зброджування забезпечує загибель усіх патогенів і виключає можливість їх потрапляння у зброджений осад.

Попередні дослідження показують [17], що колі-індекс осадів комунальних каналізаційних очисних споруд складає: для первинних відстійників – 5×10^{10} кг$^{-1}$; для вторинних відстійників – $1{,}7\times10^{10}$ кг$^{-1}$.

При використання традиційної технології зброджування колі-індекс зброджених осадів складає: для первинних відстійників – $0{,}15\times10^{10}$ кг$^{-1}$; для вторинних відстійників – $0{,}051\times10^{10}$ кг$^{-1}$.

Оскільки запропонована чотириступенева технологія зброджування виключає можливість потрапляння патогенів у зброджений осад, його колі-індекс складає 0 кг$^{-1}$.

Базовими значеннями можуть бути концентрації колі-індекси незброджених осадів, тобто: для первинних відстійників – 5×10^{10} кг$^{-1}$; для вторинних відстійників – $1{,}7\times10^{10}$ кг$^{-1}$.

Відносні значення критеріїв ризику надходження патогенних елементів у грунти без зброджування осадів стічних вод в обох перерахованих випадках матимуть значення 1,0. Після зброджування за традиційною технологією відносні значення критеріїв ризику складуть: для осаду первинних відстійників – 0,03; для осаду вторинних відстійників – 0,01.

Отже, зброджування осадів стічних вод у метантенках за традиційною технологією дозволяє досягати зменшення критеріїв ризику потрапляння патогенних елементів у грунти: для осаду первинних відстійників – на 70 %; для осаду вторинних відстійників – на 90 %. Зброджування осадів за запропонованою чотириступеневою технологією дозволяє зменшувати критерії ризику на 100 %.

Розрахуємо відносні значення критеріїв ризику надходження вуглекислого газу у повітря при перекачуванні стічних вод насосами. Насоси

використовують переважно електроенергію при виробництві якої спалюється паливо та викидається вуглекислий газ.

Як значення критерію ризику можна розглядати питомий викид вуглекислого газу при використанні різних типів каналізаційних насосів. Сам питомий викид можна визначати за формулою:

$$E_{CO_2} = \frac{E_{ел.CO_2}}{\eta_{нас.}}, \quad (3)$$

де: $E_{ел.CO2}$ – питомий викид вуглекислого газу на одиницю виробленої електроенергії; η – коефіцієнт корисної дії насоса.

Традиційно у водопровідно-каналізаційному господарстві використовуються переважно відцентрові насоси. Застосовуються також шнекові насоси традиційної конструкції. Попередні дослідження показують, що коефіцієнт корисної дії насосів може становити: усереднений для відцентрових насосів – 0,3; для шнекових насосів традиційної конструкції (залежно від діаметра шнека та частоти його обертання) – 0,47 ÷ 0,55; для шнекових насосів запропонованої конструкції (з тими самими характеристиками) – 0,77.

Попередні дослідження також показують [21], що усереднені питомі викиди вуглекислого газу при виробництві електричної енергії можна прийняти у розмірі $0{,}107\times10^{-6}$ кг/Дж. Враховуючи це, питомий викид вуглекислого газу при перекачуванні стічних вод різними типами каналізаційних насосів, розрахований за формулою 3, складе: для відцентрових насосів – $0{,}356\times10^{-6}$ кг/Дж; для шнекових насосів традиційної конструкції (залежно від діаметра шнека та частоти його обертання) – $0{,}228\times10^{-6}$ кг/Дж ÷ $0{,}195\times10^{-6}$ кг/Дж; для шнекових насосів запропонованої конструкції – $0{,}138\times10^{-6}$ кг/Дж.

Як базове значення приймемо питомий викид вуглекислого газу при перекачуванні стічних вод відцентровим насосом, тобто $0{,}356\times10^{-6}$ кг/Дж.

Відносні значення критеріїв ризику викидів вуглекислого газу складуть: для відцентрових насосів – 1,0; для шнекових насосів традиційної конструкції (залежно від діаметра шнека та частоти його обертання) – 0,640 ÷ 0,547; для шнекових насосів запропонованої конструкції – 0,387.

Отже, заміна відцентрових насосів на шнекові насоси традиційної конструкції (де є технічна можливість) дозволяє зменшити значення критеріїв ризику викидів вуглекислого газу на 36% ÷ 45%. При впровадженні шнекових насосів запропонованої конструкції зменшення значення критерія ризику може досягати 61 %.

Розрахуємо значення комплексного критерія ризику за формулою 1. При цьому значення вагового коефіцієнта α приймаємо: для критеріїв ризику надходження біогенних елементів у водні об'єкти 1,0 як для речовин третього

класу шкідливості; для критеріїв ризику потрапляння патогенних елементів у грунти та критеріїв ризику надходження вуглекислого газу у повітря при перекачуванні стічних вод 0,5 як для речовин четвертого класу шкідливості. Значення комплексного критерія при використанні традиційних технологічних процесів складе:

$$K_{компл.} = \frac{[0{,}5 \times (0{,}176 + 1{,}0 + 0{,}877 + 0{,}640 + 1{,}0 + 0{,}01) + 1{,}0 \times (1{,}0 + 1{,}0 + 0{,}030)]}{9} =$$
$$K_{компл.} = 0{,}43$$

Значення комплексного критерія при використанні запропонованих технологічних процесів складе:

$$K_{компл.} = \frac{[0{,}5 \times (0{,}062 + 0{,}067 + 0{,}830 + 0{,}387 + 0{,}115 + 0) + 1{,}0 \times (0{,}056 + 0{,}293 + 0)]}{9} =$$
$$K_{компл.} = 0{,}12$$

Отже, впровадження запропонованих технологічних процесів знижує значення комплексного критерію екологічного ризику з 0,43 до 0,12, тобто на 31%.

Висновки. Показано доцільність впровадження екологічно безпечної концепції водовідведення, що грунтується на запропонованих технологічних рішеннях. Концепція має перспективи для широкого використання на урбанізованих територіях. Її впровадження має потенціал значного зниження екологічних ризиків, а отже, підвищення екологічної безпеки водовідвідних систем та покращення охорони праці на комунальних підприємствах.

Екологічні розрахунки свідчать про можливість отримання таких результатів.

Впровадження технології очищення стічних вод від біогенних елементів у закритих фотобіореакторах забезпечує зменшення значення критеріїв ризику надходження біогенних елементів у водні об'єкти: для сполук фосфору – на 89 %; для сполук азоту (нітратів) – на 71 %; для амонійного азоту – на 90 %.

Показано, що зброджування осадів стічних вод, організоване за традиційними технологіями, дозволяє зменшити значення критеріїв ризику потрапляння патогенних елементів у грунти: для осаду первинних відстійників – на 70 %; для осаду вторинних відстійників – на 90 %. Впровадження більш ефективної чотириступеневої технології анаеробного бродіння досягається зниження значення критеріїв ризику потрапляння патогенних елементів у грунти на 100 %.

Показано, що використання шнекових насосів традиційної конструкції замість відцентрових насосів дозволяє зменшувати значення критеріїв ризику

викидів вуглекислого газу на 36% ÷ 45% (залежно від діаметра шнека та частоти його обертання). Впровадження технології перекачування стічних вод з використанням шнекових насосів запропонованої конструкції зменшення значення критерія ризику досягає 61 % і, відповідно, покращує охорону праці на комунальних підприємствах урбанізованих територій.

Список джерел

1. Польова Н., Андрушкевич Н. Теоретичні аспекти управління екологічною безпекою на промислових підприємствах. Розвиток міста. 2025. №2 (06). С. 120 – 126. https://doi.org/10.32782/city-development.2025.2-16

2. Хомко Н.Ю., Руда М.В. Оцінювання впливу «Львівводоканалу» на довкілля. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. №28(5). С. 83–87.

3. Статник І.І. Оцінка екологічних ризиків погіршення якості води річок. Вісник національного університету водного університету та природокористування. 2022. №2(98). С. 135-146. DOI: 10.31713/vs2202210

4. Dunn M.L. Occupational Safety and Health. NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy. 2003. No. 13(3). P. 235-239. doi:10.2190/CUQ4-V2Y4-LW3K-4XN2

5. Шаманський С. Й., Бойченко С. В. Інноваційні екологічно безпечні технології у водовідведенні. Монографія К.: Видавництво «Центр учбової літератури». 2018. – 320 с.
https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=Q2ASvIkAAAAJ&citation_for_view=Q2ASvIkAAAAJ:blknAaTinKkC

6. Breitenstein M., Nguyen, D., Walther, T. Environmental hazards and risk management in the financial sector: a systematic literature review. Journal of Economic Surveys. 2021. No. 35. P. 512–538. https://doi.org/10.1111/joes.12411

7. Liu S.Y., Wang H.Q., Li Y.L. Current Progress of Environmental Risk Assessment Research, Procedia Environmental Sciences. Volume 13. 2012. P. 1477–1483. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.139

8. Nezbrytska, I., Shamanskyi, S., Pavliukh, L., Gorbunova, Z. Application of Euglena gracilis in wastewater treatment processes. Biotechnologia, 2022. No. 103(4), P. 323–330 https://doi.org/10.5114/bta.2022.120702

9. Kesari K.K., Soni R., Jamal Q.M.S. et al. Wastewater Treatment and Reuse: a Review of its Applications and Health Implications. Water Air Soil Pollut. 2021. P. 232-208. https://doi.org/10.1007/s11270-021-05154-8

10. Osman M.E.H., Abo-Shady, A.M., Elshobary, M.E. et al. Screening of seaweeds for sustainable biofuel recovery through sequential biodiesel and bioethanol production. Environ Sci Pollut Res No. 27. 2020. P. 32481–32493 https://doi.org/10.1007/s11356-020-09534-1

11. Crini G., Lichtfouse E. Wastewater Treatment: An Overview. In: Crini G., Lichtfouse, E. (eds) Green Adsorbents for Pollutant Removal. Environmental Chemistry for a Sustainable World, 2018. Volume 18. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92111-2_1

12. Shamanskyi S., Boichenko S., Adeniyi C. Photobioreactor for microalgae cultivation for biofuel production with simultaneous sewage water treatment. Systemy i Środki Transportu Samochodnego. Wybrane Zagadnienia. Monografia nr. 16. Seria: Transport. Rzeszów: Politechnika Rzeszowska. 2019. P. 61 – 67. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=v7sS6dwAAAAJ&citation_for_view=v7sS6dwAAAAJ:kNdYIx-mwKoC

13. Md. Nurul Islam Siddique, Zaied Bin Khalid, Nazaitul Shila Rasit, Noraaini Binti Ali, Wan Sani Wan Nik, et al. Anaerobic Fermentation Technology for Bioenergy Generation from Organic Waste: An Overview. Science Journal of Energy Engineering. 2022. No. 10(1). P. 8–11 https://doi.org/10.11648/j.sjee.20221001.12

14. Głowacka Natalia, Ján Gaduš. Verification of the Green Microalgae Biomass Use for Biogas Production. Acta Regionalia et Environmentalica. Vol. 16. No. 1. Slovak University of Agriculture in Nitra. 2019. P. 15-19. https://doi.org/10.2478/aree-2019-0004

15. Magdalena J.A., Tomás-Pejó, E., González-Fernández, C. Volatile Fatty Acids Production from Microalgae Biomass: Anaerobic Digester Performance and Population Dynamics during Stable Conditions, Starvation, and Process Recovery. Molecules. 2019. No. 24(24). P. 4544. https://doi.org/10.3390/molecules24244544

16. Sadib Bin Kabir, Md Khalekuzzaman, Nazia Hossain, Mamun Jamal, Md Asraful Alam, Abd El-Fatah Abomohra. Progress in biohythane production from microalgae-wastewater sludge co-digestion: An integrated biorefinery approach. Biotechnology Advances. Volume 57. 2022. 107933. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2022.107933

17. Shamanskyi S., Boichenko S. Environmentally Friendly Biogas Production 2019 IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS). 2019. P. 243 – 248. https://doi.org/10.1109/ESS.2019.8764190

18. Andrew Kusiak, Yaohui Zeng, Zijun Zhang, Modeling and analysis of pumps in a wastewater treatment plant: A data-mining approach, Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2013. Volume 26. Issue 7. P. 1643-1651 https://doi.org/10.1016/j.engappai.2013.04.001

19. Revollar S., Vilanova R., Vega P., Francisco M., Meneses, M. (). Wastewater Treatment Plant Operation: Simple Control Schemes with a Holistic

Perspective. Sustainability. 2020. No. 12(3). P. 768. https://doi.org/10.3390/su12030768.

20. Лісіцин Є.Ф., Шаманський С.Й., Іванов А.О. Шнековий насос з високим об'ємним ККД. Вісник Хмельницького національного університету. 2008. №4. С. 110 – 115. http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/8453

21. Коефіцієнт викидів парникових газів для виробництва та споживання електроенергії. Аналітичне дослідження та опис методологічного підходу до розрахунку (Офіс зеленого переходу). ГО «ДІКСІ ГРУП». 2024. 112 с. https://dixigroup.org/analytic/analitychne-doslidzhennya-koeficziyent-vykydiv-parnykovyh-gaziv-dlya-vyrobnycztva-ta-spozhyvannya-elektroenergiyi/

Profesor **Sergii Shamanskyi**, Department of Wayer Supply and Drenage,
Kiev National University of Construction and Architecture,
Master of Architecture **Liubov Shamanska**, Individual Entrepreneurship.

IMPROVING OCCUPATIONAL SAFETY THROUGH RISK MANAGEMENT IN ORGANIZING WATER DRAINAGE PROCESSES

The article highlights the problem of labor protection in wastewater processes. It is determined that improving labor safety consists in implementing a set of measures aimed at reducing the risks of occupational diseases in the workplace, including environmental risks. The shortcomings of traditional technological solutions that increase risks and negatively affect the health of employees of municipal enterprises and the population are analyzed. It is shown that risk management allows improving safety and working conditions in organizing wastewater processes. Proposals are made to improve the concept of wastewater disposal and treatment. Within the framework of the concept, it is proposed to improve the organization of the components of wastewater disposal processes and improve their design solutions. For a comprehensive assessment of risks, a method of adding the values of individual risk criteria is proposed. Special attention is paid to improving technological solutions for removing biogenic elements from wastewater. It is shown that the risk criteria for the entry of biogenic elements into open water bodies are reduced due to the introduction of new technological solutions. Attention is paid to technological solutions for improving technologies for anaerobic digestion of wastewater sludge. It is shown that the use of sewage sludge fermentation in methane tanks using traditional technology allows to achieve a reduction in the risk criteria of pathogenic elements entering the soil. Attention is paid to new technological solutions for pumping wastewater. It is shown that the replacement of traditional sewage pumps and screw pumps of the

proposed design allows to reduce the value of risk criteria associated with carbon dioxide emissions into the atmosphere.

Keywords: occupational safety; risk management; comprehensive risk assessment; safe technological solutions; organization of drainage processes.

REFERENCES

1. Poljova N., Andrushkevych N. Teoretychni aspect upravlinnja ekologichnoju bezpekoju na promyslovyh pidpryjemstvah. Rozvytok mista. 2025. No 2 (06). P. 120 – 126. {in Ukrainian}.

2. Homko N.U., Ruda M.V. Ocinjuvannja vplyvu “Lvivvodokanalu” na dovkillja. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2018. No. 28(5). C. 83–87. {in Ukrainian}.

3. Statnyk I.I. Ocinka ekologichnyh ryzykiv pogirshennja jakosti vody richok. Visnyk nacionalnogo universytetu vodnogo gospodarstva ta pryrodokorystuvannja. 2022. No. 2(98). C. 135-146. {in Ukrainian}.

4. Dunn M.L. Occupational Safety and Health. NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy. 2003. №13(3). P. 235-239. {in English}.

5. Shamanskyi S.I., Boichenko S.V. Innovacijni ekologichno bezpechni technologii u vodovidvedenni. Monografija K.: Vydavnyctvo «Centr uchbovoji literatury». 2018. – 320 p. {in Ukrainian}.

6. Breitenstein M., Nguyen, D., Walther, T. Environmental hazards and risk management in the financial sector: a systematic literature review. Journal of Economic Surveys. 2021. No. 35. P. 512–538. {in English}.

7. Liu S.Y., Wang H.Q., Li Y.L. Current Progress of Environmental Risk Assessment Research, Procedia Environmental Sciences. Volume 13. 2012. P. 1477–1483. {in English}.

8. Nezbrytska, I., Shamanskyi, S., Pavliukh, L., Gorbunova, Z. Application of Euglena gracilis in wastewater treatment processes. Biotechnologia, 2022. No. 103(4), P. 323–330. {in English}.

9. Kesari K.K., Soni R., Jamal Q.M.S. et al. Wastewater Treatment and Reuse: a Review of its Applications and Health Implications. Water Air Soil Pollut. 2021. P. 232-208. {in English}.

10. Osman M.E.H., Abo-Shady, A.M., Elshobary, M.E. et al. Screening of seaweeds for sustainable biofuel recovery through sequential biodiesel and bioethanol production. Environ Sci Pollut Res. No. 27. 2020. P. 32481–32493. {in English}.

11. Crini G., Lichtfouse E. Wastewater Treatment: An Overview. In: Crini G., Lichtfouse, E. (eds) Green Adsorbents for Pollutant Removal. Environmental Chemistry for a Sustainable World, 2018. Vol 18. Springer, Cham. {in English}.

12. Shamanskyi S., Boichenko S., Adeniyi C. Photobioreactor for microalgae cultivation for biofuel production with simultaneous sewage water treatment. Systemy i Środki Transportu Samochodnego. Wybrane Zagadnienia. Monografia nr. 16. Seria: Transport. Rzeszów: Politechnika Rzeszowska. 2019. P. 61 – 67. {in English}.

13. Md. Nurul Islam Siddique, Zaied Bin Khalid, Nazaitul Shila Rasit, Noraaini Binti Ali, Wan Sani Wan Nik, et al. Anaerobic Fermentation Technology for Bioenergy Generation from Organic Waste: An Overview. Science Journal of Energy Engineering. 2022. No. 10(1). P. 8–11. {in English}.

14. Głowacka Natalia, Ján Gaduš. Verification of the Green Microalgae Biomass Use for Biogas Production. Acta Regionalia et Environmentalica. Vol. 16. No. 1. Slovak University of Agriculture in Nitra. 2019. P. 15-19. {in English}.

15. Magdalena J. A., Tomás-Pejó, E., González-Fernández, C. Volatile Fatty Acids Production from Microalgae Biomass: Anaerobic Digester Performance and Population Dynamics during Stable Conditions, Starvation, and Process Recovery. Molecules. 2019. No. 24(24). P. 4544. {in English}.

16. Sadib Bin Kabir, Md Khalekuzzaman, Nazia Hossain, Mamun Jamal, Md Asraful Alam, Abd El-Fatah Abomohra. Progress in biohythane production from microalgae-wastewater sludge co-digestion: An integrated biorefinery approach. Biotechnology Advances. Volume 57. 2022. 107933. {in English}.

17. Shamanskyi S., Boichenko S. Environmentally Friendly Biogas Production 2019 IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS). 2019. P. 243 – 248. {in English}.

18. Andrew Kusiak, Yaohui Zeng, Zijun Zhang, Modeling and analysis of pumps in a wastewater treatment plant: A data-mining approach, Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2013. Volume 26. Issue 7. P. 1643-1651. {in English}.

19. Revollar S., Vilanova R., Vega P., Francisco M., Meneses, M. (). Wastewater Treatment Plant Operation: Simple Control Schemes with a Holistic Perspective. Sustainability. 2020. No. 12(3). P. 768. {in English}.

20. Lisicyn E. F., Shamanskyi S. I., Ivanov A. O. Shnekovyj nasos z vysokym ob'emnym KKD. Visnyk Khmelnyckogo nacionalnogo universytetu. 2008. No. 4. P. 110 – 115. {in Ukrainian}.

21. Koeficient dbkbdiv parnykovyh gaziv dlja vyrobnyctva ta spozhyvannja elekroenergii. Analitychne doslidzhennja ta opys metodologichnogo pidhodu do rozrahunku (Ofis zelenogo perehodu). GO «DIKSI GRUP». 2024. 112 p. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.218-228
УДК: 004:69:658

Штиль А.М.,
shtilam@gmail.com, ORCID: 0009-0007-3804-2926**,**
к.е.н., доцент **Горбач М.В.,**
horbach.mv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3784-0404,
Коломієць В. В.,
val1275@ukr.net, ORCID: 0009-0007-6405-6782,
Пелехатий Р. М.,
pelehatyirm@gmail.com, ORCID: 0009-0004-1957-3682,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСАХ ОЦІНЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

У сучасних умовах цифровізації економіки будівельна галузь зазнає глибоких трансформацій, що безпосередньо впливають на процеси оцінювання її діяльності. Традиційні методики оцінки результатів будівельного виробництва, орієнтовані переважно на фінансові та виробничі показники, дедалі частіше виявляються недостатніми для адекватного відображення динаміки розвитку галузі. Складність проєктів, багаторівневість процесів та залучення значної кількості стейкхолдерів зумовлюють потребу у впровадженні цифрових інструментів, які забезпечують багатовимірну аналітику та інтеграцію даних. Цифрові технології дозволяють комплексно відстежувати процеси в режимі реального часу, формувати прогнозні моделі, а також підвищувати прозорість і обґрунтованість управлінських рішень.

Ключові слова: цифрові технології; оцінювання; будівельна діяльність; BIM; ERP; Big Data; блокчейн; ефективність.

Постановка проблеми: Будівельна галузь традиційно характеризується високою капіталомісткістю та складністю організаційно-технологічних процесів, що ускладнює ефективне управління та контроль результатів діяльності. Методи класичного оцінювання, що ґрунтуються на аналізі витрат, строків та фінансових результатів, у сучасних умовах стрімкого розвитку технологій і ринкової конкуренції не відображають повною мірою реальний стан справ. Виникає потреба у використанні цифрових інструментів, здатних забезпечити комплексну оцінку та дозволити відстежувати всі етапи життєвого циклу будівельного проєкту.

Ключова проблема полягає у відсутності системного підходу до впровадження цифрових технологій у процеси оцінювання. Більшість

підприємств застосовують цифрові рішення фрагментарно, що обмежує можливості аналітики та призводить до неузгодженості даних між різними учасниками будівельного процесу. Це створює ризики затримок, перевитрат ресурсів і зниження якості виконання робіт. Таким чином, виникає необхідність формування цілісної теоретичної основи для застосування цифрових технологій у процесах оцінювання будівельної діяльності, яка дозволить адаптувати сучасні інструменти до потреб галузі та підвищити рівень її стратегічної стійкості.

Метою статті є обґрунтування теоретичних засад застосування цифрових технологій у процесах оцінювання будівельної діяльності. Основна увага приділяється визначенню їх потенціалу для підвищення ефективності управління, інтеграції даних, удосконалення системи контролю та прогнозування результатів. Автори прагнуть показати, що цифрові інструменти здатні забезпечити не лише економічний ефект, а й підвищити прозорість управлінських рішень, сприяти зниженню ризиків та забезпечити стійкий розвиток будівельних підприємств у конкурентному середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика застосування цифрових технологій у будівельній сфері активно висвітлюється у світовій та українській науковій літературі. Дослідники наголошують, що ефективність сучасних будівельних компаній дедалі більше залежить від їх здатності впроваджувати цифрові інструменти в оцінювальні процеси. Значна увага приділяється технологіям BIM як засобу інтеграції даних на різних етапах життєвого циклу об’єкта, а також ERP-системам, що забезпечують контроль фінансових та ресурсних потоків. У працях також підкреслюється роль Big Data у створенні прогнозних моделей і підвищенні точності оцінювання.

Виклад основного матеріалу: У сучасних умовах розвитку будівельної галузі застосування цифрових технологій стає однією з найважливіших складових ефективного управління будівельною діяльністю. Зростання складності об'єктів, вимоги до якості, безпеки та енергоефективності будівельних проектів обумовлюють необхідність використання новітніх інформаційно-комунікаційних технологій на всіх етапах оцінювання — від планування та проектування до моніторингу експлуатації. Впровадження цифрових інструментів дає змогу забезпечити прозорість процесів, підвищити точність оцінки параметрів об'єктів, оптимізувати витрати та мінімізувати ризики. Теоретичні основи застосування цифрових технологій у цій сфері формуються на перетині класичних підходів до оцінювання технічного стану об'єктів та новітніх методів обробки даних, що дозволяє створювати адаптивні, динамічні системи аналізу та управління будівельною діяльністю.

Теоретичні засади застосування цифрових технологій у процесах оцінювання будівельної діяльності ґрунтуються на концепції цифрової трансформації, яка передбачає кардинальну зміну методів збору, обробки, зберігання та аналізу інформації про об’єкти будівництва. Цифрові технології інтегрують класичні методи експертного оцінювання технічного стану з автоматизованими системами діагностики, прогнозування ризиків та оптимізації експлуатаційних характеристик будівель.

Поняття теоретичних засад застосування цифрових технологій охоплює сукупність наукових положень, концепцій і принципів, що визначають сутність, роль і методи інтеграції цифрових рішень у різні сфери діяльності. Ці засади включають обґрунтування фундаментальних підходів до розвитку інформаційних систем, методологічні принципи використання цифрових даних, побудову моделей цифрової взаємодії людини і технологічного середовища, а також оцінку соціально-економічних, організаційних і технічних ефектів цифровізації [13].

М. Кастельс у своїй концепції "інформаційного суспільства" трактував цифрові технології як ядро нової соціальної парадигми, де виробництво, обмін і використання знань стають основою економічного і культурного розвитку. Він підкреслював, що цифрові технології радикально змінюють структуру комунікацій, економічні моделі та соціальну взаємодію [14].

Д. Таффлер розглядав цифрові технології як базу для виникнення "третьої хвилі" глобальних змін в економіці, політиці та культурі. Він вважав, що їхнє застосування змінює самі принципи організації роботи, бізнесу і суспільних інститутів, формуючи нову цифрову реальність [15].

Т. Девенпорт у своїх дослідженнях акцентував увагу на тому, що цифрові технології вимагають перегляду традиційних моделей управління інформацією. Він вважав, що у світі великих даних важливо розробляти нові аналітичні підходи, здатні опрацьовувати величезні обсяги інформації і підтримувати прийняття рішень у реальному часі [16].

У. Мітчелл запропонував бачення цифрових технологій як платформи для інтеграції кіберпростору і фізичних середовищ [17]. Він підкреслював необхідність формування теоретичних засад для "розумних міст", де цифрові платформи забезпечують адаптивність інфраструктури до потреб мешканців.

У будівельній галузі застосування цифрових технологій теоретично обґрунтовували такі дослідники як О.В. Мельник, який у монографії "Інформаційне моделювання будівель" визначав BIM-технології як інтеграцію геометричних, фізичних і функціональних характеристик об’єкта в єдину цифрову систему для прийняття обґрунтованих рішень на всіх етапах життєвого циклу будівлі.

В.А. Бєліков у своїй докторській дисертації трактував цифровізацію інвестиційно-будівельної діяльності як об'єктивну необхідність у контексті підвищення ефективності управління ресурсами, ризиками та експлуатаційними характеристиками будівельних об’єктів [18].

Застосування Інтернету речей (IoT) дозволяє перейти до безперервного моніторингу технічного стану будівель через мережі сенсорів. Дані про вібрації, деформації, температуру, вологість матеріалів і інші показники передаються у реальному часі на сервери обробки, де за допомогою аналітики великих даних здійснюється оперативне виявлення відхилень і прогнозування можливих пошкоджень.

Технології Big Data у свою чергу застосовуються для глибокого аналізу великих обсягів інформації, накопичених у процесі моніторингу.

У процесах енергоаудиту будівель активно використовуються цифрові системи термографії та енергетичного моделювання, які дозволяють оцінити втрати тепла через огороджувальні конструкції, виявити недоліки теплоізоляції, перевірити ефективність роботи інженерних мереж. На основі цифрового моделювання енергоспоживання формуються рекомендації щодо термомодернізації будівель з урахуванням економічної доцільності заходів.

На рисунку 1 представлено ключові напрямки інтеграції цифрових технологій у процеси оцінювання будівельної діяльності. Інфографіка ілюструє, як використання технологій Building Information Modeling (BIM), 3D-сканування, Інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data) та створення цифрових паспортів будівель забезпечує підвищення точності оцінювання, ефективності моніторингу, своєчасного прогнозування технічного стану об’єктів і оптимізації управлінських рішень у сфері будівництва та реконструкції.

У сучасних процесах оцінювання технічного стану будівельних об’єктів провідну роль відіграють цифрові технології, які суттєво підвищують точність, об’єктивність та оперативність результатів. Традиційні методи обстеження, що базувалися на візуальних оглядах та експертних оцінках, поступово доповнюються або замінюються інноваційними інструментами збору, обробки та аналізу даних [2].

Однією з ключових технологій у цій сфері є Building Information Modeling (BIM). Використання BIM дає змогу створити цифрову інформаційну модель будівлі, що об'єднує геометричні параметри, матеріальні характеристики, технічні специфікації та експлуатаційні дані. За допомогою такої моделі оцінювання технічного стану стає багатошаровим, комплексним процесом: виявлення відхилень від проектних рішень, аналіз ефективності

енергоспоживання, прогнозування технічного ресурсу конструкцій здійснюються швидко та з високою достовірністю [1].



Рис. 1. Інтеграція цифрових технологій в оцінювання будівельної діяльності *(розроблено авторами на основі [14])*

Не менш важливим напрямом є використання інтернету речей (IoT) у процесах моніторингу технічного стану. Системи IoT інтегрують сенсори, що в реальному часі фіксують навантаження, деформації, температурні режими, вологість та інші параметри будівельних конструкцій. Завдяки аналізу великих обсягів даних (Big Data) за допомогою алгоритмів машинного навчання виявляються потенційні загрози ще до виникнення аварійних ситуацій, що суттєво підвищує рівень безпеки експлуатації об'єктів [3].

Всі зазначені технології значно підвищують якість результатів оцінювання, оскільки забезпечують високу точність вимірювань, мінімізують людський фактор, дозволяють працювати з великими обсягами даних і в режимі реального часу. Рисунок 2 ілюструє ключові цифрові технології оцінювання технічного стану будівельних об'єктів.

Інтеграція технологій Building Information Modeling (BIM) кардинально змінює методологію оцінки стану будівель і прийняття управлінських рішень у будівельній галузі. Застосування BIM-технологій передбачає перехід від

фрагментованого підходу до цілісного управління інформацією про об’єкт протягом усього його життєвого циклу — від проектування до експлуатації та реконструкції.



Рис. 2. Ключові цифрові технології оцінювання технічного стану будівельних об'єктів *(розроблено авторааами на основі [3])*

Однією з ключових змін є формування багатовимірного цифрового середовища, яке дозволяє поєднати геометричні характеристики об'єкта з експлуатаційними, технологічними та економічними параметрами. На основі інформаційної моделі будівлі здійснюється багаторівнева оцінка її стану — не лише за статичними показниками, але й з урахуванням змін динамічних параметрів у процесі експлуатації [4].

BIM також трансформує механізми взаємодії між учасниками будівельного процесу. Інженери, архітектори, підрядники та експлуатаційні служби працюють у спільному інформаційному просторі, де всі зміни миттєво відображаються у моделі [5]. Важливим напрямом є застосування BIM у реконструкції та модернізації існуючих будівель. Технологія Scan-to-BIM (створення інформаційної моделі на основі лазерного сканування) дозволяє точно відтворити геометрію об'єкта і здійснити порівняльний аналіз фактичного стану споруди з проектною документацією. На базі таких моделей приймаються обґрунтовані рішення щодо необхідності посилення конструкцій, заміни матеріалів або перепланування [6].

Як видно із таблиці 1, впровадження технологій Building Information Modeling (BIM) змінює підхід до оцінки технічного стану будівель та процесу прийняття управлінських рішень, сприяючи переходу від розрізнених процедур до комплексного цифрового управління життєвим циклом об'єкта.

Таблиця 1.

Вплив технології BIM на методологію оцінки стану будівель та управлінські рішення *(розроблено авторами на основі [7])*

Напрям змін	**До впровадження BIM**	**Після впровадження BIM**
Оцінка технічного стану	Переважно візуальне обстеження та експертні висновки	Інформаційна модель об'єкта з інтеграцією геометрії, матеріалів, даних про експлуатацію
Управління інформацією	Розрізнені документи та креслення	Єдина цифрова база даних, доступна всім учасникам процесу
Прийняття управлінських рішень	Реактивні рішення на основі аварій та пошкоджень	Прогнозування технічного ресурсу, планування ремонтів і модернізацій
Співпраця між учасниками	Ізольована робота окремих підрозділів	Інтеграція через спільну модель, мінімізація помилок
Контроль якості	Суб'єктивні оцінки	Стандартизовані показники та автоматизоване виявлення відхилень

Лазерне сканування є одним із найбільш точних і ефективних методів обстеження будівель. Суть технології полягає у використанні лазерних приладів для зйомки об'єкта з високою точністю, що дозволяє створити "хмару точок" — цифрову модель, яка відображає геометрію будівлі до найменших деталей. Це дає можливість виявити деформації, осідання конструкцій, пошкодження поверхонь без необхідності фізичного втручання у структуру об'єкта [8].

Особливе значення лазерне сканування та 3D-моделювання мають у процесах цифрової паспортизації будівель. Створення цифрового паспорта споруди передбачає фіксацію її фактичного технічного стану у певний момент часу, що є надзвичайно важливим для об'єктів культурної спадщини, стратегічної інфраструктури або житлового фонду великих міст. Цифровий паспорт містить детальну 3D-модель, документацію про виявлені дефекти, оцінку залишкового ресурсу конструкцій і план заходів з обслуговування об'єкта [9].

У практиці оцінювання технічного стану будівельних конструкцій стрімко зростає значення використання Інтернету речей (IoT) та аналітики великих даних (Big Data). Ці технології докорінно змінюють методи збору, обробки й інтерпретації інформації про поведінку будівельних об'єктів у реальному часі. На відміну від традиційних методик, що базуються переважно на періодичних візуальних обстеженнях, інтеграція IoT і Big Data дає можливість здійснювати безперервний автоматизований моніторинг параметрів конструкцій та прогнозувати потенційні ризики ще до появи критичних пошкоджень [10].

Поєднання технологій IoT та Big Data сприяє переходу від реактивного до превентивного управління технічним станом будівельних об'єктів. Завдяки прогнозуванню можливих відмов або критичних станів конструкцій можна завчасно планувати ремонтні роботи, оптимізувати графіки інспекцій та значно зменшити ризики аварійних ситуацій. У підсумку це веде до скорочення витрат на утримання об'єктів, подовження строку їх експлуатації та підвищення безпеки користувачів [11].

На рисунку 3 представлено взаємозв'язок між технологіями IoT та великих даних (Big Data) у процесах моніторингу й прогнозування технічного стану будівельних конструкцій [12].



Рис. 3. Інтеграція технологій IoT та Big Data у моніторингу й прогнозуванні стану будівельних конструкцій *(розроблено авторами на основі [12])*

Література

1. Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering, 11(3), 241–252. URL: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127

2. Fregonese, L., et al. (2017). 3D Surveying and Modeling of Buildings Using Laser Scanning and UAV Photogrammetry. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-2/W2, 31–38. URL: https://isprs-annals.copernicus.org/articles/IV-2-W2/31/2017/

3. Lee, J., et al. (2013). IoT-Based Smart Monitoring System for Building Energy Management. The Scientific World Journal, 2013, Article ID 465646.

4. Мельник, О.В. Інформаційне моделювання будівель (BIM): теорія і практика: монографія. – Львів: Львівська політехніка, 2020. – 312 с.

5. Бєліков, В.А. Методологія впровадження інформаційного моделювання будівель в інвестиційно-будівельну діяльність: дис. … д-ра техн. наук: 05.23.08. – Київ, КНУБА, 2019. – 482 с.

6. Васильченко, І.В. Управління життєвим циклом будівельних об’єктів на основі BIM-технологій: дис. … канд. техн. наук: 05.23.22. – Харків, ХНУБА, 2021. – 220 с.
7. Ковальчук І.П. "Інформаційні технології у будівельному моніторингу: монографія". – Київ: КНУБА, 2020. – 315 с.
8. Луцик І.Д. "Цифрове обстеження будівель за допомогою лазерного сканування: теорія та практика": дис. … канд. техн. наук: 05.23.22. – Київ, 2021. – 218 с.
9. Волкова О.П. "3D-моделювання у будівельному обстеженні та паспортизації об'єктів". – Харків: ХНУБА, 2022. – 276 с.
10. Кочетков А.В. Інтернет речей у будівельному моніторингу: технології та рішення: монографія. – Київ: КНУБА, 2021. – 284 с.
11. Жуков І.С. Використання технологій великих даних для прогнозування технічного стану будівельних об'єктів: дис. … канд. техн. наук: 05.23.22. – Харків: ХНУБА, 2020. – 217 с.
12. Лисенко П.О. Інтелектуальні системи моніторингу стану будівельних конструкцій на основі IoT і Big Data: монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. – 312 с.
13. Iurii Chupryna The Updated Tool for Selecting Projects for the Target Programs of Sustainable Energy Development / Ruslan Tormosov, Abay Aryn, Maksym Horbach, Dmytro Prykhodko, Miroslav Polzikov/ IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) 2023 https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10223492
14. Castells M. The Rise of the Network Society. – 2nd ed. – Oxford: Blackwell Publishers, 2000. – 594 p.
15. Toffler A. The Third Wave. – New York: William Morrow and Company, 1980. – 537 p.
16. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. In 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–9).
17. Mitchell W.J. City of Bits: Space, Place, and the Infobahn. – Cambridge: MIT Press, 1995. – 225 p.
18. Мельник О.В. Інформаційне моделювання будівель: теорія і практика: монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 312 с.
19. Бєліков В.А. Методологія впровадження інформаційного моделювання будівель в інвестиційно-будівельну діяльність: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.08. – Київ, КНУБА, 2019. – 482 с.

Shtyl Andrii,
Associate Professor **Horbach Maksym**,
Kolomiiets Valerii, Pelekhatyi Rostyslav,
Kyiv National University of Construction and Architecture

THEORETICAL PRINCIPLES OF APPLYING DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PROCESSES OF ASSESSING CONSTRUCTION ACTIVITIES

In the current conditions of economic digitalization, the construction industry is undergoing profound transformations that directly affect the processes of assessing its performance. Traditional methods of evaluating the results of construction

production, which are mainly focused on financial and production indicators, are increasingly proving insufficient for adequately reflecting the dynamics of industry development. The complexity of projects, the multi-level nature of processes, and the involvement of a significant number of stakeholders necessitate the implementation of digital tools that provide multidimensional analytics and data integration. Digital technologies make it possible to comprehensively monitor processes in real time, build predictive models, and enhance the transparency and justification of managerial decisions.

Keywords: digital technologies; assessment; construction activities; BIM; ERP; Big Data; blockchain; efficiency.

REFERENCES

1. Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering, 11(3), 241–252. URL: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127. {in English}

2. Fregonese, L., et al. (2017). 3D Surveying and Modeling of Buildings Using Laser Scanning and UAV Photogrammetry. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-2/W2, 31–38. URL: https://isprs-annals.copernicus.org/articles/IV-2-W2/31/2017/.{in English}

3. Lee, J., et al. (2013). IoT-Based Smart Monitoring System for Building Energy Management. The Scientific World Journal, 2013, Article ID 465646. {in English}

4. Melnyk, O.V. (2020). Building Information Modeling (BIM): Theory and Practice. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House. 312 p.

5. Bielikov, V.A. (2019). Methodology for Implementing Building Information Modeling in Investment and Construction Activities. Doctoral dissertation. Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture. 482 p. {in Ukrainian}

6. Vasylchenko, I.V. (2021). Lifecycle Management of Construction Projects Based on BIM Technologies. PhD dissertation. Kharkiv: Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture. 220 p. {in Ukrainian}

7. Kovalchuk, I.P. (2020). Information Technologies in Construction Monitoring: Monograph. Kyiv: KNUCA. 315 p. {in Ukrainian}

8. Lutsyk, I.D. (2021). Digital Building Surveying Using Laser Scanning: Theory and Practice. PhD dissertation. Kyiv: KNUCA. 218 p. {in Ukrainian}

9. Volkova, O.P. (2022). 3D Modeling in Building Inspection and Object Certification. Kharkiv: Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture. 276 p. {in Ukrainian}

10. Kochetkov, A.V. (2021). Internet of Things in Construction Monitoring: Technologies and Solutions. Kyiv: KNUCA. 284 p. {in Ukrainian}

11. Zhukov, I.S. (2020). Using Big Data Technologies to Predict the Technical Condition of Construction Objects. PhD dissertation. Kharkiv: Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture. 217 p. {in Ukrainian}

12. Lysenko, P.O. (2022). Intelligent Systems for Monitoring the State of Building Structures Based on IoT and Big Data. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House. 312 p. {in Ukrainian}

13. Chupryna, I., Tormosov, R., Aryn, A., Horbach, M., Prykhodko, D., & Polzikov, M. (2023). The Updated Tool for Selecting Projects for the Target Programs of Sustainable Energy Development. IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10223492. {in English}

14. Castells, M. (2000). The Rise of the Network Society (2nd ed.). Oxford: Blackwell Publishers. 594 p. {in English}

15. Toffler, A. (1980). The Third Wave. New York: William Morrow and Company. 537 p. {in English}

16. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 1–9. {in English}

17. Mitchell, W.J. (1995). City of Bits: Space, Place, and the Infobahn. Cambridge: MIT Press. 225 p. {in English}

18. Melnyk, O.V. (2020). Building Information Modeling: Theory and Practice. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House. 312 p. {in Ukrainian}

19. Bielikov, V.A. (2019). Methodology for Implementing Building Information Modeling in Investment and Construction Activities. Doctoral dissertation. Kyiv: KNUCA. 482 p. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14. 229-241
УДК 528.48

Мамедов З.Г.,
zaurmamedov339933@gmail.com, ORCID: 0009-0001-4526-8786,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВТОРИННОГО РИНКУ НЕРУХОМОГО МАЙНА НА ПРИКЛАДІ ПРИВАТНОГО СЕКТОРУ КРИВОГО РОГУ

Представлено результати використання методів статистичного аналізу та побудови регресійних моделей для грошової оцінки нерухомого майна в приватному секторі міста Кривий Ріг.

Дослідження базується на аналізі 35 об'єктів нерухомості, що включають різні типи житлових приміщень. Виконано кореляційний аналіз та обґрунтована модель лінійної множинної регресії ціни 1 кв. м приватної житлової нерухомості в залежності від 21 показників, що характеризують як іманентні властивості об'єктів нерухомості (площа земельної ділянки, загальна та житлова площа будинку, число поверхів, число кімнат, матеріали стін, фундаменту, покрівлі, стан будівлі, забезпеченість централізованим водо-, газо- і теплопостачанням тощо), так і місцерозташування нерухомості відносно об'єктів соціальної і транспортної інфраструктури, рекреаційних та промислових об'єктів.

Побудована регресійна модель ціни 1 кв. м приватної житлової нерухомості в м. Кривий Ріг характеризується точністю порядку 10% на контрольних об'єктах, що підтверджує її високу прогностичну здатність. Такий рівень похибки є прийнятним для масової оцінки об'єктів житлової нерухомості, особливо в умовах нестабільної економічної ситуації та коливань ринкових цін. Модель може використовуватися як інструмент попередньої експрес-оцінки під час укладання угод купівлі-продажу, у процесі банківського кредитування під заставу житла, а також у діяльності органів місцевого самоврядування для планування надходжень від податку на нерухомість.

Ключові слова: оцінка нерухомості; оцінка землі; кореляційний аналіз; математичні методи; статистичний аналіз; кластеризація об'єктів житлової нерухомості.

Вступ. Сучасний ринок нерухомості є складним і динамічним середовищем, яке характеризується постійними змінами попиту й пропозиції, коливаннями цін, впливом економічних, соціальних і політичних чинників, а також високим рівнем конкуренції серед учасників ринку.

Як вказується у [10], у Дніпропетровській області, до якої належить м. Кривий Ріг, зафіксовано суттєве зниження попиту на первинному ринку нерухомості та його незначне зростання на вторинному ринку. Згідно [10], за один місяць з квітня по травень 2025 року, попит на вторинне житло в Дніпропетровщині зріс на 10%. Аналогічна ситуація має місце і з попитом на оренду житла, він зріс на 4%. З огляду на загальні тенденції у регіоні та містах-мільйонниках, у роботі проаналізовано саме вторинний ринок житла у м. Кривий Ріг.

В Україні, зокрема в місті Кривий Ріг, вторинне житлове майно займає важливе місце в загальному обсязі ринку нерухомості. З огляду на постійні зміни в економічній ситуації, соціальних умовах та інфраструктурному розвитку, виникає потреба у аналізі цінових тенденцій на вторинному ринку житла на основі математичних методів і моделей.

Актуальність теми. Аналіз ринку вторинного житлового майна в Україні, зокрема в місті Кривий Ріг, є надзвичайно актуальним у світлі сучасних економічних змін та соціальних викликів. В умовах військового стану, переселення людей та нестабільності ринку нерухомості важливо мати надійні інструменти для оцінки вартості житлових об'єктів, які б враховували різноманітні фактори, що впливають на ціну. Використання реальних звітів про оцінку житлової нерухомості та аналіз великої кількості об’єктів приватного сектору надає цінну інформацію, яка може бути корисною для всіх учасників ринку.

Включення специфічних факторів, таких як площа земельної ділянки, матеріали конструкцій, якість ремонту та відстань до важливих об'єктів інфраструктури, дозволяє глибше зрозуміти механізми формування цін. Завдяки цьому можна порівнювати та отримувати доскональну модель регресії. Це, в свою чергу, може допомогти потенційним покупцям та продавцям приймати обґрунтовані рішення, а також фахівцям у сфері нерухомості розробляти ефективні стратегії управління.

Застосування множинної лінійної регресії для моделювання цінових тенденцій на ринку житлової нерухомості дозволяє врахувати вплив одразу кількох незалежних змінних — таких як площа, розташування, тип будівлі, стан об'єкта тощо — на формування ринкової вартості житла. Такий підхід забезпечує більш точні прогнози та глибше розуміння структури ціноутворення.

Метою статті є вивчення впливу різних факторів на вартість нерухомості на основі розроблення лінійної багатофакторної регресійної моделі, яка дозволяє прогнозувати цінові тенденції на ринку вторинного житла.

Аналіз останніх публікацій та постановка задачі.

Тематика побудови регресійних моделей для оцінювання нерухомості є дуже популярною і активно досліджується в наукових та практичних публікаціях. Наведений в списку літератури перелік праць є далеко невичерпним, але дозволяє ідентифікувати загальні тенденції розвитку цієї предметної сфери.

Публікації часто містять аналіз ринкових тенденцій на основі регресійних моделей, що дає змогу прогнозувати зміни в цінах на нерухомість та виявляти нові можливості для інвестування.

В наукових працях [1-2] автором доведено, що застосування методу множинної регресії для оцінки нерухомості вимагає ретельного планування та розрахунків, щоб забезпечити точність і надійність отриманих результатів. Визначення достатнього обсягу вибірки є критично важливим етапом, який дозволяє досягти успіху в оцінці [1].

В праці [2] наголошується, що побудова математичних моделей оцінки нерухомості в Україні стикається з низкою викликів, які потребують особливої уваги, зокрема поміж них визначено такі: включення в модель показників, таких як інфляція, рівень безробіття, ВВП та валютні курси, може допомогти зрозуміти, як ці фактори впливають на ринок нерухомості; використання динамічних моделей, які враховують зміни в попиті та пропозиції, може допомогти в кращому прогнозуванні цін; впровадження міжнародних стандартів оцінки нерухомості (наприклад, IVS - International Valuation Standards) може підвищити прозорість і зрозумілість процесу оцінки.

Врахування зазначених аспектів у процесі побудови математичних моделей оцінки нерухомості є критично важливим для забезпечення точності та об'єктивності оцінок. Це, в свою чергу, сприятиме прийняттю зважених управлінських рішень, що є необхідним для розвитку ринку нерухомості в Україні [2-3].

Наукова праця [5] охоплює широкий спектр методів статистичного навчання, включаючи регресійні моделі, і є класичним посібником у цій галузі. Праця «Regression Modeling Strategies» – Frank E. Harrell Jr [6] зосереджується на стратегіях моделювання регресії, включаючи методи для обробки відсутніх даних та побудови моделей для складних даних.

У цих працях розглядаються лінійні багатофакторні моделі, які є розширенням класичних лінійних моделей і можуть бути застосовані до різних типів даних [9].

Ринок нерухомості має локальну специфіку, що зумовлюється регіональними особливостями, характеристиками конкретного населеного пункту, а також соціально-економічними умовами певного періоду. Залежно від

цих факторів змінюється інтенсивність і характер впливу окремих детермінант на динаміку ринку.

Об'єктом дослідження є вторинний ринок житлової нерухомості на прикладі приватного сектору міста Кривий Ріг Дніпропетровської області.

Предметом дослідження є математична регресійна модель оцінки вартості нерухомого майна на основі вторинного ринку нерухомості міста Кривого Рогу.

Методи і технологія дослідження. Дослідження ґрунтується на використанні класичного методу множинної регресії [4] для визначення функціональної залежності ціни 1 кв. м. площі об'єкта нерухомості від множини факторів, що характеризують його іманентні властивості та місцерозташування. У разі лінійної множинної регресії йдеться про визначення функціональної залежності виду:

$$Y = c + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_nX_n, \quad (1)$$

де: b_i – вагові коефіцієнти регресії, які показують наскільки зміниться залежна змінна Y, якщо відповідна незалежна змінна зміниться на 1 одиницю;

c - константа, яка являє собою точку, в якій лінія регресії перетинає вісь у, вона показує яка буде величина залежної змінної, якщо всі незалежні змінні будуть рівні нулю;

X_i – факторні ознаки множинної регресії.

З множинною регресією також пов'язаний коефіцієнт кореляції R2, який характеризує відсоток дисперсії в залежній змінній, що пояснюється усіма незалежними змінними.

Множинна регресія розділяє всі припущення кореляції: лінійність зв'язків, один і той же рівень зв'язків на всьому діапазоні незалежної змінної, інтервальні, або близькі до інтервальних дані, відсутність даних з урізаним діапазоном. В додаток до цього важливо, щоб модель була правильно специфікована. Виключення з моделі важливих змінних, або включення необов'язкових змінних може суттєво впливати на вагу незалежних змінних.

Побудова моделі множинної регресії включає в себе такі етапи:

– постановка задачі та формування масиву вихідних даних;
– специфікація моделі;
– калібрування моделі;
– застосування моделі для прогнозу і прийняття рішення.

Дослідження виконувалося з використанням програмного засобу MS Excel за такою технологічною схемою (рис.1)

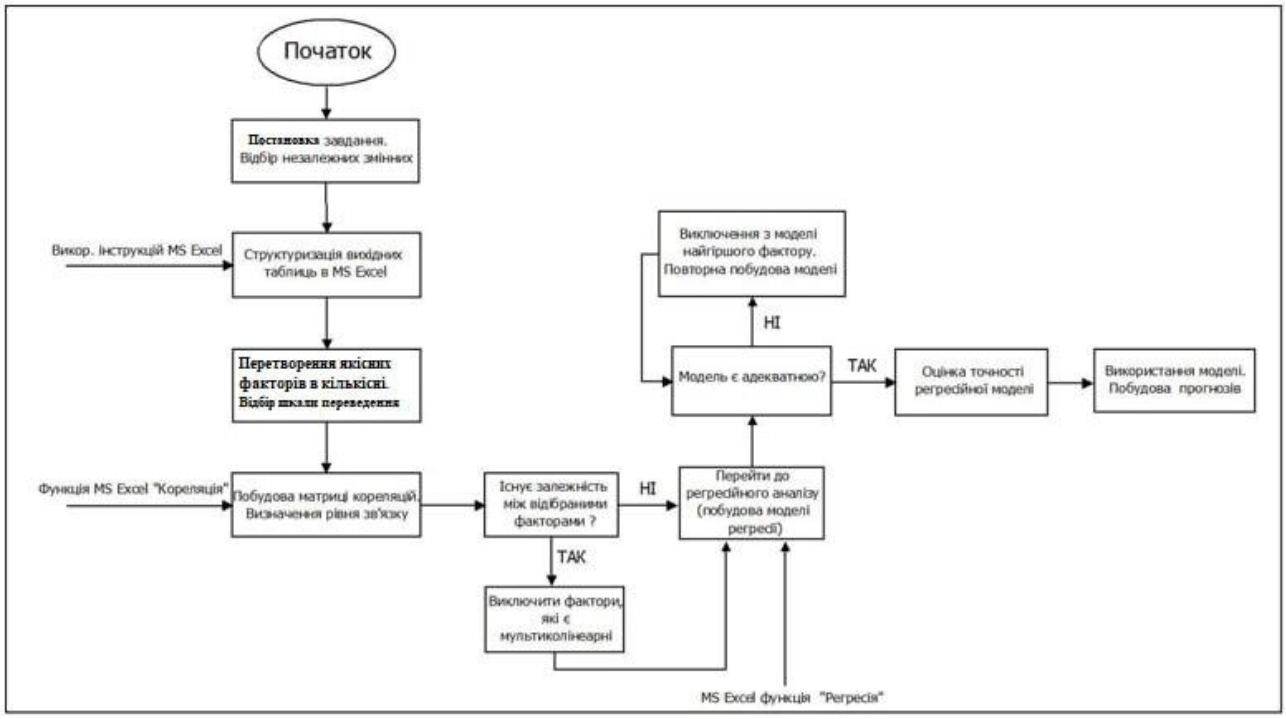


Рис. 1. Технологічна схема множинної регресії в середовищі MS Excel

Стисло розглянемо призначення та завдання кожного з етапів роботи.

Постановки задачі і формування вхідних даних. З'ясовують основні зв'язки факторів в досліджуваній системі, пропонуються гіпотези стосовно взаємозв'язків між змінними. Такий попередній аналіз дозволяє виявити результуючий показник (залежну змінну) і визначитись з переліком факторних змінних. Проводиться збір і перевірка на однорідність вихідних статистичних даних, за необхідності здійснюють збір додаткової необхідної інформації.

Специфікація моделі. Приймається рішення відносно того, які з факторів що впливають на результуючий показник у, необхідно включати в модель, а також аналізуються особливості впливу даних факторів на показник у, тобто вирішується питання, чи є залежність лінійною чи має більш складний характер. Цілком очевидно, що не всі причини і фактори, що в якійсь мірі впливають на результат, можуть бути досліджені. З одного боку, чим більше факторних рівнянь включено в рівняння, тим воно краще описує явище. Однак модель розмірністю 100 і більше факторних ознак складно реалізовується і вимагає великих тимчасових витрат. Скорочення розмірності моделі за рахунок виключення другорядних і статистично несуттєвих факторів сприяє простоті і якості її реалізації.

Калібрування моделі. Обчислюються коефіцієнти регресійної моделі. Виконують перевірку якості отриманої моделі. Якщо результати перевірки не влаштовують розробників моделі, то необхідно внести зміни в специфікацію моделі, тобто повернутись до етапу 2. Також на даному етапі проводять

змістовну інтерпретацію коефіцієнтів моделі і перевірку їх відповідності теоретичному відображенню.

Застосування моделі для прогнозу і прийняття рішення. Побудована модель використовується для знаходження прогнозованого значення результуючого показника y, а також для аналізу ступеня впливу факторних змінних на результуючий показник**.**

Вхідні дані та результати дослідження

Дослідження базується на використанні єдиної бази даних звітів про оцінку нерухомості як вихідних даних, що надає цінну інформацію та можливості для аналізу. Вихідні дані брались із оцінки експертів. Для цього дослідження було обрано 35 об’єктів приватного сектору, які мають різне місце розташування як в місті Кривому Розі, так і в суміжних поселеннях (рис. 2).



Рис. 2. Картосхема розташування об’єктів
◆*об’єкт дослідження приватного сектору, які розташовані як в місті Кривому Розі, так і в суміжних поселеннях*

Ринок приватного сектору міста Кривий Ріг характеризується певними особливостями та умовами функціонування ринку, що включає різноманітність житлових об'єктів, активний розвиток інфраструктури та коливання цін, що відображають економічні зміни в регіоні. Це робить місто цікавим об'єктом для дослідження, оскільки тут можна виявити специфічні фактори, що впливають на вартість нерухомості.

Кількість незалежних змінних для побудови моделі регресії може варіюватися в залежності від конкретної задачі, доступних даних та цілей аналізу. В досліджені було використано 21 показник, поміж, яких є як іманентні характеристики об'єктів, так і показники, що характеризують місцерозташування нерухомості відносно об'єктів соціальної і транспортної інфраструктури, рекреаційних та промислових об'єктів а саме:

- площа земельної ділянки, м. кв (X1);
- загальна площа будинку (X2);
- житлова площа будинку (X3);
- кількість поверхів (X4);
- кількість житлових кімнат (X5);
- матеріал фундаменту (X6);
- матеріал стіни (X7);
- матеріал покрівлі (X8);
- матеріал підлоги (X9);
- якість ремонту (X10);
- централізоване водопостачання (X11);
- централізоване теплопостачання(X12);
- вплив підприємства на оцінку (X13);
- доступність до щоденного забезпечення магазинів (X14);
-доступність до місць рекреації (X15);
-% зносу (X16);
-відстань до районного центру, км (X17);
-відстань до автовокзалу, км (X18);
-відстань до зупинки громадського транспорту, км (X19);
-відстань до залізничного вокзалу, км (X20);
-статус населеного пункту (X21).

Важливим аспектом дослідження є врахування відстаней, оскільки точні дані про відстані можуть суттєво вплинути на результати регресійного аналізу. Ці відстані були переведені у бальну шкалу: 0–500 м = 5 балів (дуже близько); 500–1000 м = 4 бали; 1000–1.500 м = 3 бали; 1.500–2000 м = 2 бали; понад 2000 м = 1 бал.

Тоді як вплив підприємства на оцінку (X13) оцінювався за такою бальною шкалою: 0–500 м = 1 бал (дуже близько); 500–1000 м = 2 бали; 1000–1.500 м = 3 бали; 1.500–2000 м = 4 бали; понад 2000 м = 5 балів. Представлена шкала спростила подальший аналіз даних у регресійній моделі.

Важливим етапом побудови регресійної моделі є кореляційний аналіз, оскільки за його результатами можна виявити значимість як впливу певного фактора на цільову змінну, так і взаємозалежність між окремими факторами.

Для сукупності даних, що використовуються в цьому дослідженні, за результатами кореляційного аналізу встановлено що:

1) три фактори мають коефіцієнти кореляції з ціною 1 кв.м нерухомості менше 0,3 та можуть бути вилучені із складу множинної регресійної моделі, зокрема це фактори: x5 (кількість житлових кімнат) з коефіцієнтом кореляції 0,074262; x13 (вплив підприємства на оцінку) з коєфіцієнтом 0,074695; x14 (доступність до місць щоденного забезпечення магазинів) з коефіцієнтом 0,038994634;

2) для певних пар факторів спостерігається сильний зв'язок з коефіцієнтами кореляції більше 0,9, що вказує на мультиколінеарність моделі та потребує вилучення із моделі одного із кожної пари взаємозалежних факторів.

За результатами кореляційного аналізу вхідних даних щодо прояву та взаємозалежності окремих факторів із подальшого розгляду для побудови множинної регресійної моделі були вилучені такі показники:

-кількість житлових кімнат (X5)

-відстань до автовокзалу, км (X18)

-доступність до місць щоденного забезпечення (X14)

Усі інші факторні ознаки є ранговими. Для оцінки рівняння регресії було використано метод найменших квадратів, а за результатами розрахунків отримано такі коефіцієнти лінійної множинної регресії (Табл. 1).

Таблиця 1

Результат побудови регресії

Коефіцієнт	*Чинник, який враховує коефіцієнт*	*Чисельне значення*
1	2	3
c	Y-пересічення *	4272,915036
b_1	Площа земельної ділянки, м. кв. (X1)	0,04963164
b_2	Загальна площа будинка (X2)	2,686092796
b_3	Житлова площа будинка (X3)	65,93738814
b_4	Кількість поверхів (X4)	-1046,424289
b_6	Матеріал фундаменту (X6)	2425,269046
b_7	Матеріал стіни (X7)	-2749,165463
b_8	Матеріал покрівлі (X8)	148,8163747
b_9	Матеріал підлоги (X9)	2065,350882
b_{10}	Якість ремонту (X10)	912,6724856
b_{11}	Централізоване водопостачання (X11)	231,195968
b_{12}	Централізоване теплопостачання(X12)	-1240,882181
b_{15}	Доступність до місць рекреації (X15)	442,9618508
1	2	3
b_{16}	% зносу (X16)	-69,15992152
b_{17}	Відстань до районного центру** (X17)	-50,29946762

1	2	3
b_{19}	Відстань до зупинки громадського транспорту** (X19)	-568,4015079
b_{21}	Статус населеного пункту (X21)	-486,2923268

* Y-пересічення – назва постійного параметра c (див. вище рівняння (1)) регресійного аналізу в пакеті Аналізу даних Excel.
**Як було зазначено вище, відстані в моделі оцінювалися не в абсолютній лінійній мірі, а за бальною шкалою.

Якість регресійної моделі визначається за допомогою параметрів, представлених в табл. 2.

Таблиця 2

Статистика регресійної моделі

Параметр	Чисельне значення
Коефіцієнт кореляції	0.798253055
Коефіцієнт детермінації	0.583273001
Нормований коефіцієнт детермінації	0.335071224
Стандартна похибка (грн. за 1 кв. метр)	980,004474
Кількість спостережень	35

Перша величина в табл. 2 – коефіцієнт кореляції між реальною ціною нерухомості за 1 кв. м та ціною, визначеною з моделі, який дорівнює 0.798. Оскільки 0.798253055 > 0.7, можна зробити висновок про досить гарний зв'язок між реальними даними та моделлю [4].

Більш інформативною є друга величина з табл. 2, яка має назву коефіцієнта детермінації та дорівнює 0.5833. Згідно [3] ця величина визначає частку пояснювальної дисперсії, тобто дисперсії, яка визначається моделлю, по відношенню до загальної дисперсії. Таким чином, для отриманої моделі 58.33% загальної дисперсії можна пояснити лінійною залежністю ціни нерухомості за 1 кв метр по відношенню до чинників, визначених в табл. 1. Лише 33.51% загальної дисперсії є впливом інших чинників, які не враховані в моделі.

Нормований коефіцієнт детермінації визначається з рівняння:

$$R^2_{\text{норм}} = 1 - (1 - R^2)\frac{n-1}{n-k-1}, \quad (2)$$

де R^2 – коефіцієнт детермінації, n – кількість вихідних даних, в даному випадку (35), k – кількість чинників (16).

Якщо в формулі (2) підставити, замість k величину, рівну 0, то нормований коефіцієнт детермінації буде дорівнювати звичайному коефіцієнту детермінації. Чим більша кількість чинників, тим більш відрізняється нормований коефіцієнт від звичайного. Для побудованої моделі ця різниця становить 30%.

Останній показник табл. 2 – стандартна похибка. Вона становить 980.0 грн за 1 кв. метр. Як вказується в [3], стандартна похибка використовується для оцінки якості вибору функції регресії. Чим менша величина стандартної похибки, тим менше величини, отримані за допомогою моделі, відрізняються від реальних значень. Ця величина зазвичай використовується в порівнянні, якщо побудовано декілька моделей.

В нашому випадку:

Стандартна похибка $\sqrt{\widehat{\sigma_u^2}} = 980.0$

де,

$$SS_{\text{залш}} = \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3)$$

$$\widehat{\sigma_u^2} = \frac{SS_{\text{залш}}}{n-k-1} \quad (4)$$

Дисперсійний аналіз є ефективним статистичним методом, що дозволяє оцінити ступінь впливу окремих факторів на варіативність результативних показників. Він дозволяє дослідникам отримувати важливу інформацію про взаємозв'язки між змінними, його основний показник є статистика F критерій Фішера [4, 7-8].

Встановлено, що в результаті дисперсійного аналізу було отримано відповідний рівень значимості F-критерію, що становить показник 1.0996276, набагато більший критичного значення 0.04230997. Це свідчить про наявність чинників, які впливають на значення ціни 1 кв. метра об’єкта, і що відібрані фактори дійсно мають вагомий вплив на результати параметрів.

Параметри (коефіцієнти) рівняння вказують на результуючі показники, в нашому випадку – ціна нерухомості. Аналіз дозволяє зробити висновок, що регресійна модель дає надійний результат для визначення ціни 1 кв. метра площі об’єкта.

Для оцінки якості побудованої регресійної моделі було проведено аналіз абсолютних та відносних відхилень розрахункових значень від фактичних цін для двох контрольних об’єктів нерухомості (табл. 3), дані про які не використовувалися в моделюванні.

Таблиця 3

Результати перевірки моделі

№ об’єкта	Ціна 1 кв метра, отримана за допомогою регресійної моделі	Абсолютне відхилення регресійної моделі	Відносне відхилення регресійної моделі (%)
36	3080,94	489,54	9,96
37	5905,01	354,74	10,28

Отримані результати свідчать про достатню достовірність розробленої регресійної моделі, яка достатньо адекватно відображає взаємозв'язки між ключовими характеристиками об'єктів нерухомості та їх ринковою вартістю.

Висновок. У статті представлено результати дослідження, що стосується регресійного аналізу вторинного нерухомого майна в приватному секторі міста Кривий Ріг.

Як вхідні дані в дослідженні використано реальні звіти про оцінку 35 об'єктів житлової нерухомості. До розрахунків було включено лише той перелік факторів, які мають значний вплив на показники вартості об'єктів та не залежать один від одного. З огляду на використання кількох факторів та лінійний характер їхнього впливу, в дослідженні обґрунтовано застосування методу множинної лінійної регресії для створення математичної моделі обчислення ціни 1 кв.м житлової нерухомості у приватному секторі. Для визначення коефіцієнтів рівняння регресії застосовувався обернений метод найменших квадратів**.** Завдяки послідовному виключенню кожного наступного найменш впливового фактора з рівняння регресії, вдалось отримати прийнятну для практичного використання модель регресії. Побудову рівняння множинної лінійної регресії, оцінку параметрів регресії та оцінку точності моделі проведено в програмному продукті Microsoft Office Excel.

Отримані результати засвідчують істотний вплив визначених факторів на ринкову ціну об'єктів нерухомості, що становить практичний інтерес для потенційних покупців, продавців, а також фахівців дослідників ринку нерухомості.

Список літератури

1. Губар Ю. Побудова моделі визначення ставки дисконту методом ринкової екстракції / Губар Ю. // Геодезія, картографія та аерофотознімання. Міжвідомчий наук.-техн. зб. – 2014. – № 80 – С. 120-129.

2. Губар Ю. Впровадження методики кластеризації для побудови економікоматематичних регресійних моделей оцінки нерухомості / Губар Ю. // Геодезія, картографія та аерофотознімання. Міжвід. наук.-техн. зб.–2015. – № 82 – С. 110-135.

3. Літнарович Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу: навчальний посібник. Рівне: МЕГУ, 2011. 140 с.

4. Регресійний аналіз. Навчальні матеріали онлайн: веб-сайт. URL: https://pidruchniki.com/17280924/ekonomika/regresiyniy_analiz.

5. Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction (2nd ed.). New York: Springer, 2015.

6. Harrell, F.E. Jr. Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis. New York: Springer, 2013.

7. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. New York: Springer, 2013.

8. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. New York: Springer, 2013.

9. Forster, E., & Ronz, B. Methoden der Korrelations und Regressionsanalyse. Berlin: Verlag, 1979.

10. Нерухомість-2025: як змінилися ціни на житло в Україні — і що можна купити за $50 тис. NV Бізнес. DIM.RIA, 07 червня 2025 р. URL: https://biz.nv.ua/ukr/consmarket/oglyad-rinku-neruhomosti-u-travni-2025-50519757.html (дата звернення: 23 червня 2025 р.).

Mamedov Zaur,
Kyiv National University of Construction and Architecture

REGRESSION ANALYSIS OF THE SECONDARY REAL ESTATE MARKET USING THE EXAMPLE OF THE PRIVATE SECTOR OF KRYVYI RIH

The article presents the results of using the method of statistical analysis and building regression models for the monetary valuation of real estate in the private sector of the city of Kryvyi Rih.

The study is based on the analysis of 35 real estate objects, including various types of residential premises. A correlation analysis was performed and a linear multiple regression model of the price of 1 sq. m of private residential real estate was substantiated depending on 21 indicators that characterize both the inherent properties of real estate objects (land area, total and living area of the house, number of floors, number of rooms, materials of walls, foundation, roof, condition of the building, provision of centralized water, gas and heat supply, etc.), and the location of real estate relative to social and transport infrastructure, recreational and industrial facilities.

A regression model of the price of 1 sq. m. m of private residential real estate in Kryvyi Rih is characterized by an accuracy of about 10% on control objects, which confirms its high predictive ability. This level of error is acceptable for mass valuation of residential real estate objects, especially in conditions of unstable economic situation and fluctuations in market prices. The model can be used as a tool for preliminary express valuation when concluding purchase and sale agreements, in the process of bank lending secured by housing, as well as in the activities of local governments for planning revenues from real estate tax.

Keywords: real estate valuation; land valuation; correlation analysis; mathematical methods; statistical analysis; clustering of residential real estate objects.

REFERENCES

1. Gubar Yu. Building a model for determining the discount rate using the market extraction method / Gubar Yu. // Geodesy, cartography and aerial photography. Interdepartmental scientific and technical collection – 2014. – No. 80 – P. 120-129. {in Ukranian})

2. Gubar Yu. Implementing a clustering method for building economic and mathematical regression models for real estate valuation / Gubar Yu. // Geodesy, cartography and aerial photography. Interdepartmental scientific and technical collection – 2015. – No. 82 – P. 110-135. {in Ukranian})

3. Litnarovych R.M. Building and researching a mathematical model based on experimental data sources using regression analysis methods: a textbook. Rivne: MEGU, 2011. 140 p. {in Ukranian})

4. Regression analysis. Online training materials: website. URL: https://pidruchniki.com/17280924/ekonomika/regresiyniy_analiz. {in Ukranian})

5. Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction (2nd ed.). New York: Springer, 2015.

6. Harrell, F.E. Jr. Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis. New York: Springer, 2013.

7. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. New York: Springer, 2013.

8. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R. New York: Springer, 2013.

9. Forster, E., & Ronz, B. Methoden der Korrelations und Regressionsanalyse. Berlin: Verlag, 1979.

10. Real Estate-2025: How Housing Prices Have Changed in Ukraine — and What You Can Buy for $50K. NV Business. DIM.RIA, June 7, 2025. URL: https://biz.nv.ua/ukr/consmarket/oglyad-rinku-neruhomosti-u-travni-2025-50519757.html (access date: June 23, 2025). {in Ukranian})

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.242-257
УДК 349:628.4

к.т.н., доцент **Нестеренко О.В.,**
nesterenko.ov@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6908-5821,
Літяк К.В.,
litiak.kirill99@gmail.com, ORCID: 0009-0005-0133-6299,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД НОРМАТИВНО-ПРАВОВИХ АКТІВ, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОЗУМНИХ СМІТТЄЗБІРНИКІВ У КОНЦЕПЦІЇ РОЗУМНОГО МІСТА

Досліджуються нормативно-правові засади впровадження та функціонування розумних сміттєзбірників у межах концепції «розумного міста». Розглянуто національні та міжнародні підходи до правового регулювання управління твердими побутовими відходами із застосуванням сучасних цифрових технологій. Проведено аналіз чинного законодавства України, зокрема у контексті його відповідності викликам цифрової трансформації урбаністичного простору. Акцентовано увагу на необхідності адаптації правового поля до інноваційних рішень, що інтегрують екологічні та технологічні компоненти. Отримані результати дозволяють визначити напрями вдосконалення нормативної бази для забезпечення ефективного, прозорого й сталого функціонування інтелектуальних систем управління відходами.

Ключові слова: розумне місто; розумні сміттєзбірники; управління відходами; нормативно-правове регулювання; законодавство; цифровізація; екологічне право; Інтернет речей (IoT); смарт-інфраструктура

Актуальність теми і постановка проблеми. У контексті впровадження концепції сталого розвитку та цифровізації міського простору все більшої ваги набуває питання ефективного управління відходами. Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є впровадження розумних сміттєзбірників, які забезпечують автоматизований моніторинг заповнення контейнерів, оптимізацію маршрутів вивезення сміття та зниження навантаження на навколишнє середовище. Розумні технології у сфері поводження з побутовими відходами не лише підвищують якість міських сервісів, а й відкривають нові можливості для геоінформаційного супроводу управлінських процесів.

Попри активну урбанізацію та поодинокі ініціативи з цифровізації інфраструктури великих міст, в Україні досі відсутня цілісна нормативно-

правова база, яка б комплексно регулювала функціонування розумних сміттєзбірників. Незважаючи на наявність окремих законів, підзаконних актів та місцевих регламентів, вони або не адаптовані до сучасних технологій, або мають фрагментарний характер.

Існуючі законодавчі акти переважно орієнтовані на загальні питання поводження з відходами, не враховуючи специфіку інтелектуальних систем збору сміття. Така ситуація ускладнює їх широке впровадження, унеможливлює стандартизацію впровадження відповідного обладнання, порушує принципи сумісності цифрових рішень і обмежує потенціал використання геоінформаційних систем для оптимізації процесів.

Предметом дослідження є нормативно-правові акти українського законодавства, що регламентують організацію збору побутових відходів, технічне впровадження смарт-технологій у міському середовищі та механізми їх адаптації до сучасних умов управління інфраструктурою міст.

Метою дослідження є систематизація та критичний аналіз чинних нормативно-правових актів України, що прямо або опосередковано регулюють функціонування розумних сміттєзбірників у межах концепції розумного міста, з акцентом на виявлення прогалин і можливостей удосконалення правового забезпечення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогоднішній день у науковій літературі активно досліджуються питання інтеграції інноваційних технологій (IoT, big data, автоматизованих сміттєзбірників) з чітко визначеним нормативно-правовим середовищем. Так, Лозинський Р.М. [2] розглядає проблеми стандартизації та уніфікації норм, прийнятих для «розумного міста» на прикладі Європейського союзу, а також імплементацію цих норм в українське законодавство. Андрієнко А.О. [1] у своїй монографії зазначає, що прийняття Україною на законодавчому рівні міжнародних стандартів «розумного міста» забезпечить Україну «спальною мовою» зі світом, а також гарантує, що всі використані технології є безпечними та ефективними, надасть можливість їх дієвого контролю. В той же час Olawade, D. зі співавторами [15] наголошують на тому, що у світі бракує стандартизованих практик управління відходами, що призводить до різного рівня ефективності в різних регіонах.

Мунько А.Ю. [9] акцентує увагу на важливості укладання місцевими радами стратегій розвитку «розумного міста» та зазначає, що саме такі концепції визначають основні шляхи для інфраструктурного та технологічного розвитку міста. Такої ж думки дотримуються Макаревич К. та Сіденко В., які аналізують досвід запровадження smart-технологій, в тому числі і в сфері вивезення та переробки відходів різними країнами світу, та зазначають, що

«розробка та реалізація концепції «розумного міста» залишається одним з головних напрямів розвитку міст розвинутих країн Європи, Азії та США» [7].

Аналізуючи українське та європейське законодавство в сфері управління відходами, Нестеренко В.І. та Росохата А.С. [10] зазначають, що його недосконаліть спричиняє значне забруднення навколишнього простору та шкодить здоров'ю населення, оскільки 94% відходів в Україні не переробляється, а залишається на сміттєзвалищах, на противагу європейським країнам, де основна частина відходів перероблюється.

Жаліло Я., Олійник Д. [5] наголошують на необхідності нормативно-правового регулювання публічно-приватного партнерства, а саме законодавчого врегулювання угод з приватними компаніями на виконання важливих функцій життєдіяльності громади, до яких можемо віднести збір та вивезення сміття, які будуть укладені на тривалий термін, що включає в себе необхідність децентралізації і самоорганізації населення.

Таким чином, аналіз останніх досліджень та публікацій показує, що ключовими юридичними викликами залишаються невизначеність стандартів для смарт-технологій, відсутність комплексного регулювання для цифрової інфраструктури в сфері поводження з відходами, а також слабка адаптація чинних екологічних норм до цифрової трансформації міст.

Виклад основного матеріалу. Функціонування будь-якого сучасного інституту має базуватись на принципі верховенства права – це стосується як України, так і світової юридичної практики загалом. Не є виключенням і «розумні міста», існування яких неможливе без дотримання законодавства всіма суб’єктами права, від державних органів до приватних компаній, що впроваджують цифрові рішення у міську інфраструктуру.

Законодавство України має ієрархічну структуру, в основі якої лежать закони, що встановлюють загальні принципи та правові засади у певній сфері, зокрема у сфері поводження з відходами. Їх деталізують та конкретизують підзаконні нормативно-правові акти: постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України, нормативні акти міністерств, органів центральної виконавчої влади, нормативні акти місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування, державні санітарні правила, будівельні норми, стандарти тощо.

Зазначимо, що українська правова база щодо поводження з відходами наразі перебуває на етапі інтенсивних – та позитивних – змін, які стали можливими завдяки реалізації положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом [17], зокрема в частині охорони навколишнього середовища, розвитку місцевого самоврядування і децентралізації влади.

Основним законом, який визначає правові, організаційні, економічні засади діяльності щодо запобігання або зменшення обсягів утворення відходів, зниження негативних наслідків від діяльності з управління відходами, є Закон України «Про управління відходами» № 2320-IX від 20 червня 2022 р. (далі – Закон) [16].

Цей Закон є основоположним нормативно-правовим актом, що визначає правові, організаційні та економічні засади управління відходами в Україні, він встановлює вимоги до поводження з відходами на всіх етапах від утворення до утилізації, а також вводить поняття ієрархії управління відходами, розширеної відповідальності виробника, електронного обліку та планування управління відходами на державному й місцевому рівнях. Значну увагу приділено інтеграції інформаційних систем та цифровізації процесів.

Хоча Закон не містить прямої згадки про «розумні сміттєзбірники» або IoT-технології, його положення створюють нормативне підґрунтя для впровадження таких інновацій. Наприклад, стаття 8 Закону визначає принципи електронного обліку відходів, що може бути реалізовано через смарт-системи збору сміття. Також Закон стимулює використання сучасних технологій для підвищення ефективності поводження з відходами, що узгоджується з концепцією «розумного міста».

Також в концепції «розумних сміттєзбірників» особливої уваги заслуговують наступні положення Закону: стаття 46 передбачає створення та адміністрування державної інформаційної системи управління відходами у вигляді електронної бази даних, яка також має бути сумісною з іншими базами даних та інформаційними системами. Система має включати підсистеми звітності, надання адміністративних послуг і реєстрів, забезпечуючи отримання, аналіз та узагальнення інформації про обсяг, код, найменування, джерела утворення відходів, зміну власника відходів, а також онлайн-інформування про збирання, перевезення та оброблення відходів. Це створює нормативне підґрунтя для впровадження смарт-технологій у сфері управління відходами.

Згідно статті 47 Закону, суб'єкти господарювання зобов'язані вести облік за обсягом, кодом і найменуванням, джерелами утворення відходів та здійсненням операцій з управління відходами в електронному вигляді, а стаття 48 Закону встановлює, що суб'єкти господарювання подають звітність до інформаційної системи управління відходами шляхом заповнення електронної звітної форми з використанням електронного цифрового підпису.

Ці положення сприяють впровадженню автоматизованих систем збору та обліку відходів, забезпечують прозорість та ефективність у сфері поводження з відходами. Таким чином, Закон створює нормативну базу, яка сприяє

впровадженню інноваційних технологій підзаконними нормативно-правовими актами.

Так, постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку проведення моніторингу об'єкта оброблення відходів» від 07.11.2023 р. № 1166 [19] запроваджує систему електронної звітності для суб'єктів господарювання, які утворюють або обробляють відходи, а постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку створення та адміністрування інформаційної системи управління відходами» від 05.12.2023 р. № 1279 [20] визначає процедуру створення, забезпечення адміністрування та функціонування інформаційної системи управління відходами, яка ведеться у вигляді електронної бази даних з метою забезпечення належного обліку, звітності, узагальнення та аналізу інформації у сфері управління відходами, надання електронних публічних послуг, ведення та розміщення реєстрів та забезпечення інформаційної взаємодії між суб'єктами у сфері управління відходами. Впровадження цифрових протоколів моніторингу відкриває можливості для аналітики в реальному часі, інтеграції з міськими інформаційними системами та оперативного планування.

Також створення умов для становлення «розумних міст» передбачено постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021-2027 роки» від 05.08.2020 р. № 695 [18]. Одним з основних пріоритетів регіонального розвитку на період до 2027 року встановлюється відновлення та розвиток інфраструктури, зокрема інфраструктури електронних комунікаційних мереж на принципах прозорості, підзвітності, сталості, інклюзивності, енергоефективності, адаптації до зміни клімату, захищеності та стійкості до безпекових загроз та економічної доцільності. Проте, нажаль, це лише загальне та декларативне положення, яке потребує більш конкретного опрацювання в окремому нормативно-правовому документі.

Також зазначимо, що постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил надання послуги з управління побутовими відходами та типових договорів про надання послуги з управління побутовими відходами» від 08.08.2023 р. № 835 [21] створює сприятливі умови для впровадження розумних сміттєзбірників у рамках децентралізованої та цифровізованої системи управління відходами: органи місцевого самоврядування отримують необхідні повноваження, в тому числі можливість прозоро обирати виконавців послуг, які пропонують інноваційні рішення.

Слід також звернути увагу на розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації» від

17.01.2018 р. № 67-р [24] згадується поняття «Інтернету речей» (IoT) саме в контексті поводження зі сміттям як «концепція впровадження державними установами «розумного» збору сміття на міських вулицях». Крім того, в даному розпорядженні зазначається, що підключення відповідних датчиків та сенсорів потребує наявності енергоефективної, радіо- та телекомунікаційно-обчислювальної інфраструктури.

Корисними для концепції «розумних сміттєзбірників» є також положення даного розпорядження, які стосуються інтероперабельності та електронних сервісів, що є головним викликом для розвитку електронного урядування в Україні. Зазначимо, що забезпечення інтероперабельності геопросторових даних є важливим аспектом для успішної інтеграції інформації в автоматизовані системи збору та утилізації комунальних відходів у рамках концепції «розумного міста». Впровадження уніфікованих стандартів, які базуються на міжнародному досвіді, має вирішальне значення для забезпечення ефективної інтеграції даних з різних джерел (супутникових знімків, системи глобального позиціювання, IoT-пристроїв, мобільних застосунків, тощо).

Зазначимо, що важливим етапом розвитку українського законодавства стало прийняття розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року» від 08.11.2017 р. № 820-р (далі – Стратегія) [23], яка є важливим кроком на шляху імплементації у національне законодавство вимог директив Європейського Союзу у сфері поводження з відходами, таких як: рамкова Директива № 2008/98/ЄС Європейського парламенту та Ради від 19.11.2008 р. «Про відходи та скасування деяких директив», Директива Ради № 1999/31/ЄС від 26.04.1999 р. «Про захоронення відходів», Директива № 2006/21/ЄС Європейського парламенту та Ради від 15.03.2006 р. «Про управління відходами видобувних підприємств, та якою вносяться зміни до Директиви 2004/35/ЄС», Директива 94/62/ЄС Європейського парламенту та Ради від 20.12.1994 р. «Про упаковку та відходи упаковки», Директива 2012/19/ЄС Європейського парламенту та Ради від 04.07.2012 р. «Про відходи електричного та електронного обладнання (ВЕЕО)» та Директива 2006/66/ЄС Європейського парламенту та Ради від 06.09.2006 р. «Про батарейки і акумулятори та відпрацьовані батарейки і акумулятори».

Стратегія визначає головні напрями державного регулювання у сфері поводження з відходами в найближчі десятиліття (до 2030 року) з урахуванням європейських підходів до питання управління відходами, що є значним кроком вперед в питанні утилізації та переробки сміття. Подальші нормативно-правові акти і нормативні документи, що розроблятимуться та прийматимуться на

виконання Стратегії, повинні базуватися виключно на принципах і положеннях відповідних актів європейського законодавства.

Зокрема, Стратегією передбачається розроблення положення про електронну інформаційну логістичну схему поводження з відходами, розроблення положення про інформаційну систему надання звітності суб'єктами господарювання щодо діяльності у сфері поводження з відходами, запровадження механізму державної грантової підтримки комплексних міжвідомчих наукових досліджень з актуальної проблематики управління відходами та ресурсами. Також спеціальними заходами у сфері побутових відходів передбачено прийняття нормативно-правових актів, спрямованих в тому числі на створення ефективної та рентабельної системи збирання та вивезення побутових відходів з максимальним охопленням населення відповідними послугами.

Реалізація Стратегії сприятиме, зокрема, впровадженню системи управління відходами на інноваційних засадах, залученню інвестицій у сферу поводження з відходами та створенню сучасної інфраструктури поводження з відходами, запровадженню новітніх технологій утилізації твердих побутових відходів, тощо.

На підставі Стратегії вже прийнято, власне, крім Закону України «Про управління відходами», також наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України «Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами» від 16.04.2024 р. № 403 (далі – Наказ) [25]. Наказом регулюється складання регіонального плану управління відходами, який має містити комплекс взаємопов'язаних завдань і заходів, узгоджених за строками та ресурсним забезпеченням з усіма задіяними виконавцями, спрямованих на забезпечення сталого управління відходами в регіоні з урахуванням принципу співробітництва місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування.

Деякі положення Наказу є дуже перспективними для розвитку технологій розумних сміттєзбірників, зокрема такі: узагальнення та систематизація інформації, що характеризує збирання, перевезення та оброблення відходів, створення та забезпечення функціонування системи моніторингу за накопиченням відходів, забезпечення доступу до інформації зацікавлених сторін.

Зазначимо, що збір даних про комунальні відходи є важливим етапом у забезпеченні ефективного управління системами утилізації та переробки сміття в контексті концепції «розумного міста». Джерелами збору даних можуть бути фізичні сенсори, GPS-трекери, IoT-пристрої, навіть соціологічні опитування та мобільні додатки. Також можуть застосовуватись технологій Big Data для

зберігання та аналізу великих обсягів даних про відходи, інтеграція геоінформаційних систем для візуалізації зон накопичення сміття, використання штучного інтелекту для прогнозування динаміки утворення відходів. Тобто можливість законодавчого врегулювання даних питань значно розширить можливість їх застосування в Україні.

Крім того, Наказом передбачається створення кластерів управління відходами – локалізованої території суміжних громад, охопленої спільною системою управління побутовими відходами, що має взаємоузгоджену інфраструктуру та обслуговується одним регіональним полігоном. Кластеризація є надзвичайно важливою, бо таким чином можна згрупувати контейнери у кластери, що відповідають районам з високим заповненням контейнерів (проблемні зони), та у кластери, які оптимізують маршрути вивезення відходів, щоб зменшити витрати на пальне та час транспортування. Тобто це надзвичайно корисний інструмент для організації даних щодо збору та утилізації відходів у зрозумілу і чітку структуру.

Розглянемо також розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження Національного плану управління відходами до 2033 року та визнання такими, що втратили чинність, деяких актів» від 27.12.2024 р. № 1353-р. (далі – Національний план) [22]. Національний план також є рамковим документом, яким визначаються головні напрями реалізації державної політики у сфері управління відходами. Проте дія його направлена в першу чергу на децентралізацію і розширення повноважень місцевих громад в сфері управління відходами. Як зазначено в Національному плані, саме регіональними та місцевими планами мають визначатися конкретні заходи, необхідні об’єкти інфраструктури, технології, які враховують місцеві умови, економічні розрахунки та спроможність їхньої реалізації. Основною метою Національного плану є забезпечення переходу до сучасного управління відходами, а одними з його основних принципів є участь громадськості у сфері управління відходами, що має сприяти виконанню Угоди про асоціацію з ЄС, створенню передумов для фінансування та залучення інвестицій у сектор управління відходами та покращення системи моніторингу та контролю за управлінням відходами.

Нажаль, деякі положення цих трьох документів наразі не виконуються достатньо ефективно, оскільки на заваді цьому встала збройна агресія Російської Федерації проти України, яка не лише певним чином змістила пріоритети українських законотворців, а й спричинила різке збільшення обсягів відходів [22]. Проте ми не можемо не зазначити, що перелічені вище нормативно-правові акти встигли заклали сильне підґрунтя для розумного управління відходами в Україні, для активної імплементації в національне

законодавство Європейських Директив у сфері поводження зі сміттям, та загалом світової практики функціонування «розумних міст».

Крім того, важливою складовою послідовного впровадження концепції «розумного міста» є розроблення національних та прийняття міжнародних стандартів у цій сфері правового регулювання [6]. Йдеться про ISO 37106 Sustainable cities and communities – Guidance on establishing smart city operating models for sustainable communities [28], яким в Україні відповідає ДСТУ ISO 37106:2019 «Сталі міста та громади. Керівництво зі створення інтелектуальних операційних моделей міст для сталих громад» [29].

Хочемо зазначити, що організація ефективного та інноваційного збору твердих побутових відходів у контексті «розумного міста» також вимагає деталізованого регулювання, яке забезпечується на місцевому рівні. Підзаконні акти міських рад відіграють вирішальну роль у деталізації та реалізації державної політики у сфері управління побутовими відходами. Завдяки їм можливе впровадження конкретних smart-рішень на місцях – від цифрового моніторингу контейнерів до автоматизації маршрутів вивезення.

Проте якщо проаналізувати дане питання на прикладі міста Києва, яке наразі є найбільш цифровізованим містом України, стає зрозумілим, що два найбільш актуальні документи з питань управління відходами, а саме: рішення Київської міської Ради «Про деякі питання щодо поводження з побутовими відходами на території міста Києва» від 14.12.2017 р. № 697/3704 [26] та розпорядження Київської міської військової адміністрації «Про затвердження норм надання послуг з вивезення побутових відходів у місті Києві на 2023-2027 роки» від 31.01.2023 р. № 59 [27] зосереджені переважно на традиційному управлінні побутовими відходами: визначенні виконавців послуг, встановленні норм вивезення, графіків тощо. Водночас поняття smart-технологій взагалі не згадуються, що свідчить про відсутність системної стратегії в напрямку розумного управління відходами.

Отже, дослідивши питання інтеграції розумних сміттєзбірників та інших цифрових технологій у сферу управління відходами як на загальнодержавному рівні, так і у місті Києві, приходимо до висновків, що необхідно:

1. Розробити загальнообов’язкові державні технічні стандарти у сфері розвитку «розумних міст», оновити існуючі нормативно-правові акти, враховуючи положення про використання розумних сміттєзбірників та інших IoT-рішень у сфері поводження з відходами.

2. Уніфікувати вимоги до цифровізації на рівні загальнодержавної стратегії реалізації концепції «розумного міста» в Україні на найближчі десять років, законодавчо визначити порядок формування та розвитку інформаційної системи «розумних міст» та визначити центральний орган виконавчої влади,

відповідальний за здійснення державної політики у цій сфері. Цілком поділяємо думку Заярного О.А. [6] щодо того, що таким органом має стати Міністерство цифрової трансформації України.

3. На основі оновленої законодавчої бази створити комплексні типові рішення та підходи для впровадження розумного управління інфраструктурою в громадах та регіонах, включаючи аспекти безпеки, захисту даних та інтеграції з міськими інформаційними системами.

4. Запровадити пілотні проекти з використання розумних сміттєзбірників у окремих районах міста Києва або територіальних громадах для оцінки їхньої ефективності та подальшого масштабування. Для цього необхідно також вирішити питання дефіциту кваліфікованих кадрів ІТ-фахівців, надати їм необхідні повноваження, а також законодавчо закріпити фінансування цифровізації як на рівні державного, так і місцевих бюджетів.

Висновки. Управління відходами є нагальною глобальною проблемою, оскільки зростання їх обсягів вимагає інноваційних рішень та чіткої регламентації. Проаналізувавши законодавство, яке регулює управління відходами в Україні, доходимо висновків, що воно перебуває на початковому етапі розвитку порівняно з іншими європейськими країнами. В останні роки в Україні спостерігається значний прогрес у впровадженні ефективного управління відходами, зокрема завдяки розробці галузевого законодавства, встановленню економічних стимулів та впровадження системи електронного планування та звітності. Проте встановлено, що, попри наявність базових законодавчих стратегій, питання інтеграції цифрових технологій у сферу поводження з відходами (таких як фізичні сенсори, GPS-трекери, IoT-пристрої) поки що не знайшло належного нормативного відображення. Наявних норм недостатньо для повноцінного функціонування «розумного міста» з усіма його викликами, технологіями та взаємопов’язаними системами.

Ефективне правове регулювання поводження з відходами в «розумному місті» вимагає як оновлення базових законів, в тому числі Закону України «Про управління відходами», так і прийняття низки спеціальних підзаконних нормативно-правових актів, якими має бути встановлено технологічні аспекти функціонування розумних сміттєзбірників. Досвід країн Європейського Союзу свідчить, що нормативна чіткість, дотримання державних стандартів та орієнтація на сталий розвиток є основними засадами для побудови ефективної моделі «розумного» управління відходами. Отже, залишається потреба подальшої гармонізації національного законодавства з європейським правом, зокрема в частині прозорості та безпечності збору та обробки даних, електронного контролю за переміщенням відходів, стимулювання розвитку

публічно-приватного партнерства та економічного заохочення для впровадження розумної інфраструктури збору сміття.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрієнко А.О. Упровадження концепції «smart city» в управління великими містами України : монографія / Андрієнко А.О. – Вінниця, Україна: ГО «Європейська наукова платформа», 2023. – С. 140-147.

2. Лозинський Р.М. Стандарти smart city. Conference: Географічна освіта і наука: виклики і поступ: матер. міжнар. наук.-практ. конференції, присвяченої 140-річчю географії у Львівському університеті (м. Львів, 18–20 травня 2023 р.) / відп. ред.: В. Біланюк, Є. Іванов. У 3-х томах. Львів: Простір-М, 2023. – Т. 2. – С. 256-260.

3. Управління твердими побутовими відходами в умовах реформування місцевого самоврядування та розвитку міжмуніципального співробітництва. Навчально-практичний посібник / В.В. Толкованов та ін. Київ, 2018. – 398 с.

4. Діордіца І.В., Журавель Я.В. Інноваційність концепту «smart city» та юридичні механізми забезпечення його кібербезпеки в умовах реформування територіальних громад в Україні. Актуальні проблеми вітчизняної юриспруденції. 2023. № 1. С. 99-105. DOI: https://doi.org/10.32782/39221437

5. Жаліло Я., Олійник Д. Інституційні інструменти інфраструктурного розвитку «розумних» міст та громад. SMART-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України: аналітична доповідь / за заг. ред. Макаревич К., Сіденко. Київ: Заповіт, 2021. – С. 277-304

6. Заярний О.А. Інформаційно-правові особливості реалізації світових концепцій розумного міста на сучасному етапі цифрової трансформації України. Право України. 2022. № 8. С. 13-27. DOI: https://pravoua.com.ua/storage/files/magazines/files/pravoukr-2022-8-pravo_2022_8.pdf

7. Макаревич К., Сіденко В. SMART-інфраструктура у сталому розвитку міст: світовий досвід та перспективи України: аналітична доповідь / Київ: Заповіт, 2021. – С. 54.

8. Матвеєва, О., Мунько, А. Упровадження концепції розумного міста у процеси цифрової трансформації України заради сталого розвитку. Науковий вісник: Державне управління. 2023. № 1(13). С. 138-162. DOI: https://doi.org/10.33269/2618-0065-2023-1(13)-138-162

9. Мунько А.Ю. Поступ українських міст щодо реалізації концепції smart-city в управлінських процесах. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Публічне управління та адміністрування. 2022. Т. 33 (72), № 6. С. 162. DOI: https://doi.org/10.32782/TNU-2663-6468/2022.6/25

10. Нестеренко В.І., Росохата А.С. Маркетингова комунікація в контексті оптимальної моделі національного патерну системи управління відходами в Україні. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2023. № 27(2). С. 63-77. DOI: https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/2.2023.63

11. Трещов М.М., Наумик А.С. Цифровізація воюючої держави: необхідність та переваги. Проблеми сучасних трансформацій. Серія: право, публічне управління та адміністрування. 2023. № 9. DOI: https://doi.org/10.54929/2786-5746-2023-9-02-10

12. Чукут С. А., Дмитренко В. І. Смарт-сіті чи електронне місто: сучасні підходи до розуміння впровадження е-урядування на місцевому рівні. Інвестиції: практика та досвід. 2016. № 13. С. 89-93.

13. Allam, Z., & Newman, P. Redefining the Smart City: Culture, Metabolism and Governance. Smart Cities. 2018. № 1(1). P. 4-25. DOI: https://doi.org/10.3390/smartcities1010002

14. Lozynskyy, R., Hrymak, O., Kushnir, L., Terletska, O. & Vovk M. City size and functional specialization as factors of smart management: A case of Lviv Oblast, Ukraine. Problems

and Perspectives in Management. 2021. №19(2), P. 384-397. DOI: http://dx.doi.org/10.21511/ppm.19(2).2021.31

https://www.businessperspectives.org/images/pdf/applications/publishing/templates/article/assets/15218/PPM_2021_02_Lozynskyy.pdf

15. Olawade, D. et al. Smart waste management: A paradigm shift enabled by artificial intelligence. Waste Management Bulletin. 2024. № 2(2). P. 244-263. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.05.001

16. Про управління відходами: Закон України від 20.06.2022 р. № 2320-IX зі змінами від 15.11.2024 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text

17. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони від 27.06.2014 р. № 984_011. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text

18. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021-2027 роки: постанова Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 р. № 695 зі змінами від 07.03.2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF#Text

19. Про затвердження Порядку проведення моніторингу об'єкта оброблення відходів: постанова Кабінету Міністрів України від 07.11.2023 р. № 1166. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1166-2023-%D0%BF#Text

20. Про затвердження Порядку створення та адміністрування інформаційної системи управління відходами: постанова Кабінету Міністрів України від 05.12.2023 р. № 1279. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279-2023-%D0%BF#Text

21. Про затвердження Правил надання послуги з управління побутовими відходами та типових договорів про надання послуги з управління побутовими відходами: постанова Кабінету Міністрів України від 08.08.2023 р. № 835 зі змінами від 13.03.2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/835-2023-%D0%BF#Text

22. Про затвердження Національного плану управління відходами до 2033 року та визнання такими, що втратили чинність, деяких актів: розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 р. № 1353-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1353-2024-%D1%80#Text

23. Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820-р зі змінами від 17.09.2020 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text

24. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації: розпорядження Кабінету міністрів від 17.01.2018 р. № 67-р зі змінами від 09.09.2020 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text

25. Про затвердження Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами: наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 16.04.2024 р. № 403. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0403926-24#Text

26. Про деякі питання щодо поводження з побутовими відходами на території міста Києва: рішення Київської міської Ради № 697/3704 від 14.12.2017р. URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_deyaki_pitannya_schodo_povodzhennya_z_pobutovimi_vidkhodami_na_teritori_mista_kiyeva/

27. Про затвердження норм надання послуг з вивезення побутових відходів у місті Києві на 2023-2027 роки: розпорядження Київської міської військової адміністрації № 59 від 31.01.2023 р. URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_zatverdzhennya_norm_nadannya_poslug_z_vivezennya_pobutovikh_vidkhodiv_u_misti_kiyevi_na_2023-2027_roki/

28. ISO 37106:2021 Sustainable cities and communities – Guidance on establishing smart city operating models for sustainable communities URL: https://www.iso.org/standard/82854.html

29. Про прийняття та скасування національних стандартів: наказ Деержавного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 21.12.2019 р. № 471 зі змінами від 03.06.2020 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0471774-19#Text

PhD in Technical Sciences, associate Professor **Nesterenko Olena,**
Litiak Kyrylo,
Kyiv National University of Construction and Architecture

GENERAL OVERVIEW OF THE LEGAL ACTS REGULATING THE FUNCTIONING OF SMART WASTE BINS IN THE CONCEPT OF A SMART CITY

The article examines the normative and legal foundations of the implementation and operation of smart waste bins within the framework of the "smart city" concept. It discusses national and international approaches to the legal regulation of solid waste management through the use of modern digital technologies. An analysis is conducted of the current Ukrainian legislation, in particular in the context of its alignment with the challenges of the digital transformation of urban spaces. Attention is focused on the need to adapt the legal framework to innovative solutions that integrate both ecological and technological components. The results obtained allow us to identify areas for improving the regulatory framework to ensure the effective, transparent and sustainable functioning of intelligent waste management systems.

Keywords: smart city; smart waste bins; waste management; legal regulation; legislation; digitalization; environmental law; Internet of Things (IoT); smart infrastructure.

REFERENCES

1. Andrienko, A. Introduction of the concept of "smart city" in the management of large cities of Ukraine: monograph / Andrienko A.O. – Vinnytsia, Ukraine: NGO "European Scientific Platform", 2023. – P. 140-147. {In Ukrainian}

2. Lozynskyy, R. Smart city ctandarts. Conference: geographical education and science: challenges and advancement: proceedings of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 140th Anniversary of Geography at Lviv University (Ukraine, Lviv, 18–20 May 2023) / corresponding editors: Bilanyuk, V., Ivanov, E. In 3 volumes. Lviv, 2023. – Vol. 2. – P. 256-260. {In Ukrainian}

3. Solid waste management in the context of local government reform and development of intermunicipal cooperation. Educational and practical manual / V.V. Tolkovanov et al. Kyiv, 2018. – 398 p. {In Ukrainian}

4. Diorditsa, I., & Zhuravel, Ya. Innovation of the «smart city» concept and legal mechanisms for ensuring its cybersecurity in the context of reforming territorial communities in Ukraine. Actual problems of domestic jurisprudence. 2023. № 1. P. 99-105. DOI: https://doi.org/10.32782/39221437. {In Ukrainian}

5. Zhalilo Ya., & Oliynyk D. Institutional instruments of infrastructure development of "smart" cities and communities. SMART infrastructure in sustainable urban development: world experience and prospects of Ukraine: analytical report / ed. Makarevich K., Sidenko. Kyiv: Zapovit, 2021. – P. 277-304. {In Ukrainian}

6. Zayarny O.A. Information and legal features of the implementation of global concepts of a smart city at the current stage of digital transformation of Ukraine. Law of Ukraine. 2022. № 8. P. 13-27. DOI: https://pravoua.com.ua/storage/files/magazines/files/pravoukr-2022-8-pravo_2022_8.pdf {In Ukrainian}

7. Makarevich K., & Sidenko V. SMART infrastructure in sustainable urban development: world experience and prospects of Ukraine: analytical report / Kyiv: Zapovit, 2021. – P. 54. {In Ukrainian}

8. Matveeva, O., & Munko, A. Introduction of the smart city concept into the processes of digital transformation of Ukraine for sustainable development. Scientific Bulletin: State Administration. 2023. № 1(13). P. 138-162. DOI: https://doi.org/10.33269/2618-0065-2023-1(13)-138-162 {In Ukrainian}

9. Munko, A. Progress of Ukrainian cities in implementation of the smart-city concept in administrative progress. Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Public Management and Administration. 2022. Vol. 33 (72), № 6. P. 162. DOI: https://doi.org/10.32782/TNU-2663-6468/2022.6/25 {In Ukrainian}

10. Nesterenko, V., & Rosokhata, A. Marketing communication in the context of the optimal model of the national pattern system of waste management in Ukraine. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science. 2023. № 27(2). P. 63-77. DOI: https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/2.2023.63 {In English}

11. Treshchov, M., & Naumyk, A. Digitization of the belligerent state: necessity and advantages. Problems of modern transformations. Series: law, public management and administration. 2023. № 9. DOI: https://doi.org/10.54929/2786-5746-2023-9-02-10 {In Ukrainian}

12. Chukut, S. & Dmytrenko, V. Smart city or electronic city: modern approaches to the understanding of the implementation of e-governance at the local level. Investytsiyi: praktyka ta dosvid. 2016. № 13, P. 89-93. {In Ukrainian}

13. Allam, Z., & Newman, P. Redefining the Smart City: Culture, Metabolism and Governance. Smart Cities. 2018. № 1(1). P. 4-25. DOI: https://doi.org/10.3390/smartcities1010002 {In Ukrainian}

14. Lozynskyy, R., Hrymak, O., Kushnir, L., Terletska, O. & Vovk M. City size and functional specialization as factors of smart management: A case of Lviv Oblast, Ukraine. Problems and Perspectives in Management. 2021. № 19(2), P. 384-397. DOI: http://dx.doi.org/10.21511/ppm.19(2).2021.31 {In English}

15. Olawade, D. et al. Smart waste management: A paradigm shift enabled by artificial intelligence. Waste Management Bulletin. 2024. № 2(2). P. 244-263. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.05.001 {In English}

16. On Waste Management: Law of Ukraine dated 20.06.2022 № 2320-IX as amended on 15.11.2024. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text {In Ukrainian}

17. Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other hand, dated 27.06.2014 № 984_011. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text {In Ukrainian}

18. On Approval of the State Strategy for Regional Development for 2021-2027: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 05.08.2020 № 695 as amended on 07.03.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF#Text {In Ukrainian}

19. On approval of the Procedure for monitoring a waste treatment facility: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 07.11.2023 № 1166. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1166-2023-%D0%BF#Text {In Ukrainian}

20. On approval of the Procedure for creating and administering a waste management information system: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 05.12.2023 № 1279. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1279-2023-%D0%BF#Text {In Ukrainian}

21. On approval of the Rules for the provision of household waste management services and standard contracts for the provision of household waste management services: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 08.08.2023 № 835 as amended on 13.03.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/835-2023-%D0%BF#Text {In Ukrainian}

22. On approval of the National Waste Management Plan until 2033 and recognition of certain acts as invalid: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 27.12.2024 № 1353-p. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1353-2024-%D1%80#Text {In Ukrainian}

23. On approval of the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 08.11.2017 № 820-p as amended on 17.09.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text {In Ukrainian}

24. On approval of the Concept of Development of the Digital Economy and Society of Ukraine for 2018-2020 and approval of the action plan for its implementation: Order of the Cabinet of Ministers dated 17.01.2018 № 67-p as amended on 09.09.2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text {In Ukrainian}

25. On approval of Methodological recommendations for the development of regional waste management plans: Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated 04/16/2024 № 403. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0403926-24#Text {In Ukrainian}

26. On some issues related to household waste management in the territory of the city of Kyiv: Decision of the Kyiv City Council № 697/3704 dated 12/14/2017. URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_deyaki_pitannya_schodo_povodzhennya_z_pobutovimi_vidkhodami_na_teritori_mista_kiyeva/ {In Ukrainian}

27. On approval of the norms for the provision of household waste removal services in the city of Kyiv for 2023-2027: Order of the Kyiv City Military Administration № 59 dated 01/31/2023. URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_zatverdzhennya_norm_nadannya_poslug_z_vivezennya_pobutovikh_vidkhodiv_u_misti_kiyevi_na_2023-2027_roki/ {In Ukrainian}

28. ISO 37106:2021 Sustainable cities and communities – Guidance on establishing smart city operating models for sustainable communities URL: https://www.iso.org/standard/82854.html {In English}

29. On the adoption and cancellation of national standards: Order of the State Enterprise "Ukrainian Research and Training Center for Standardization, Certification and Quality" dated 12/21/2019 № 471 as amended on 06/03/2020 URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0471774-19#Text {In Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.258-280
УДК 912.43:004.827:504.062

канд. техн. наук, доцент **Патракеєв І.М.,**
ipatr@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0448-8790,
канд. фіз.-мат. наук, доцент **Нафєєв Р.К.,**
donrkn@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2721-9718,
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,
канд. техн. наук, доцент **Зіборов В.В.,**
ziborov@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4397-1782,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
канд. техн. наук, доцент **Міхно О.Г.**
almikhno@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4994-2405
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВІ МЕТАБОЛІЧНОГО ПІДХОДУ

Розглянуто системний аналіз сталого розвитку міського середовища на прикладі українських міст Одеси та Кривого Рогу на основі метаболічної концепції міста, яка розглядає міське середовище як відкриту динамічну систему, через яку проходять взаємопов'язані потоки енергії, ресурсів і відходів. Для кожного з міст обчислено значення потенційних, реальних і втрачених можливостей ключових підсистем, що дало змогу сформувати інтегральний індикатор ефективності метаболізму міського середовища як основу для сценарного прогнозування і розробки стратегій відновлення.

Таким чином, представлений у роботі підхід не лише має наукову новизну, а й безпосереднє прикладне значення для органів місцевого самоврядування, урбаністів, містобудівників та екологів, які працюють в умовах обмежених ресурсів та високої невизначеності.

Ключові слова: міське середовище; міський метаболізм; *стратегія відновлення інфраструктури; планування стійкого розвитку; сталий розвиток; геоінформаційний моніторинг; підтримка прийняття рішень*

Постановка проблеми. Сьогодні конфлікт економіко-центристського та біосферно-сумісного ставлення до потенціалу міського середовища (МС) може бути вирішений, або значно послаблений, якщо модель управління сталим розвитком буде ґрунтуватись на фундаментальному принципі збереження потужності [9, 13]. Тобто, будь-яка відкрита енергетична система має загальну потужність, яка дорівнює сумі активної (корисної) потужності і потужності

витрат зі збереженням розмірності [22, 29], яка визначає взаємодію між простором і часом. У вересні 2019 року були затверджені "Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року". Проте, в існуючих методологічних підходах до оцінювання сталого розвитку (Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку НТУУ "КПІ", Інститут географії НАН України, Інститут проблем природокористування та екології НАН України, ДБН 5.1.1-13:2012) комплексні індекси не узгоджені з фундаментальним принципом збереження потужності, що є основоположним для аналізу відкритих систем у контексті сталого розвитку.

Наявність розрізнених методичних підходів і інструментів інтегральної оцінки соціо-природного потенціалу МС ускладнює можливість муніципальним органам влади формувати науково-обґрунтовані проекти стратегій сталого місцевого розвитку та переходу на безвуглецеві технології та ощадливе енергоспоживання. В якості узагальнюючого підходу в статті пропонується застосувати концепцію метаболізму міського середовища (ММС). Ця концепція ґрунтується на тому, що через міське середовище проходять три матеріально-енергетичних потоки: потік на вході системи, потік корисної енергії і потік енергетичних втрат. Потік корисної енергії забезпечує життєдіяльність населення та функціонування міського господарства. Якщо потік матеріально-енергетичних втрат істотно перевищує потік корисної енергії, то міське середовище розвивається шляхом деградації і дезінтеграції.

Для оцінки і прогнозування розвитку міського середовища за цим законом необхідне моделювання досліджуваної території з урахуванням індикаторів стану матеріально-енергетичних потоків. Виходячи з цього, актуальним питанням є розробка методологічних основ реалізації геоінформаційної технології управління сталим розвитком МС на основі метаболічного підходу. Такий підхід забезпечить науково-обґрунтований інструментарій формування сценаріїв підвищення ефективності міських територій з врахуванням їх особливостей, слабких сторін та потенційних можливостей. Удосконалення та розробка нових методів, моделей та інструментів для прийняття управлінських рішень є важливим завданням реалізації концепції сталого розвитку МС, яка є логічним продовженням вчення В. І. Вернадського про ноосферу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концепція "метаболізму" виникла в кінці дев’ятнадцятого століття як засіб опису обміну речовинами між організмом і навколишнім середовищем [13, 15]. Управління процесом взаємодії між людиною і природою дає можливість регулювати і контролювати обмін потоками енергії та речовини між соціумом і довкіллям [14].

В останні два десятиліття в зарубіжній та вітчизняній технічній літературі спостерігається підвищена зацікавленість до поняття "міський метаболізм" завдяки тому, що міста, як домінуюча форма існування людини, стають точками економічного зростання і центрами соціального розвитку країн в 21 столітті [30]. Сучасні наукові дослідження, присвячені концепції міського метаболізму, можна умовно розділити на біофізичне і соціально-економічне спрямування. Біофізичний напрям охоплює інженерний підхід та науки про сталий розвиток, які прагнуть кількісно оцінювати потоки речовини і енергії. Соціально-економічний напрям, заснований на географії, соціології та економіці, спрямовано на якісне розуміння джерел формування матеріально-енергетичних потоків в процесі урбанізації територій [26].

Родоначальником біофізичного напряму з середини 20 століття є відомий еколог Юджин Одум (1963). З того часу міській метаболізм перетворився в основний інструмент досліджень в екологічній економіці, в системній екології та науках про сталий розвиток екологічних систем [12, 19, 33]. Згідно цих наукових досліджень міській метаболізм розглядається як "сукупність технічних і соціально-економічних процесів, які відбуваються в містах та призводять до виробництва енергії і генерації відходів" [18]. Відмінною рисою біофізичного напряму є концепція переходу від лінійної моделі споживання природних ресурсів (більше споживаєш – більше витрачаєш) до моделі безвідходного виробництва і використання відновлювальної енергетики (концепція "кругового метаболізму"). На сьогодні концепція "кругового метаболізму" становить основу реконструкції району Стокгольма *Hammarby Sjöstedurban* [11], який в рамках Євросоюзу вважається зразком сталого міського розвитку. Основними відмінностями соціально-економічного напряму в розумінні метаболізму є взаємодія таких процесів як забезпеченість робочими місцями населення, зниження рівня бідності, розвиток сфери послуг, підвищення ефективності охорони здоров’я тощо [31].

Використання даних з географічною прив’язкою і баз просторових даних геоінформаційних систем в даний час є базисом для сучасного аналізу матеріально-енергетичних потоків і, як результат, планування міського розвитку на основі метаболізму [33]. Це особливо важливо, коли результати досліджень міського метаболізму використовуються для просторового планування та прогнозування використання природних ресурсів і можуть забезпечити побудову стратегії безвуглецевого енергозабезпечення розвитку міста [32, 33].

Важливим з точки зору планування споживання енергоресурсів є градієнт щільності (міра зміни будь-якої фізичної величини в просторі на одиницю довжини). В роботах [17, 21] проведено дослідження меж зміни його ідеального рівня з точки зору викидів парникових газів міського середовища. Досліджено

та розроблено рекомендації щодо зниження навантаження на довкілля для компактних міст Євросоюзу [29]. Ці міста характеризуються високою щільністю населення, високою часткою використання громадського і безвуглецевого транспорту, однак мають жорсткий ступінь обмежень на житлову площу для одного мешканця.

Сучасні публікації [19, 22, 28], реалізовані проекти Європейського союзу [16, 20, 27], зростаюча роль міст в житті населення, зростання споживання енергії та природних ресурсів підтверджують необхідність вивчення і дослідження ММС.

Авторами дослідження було опубліковано низку наукових статей, в яких висвітлено окремі етапи реалізації корисної моделі оцінювання ефективності метаболізму міського середовища в практичній площині. Так, в роботах [5, 24] розроблено методику оцінювання та індикатори ефективності метаболізму міського середовища (ЕММС) на основі експертно-значущих показників речовинно-енергетичних потоків. Структура та принципи побудови каталогу метаданих показників ЕММС та структура нечіткої бази знань продукційного типу розглянуті в роботах [4, 24]. Удосконалення інфраструктури просторових даних з врахуванням каталогу метаданих показників ЕММС, відповідно до вимог INSPIRE, розглянуто в роботі [23].

Забезпечення сталого розвитку міського середовища вимагає різнобічної методологічної основи, яка допускає використання методів і моделей для різних рівнів складності і різних способів дослідження та прийняття рішень. З огляду на вищесказане, в статті запропонований інструментарій на основі інтеграції геоінформаційних технологій і сучасних обчислювальних математичних моделей. Такий підхід може застосовуватись в системі управління сталим розвитком МС.

Мета статті. Передбачається, що з практичної точки зору реалізація концепції метаболізму дозволить будувати ефективно функціонуюче міське середовище, підвищити ефективність процесів метаболізму та зменшити навантаження на довкілля. З урахуванням цього припущення, *метою дослідження* є розробка методологічних засад застосування геоінформаційних технологій управління сталим розвитком міського середовища на основі метаболічного підходу.

До дослідження було залучено два українських міста – Одесу та Кривий Ріг (рис. 1). Одеса є багатофункціональним містом площею понад 236,9 км^2 та населенням 993,12 тис. мешканців, з високою для міст України щільністю населення 4251,3 особи/км^2. Місто Кривий Ріг є потужним індустріальним центром, на сьогодні воно є лідером за виробництвом промислової продукції в Україні. Однак Кривий Ріг має складні екологічні умови існування. У ньому

налічується 619,3 тис. мешканців на площі 430 км², щільність населення дорівнює 1505 осіб/км².

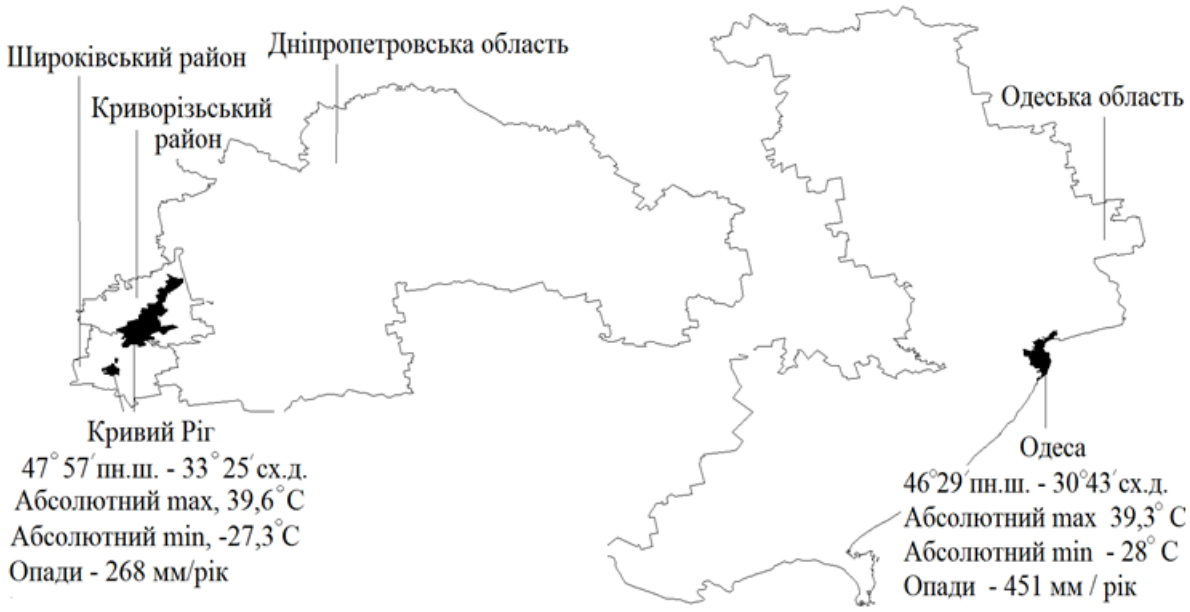


Рис. 1. Географічні характеристики індустріального міста Кривий Ріг та багатофункціонального міста Одеса

При проведенні досліджень, пов'язаних з визначенням речовинно-енергетичних потоків, доступ до даних є завжди фундаментальною проблемою. Навіть якщо дані існують, частіше вони або недоступні, або не структуровані в належній формі. Це доказує факт слабо розвиненого питання метаболізму в рамках прийняття управлінських рішень в контексті сучасних завдань розвитку міського середовища. Для досягнення поставленої мети дослідження частка вихідних даних була відповідним чином обчислена або отримана з відкритих джерел [3, 7].

Виклад основного матеріалу досліджень

Зв'язок потоків енергії з метаболізмом міського середовища. Споживання енергії і розвиток міського середовища тісно пов'язані. Споживання енергії впливає на процеси урбанізації, що, в свою чергу, збільшує антропогенне навантаження на довкілля: підвищується щільність населення, розростаються території міст і агломерацій, зростає щільність забудови міської території, зростає насиченість міських територій інженерною інфраструктурою, збільшуються обсяги промислового виробництва, зростає рівень автомобілізації. Іншими словами, енергетичні сценарії розвитку на найближче майбутнє повинні вміщувати заходи, які спрямовані на зниження попиту на енергію та оптимізацію управління енергоспоживанням, постійне скорочення використання викопної, ядерної енергії та збільшення використання відновлювальних джерел енергії.

Енергетичні основи взаємодії суспільства і довкілля вперше були розглянуті видатним українським науковцем, демократом С.А. Подолинським (1851–1890) [6]. Відповідно до схеми Подолинського, взаємодія суспільства і довкілля описується наступними енергетичними потоками: потоком енергії на вході системи *E*, активним потоком енергії на виході з системи суспільного виробництва (потік вільної енергії *B*), пасивним потоком енергії (втрати енергії *A*). Вимірювання потоків енергії в системі «суспільство-довкілля» дозволяє визначити: $N = \frac{dE}{dt}$ – повну потужність, яка дорівнює кількості підведеної до системи енергії в одиницю часу; $P = \frac{dB}{dt}$ – корисну потужність системи суспільного виробництва, яка дорівнює кількості споживаної системою енергії в одиницю часу; $L = \frac{dA}{dt}$ – потужність втрат, яка дорівнює кількості неперетвореної енергії в одиницю часу. На рис. 2 подано структуру, яка є інтегральним виразом схеми Подолинського та надає можливість описати процес взаємодії в системі «суспільство-довкілля» в термінах потужності. Як показано в дослідженнях [9], фундаментом науки сталого розвитку є принцип збереження потужності, окремі випадки якого виявлені Жозефом Лагранжем (1789 р.), Джеймсом Максвеллом (1855 р.), Побєдінскім і Кузнєцовим (1958 р.). Цей принцип стверджує, що при будь-яких перетвореннях відкритих для потоків енергії систем, в тому числі живих, зберігається величина потужності як кількісно-якісна визначеність:

$$N=P+L = const. \quad (1)$$

З виразу (1) видно, що зменшення потужності втрат *L* може бути забезпечене (за умови постійної повної потужності) тільки за рахунок збільшення корисної *P* потужності (продуктивності). В свою чергу, збільшення корисної потужності залежить від підвищення ефективності використання повної потужності *N*. Це досягається шляхом використання сучасних інноваційних технологій, поліпшення якості виробництва, застосування відновлюваних джерел енергії, оптимізації обороту побутових і промислових відходів, підвищення безпеки населення, збільшення мобільності населення за рахунок поліпшення роботи громадського транспорту тощо. Таким чином, з виразу (1) випливає тільки два напрями розвитку відкритих систем [8]: або має місце зростання корисної потужності *P*, або потужності втрат *L* (зростає ентропія).

Вплив на зростання корисної потужності для відкритих систем (Е.С. Бауер, В.І. Вернадський, П.Г. Кузнєцов) є ідеалом ноосферного управління сталим розвитком. Розвиток зберігається, коли має місце процес неубутних

темпів зростання корисної потужності. Розвиток вважається сталим при умові узгодженості його з ЗЗП. Відносно до МС сталий розвиток досягається за допомогою ноосферного управління, узгодженого з ЗЗП.

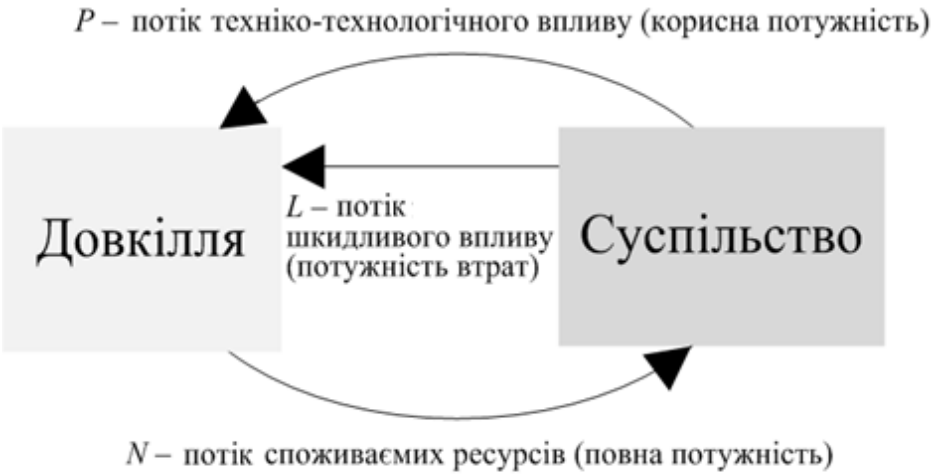


Рис. 2. Структура процесу взаємодії в системі «суспільство-довкілля» в термінах потужності

Всі проблеми і особливості життєдіяльності міст об'єднує концепція сучасного великого міста, що базується на парадигмі метаболізму. Під метаболізмом розуміють різні форми взаємодії матеріальних, енергетичних, людських і природних компонентів та систем МС [13, 14]. Міська морфологія безпосередньо пов'язана з ЕММС. Існуюча в місті інфраструктура значно впливає на екологічний слід населення [14]. Наприклад, електроенергія, що споживається в містах України, генерується переважно на основі використання первинного викопного палива. Між тим, енергетика країн Європейського союзу орієнтована на інтенсифікацію використання поновлюваних природних ресурсів.

Взявши за основу схему процесу взаємодії «суспільство-довкілля» Подолинського, авторами розроблена концептуальна модель метаболізму МС (рис. 3). Різні підсистеми МС подано за методом дослідження чорної скриньки, коли більше йде зосередження на балансі потоків енергії або матерії і менше – на процесах взаємодії, які забезпечують цей баланс.

З функціональної точки зору в концептуальній моделі розглянуто три основних життєзабезпечуючих підсистеми МС:

− транспортна підсистема, яка характеризує просторову *мобільність* і мультимодальні переміщення населення, а також кількість енергії, що витрачається на забезпечення просторової мобільності населення міста, обсяги емісії CO_2 та інші забруднювачі довкілля;

− підсистема міське господарство, яка характеризує *умови комфортного життя,* а також кількість витрачених ресурсів, що припадають на одного

мешканця для забезпечення даного рівня комфорту МС, та кількість відходів, які генеруються процесами життєдіяльності;

– соціально-економічна підсистема, яка *забезпечує здоровий рівень життя* населення та характеризується кількістю валового внутрішнього продукту, кількістю пропозицій робочих місць, кількістю енергії, води, відходів, що витрачаються галузями промисловості, кількістю податків на душу населення тощо.

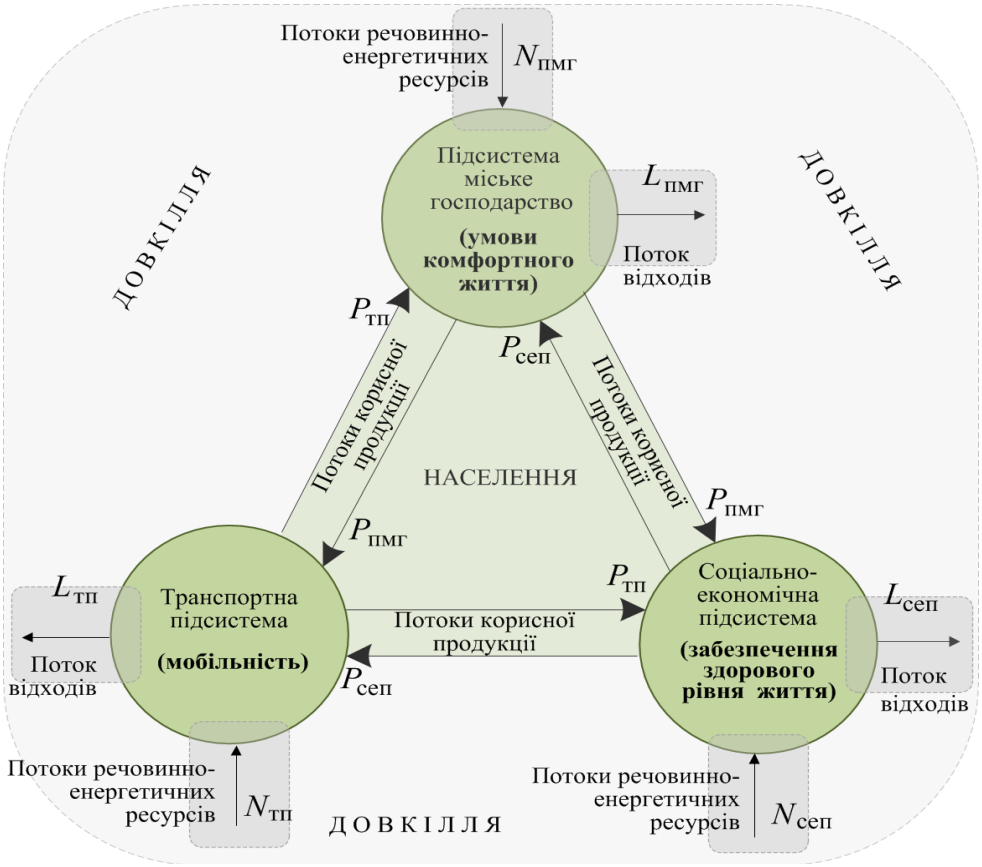


Рис. 3. Концептуальна модель метаболізму міського середовища

Концептуальна модель дозволяє подати МС як мережу вза'ємоповязаних двигунів, які виробляють корисну роботу в різних формах. Підсистеми МС обмінюються між собою та довкіллям речовиною та енергією. Підсистеми МС, які не виробляють корисну роботу, відносяться до чисто дисипативних систем.

Кожна з розглянутих вище підсистем МС має свою власну ефективність залежно від енергетичних витрат в кожній з них. В сукупності кожна з підсистем вносить свій вклад в комплексну оцінку ЕММС. Методику обчислення та математичну модель оцінювання ЕММС детально розглянуто в статтях [24, 25]. Математична модель оцінювання ЕММС реалізована в програмному середовищі *MatLab (The MathWorks Inc.)*.



Рис. 4. Інформаційна потокова модель метаболізму підсистеми міського середовища міське господарство

На рис. 4 подано інформаційну потокову модель (ІПМ) метаболізму підсистеми міське господарство. ІПМ дозволила визначити експертно-значимі індикатори, які характеризують повну потужність, корисну потужність та потужність втрат підсистеми міське господарство. Всього для розглянутої підсистеми (рис. 4) визначено 16 експертно-значимих індикаторів.

Наприклад, реальні можливості підсистеми міське господарство визначаються індикаторами: щільністю населення (осіб/га), щільністю забудови міста ($м^2$/га), коефіцієнтом щільності забудови ($м^2/м^2$), річною витратою енергії на опалення житлових будинків (МВт/рік), загальним споживанням електроенергії в житлових будинках (кВт/рік). Таким чином, потік споживання речовинно-енергетичних ресурсів має різнорідний, гетерогенний характер, що і обґрунтовує використання для обчислення ЕММС методів нечіткої логіки. Ці методи були реалізовані в додатку *Fuzzy Logic Toolbox* програмного середовища *MatLab 2010*.

Сценарне прогнозування сталого розвитку міського середовища. Сценарне прогнозування є одним з найбільш ефективних способів передбачення тенденцій або тих чи інших варіантів розвитку МС. В якості інструмента формування варіантів сценаріїв пропонується використовувати індикатор ЕММС. На рис. 5 показана узагальнена схема системи геоінформаційного моніторингу, яка застосовується для сценарного прогнозування сталого розвитку МС.

Схема передбачає наявність трьох модулів: модуля моніторингу, модуля оцінювання та прогнозування і модуля управління та контролю. Розглянемо більш детально зміст цих модулів.

Перший модуль – моніторинг. Можливі наступні види інформаційної взаємодії з об'єктом моніторингу:

$$\{\phi^1, \phi^2, \phi^3, \phi^4, \phi^5, \phi^6, \phi^7, \ldots, \phi^d\} \in \Phi,$$

де, ϕ^1 – фотограмметричне знімання, ϕ^2 – аерокосмічне знімання, ϕ^3 – супутникові вимірювання, ϕ^4 – геодезичні вимірювання, ϕ^5 – обробка інформації за допомогою геоінформаційних технологій, ϕ^6 – обробка даних польових вимірювань, ϕ^7 – інфрачервоне та радіолокаційне знімання, …, d – кардинальне число множини Φ.

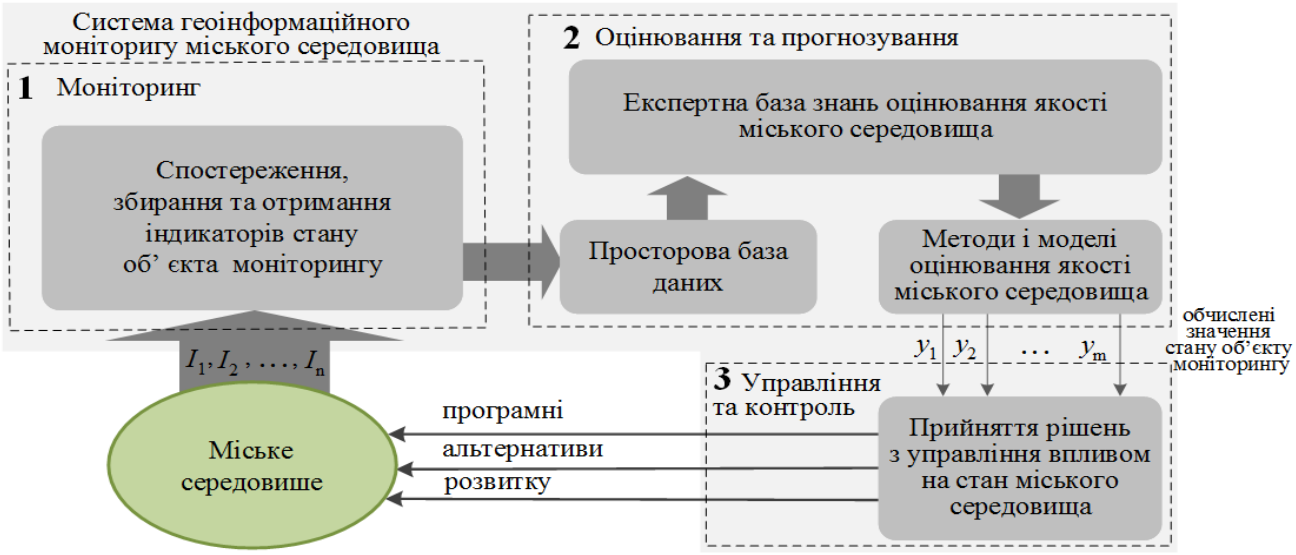


Рис. 5. Узагальнена структура системи геоінформаційного моніторингу оцінювання і управління сталим розвитком міського середовища

Під час комплексної інформаційної взаємодії з об'єктом моніторингу визначаються характеристики стану міського середовища:

$$\{I_l^P\} \supseteq \{I_l^{PA}\},\ l \in L\ , \tag{2}$$

де, I_l^P – множина індикаторів, що визначаються;

I_l^{PA} – набір значущих індикаторів стану міського середовища.

Другий модуль – оцінювання та прогнозування сталого розвитку міста. На цьому етапі використовуються три взаємопов'язані компоненти: просторова об'єктно-реляційна база даних, нечітка база знань і орієнтовані на знання методи для розрахунку оцінки якості міського середовища. Формально схема просторової об'єктно-реляційної бази геопросторових даних може бути подана як:

$$BGD = \langle R,\ L,\ C \rangle,$$

де, $R = \{r_q, \mid r = \overline{1,\ n}\}$ – набір відношень бази даних;

$L = \{l_v, \mid v = \overline{1,\ h}\}$ – множина зв'язків між наборами відношень R;

$\mathbf{C}$ – множина правил і обмежень, які забезпечують цілісність бази і узгодженість даних.

В роботах [24, 25] детально розглянуто структуру та зміст наборів класів просторової бази даних та нечіткої бази знань. Нечітка база знань містить продукційні правила у вигляді [40]:

$$\left[\prod_{k=1}^{n}(I_k = A_k^j)\right] \to y_i(I_1, \dots, I_n),\ \ i = \overline{1,m},\ j = \overline{1,q}\,,$$

де, I_k – вхідні вимірювані величини (індикатори), $k = \overline{1,n}$;

A_k^j – нечітка множина з відповідною функцією належності $\mu_k^j,\ k = \overline{1,n},\ j = 1; 2; 3$, що відповідає оцінюванню вимірюваних величин як "найгірша", "середня" та "задовільна";

$y_i(I_1, \dots, I_n)$ – вихідні дані, які описуються лінійною моделлю середньозважених значень вхідних вимірюваних величин.

Нечітка база знань містить експертні знання, які характеризують якісні та кількісні показники речовинно-енергетичних потоків взаємодії міського середовища з довкіллям.

Третій модуль – *управління та контроль*. В ньому реалізується функція прогнозування та управління сталим розвитком міського середовища на основі сценарного підходу.

Основним компонентом оцінювання ЕММС є просторові дані у зв'язку з тим, що джерела виникнення речовинно-енергетичних потоків не співпадають з місцями споживання. Вони подаються у вигляді цифрових даних про просторові об'єкти і вміщують дані про їх просторові та непросторові властивості. Показник ЕММС, визначений в статті, спирається на 37 експертно-значимих показників, які описують речовинно-енергетичні потоки ММС [25]. Ці змінні агрегуються на основі застосування ієрархічної процедури, яка ґрунтується на логічних правилах таким чином, щоб отримати узагальнену

оцінку по шкалі від 0 до 100. Таким чином, показник ЕММС має інтерпретацію логічної конструкції, яка спрямована на обчислення ефективності МС.

Технологія оцінювання ЕММС була реалізована на застосуванні потужної системи *ArcGIS 10* та можливостей програмного середовища *MatLab 2010*. На рис. 6 наведено *grid*-моделі щільності вуличної-дорожньої мережі та землекористування для міст Одеси, Кривого Рогу та Барселони, які характеризують їх просторові властивості.

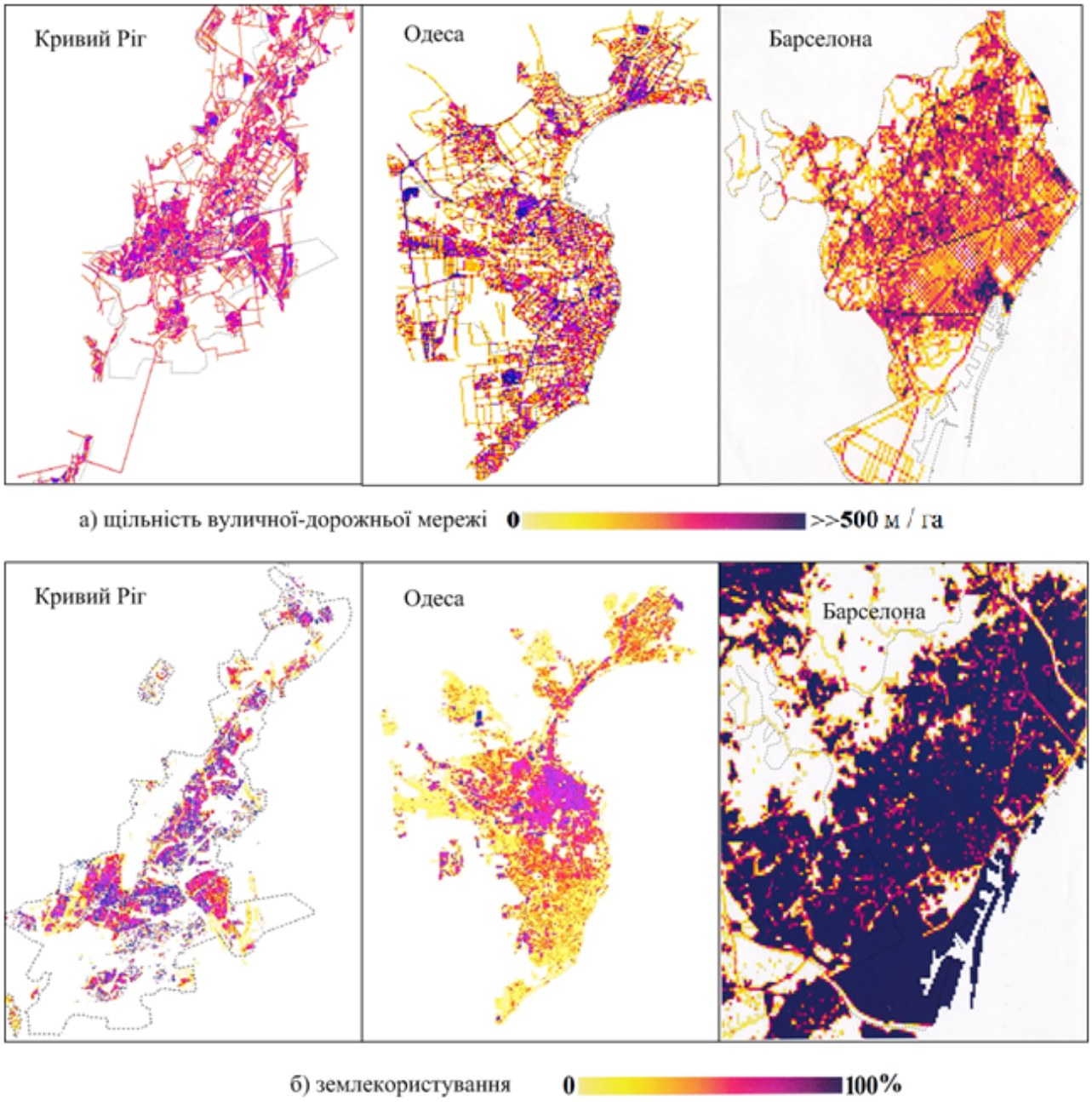


Рис. 6. Порівняння морфології міст: щільність вуличної-дорожньої мережі (а), організація землекористування (б)

Для порівняння наведені аналогічні індикатори ЕММС для міста Європейського Союзу Барселони (Іспанія). Просторові моделі дозволяють

будувати сценарії залежності індексу ЕММС в залежності від відсотків низьковуглецевого транспорту та середнього пробігу приватного автотранспорту в міському циклі. Графічна інтерпретація такого сценарію наведена на рис. 7 для міст Одеси (а), Кривого Рогу (б) та Барселони (в).

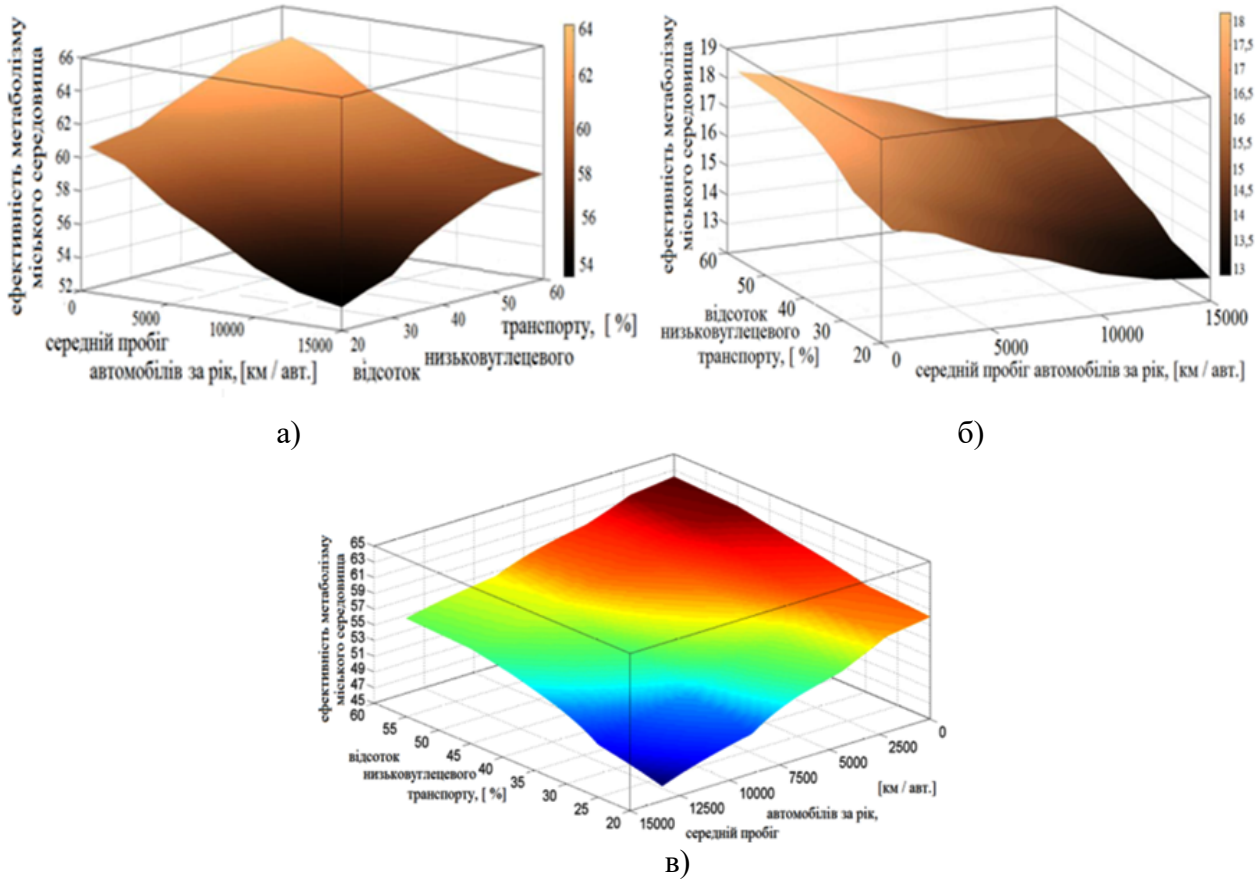
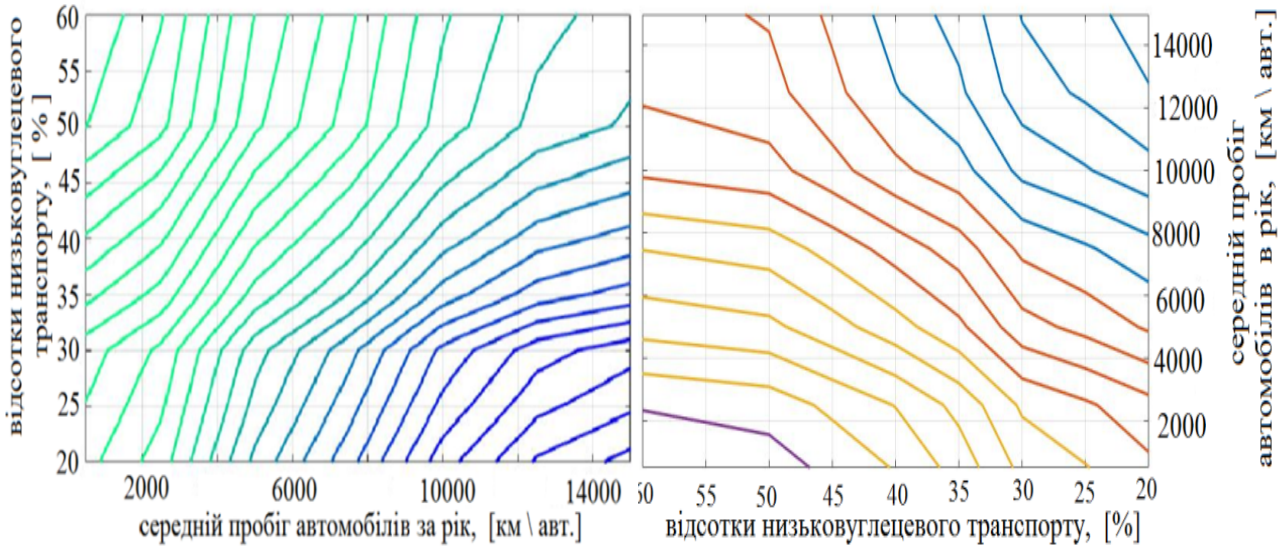


Рис. 7. Сценарії впливу частки низьковуглецевого транспорту і середнього міського пробігу приватного автотранспорту на індикатор метаболізму для міст Одеси (а), Кривого Рогу (б) та Барселони (в)

Поверхні, що подані на рисунку 7, можна розглядати як ландшафт ефективності метаболізму (ЛЕМ) в умовах заданих змінних. Сценарії дозволяють визначити, як збільшення середнього пробігу автомобілів в міському циклі може бути компенсоване за рахунок збільшення частки низьковуглецевого транспорту. Частка низьковуглецевого транспорту, яка може компенсувати збільшення середнього пробігу автомобілів, для Одеси та Кривого Рогу суттєво відрізняється.

На рис. 8 показана така ж ситуація, як і на рис. 7, але у вигляді контурних ліній. Індикатор ЕММС залишається постійним при русі вздовж контурної лінії на ЛЕМ. Максимальне збільшення ЕММС досягається під час руху за напрямком, що є ортогональним до контурних ліній. Таким чином, можна вибрати оптимальну стратегію збільшення ЕММС в просторі розглянутих змінних. Чим ближче контурні лінії, тим більш чутливим є індикатор ЕММС до

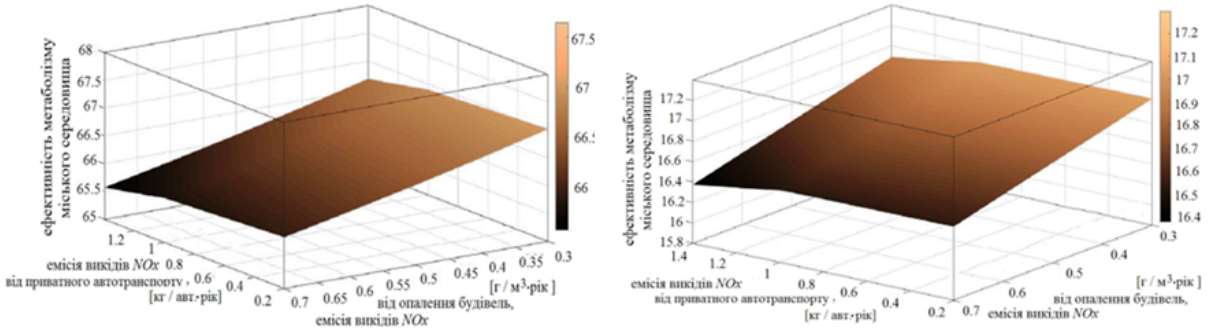
змін показників: відсотків низьковуглецевого транспорту та середнього міського пробігу приватного автотранспорту. Таке подання продукує нові знання про шляхи і методи підвищення ЕММС та забезпечує прийняття науково-обґрунтованих рішень.



а) б)

Рис. 8. Контурні лінії ЛЕМ для Одеси (а) та Кривого Рогу (б) в просторі двох індикаторів: відсотка низьковуглецевого транспорту та середнього пробігу приватного автотранспорту в міському циклі

На рис. 9 наведено приклад сценарію залежності індикатора ЕММС від викидів оксидів азоту *NO*, який обчислено для міст Одеси та Кривого Рогу. Основним антропогенним джерелом надходження оксидів азоту в довкілля є автотранспортні засоби, літаки, спалювання викопного палива, біомаси, опалювання житлового фонду та підприємств тощо.

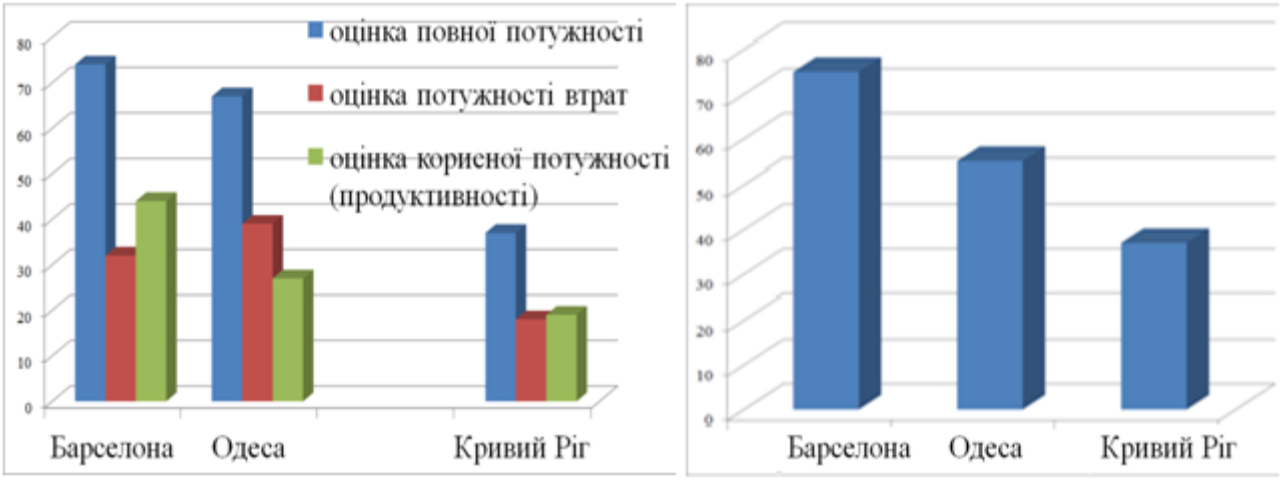


а) б)

Рис. 9. Сценарії залежності індикатора ЕММС від викидів оксидів азоту для міст Одеси (а) та Кривого Рогу (б)

На основі використання 37 експертно-значущих індикаторів [25], були обчислені значення повної, корисної та втраченої потужностей, а також

інтегральна оцінка ЕММС для визначених міст (рис. 10). Для порівняння наведені аналогічні показники для міста Євросоюзу Барселони, які отримані в рамках Програми моніторингу сталого розвитку міст Європейського союзу [10].



а) б)

Рис. 10. Порівняльна оцінка обчислених показників повної, корисної та втраченої потужностей МС (а) та інтегральна оцінка ЕММС (б) для міст Барселони, Одеси та Кривого Рогу

Сценарії дозволяють оцінювати динаміку змін індикатора ЕММС та оптимізувати програми стратегії розвитку міст в просторі заданих критеріїв. Під оптимізацією розуміється вибір параметрів управління, які можуть максимізувати обрану цільову функцію управління. В якості цільової функції може бути обрано, наприклад, розвиток безвуглецевого транспорту, або застосування технологій термомодернізації житлових та виробничих приміщень з метою зниження викидів оксидів азоту, діоксиду вуглецю, або підвищення відсотків використання низьковуглецевого автотранспорту.

Зрозуміло, що побудована потокова модель ММС є спрощенням реальності внаслідок ідеалізованих припущень відносно ігнорування великої кількості причинно-наслідкових зв’язків між експертно-значущими показниками. Але методологія управління сталим розвитком на основі метаболічного підходу може бути корисною для формування комплексних програм та стратегій сталого розвитку міського середовища.

ВИСНОВКИ

1. Невідповідність якості міського середовища потребам її населення вимагає застосування методології управління, яка забезпечить сталий характер розвитку, спираючись на новий сучасний напрям досліджень, заснований на метаболічному підході. Метаболічна точка зору дозволяє розглядати міське середовище як відкриту систему, яка зберігає величину потужності за будь-яких перетворень речовино-енергетичних потоків, що узгоджується з

фундаментальним законом сталого розвитку – законом збереження потужності.

2. Розглянуті в статті концептуальна модель метаболізму міського середовища, інформаційна потокова модель підсистем міського середовища дозволили визначити вхідні і вихідні експертно-значущі індикатори матеріально-енергетичних потоків з метою обчислення комплексної оцінки ефективності метаболізму, як для всієї системи так і для кожної з її підсистем.

3. Комплексування геоінформаційних технологій та математичних моделей оцінювання EMMC дозволило отримати узагальнену систему геоінформаційного моніторингу оцінювання і управління сталим розвитком міського середовища на основі метаболічного підходу. Використання системи геоінформаційного моніторингу формує сценарії зміни індексу EMMC в двовимірному просторі обраних експертно-значущих індикаторів. На основі порівняння різних соціально-економічних і технологічних індикаторів можна отримати різні сценарії поліпшення метаболізму міського середовища або, з іншого боку, за рахунок перерозподілу споживаних ресурсів забезпечити потрібний індекс EMMC без додаткових економічних, соціальних і технологічних витрат. Так, приклад Кривого Рогу показує, що збільшення частки низьковуглецевого транспорту на 1%, при зафіксованих інших вхідних індикаторах, забезпечує зростання цього індикатора EMMC на 0,2% за умови, якщо парк низьковуглецевих транспортних засобів вже становить понад 30%. Забезпечити, в свою чергу, зростання індикатора EMMC можливо шляхом скорочення середнього пробігу автомобілів в міському циклі, що значно знизить мобільність населення.

4. В перспективі підхід, пов’язаний з метаболізмом міського середовища, можна розглядати як окремий напрямок моделювання просторово-часових змін з метою забезпечення сталого розвитку на рівні міських територій та регіонів.

Список джерел:

1. Аверкина М.Ф. Теорія забезпечення стійкого розвитку міст та агломерацій // Проблеми регіоналістики: минуле, сучасне, майбутнє: тези наук.-практ. Інтернет-конф. (3 берез. 2017 р.) – Київ: КНЕУ, 2017. – С. 212–215. https://ir.kneu.edu.ua:443/handle/2010/21143

2. Лященко А.А. Нечіткі геоінформаційні моделі прояву факторів навколишнього середовища та їх вплив на грошову вартість земель / А.А. Лященко, Є.П. Волчко, Ю.В. Кравченко // Вісник геодезії та картографії. – 2012. Вип. 1, – С. 37-43. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2012_1_9

3. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2017 році. https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/Одеса_рег.доп.pdf (Дата звернення: 20.07.2021).

4. Патракеєв І.М., Зіборов В.В. Структура та принципи побудови каталогу метаданих первинних показників метаболізму міського середовища // Науково-технічний збірник Містобудування та територіальне планування. Випуск N69, Київ, КНУБА, 2019, с. 211–225. http://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/2019/201969.pdf

5. Патракеєв І.М. Нечітка модель індикатора ефективності метаболізму міського середовища / І.М. Патракеєв // Управління розвитком складних систем. – 2019. – Вип. 37. – С. 185-194. https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/2271

6. Подолинський С.А. Праця людини та її ставлення до розподілу енергії / С. А. Подолинський. – Вид. 2-ге. – Київ: Білі альви, – 2005. - 160 с.

7. Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй в Україні в рамках реалізації Проекту ПРООН/GIZ "Підтримка впровадження ЦСР в Україні". Регіональна доповідь "Цілі сталого розвитку: Дніпро-2030". https://www.ua.undp.org/content/ukraine/en/home/library/sustainable-development-report/regional-report-sdg-dnipro-2030.html

8. Сталий розвиток підприємства, регіону, суспільства: інноваційні підходи до забезпечення: монографія, за заг. ред. Прокопенко О.В. – Ruda Śląska: «Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium», – 2014. – 480 с. https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/42731/1/Monograph_polska.pdf

9. Устінова І.І. Методологічні основи сталого розвитку еколого-містобудівних систем: дис. на здобуття докт. наук: спец. 18.00.01 // Київ, 2016. – 479 с. https://uacademic.info/ua/document/0516U000518

10. Acebillo J. New Urban Metabolism. Barcelona / Lugano / J. Acebillo // Barcelona – New York: Editorial ActarD., – 2013. – 244 p. https://books.google.com/books?id=BQfi9IqhjzEC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false

11. City of Stockholm, 2007. Hammarby Sjöstad – a unique environmental project in Stockholm. https://apo.org.au/node/196771 (Дата звернення: 20.07.2021).

12. Dijst M. Exploring urban metabolism – Towards an interdisciplinary perspective / M. Dijst, E. Worrell, L. Böcker et al // Resources, Conservation and Recycling. – 2018, Vol. 132. – P. 190-203. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302926

13. Fischer-Kowalski, M. Society's metabolism: The intellectual history of materials flow analysis, part I: 1860-1970 // Journal of Industrial Ecology. – 1998. Volume 2, Issue 1, - P. 61-78. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1162/jiec.1998.2.1.61

14. Fisher-Kowalski M. Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use // Vienna: Klagenfurt University. – 2007. – 263 p. https://freeebookpdf.download/list/socioecological-transitions-and-global-change-marina-fischer-kowalski-4900260

15. Foster, J.B. Marx's Ecology: Materialism and Nature // New York: Monthly Review Press. – 2000. – 200 p. https://monthlyreview.org/product/marxs_ecology/

16. Goldstein, B. Quantification of urban metabolism through coupling with the life cycle assessment framework: concept development and case study / B. Goldstein, M. Birkved, M. Quitzau, M. Hauschild // Environmental Research Letters. – 2013, Volume 8, Issue 3, – P. 1-14. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/3/035024/data

17. Holden, E. Three challenges for the compact city as a sustainable urban form: household consumption of energy and transport in eight residential areas in the greater Oslo region / E. Holden, I. T. Orland // Urban studies. – 2005, Volume 42. Issue 12. – P. 2145–2166. ttps://journals.sagepub.com/doi/10.1080/00420980500332064

18. Kennedy, C. The changing metabolism / C. Kennedy, J. Cuddihy, J. Engel-Yan // Journal of Industrial Ecology. – 2007, Volume 11. Issue 2. – P. 43-59. https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107

19. Kennedy C. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design // Environmental Pollution. – 2011. Volume 159. Issue 8. – P. 1965–1973. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749110004781

20. Kennedy, C. Urban metabolism survey design for megacities / C. Kennedy, N. Ibrahim, I. Stewart, A. Facchini, R. Mele // Research Project Megacities: Comparative analysis of urban macrosystems – Working Paper 2, – 2018, University of Toronto, Department of Civil Engineering, https://www.enelfoundation.org/topic/a/2018/11/UrbanMegacities

21. Larson, W. Energy footprint of the city: effects of urban land use and transportation policies / W. Larson, F. Liu, A. Yezer // Journal of Urban Economics. – 2012, 72. – P. 147–159. https://sites.socsci.uci.edu/~jkbrueck/course%20readings/larson.pdf

22. Liang, S. Urban metabolism in China: achieving dematerialization and decarbonization in Suzhou / S. Liang, Z.Tianzhu // Journal of Industrial Ecology. – 2011, Volume 15. Issue 3, – P. 420-434. https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00343.x

23. Lyashchenko, A. Assessment and management of urban environment quality in context of INSPIRE requirements / A. Lyashchenko, I. Patrakeyev, V. Ziborov, L. Datsenko, O. Mikhno, // Teoretical and Empirical researchers in urban management. – 2021, Volume 16. Issue 2. – P. 55-71. http://um.ase.ro/no162/4.pdf

24. Patrakeyev, I. Estimation of metabolic flows of urban environment based on fuzzy expert knowledge / I. Patrakeyev, V. Ziborov, O. Mikhno // Geodesy and Cartography. – 2020, Volume 46, Issue 1, – P. 8-16. https://doi.org/10.3846/gac.2020.8560

25. Patrakeyev I. Using fuzzy sets in the estimation system of the efficiency of urban environment metabolism (on the example of cities of Ukraine) / I. Patrakeyev, V. Ziborov // Geodesy and Cartography. – 2019. Volume 45. Issue 3. – P. 102-109. https://doi.org/10.3846/gac.2019.7699

26. Ritts, M. Literature review on the "urban metabolism concept" // VIVA-PLAN Report (Deliverable 1.1). – February 2020. https://zenodo.org/records/3690309

27. Schremmer, C. Urban development and urban metabolism: A spatial approach / C. Schremmer, U. Mollay, W. Neugebauer, S. Novak, S. Beiglbock, B. Bory, T. Panwinkler, P.

Schwitt, A. Dubois, P. Galera-Lindblow // SUME –Working Paper 1.1, Vienna, October 2009. https://sume.at/project_downloads/

28. Shafiea, F.A. Urban Metabolism: A Research Methodology in Urban Planning and Environmental Assessment / F.A. Shafiea, D. Omara, S. Karuppannanb // Proceedings of the 1st International Conference on Research Methodology for Built Environment and Engineering, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-18 December 2013. – P. 1-5. https://www.academia.edu/6780488/

29. Thomson, G. Urban fabrics and urban metabolism − from sustainable to regenerative cities / G. Thomson, P. Newman // Resources, Conservation and Recycling. – 2017, Volume 132. Issue 2018. – P. 218–229. https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3068285

30. United Nations Population Program. Revision 2018 World Urbanization Prospects. https://population.un.org/wup/

31. Wachsmuth, D. Three ecologies: Urban metabolism and the society-nature opposition / D. Wachsmuth // The Sociological Quarterly. – 2012, Volume 53. Issue 4. – P. 506–523. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1533-8525.2012.01247.x

32. Weisz, H. Reducing energy and materials flows in cities / H. Weisz, J.K. Steinberger // Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2010, Volume 2. Issue 3. – P. 185–192. https://scispace.com/papers/reducing-energy-and-material-flows-in-cities-402db7sht5

33. Zhang, Y. Urban metabolism: A review of research methodologies / Y. Zhang // Environmental Pollution, – 2013, Vol.178. – P. 463-473. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23619057/

Ph.D, Docent **Igor Patrakeyev**,
Ph.D, Docent **Rovil Nafeev**,
State University of Information and Communication Technologies,
Ph.D, Docent **Victor Ziborov**,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Ph.D, Docent **Oleksii Mikhno,**
Taras Shevchenko National University of Kyiv

SYSTEMATIC ANALYSIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE URBAN ENVIRONMENT BASED ON THE METABOLIC APPROACH

The article examines the system analysis of sustainable development of the urban environment using the example of the Ukrainian cities of Odessa and Krivoy Rog based on the metabolic concept of the city. This concept considers the urban environment as an open dynamic system through which interconnected flows of energy, resources and waste pass. For each city, the values of potential, real and missed opportunities of key subsystems were calculated, which allowed us to form an integrated indicator of the efficiency of the metabolism of the urban environment.

Such an indicator can be used as a basis for scenario forecasting and development of recovery strategies.

Thus, the approach presented in the work has not only scientific novelty, but also direct practical significance for local governments, urbanists, city planners and ecologists working in conditions of limited resources and high uncertainty.

Keywords: urban environment; urban metabolism; infrastructure restoration strategy; sustainable development planning; sustainable development; geoinformation monitoring; decision support.

REFERENCES

1. Averkyna M.F. Theory of ensuring sustainable development of cities and agglomerations // Problems of regionalism: past, present, future: theses of the scientific-practical Internet conference (March 3, 2017) – Kyiv: KNEU, 2017. – pp. 212–215. https://ir.kneu.edu.ua:443/handle/2010/21143. {in Ukrainian}

2. Lyashchenko A.A. Fuzzy geoinformation models of environmental factors and their impact on the monetary value of land / A.A. Lyashchenko, E.P. Volchko, Yu.V. Kravchenko // Bulletin of Geodesy and Cartography. – 2012. Issue 1, – P. 37-43. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2012_1_9. {in Ukrainian}

3. Ministry of Environmental Protection of Ukraine. Regional report on the state of the environment in Odessa region in 2017.
https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/Одеса_рег.доп.pdf . {in Ukrainian}

4. Patrakeyev I.M., Ziborov V.V. Structure and principles of building a metadata catalog of primary indicators of urban environment metabolism // Scientific and technical collection Urban planning and territorial planning. Issue N69, Kyiv, KNUBA, 2019, pp. 211–225.
http://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/2019/201969.pdf. {in Ukrainian}

5. Patrakeyev I.M. Fuzzy model of the indicator of the efficiency of urban metabolism / I.M. Patrakeev // Management of complex systems development. – 2019. – Issue 37. – P. 185-194.
https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/2271. {in Ukrainian}

6. Podolinsky S.A. Human work and its attitude to energy distribution / S. A. Podolinsky. – Ed. 2nd ed. – Kyiv: White Alvy, – 2005. – 160 c. {in Ukrainian}

7. United Nations Development Program in Ukraine within the framework of the UNDP/GIZ Project "Supporting the Implementation of the SDGs in Ukraine". Regional Report "Sustainable Development Goals: Dnipro-2030".
https://www.ua.undp.org/content/ukraine/en/home/library/sustainable-development-report/regional-report-sdg-dnipro-2030.html. {in Ukrainian}

8. Sustainable development of the enterprise, region, society: innovative approaches to ensuring: monograph, edited by Prokopenko O.V. – Ruda Śląska: «Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium», – 2014. – 480 c.
https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/42731/1/Monograph_polska.pdf. {in Ukrainian}

9. Ustinova I.I. Methodological foundations of sustainable development of ecological and urban planning systems: dissertation for the degree of Doctor of Sciences: speciality 18.00.01 // Kyiv, 2016. – 479 p.
https://uacademic.info/ua/document/0516U000518. {in Ukrainian}

10. Acebillo J. New Urban Metabolism. Barcelona / Lugano / J. Acebillo // Barcelona – New York: Editorial ActarD., – 2013. – 244 p. {in English}
https://books.google.com/books?id=BQfi9IqhjzEC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false

11. City of Stockholm, 2007. Hammarby Sjöstad – a unique environmental project in Stockholm. https://apo.org.au/node/196771. {in English}

12. Dijst M. Exploring urban metabolism – Towards an interdisciplinary perspective / M. Dijst, E. Worrell, L. Böcker et al // Resources, Conservation and Recycling. – 2018, Vol. 132. – P. 190-203. {in English}
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302926. {in English}

13. Fischer-Kowalski, M. Society's metabolism: The intellectual history of materials flow analysis, part I: 1860-1970 // Journal of Industrial Ecology. – 1998. Volume 2, Issue 1, – P. 61-78.
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1162/jiec.1998.2.1.61. {in English}

14. Fisher-Kowalski M. Socioecological Transitions and Global Change. Trajectories of Social Metabolism and Land Use // Vienna: Klagenfurt University. – 2007. – 263 p. {in English}
https://freeebookpdf.download/list/socioecological-transitions-and-global-change-marina-fischer-kowalski-4900260

15. Foster, J.B. Marx's Ecology: Materialism and Nature // New York: Monthly Review Press. – 2000. – 200 p.
https://monthlyreview.org/product/marxs_ecology/. {in English}

16. Goldstein, B. Quantification of urban metabolism through coupling with the life cycle assessment framework: concept development and case study / B. Goldstein, M. Birkved, M. Quitzau, M. Hauschild // Environmental Research Letters. – 2013, Volume 8, Issue 3, – P. 1-14. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/3/035024/data. {in English}

17. Holden, E. Three challenges for the compact city as a sustainable urban form: household consumption of energy and transport in eight residential areas in the

greater Oslo region / E. Holden, I. T. Orland // Urban studies. – 2005, Volume 42. Issue 12. – P. 2145–2166.
https://journals.sagepub.com/doi/10.1080/00420980500332064. {in English}

18. Kennedy, C. The changing metabolism / C. Kennedy, J. Cuddihy, J. Engel-Yan // Journal of Industrial Ecology. – 2007, Volume 11. Issue 2. – P. 43-59.
https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107 {in English}

19. Kennedy C. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design // Environmental Pollution. – 2011. Volume 159. Issue 8. – P. 1965–1973. {in English}
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749110004781

20. Kennedy, C. Urban metabolism survey design for megacities / C. Kennedy, N. Ibrahim, I. Stewart, A. Facchini, R. Mele // Research Project Megacities: Comparative analysis of urban macrosystems – Working Paper 2, – 2018, University of Toronto, Department of Civil Engineering,
https://www.enelfoundation.org/topic/a/2018/11/UrbanMegacities {in English}

21. Larson, W. Energy footprint of the city: effects of urban land use and transportation policies / W. Larson, F. Liu, A. Yezer // Journal of Urban Economics. – 2012, 72. – P. 147–159.
https://sites.socsci.uci.edu/~jkbrueck/course%20readings/larson.pdf {in English}

22. Liang, S. Urban metabolism in China: achieving dematerialization and decarbonization in Suzhou / S. Liang, Z.Tianzhu // Journal of Industrial Ecology. – 2011, Volume 15. Issue 3, – P. 420-434.
https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00343.x {in English}

23. Lyashchenko, A. Assessment and management of urban environment quality in context of INSPIRE requirements / A. Lyashchenko, I. Patrakeyev, V. Ziborov, L. Datsenko, O. Mikhno, // Teoretical and Empirical researchers in urban management. – 2021, Volume 16. Issue 2. – P. 55-71. http://um.ase.ro/no162/4.pdf {in English}

24. Patrakeyev, I. Estimation of metabolic flows of urban environment based on fuzzy expert knowledge / I. Patrakeyev, V. Ziborov, O. Mikhno // Geodesy and Cartography. – 2020, Volume 46, Issue 1, – P. 8-16. https://doi.org/10.3846/gac.2020.8560. {in English}

25. Patrakeyev I. Using fuzzy sets in the estimation system of the efficiency of urban environment metabolism (on the example of cities of Ukraine) / I. Patrakeyev, V. Ziborov // Geodesy and Cartography. – 2019. Volume 45. Issue 3. – P. 102-109. https://doi.org/10.3846/gac.2019.7699. {in English}

26. Ritts, M. Literature review on the "urban metabolism concept" // VIVA-PLAN Report (Deliverable 1.1). – February 2020.
https://zenodo.org/records/3690309. {in English}

27. Schremmer, C. Urban development and urban metabolism: A spatial approach / C. Schremmer, U. Mollay, W. Neugebauer, S. Novak, S. Beiglbock, B. Bory, T. Panwinkler, P. Schwitt, A. Dubois, P. Galera-Lindblow // SUME –Working Paper 1.1, Vienna, October 2009. https://sume.at/project_downloads/. {in English}

28. Shafiea, F.A. Urban Metabolism: A Research Methodology in Urban Planning and Environmental Assessment / F.A. Shafiea, D. Omara, S. Karuppannanb // Proceedings of the 1st International Conference on Research Methodology for Built Environment and Engineering, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-18 December 2013. – P. 1-5. https://www.academia.edu/6780488/. {in English}

29. Thomson, G. Urban fabrics and urban metabolism − from sustainable to regenerative cities / G. Thomson, P. Newman // Resources, Conservation and Recycling. – 2017, Volume 132. Issue 2018. – P. 218–229.
https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3068285. {in English}

30. United Nations Population Program. Revision 2018 World Urbanization Prospects. https://population.un.org/wup/. {in English}

31. Wachsmuth, D. Three ecologies: Urban metabolism and the society-nature opposition / D. Wachsmuth // The Sociological Quarterly. – 2012, Volume 53. Issue 4. – P. 506–523. {in English}
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1533-8525.2012.01247.x

32. Weisz, H. Reducing energy and materials flows in cities / H. Weisz, J.K. Steinberger // Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2010, Volume 2. Issue 3. – P. 185–192. {in English}
https://scispace.com/papers/reducing-energy-and-material-flows-in-cities-402db7sht5

33. Zhang, Y. Urban metabolism: A review of research methodologies / Y. Zhang // Environmental Pollution, – 2013, Vol.178. – P. 463-473.
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23619057/. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.281-296
УДК: 528.4:332.33(477)

к.г.н., доцент **Толмачова А.В.**,
serbovng@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9340-5028,
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,
к.е.н. **Прокопенко Н.І.**,
bilanp79@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5046-6122,
Сумський національний аграрний університет,
д.е.н., професор **Сербов М.Г.**,
serbovng@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0220-6745,
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

ВДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД НА ОСНОВІ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІТИКИ

Розглянуто вдосконаленню структури землекористування територіальних громад України на основі геодезичного моделювання та аналітики. Вона розглядає застосування геоінформаційних систем та супутникового знімання для підвищення ефективності управління земельними ресурсами. У контексті децентралізаційної реформи в Україні територіальні громади отримали розширені повноваження щодо управління земельними ресурсами, що підкреслює необхідність впровадження сучасних геодезичних технологій для забезпечення раціонального землекористування. Метою статті є обґрунтування науково-методичних підходів до оптимізації структури землекористування територіальних громад шляхом застосування високоточних геодезичних методів, спрямованих на підвищення ефективності просторового планування та управління земельними активами. У дослідженні використано комплексний підхід до збору та аналізу просторових даних, включаючи польові геодезичні вимірювання (з середньою квадратичною похибкою до 2,5 м), картографічні матеріали (аналогові та цифрові карти з похибками 0,0012 м, 0,0007 м та 0,0005 м залежно від типу), а також дані дистанційного зондування Землі з різним просторовим розрізненням (< 1 м, 1–30 м, > 30 м). Обробка даних здійснювалась за допомогою програмних комплексів SAS.Планета, ArcGIS та QGIS, що забезпечило створення мозаїк супутникових знімків, дешифрування, векторизацію та тематичне картографування. Розроблено підходи до просторової організації земель, включаючи геодезичне зонування, екологічно обґрунтований землеустрій та проєктування агровиробничих кластерів. Створено цифрові карти, що відображають функціонально-екологічне зонування, придатність ґрунтів та

цільове використання земель. Виявлено невідповідності в кадастрових даних, що підкреслюють потребу в актуалізації земельної інформації за допомогою геодезичних методів. Подальші дослідження передбачають розробку інтегрованої інформаційно-аналітичної системи або геопорталу для управління земельними ресурсами громад, вдосконалення методик дешифрування супутникових знімків та інтеграцію даних із різних джерел для підвищення точності просторового аналізу.

Ключові слова: територіальні громади; землекористування; геодезичний аналіз; ГІС-технології; супутникове знімання; просторове планування.

Постановка проблеми. Поточна хвиля трансформаційних процесів, що охоплюють сферу геодезичного забезпечення, формує актуальні завдання підвищення ефективності використання земельного фонду територіальних громад, які внаслідок децентралізаційної реформи отримали значно розширені повноваження щодо управління просторовими ресурсами. Розвиток новітніх цифрових технологій, а саме геодезичних та геоінформаційних методів аналізу, сприяв появі нового науково-практичного напряму геоматики, що надає потужний інструментарій для об’єктивної оцінки, планування та оптимізації землекористування в межах об'єднаних територіальних громад. Сьогодні держава зосереджує увагу на побудові інтегрованих систем просторових даних, запровадженні публічних кадастрових платформ та цифрових інструментів для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, що є передумовою для створення єдиного інформаційного простору з управління земельними активами.

Геоінформаційні системи нового покоління орієнтовані не лише на професійних користувачів, а й на широке коло представників громад, фермерів, бізнесу та органів місцевого самоврядування, забезпечуючи інтуїтивно зрозумілі інтерфейси та доступ до якісних даних у режимі реального часу. Попри це, слід констатувати, що практичне використання геодезичних технологій на місцевому рівні досі є фрагментарним, а відсутність системного наукового підходу до оптимізації землекористування часто призводить до нераціонального використання земель, втрати природного потенціалу та зниження економічної продуктивності територій. Погіршення екологічного стану довкілля, деградація ґрунтів, хаотична забудова, зниження рівня соціального добробуту мешканців і усе це є прямим наслідком відсутності ефективних механізмів просторового управління та контролю за станом земельних ресурсів у межах громад. Отже, в умовах загострення екологічних викликів і потреби у стійкому розвитку локальних територій, виникає об’єктивна необхідність впровадження сучасних методів геодезичного аналізу

як основи для стратегічного планування, прозорого моніторингу та збалансованого землекористування у територіальних громадах України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В площині наукових досліджень все більше уваги приділяється питанням територіального планування та застосування геоінформаційних систем у контексті розвитку регіонів, особливо з урахуванням реформи земельних відносин і посилення ролі місцевих громад. Такі вчені як Боровий В., Браславська О., Максютов А., Проценко О. [1], вказують на критичну роль цифрових геодезичних технологій, таких як ГІС, супутниковий моніторинг і GNSS, у сучасному управлінні земельними ресурсами. Водночас вони відзначають, що застарілий кадастровий облік ускладнює ефективне планування, особливо в умовах децентралізації. Окрему увагу привертають роботи Шевчук С., Прокопенко Н., Рожі Т. [2], Білятинський А., Сорокіна К., Мамонов К., Коваленко Л. [3], які акцентують на системному підході до організації земель громад і окремих територій на основі геодезичного моніторингу. Проте більшість досліджень зосереджено на правових або статистичних аспектах, тоді як методичні основи впровадження високоточних технологій (наприклад, обробки супутникових знімків, створення цифрових моделей рельєфу) залишаються недостатньо розробленими.

Цінний внесок у сферу дослідження статті зробили Ліу К. та ін. [4], Македон В., Холод О., Ярмоленко Л. [5], які пропонують концепції екологічно збалансованого землекористування, ландшафтного планування та інтеграції даних на рівні адміністративних одиниць. У їхніх підходах геодезія виходить за межі технічної дисципліни, перетворюючись на інструмент стратегічного управління, що забезпечує динамічний аналіз і адаптивні рішення. Аналіз наукових праць виявляє як прогрес у застосуванні геоінформаційних технологій, так і методичні прогалини, зокрема щодо прецизійного аналізу на рівні місцевих громад.

Мета і задачі дослідження. Мета статті – обґрунтування науково-методичних підходів до оптимізації структури землекористування територіальних громад України на основі застосування сучасних методів геодезичного аналізу.

Завдання дослідження:

– визначити методичні підходи до збору, перевірки та інтерпретації просторових даних із різних джерел для забезпечення високої точності геодезичного аналізу;

– окреслити геоінформаційну модель, яка включає тематичні цифрові карти, зокрема карту цільового використання земель, функціонального зонування, ландшафтно-екологічної оптимізації та структури продуктивних угідь;

– провести геодезичне дешифрування супутникових знімків для ідентифікації типів земельних угідь, антропогенного навантаження та виявлення неузгодженостей у кадастровій інформації;

– запропонувати систему практичних заходів щодо вдосконалення просторового планування та прийняття управлінських рішень в територіальних громадах, базовану на точному геодезичному аналізі та цифровій візуалізації землекористування.

Матеріали та методи. У процесі оптимізації структури землекористування територіальних громад критично важливу роль відіграє точність просторових даних, що формують основу для побудови інтегрованої геоінформаційної бази. Саме достовірність, просторове узгодження та метрична точність геоданих визначають ефективність усіх подальших етапів геодезичного аналізу, від дешифрування супутникових зображень до створення аналітичних моделей використання земель. У статті застосовано комплексний підхід до класифікації джерел геоданих, включаючи польові вимірювання, картографічні матеріали, результати дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та супутникове знімання. Відповідні вимоги до точності цих джерел наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Методична основа геодезичного аналізу в оптимізації землекористування територіальних громад [4, 6]

Джерело просторової інформації	Методичні підходи та вимоги до точності
1	2
Польові геодезичні дані	Для земель сільськогосподарського призначення допустиме середньоквадратичне відхилення (СКВ) координат не повинно перевищувати 2,5 м. Використовуються методи наземного геодезичного знімання, супутникові GNSS-вимірювання або комбіновані підходи.
Картографічні матеріали	У разі використання аналогових карт, планів чи ортофотопланів середня СКВ становить 0,0012 м у масштабі джерела. Для цифрових карт і планів – 0,0007 м, для цифрових ортофотопланів – 0,0005 м. Вибір залежить від мети геодезичного дослідження та масштабу територіального аналізу.
Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)	Залежно від необхідного рівня деталізації використовуються: – висока роздільна здатність (< 1 м) – для точного зонування й ідентифікації меж угідь; – середня роздільна здатність (1–30 м) – для функціонального аналізу землекористування; – низька роздільна здатність (> 30 м) – для стратегічного регіонального моделювання.

1	2
Супутникове знімання (ортофотозображення)	Зображення, отримані з використанням супутникових сенсорів із високою роздільною здатністю, є базовим джерелом при створенні мозаїк для просторового дешифрування. Ортофотознімання дозволяє точно визначати межі угідь, особливості рельєфу, структуру землекористування. СКВ у межах 0,5–1,0 м залежно від супутника та умов знімання.

З огляду на це, методологія дослідження базується на критеріях точності, які повинні відповідати функціональному призначенню кожного типу просторової інформації.

Результати та їх обґрунтування. У процесі оптимізації землекористування територіальних громад ключову роль відіграє просторове структурування антропогенних навантажень, яке безпосередньо залежить від раціонального розподілу функціонального використання земель у межах громади, що, у свою чергу, визначає ступінь стійкості природних і трансформованих ландшафтів. Встановлення відповідності між господарською спеціалізацією території та природно-ландшафтною структурою має не лише теоретичне, а й прикладне значення для забезпечення збалансованого землекористування. Особливо важливою є ідентифікація допустимих меж співвідношень між різними видами угідь і категоріями земель, оскільки для кожної громади, з огляду на її природно-кліматичні, агровиробничі та соціально-економічні умови, такі показники є унікальними та мають бути визначені на основі геодезичного аналізу та геоінформаційного моделювання.

У межах даного дослідження основну базу для просторового аналізу становлять супутникові знімки високої роздільної здатності, які є джерелом об'єктивної й актуальної інформації про структуру земного покриву та трансформації землекористування в межах територіальної громади. У зв’язку з обмеженою достовірністю наявної статистичної інформації, а також недостатньою деталізацією традиційних картографічних матеріалів, було прийнято обґрунтоване рішення використовувати мозаїку супутникових зображень як основний інструмент просторового аналізу. Застосування саме супутникових даних дозволяє з високою точністю диференціювати функціональні зони, виявити типи угідь, рівень їхньої трансформації та щільність антропогенного навантаження.

Під час дослідження використовувались цифрові геодезичні платформи SAS.Планета та ArcGIS 10.0, які забезпечили як отримання, так і обробку супутникових зображень, що охоплюють територію громади. Програма SAS.Планета дозволила завантажити супутникові знімки з різних картографічних сервісів (Google Earth, Google Maps тощо) у заданому масштабі

та проєкції з прив'язкою до географічних координат. Подальше опрацювання зображень, включаючи побудову мозаїки, дешифрування, векторизацію та тематичне картографування, здійснювалося в програмному середовищі ArcGIS [7, с. 20-21]. Як результат, сформовано узагальнений файл-мозаїку, який став основою для визначення просторових закономірностей землекористування, ілюстрованих на відповідному тематичному зображенні (рис. 1.).

На наступному етапі дослідження, присвяченого оптимізації землекористування територіальних громад із використанням сучасних методів геодезичного аналізу, на основі попередньо створеної мозаїки супутникових знімків було здійснено побудову тематичної карти земельних угідь Херсонської області. З метою забезпечення високої точності просторового моделювання, було проведено комплекс робіт, який охоплював дешифрування супутникових зображень, просторову прив'язку схем функціонального зонування територіальних громад, а також схем адміністративно-територіального поділу та меж громад, з подальшою оцифровкою відповідних просторових об'єктів.

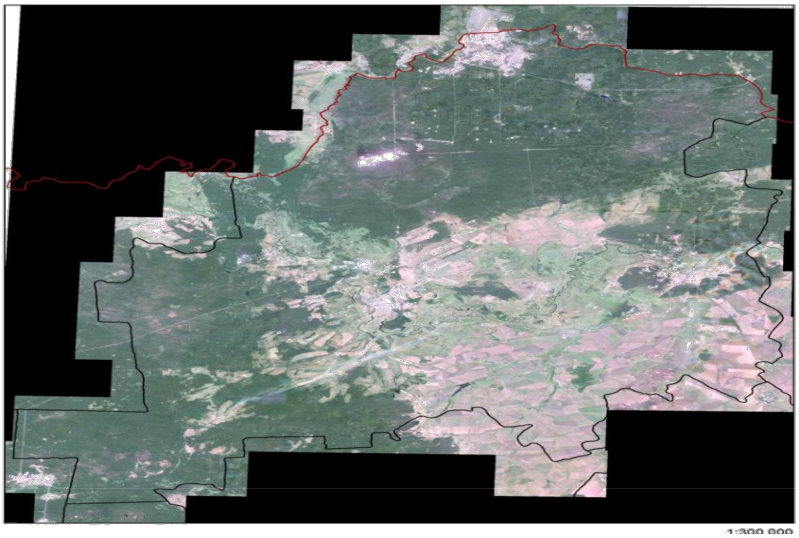


Рис. 1. Мозаїка супутникових знімків території Херсонської області для геодезичного аналізу землекористування територіальних громад [8]

На етапі дешифрування особливу увагу було приділено аналізу характеристик ландшафтних елементів на супутникових знімках, що здійснювався з урахуванням як технічних можливостей програмного забезпечення, так і природних особливостей самих об'єктів. Сутність дешифрування полягала у візуальному розпізнаванні просторових структур, визначенні їх якісних і кількісних параметрів, а також вилученні аналітичної інформації на основі закономірностей відображення властивостей об'єктів у спектральному та геометричному просторі супутникового знімка [9].

Зокрема, водні об'єкти були ідентифіковані за характерним темно-синім або темно-зеленим кольором і згладженою текстурою поверхні. Орні землі

визначалися за чіткою геометрією ділянок і специфічною текстурою, що виникає внаслідок агротехнічної обробки ґрунту. Лісові масиви виявлялися за темно-зеленими відтінками й неоднорідною, зернистою структурою. Інші категорії землекористування також мали притаманні візуальні ознаки, що дозволило проводити ефективну інтерпретацію території з подальшою побудовою відповідних шарів геоінформаційної системи (рис. 2.).

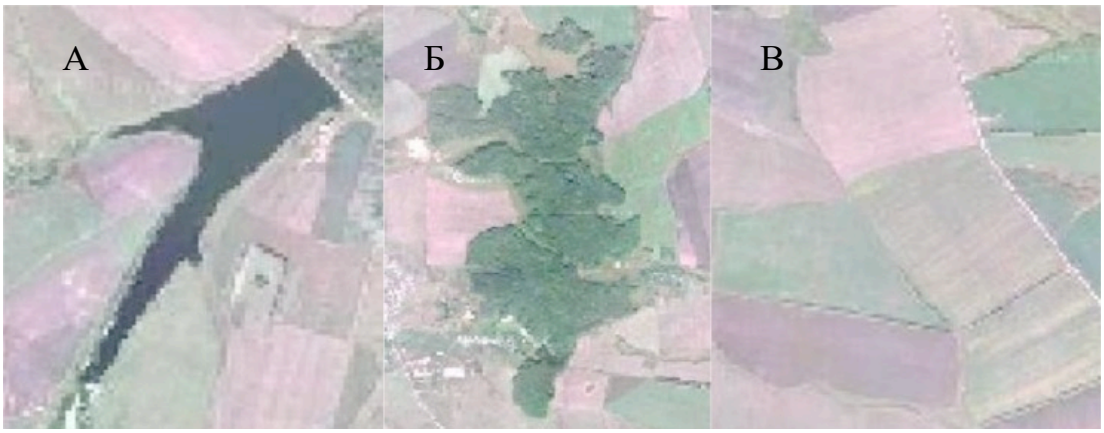


Рис. 2. Відображення просторових об’єктів на супутниковому знімку території Херсонської області: А – водні об’єкти; Б – лісові масиви; В – орні землі [10]

Процес оцифрування розпізнаних об’єктів здійснювався із використанням програмного забезпечення ArcGIS 10.0, яке забезпечило створення полігональних векторних шарів, прив’язаних до координатної системи регіону. У результаті цієї роботи було сформовано узагальнену карту земельних угідь Херсонської області у масштабі 1:300 000, що відобразила різноманіття категорій землекористування в межах територіальних громад. До основних типів земель, виокремлених у процесі аналізу, належать: водні об’єкти, землі населених пунктів, землі промисловості, природоохоронні зони, рекреаційні території, площі суцільних і вибіркових вирубок, ліси, сіножаті, пасовища, орні землі, а також площі, що наразі не використовуються.

В умовах реформування земельно-майнових відносин в Україні та посилення ролі громад у процесах управління територією, особливої актуальності набуває розробка інструментів, що дозволяють забезпечити ефективне просторове планування та прийняття управлінських рішень на основі точних геопросторових даних [11, с. 112]. В основі концепції оптимізації землекористування покладено принципи сучасної геодезії з використанням супутникової навігації, дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), технологій GNSS та ГІС, які дозволяють із високим ступенем точності визначати просторові межі угідь, оцінювати їхню екологічну якість та продуктивний потенціал. У межах запропонованої дослідницької моделі розроблено низку

геодезично орієнтованих методик, які забезпечують формування сталих землекористувань, а саме:

– методика просторової організації сільськогосподарських земель у межах територіальної громади із застосуванням геодезичного зонування та багатошарової картографічної візуалізації;

– методика проєктування землекористування для агровиробничих кластерів громад, базована на точному визначенні меж угідь за супутниковими даними;

– методика екологічно обґрунтованого землеустрою в сільськогосподарському секторі громади з урахуванням результатів геодезичного моніторингу та еколого-ландшафтного аналізу;

Цифрове картографічне забезпечення управління територіями відіграє провідну роль у формуванні інформаційної бази для моніторингу, контролю та аналізу стану землекористування. Для реалізації даних завдань ефективно застосовуються як універсальні програмні комплекси AutoCAD, MapInfo, що дозволяють здійснювати повний цикл обробки геоданих: від дешифрування супутникових знімків до побудови тематичних карт і створення інтерактивних моделей землекористування [1, 3].

Ключовим об'єктом картографічного моделювання є геопросторове середовище громади, в межах якого здійснюється збір, оновлення та аналітична інтерпретація просторової інформації про земельні ресурси. Результатом такого підходу є створення інформаційних моделей землекористування, що відображають оптимальні межі сільськогосподарських угідь, профілі їхньої спеціалізації, характер змін у структурі землекористування та ступінь впливу негативних процесів. Реалізація вказаного підходу в територіальних громадах базується на формуванні комплекту цифрових карт, створених за допомогою ГІС-технологій та геодезичного зонування, серед яких [2, 12]:

– карта угідь з урахуванням рельєфу, гідрографії, розселення, меж землекористування та інженерної інфраструктури;

– цифрова ґрунтова карта громади;

– карта природних, техногенних та деградаційних процесів;

– карта функціонально-екологічного зонування території;

– карта придатності ґрунтів до сільськогосподарського використання;

– карта цільового використання земель;

– карта ландшафтно-екологічної оптимізації сільськогосподарських територій;

– карта проєкту раціонального використання орних і кормових угідь з урахуванням геодезичних параметрів та природного потенціалу (рис. 3.).

Таким чином, розроблені методики та геопросторові рішення спрямовані на підвищення ефективності землекористування в громадах, забезпечення сталого розвитку агросектору та формування екологічно збалансованого середовища управління територіями.

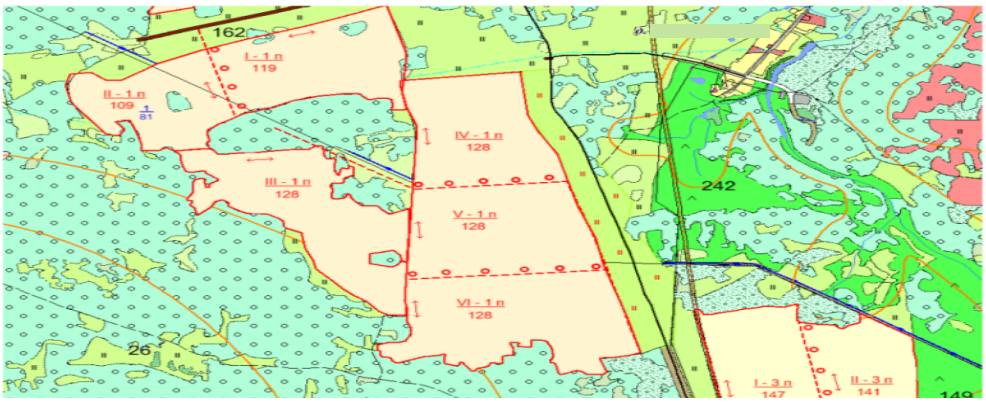


Рис. 3. Фрагмент проєкту організації використання земель сільськогосподарського призначення територіальної громади на основі ландшафтно-екологічної та геодезичної оптимізації угідь [13]

В межах реалізації завдань, пов'язаних з оптимізацією землекористування в межах територіальних громад України, особливе значення набуває створення повноцінної геопросторової бази даних, яка забезпечує можливість комплексного аналізу та прийняття обґрунтованих рішень щодо використання земельних ресурсів. З цією метою було обрано сучасне програмне середовище QGIS геоінформаційну систему з відкритим програмним кодом, що дозволяє реалізовувати інструменти високоточного геодезичного аналізу, формування тематичних шарів та інтеграції даних із різних джерел [14].

На підготовчому етапі дослідження здійснювалася верифікація координат меж земельних ділянок сільськогосподарського призначення за допомогою Публічної кадастрової карти України. Основну увагу було зосереджено на ділянках, що мають високу аграрну продуктивність та включені до офіційних переліків земель особливо цінних угідь, потенційно придатних для оптимізації землекористування в умовах децентралізованого управління. Паралельно з перевіркою координат проводився збір супровідної інформації про кадастрові квартали, у межах яких розташовані ці землі, а також здійснювалося завантаження геопросторових даних у ГІС-середовище для подальшого дешифрування та аналізу (рис. 4.) [15].

В результаті детального просторового аналізу з використанням інструментів геодезії було виявлено, що значна частина ділянок, які формально значаться як продуктивні сільськогосподарські угіддя, насправді перебуває в межах населених пунктів і має цільове призначення, не пов'язане з аграрною

діяльністю, зокрема «для ведення особистого селянського господарства», «індивідуального садівництва» або «індивідуального житлового будівництва» [16]. Така невідповідність свідчить про істотні системні прогалини в державному моніторингу й верифікації земельної інформації, а також підкреслює необхідність використання високоточних методів геодезичного аналізу для актуалізації кадастрових даних та усунення дублювань і неточностей у земельному обліку громад.



Рис. 4. Візуалізація геодезичного проєкту землекористування територіальної громади: ліворуч – загальна просторово-інформаційна структура, праворуч – фрагмент шарів «Особливо цінні продуктивні сільськогосподарські угіддя» та «Частини земельної ділянки» [10]

Запропонована в межах цього дослідження концепція формування геопросторової бази даних на основі сучасних методів геодезичного аналізу може стати фундаментом для створення інтегрованої інформаційно-аналітичної системи або спеціалізованого геопорталу, орієнтованого на забезпечення ефективного управління особливо цінними продуктивними сільськогосподарськими угіддями територіальних громад України. Така система, що базується на прецизійному геодезичному зніманні, багаторівневому дешифруванні супутникових знімків, цифровому моделюванні рельєфу та кадастровому зонуванні, має потенціал стати інструментом високої точності для оперативного прийняття рішень на рівні місцевого самоврядування.

Висновки та рекомендації. На основі використання комплексних геоінформаційних технологій проведено системний аналіз методів збирання, опрацювання та інтерпретації просторових даних. Особлива увага приділена таким джерелам, як результати наземних геодезичних спостережень, супутникові знімки високої деталізації та матеріали дистанційного зондування, що забезпечує надійне інформаційне підґрунтя для планування та управління на рівні територіальних громад.

Досліджено якість різноманітних джерел геопросторової інформації, застосовуваних у процесі аналізу земельних ресурсів. Показано, що лише поєднання даних з космічних систем, натурних вимірювань і цифрового картографічного матеріалу забезпечує необхідну точність та актуальність отриманих результатів. Обґрунтовано важливість використання геодезичного районування та ландшафтно-екологічної типології земель як ключових інструментів для аналізу просторової організації територій. Ці підходи дають можливість враховувати специфіку природних, кліматичних та господарських умов місцевого рівня.

Розроблено комплексну методологію формування структури земельних ділянок громади, яка передбачає аналіз супутникових зображень, побудову цифрових шарів у ГІС-середовищі, функціональне зонування території та створення тематичних карт використання земель. Запропоновано концепцію реалізації єдиної інформаційно-аналітичної платформи або геопорталу, що об’єднає кадастрові, екологічні й функціональні дані. Це забезпечить оперативний контроль за станом земель, підвищить прозорість управління та сприятиме ефективному прийняттю рішень на рівні місцевого самоврядування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровий В., Браславська О., Максютов А., Проценко О. Обґрунтування технології створення супутникової геодезичної мережі в умовах низьких широт. Природничі науки та природокористування. 2024. № 1. С. 5-12.

2. Шевчук С.М., Прокопенко Н.І., Рожі Т.А. Аналіз використання геодезичних даних при плануванні та моніторингу агроландшафтів: оптимізація землекористування та охорони природи. Кадастр, землеустрій та управління земельними ресурсами. 2024. № 7. С. 445–458. DOI: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458.

3. Bieliatynskyi A., Sorokina K., Mamonov K., Kovalenko L. Geoecological monitoring of regional land use: definition and directions of formation. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 452. P. 03002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002

4. Liu C., Li X., Xue Y., Lu W., & Zhang C. Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. E3S Web of Conferences. 2024. No 520. 04018. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018

5. Македон В.В., Холод О.Г., Ярмоленко Л.І. Модель оцінки конкурентоспроможності високотехнологічних підприємств на засадах формування ключових компетенцій. Академічний огляд. 2023. № 2 (59). С. 75-89. DOI: 10.32342/2074-5354-2023-2-59-5.

6. Папуша Д.Я., Оболонков Д.Ф. Автоматизація процесів обробки геодезичних даних за допомогою штучного інтелекту та машинного навчання. Збірник наукових праць ДонНАБА. 2024. № 1(32). С. 36-41.

7. Домбровська О.А., Друзяка Б.Ю., Оболонков Д.Ф. Інтелектуальна власність у сфері землеустрою, Сучасні засоби супутникової геодезії. Збірник наукових праць ДонНАБА. 2024. № 2 (33). С. 18-23.

8. Google Earth. URL: https://earth.google.com/web/?hl=uk

9. Foster A., Rahimzadeh-Bajgiran P., Daigneault A., Weiskittel A. Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. Forests Monitor. 2024. 1(1). P. 66–98. https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14

10. GIS for Land Administration – Esri. URL: www.esri.com/industries/cadastre/

11. Ситник О., Безлатня Л. Аналіз сучасних методів і засобів для обстеження та виконання великомасштабного геодезичного знімання меліорованих земель. Природничі науки та природокористування. 2024. Вип. 1. С. 112–113.

12. Makedon V., Myachin V., Plakhotnik O., Fisunenko N., Mykhailenko O. Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. no 2(13(128)). p. 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796.

13. ГІС Карти: Види Та Застосування Цифрової Картографії. URL: https://eos.com/uk/blog/gis-karty/

14. Македон В.В., Ільченко Н.О. Кон'юнктура світового ринку іт-послуг в умовах економіки 4.0. Ефективна економіка. 2021. № 1. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8525. DOI: 10.32702/2307-2105-2021.1.8

15. Trysnyuk V., Demydenko O., Trysnyuk T., Horoshkova L., Khlobystov Ie., Holovan Y. GIS technologies for monitoring forest plantations. Geoinformatics. 2021. Volume 2021. pp. 1–6. https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062

16. Xing J., Sun S., Huang Q., Chen Z., Zhou Z. Application of Geoinformatics in Forest Planning and Management. Forests. 2024. 15(3). pp. 439. https://doi.org/10.3390/f15030439

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor **Tolmachova Alla,**
Odesa I.I. Mechnikov National University
Candidate of Economic Sciences **Prokopenko Nataliia**,
Sumy National Agrarian University
Doctor of Economic Sciences, Professor **Serbov Mykola**,
I.I. Mechnikov National University, Odesa

IMPROVING THE LAND USE STRUCTURE OF TERRITORIAL COMMUNITIES BASED ON GEODETIC MODELING AND ANALYTICS

The article is devoted to improving the structure of land use of territorial communities of Ukraine on the basis of geodetic modeling and analytics. It examines the use of geoinformation systems and satellite imagery to enhance the efficiency of land resource management. In the context of Ukraine's decentralization reform, territorial communities have gained expanded authority over land resources, highlighting the need to implement advanced geodetic technologies to ensure rational land use. The aim of the article is to substantiate scientific and methodological approaches to optimizing land use structures in territorial communities by applying high-precision geodetic methods aimed at improving spatial planning and land asset management. The study employs a comprehensive approach to spatial data collection and analysis, including field geodetic measurements (with a root mean square error of up to 2.5 m), cartographic materials (analog and digital maps with accuracy levels of 0.0012 m, 0.0007 m, and 0.0005 m depending on the type), as well as remote sensing data with various spatial resolutions (< 1 m, 1–30 m, > 30 m). Data processing was carried out using SAS.Planet, ArcGIS, and QGIS software suites, enabling the creation of satellite image mosaics, image interpretation, vectorization, and thematic cartographic visualization. The study proposes approaches to spatial land organization, including geodetic zoning, ecologically sound land management, and the planning of agri-industrial clusters. Digital maps were developed to reflect functional-ecological zoning, soil suitability, and the designated use of land. Discrepancies in cadastral data were identified, emphasizing the need to update land information using geodetic methods. Future research involves the development of an integrated information-analytical system or geoportal for community land resource management, the improvement of satellite image interpretation methods, and the integration of data from various sources to enhance the accuracy of spatial analysis.

Keywords: territorial communities; land use; geodetic analysis; GIS technologies; satellite imagery; spatial planning.

REFERENCES

1. Borovyi, V., Braslavska, O., Maksiutov, A., Protsenko, O. (2024). Obgruntuvannia tekhnolohii stvorennia suputnykovoi heodezychnoi merezhi v umovakh nyzkykh shyrot [Justification of the technology for creating a satellite geodetic network in low latitudes]. Pryrodnychi nauky ta pryrodokorystuvannia – Natural Sciences and Nature Management, 1, 5–12. {in Ukrainian}

2. Shevchuk, S.M., Prokopenko, N.I., Rozhi, T.A. (2024). Analiz vykorystannia heodezychnykh danykh pry planuvanni ta monitorynhu ahrolandshaftiv: optymizatsiia zemlekorystuvannia ta okhorona pryrody [Analysis of the use of geodetic data in the planning and monitoring of agro-landscapes: optimization of land use and nature protection]. Kadastr, zemleustrii ta upravlinnia zemelnymy resursamy – Cadastre, Land Management and Land Resource Administration, 7, 445–458. https://doi.org/10.32347/2786-7269.2024.7.445-458 {in Ukrainian}

3. Bieliatynskyi, A., Sorokina, K., Mamonov, K., Kovalenko, L. (2023). Geoecological monitoring of regional land use: definition and directions of formation. E3S Web of Conferences, 452, 03002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203002 {in English}

4. Liu, C., Li, X., Xue, Y., Lu, W., Zhang, C. (2024). Development and applications of an integrated space-air-ground observation network in natural resource monitoring and supervision. E3S Web of Conferences, 520, 04018. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452004018 {in English}

5. Makedon, V.V., Kholod, O.H., Yarmolenko, L.I. (2023). Model otsinky konkurentospromozhnosti vysokotekhnolohichnykh pidpryiemstv na zasadakh formuvannia kliuchovykh kompetentsii [A model for assessing the competitiveness of high-tech enterprises based on key competencies]. Akademichnyi ohliad – Academic Review, 2(59), 75–89. {in Ukrainian}

6. Papusha, D.Ya., Obolonkov, D.F. (2024). Avtomatyzatsiia protsesiv obrobky heodezychnykh danykh za dopomohoiu shtuchnoho intelektu ta mashynnoho navchannia [Automation of geodetic data processing using artificial intelligence and machine learning]. Zbirnyk naukovykh prats DonNABA – Collection of Scientific Works of DonNABA, 1(32), 36–41. {in Ukrainian}

7. Dombrovska, O.A., Druziaka, B.Yu., Obolonkov, D.F. (2024). Intelektualna vlasnist u sferi zemleustroiu, suchasni zasoby suputnykovoho heodezii [Intellectual property in the field of land management, modern satellite geodesy tools]. Zbirnyk naukovykh prats DonNABA – Collection of Scientific Works of DonNABA, 2(33), 18–23. {in Ukrainian}

8. Google Earth. Esri. (2025). Retrieved from: https://earth.google.com/web/?hl=uk {in English}

9. Foster, A., Rahimzadeh-Bajgiran, P., Daigneault, A., Weiskittel, A. (2024). Cost-effectiveness of remote sensing technology for spruce budworm monitoring in Maine, USA. Forests Monitor, 1(1), 66–98. https://doi.org/10.62320/fm.v1.i1.14 {in English}

10. GIS for Land Administration – Esri (2025). Retrieved from: www.esri.com/ industries/cadastre/ {in English}

11. Sytnyk, O., Bezlatnia, L. (2024). Analiz suchasnykh metodiv i zasobiv dlia obstezhennia ta vykonannia velykomasshtabnoho heodezychnoho znimannia meliorovanykh zemel [Analysis of modern methods and tools for surveying and conducting large-scale geodetic mapping of reclaimed lands]. Pryrodnychi nauky ta pryrodokorystuvannia – Natural Sciences and Nature Management, 1, 112–113. {in Ukrainian}

12. Makedon, V., Myachin, V., Plakhotnik, O., Fisunenko, N., Mykhailenko, O. (2024). Construction of a model for evaluating the efficiency of technology transfer process based on a fuzzy logic approach. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no 2(13(128)), 47-57. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300796. {in English}

13. GIS Maps: Types and Applications of Digital Cartography. (2024). Retrieved from: https://eos.com/uk/blog/gis-karty/ {in Ukrainian}.

14. Makedon, V.V., Ilchenko, N.O. (2021). Kon'iunktura svitovoho rynku IT-posluh v umovakh ekonomiky 4.0 [Global market conditions for IT services in the context of the economy 4.0]. Efektyvna ekonomika – Effective Economy, 1. http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8525. {in Ukrainian}

15. Trysnyuk, V., Demydenko, O., Trysnyuk, T., Horoshkova, L., Khlobystov, Ie., Holovan, Y. (2021). GIS technologies for monitoring forest plantations. Geoinformatics, 2021, 1–6. https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521062 {in English}

16. Xing, J., Sun, S., Huang, Q., Chen, Z., Zhou, Z. (2024). Application of Geoinformatics in Forest Planning and Management. Forests, 15(3), 439. https://doi.org/10.3390/f15030439 {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.296-307
УДК 69.003:005.8

Ананко Є.І.,
anankoegor14@gmail.com, ORCID: 0009-0002-7929-4103,
к.е.н., доцент **Якимчук І.М.,**
iakymchuk.im@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9198-5188,
Бодянський О.В.,
abodyanskiy@gmail.com, ORCID: 0009-0005-2465-7423,
Єлін В.В.,
vla-elin@ukr.net, ORCID: 0009-0003-3047-4514,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІДЕНТИФІКАЦІЯ КЛЮЧОВИХ ПАРАМЕТРІВ ГРУПУВАННЯ СТЕЙКХОЛДЕРІВ У ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

У сучасному середовищі житлового будівництва, що характеризується високою складністю процесів, багаторівневими управлінськими завданнями та значною кількістю учасників, особливого значення набуває ідентифікація ключових параметрів групування стейкхолдерів. Від того, наскільки чітко визначені та структуровані інтереси, очікування та вплив різних груп стейкхолдерів, залежить якість управління проєктами, своєчасність виконання завдань і стійкість кінцевого результату. Житлові будівельні проєкти інтегрують у собі інтереси державних структур, інвесторів, девелоперів, підрядників, архітекторів, постачальників ресурсів, а також кінцевих споживачів – мешканців. Водночас кожна із цих груп має власні потреби, які можуть бути як взаємодоповнюючими, так і конфліктними. Саме тому формування системного підходу до групування стейкхолдерів дозволяє створити оптимальну модель управління, яка враховує соціальні, економічні, технологічні та організаційні параметри. На практиці виникає необхідність врахування кількісних і якісних характеристик, таких як рівень впливу на прийняття рішень, економічна зацікавленість, ресурсний потенціал, інституційні обмеження, здатність до ризик-орієнтованої взаємодії та динаміка комунікацій. Ідентифікація цих параметрів відкриває можливість побудови ефективних кластерних моделей, у яких стейкхолдери розподіляються за функціональними ролями, рівнем впливу та відповідальністю.

Ключові слова: стейкхолдери; житлове будівництво; групування; параметри; управління проєктами; взаємодія; ефективність; цифрова аналітика.

Постановка проблеми: Управління житловими будівельними проєктами завжди пов'язане з високим рівнем невизначеності, оскільки у процесі реалізації бере участь велика кількість стейкхолдерів, інтереси яких часто суперечать один одному. Інвестори прагнуть максимізувати економічний ефект, замовники орієнтуються на якість і строки, підрядники намагаються мінімізувати витрати, тоді як майбутні мешканці очікують комфорту та екологічності. Це створює ситуацію, коли відсутність чіткої ідентифікації ключових параметрів групування може призвести до конфліктів, затримок і зростання витрат. Проблема посилюється через недостатній розвиток інструментів комплексного аналізу впливу та ролі різних груп стейкхолдерів, що ускладнює створення прозорої та ефективної системи взаємодії. У результаті проєкти часто стикаються з ризиком невиконання планів або зниженням довіри між учасниками. Саме тому постає завдання пошуку методів, які дозволяють визначити не лише формальні ролі стейкхолдерів, а й їх фактичний вплив на процеси.

Метою статті є розробка та обґрунтування концептуальних підходів до ідентифікації ключових параметрів групування стейкхолдерів у житловому будівництві, що забезпечують формування ефективної системи управління взаємодією учасників. Особлива увага приділяється аналізу структурних ознак, які визначають вплив різних груп на процес реалізації проєкту, та побудові моделі багаторівневого групування з урахуванням економічних, соціальних та організаційних факторів. Стаття також має на меті визначити інструменти цифрової аналітики, здатні підвищити точність оцінювання і сприяти оптимізації управлінських рішень у сфері житлового будівництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Тема ідентифікації та управління стейкхолдерами у будівельних проєктах активно розробляється як у зарубіжній, так і у вітчизняній науковій літературі. Дослідження у сфері управління проєктами наголошують на важливості визначення ролі стейкхолдерів як ключового чинника успішності. У працях західних науковців, зокрема Фрімена, концепція «stakeholder theory» визначає учасників як суб'єктів, що мають суттєвий вплив на результативність будь-якої організації чи проєкту. У сучасних підходах розглядається необхідність класифікації стейкхолдерів за рівнем впливу, ресурсними можливостями, інституційною позицією та стратегічними цілями. Українські науковці зосереджуються на проблемах узгодження інтересів у будівельній галузі, зокрема у контексті складних багатоквартирних об'єктів.

Виклад основного матеріалу: У системі сучасного житлового будівництва процес ідентифікації стейкхолдерів виступає однією з ключових складових успішної реалізації проєктів різної складності. Це обумовлено

зростаючою багатофакторністю зовнішнього та внутрішнього середовища, необхідністю узгодження інтересів різних груп учасників, зростанням соціальної відповідальності девелоперських компаній, а також трансформацією ринкових та інституційних механізмів взаємодії між суб'єктами проєктної діяльності. Теоретичні основи ідентифікації стейкхолдерів формувалися на перетині менеджменту, соціології, економіки, поведінкових наук, конфліктології, а згодом — і в рамках інтегральних дисциплін, таких як проєктний менеджмент, девелопмент нерухомості та корпоративне управління. Поняття "стейкхолдер" почало набувати наукової системності ще в 60–70-х роках XX століття завдяки роботам таких дослідників, як Р. Фрімен, Е. Фрідман, Дж. Кларксон, які заклали підґрунтя сучасного stakeholder theory. Найбільшого розвитку теорія стейкхолдерів набула у працях Р. Едвардса Фрімена, який у своїй класичній роботі "Strategic Management: A Stakeholder Approach" (1984) запропонував базове визначення стейкхолдерів як «будь-яких груп або осіб, які можуть впливати на досягнення цілей організації або знаходяться під впливом її діяльності» [1].

У класичних підходах до ідентифікації стейкхолдерів часто застосовують модель Мітчелла, Агле та Вуда (Mitchell, Agle & Wood, 1997), в якій запропоновано класифікацію стейкхолдерів за трьома осями: владою (power), легітимністю (legitimacy) та терміновістю (urgency). Ця трикомпонентна модель дозволяє виділяти домінантних, залежних, небезпечних, невизначених, латентних, вимогливих та консервативних стейкхолдерів у залежності від комбінації цих характеристик.

Досить поширеним у сучасних теоретичних побудовах є також матричний підхід Р. Едвардса, де кожен стейкхолдер позиціонується в координатах "інтерес — вплив". В контексті житлового будівництва ця матриця дозволяє формувати пріоритети взаємодії: висока зацікавленість і високий вплив вимагають активного залучення до комунікаційних процесів; низький вплив — лише інформування [2].

Одним з аналітичних інструментів, який дозволяє формалізувати складний багатофакторний характер взаємодії стейкхолдерів у будівельних проектах, є багатовимірна матриця впливу. Формалізовано вона може бути представлена у вигляді такої формули 1:

$$E_i = \sum_{r=1}^{n} b_r \times c_{ri}, \quad (1)$$

де: E_i — інтегральний показник впливу і-го стейкхолдера; c_{ri}— оцінка і-го стейкхолдера за с-м параметром (влада, інтерес, легітимність, ризик тощо); b_r

— ваговий коефіцієнт значущості c-го параметру; n — кількість розглянутих параметрів.

З метою систематизації викладених підходів нижче наведено узагальнений рисунок 1, що відображає логіку ідентифікації стейкхолдерів у житловому будівництві з урахуванням багатофакторного середовища та теоретичних основ їх класифікації [3].

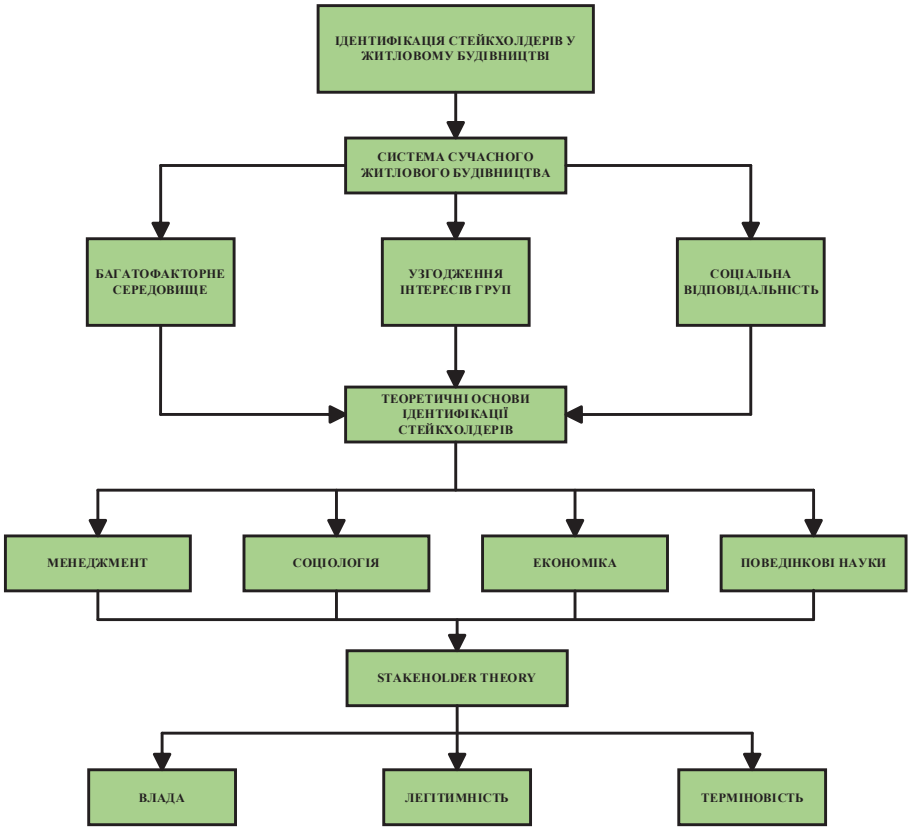


Рис.1. Логічна структура ідентифікації стейкхолдерів у житловому будівництві
(розроблено авторами на основі [3])

Досить ефективним є застосування методів нечіткої логіки (Fuzzy Logic), які дозволяють враховувати неформалізовані критерії та експертні судження. Узагальнено розрахунок вагового внеску інтересів стейкхолдерів із використанням нечіткої логіки може бути поданий у вигляді формули 2:

$$D_i = \sum_{l=1}^{m} \mu_l(x_i) \times v_{li}, \qquad (2)$$

де: D_i — агрегована оцінка позиції і-го стейкхолдера; $\mu_k(x_i)$— функція приналежності до l-ої нечіткої множини; v_{li} — ваговий коефіцієнт значущості кожної нечіткої групи; m — кількість груп нечіткої класифікації.

Перед тим як перейти до наступного етапу аналізу, доцільно систематизувати основні групи стейкхолдерів житлового будівництва та

ключові параметри їх класифікації, що були виділені у дослідженні, наведені в таблиці 1 [4].

Таблиця 1.

Групи стейкхолдерів житлового будівництва та основні параметри їх ідентифікації *(розроблено авторами на основі [4])*

Група стейкхолдерів	**Характерна роль у проєкті**	**Основні параметри ідентифікації**	**Специфічні ризики та виклики**
Державні органи влади та місцеві адміністрації	Формування нормативної бази, дозволи, узгодження забудови	Легітимність, влада, територіальна юрисдикція	Бюрократичні затримки, політичні зміни, протестні рухи
Інвестори та фінансові структури	Фінансування проєктів, управління капіталом	Інвестиційний потенціал, фінансова стійкість	Коливання валют, зміна ринкових ставок
Девелопери та забудовники	Організація будівництва, управління проєктами	Рентабельність, строки, договірні зобов'язання	Вартісні збої, зрив строків, затримки поставок
Проєктанти й підрядники	Розробка рішень, виконання робіт, логістика	Кваліфікація, технологічна спроможність	Технічні помилки, дефіцит ресурсів
Мешканці та споживачі	Кінцеві користувачі житла	Якість, ціна, умови експлуатації	Позови через дефекти, незадоволеність якістю

У сучасній науковій та практичній літературі проблема ідентифікації та класифікації стейкхолдерів житлового будівництва дедалі більше розглядається як системна аналітична задача, що потребує залучення міждисциплінарних підходів. Її складність обумовлюється тим, що житловий девелопмент є перехрестям економічних, соціальних, правових, екологічних та урбаністичних інтересів, де кожен учасник займає свою унікальну позицію в полі впливів та очікувань. Саме тому на початку XXI століття розпочалася активна еволюція аналітичних моделей, які дозволяють не лише фіксувати перелік стейкхолдерів, а й глибше проникати у структуру їхніх взаємозв'язків та ролей [5].

Перш ніж перейти до власне аналітичних моделей, варто зафіксувати вихідний методологічний постулат: стейкхолдери у сфері житлового будівництва не є сталими фіксованими одиницями. Їхній статус, вплив та інтереси змінюються залежно від стадії проекту, регіональних особливостей, політичних змін, коливань ринку нерухомості, демографічних тенденцій, змін у законодавстві тощо.

Сутність кластеризації полягає в тому, щоб виявити групи стейкхолдерів із подібними або взаємно узгодженими характеристиками [6].

Далі слід перейти до однієї з найбільш складних, але надзвичайно перспективних методологій — аналізу соціальних мереж. Якщо кластерний

аналіз працює з параметрами учасників, то соціально-мережевий аналіз — із характером їхніх взаємозв'язків. Соціально-мережевий підхід дозволяє виявити неочевидні структури — приховані центри тяжіння, ключових комунікаторів, сірі кардинали проєкту, що не мають формальних повноважень, але концентрують на собі потоки інформації та прийняття рішень [7].

В останнє десятиліття важливою складовою аналізу стали цифрові методи обробки текстової інформації. Розглянемо таблицю 2, доцільно систематизувати основні аналітичні методи дослідження стейкхолдерів у житловому будівництві та окреслити їх ключові особливості застосування.

Особливого значення набуває створення інтегрованих карт стейкхолдерів, що включають не лише класичне позиціонування за параметрами «інтерес — вплив», а й накладають просторові, часові та інформаційні шари. В таких картах можуть одночасно поєднуватися юридичні атрибути, обсяги фінансових потоків, соціальні рейтинги у громадських опитуваннях, частота медійних згадок, участь у нарадах, кількість підписаних угод, наявність політичних патронів тощо [8].

У результаті формується багатошарова аналітична матриця, де кожен стейкхолдер отримує інтегральний індекс позиції.

Таблиця 2.

Аналітичні методи ідентифікації та класифікації стейкхолдерів у житловому будівництві *(розроблено авторами на основі [7])*

Метод	Основна суть	Ключові параметри аналізу	Особливості застосування у житловому будівництві
1	2	3	4
Кластерний аналіз	Формування груп стейкхолдерів за схожими характеристиками	Вплив, інтереси, легітимність, ресурси	Дозволяє виокремлювати типові групи: інвестори, регулятори, споживачі, екологічні активісти
Багатовимірне шкалювання	Побудова просторової моделі віддаленості між учасниками	Політична сила, фінансова спроможність, соціальна підтримка	Виявляє потенційні зони конфліктів і коаліційні альянси у складних проектах

1	2	3	4
Соціально-мережевий аналіз (SNA)	Дослідження структури зв'язків між стейкхолдерами	Структура зв'язків, центральність вузлів, інформаційні потоки	Визначає приховані впливи, «сірих кардиналів» і канали інформаційного контролю
Семантичний аналіз медіа	Аналіз інформаційного середовища через вивчення тональності висловлювань	Тональність, частота згадок, медійні кампанії	Дозволяє прогнозувати зародження протестних рухів і публічних конфліктів на ранніх стадіях
Адаптивні динамічні моделі	Оцінка зміни ваги стейкхолдерів у часі	Динаміка фаз проекту, зміна інтересів, трансформація ролей	Забезпечують сценарне прогнозування змін конфігурації

Побудований рисунок 2 дозволяє наочно зіставити можливості кожного підходу з точки зору обробки багатофакторних параметрів, глибини оцінювання взаємозв'язків та складності їх практичного застосування у складних девелоперських проектах.

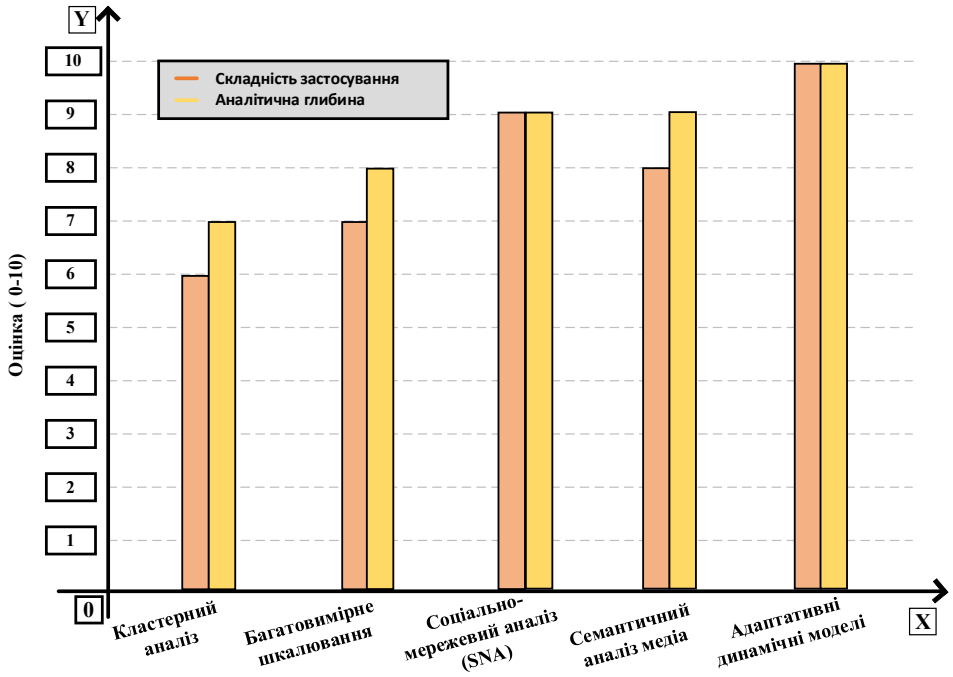


Рис.2. Порівняння складності та аналітичної глибини методів ідентифікації стейкхолдерів у житловому будівництві *(розроблено авторами на основі [9])*

Завершуючи аналіз, варто наголосити, що аналітичні методи ідентифікації та класифікації стейкхолдерів у житловому будівництві

перетворилися на самостійний науковий напрям, який виходить далеко за межі класичного менеджменту. Він інтегрує в собі елементи штучного інтелекту, математичної статистики, кібернетики, соціології, права, публічного адміністрування, конфліктології та інформаційної безпеки. Саме така міждисциплінарна природа забезпечує необхідну глибину аналізу в умовах сучасних складних міських систем, де кожен житловий проект є не лише економічним процесом, а й складною соціально-політичною конструкцією.

Житловий девелопмент — це надзвичайно складна форма інвестиційно-будівельної діяльності, де взаємодія стейкхолдерів змінюється на кожній фазі життєвого циклу проекту. Кожна нова фаза формує нову конфігурацію ролей і центрів впливу. Саме тому дослідження динаміки інтересів стейкхолдерів є ключовим завданням як для наукової теорії проектного менеджменту, так і для практики управління великими забудовами.

На початковій фазі — ідеї та планування — домінують інвестори, стратегічні партнери, консультанти з фінансової ефективності, органи місцевого самоврядування та регуляторні структури [10]. Фаза проектування значно розширює склад стейкхолдерів. До переговорного поля активно залучаються архітектори, проектні організації, експерти з інженерних систем, комісії містобудівної ради, екологічні експерти, пожежні та санітарні служби. Будівельна стадія повністю змінює розстановку ролей [11].

Сучасні адаптивні моделі описують зміну ваги стейкхолдерів у часі з допомогою нелінійних функцій впливу. У спрощеній формалізації цю зміну можна виразити через адаптивну фомулу:

$$\frac{dD_i(t)}{dt} = f(K_i, A_i, t), \tag{3}$$

де $D_i(t)$ — сила впливу стейкхолдера на момент часу t, K_i — економічний інтерес, A_i — адаптивна здатність змінювати позицію залежно від середовища, t — етап життєвого циклу. Це дозволяє прогнозувати етапи активізації окремих груп, формувати гнучкі стратегії управління ризиками взаємодії на різних фазах проекту.

Отже, динаміка стейкхолдерів у житловому будівництві — це безперервний процес переналаштування центрів впливу. Ефективне управління вимагає не разової ідентифікації, а постійного супровідного аналізу та сценарного прогнозування ролей у кожній новій фазі проекту [12].

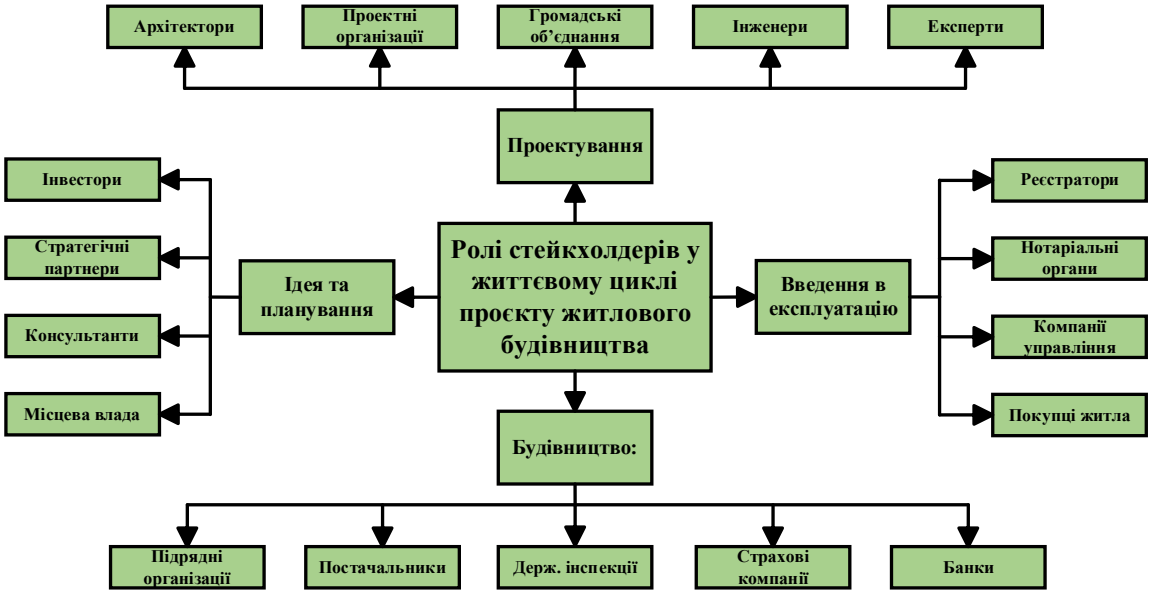


Рис.3. Динаміка ролей стейкхолдерів на етапах життєвого циклу житлового будівництва *(розроблено авторами на основі [11])*

Література

1. Freeman R.E. Strategic management: a stakeholder approach. – Boston: Pitman Publishing Inc., 1984. – 276 p. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://archive.org/details/strategicmanagem00free

2. Mitchell, R.K., Agle, B.R., & Wood, D.J. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. Academy of Management Review, 22(4), 853–886. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://doi.org/10.5465/amr.1997.9711022105

3. Мамонов К.А. Комплексний підхід до оцінки рівня взаємодії стейкхолдерів у будівельних підприємствах. *EPSBS*, 2021, с. 1056–1063. DOI: 10.15405/epsbs.2021.05.141. – Режим доступу: https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.05.141

4. Chernenko Y., Teslenko P. Інтегровані моделі для управління взаємодією стейкхолдерів і ризиками в проектах ЖКГ. Technology Audit & Production Reserves, 2024. DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301995. – Режим доступу: https://journals.uran.ua/tarp/article/view/301995

5. 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

6. Gorman M., MacKinnon J., Cavalieri S. Cluster Analysis Applications in Construction Stakeholder Classification. – Journal of Construction Engineering and

Management, 2020. – Vol. 146(9). – P. 04020102. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001902

7. SBUF (Swedish National Board for Housing). External Stakeholder Management in the Construction Process**.** 2006. – Режим доступу: https://surl.li/wykfzd

8. ResearchGate / European Proceedings. Mechanisms of stakeholder interaction assessment in construction. 2021. – Режим доступу: https://www.europeanproceedings.com/article/10.15405/epsbs.2021.05.140

9. Чуприна Ю.А. Методологія інтеграції потенціалу стейкхолдерів до складу будівельного кластеру // «Формування ринкових відносин в Україні»// 2019. – № 2 (213). – с. 81-87 https://dndiime.org/wp-content/uploads/2019/07/2_2019.pdf

10. Mok K.Y., ShenQ., Yang J. Stakeholder relationship in construction projects: A mixed-methods review. *Buildings*, 2022, 13(12): 3122. [*Електронний ресурс*] – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2075-5309/13/12/3122

11. Sousa J. Stakeholder Analysis for Housing. ResearchGate*, 2017. [*Електронний ресурс*]* – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/288163119_Stakeholder_Analysis_for_Housing

12. Masarira M., Rahbarimanesh A., Papadopoulou K. A., & Sinha J. K. Stakeholder dynamics and their impact on value creation for industrial maintenance projects: a literature review. Maintenance, Reliability and Condition Monitoring, 2023, 3(2), 45–56. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.extrica.com/article/23894

Ananko Yehor,
Associate Professor **Yakymchuk Iryna,**
Bodianskyi Oleksii,
Yelin Volodymyr,
Kyiv National University of Construction and Architecture

IDENTIFICATION OF KEY PARAMETERS OF STAKEHOLDER GROUPING IN RESIDENTIAL CONSTRUCTION

In the modern environment of residential construction, characterized by high process complexity, multi-level management tasks, and a significant number of participants, the identification of key parameters of stakeholder grouping becomes particularly important. The quality of project management, the timeliness of task execution, and the stability of the final result depend on how clearly the interests, expectations, and influence of different stakeholder groups are defined and structured.

Residential construction projects integrate the interests of government bodies, investors, developers, contractors, architects, resource suppliers, as well as end consumers – residents. At the same time, each of these groups has its own needs, which may be complementary or conflicting. Therefore, the formation of a systematic approach to stakeholder grouping makes it possible to create an optimal management model that takes into account social, economic, technological, and organizational parameters. In practice, it is necessary to consider both quantitative and qualitative characteristics, such as the level of influence on decision-making, economic interest, resource potential, institutional constraints, the ability for risk-oriented interaction, and the dynamics of communications. Identifying these parameters opens the possibility of building effective cluster models in which stakeholders are distributed according to functional roles, levels of influence, and responsibilities. This makes it possible to predict potential conflicts of interest in advance, avoid delays in the execution of works, and increase economic efficiency. The article pays attention to the analysis of methodological approaches to stakeholder assessment and classification and proposes conceptual foundations for creating a model of multi-level grouping for residential construction.

Keywords: stakeholders; residential construction; grouping; parameters; project management; interaction; efficiency; digital analytics.

REFERENCES

1. Freeman, R.E. Strategic management: A stakeholder approach. – Boston: Pitman Publishing Inc., 1984. – 276 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://archive.org/details/strategicmanagem00free. {in English}

2. Mitchell, R.K., Agle, B.R., & Wood, D.J. (1997). Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the principle of who and what really counts. Academy of Management Review, 22(4), 853–886. – [Electronic resource]. – Access mode: https://doi.org/10.5465/amr.1997.9711022105. {in English}

3. Mamonov, K.A. (2021). Comprehensive approach to assessing the level of stakeholder interaction in construction enterprises. EPSBS, pp. 1056–1063. DOI: 10.15405/epsbs.2021.05.141. – Access mode: https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.05.141. {in Ukrainian}

4. Chernenko, Y., & Teslenko, P. (2024). Integrated models for managing stakeholder interaction and risks in housing and utilities projects. Technology Audit & Production Reserves. DOI: 10.15587/2706-5448.2024.301995. – Access mode: https://journals.uran.ua/tarp/article/view/301995. {in Ukrainian}

5. 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 Development of Complex Systems, (48), 125–134.

6. Gorman, M., MacKinnon, J., & Cavalieri, S. (2020). Cluster analysis applications in construction stakeholder classification. Journal of Construction Engineering and Management, 146(9), 04020102. – [Electronic resource]. – Access mode: https://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001902. {in English}

7. SBUF (Swedish National Board for Housing). External Stakeholder Management in the Construction Process. 2006. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/wykfzd. {in English}

8. ResearchGate / European Proceedings. Mechanisms of stakeholder interaction assessment in construction. 2021. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.europeanproceedings.com/article/10.15405/epsbs.2021.05.140. {in English}

9. Chupryna, Yu.A. (2019). Methodology of integrating stakeholder potential into the construction cluster. Formation of Market Relations in Ukraine, 2(213), 81–87. – [Electronic resource]. – Access mode: https://dndiime.org/wp-content/uploads/2019/07/2_2019.pdf. {in Ukrainian}

10. Mok, K.Y., Shen, G.Q., & Yang, J. (2022). Stakeholder relationship in construction projects: A mixed-methods review. Buildings, 13(12), 3122. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.mdpi.com/2075-5309/13/12/3122. {in English}

11. Sousa, J. (2017). Stakeholder analysis for housing. ResearchGate. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.researchgate.net/publication/288163119_Stakeholder_Analysis_for_Housing. {in English}

12. Masarira, M., Rahbarimanesh, A., Papadopoulou, K.A., & Sinha, J.K. (2023). Stakeholder dynamics and their impact on value creation for industrial maintenance projects: A literature review. Maintenance, Reliability and Condition Monitoring, 3(2), 45–56. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.extrica.com/article/23894. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.308-318
УДК: 69:330.341.1:658

Біденко Д.В.,
Clarison@ukr.net, ORCID: 0009-0000-0226-7102,
д.е.н., професор **Предун К.М.,**
31172@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2634-9310,
Кирпач В.І.,
kyrpach_vi-2024@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0008-5341-6866,
Дубенський О.М.,
alexandr.dubensky@gmail.com, ORCID: 0009-0005-5759-7789,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФУНКЦІОНАЛЬНО-СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ІНФРАСТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДТРИМКИ ІННОВАЦІЙ НА БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

У сучасних умовах будівельна галузь стикається з потребою системного впровадження інновацій, які визначають конкурентоспроможність підприємств на ринку. Проте ефективність інноваційної діяльності залежить не лише від окремих рішень чи технологій, а й від здатності підприємства формувати цілісну інфраструктуру підтримки інновацій. Її елементи виконують ключові функції – від забезпечення ресурсами та фінансами до організації знаннєвих потоків і цифрових комунікацій.

Функціонально-структурний підхід ґрунтується на інтеграції двох аспектів: функціонального, що відображає цілі, завдання та дії окремих елементів, і структурного, який показує їх організаційне розташування, взаємодію та рівень інтеграції в систему управління підприємством. Застосування цього підходу у сфері будівництва дозволяє виявити сильні та слабкі сторони інноваційної інфраструктури, визначити критичні точки для вдосконалення та розробити ефективні моделі її розвитку.

Ключові слова: інновації інфраструктура; будівельні підприємства; функціонально-структурний аналіз; організаційні елементи; цифрова економіка; розвиток; конкурентоспроможність.

Постановка проблеми: Розвиток інновацій у будівельній сфері відбувається у складних умовах, коли поєднуються високий рівень конкуренції, динамічність ринкового середовища та обмеженість ресурсів. У таких умовах ефективність діяльності підприємств визначається не лише наявністю окремих технологічних рішень, а й створенням комплексної системи інфраструктурної підтримки інновацій. Проте на практиці така система часто є фрагментарною:

окремі її елементи функціонують автономно, що знижує загальну результативність і ускладнює управління інноваційними процесами.

Метою статті є обґрунтування теоретичних основ функціонально-структурного аналізу інфраструктурних елементів підтримки інновацій у будівельних підприємствах. Завданням є визначення ключових функцій та взаємозв'язків між складовими інноваційної інфраструктури, оцінка їхнього впливу на інноваційну спроможність компанії та розробка підходів до оптимізації організаційної структури. Автори прагнуть показати, що системний аналіз дозволяє сформувати стратегії розвитку, орієнтовані на ефективну інтеграцію кадрових, технологічних та інформаційних ресурсів у єдину інноваційну екосистему підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження у сфері управління інноваціями та інфраструктурою підприємств охоплюють широкий спектр питань – від аналізу окремих технологічних рішень до вивчення організаційних моделей підтримки інновацій. Значна увага приділяється інфраструктурним складовим, які забезпечують інтеграцію ресурсів і координацію процесів, адже саме вони визначають здатність підприємства до впровадження нововведень. У працях сучасних дослідників підкреслюється, що ефективна інноваційна інфраструктура має включати не лише фінансові та технічні ресурси, а й кадрові та інформаційні системи, здатні забезпечити обмін знаннями й формування інноваційної культури. Використання цифрових платформ, кластерних моделей і партнерських екосистем визначається як ключовий інструмент зміцнення інноваційної спроможності підприємств.

Виклад основного матеріалу: У сучасному будівельному середовищі питання інфраструктурного забезпечення інновацій на підприємствах виходить за межі класичного трактування матеріально-технічної бази. Інфраструктура сьогодні — це не лише фізичне середовище (виробничі потужності, логістичні центри, інженерні мережі), але й функціональні платформи, які сприяють генерації, адаптації, впровадженню та масштабуванню інновацій. Функціонально-структурний аналіз таких елементів дає змогу системно дослідити, які з них є найбільш критичними для інноваційного розвитку і як їхня взаємодія формує комплексну підтримку інноваційного середовища в будівельному бізнесі.

Структурно інфраструктура інноваційної підтримки поділяється на внутрішні та зовнішні елементи. Внутрішні — це ті, що належать підприємству (лабораторії, локальні цифрові платформи, виробничі лінії, інжиніринг-центри), а зовнішні — це партнерські й інституційні інструменти (доступ до хмарних технологій, R&D-кластери, державні програми інноваційного сприяння, консалтингові компанії) [1].

Значущим є також розмежування інфраструктурної підтримки за ступенем її впливу на різні етапи інноваційного процесу: від генерування ідей до комерціалізації рішень. Деякі елементи орієнтовані на ранні фази, інші — на впровадження, треті — на масштабування [2].

Для кожної функціональної зони характерні свої специфічні інструменти підтримки інновацій, що мають як фізичне, так і цифрове втілення. Наприклад, впровадження ERP-системи в управлінську зону забезпечує автоматизацію процесів закупівель, управління персоналом і контролю витрат, водночас створюючи основу для інноваційного планування. У технічній зоні 3D-друк дозволяє скоротити витрати часу та матеріалів, а в аналітичній – використання IoT-модулів забезпечує онлайн-моніторинг стану конструкцій у режимі реального часу.

Поняття «функціонально-структурний аналіз інфраструктурних елементів» будівельного підприємства передбачає вивчення функцій, які виконують окремі інфраструктурні компоненти (виробничі потужності, логістичні об’єкти, інформаційно-аналітичні системи), у взаємозв’язку з їх місцем у загальній структурі підприємства. [3].

На ранніх етапах становлення інфраструктурної аналітики в будівництві, зокрема в роботах українського науковця Андрія Іщенка [4], інфраструктура розглядалася переважно з позиції технічної забезпеченості, з акцентом на техніко-економічну класифікацію об’єктів підтримки.

У 2010-х роках концепція зазнала розвитку завдяки роботам Марії Мних та її співавторів, які вивчали інноваційний розвиток будівельних підприємств через призму інфраструктурних моделей підтримки [5].

З європейських авторів значну роль відіграли праці Christoph Müller із Технічного університету Мюнхена, який у дослідженні “Infrastructure for innovation in construction firms: Structural and operational perspectives” (Journal of Construction Innovation, 2016) пропонував модель поділу інфраструктурних ресурсів на «core infrastructure» та «enabling infrastructure» [6].

У сучасних підходах акцент зміщено на взаємодію функцій інфраструктурних елементів з інноваційними цілями підприємства. Наприклад, Олександр Яцишин у монографії «Системний аналіз інфраструктури будівельних підприємств» (ІТУ, 2020) розглядає багаторівневу модель інфраструктури, що включає організаційні, інформаційні, виробничі та партнерські підсистеми [7]. Для кращого розуміння сучасної інтерпретації функціонально-структурного аналізу інфраструктури будівельного підприємства, нижче представлено рисунок 1.

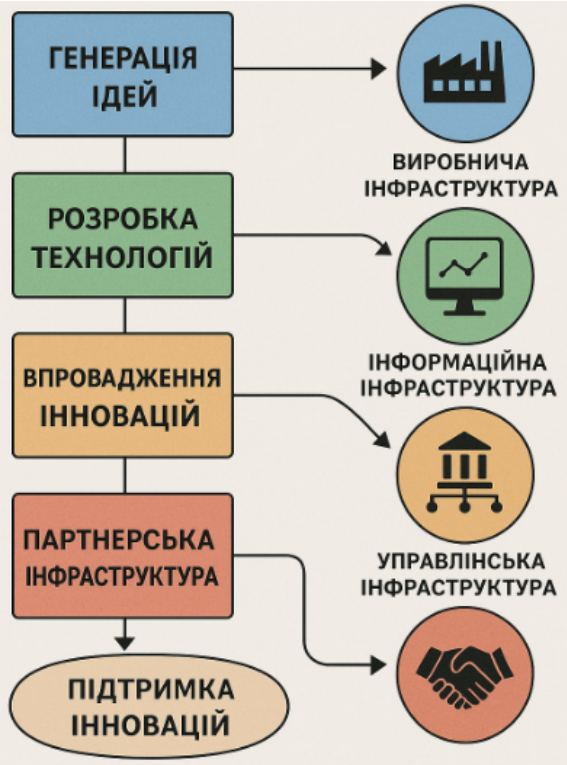


Рис. 1. Функціонально-структурний аналіз інфраструктурних елементів
(розроблено авторами на основі [7])

Формування інноваційного потенціалу будівельного підприємства неможливе без належного функціонального розподілу й координації інфраструктурних елементів. Під функціональними зонами в інфраструктурному контексті розуміють сукупності взаємопов'язаних ресурсів, платформ, систем та процесів, які забезпечують виконання ключових завдань підприємства в логіці підтримки інновацій: від ідеації до реалізації нових технологій на практиці. Ці зони не лише забезпечують матеріально-технічну базу, але й формують організаційне середовище для трансформаційних змін.

Основна складність полягає у тому, що кожна зона не функціонує автономно. Їхня результативність залежить від ступеня взаємодії, спільного доступу до даних, координації процесів, та інтеграції в загальну організаційно-технологічну архітектуру [8].

Найбільш ефективною вважається модель, в якій функціональні зони поєднані у фреймворк єдиного інформаційного та технологічного середовища. Тут взаємозв'язки не є лінійними — вони багатовекторні, гнучкі та адаптивні до змін ринку або технологічного ландшафту. Такі підприємства можуть масштабувати інновації без втрат координації чи ресурсної неузгодженості. Для демонстрації функціональних зон інфраструктури та характеру їхньої взаємодії представлено рисунок 2, яка візуалізує як прямі потоки (логістичні, дані, технології), так і зворотні зв'язки між елементами [9].



Рис. 2. Взаємозв'язок функціональних зон інфраструктури будівельного підприємства в контексті підтримки інноваційної діяльності
(розроблено авторами на основі [9])

Продовжуючи розгляд теми після наведеної інфографіки, слід акцентувати увагу на практичній значущості узгодженої роботи функціональних зон інфраструктури для забезпечення безперервного інноваційного циклу. Як видно зі схеми, кожна зона не лише виконує свою окрему роль, але й перебуває у динамічній взаємодії з іншими — що особливо важливо в умовах проєктної діяльності будівельних підприємств, де ключовими є терміни, точність та адаптивність [10].

Цілісне бачення функціонально-структурної організації інфраструктури дозволяє не лише забезпечити інноваційність у вузькому технологічному сенсі, але й створити ефективну модель операційної та стратегічної взаємодії [11]. Реалізація інноваційних трансформацій на будівельному підприємстві — це складний процес, що вимагає не лише наявності нових технологій, а й ефективної інфраструктурної підтримки [12].

Щоб глибше зрозуміти особливості взаємодії між внутрішніми та зовнішніми інфраструктурними елементами, доцільно класифікувати їх за функціональним навантаженням, типом прикладного застосування та впливом на етапи інноваційної трансформації. У таблиці 1, яка знаходиться нижче, представлено ключові характеристики цих двох типів інфраструктури, що дозволяє виявити їхні сильні сторони, обмеження та потенціал для синергії в межах будівельного підприємства.

Таблиця 1.

Порівняння впливу внутрішніх і зовнішніх інфраструктурних елементів на інноваційні трансформації *(розроблено авторами на основі [12])*

Тип інфраструктури	Основні функції	Приклади елементів	Вплив на трансформацію
Внутрішня	Генерація, адаптація, операціоналізація	BIM-системи, внутрішній R&D, ERP, навчальні центри	Гнучкість, адаптивність, контроль над процесами
Зовнішня	Розширення можливостей, доступ до ресурсів	Платформи технологічного трансферу, кластери, фінансування	Швидкість масштабування, зниження бар'єрів входу

Ключем до ефективної інноваційної трансформації є інтеграція внутрішніх і зовнішніх елементів в єдину систему. Наприклад, внутрішні аналітичні системи можуть бути пов’язані API з зовнішніми нормативними базами або регуляторними інструментами, що забезпечує актуалізацію даних у режимі реального часу [13]. Щоб відобразити взаємозв’язок внутрішніх і зовнішніх інфраструктурних елементів та їхній комбінований вплив на інноваційні трансформації, нижче представлений рисунок 3.

Інноваційна трансформація будівельного підприємства є багаторівневим процесом, який не може ефективно реалізовуватись ізольовано. Синергія зовнішніх джерел підтримки (кластерів, центрів трансферу технологій, фінансових інструментів) з внутрішніми цифровими та управлінськими системами дозволяє прискорити адаптацію інновацій, знизити витрати на розробку і протестувати нові рішення в безпечному середовищі [13].

У практиці будівельної галузі спостерігається типовий сценарій: технологія є, але інфраструктура до неї — ні. Наприклад, компанія закуповує систему лазерного сканування для об'єктів, але не має технічного персоналу для її обслуговування, налаштування внутрішніх серверів або аналітичної платформи для обробки даних. Ще одним критичним викликом є несумісність зовнішніх інфраструктурних рішень із внутрішньою архітектурою підприємства [14].

Для подолання таких бар’єрів необхідне впровадження адаптивних стратегій нейтралізації, орієнтованих на гнучке управління ризиками. Серед них: розгортання мікросервісної архітектури для IT, використання мультифункціональних цифрових платформ, делегування повноважень на рівень проєктних команд, створення «внутрішніх інноваційних агентств» на підприємствах. Рисунок 4 демонструє типову архітектуру ризиків і бар’єрів, які виникають при невідповідності інфраструктури інноваційним цілям.



Рис. 3. Взаємодія внутрішніх і зовнішніх інфраструктурних елементів у процесі інноваційної трансформації будівельного підприємства
(розроблено авторами на основі [12])



Рис. 4. Типи проблем невідповідності інфраструктури інноваційним цілям та стратегії їх нейтралізації у будівельній сфері *(розроблено авторами на основі [14])*

Література

1. Іщенко А.М. «Технологічна інфраструктура у промисловому будівництві». – Київ: Ліра-К, 2002

2. Мних М.М. «Організаційна інфраструктура інноваційного розвитку підприємств: теорія та методологія». – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2015

3. Ватченко О.Б., Ватченко Б.С., Черевко О.Л. Інноваційний розвиток підприємства : навч. посібник. – Дніпро : Акцент ПП, 2017. – 404 с. ISBN 978-966-921-108-8

4. Іщенко, А. "Інфраструктурна аналітика в будівництві: методологія та техніко-економічні аспекти". – Київ: Видавництво "Будівельний світ", 2009. – 320 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.building-world.com

5. Мних, М., Іванов, С. "Інноваційний розвиток будівельних підприємств через призму інфраструктурних моделей підтримки". – Журнал "Будівельний менеджмент", 2015. – № 3. – С. 112–126. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.building-management.com

6. Müller, C. "Infrastructure for Innovation in Construction Firms: Structural and Operational Perspectives". – Journal of Construction Innovation, 2016. – Vol. 16(2). – P. 234–250. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.cejournal.com/infrastructure-for-innovation

7. Porter, M.E., & Heppelmann, J. E. "How Smart, Connected Products Are Transforming Competition". – Harvard Business Review, 2014. – Vol. 92(11). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition.

8. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers". – Book. – Hoboken: Wiley, 2018. – 704 p. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.wiley.com/en-us/BIM+Handbook-p-9781119287568:content Reference[oaicite:3]{index=3}.

9. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. "The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies". – Book. – New York: W.W. Norton & Company, 2014. – 320 p. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://wwnorton.com/books/9780393239355:content Reference oaicite:4]{index=4}.

10. Чуприна Ю.А. Аналіз систем прийняття економіко–управлінських рішень бізнес–портфеля підприємства / Ю.А. Чуприна, О.С. Болебрух, А.Є. Ровенський, А.Є. Деркач, Д.А. Гуляєв // Формування ринкових відносин в

Україні. - 2021. - № 1. - С. 64-72. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2021_1_10.

11. Rahman, H., & Rahman, A. "Building a Sustainable Information Infrastructure for Construction: A Process-Oriented Perspective". – International Journal of Project Management, 2016. – Vol. 34(7). – P. 1393–1405. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.04.001:contentReference[oaicite:1]{index=1}.

12. Coase, R.H. "The Nature of the Firm". – Economica, 1937. – Vol. 4(16). – P. 386–405. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.jstor.org/stable/2626876:contentReference[oaicite:2]{index=2}.

13. Бізнес, інновації і підприємництво: відповідь на "економічні шоки" та глобальні виклики: зб. матеріалів І Всеукр. студентської наук.-практ. конф. 11 березня 2020 р. – К., 2020. – 456 с.

14. Хоменко , О. ., Петренко , Г., Рижакова , Г., Петруха , Н., Чуприна , Ю., Малихіна , О. , & Кушнір , О. (2022). Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. Управління розвитком складних систем, (52), 113–125

Bidenko Dmytro,
Predun Kostyantyn,
Kyrpach Vyacheslav,
Dubenskyi Oleksandr,
Kyiv National University of Construction and Architecture

FUNCTIONAL-STRUCTURAL ANALYSIS OF INFRASTRUCTURAL ELEMENTS FOR SUPPORTING INNOVATION IN CONSTRUCTION ENTERPRISES

In the modern context, the construction industry faces the urgent need for the systematic implementation of innovations that determine the competitiveness of enterprises in the market. However, the effectiveness of innovative activity depends not only on individual solutions or technologies but also on the enterprise’s ability to establish a comprehensive infrastructure for supporting innovation. Its elements perform key functions – from providing resources and financing to organizing knowledge flows and digital communications.

The functional-structural approach is based on the integration of two aspects: the functional, which reflects the goals, tasks, and activities of individual elements;

and the structural, which shows their organizational arrangement, interactions, and level of integration within the enterprise's management system. The application of this approach in the construction sector allows for the identification of strengths and weaknesses of the innovation infrastructure, the determination of critical points for improvement, and the development of effective models for its advancement.

Keywords: innovation; infrastructure; construction enterprises; functional-structural analysis; organizational elements; digital economy; development; competitiveness.

REFERENCES

1. Ishchenko, A.M. Technological Infrastructure in Industrial Construction. Kyiv: Lira-K, 2002. {in Ukrainian}

2. Mnykh, M.M. Organizational Infrastructure of Innovative Development of Enterprises: Theory and Practice. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, 2015. {in Ukrainian}

3. Vatchenko, O.B., Vatchenko, B.S., & Cherevko, O.L. Innovative Development of the Enterprise: Textbook. Dnipro: Aktsent PP, 2017. 404 p. ISBN 978-966-921-108-8. {in Ukrainian}

4. Ishchenko, A. Infrastructure Analytics in Construction: Methodology and Technical-Economic Aspects. Kyiv: Building World Publishing, 2009. 320 p. [Electronic resource]. Access mode: https://www.building-world.com. {in Ukrainian}

5. Mnykh, M., & Ivanov, S. Innovative Development of Construction Enterprises through the Lens of Infrastructural Support Models. Building Management Journal, 2015, 3, 112–126. [Electronic resource]. Access mode: https://www.building-management.com.{in Ukrainian}

6. Müller, C. Infrastructure for Innovation in Construction Firms: Structural and Operational Perspectives. Journal of Construction Innovation, 2016, 16(2), 234–250. [Electronic resource]. Access mode: https://www.cejournal.com/infrastructure-for-innovation. {in English}

7. Porter, M.E., & Heppelmann, J.E. How Smart, Connected Products Are Transforming Competition. Harvard Business Review, 2014, 92(11). [Electronic resource]. Access mode: https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition. {in English}

8. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. Hoboken: Wiley, 2018. 704 p. [Electronic resource]. Access mode: https://www.wiley.com/en-us/BIM+Handbook-p-9781119287568. {in English}

9. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W.W. Norton & Company, 2014. - 320 p. [Electronic resource]. Access mode: https://wwnorton.com/books/9780393239355. {in English}

10. Chupryna, Yu.A., Bolebrukh, O.S., Rovenskyi, A.Ye., Derkach, A.Ye., & Huliaiev, D.A. Analysis of Systems for Making Economic and Managerial Decisions of an Enterprise's Business Portfolio. Formation of Market Relations in Ukraine, 2021, 1, 64–72. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/frvu_2021_1_10. {in Ukrainian}

11. Rahman, H., & Rahman, A. Building a Sustainable Information Infrastructure for Construction: A Process-Oriented Perspective. International Journal of Project Management, 2016, 34(7), 1393–1405. [Electronic resource]. Access mode: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.04.001. {in Ukrainian}

12. Coase, R.H. The Nature of the Firm. Economica, 1937, 4(16), 386–405. [Electronic resource]. Access mode: https://www.jstor.org/stable/2626876. {in English}

13. Business, Innovation and Entrepreneurship: Response to "Economic Shocks" and Global Challenges. Proceedings of the First All-Ukrainian Student Scientific-Practical Conference, March 11, 2020. Kyiv, 2020. 456 p. {in Ukrainian}

14. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, H., Petruha, N., Chupryna, Yu., Malykhina, O., & Kushnir, O. (2022). Modern Tools and Software Products for Managing Construction Organizations in the Context of Management Systems Transformation. Management of Complex Systems Development, 52, 113–125. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.319-329
УДК: 338.45:69.003.13

Микитченко Б.М.,
bmikitchenko@gmail.com, ORCID: 0009-0002-5186-6210,
к.е.н., доцент **Петруха Н.М.,**
petrukha.nm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3805-2215,
Гроголь В.Я.,
cosmotrade@krasa.kiev.ua, ORCID: 0009-0007-7642-4132,
Мовчан М.М.,
mihailmovchan@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1631-4440,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СТРАТЕГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ТА МЕХАНІЗМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ДЕВЕЛОПЕРСЬКИХ КОМПАНІЙ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ РИНКУ

У сучасних умовах нестабільності ринку будівельна галузь стає надзвичайно чутливою до впливу макроекономічних, політичних та соціальних факторів, що безпосередньо позначається на стійкості девелоперських компаній. Економічна стійкість є багатогранним явищем, що поєднує фінансову стабільність, здатність протидіяти ризикам, адаптуватися до зовнішніх коливань і водночас забезпечувати сталий розвиток. В умовах високих темпів інфляції, обмеженого доступу до фінансових ресурсів та зростання конкуренції особливої ваги набуває застосування стратегічного інструментарію, що дозволяє не тільки оптимізувати ресурси, але й прогнозувати зміни кон'юнктури ринку. Такий інструментарій включає економіко-аналітичні моделі, методи стратегічного планування, цифрові інструменти прогнозування, а також механізми управління інвестиційними потоками та ризиками.

Ключові слова: девелоперські компанії; економічна стійкість; стратегічний інструментарій; ризики; інвестиції; цифрові технології; управління; конкурентоспроможність.

Постановка проблеми: Нестабільність ринку, що зумовлена глобальними економічними кризами, локальними коливаннями валютних курсів, інфляційними процесами та політичною невизначеністю, суттєво впливає на девелоперські компанії. Будівельний сектор характеризується високою капіталомісткістю, залежністю від кредитних ресурсів і тривалим інвестиційним циклом, що робить його особливо вразливим до зовнішніх шоків. Традиційні методи управління, які спираються лише на фінансовий

аналіз і короткострокові прогнози, не забезпечують достатньої гнучкості та здатності реагувати на динаміку сучасного ринку. У таких умовах виникає потреба у створенні комплексного стратегічного інструментарію, який дозволяє забезпечити стійкість компаній до ризиків, зберігати фінансову стабільність і формувати умови для довгострокового розвитку. Проблема полягає у недостатній інтеграції інноваційних та цифрових підходів у систему стратегічного управління девелоперськими компаніями.

Мета статті полягає у розробці та обґрунтуванні стратегічних інструментів і механізмів, спрямованих на підвищення економічної стійкості девелоперських компаній в умовах нестабільності ринку. Зокрема, увагу зосереджено на аналізі впливу сучасних викликів на діяльність підприємств, виявленні ефективних управлінських рішень та розробці моделей, що інтегрують економічні, організаційні й цифрові підходи до забезпечення стабільності та конкурентоспроможності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Наукові праці останніх років активно висвітлюють проблематику економічної стійкості підприємств у нестабільних умовах ринку. Значна увага приділяється аналізу впливу ризиків, розробці моделей оцінювання стійкості та методів диверсифікації інвестиційного портфеля. У літературі підкреслюється важливість впровадження інструментів стратегічного планування, які враховують багатосценарні підходи та дозволяють прогнозувати можливі коливання ринку. Дослідження також акцентують на ролі цифрових технологій, зокрема ERP-систем, BIM-технологій та систем Business Intelligence, у забезпеченні оперативного моніторингу показників і формуванні обґрунтованих управлінських рішень. Водночас наголошується, що надмірна залежність від фінансових метрик є недостатньою для всебічного аналізу стійкості, оскільки не враховує соціальних, організаційних та інноваційних факторів.

Виклад основного матеріалу: У сучасних умовах глобальної економічної нестабільності, що характеризується високою волатильністю валютних курсів, порушеннями логістичних ланцюгів, інфляційними ризиками та зростанням геополітичної напруженості, девелоперські компанії стикаються з серйозними викликами щодо забезпечення своєї економічної стійкості. Це поняття, яке за своєю суттю охоплює здатність компанії адаптуватися до зовнішніх шоків без істотної втрати фінансової, інвестиційної та репутаційної стабільності, перетворюється на пріоритетну ціль стратегічного управління. Саме в цьому контексті особливого значення набувають стратегічні підходи, які дозволяють компаніям не лише реагувати на загрози, а й використовувати нестабільність ринку як джерело нових можливостей.

Одним із фундаментальних стратегічних підходів є адаптивна стратегія, суть якої полягає в постійній готовності змінювати внутрішні бізнес-процеси, проєктні орієнтири та управлінські моделі відповідно до динаміки зовнішнього середовища. Такий підхід формується на ідеях динамічного капіталу, запропонованих Тізом та Хелпелманом, де компанія розглядається як система, що постійно формує і оновлює свої стратегічні ресурси. У девелопменті це проявляється у формуванні портфеля проєктів із різними рівнями ризику, гнучкому підході до партнерства з підрядниками, перегляді продуктових ліній відповідно до тенденцій ринку нерухомості. Наприклад, у періоди економічного спаду компанії можуть змінювати акцент із комерційного будівництва на житлове соціального спрямування, а також активізувати участь у державно-приватному партнерстві (ДПП), що дозволяє залучити додаткові фінансові та репутаційні ресурси [1].

Не менш важливою є стратегія гнучкого позиціонування, яка дозволяє девелоперській компанії не прив'язуватися жорстко до певного сегмента ринку, а формувати багаторівневу структуру бренду, яка може бути адаптована до змін у споживчому попиті. Наприклад, такі компанії як Skanska або українська KAN Development демонструють практики зміни цільового профілю проєктів на ранніх стадіях будівництва відповідно до сигналів ринку, що надходять з аналітичних відділів або CRM-систем.

З іншого боку, ефективність стратегічного управління в девелопменті значною мірою залежить від здатності компанії інтегрувати методи стратегічного аналізу ризиків. Поширеним підходом є комбінація SWOT-аналізу з оцінкою «силових полів» ринку (Force Field Analysis), що дозволяє структурувати як внутрішні переваги та обмеження компанії, так і зовнішні виклики та можливості. Але сучасні девелопери дедалі частіше звертаються до більш глибоких моделей, зокрема до концепції Real Options Analysis (ROA), що дозволяє стратегічно оцінювати альтернативи розвитку проєкту як «опціони», з врахуванням ризиків та ймовірностей їх реалізації. Це особливо важливо в умовах непередбачуваності макроекономічних змін, коли девелопер зобов'язаний приймати рішення в умовах обмеженої інформації [2]. Нижче подано таблицю 1, що характеризує ключові стратегічні підходи, які застосовуються для підвищення економічної стійкості в умовах нестабільного ринку.

Застосування стратегічного підходу через побудову мережевих альянсів — ще один важливий напрям підвищення стійкості. Синергія, що виникає внаслідок таких альянсів, дозволяє компенсувати коливання ринку, скорочувати витрати на окремих етапах реалізації проєктів і виводити нові продукти з підвищеною швидкістю [3].

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика стратегічних підходів до підвищення економічної стійкості девелоперських компаній *(розроблено авторами на основі [2])*

Назва стратегічного підходу	Основна суть	Ключові елементи реалізації	Приклад впровадження
Адаптивна стратегія	Гнучка трансформація внутрішніх процесів у відповідь на зміну зовнішнього середовища.	Формування портфеля проєктів з різними рівнями ризику; зміна ринкових пріоритетів; активізація участі в ДПП.	Перехід з комерційного на соціальне будівництво під час кризового періоду.
Стратегія гнучкого позиціонування	Здатність перебудовувати цільові сегменти відповідно до ринкової динаміки.	Побудова багаторівневої брендової архітектури; використання CRM- та BI-систем для адаптації маркетингової політики та позиціонування проєктів.	KAN Development адаптує проєктну орієнтацію згідно з аналітичними даними попиту.
Стратегія інтегрованого аналізу ризиків	Стратегічна оцінка альтернатив з урахуванням ризиків та їхніх імовірностей.	Комбінація SWOT і Force Field Analysis; застосування Real Options Analysis для прийняття рішень в умовах невизначеності.	Використання ROA для визначення доцільності інвестицій у проєкти з високим ризиком (наприклад, нові ринкові ніші).

Ще одним елементом стратегічної парадигми є перехід до використання ESG-підходів, його застосування стратегічного дозволяє девелоперським компаніям не лише формувати позитивний образ у суспільстві та серед інвесторів, а й знижувати ризики, пов’язані з екологічними нормативами, протестними настроями або неефективним управлінням ресурсами [4]. Наведений рисунок 1 відображає умовну оцінку ефективності кожної стратегії в межах загальної моделі стратегічного управління.

Стратегічне управління у сфері девелопменту за умов нестабільного ринку неможливо уявити без глибокого аналітичного інструментарію, що дозволяє ідентифікувати, класифікувати, оцінювати та прогнозувати ризики. Економічна ефективність девелоперських проєктів прямо залежить від здатності компанії бачити й аналізувати потенційні загрози задовго до їхнього прояву у вигляді фінансових втрат або юридичних наслідків [5].

У сучасному девелопменті ключову роль відіграє побудова системи ризик-менеджменту, яка інтегрується у всі рівні управлінської структури.

Йдеться не тільки про формальну наявність аналітичного відділу чи ризик-офіцера, а про вбудовану логіку аналітики ризиків у процес прийняття рішень на стратегічному, тактичному та оперативному рівнях.

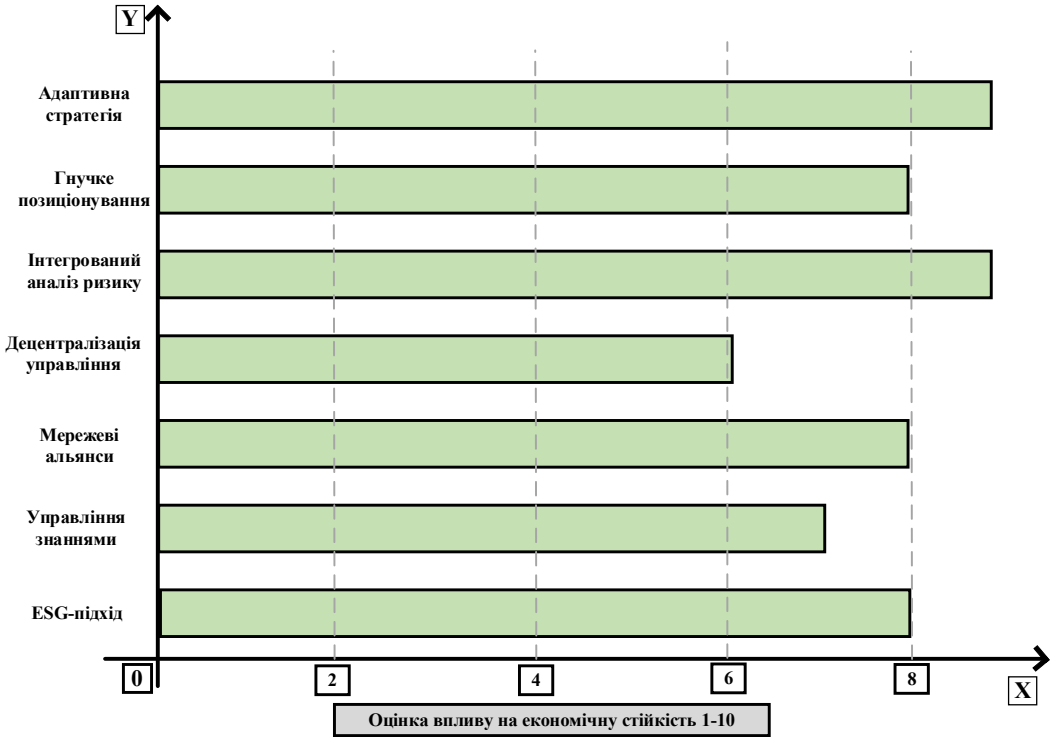


Рис.1. Стратегічні підходи до підвищення економічної стійкості девелоперських компаній *(розроблено авторами на основі [4])*

Серед традиційних, але водночас актуальних методів, слід виділити PESTEL-аналіз, який дозволяє систематизувати зовнішнє середовище девелоперського бізнесу за політичними, економічними, соціальними, технологічними, екологічними та правовими чинниками. У поєднанні з SWOT-аналізом він забезпечує не тільки виявлення сильних і слабких сторін компанії, але й можливостей і загроз зовнішнього середовища, які можуть трансформуватися у ризики. Наприклад, у нестабільних економічних умовах навіть незначна зміна облікової ставки НБУ може мати значний вплив на вартість залучених коштів і таким чином підвищити рівень ризику у фінансовій структурі проєкту [6].

У випадках, коли потрібно не лише виявити ризик, а й прорахувати наслідки його реалізації, надзвичайно корисним є метод FMEA (Failure Modes and Effects Analysis). Серед сучасних підходів до стратегічного оцінювання ризиків варто виділити сценарний аналіз, який базується на побудові декількох варіантів розвитку подій залежно від ключових макро- та мікрофакторів. Застосування сценарного аналізу в девелопменті дозволяє, наприклад, оцінити

варіанти зміни вартості квадратного метра у разі коливань курсу гривні, або передбачити вплив воєнного ризику на попит у певному регіоні [7].

У практиці девелоперських компаній з високим рівнем цифрової трансформації доцільним є використання інструментів Business Intelligence (BI), зокрема Power BI або Tableau, для візуалізації ризиків у форматі інтерактивних аналітичних панелей. Такі панелі дозволяють не лише бачити загальні тренди, а й відслідковувати в реальному часі ключові індикатори ризику (Key Risk Indicators), які формуються на основі даних ERP-систем, CRM, бухгалтерських звітів, контрактних відносин та зовнішніх аналітичних сервісів.

Інформаційні ризики, пов'язані з втратою даних або витоком конфіденційної інформації, вимагають специфічного підходу. У цьому напрямі дедалі більшого поширення набувають технології машинного навчання та штучного інтелекту для оцінювання потенційно ризикових транзакцій, пошуку аномалій у фінансових потоках або моніторингу репутаційних ризиків у відкритих джерелах. Для наочної демонстрації взаємозв'язку між ключовими стратегічними інструментами управління ризиками, знаннями, ресурсами та партнерствами, нижче подано рисунок 2, який ілюструє інтегровану систему стратегічної резильєнтності девелоперських компаній.

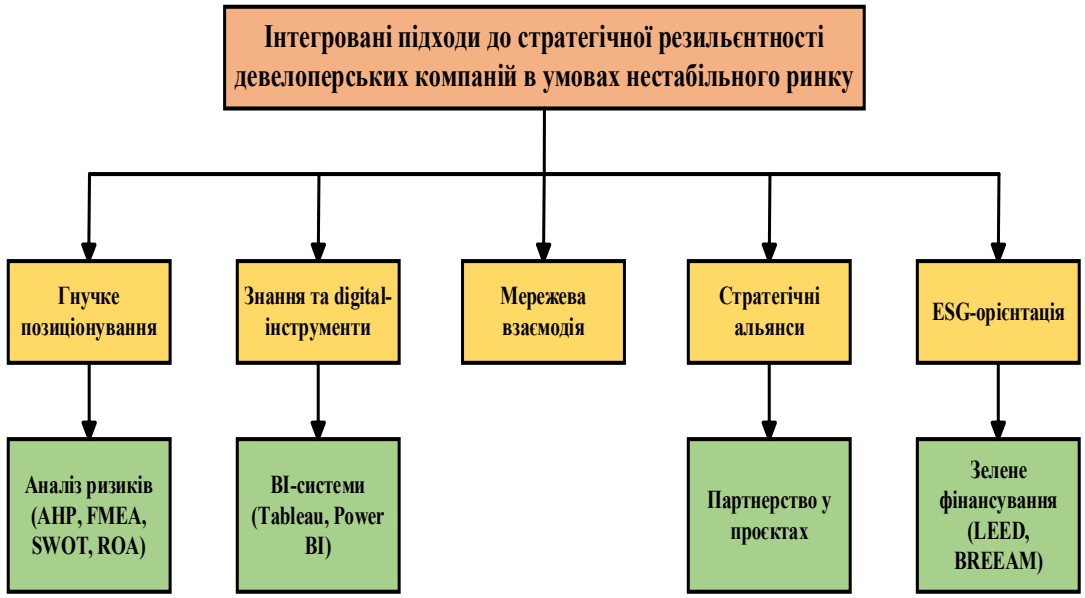


Рис. 2. Інтегрована система стратегічної резильєнтності девелоперських компаній в умовах нестабільного ринку *(розроблено авторами на основі [7])*

Варто окремо зазначити роль таких інструментів, як heat maps (теплові карти ризиків), які дозволяють наочно представити матрицю ризиків за двома параметрами — ймовірністю та наслідками. Теплова карта дає змогу швидко визначити «гарячі зони», де ризики потребують негайної реакції, і «холодні зони», де моніторинг може бути менш інтенсивним.

І нарешті, на стратегічному рівні аналітика ризиків стає частиною системи управління знаннями. Компанії з великою кількістю проєктів формують внутрішні кейс-бази з описом реалізованих ризиків, їх джерел, способів реагування та наслідків. Такі кейси стають основою для навчання персоналу, вдосконалення внутрішніх процедур та адаптації стратегій до нових реалій [8].

Фінансова стабільність девелоперської компанії, а відповідно і її здатність реалізовувати стратегічні цілі, значною мірою залежить від контролю над грошовими потоками та рівнем рентабельності проєктів, які вона реалізує. У будівельному секторі, де інвестиційний цикл часто розтягнутий у часі, а залежність від зовнішніх джерел фінансування є високою, правильна побудова фінансово-економічних механізмів має вирішальне значення для збереження економічної стійкості в умовах ринкових коливань.

Одним із базових механізмів є стратегія управління ліквідністю, яка передбачає створення гнучкої системи контролю за надходженнями і витратами грошових коштів у динаміці. Девелоперські проєкти, особливо багатофункціональні житлово-комерційні комплекси, характеризуються складною структурою касових потоків, яка потребує чіткого планування у короткостроковому, середньостроковому та довгостроковому горизонтах [9].

Зокрема, для проєктів з відтермінованим надходженням коштів (як-от розтермінування для покупців житла на етапі будівництва) застосовуються механізми дисконтування майбутніх потоків, що дозволяють оцінити реальну вартість активу в поточному моменті. Такий підхід є основою для прийняття інвестиційних рішень і визначення мінімально прийнятного рівня рентабельності. Застосовується також метод внутрішньої норми прибутковості (IRR), що дає змогу оцінити ефективність проєкту з урахуванням усіх очікуваних грошових потоків і вартості капіталу. У стратегічному управлінні девелоперськими проєктами аналітичні інструменти відіграють вирішальну роль, забезпечуючи виявлення, оцінку, моделювання та візуалізацію ризиків. Таблиця 3 демонструє найбільш ефективні підходи, що застосовуються у сучасному девелопменті.

У практиці розвинутих девелоперських компаній застосовується принцип натурального хеджування (natural hedging), це підкріплюється контрактною політикою з підрядниками, яка передбачає штрафи за невиконання термінів або обмеження на перегляд кошторису після затвердження проєктної документації. Використання деривативів у будівельній сфері менш поширене через складність доступу до таких інструментів на локальному ринку, але воно набуває популярності в міжнародних проєктах за участю іноземних фондів [10].

Таблиця 3.

Аналітичні інструменти управління ризиками в стратегічному девелопменті
(розроблено автором на основі [9])

Інструмент / Метод	Призначення	Практичний ефект
AHP	Ієрархічна оцінка ризиків	Встановлення пріоритетів
Сценарний аналіз	Альтернативні сценарії розвитку	Прогноз змін ринку
Метод Монте-Карло	Імітаційне моделювання	Ймовірнісний розподіл ризиків
BI-панелі	Візуалізація ризиків у реальному часі	Моніторинг та швидке реагування
AI/ML-аналіз	Виявлення аномалій і шахрайства	Автоматизований контроль ризиків
Ризиковий паспорт	Формалізований опис ризиків	Превентивне управління
Heat Map	Матриця ймовірності та наслідків	Візуалізація «гарячих точок»
Кейс-бази ризиків	Акумуляція досвіду	Стратегічна пам'ять і навчання

Управління рентабельністю нерозривно пов’язане з оптимізацією інвестиційного портфеля. Девелопер, як багатопроєктна структура, часто паралельно реалізує кілька об'єктів у різних сегментах ринку (економ, комфорт, преміум), що дозволяє збалансувати ризики і доходи. На стратегічному рівні це виражається в побудові портфельної моделі з урахуванням кореляції прибутковості проєктів і рівня ризику. В українській практиці це особливо важливо в умовах обмеженого доступу до кредитного ресурсу, коли девелопер змушений ретельно зважувати, в які об’єкти вкладати наявний власний капітал, а в які — залучати партнерське або зовнішнє фінансування.

Серед внутрішніх інструментів підвищення рентабельності слід назвати впровадження системи Activity-Based Costing (ABC), яка дозволяє точно розподіляти витрати за видами діяльності, а не лише за підрозділами чи об’єктами. Завдяки цьому стає можливим виявити «провальні» процеси, які генерують непропорційно високі витрати, і вчасно їх оптимізувати [11].

З метою візуалізації ефективності аналітичних інструментів у стратегічному девелопменті побудовано рисунок 3, який відображає співвідношення між ймовірністю їх застосування та впливом на економічну стійкість компанії. Це дозволяє швидко визначити пріоритетні інструменти для впровадження у ризик-менеджмент.

У межах такого підходу особливої уваги заслуговує інтеграція аналітичної та фінансової підсистем управління, які повинні працювати в режимі постійного обміну інформацією. Це дає змогу не лише оперативно реагувати на відхилення, а й завчасно коригувати інвестиційні та ресурсні стратегії відповідно до змін у макроекономічному та мікроринковому середовищі. Забезпечення фінансової стабільності компанії все більше залежить від її здатності створювати динамічні моделі управління, у яких

прогнозування фінансових ризиків поєднується з механізмами автоматизованої оцінки ефективності, що базуються на реальних цифрових даних із внутрішніх і зовнішніх джерел [12].

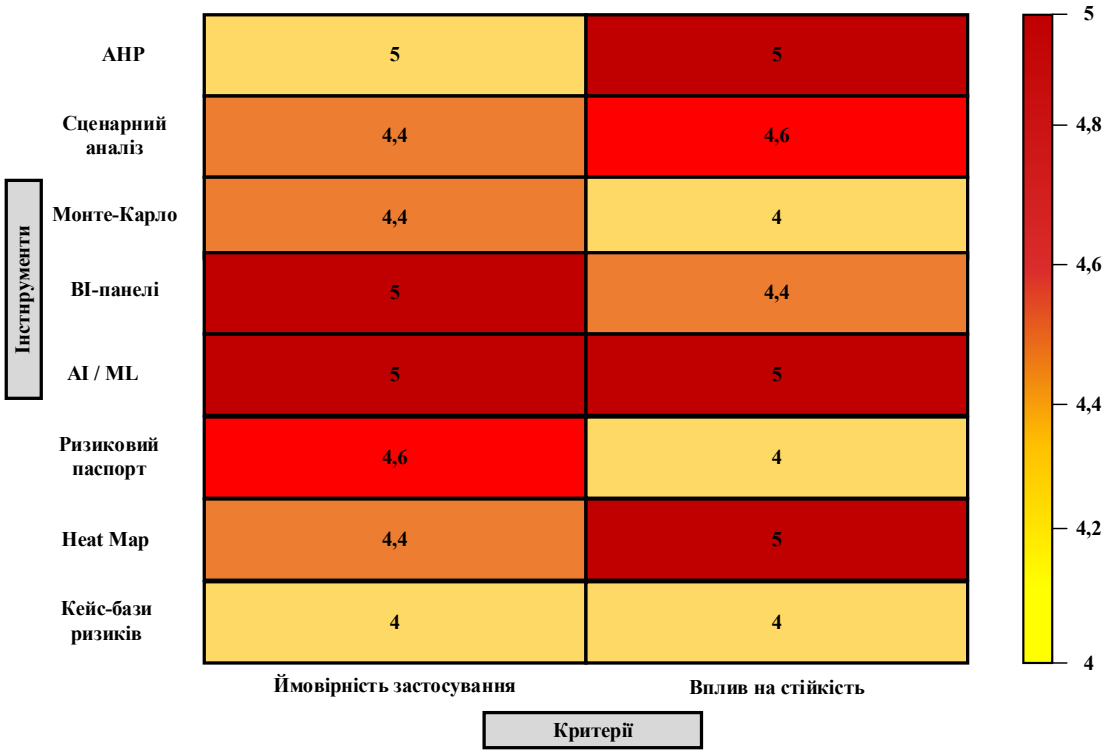


Рис.3. Оцінка аналітичних інструментів за ймовірністю застосування та впливом на стійкість *(розроблено авторами на основі [11])*

Література

1. Герасименко О.М. Ризик-орієнтоване управління економічною безпекою підприємства в умовах нестабільного середовища. – Київ: Університет «КРОК», 2021. – 210 с.

2. Абрамова І.М., Пєнська І.О. Особливості методологічного апарату дослідження фінансової стійкості підприємства // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва. – 2016. – № 1. – С. 163–168.

3. Базілінська О.Я., Панченко О.І. Фінансова стійкість у системі стратегічного управління підприємством // Проблеми економіки. – 2019. – № 1. – С. 89–94.

4. Басюк Т.П., Малінов В.А. Забезпечення фінансової стійкості підприємства в умовах нестабільного економічного середовища // Формування ринкових відносин в Україні. – 2016. – № 6. – С. 79–81.

5. Давиденко Н.М. Стратегія забезпечення фінансової стійкості підприємств в умовах сучасних викликів та загроз // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Економіка. – 2016. – Вип. 1(1). – С. 350–353.

6. Ю.А. Чуприна Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесно-орієнтованого менеджменту в сучасній системі будівельного девелопменту/ ГС Петренко, ІМ Гриненко, МЮ Ніколаєва, ВО Поколенко// Управління розвитком складних систем. – 2022. – № 48. – С. 175 – 187.(Збірник входить до наукометричних баз: Ulrichsweb (США), BASE (Німеччина), Index Copernicus

7. Гудзь Т.П. Теорія і методологія формування фінансової рівноваги підприємства: монографія. – Полтава: ПУЕТ, 2018. – 463 с.

8. Замкевич Б.М. Оцінювання і прогноз фінансової стійкості підприємства // Актуальні проблеми економіки. – 2016. – № 6. – С. 127–130.

9. Кальченко О. Теоретичні аспекти формування механізму управління фінансовою стійкістю підприємства // Проблеми і перспективи економіки та управління. – 2016. – № 2. – С. 320–326.

10. Капкайкіна Є.В. Забезпечення фінансової стійкості підприємств в Україні // Вісник ДДФА. Економічні науки. – 2014. – № 1. – С. 161–169.

11. П'ятницька Г Т., Найдюк В.С. Фінансова стійкість як базис для визначення стратегічного вектору інноваційного розвитку підприємства // Інвестиції: практика та досвід. – 2018. – № 4. – С. 7–16.

12. 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.

Mykytchenko Bohdan,
PhD in Economics, Associate Professor **Petrukha Nina.**
Hrohol Viktor,
Movchan Mykhailo,
Kyiv National University of Construction and Architecture

STRATEGIC TOOLS AND MECHANISMS FOR ENHANCING THE ECONOMIC RESILIENCE OF DEVELOPMENT COMPANIES IN A VOLATILE MARKET

In the current conditions of market instability, the construction sector has become extremely sensitive to the influence of macroeconomic, political, and social factors, which directly affect the resilience of development companies. Economic resilience is a multifaceted phenomenon that combines financial stability, the ability to counter risks, adapt to external fluctuations, and at the same time ensure sustainable growth. Under conditions of high inflation, limited access to financial resources, and growing competition, the application of strategic tools becomes especially important, as it enables not only the optimization of resources but also the forecasting of market trends. Such tools include economic and analytical models, methods of strategic planning, digital forecasting instruments, as well as mechanisms for managing investment flows and risks.

Keywords: development companies; economic resilience; strategic tools; risks; investments; digital technologies; management; competitiveness.

REFERENCES

1. Herasymenko, O.M. (2021). Risk-oriented management of enterprise economic security in an unstable environment. Kyiv: University "KROK". 210 p. {in Ukrainian}

2. Abramova, I.M., & Pienska, I.O. (2016). Features of the methodological apparatus for studying the financial stability of an enterprise. Problems and Prospects of Entrepreneurship Development, (1), 163–168. {in Ukrainian}

3. Bazilinska, O.Ya., & Panchenko, O.I. (2019). Financial stability in the system of strategic enterprise management. Problems of the Economy, (1), 89–94. {in Ukrainian}

4. Basiuk, T.P., & Malinov, V.A. (2016). Ensuring enterprise financial stability in an unstable economic environment. Formation of Market Relations in Ukraine, (6), 79–81. {in Ukrainian}

5. Davydenko, N.M. (2016). Strategy for ensuring enterprise financial stability in the face of modern challenges and threats. Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Economics, 1(1), 350–353. {in Ukrainian}

6. Chupryna, Yu.A., Petrenko, H.S., Hrynenko, I.M., Nikolaieva, M.Yu., & Pokolenko, V. O. (2022). Methodological regulation and analytical-information support of process-oriented management in the modern system of construction development. Management of Development of Complex Systems, (48), 175–187. (Indexed in Ulrichsweb {USA}, BASE {Germany}, Index Copernicus {Poland}).

7. Hudz, T.P. (2018). Theory and methodology of forming enterprise financial balance: Monograph. Poltava: PUET. 463 p. {in Ukrainian}

8. Zamkevych, B.M. (2016). Assessment and forecast of enterprise financial stability. Actual Problems of Economics, (6), 127–130. {in Ukrainian}

9. Kalchenko, O. (2016). Theoretical aspects of forming a mechanism for managing enterprise financial stability. Problems and Prospects of Economics and Management, (2), 320–326. {in Ukrainian}

10. Kapkaikina, Ye.V. (2014). Ensuring enterprise financial stability in Ukraine. Herald of DSEA. Economic Sciences, (1), 161–169. {in Ukrainian}

11. Piatnytska, H.T., & Naidiuk, V.S. (2018). Financial stability as a basis for defining the strategic vector of enterprise innovative development. Investments: Practice and Experience, (4), 7–16. {in Ukrainian}

12. Ishchenko, T., Chupryna, Y., & Pokolenko, V. (2018). The organization of biosphere compatibility construction: Justification of the predictors of building development and the implementation prospects. International Journal of Engineering and Technology (UAE), 7(3), 545–549. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.330-341
УДК 338.45:69:334.012.64

Мухін А.А.,
Anatoliimukhin@yahoo.com, ORCID: 0009-0005-8176-2852,
д.е.н., професор **Чуприна Х.М.,**
chupryna.khm@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0001-5518-3607,
Гега С.Ю.,
sergiy.escobar@gmail.com ORCID: 0009-0008-8192-9474,
Мовсесян А.С.,
sj36senja@gmail.com ORCID:0009-0000-9823-4208,
Київський національний університет будівництва і архітектури

КОНЦЕПТУАЛЬНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ІНСТИТУЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ КЛАСТЕРАМИ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ В КОНТЕКСТІ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Сучасний розвиток будівельної галузі характеризується високим рівнем складності організаційних процесів, інтеграцією різнорівневих учасників та необхідністю постійного забезпечення стійкості проєктних ініціатив в умовах ринкових коливань. У цих умовах важливого значення набуває формування інституційних моделей управління кластерами будівельної галузі, що здатні забезпечити синергію державних та приватних інтересів. Кластерна організація виробництва передбачає інтеграцію підприємств, наукових установ, інноваційних центрів, органів влади та інших стейкхолдерів задля досягнення спільної мети – підвищення конкурентоспроможності галузі, покращення якості продукції та зниження ризиків.

В умовах цифровізації, глобалізації та посилення конкуренції з боку міжнародних компаній будівельна галузь України стикається з необхідністю створення нових інституційних механізмів, які поєднують у собі гнучкість приватного бізнесу та стабілізуючу роль держави. Саме державно-приватне партнерство у поєднанні з кластерним управлінням дозволяє забезпечити не лише ефективне використання ресурсів, а й стимулювати інновації, створювати сприятливе інституційне середовище та залучати інвестиції. У такому форматі координація діяльності між різними учасниками зводиться не лише до розподілу ресурсів, а й до створення єдиної архітектури розвитку, що охоплює організаційні, фінансові, правові та соціальні аспекти.

Ключові слова: кластер; будівельна галузь; державно-приватне партнерство; інституційні моделі; інновації; конкурентоспроможність; управління; розвиток.

Постановка проблеми: Будівельна галузь України перебуває у стані постійних трансформацій, які зумовлені як внутрішніми факторами – потребою модернізації інфраструктури, дефіцитом фінансування та відставанням у сфері інновацій, так і зовнішніми – глобалізацією, конкуренцією з боку міжнародних корпорацій та інтеграційними процесами у світовій економіці. В цих умовах традиційні моделі управління будівельними підприємствами вже не забезпечують необхідної ефективності та стійкості. Особливої ваги набуває потреба у створенні кластерних структур, які б об'єднували зусилля приватних компаній, державних інституцій, наукових установ та громадських організацій. Однак питання полягає не лише у формуванні таких кластерів, а у виборі оптимальних інституційних моделей їхнього управління.

Складність полягає в тому, що вітчизняна будівельна галузь часто зіштовхується з браком прозорих механізмів розподілу ресурсів, нерівномірністю доступу до фінансування та недостатнім рівнем довіри між державними та приватними структурами.

Метою статті є визначення та обґрунтування концептуальних напрямів розвитку інституційних моделей управління кластерами будівельної галузі в умовах державно-приватного партнерства. Це завдання передбачає аналіз існуючих форм організації кластерних структур, виявлення проблемних аспектів їх функціонування та розробку пропозицій щодо оптимізації механізмів взаємодії між державою та бізнесом. Особливу увагу приділено пошуку ефективних інструментів інтеграції цифрових технологій у систему управління, а також методів формування прозорих механізмів розподілу ризиків і вигод. Очікуваним результатом є створення концептуальної основи, що дозволяє будівельним кластерам стати більш адаптивними до ринкових змін і водночас забезпечувати стратегічну стійкість галузі у довгостроковій перспективі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Наукова література останніх десятиліть засвідчує зростання інтересу до тематики кластерних моделей як інструментів підвищення ефективності економічних систем. Дослідження показують, що кластери здатні створювати синергійний ефект, об'єднуючи компанії, наукові установи, інвесторів та органи влади навколо спільної мети розвитку. При цьому особливу увагу приділяють пошуку інституційних механізмів, які забезпечують баланс інтересів між учасниками та формують ефективне середовище для партнерства. Серед сучасних тенденцій у цій сфері виділяють кілька ключових напрямів. По-перше, це розвиток державно-приватного партнерства, яке виступає як ефективний інструмент залучення додаткових ресурсів і розподілу ризиків. По-друге, активне впровадження цифрових технологій у систему управління кластерами, що дозволяє

створювати інтегровані інформаційні платформи, забезпечувати прозорість і прискорювати прийняття управлінських рішень. По-третє, орієнтація на інновації та стійкий розвиток, що потребує формування спеціалізованих механізмів підтримки досліджень і розробок, а також стимулювання інвестицій в екологічні та енергоефективні технології.

Виклад основного матеріалу: У сучасному етапі трансформації економіки України особливої актуальності набуває формування ефективних інституційних механізмів управління, які б відповідали умовам ринкової динаміки, потребам секторів національного господарства та міжнародним інтеграційним викликам. Однією з таких моделей, що довела свою результативність у країнах ЄС, є кластерний підхід, який виявив себе як дієвий інструмент стимулювання інноваційного зростання, регіонального розвитку та підвищення конкурентоспроможності галузей. У цьому контексті особливу увагу заслуговує будівельна галузь як системоутворюючий сектор, що генерує значну частку валової доданої вартості, створює мультиплікативні ефекти в суміжних галузях і безпосередньо впливає на якість урбаністичного та інфраструктурного середовища країни [1].

Наукова база формування таких моделей спирається на класичний інституціоналізм, який у працях Д. Норта та Т. Еггертсона наголошує на важливості формальних і неформальних правил у регулюванні економічної поведінки суб’єктів. У кластерному контексті це означає створення системи контрактів, регламентів, механізмів прийняття спільних рішень та угод, які формують передбачуване середовище для співпраці між підприємствами, науковими установами та органами влади [2]. Формалізована нормативна база, яка підтримується неформальними практиками взаємодії, забезпечує стабільність, прозорість і відповідальність у межах інституційної моделі кластера.

Доповненням до цього є теорія мережевих організацій, яку розвивали М. Каллон та Б. Латур. Вона дозволяє розглядати кластер не як ієрархічну структуру, а як відкриту, гнучку систему зі змінною геометрією, у якій панують горизонтальні зв’язки, обмін ресурсами, знаннями та компетенція ми [3].

Третій підхід, який суттєво вплинув на концептуалізацію кластерного управління, — це модель «тріади впливу» (Triple Helix), запропонована Е. Ецковіцем та Л. Лейдесдорфом [4].

Міждисциплінарність у формуванні інституційних моделей управління кластером проявляється у залученні концепцій з суміжних сфер: стратегічного управління, урбаністики, права, публічної політики та діджиталізації. Це дозволяє сформувати адаптивні, сценарні моделі, які враховують ризики, обмеження та потенціал модернізації [5].

На міжнародному рівні сформовано кілька моделей управління кластерами, які можуть бути адаптовані до будівельної галузі України. Їх характеристику наведено нижче в таблиці 1.

Таблиця 1 систематизує ключові інституційні підходи до управління кластерами в будівельній галузі на прикладі провідних країн Європи та Азії.

Розглянемо також поняття державно-приватне партнерство (ДПП), що є однією з ключових форм сучасної взаємодії між державними структурами та приватним сектором, що набуває дедалі більшого значення в умовах обмежених бюджетних ресурсів, потреби в модернізації інфраструктури та зростання складності соціально-економічних викликів. Його сутність полягає у встановленні довгострокових договірних відносин, у межах яких обидві сторони беруть участь у реалізації суспільно значущих проєктів, розподіляючи між собою не лише фінансування, а й відповідальність, ризики, повноваження з управління та контроль результатів [6].

З іншого боку, М. Віллс трактує ДПП як управлінську інновацію, що стала відповіддю на кризу ефективності публічного сектору. Він розглядає партнерство як складову нової парадигми публічного адміністрування, де результативність і гнучкість виводяться на перший план. У цьому контексті ДПП виступає не як компроміс між державою і ринком, а як спосіб мобілізувати потенціал обох секторів для реалізації стратегічних цілей з максимальною віддачею для суспільства [7].

В українському контексті дослідження ДПП пов’язані насамперед із нормативно-правовими бар’єрами, слабкою інституційною спроможністю та нестачею проектного фінансування. Такі автори, як А.М. Мельник і В.Є. Вишневський, акцентували на тому, що без створення ефективної правової основи, яка враховує галузеву специфіку (зокрема в будівництві, ЖКГ, транспорті), партнерство залишатиметься декларативним [9]. Натомість Л. Єгорова наголошує на необхідності включення до структури ДПП не лише економічної доцільності, а й механізмів соціального контролю, що дозволяє уникнути асиметрії вигод та гарантує баланс інтересів [10].

У будівельній галузі, яка характеризується складною структурою проєктного управління, значною кількістю субпідрядників, високим рівнем капіталомісткості та потребою у міжгалузевій координації, питання вибору інституційної моделі кластерного управління має принципове значення. У контексті державно-приватного партнерства особливого значення набуває здатність моделей до інтеграції публічного й приватного інтересу, а також до адаптації під різні масштаби проєктів — від муніципального до національного рівня.

Таблиця 1.

Порівняння концептуальних моделей управління галузевими кластерами у міжнародній практиці *(розроблено авторами на основі [5])*

Країна / регіон	Тип моделі	Ключова концепція / підхід	Особливості управління	Адаптація до будівельної галузі	Рівень участі держави
Німеччина	Децентралізована модель	Мережевий менеджмент	Саморегульовані консорціуми, платформи довіри	Підрядники об'єднуються в проєктні альянси	Мінімальний, фасилітаційний
Франція	Централізована кластерна політика	Інституційне регулювання через Pôles de Compétitivité	Державне фінансування, керуючі організації	Центри міського будівництва, держконтракти	Високий, директивний
Швеція	Мережева інноваційна модель	Triple Helix + Digital Cluster	Платформи співпраці, горизонтальні зв'язки	BIM-платформи та діджитал-спільноти	Координуюча функція
Південна Корея	ДПП-модель з технологічним фокусом	Стратегія public-led partnerships	Держава виступає засновником кластерів	Кластери з індустріального житла, smart-міст	Сильна інвестиційна участь
Канада	Гібридна модель	Bottom-up кластеризація + державна підтримка	Грантове фінансування, участь університетів	Урбаністичні проєкти, екосистеми розумних міст	Помірна, партнерська
Нідерланди	Кооперативна модель	Спільне стратегічне планування	Інститути планування + муніципальні органи	Просторово-планувальні кластери	Децентралізовано-інтегрована

Вертикальна модель управління ґрунтується на ієрархічній структурі, де є чітко визначений центр управління (наприклад, головна девелоперська компанія або державне агентство), а всі інші учасники підпорядковані йому функціонально та організаційно [11].

Горизонтальна модель базується на рівноправному партнерстві між усіма учасниками: будівельними компаніями, сервісними підприємствами, освітніми закладами, місцевою владою. У контексті ДПП вона є корисною для проєктів, де участь громади і місцевих МСП критично важлива.

Мережева модель управління передбачає наявність децентралізованої, гнучкої структури з численними зв'язками між учасниками, які взаємодіють через спільні цифрові платформи, проєктні альянси, хаби та R&D-консорціуми.

Гібридна модель поєднує елементи вертикального керівництва (наприклад, від державного партнера) з горизонтальною координацією (через платформи або кластерні ради) і мережевою гнучкістю (за рахунок проєктних підрозділів, тимчасових консорціумів).

Нижче на рисунку 1 продемонстровано оцінку чотирьох основних моделей за п'ятьма критеріями: гнучкість, контроль, масштабованість, інноваційність, інтеграція ДПП.

Центральне місце у забезпеченні ефективної взаємодії відіграє нормативно-правова база, яка визначає статус кластерів, порядок їх функціонування, принципи партнерства, податкові умови, механізми захисту інтересів учасників. У європейських країнах (наприклад, Польщі, Франції) законодавство про кластери не лише регламентує процедури створення, а й надає кластерним структурам статус отримувача державної допомоги, що суттєво спрощує доступ до бюджетних і грантових ресурсів.

В українському контексті наразі бракує спеціалізованого законодавства про кластери, що ускладнює інституційне оформлення партнерських відносин. Проте низка положень ДПП та законодавства про регіональний розвиток може використовуватися як правова основа для запуску пілотних кластерних форматів у будівництві [13].

Другим інструментом є контрактні форми взаємодії, які включають типові шаблони публічно-приватних угод, інвестиційних меморандумів, EPC-контрактів (engineering-procurement-construction), угод про розподіл прибутку, угод про спільне управління активами.

Не менш важливою є роль координаційних центрів або кластерних офісів, які виконують функцію фасилітатора — організовують зустрічі, ведуть переговори, підтримують документообіг, супроводжують проєкти, розробляють аналітичні звіти та пропозиції. У країнах ЄС (зокрема, Нідерландах, Данії) такі структури фінансуються частково з бюджету, а частково за рахунок учасників кластера [14].

Четвертий механізм, який стає критично важливим в епоху цифрової трансформації, — це впровадження цифрових платформ управління. Як показано в таблиці 2, кожна з категорій інструментів — нормативно-правова

база, контрактна взаємодія, координаційна інфраструктура та цифрові платформи — відіграє окрему, але взаємодоповнюючу роль у забезпеченні інтеграції державного та приватного сектору в межах будівельного кластеру. Така багатовекторна система створює умови для балансування інтересів, підвищення прозорості та ефективності кластерного управління.



Рис. 1. Моделі управління будівельними кластерами в умовах ДПП
(розроблено авторами на основі [12])

Таблиця 2.

Інструменти інтеграції суб'єктів у межах будівельних кластерів
(розроблено авторами на основі [14])

Категорія	Форма реалізації	Переваги для ДПП	Обмеження / Ризики
Нормативна база	Закони, постанови, дорожні карти	Легітимність, стабільність, доступ до держпрограм	Фрагментарність, відсутність єдиного закону про кластери
Контрактна взаємодія	Меморандуми, EPC, PPP-угоди	Гнучкість, розподіл відповідальності, правовий захист	Складність юридичної стандартизації
Координаційна інфраструктура	Кластерний офіс, агенція розвитку, технічний хаб	Централізація комунікацій, підтримка проєктів	Залежність від фінансування, можливий конфлікт інтересів
Цифрові платформи	BIM, ERP, тендерні системи, ризик-моніторинг	Швидкість, прозорість, аналітика, спільна база даних	Високі витрати впровадження, потреба в IT-грамотності

Забезпечення сталості, гнучкості та результативності інституційної структури кластерів у будівельній галузі є критично важливим завданням, особливо в умовах динамічного ринкового середовища, регуляторних змін і

високого рівня галузевих ризиків. Успішне функціонування таких кластерів неможливе без системної організації стратегічного управління, побудови адаптивного ризик-менеджменту, впровадження механізмів моніторингу та гнучкого зворотного зв'язку, які дозволяють не лише контролювати процеси, а й оперативно коригувати управлінські рішення відповідно до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі.

Стратегічне управління у кластері будівельної галузі передбачає наявність довгострокового бачення розвитку, затвердження загальної місії та формування програмного документа – стратегії розвитку. Цей документ повинен містити вектори інфраструктурного, інвестиційного, інноваційного й соціального розвитку кластера, а також механізми його реалізації, індикатори ефективності та сценарні моделі реагування на ризики. Ефективність такого управління забезпечується регулярним стратегічним плануванням, участю усіх ключових стейкхолдерів (представників держави, бізнесу, науки, громад), створенням стратегічних рад і залученням зовнішніх експертів для періодичного аудиту стратегічних цілей. Такий підхід формує не лише внутрішню консолідацію учасників, а й підвищує довіру з боку інвесторів, донорів і громадськості [15].

Не менш важливою складовою є системи моніторингу та зворотного зв'язку, які забезпечують контроль за досягненням цілей, корекцію стратегії, перегляд організаційної моделі та адаптацію до змін. Такі системи повинні бути інтегрованими, охоплювати показники KPI (ключові індикатори результативності), індикатори соціального ефекту, ступінь залучення учасників, прозорість фінансування та ефективність управлінських рішень. Вони повинні працювати у форматі постійного циклу «план – реалізація – контроль – зворотний зв'язок – адаптація» [16].

В основі такої моделі — цифрова аналітика, візуалізовані дашборди, open-data портали та системи громадського аудиту, які дозволяють як учасникам, так і зовнішнім спостерігачам оцінювати прогрес кластера в режимі реального часу.

Література

1. Соціально-гуманітарні аспекти розвитку сучасного суспільства: Матеріали восьмої Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів, викладачів та співробітників (Суми, 16–17 квітня 2020 р.) / уклад. М. М. Набок; коректура анг. текс. Н.В. Мальованої. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 496 с.

2. North, D. C., & Eggertsson, T. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press.

3. Callon M., Law J., Rip A. (eds). Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World. London, 1986.

4. Колесник І.І. «Повернення до речей» як перспектива історичних досліджень // Укр. істор. журн. 2012. №3.

5. Артеменко А.П. Топологія Я в мережевих структурах соціуму. Харків, 2013.

6. Радіонов Ю.Д. Формування видатків бюджету : монографія / Ю.Д. Радіонов. – Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. – 616 с. ISBN 978-966-629-944-7 DOI: http://doi.org/10.31617/m.knute.2019-449

7. Теорія та практика управління суб'єктами підприємництва : колект. моногр. / за заг. ред. Т. В. Гринько. – Дніпро : Видавець Біла К. О., 2020. – 440 с. ISBN 978-617-645-376-5

8. "Економічний форум 2015: зміст та статті". – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/8756/3/Економ.%20форум%202015%20(зміст,%20статті).pdf

9. Інноваційний ресурс соціально-економічного розвитку України [Електронний ресурс] : зб. доп. 84-ї наук. конф. студ. КНЕУ; 24 квітня — 23 травня 2017 р. / [відп. за вип. О.А. Петухова]. — Київ : КНЕУ, 2017. — 1032 с. ISBN 978-966-926-105-5

10. Стратегічні орієнтири сталого розвитку в Україні та світі: збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених (м. Чернігів, 20 березня 2025 р.). – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2025. – 375 с. ISBN 978-617-7932-77-1

11. Команда HURMA. "Організаційна структура та її візуалізація". – HURMA, 18 червня 2024 року. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://hurma.work/blog/organizaczijna-struktura-ta-yiyi-vizualizacziya/

12. 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.

13. Гуменюк А.М. Безпека структурно-інституціональної трансформації економіки регіону: теоретичні основи та прикладні аспекти : монографія / Анатолій Маркович Гуменюк. – К. : НІСД, 2014. – 468 с. ISBN 978–966–554–213–1

14. Підприємництво та бізнес-адміністрування у воєнний час: сучасні виклики, тренди та трансформації : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 01 – 28 лютого 2024 р. / [редкол. : П.Т. Бубенко, О.Ю. Палант, О.О. Рудаченко]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова [та ін.]. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2024. – 372 с. ISBN 978-966-695-602-9

15. I. Chupryna, R. Tormosov, D. Abzhanova, D. Ryzhakov, V. Gonchar and N. Plys, "Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership," 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1-8

16. "Управління ризиками відповідно до стандарту ISO 31000:2018". – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://qualityexpert.com.ua/articles/657421-upravlinnya-ryzykamy-vidpovidno-do-standartu-iso-310002018

Mukhin Anatolii,
Doctor of Economics, Professo*r* **Chupryna Khrystyna,**
Gega Sergiy,
Movsesyan Arsen,
Kyiv National University of Construction and Architecture

CONCEPTUAL DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF INSTITUTIONAL MODELS OF CLUSTER MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN THE CONTEXT OF PUBLIC–PRIVATE PARTNERSHIP

The modern development of the construction industry is characterized by a high level of organizational complexity, the integration of multi-level participants, and the constant need to ensure the sustainability of project initiatives under conditions of market fluctuations. Under these circumstances, the formation of institutional models for managing construction industry clusters gains critical importance, as they are capable of ensuring the synergy of public and private interests. Cluster organization of production implies the integration of enterprises, research institutions, innovation centers, public authorities, and other stakeholders to achieve a common goal—enhancing the competitiveness of the sector, improving product quality, and reducing risks.

In the context of digitalization, globalization, and increasing competition from international corporations, Ukraine’s construction industry faces the urgent need to create new institutional mechanisms that combine the flexibility of private business with the stabilizing role of the state. Public–private partnership, when integrated with cluster management, enables not only the efficient use of resources but also stimulates innovation, fosters a favorable institutional environment, and attracts investment. In this format, coordination among diverse participants goes beyond

resource allocation to the creation of a unified development architecture that encompasses organizational, financial, legal, and social dimensions.

Keywords: cluster; construction industry; public–private partnership; institutional models; innovation; competitiveness; management; development.

REFERENCES

1. Socio-humanitarian aspects of the development of modern society: Materials of the eighth All-Ukrainian scientific conference of students, postgraduates, teachers and staff (Sumy, April 16–17, 2020) / comp. M.M. Nabok; English text proof N.V. Malovana. – Sumy: Sumy State University, 2020. – 496 p. {in Ukrainian}

2. North, D.C., & Eggertsson, T. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press. {in English}

3. Callon, M., Law, J., & Rip, A. (eds). (1986). Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World. London. {in English}

4. Kolesnyk, I.I. (2012). “Return to Things” as a Perspective of Historical Research. Ukrainian Historical Journal, 3. {in Ukrainian}

5. Artemenko, A.P. (2013). The Topology of the Self in the Network Structures of Society. Kharkiv. {in Ukrainian}

6. Radionov, Yu.D. (2019). Formation of Budget Expenditures: Monograph. Kyiv: Kyiv National University of Trade and Economics. – 616 p. ISBN 978-966-629-944-7. DOI: http://doi.org/10.31617/m.knute.2019-449// {in Ukrainian}

7. Hrynko, T.V. (Ed.). (2020). Theory and Practice of Management of Business Entities: Collective Monograph. Dnipro: Publisher Bila K. O. – 440 p. ISBN 978-617-645-376-5/{in Ukrainian}

8. Economic Forum 2015: Content and Articles. – [Electronic resource]. – Access mode: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/8756/3/Економ.%20форум%202015%20(зміст,%20статті).pdf// {in Ukrainian}

9. Innovative Resource of Socio-Economic Development of Ukraine [Electronic resource]: Collection of reports of the 84th Scientific Conference of Students, KNEU; April 24 – May 23, 2017 / O. A. Petukhova (ed.). – Kyiv: KNEU, 2017. – 1032 p. ISBN 978-966-926-105-5/. {in Ukrainian}

10. Strategic Guidelines for Sustainable Development in Ukraine and the World: Collection of abstracts of the 4th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists (Chernihiv, March 20, 2025). – Chernihiv: National University “Chernihiv Polytechnic”, 2025. – 375 p. ISBN 978-617-7932-77-1. {in Ukrainian}

11. HURMA Team. (2024, June 18). “Organizational Structure and Its Visualization.” – HURMA. – [Electronic resource]. – Access mode: https://hurma.work/blog/organizaczijna-struktura-ta-yiyi-vizualizacziya/. {in Ukrainian}

12. Voitovych, V.A., & Chupryna, Yu.A. (2023). Optimization and control of the work program in the subsystem of financial management of a construction organization. Ways to Improve the Efficiency of Construction, 1(51), 129–142. {in Ukrainian}

13. Humeniuk, A.M. (2014). Security of Structural and Institutional Transformation of the Regional Economy: Theoretical Foundations and Applied Aspects. Kyiv: NISS. – 468 p. ISBN 978-966-554-213-1. {in Ukrainian}

14. Entrepreneurship and Business Administration in Wartime: Modern Challenges, Trends and Transformations: Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference, Kharkiv, February 1–28, 2024 / P.T. Bubenko, O.Yu. Palant, O.O. Rudachenko (Eds.). – Kharkiv: O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 2024. – 372 p. ISBN 978-966-695-602-9. {in Ukrainian}

15. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Ryzhakov, 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. 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 1–8. {in English}

16. Risk Management According to ISO 31000:2018 Standard. – [Electronic resource]. – Access mode: https://qualityexpert.com.ua/articles/657421-upravlinnya-ryzykamy-vidpovidno-do-standartu-iso-310002018. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.342-354
УДК: 502.1:658:69

Ніколайко Д.М.,
greenfuelua@gmail.com, ORCID: 0009-0001-4118-442X,
д.е.н., професор **Рижакова Г.М.,**
ryzhakova.gm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7875-9768,
Легков В.В.,
allmighty.kiev@gmail.com, ORCID: 0009-0003-0784-4556,
Кривущенко С.Ф.,
serg80386@gmail.com, ORCID: 0009-0006-2435-2678,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИЯВЛЕННЯ КРИТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ У СТРУКТУРІ ПРОЦЕСНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

У сучасних умовах активного розвитку будівельної галузі дедалі більшого значення набувають екологічні аспекти процесно-технологічного середовища виробництва. Будівництво традиційно вважається однією з найбільш ресурсомістких і екологічно навантажених сфер, оскільки воно поєднує значний обсяг матеріальних потоків, енергоємних технологічних операцій та утворення відходів на різних етапах життєвого циклу об'єкта. Виявлення критичних екологічних компонентів у цій структурі виступає ключовою умовою для формування збалансованих організаційно-технологічних рішень, які поєднують ефективність будівельних процесів зі зниженням негативного впливу на довкілля.

У статті обґрунтовано, що критичні екологічні компоненти будівельного виробництва слід розглядати як комплекс взаємопов'язаних чинників, які формують екологічний слід галузі. До них належать використання матеріалів із високою енерго- та вуглецевою інтенсивністю, значне споживання водних ресурсів, забруднення атмосферного повітря та ґрунтів, формування шумових і вібраційних навантажень, а також утворення будівельних відходів, які складно піддаються утилізації. Визначення та класифікація таких компонентів дозволяє ідентифікувати найпроблемніші зони в організації виробничих процесів та сформувати ефективні напрями екологізації.

Ключові слова: екологічні компоненти; будівельне виробництво; процесно-технологічне середовище; сталість; життєвий цикл; екологічний ризик; LCA; BIM.

Постановка проблеми: Будівельна галузь є одним із найбільш екологічно навантажених секторів економіки, адже процеси видобутку сировини, виробництва матеріалів, зведення та експлуатації об'єктів супроводжуються значним впливом на довкілля. Проблема полягає в тому, що у структурі процесно-технологічного середовища будівельного виробництва екологічні чинники часто залишаються другорядними щодо економічних чи організаційних. Такий підхід призводить до накопичення негативних наслідків: забруднення атмосфери, виснаження природних ресурсів, зростання обсягів будівельних відходів. Водночас глобальні тенденції сталого розвитку вимагають кардинальної зміни підходів — інтеграції екологічних пріоритетів у систему стратегічного планування та організаційно-технологічного управління.

Метою статті є визначення та систематизація критичних екологічних компонентів у структурі процесно-технологічного середовища будівельного виробництва, що дозволить створити основу для формування інструментів їх моніторингу, управління та інтеграції у стратегічні рішення будівельних підприємств. Дослідження спрямоване на розробку концептуального підходу, що поєднує екологічні оцінки, цифрові технології та управлінські моделі для забезпечення сталого розвитку будівельної галузі. Результати статті мають практичне значення для девелоперських компаній, органів державного регулювання та інституцій, що займаються впровадженням екологічних стандартів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У наукових публікаціях останніх років проблема екологічних аспектів будівельного виробництва набула широкого висвітлення. Дослідники акцентують увагу на тому, що вплив будівельної галузі на довкілля є комплексним і проявляється у вигляді енергоспоживання, забруднення повітря, води, ґрунтів, а також у формуванні великих обсягів відходів. Значна частина праць присвячена впровадженню системи оцінки життєвого циклу (LCA), яка дозволяє простежити екологічний слід будівельних матеріалів і процесів від моменту їх створення до утилізації.

Виклад основного матеріалу: Наукові моделі, що використовуються для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва, базуються на багатьох підходах, котрі охоплюють екологічний, економічний і технічний аспекти. Сучасні наукові моделі включають оцінку впливу будівельних процесів на навколишнє середовище та інтеграцію екологічних вимог в технологічні та виробничі процеси. Моделі виявляють та аналізують екологічні компоненти, сприяють інтеграції сталих практик у будівельному виробництві, що допомагає знижувати негативний вплив на навколишнє середовище [1].

Однією з найпоширеніших моделей є модель оцінки життєвого циклу (LCA), вона використовується для визначення екологічних впливів на різних етапах життєвого циклу будівельного об'єкта, починаючи від видобутку матеріалів до етапу експлуатації та утилізації. Оцінка життєвого циклу детально аналізує всі екологічні аспекти виробничого процесу, витрати енергії, викиди в атмосферу, водоспоживання та вироблення відходів. Вона забезпечує повну картину екологічних наслідків, пов'язаних з кожним етапом виробництва і приймає рішення на основі повного екологічного профілю проекту [2].

На нижче наведеному рисунку 1 зображена структура наукових моделей для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва.

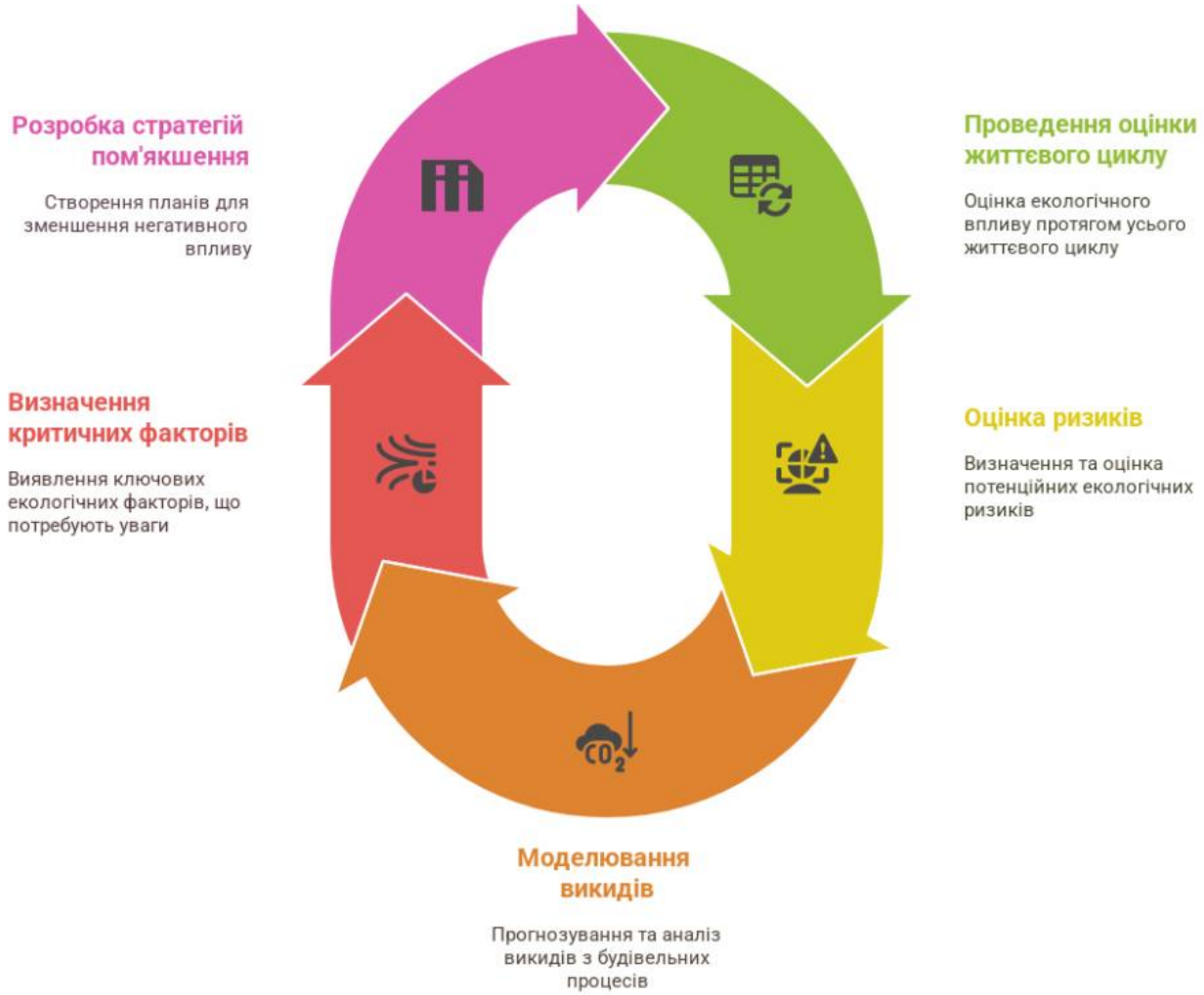


Рис. 1. Структура наукових моделей для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва *(розроблено авторами на основі [4])*

Інтегровані моделі для екологічного планування та управління проектами грають ключову роль у виявленні критичних екологічних компонентів. Моделі поєднують різні інструменти для оцінки впливу будівельних процесів на навколишнє середовище та одночасно забезпечують

моніторинг екологічних показників на кожному етапі. Моделі екологічного моніторингу здійснюють постійний контроль за дотриманням екологічних норм та стандартів, що критично важливо для забезпечення сталого розвитку в будівельній індустрії [3].

Рисунок 2 показує концептуальну модель виявлення критичних екологічних компонентів у будівельному виробництві. У рисунку наочно зображено, як різні етапи будівництва, починаючи від вибору матеріалів до етапу експлуатації об'єкта, впливають на екологічні показники. Ілюстрація допомагає зрозуміти, які екологічні фактори є найбільш важливими для сталого розвитку будівельних процесів і як оптимізація цих факторів може зменшити негативний вплив на довкілля.



Рис. 2. Концептуальна модель виявлення критичних екологічних компонентів у будівельному виробництві *(розроблено авторами на основі [5])*

Також варто зазначити формули моделювання екологічних витрат на основі оцінки життєвого циклу (LCA):

$$E = \sum_{i=1}^{n} (C_i \times F_i), \quad (1)$$

де: E — загальний екологічний вплив, C_i — кількість спожитих ресурсів на кожному етапі будівництва, F_i — коефіцієнт екологічного впливу для кожного ресурсу (наприклад, енергоспоживання, викиди CO2).

Формула оцінює загальний екологічний вплив будівельного проекту, враховуючи всі етапи його життєвого циклу і допомагає оптимізувати вибір матеріалів та технологій для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Наступна формула описує метод оцінки екологічного ризику через аналіз можливих ризиків і їхніх наслідків, що застосовується в будівельному виробництві для прогнозування ймовірних екологічних небезпек. Використовуючи метод FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), визначаються можливі ризики, пов'язані з викидами, забрудненням або іншими екологічними проблемами, котрі виникають під час виконання будівельних робіт. Формула оцінює ймовірність настання негативних екологічних подій, серйозність їхніх наслідків і здатність вчасно виявити проблеми [7].

Оцінка екологічного ризику за допомогою аналізу методом FMEA (Failure Mode and Effect Analysis):

$$R = P \times S \times D, \tag{2}$$

де: R — рівень ризику екологічного впливу, P — ймовірність виникнення екологічної події, S — серйозність наслідків цієї події для навколишнього середовища, D — здатність вчасно виявити проблему (діагностувати її до того, як вона призведе до значних екологічних збитків).

Формула здійснює кількісну оцінку екологічних ризиків і розробляє стратегії для зменшення ймовірності їхнього виникнення, що в свою чергу знижує негативний вплив на довкілля і підвищує сталий розвиток будівельних процесів.

На нижче наведеній таблиці 1 представлено порівняння основних наукових моделей, які використовуються для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва. Таблиця демонструє, як різні моделі, як оцінка життєвого циклу (LCA), аналіз екологічних ризиків та методи оцінки викидів можуть бути застосовані для виявлення критичних екологічних факторів, що впливають на сталий розвиток будівельних процесів. Вона показує переваги і недоліки кожної моделі, що допомагає визначити найефективніші підходи для оцінки екологічного впливу в будівництві.

Структурні параметри процесно-технологічного середовища будівельного виробництва мають суттєвий вплив на екологічні ризики, котрі виникають на різних етапах реалізації будівельних проектів. Вони включають внутрішні аспекти, пов'язані з вибором технологій, матеріалів, ресурсів та зовнішні чинники, як нормативні вимоги, доступність екологічно чистих матеріалів і вплив зовнішнього середовища на будівельний процес. Визначення і аналіз параметрів більш точно оцінюють екологічні ризики, що допомагає впроваджувати ефективні стратегії для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище [9].

Управління відходами є ще одним структурним параметром, котрий має значний вплив на екологічні ризики. Під час будівництва утворюється велика кількість відходів, зокрема матеріальних, як будівельний сміття, деревина, металеві відходи та пластик. Неконтрольоване накопичення відходів і їх неправильне утилізування призводить до забруднення ґрунтів і води. Використання методів переробки, повторного використання матеріалів та оптимізація процесу управління відходами, знижує негативний екологічний вплив, що зменшує потребу в нових матеріалах і знижує витрати на ресурсів [10].

Таблиця 1.

Порівняння наукових моделей для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва

(розроблено авторами на основі [8])

Модель / Підхід	**Опис**	**Переваги**	**Недоліки**
Оцінка життєвого циклу (LCA)	Оцінка екологічного впливу матеріалів та процесів на всіх етапах життєвого циклу	Повна картинка екологічного впливу від видобутку до утилізації	Вимагає великих обсягів даних, складність у застосуванні для великих проектів
Аналіз екологічних ризиків (FMEA)	Оцінка ймовірності екологічних подій та їх наслідків через метод FMEA	Ідентифікація та аналіз критичних екологічних ризиків на ранніх етапах	Потрібна детальна інформація про кожен етап процесу, не завжди точний прогноз ризиків
Моделі оцінки викидів CO2	Оцінка впливу будівельних матеріалів і процесів на викиди CO2 на всіх етапах будівництва	Допомагає знижувати викиди в атмосферу, сприяє сталому розвитку	Обмежене застосування для певних типів проектів, потребує точних даних
Екологічний моніторинг	Постійний моніторинг екологічних показників під час будівництва (викиди, шум, вода)	Забезпечує безперервний контроль, дозволяє коригувати стратегію	Висока вартість і потреба в технічних засобах для збору даних

Оптимізація параметрів значно знижує екологічний вплив і покращує сталий розвиток будівельних процесів. Вибір більш екологічних матеріалів, застосування енергоефективних технологій, оптимізація використання води, енергії та впровадження стійких методів управління відходами знижує негативний вплив на навколишнє середовище. Важливим є моніторинг і коригування процесів, що дає можливість своєчасно реагувати на будь-які зміни і адаптувати стратегії відповідно до нових екологічних вимог. Все допомагає забезпечити сталий розвиток у будівельному виробництві, що є важливим елементом для мінімізації екологічних ризиків і досягнення довгострокових результатів [11].

На нижче наведеному рисунку 3 представлена структура екологічних параметрів процесно-технологічного середовища будівельного виробництва. Модель демонструє ключові етапи будівельного процесу, від вибору матеріалів до управління відходами та їхній вплив на екологічні показники. Ілюстрація дозволяє побачити, як різні фактори — від енергоспоживання до викидів CO2 — взаємодіють на всіх етапах будівництва і як їх можна оптимізувати для зниження екологічних ризиків.

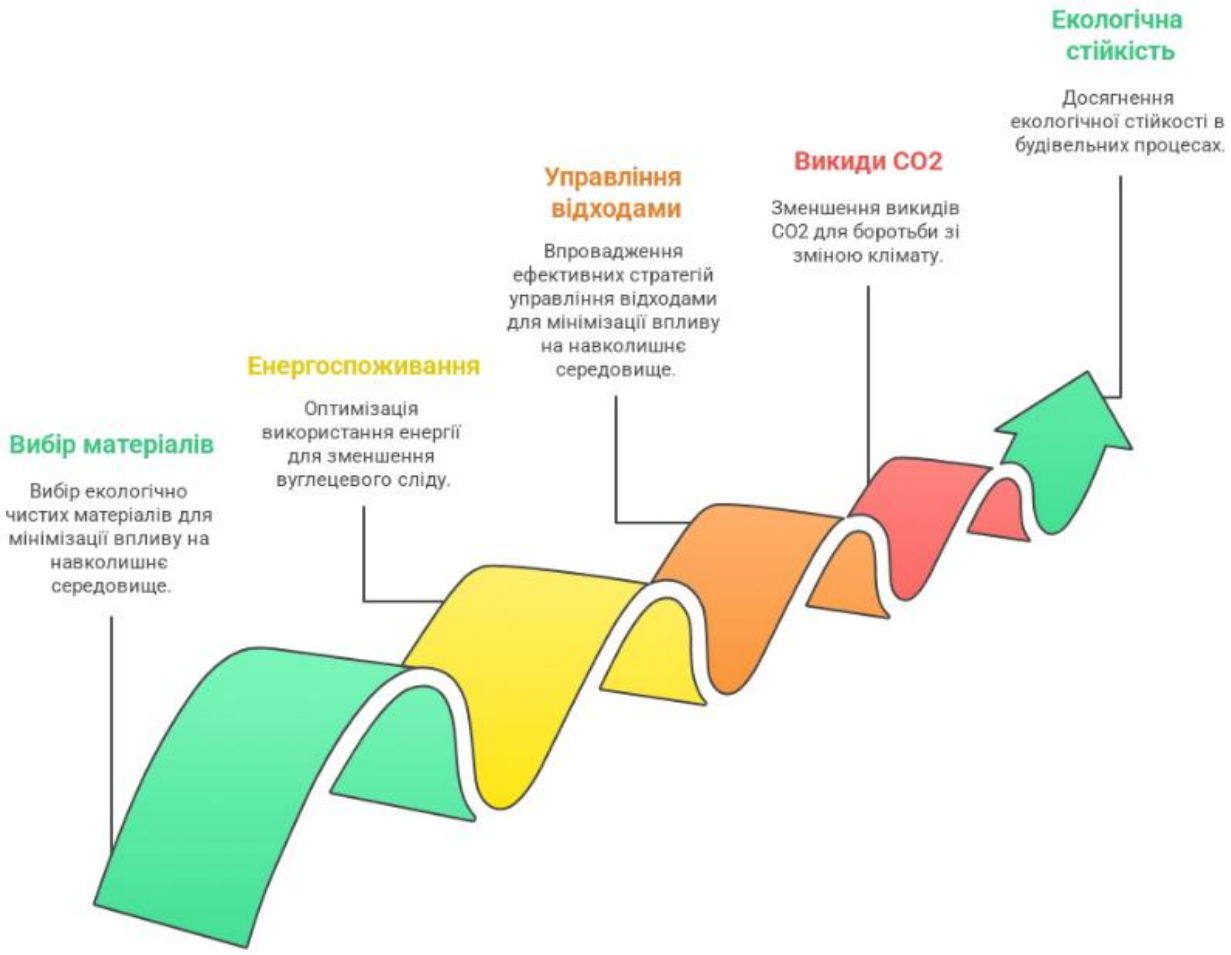


Рис. 3. Структура екологічних параметрів процесно-технологічного середовища будівельного виробництва *(розроблено авторами на основі [12])*

Рисунок 4 зображує концептуальну модель оптимізації екологічних параметрів для зниження екологічних ризиків у будівельному виробництві. Ілюстрація показує, як технологічні та організаційні зміни можуть мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Модель фокусується на інтеграції сталих практик, як використання енергоефективних матеріалів, переробка відходів та зменшення викидів, що дозволяє забезпечити сталий розвиток будівельних процесів.



Рис. 4. Концептуальна модель оптимізації екологічних параметрів для зниження ризиків у будівництві *(розроблено авторами на основі [13])*

Формула застосовується для оцінки екологічного впливу, зокрема викидів CO2, що виникають в процесі будівельного виробництва. Формула вимірює вплив використання матеріалів та технологій на викиди вуглекислого газу, що є важливим показником для оцінки екологічної ефективності проекту. Викиди CO2 є одним із основних чинників, що сприяють глобальному потеплінню, тому контроль і зниження викидів допомагає зменшити негативний вплив будівельних процесів на навколишнє середовище.

Моделювання екологічної ефективності на основі зменшення викидів CO2:

$$E_{CO2} = \sum_{i=1}^{n} (M_i \times F_i), \quad (3)$$

де: E_{CO2} — загальні викиди CO2, що виникають в процесі будівництва, M_i — кількість спожитих матеріалів *ii*і на етапі будівництва, Fi — коефіцієнт викиду CO2 для кожного конкретного матеріалу, що використовується в проекті.

Моделювання викидів на основі цієї формули допомагає оцінити, як зміни в матеріалах, технологіях і методах будівництва можуть зменшити екологічний слід проекту.Формула визначає загальний вплив використаних матеріалів на викиди CO2 та допомагає приймати більш обґрунтовані рішення щодо вибору матеріалів і технологій для зменшення екологічного сліду проекту [14].

Оптимізація енергоспоживання в будівництві з використанням ефективних технологій:

$$O = \frac{E_{min}}{E_{act}} \times 100, \quad (4)$$

де: O — коефіцієнт оптимізації енергоспоживання, E_{min} — мінімально необхідне енергоспоживання для реалізації проєкту за допомогою енергоефективних технологій, E_{act} — фактичне енергоспоживання, яке відбулося під час виконання проекту.

Моделювання оптимізації енергоспоживання розраховує наскільки ефективно використовуються енергетичні ресурси і який ефект дасть впровадження енергоефективних технологій. Формула оцінює ефективність використання енергії та оцінює потенціал для подальшого зниження споживання енергії в будівельних проектах через впровадження інноваційних, енергоефективних технологій [15].

Література

1. Збірник наукових праць Херсонського держ. ун-ту. Серія: Географічні науки. – Херсон: ХДУ, 2024. – Вип. 24.02. – Режим доступу: https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Збірник%2024.02.pdf?id=e15a893f-5a02-49e8-85df-87e90d1bdfaf.

2. BSI Assessment Ukraine / UNIDO. – 2023. – Режим доступу: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/BSI%20Assessment%20UA_compressed%20%281%29.pdf.

3. Design of environmental complexes with the use of green infrastructure // Neliti. – 2020. – Режим доступу: https://media.neliti.com/media/publications/309155-design-of-environmental-complexes-with-t-3ada0bdb.pdf.

4. Драган, Н.В. Організаційно-економічний механізм управління інвестиційною діяльністю промислових підприємств: дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.04 / Н.В. Драган. –

Харків: НУЦЗУ, 2022. - 420 с. – Режим доступу: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/spetsializovani-vcheni-rady/disDrahan.pdf.

5. Методичні підходи до управління інноваційним розвитком промисловості: монографія / [за ред. д.е.н. Іванова В.В.] – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2024. - 280 с. – Режим доступу: https://mk.nmu.org.ua/ua/source/Monograph_Complete_2024%20with%20ISBN.pdf.

6. Оцінка життєвого циклу (LCA) у будівництві: вимірювання впливу на навколишнє середовище // Constructive Voices. – 2023. – Режим доступу: https://constructive-voices.com/uk/Оцінка-життєвого-циклу-lca-у-будівництві-вимірювання-впливу-на-навколишнє-середовище/.

7. Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) // Cenosco. – 2023. – Режим доступу: https://cenosco.com/ru/insights/failure-modes-and-effect-analysis-fmea.

8. Інноваційні рішення у будівництві та архітектурі: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 2022). – Київ: КНУБА, 2022. – 198 с. – Режим доступу: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/I-__20_1-1-1.pdf.

9. Екологічна складова у виробництві паперової та пластикової упаковки // AlfaPack Zahid. – 2023. – Режим доступу: https://alfapack-zahid.com.ua/blog/ekologichna-skladova-u-virobnitstvi-paperovoi-ta-plastikovoi-upakovki/.

10. Закон України «Про забезпечення права на мирні зібрання» №2320-IX від 21.11.2023 // Верховна Рада України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20.

11. Худік, Б. Використання принципів зеленого офісу в управлінні підприємством / Б. Худік. – Київ: ДУІКТ, 2024. – 15 с. – Режим доступу: https://duikt.edu.ua/repozitorii/management/2024/Худік%20Б.%20Використання%20принципів%20зеленого%20офісу%20в%20управлінні%20підприємством.pdf.

12. Danyliuk, O.V., & Makovoz, O.O. The environmentalization of industrial policy in the context of sustainable development // Core.ac.uk. – 2020. – Режим доступу: https://core.ac.uk/download/pdf/339163723.pdf.

13. Chupryna I. 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/ Tormosov, R., , Ryzhakova, G., Prykhodko, D., Faizullin, A./ SIST 2021 - 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologiesthis link is disabled, 2021

14. Liutak, O.M., Baula, O.V., Kutsenko, V.I., Ivantsov, S.V., Hrytsai, O.V. Strategic Priorities of Sustainable Ecological Development of Industrial Territories // Eco-Science. – 2024. – №7(24). – С. 143–151. – Режим доступу: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2024/07/7.24._topic_Olena-M.-Liutak-Olena-V.-Baula-Vladyslav-I.-Kutsenko-Sergii-V.-Ivantsov-Oleksandr-V.-Hrytsai-143-151-1.pdf.

15. 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.

16. Архітектурна екологія: навч. посіб. / за ред. В.М. Іванова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2011. – 240 с. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/27128/1/2011.%20печ.%20Архітектурна%20екологія-Видавництво%2B.pdf.

Nikolaiko Dmytro,
Doctor of Economics, Professor **Ryzhakova Galyna,**
Lehkov Valerii, Kryvushchenko Serhii,
Kyiv National University of Construction and Architecture

IDENTIFICATION OF CRITICAL ENVIRONMENTAL COMPONENTS IN THE STRUCTURE OF THE PROCESS-TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT OF CONSTRUCTION PRODUCTION

In the modern context of the rapid development of the construction industry, environmental aspects of the process-technological environment of production are gaining increasing importance. Construction is traditionally considered one of the most resource-intensive and environmentally burdensome sectors, as it involves significant volumes of material flows, energy-intensive technological operations, and waste generation at various stages of a building’s life cycle. The identification of critical environmental components within this structure is a key prerequisite for forming balanced organizational and technological solutions that combine the efficiency of construction processes with the reduction of negative environmental impacts.

The article substantiates that the critical environmental components of construction production should be viewed as a set of interrelated factors shaping the environmental footprint of the industry. These include the use of materials with high energy and carbon intensity, significant consumption of water resources, pollution of air and soil, the creation of noise and vibration loads, as well as the generation of construction waste that is difficult to recycle. The identification and classification of such components make it possible to pinpoint the most problematic areas in the organization of production processes and to define effective directions for ecological transformation.

Keywords: environmental components; construction production; process-technological environment; sustainability; life cycle; environmental risk; LCA; BIM.

REFERENCES

1. Collection of Scientific Papers of Kherson State University. Series: Geographical Sciences. – Kherson: KSU, 2024. – Issue 24.02. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Збірник%2024.02.pdf?id=e15a893f-5a02-49e8-85df-87e90d1bdfaf. {in Ukrainian}

2. BSI Assessment Ukraine / UNIDO. – 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/BSI%20Assessment%20UA_compressed%20%281%29.pdf. {in English}

3. Design of environmental complexes with the use of green infrastructure. Neliti, 2020. – [Electronic resource]. – Access mode: https://media.neliti.com/media/publications/309155-design-of-environmental-complexes-with-t-3ada0bdb.pdf. {in English}

4. Dragan, N.V. Organizational and economic mechanism of managing investment activity of industrial enterprises: Doctoral dissertation in Economics: 08.00.04. – Kharkiv: National University of Civil Protection of Ukraine, 2022. – 420 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/spetsializovani-vcheni-rady/disDrahan.pdf. {in English}

5. Methodical approaches to managing the innovative development of industry: monograph / edited by Doctor of Economics V.V. Ivanov. – Dnipro: National Technical University "Dnipro Polytechnic", 2024. – 280 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://mk.nmu.org.ua/ua/source/Monograph_Complete_2024%20with%20ISBN.pdf. {in English}

6. Life Cycle Assessment (LCA) in construction: measuring the environmental impact. Constructive Voices, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://constructive-voices.com/uk/Оцінка-життєвого-циклу-lca-у-будівництві-вимірювання-впливу-на-навколишнє-середовище/. {in Ukrainian}

7. Failure Modes and Effect Analysis (FMEA). Cenosco, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://cenosco.com/ru/insights/failure-modes-and-effect-analysis-fmea. {in English}

8. Innovative solutions in construction and architecture: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Kyiv, 2022). – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2022. – 198 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/I-__20_1-1-1.pdf/// {in English}

9. Environmental component in the production of paper and plastic packaging. AlfaPack Zahid, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://alfapack-zahid.com.ua/blog/ekologichna-skladova-u-virobnitstvi-paperovoi-ta-plastikovoi-upakovki/. {in Ukrainian}

10. Law of Ukraine "On Ensuring the Right to Peaceful Assembly" No. 2320-IX of 21.11.2023. Verkhovna Rada of Ukraine. – [Electronic resource]. – Access mode: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20. {in Ukrainian}

11. Khudik, B. Application of green office principles in enterprise management. – Kyiv: State University of Information and Communication Technologies, 2024. – 15 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://duikt.edu.ua/repozitorii/management/2024/Худік%20Б.%20Використання%20принципів%20зеленого%20офісу%20в%20управлінні%20підприємством.pdf. {in Ukrainian}

12. Danyliuk, O.V., & Makovoz, O.O. The environmentalization of industrial policy in the context of sustainable development. Core.ac.uk, 2020. – [Electronic resource]. – Access mode: https://core.ac.uk/download/pdf/339163723.pdf. {in English}

13. Chupryna, I., Tormosov, R., Ryzhakova, G., 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. SIST 2021 – IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, 2021. [Electronic resource – link disabled]. {in English}

14. Liutak, O.M., Baula, O.V., Kutsenko, V.I., Ivantsov, S.V., & Hrytsai, O.V. Strategic priorities of sustainable ecological development of industrial territories. Eco-Science, 2024, No. 7(24), pp. 143–151. – [Electronic resource]. – Access mode: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2024/07/7.24._topic_Olena-M.-Liutak-Olena-V.-Baula-Vladyslav-I.-Kutsenko-Sergii-V.-Ivantsov-Oleksandr-V.-Hrytsai-143-151-1.pdf. {in English}

15. 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}

16. Architectural ecology: textbook / edited by V. M. Ivanov. – Kharkiv: O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 2011. – 240 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://eprints.kname.edu.ua/27128/1/2011.%20печ.%20Архітектурна%20екологія-Видавництво%2B.pdf. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.355-365
УДК 658.7:69

Кузьміч Я.Л.,
koozmichyaroslav2@gmail.com ORCID: 0009-0009-7941-4890,
д.е.н. **Тормосов Р.Ю.,**
tormosov@mdi.org.ua ORCID: 0000-0002-0374-0827,
Верченко В.М.,
vvm2209@ukr.net ORCID: 0009-0009-9510-960X,
Саргсян В.Г.,
Vagkiev@icloud.com ORCID: 0009-0008-1303-6631,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРОБЛЕМНО-АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ЧИННИКІВ, ЩО ЗУМОВЛЮЮТЬ ПОТРЕБУ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛОГІСТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У сучасних умовах глобалізації та цифровізації економіки логістичний менеджмент будівельних підприємств набуває критично важливого значення. Традиційні логістичні моделі, які раніше забезпечували відносну стабільність і прогнозованість постачань, втрачають свою ефективність унаслідок зростання рівня невизначеності, ризиків та турбулентності на ринках ресурсів. Проблемно-аналітична оцінка чинників, що зумовлюють потребу трансформації логістичного менеджменту, стає першочерговим завданням для керівництва будівельних підприємств, оскільки дозволяє визначити критичні напрями розвитку та адаптації.

Будівельна галузь є специфічною сферою економіки, яка поєднує значні матеріальні потоки, складні багаторівневі процеси та високу залежність від зовнішніх факторів. Основні проблеми виникають у площині нестабільності постачання будівельних матеріалів, коливань цін, транспортних обмежень, регуляторних бар'єрів, а також ускладнень, пов'язаних із міжнародними логістичними коридорами. Вплив воєнних дій, світових криз, екологічних викликів та цифрових трансформацій ще більше посилює потребу в адаптивному підході до логістики.

Ключові слова: логістичний менеджмент; будівельні підприємства; трансформація; проблемно-аналітична оцінка; ризики; цифрові технології; стійкість; ефективність.

Постановка проблеми: Будівельні підприємства функціонують у середовищі, де логістика є одним із ключових факторів успішної реалізації проєктів. Проте традиційні підходи до організації постачань дедалі частіше

демонструють свою обмеженість через підвищену турбулентність ринку. Серед ключових проблем можна виокремити залежність від зовнішніх постачальників, коливання цін на будівельні матеріали, зростання транспортних витрат та складнощі з дотриманням термінів унаслідок геополітичних та економічних криз.

Проблема посилюється відсутністю інтегрованих систем управління логістикою, що дозволяли б відстежувати ланцюги постачання в режимі реального часу та прогнозувати ризики. Унаслідок цього підприємства стикаються з перебоями у постачанні ресурсів, перевищенням кошторисів і затримками у виконанні робіт. Ситуація ускладнюється ще й тим, що регуляторні вимоги та стандарти сталого розвитку вимагають від девелоперів нових підходів до використання матеріалів і технологій.

Метою статті є здійснення комплексної проблемно-аналітичної оцінки чинників, що зумовлюють необхідність трансформації логістичного менеджменту будівельних підприємств, та розробка науково обґрунтованих підходів до його вдосконалення. Особлива увага приділяється ідентифікації критичних внутрішніх та зовнішніх факторів, які впливають на ефективність логістичних процесів, а також визначенню можливостей інтеграції цифрових технологій для підвищення їх гнучкості й прозорості. У роботі розкривається важливість стратегічного підходу до управління логістикою, що враховує не лише економічні, але й екологічні та соціальні аспекти. Очікуваним результатом дослідження є формування практичних рекомендацій, здатних підвищити конкурентоспроможність будівельних підприємств та забезпечити їхню стійкість у мінливих ринкових умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій:Питання трансформації логістичного менеджменту в будівельних підприємствах є предметом численних наукових досліджень та прикладних розробок. У роботах закордонних авторів підкреслюється важливість побудови адаптивних та гнучких логістичних систем, здатних швидко реагувати на зміни зовнішнього середовища. Особливий акцент робиться на інтеграції цифрових технологій – Big Data, IoT, ERP, SCM – які дозволяють автоматизувати процеси моніторингу та прогнозування ризиків.

Українські дослідники, серед яких Г. Рижакова, Ю. Чуприна, С. Ільченко, звертають увагу на специфіку вітчизняного ринку будівництва, де логістичні процеси ускладнені нестачею інвестицій, недосконалою інфраструктурою та високим рівнем залежності від імпортних ресурсів [6, 10]. Дослідження останніх років демонструють зростаючий інтерес до створення систем управління життєвим циклом будівельних об’єктів (BIM), які інтегрують логістичні процеси на різних етапах реалізації проєкту.

Виклад основного матеріалу: Сучасне логістичне середовище функціонування будівельних підприємств України формується під впливом широкого спектру чинників, серед яких особливе значення мають зовнішні та внутрішні складові трансформаційного характеру. Глибокий аналіз цих чинників дозволяє не лише ідентифікувати вразливі ланки у функціонуванні логістичних систем будівельних підприємств, але й обґрунтувати необхідність модернізації логістичного менеджменту в напрямку гнучкості, цифрової інтеграції та стратегічної адаптації до ризиків.

У світовій науковій традиції, зокрема в роботах А. Чопри та П. Майндела (2020), логістичне середовище розглядається як багатовимірна система, що охоплює інституційний, економічний, техногенний та логістичний виміри [1].

Зовнішні чинники охоплюють загальнодержавну економічну ситуацію, політико-правові умови ведення бізнесу, інституційні рамки функціонування ринку, вплив воєнного конфлікту, стан інфраструктури, валютну нестабільність, зміну нормативно-правової бази. Водночас зовнішні фактори впливають на формування бар'єрів входу, ускладнення прогнозування витрат і строків реалізації проєктів.

Внутрішні чинники пов'язані з організаційною структурою будівельного підприємства, якістю управлінських рішень, цифровим рівнем інтеграції логістичних процесів, наявністю ризик-орієнтованих механізмів моніторингу та контролю [2].

Інституційні чинники визначають правове поле функціонування логістичних практик у будівництві. Економічні чинники виражаються в коливанні валютного курсу, зміні цін на сировину, збільшенні логістичних витрат через відстань чи втрату доступу до традиційних джерел поставок.

Техногенні загрози охоплюють як загальну зношеність транспортної інфраструктури, так і ризики, пов'язані з військовими діями: руйнування мостів, аеропортів, залізничних вузлів, відсутність доступу до критичних об'єктів. За даними досліджень М. Кизима, більшість українських будівельних компаній після 2022 року втратили традиційні канали постачання будматеріалів зі східних регіонів, що спровокувало різке зростання витрат на імпортні поставки та потребу у розробці нових логістичних маршрутів, що проходять через Західну Європу або країни Балтії [2].

Логістичні загрози — це насамперед відсутність гнучких контрактів із постачальниками, низька цифровізація процесів відстеження доставок, слабка координація між логістичними, інженерними та фінансовими підрозділами. Такі загрози призводять до втрат часу, надлишкових запасів, браку контролю якості та неефективного управління ресурсами. Український досвід після 2022 року показав, що будівельні підприємства, які не мали запасних планів або

альтернативних логістичних сценаріїв, виявилися особливо вразливими до затримок і зривів у постачанні [3].

Сучасна логістика у будівельній галузі дедалі частіше базується на платформенних рішеннях, що об'єднують у єдину систему ERP-модулі, CRM, інструменти моніторингу транспорту, управління складськими запасами та контролю виконання логістичних KPI. Особливої ваги в цифрових моделях логістики набуває прогнозна аналітика, що базується на поєднанні історичних даних, операційних метрик та зовнішніх факторів ризику [4].

У процесі трансформації логістичного менеджменту в будівельних компаніях України особливого значення набуває порівняння традиційних і сучасних цифрових моделей управління. Як ілюструє рисунок 1, ключові відмінності між класичним і трансформованим підходами полягають у рівні прозорості, швидкості реагування на ризики, методах планування та здатності систем до адаптації.



Рис. 1. Трансформація логістичного менеджменту в будівельних компаніях
(розроблено авторами на основі [4])

У межах подальшої еволюції логістичного менеджменту в будівельній галузі України дедалі більшого значення набувають концепції гнучкої логістики та стійких ланцюгів постачання. У праці М. Юттнера підкреслюється, що саме ці підходи є ключовими в умовах високої турбулентності, адже дозволяють підприємствам не лише адаптуватися до змін, а й активно управляти ризиками та відновлювати операційну діяльність після збоїв [5].

Як демонструє рисунок 2, концепції гнучкої логістики та стійких ланцюгів постачання стають центральними елементами нової парадигми логістичного менеджменту в будівельних підприємствах України.

Стан логістичного менеджменту в українських будівельних компаніях характеризується комплексом глибоко вкорінених управлінських дисфункцій, що виникли як наслідок структурних, інституційних, кадрових та технологічних викривлень у системах управління.



Рис. 2. Роль гнучкої логістики та стійких ланцюгів постачання в новій парадигмі логістичного менеджменту будівельних підприємств України
(розроблено авторами на основі [5])

Однією з найбільш поширених проблем є організаційна інертність, яка проявляється в незмінності структур управління, закостенілості регламентів, несприйнятті змін середньою та вищою управлінською ланкою. За визначенням М. Хаммера та Дж. Стентона, така інертність є прямим наслідком «традиційного функціоналізму», в межах якого підрозділи діють ізольовано, орієнтуючись на власні цілі, а не на цінність, що створюється для клієнта [6].

Іншою важливою дисфункцією є надмірна централізація, що виявляється в концентрації управлінських рішень на рівні центрального офісу без делегування повноважень до рівня логістичних менеджерів на будівельних майданчиках або регіональних офісах. Третьою дисфункцією, яка має системний характер, є непрозорість логістичних процесів. Вона проявляється у відсутності стандартизованих регламентів відстеження руху матеріалів, слабкому контролі над термінами та обсягами постачання, відсутності централізованих IT-рішень для логістичного моніторингу.

Для подолання цих системних вад сучасна наукова література пропонує кілька концептуальних підходів, серед яких чільне місце займає реінжиніринг бізнес-процесів (BPR). Згідно з Хаммером і Стентоном, BPR передбачає радикальну переоцінку та перепроектування основних бізнес-процесів із метою досягнення суттєвих поліпшень у таких показниках, як витрати, якість, обслуговування та швидкість [7]. Реінжиніринг передбачає перехід від функціональної організації до процесно-орієнтованої структури, де логістика розглядається не як набір операцій, а як наскрізний бізнес-процес, що інтегрує закупівлю, транспортування, зберігання, облік, контроль та зворотну логістику [8].

Ці концепції доцільно інтегрувати у стратегії розвитку логістичних підрозділів українських будівельних компаній, адаптуючи їх до сучасних викликів. Ініціативи реінжинірингу та перезавантаження мають базуватися на трьох ключових принципах: прозорість, децентралізація, цифровізація. Ці принципи дозволяють розірвати інституційну інерцію, мінімізувати затримки та забезпечити управлінську гнучкість.

Таблиця 2.

Управлінські дисфункції логістичних систем та концептуальні підходи до їх подолання *(розроблено авторами на основі [8])*

Дисфункція	***Прояв у будівельних компаніях***	***Концептуальний підхід до вирішення***	***Очікуваний результат***
Організаційна інертність	Відмова від змін, дотримання застарілих схем	Реінжиніринг бізнес-процесів (BPR)	Адаптація, оновлення процесів
Надмірна централізація	Відсутність делегування, ручне управління	Функціональне перезавантаження (Іванов)	Децентралізована модель управління
Непрозорість процесів	Відсутність аналітики, неуніфіковані дані	Відкрита логістична архітектура	Прозорість, контроль, стандартизація
Фрагментованість функцій	Розрив між закупівлею, транспортом і будмайданчиком	Матрична логістична структура	Інтеграція підрозділів
Відсутність зворотного зв'язку	Ігнорування ризиків і операційних збоїв	KPI та цифровий моніторинг	Проактивне управління ризиками

У контексті будівельних компаній його використання дозволяє систематизувати внутрішні сильні й слабкі сторони логістичних систем, а також ідентифікувати зовнішні можливості та загрози, які виникають унаслідок змін у ринку постачання, воєнної нестабільності, цінових коливань чи змін у регуляторному полі [9].

Однак для більш деталізованого розриву між поточним і бажаним станом системи логістичного менеджменту доцільно використовувати GAP-аналіз, зокрема адаптований підхід, запропонований К. Зайрі. Цей інструмент фокусується на виявленні розбіжностей між «ідеальними» логістичними практиками (як-от моделі ISO 28000 чи LEAN SCM) та фактичним станом системи на підприємстві. GAP-аналіз допомагає не лише виявити прогалини у процесах (наприклад, у плануванні поставок, системі контролю, рівні автоматизації), а й визначити їх критичність — тобто ступінь впливу на загальну ефективність логістичного ланцюга [10].

Для візуалізації та формалізації логістичних процесів у будівельних підприємствах ефективним є картування у нотації BPMN (Business Process Model and Notation). Цей підхід дозволяє представити логістичні процеси (наприклад, закупівлю матеріалів, внутрішній облік, доставку на майданчик, контроль якості) як логічні блоки з визначеними входами, виходами, ролями відповідальних осіб і умовами переходів [11].

Наступний рівень аналітики передбачає використання моделей системної динаміки, розроблених Дж. Форрестером. Форрестерова логіка динаміки дозволяє протестувати такі сценарії на основі змінних і часових функцій ще до їх впровадження в реальній практиці, моделюючи альтернативні варіанти дій [12].

Для українських будівельних підприємств особливо цінним є комбінування цих інструментів. Картування BPMN дозволяє виявити, що інформація про затримки проходить три рівні узгодження, займаючи понад 5 днів. А моделювання за Форрестером показує, що скорочення затримки на 2 дні підвищує ймовірність дотримання графіка будівництва на 16%.

У сучасному середовищі, яке визначається турбулентністю, воєнними ризиками, глобальними ланцюговими перебоями та зростаючим попитом на інфраструктурні проєкти, логістичні трансформації в будівельному секторі України стають не просто бажаними, а критично необхідними. Передусім, державна політика у сфері логістики та будівництва визначає рамки для системної трансформації.

Регуляторне середовище також має ключове значення для темпів трансформації логістики. Йдеться, зокрема, про митні процедури, адміністрування ПДВ при транскордонних постачаннях, ліцензування логістичних операторів, сертифікацію цифрових рішень та захист даних. Наприклад, складна логістика будівельних матеріалів з ЄС у поствоєнній Україні часто ускладнюється через затримки на митницях, які не інтегровані з системами відстеження вантажів [13].

Цифрова інфраструктура — ще один опорний елемент трансформацій. Високошвидкісний інтернет, доступ до хмарних сервісів, національні центри обміну даними, автоматизовані транспортні платформи, блокчейн-рішення — усі ці елементи формують середовище, в якому будівельні компанії можуть або модернізувати логістику, або залишатися в аналоговому минулому [14].

Як показано в таблиці 1, ключові елементи державної політики, регуляторного середовища, цифрової інфраструктури та освітніх ініціатив можуть відігравати як підтримуючу, так і стримуючу роль у трансформації логістичного менеджменту будівельних підприємств.

Таблиця 1.

Вплив елементів державної політики та інфраструктури на логістичні трансформації в будівництві *(розроблено автором на основі [14])*

Елемент середовища	***Позитивний вплив***	***Стримуючий фактор***
Державна політика	Програми цифровізації, інфраструктурні хаби	Відсутність цільової логістичної стратегії
Регуляторне середовище	Спрощення митних процедур, визнання цифрових актів	Зарегульованість, дублювання документації
Цифрова інфраструктура	Хмарні рішення, блокчейн, API-зв'язки	Нерівномірний доступ, слабке покриття мережами
Освітні ініціативи	Сертифікація кадрів, логістичні програми	Відсутність державної координації логістичної освіти

Література

1. Chopra, S. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 7th ed. – Boston: Pearson, 2020. – 576 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/ebjesv

2. Kyzym, M.O., Khaustova, V.Y., Trushkina, N.V. The Essence of the Concept of "Critical Infrastructure" from the Standpoint of National Security of Ukraine // Business Inform. – 2022. – No. 12. – P. 58–78. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.business-inform.net/annotated-catalogue/?abstract=2022_12_0&lang=en&year=2022

3. Horizons of Innovation: Conference on Multidisciplinary Trends in Science 2024: Proceedings Book. –Poland: Futurity Research Publishing, 2024. – 343 p. – ISBN 978-83-969744-1-0. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/buvgrg

4. EU Strategies for Competitiveness, Growth and Prosperity: Strategic Management of Competitiveness in the Context of European Integration Processes. Proceedings of the International Research Conference, Dnipro, March 19, 2025. [Online Edition]. Dnipro: Alfred Nobel University, 2025. 282 p.

5. Jüttner, U. (2005). Supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective. The International Journal of Logistics Management, 16(1), 120–141. https://doi.org/10.1108/09574090510617385

6. 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.

7. SWOT-аналіз у будівельних компаніях для визначення логістичних бар'єрів. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.scribd.com/document/714124160/Аналіз-SWOT-будівельної-фірми

8. Методичні підходи до оцінювання ефективності організації логістичних систем. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/fovzig

9. Gurel, E., & Tat, M. (2017). SWOT Analysis: A Theoretical Review. – The Journal of International Social Research, Vol. 10, No. 51. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.sosyalarastirmalar.com/articles/swot-analysis-a-theoretical-review.pdf

10. І.Л. Федун, Ю.А. Чуприна Інструментарій державного регулювання будівництвом // Будівельне виробництво №66 2019 с. 87-91

11. Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H.A. (2018). Fundamentals of Business Process Management. – 2nd ed. – Berlin: Springer. – [Electronic resource]. – Access mode: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-56509-4

12. Forrester, J.W. (1961). Industrial Dynamics. – Cambridge: MIT Press. – 464 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://web.mit.edu/sysdyn/sd-intro/D-4467-3.pdf

13. Business Process Model and Notation. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/uiohik

14. Логістика у будівництві: методи прийняття рішень, особливості й перспективи розвитку. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.lu/icaovq

Kuzmich Yaroslav,
Doctor of Economics **Tormosov Ruslan**,
Verchenko Valerii,
Sarhsian Vahan,
Kyiv National University of Construction and Architecture

PROBLEM-ANALYTICAL ASSESSMENT OF FACTORS DETERMINING THE NEED FOR TRANSFORMATION OF LOGISTICS MANAGEMENT IN CONSTRUCTION ENTERPRISES

In the current conditions of globalization and digitalization of the economy, logistics management of construction enterprises is becoming critically important. Traditional logistics models, which previously ensured relative stability and predictability of supplies, are losing their effectiveness due to the growing level of uncertainty, risks, and turbulence in resource markets. A problem-analytical

assessment of the factors that determine the need for transformation of logistics management becomes a priority task for the management of construction enterprises, as it allows identifying critical directions for development and adaptation.

The construction industry is a specific sector of the economy that combines significant material flows, complex multi-level processes, and high dependence on external factors. The main problems arise in the sphere of unstable supplies of construction materials, price fluctuations, transport restrictions, regulatory barriers, as well as complications related to international logistics corridors. The impact of military conflicts, global crises, environmental challenges, and digital transformations further intensifies the need for an adaptive approach to logistics.

Analytical studies show that modern logistics management in construction must go beyond the simple management of material flows. It should integrate digital technologies (BIM, ERP, SCM, IoT), ensure process transparency, increase flexibility, and form strategic mechanisms for risk management. This requires the use of multi-criteria evaluation tools that take into account not only financial indicators but also environmental, social, and temporal aspects of efficiency.

Keywords: logistics management; construction enterprises; transformation; problem-analytical assessment; risks; digital technologies; resilience; efficiency.

REFERENCES

1. Chopra, S. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 7th ed. – Boston: Pearson, 2020. – 576 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/ebjesv. {in English}

2. Kyzym, M.O., Khaustova, V.Y., Trushkina, N.V. (2022). The Essence of the Concept of "Critical Infrastructure" from the Standpoint of National Security of Ukraine. Business Inform, No. 12, pp. 58–78. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.business-inform.net/annotated-catalogue/?abstract=2022_12_0&lang=en&year=2022. {in Ukrainian}

3. Horizons of Innovation: Conference on Multidisciplinary Trends in Science 2024: Proceedings Book. – Poland: Futurity Research Publishing, 2024. – 343 p. – ISBN 978-83-969744-1-0. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/buvgrg. {in English}

4. EU Strategies for Competitiveness, Growth and Prosperity: Strategic Management of Competitiveness in the Context of European Integration Processes. Proceedings of the International Research Conference, Dnipro, March 19, 2025. [Online Edition]. Dnipro: Alfred Nobel University, 2025. – 282 p. {in Ukrainian}

5. Jüttner, U. (2005). Supply chain risk management: Understanding the business requirements from a practitioner perspective. The International Journal of

Logistics Management, 16(1), 120–141. https://doi.org/10.1108/09574090510617385. {in English}

6. 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}

7. SWOT-analysis in construction companies to identify logistical barriers. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.scribd.com/document/714124160/Аналіз-SWOT-будівельної-фірми. {in Ukrainian}

8. Methodical approaches to evaluating the effectiveness of organizing logistics systems. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/fovzig. {in Ukrainian}

9. Gurel, E., & Tat, M. (2017). SWOT Analysis: A Theoretical Review. The Journal of International Social Research, 10(51). – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.sosyalarastirmalar.com/articles/swot-analysis-a-theoretical-review.pdf. {in English}

10. Fedun, I.L., & Chupryna, Y.A. (2019). State regulation tools in construction. Construction Production, No. 66, pp. 87–91. {in Ukrainian}

11. Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). Fundamentals of Business Process Management. 2nd ed. – Berlin: Springer. – [Electronic resource]. – Access mode: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-56509-4. {in English}

12. Forrester, J.W. (1961). Industrial Dynamics. – Cambridge: MIT Press. – 464 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://web.mit.edu/sysdyn/sd-intro/D-4467-3.pdf. {in English}

13. Business Process Model and Notation. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.li/uiohik. {in English}

14. Logistics in construction: decision-making methods, features, and development prospects. – [Electronic resource]. – Access mode: https://surl.lu/icaovq. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.366-376
УДК: 658.15:69.003.13

Луценко Б.О.,
Bogdan77lutsenko@gmail.com, ORCID: 0009-0007-3364-6755,
к.е.н, доцент **Дружиніна І.В.,**
vin-ipo-knuba@ukr.net, ORCID: 0000-0003-2688-779X,
Футніков В.О.,
grampus.tiger@gmail.com, ORCID: 0009-0007-2996-9789,
Пасєков А.Д.,
Pasekovandrey@gmail.com, ORCID: 0009-0002-9384-5207,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕВОЛЮЦІЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО АНАЛІЗУ АКТИВІВ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ ЖИТЛОВОЇ ДЕВЕЛОПЕРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Аналіз активів будівельних підприємств у сфері житлового девелопменту є одним із ключових напрямів сучасних економіко-управлінських досліджень. Еволюція теоретичних підходів до цього процесу свідчить про поступовий перехід від класичних фінансових методів оцінювання до інтегрованих моделей, що враховують ринкові ризики, специфіку галузі та цифровізацію управлінських процесів. Традиційно активи розглядалися виключно з позицій матеріальної бази та фінансових ресурсів підприємства, однак сучасна наука і практика девелопменту акцентують увагу на нематеріальних компонентах, таких як бренд, репутаційний капітал, цифрові дані та інноваційні ресурси. Зокрема, у контексті житлового будівництва аналіз активів набуває стратегічного значення, оскільки дозволяє оцінити не лише поточний фінансовий стан компанії, а й її потенціал до стійкого розвитку та здатність реалізовувати складні довгострокові проєкти. Протягом останніх десятиліть можна простежити кілька хвиль наукових підходів: класична ресурсна теорія, інституціональний аналіз, концепції сталого розвитку, ресурсно-орієнтовані моделі та сучасні цифрово-аналітичні парадигми. Усі вони по-різному інтерпретують структуру активів та їхній вплив на стратегічну результативність підприємства. У практиці девелоперських компаній України актуальними стали питання оцінювання ліквідності активів, визначення їх ринкової вартості та інтеграція результатів аналізу у систему стратегічного планування. Додаткового значення набувають інноваційні підходи, що враховують цифровізацію, використання BIM-технологій, ERP-систем та платформ управління інвестиціями. Такі методи дозволяють будівельним підприємствам не лише

контролювати матеріальні та фінансові ресурси, а й прогнозувати вплив ризиків і тенденцій на вартість активів.

Ключові слова: активи будівельних підприємств; житловий девелопмент; стратегічне управління; ресурсний підхід; сталий розвиток; інвестиційна привабливість; цифрова аналітика; конкурентоспроможність.

Постановка проблеми: Сучасна будівельна галузь України перебуває у стані постійних трансформацій, що зумовлюється як внутрішніми, так і зовнішніми факторами. Серед них – глобалізаційні процеси, економічна нестабільність, урбанізаційні тенденції та зростання попиту на житлові проєкти нового формату. В цих умовах аналіз активів будівельних підприємств стає визначальним фактором їх життєздатності та успішності на ринку. Традиційні підходи, що базуються лише на бухгалтерських і фінансових даних, уже не забезпечують адекватної оцінки ситуації, адже вони ігнорують комплексність нематеріальних ресурсів, ризиків та стратегічних перспектив. Водночас на ринку житлового девелопменту спостерігається посилення конкуренції, що вимагає від підприємств підвищеної уваги до ефективності використання активів. Складність полягає у відсутності уніфікованих методик, які б дозволяли інтегрувати класичні фінансові показники з цифровими технологіями управління та інноваційними моделями оцінки.

Мета статті: Комплексне дослідження еволюції теоретичних підходів до аналізу активів будівельних підприємств у контексті житлової девелоперської діяльності, з урахуванням сучасних тенденцій цифровізації та інтеграції інноваційних інструментів управління. Завдання полягає у виявленні закономірностей розвитку наукових концепцій, визначенні їх практичної релевантності для українських підприємств, а також формуванні пропозицій щодо удосконалення системи управління активами з позицій стратегічної стійкості та конкурентних переваг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У вітчизняній та зарубіжній науковій літературі проблематика аналізу активів підприємств розглядалася в різних аспектах. Класичні дослідження зосереджувалися на бухгалтерському обліку та фінансовому аналізі, де активи визначалися переважно як сукупність матеріальних і фінансових ресурсів. Подальші праці, зокрема у сфері стратегічного управління, підкреслювали важливість ресурсного підходу, в рамках якого активи розглядаються як джерело конкурентних переваг підприємства. Сучасні праці акцентують увагу на інтеграції фінансово-економічного аналізу з цифровими інструментами. Зокрема, зростає інтерес до впровадження інформаційних систем управління (ERP, BIM, CRM) та цифрової

аналітики, що дозволяють будівельним компаніям отримувати більш точні та релевантні дані про вартість і структуру активів.

Виклад основного матеріалу: Аналіз активів будівельного підприємства як об'єкта управлінського, фінансового та стратегічного дослідження є важливим елементом наукового осмислення девелоперської діяльності. Протягом останніх десятиліть відбулися суттєві зміни у трактуванні самої сутності активів — від класичних матеріальних елементів, зокрема земельних ділянок, виробничих потужностей, техніки та будівельних об'єктів, до розширених моделей, що охоплюють нематеріальні, інтелектуальні й цифрові ресурси. Саме ці ресурси дедалі частіше стають джерелом довгострокової цінності підприємства та формують його реальну конкурентну перевагу. Така трансформація зумовлена розвитком ринкових відносин, цифровізації економіки, зростанням ролі інформаційних активів і знаннєвих практик, які визначають ефективність функціонування девелоперських структур.

Однією з перших систематизацій нематеріальних активів стала концепція інтелектуального капіталу, розроблена американським дослідником Т. А. Стюартом. Він визначив інтелектуальний капітал як сукупність людського, структурного та клієнтського потенціалу, який є основою формування вартості підприємства в економіці знань. Людський капітал, за Т. А. Стюартом, охоплює знання, компетентність, досвід і креативність персоналу. Структурний капітал включає внутрішні процеси, інформаційні бази, методології та корпоративні стандарти [1].

Переосмислення природи активів у сучасній науковій традиції значною мірою пов'язане з ресурсно-орієнтованою концепцією, запропонованою Дж. Б. Барні [2]. У контексті житлової девелоперської діяльності цінність можуть мати такі активи, як довгострокові партнерства з органами місцевого самоврядування, ексклюзивні локації, BIM-моделі з високим ступенем деталізації, CRM-платформи з поведінковою аналітикою та репутація на вторинному ринку інвесторів [2].

Історичний шлях розвитку економічної науки щодо трактування поняття активів демонструє чітку еволюцію — від обмеженого бухгалтерського підходу до стратегічної багатовимірної інтерпретації, у якій актив трактується як носій цінності, інструмент управлінського впливу та джерело майбутніх вигод. У контексті будівельного підприємства ця трансформація має особливе значення, оскільки сама природа девелопменту передбачає роботу з довготривалими, капіталоємними, ризикованими об'єктами, що реалізуються в умовах багатофакторної невизначеності. Класична економічна школа розглядала актив виключно з позиції його матеріального наповнення. У працях А. Сміта та Д. Рікардо активи були пов'язані переважно з капіталом як засобом виробництва

— таким, що формує основу для продуктивної діяльності [3, 4]. Пізніше, з розвитком бухгалтерського обліку та стандартів фінансової звітності, активи почали структуруватися у звітах за ознаками належності, використання та вартості.

У будівельній сфері довгий час поняття активів зводилося до основних засобів — техніки, будівель, інструментів, і меншою мірою до правових інструментів, таких як ліцензії чи дозволи. Проте починаючи з 1970-х років, унаслідок переходу до інноваційної економіки, починає формуватися ширше уявлення про активи як джерела конкурентної переваги. Це знайшло відображення в підходах ресурсно-орієнтованої теорії, яку розвивав Дж. Б. Барні, а також у роботах Т. А. Стюарта, де акцент зміщується на нематеріальні компоненти вартості [1, 2].

У таблиці 1 узагальнено етапи трансформації теоретичного підходу до трактування активів у науковій і прикладній літературі, зіставлено ключові концепції та особливості їх адаптації до будівельного девелопменту.

Таблиця 1.

Етапи еволюції поняття активів у контексті будівельної галузі

(розроблено авторами на основі [2, 3, 5, 6])

Період	***Теоретична концепція***	***Основні характеристики активу***	***Представники***	***Актуалізація в будівництві***
До 1930-х років	Класична економіка	Засоби виробництва, земля, обладнання	А. Сміт, Ж.-Б. Сей	Земельні активи, інструменти праці
1930–1960-ті	Фінансово-бухгалтерська школа	Матеріальні ресурси, основні засоби, запаси	Ф. Тейлор, Л. Джонсон	Балансова вартість майна
1970–1990-ті	Теорія капіталу і оцінки	Фінансові інструменти, грошові потоки, оцінка ризику	С. Маєрс, Р. Брілі	Портфель об’єктів, рентабельність інвестування
1990–2010-ті	Ресурсно-орієнтована теорія (RBV)	Унікальність, нематеріальність, стратегічна цінність	Дж. Б. Барні	Бренд, CRM, ліцензії, аналітичні інструменти
Після 2010 року	Цифрово-мережева економіка	Цифрові активи, інформаційні платформи, дані	Т. А. Стюарт, П. Котлер	BIM, ERP, API, цифрові дашборди, репутаційний капітал

Розуміння класифікацій активів у будівельному секторі, зокрема в контексті житлової девелоперської діяльності, вимагає ширшого тлумачення, ніж те, яке закладене в облікових стандартах. Історично такі класифікації будувались на базі принципу матеріальності, юридичної ідентифікації та облікової оцінки. Проте зі зростанням впливу інформаційної економіки та

появою цифрових інструментів управління активами ці підходи потребують істотного переосмислення [7].

Зокрема, у сфері житла активи умовно поділяються на чотири стратегічні типи [8]:

- Проєктно-інфраструктурні активи — земельні ділянки, підключення до мереж, містобудівні умови.
- Цифрові активи — BIM-моделі, CRM-платформи, аналітичні панелі попиту.
- Репутаційно-довірчі активи — бренд девелопера, успішність минулих об’єктів, інформаційна прозорість.
- Поведінкові активи — історія запитів клієнтів, моделі залучення, сегменти лояльності.

На рисунку 1 візуально подано перехід від класичних бухгалтерських категорій до системної, багаторівневої структури, де кожна група активів поєднана зі своєю функціональною роллю та каналами впливу на економіку об’єкта.



Рис. 1. Еволюція класифікації активів у житловому будівництві
(розроблено авторами на основі [9])

Проблематика вимірювання ефективності використання активів будівельного підприємства є однією з центральних у системі аналітичного контролінгу та стратегічного управління. Упродовж XX століття ключовими критеріями оцінювання ефективності були класичні фінансові показники, зокрема рентабельність активів (ROA), коефіцієнт оборотності активів, коефіцієнти фондовіддачі тощо. Ці індикатори, які базувалися на

співвідношенні прибутку до загальної вартості активів або доходів до середньої суми активів, забезпечували базовий орієнтир для підприємств [10].

Суттєвим кроком до розширення спектру інструментів стали підходи в межах стратегічного контролінгу. У 1990-х роках поширення набуває концепція системи збалансованих показників (Balanced Scorecard), розроблена Р. Капланом та Д. Нортоном. Вона пропонує оцінювати ефективність не лише за фінансовими метриками, а й за критеріями внутрішніх процесів, розвитку персоналу, клієнтського задоволення та інноваційного потенціалу [10].

Далі — ключовим став перехід до мультиіндикаторного аналізу. Сучасні девелопери оцінюють актив не лише з точки зору його фактичної віддачі, а й з позиції потенціалу до створення цінності, ризикованості, ступеня цифрової інтегрованості. Так, наприклад, цифровий актив у вигляді CRM-системи оцінюється не стільки за своєю балансовою вартістю, скільки за ефективністю в частині: кількості клієнтських контактів, швидкості зворотного зв'язку, коефіцієнта конверсії, середнього часу реагування на запит [11].

Щоб систематизувати зазначене, рисунок 2 візуалізує рівні аналізу активів: фінансовий, операційний, стратегічний і цифровий. Кожен рівень містить відповідні показники, які застосовуються до різних типів активів — від класичних матеріальних до репутаційних або поведінкових.



Рис. 2. Багатовимірна модель оцінювання ефективності активів у житловому девелопменті *(розроблено авторами на основі 11[])*

У житловому девелопменті нематеріальні активи виконують особливу роль, оскільки вони мають безпосередній вплив на поведінку покупця. [12]. У таблиці 2 узагальнено основні групи нематеріальних активів у житловому девелопменті та їхній безпосередній вплив на інвестиційну привабливість.

Таблиця 2.

Основні групи нематеріальних активів у житловому девелопменті та канали їх впливу на інвестиційну привабливість

(розроблено автором на основі [12])

Група нематеріальних активів	***Змістовне наповнення***	***Канал впливу на інвестора***
Архітектурно-концептуальні активи	Брендинг стилю, авторські рішення, дизайн-комунікації	Візуальна відмінність, емоційне позиціонування
Цифрово-сервісні активи	Сайт, платформи CRM, дашборди, онлайн-сервіси	Інтерактивність, прозорість, простота взаємодії
Інституційно-дозвільні активи	Гарантії, дозвільна документація, статус забудовника	Зменшення ризику, підвищення довіри
Репутаційно-інформаційні активи	Публікації, згадки у ЗМІ, аналітичні огляди, відгуки	Рівень експертності, верифікованість інформації
Соціально-поведінкові активи	Відкриті консультації, чат-канали, after-sale підтримка	Формування довгострокової лояльності та позитивної асоціації

Сучасне стратегічне управління дедалі більше тяжіє до інтегрованих моделей, у яких активи перестають бути лише елементами обліку або фоновим ресурсом для реалізації проєкту. У цифрову епоху актив набуває статусу системного модуля — компонента, що безпосередньо вбудовується у процес прийняття рішень, формування конкурентної стратегії, налаштування сервісів та створення клієнтського досвіду. Починаючи з 2010-х років, провідні дослідники у сфері стратегічного менеджменту, такі як М. Грівз, Е. Бринйолфссон, Д. Тіс, у своїх роботах доводять, що активи мають розглядатися як носії динамічних здатностей, здатних генерувати нову вартість через гнучкість, масштабованість та цифрову конфігурованість [7, 9]. У девелопменті це особливо актуально: проєктна діяльність потребує не лише одноразової концентрації ресурсів, а й постійної здатності до адаптації — від модифікації планувань під потреби ринку до оперативного реагування на зміну нормативних вимог або вартості фінансування.

Тому виникає потреба інтегрувати активи у стратегічну структуру підприємства через чотири ключові блоки [13]:

1. Аналітичний модуль, який відстежує продуктивність кожного активу на основі KPI, варіативності й конверсійності.
2. Інвестиційний модуль, який забезпечує капіталізацію активів на основі прогнозування, сценарного аналізу та real-options підходу.
3. Операційно-цифровий модуль, де актив інтегрується в ERP, CRM, BIM, тобто в інформаційні системи підприємства.
4. Репутаційно-клієнтський модуль, який трансформує актив у компонент сприйняття бренду, сервісу, ринкової довіри.

Усі ці блоки об’єднуються у візуальній схемі, яку представлено на рисунку 3.



Рис. 3. Інтеграційна модель управління активами у цифровому девелопменті
(розроблено авторами на основі [14])

Література

1. Стюарт Т.А. Інтелектуальний капітал: нове джерело багатства організацій. – Київ: Видавництво «Успіх і справа», 2005. – 320 с.

2. Барні Дж.Б. Ресурсна концепція фірми: аналітичний підхід до конкурентної переваги. – Журнал стратегічного менеджменту, 1991. – № 3(1). – С. 99–120.

3. Smith A. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. – London: W. Strahan and T. Cadell, 1776. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.econlib.org/library/Smith/smWN.html

4. Ricardo D. On the Principles of Political Economy and Taxation. – London: John Murray, 1817. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.econlib.org/library/Ricardo/ricP.html

5. Каплан Р.С., Нортон Д.П. Система збалансованих показників: як перетворити стратегію в дію. – Харків: Бізнес-інформ, 2007. – 312 с.

6. Захарченко П.В., Огороднік І.В., Дериземля С.С. Маркетингові аспекти будівництва: навчальний посібник / П. В. Захарченко, І. В. Огороднік, С. С. Дериземля. Київ: Видавництво «Центр учбової літератури», 2024. 146 с.

7. Teece D.J. Dynamic Capabilities and Strategic Management: Organizing for Innovation and Growth. Oxford: Oxford University Press, 2011.

8. Teece D.J., Pisano G., Shuen A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. Стаття у Strategic Management Journal, 1997.

9. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W.W. Norton & Company, 2014.

10. Інноваційний менеджмен т: методичні вказівки до виконання практичних занять для студентів спеціальності 073 «Менеджмент», освітня програма «Менеджмент організації і адміністрування», галузі знань 07 «Управління та адміністрування» / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; укладачі: І.С. Івахненко, Ю.А. Чуприна, Г.М. Рижакова, В.О. Поколенко. – Київ : КНУБА, 2024. – 64 с. : іл. - Бібліогр. : с. 58-61.

11. Atencio E., Mariani C., Accettulli R., Mancini M. Monetizing Digital Innovation in the AEC Industry: Real Estate Value Creation Through BIM and BMS Integration. Buildings, 2025, 15(11), 1920.

12. Grześ-Bukłaho J. Intangible assets as a source of competitiveness of real-estate developers. Ekonomia i Prawo: Economics and Law, 2018, Vol. 17(4): 355–365.

13. Barney J.B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. Journal of Management, 1991, Vol. 17(1): 99–120. — Основний текст ресурсно-орієнтованої теорії (RBV), що обґрунтовує поняття VRIO.

14. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for assessing the competitiveness of a construction company as a contractor in public-private partnership projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481).

Lutsenko Bohdan,
Candidate of Economics, Associate Professor **Druzhynina Iryna,**
Futnikov Volodymyr, Pasekov Andriy,
Kyiv National University of Construction and Architecture

EVOLUTION OF THEORETICAL APPROACHES TO THE ANALYSIS OF ASSETS OF CONSTRUCTION ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF RESIDENTIAL DEVELOPMENT ACTIVITIES

The analysis of construction enterprises' assets in the field of residential development is one of the key areas of modern economic and management research. The evolution of theoretical approaches to this process demonstrates a gradual

transition from classical financial evaluation methods to integrated models that take into account market risks, industry specifics, and the digitalization of management processes. Traditionally, assets were considered exclusively from the perspective of the material base and financial resources of the enterprise. However, modern science and development practice emphasize the importance of intangible components such as brand, reputational capital, digital data, and innovative resources. In the context of residential construction, asset analysis acquires strategic importance, as it makes it possible to assess not only the current financial condition of the company but also its potential for sustainable development and its ability to implement complex long-term projects.

Over the past decades, several waves of scientific approaches can be traced: the classical resource theory, institutional analysis, concepts of sustainable development, resource-based models, and modern digital-analytical paradigms. Each of them interprets the structure of assets and their impact on the strategic performance of the enterprise differently. In the practice of Ukrainian development companies, issues of assessing asset liquidity, determining their market value, and integrating the results of analysis into the system of strategic planning have become particularly relevant. Innovative approaches that incorporate digitalization, the use of BIM technologies, ERP systems, and investment management platforms are gaining additional importance. Such methods enable construction enterprises not only to control material and financial resources but also to predict the impact of risks and trends on asset value.

Keywords: assets of construction enterprises, residential development, strategic management, resource-based approach, sustainable development, investment attractiveness, digital analytics, competitiveness.

REFERENCES

1. Stewart, T.A. (2005). Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations. Kyiv: Uspekh i Sprava Publishing. 320 p. {in English}

2. Barney, J.B. (1991). The Resource-Based View of the Firm: An Analytical Approach to Competitive Advantage. Strategic Management Journal, 3(1), 99–120. {in English}

3. Smith, A. (1776). An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. London: W. Strahan and T. Cadell. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.econlib.org/library/Smith/smWN.html. {in English}

4. Ricardo, D. (1817). On the Principles of Political Economy and Taxation. London: John Murray. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.econlib.org/library/Ricardo/ricP.html. {in English}

5. Kaplan, R.S., & Norton, D.P. (2007). The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Kharkiv: Business-Inform. 312 p. {in Ukrainian}

6. Zakharchenko, P.V., Ohorodnik, I.V., & Deryzemlia, S.S. (2024). Marketing Aspects of Construction: A Textbook. Kyiv: Center for Educational Literature. 146 p. {in Ukrainian}

7. Teece, D.J. (2011). Dynamic Capabilities and Strategic Management: Organizing for Innovation and Growth. Oxford: Oxford University Press. {in English}

8. Teece, D.J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. Strategic Management Journal. {in English}

9. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W. W. Norton & Company. {in English}

10. Ivakhnenko, I.S., Chupryna, Y.A., Ryzhakova, H.M., & Pokolenko, V.O. (2024). Innovation Management: Methodical Guidelines for Practical Classes for Students of Specialty 073 “Management”, Educational Program “Organization and Administration Management”, Field of Knowledge 07 “Management and Administration”. Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture (KNUCA). 64 p. {in Ukrainian}

11. Atencio, E., Mariani, C., Accettulli, R., & Mancini, M. (2025). Monetizing Digital Innovation in the AEC Industry: Real Estate Value Creation Through BIM and BMS Integration. Buildings, 15(11), 1920. {in English}

12. Grześ Bukłaho, J. (2018). Intangible Assets as a Source of Competitiveness of Real Estate Developers. Ekonomia i Prawo: Economics and Law, 17(4), 355–365. {in English}

13. Barney, J.B. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. Journal of Management, 17(1), 99–120. (Foundational text of the Resource-Based View (RBV) theory, justifying the VRIO concept). {in English}

14. Shpakova, H., Chupryna, I., Ivakhnenko, I., Zinchenko, M., & Plys, N. (2024). Tools for Assessing the Competitiveness of a Construction Company as a Contractor in Public-Private Partnership Projects. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 473–481). {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.377-391
УДК 69.001.5:004.94:005.8

професор **Малихіна О.М.,**
malykhina.om@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-3683-570X,
Микитченко Б.М.,
bmikitchenko@gmail.com, ORCID: 0009-0002-5186-6210,
Мовчан М.М.,
mihailmovchan@gmail.com, ORCID: 0009-0000-1631-4440,
Кривущенко С.Ф.,
serg80386@gmail.com, ORCID: 0009-0006-2435-2678,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНЖЕНЕРНА ПІДГОТОВКА БУДІВНИЦТВА ЯК СКЛАДОВА ІНФРАСТРУКТУРНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ: ЗМІСТ, СТРУКТУРА, РОЛЬ У ПРОЦЕСІ ЗВЕДЕННЯ

Інженерна підготовка будівництва відіграє ключову роль у забезпеченні цілісної реалізації інфраструктурних проєктів, зокрема в умовах стрімкого розвитку містобудування, складності інженерних систем і зростаючих вимог до якості, безпеки й ефективності будівельних процесів. На сучасному етапі розвитку будівельної галузі інженерна підготовка набуває нового значення як передумова синхронізованого функціонування усіх ланок проєктної, матеріально-технічної та організаційно-виробничої структури. У роботі здійснено спробу систематизувати поняття інженерної підготовки, розкрити її внутрішню структуру, етапи реалізації, а також охарактеризувати її місце в загальному циклі зведення об'єктів.

Розглянуто структурно-функціональні компоненти інженерної підготовки: геодезичне та геологічне забезпечення, проєктна адаптація до інженерно-технічних умов, організаційне планування, енергетична логістика, водовідведення, підготовка під'їзних шляхів, а також підключення до зовнішніх комунікацій. Особливу увагу приділено моделі інтеграції інженерної підготовки в BIM-середовище та системи управління життєвим циклом об'єкта (LCC). Наголошено на важливості врахування специфіки ґрунтів, кліматичних умов, навантажень на інженерні мережі та синхронізації між субпідрядниками на етапі інженерного планування.

Узагальнюються виклики та бар'єри, пов'язані з неузгодженістю між проєктувальниками й виконавцями, фрагментованістю відповідальності, а також ризиками, що виникають через недостатній рівень інженерної діагностики. На підставі аналізу практичних кейсів запропоновано підходи до вдосконалення інженерної підготовки шляхом її стандартизації,

автоматизації й цифрової трансформації, зокрема через впровадження технологій моніторингу в реальному часі, 3D-сканування, датчикового контролю та аналітики ризиків. Доведено, що інженерна підготовка — не лише технічний процес, а й стратегічний елемент інфраструктурної синергії, який здатен істотно впливати на тривалість, вартість і якість проєкту. Представлена концептуальна модель інженерної підготовки може стати основою для формування нових стандартів організації підготовчих процесів в інфраструктурному будівництві.

Ключові слова: інженерна підготовка; інфраструктура; будівельний процес; BIM; геодезія; проєктування; синхронізація; цифровізація

Постановка проблеми: В умовах масштабної урбанізації, ускладнення інженерних комунікацій та високих темпів реалізації інфраструктурних проєктів питання своєчасної, якісної та ефективної інженерної підготовки стає ключовим. Неврегульованість механізмів координації між проєктними, геодезичними, монтажними та логістичними структурами призводить до затримок у будівництві, перевитрат ресурсів, а також зниження технічної якості об’єктів. Особливо гостро це питання стоїть у контексті впровадження новітніх технологій управління, які вимагають від виконавців нових підходів до синхронізації процесів. Попри те, що окремі складові інженерної підготовки активно розробляються, у цілісному форматі ця категорія залишається методологічно неструктурованою. Відсутність уніфікованих методик інтеграції інженерної підготовки в інформаційні середовища, як-от BIM, знижує загальну ефективність управління. Таким чином, постає завдання концептуалізації інженерної підготовки як комплексної ланки в будівельному процесі.

Метою статті є формування теоретико-прикладного підходу до розкриття сутності інженерної підготовки як системної складової інфраструктурного процесу зведення об’єктів. Визначення структури, функціональних взаємозв’язків, етапів реалізації та цифрових інструментів, що забезпечують інтеграцію інженерної підготовки в загальну архітектоніку проєктного управління. Додатково ставиться завдання обґрунтування доцільності стандартизації та автоматизації даного процесу, а також виявлення ключових бар’єрів і точок росту у сфері передпроєктної інфраструктурної організації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика інженерної підготовки будівництва дедалі частіше розглядається в контексті цифрових трансформацій, інтеграції BIM-систем, а також у площині ефективного управління життєвим циклом об’єкта. Окремі публікації акцентують на важливості геодезичного й геологічного забезпечення, роль якого значно

посилюється при роботі з нестабільними ґрунтами або складними урбаністичними умовами. Дослідники висвітлюють зв'язок між якістю інженерної підготовки й показниками безпеки, довговічності, а також фінансової доцільності проєкту. У публікаціях, присвячених управлінню інфраструктурними ризиками, інженерна підготовка розглядається як запобіжник техногенних загроз та інструмент підтримки адаптивної логістики. Також активно аналізується вплив технологій візуального та лазерного сканування, сенсорного моніторингу й цифрової паспортизації об'єктів, які дозволяють автоматизувати частину підготовчих процесів.

Водночас наукові джерела свідчать про недостатню методологічну уніфікацію понять, що призводить до фрагментованого трактування інженерної підготовки. Бракує міждисциплінарного синтезу між інженерією, управлінськими науками, урбаністикою та цифровими технологіями, що обмежує ефективність практичної реалізації моделей інженерної підготовки. Отже, необхідною є розробка сучасного уніфікованого підходу до інженерної підготовки, який враховує не лише технічні, але й управлінські, інформаційні та середовищні аспекти.

Виклад основної інформації: У сучасному будівельному циклі інженерна підготовка є не лише підготовчим етапом до основного будівництва, а й системоутворювальним компонентом, який забезпечує цілісність проєктної реалізації, оптимізацію техніко-технологічних рішень і мінімізацію ризиків, пов'язаних із простоями, неузгодженістю або техногенними ускладненнями. Це поняття охоплює комплекс організаційно-технічних дій, спрямованих на створення сприятливих умов для виконання основного обсягу робіт, починаючи від підготовки території до формування інженерної інфраструктури, синхронізованої з архітектурно-будівельними, електротехнічними, транспортними та екологічними вимогами. Сутнісно, інженерна підготовка формує стартовий контур реалізації, який задає параметри безпеки, технологічної послідовності та експлуатаційної ефективності об'єкта.

Основною функцією інженерної підготовки є забезпечення зведення будівлі або споруди у чітко визначеному просторі з урахуванням його геофізичних, кліматичних, урбаністичних та геотехнічних характеристик. Інженерна підготовка передбачає міждисциплінарну взаємодію спеціалістів у сферах геодезії, гідрології, геотехніки, теплотехніки, енергетики та інженерних систем, що суттєво підвищує складність, але водночас і точність підходів до організації будівництва [1].

Одним із ключових елементів ефективної інженерної підготовки є структуризація її компонентів у функціонально логічну систему, яка дозволяє реалізувати її як інфраструктурний модуль усього проєкту. До такої структури

входять: вертикальне і горизонтальне планування території; інженерно-геодезичні, геологічні, екологічні дослідження; організація тимчасових і постійних мереж водопостачання, енергозабезпечення, водовідведення; винесення осей і знаків нульового циклу; організація під'їзних шляхів і тимчасових споруд (побутових, охоронних, диспетчерських). Така структурна модель дозволяє досягти високого рівня координації між підсистемами реалізації проєкту та попередити виникнення відхилень на подальших стадіях [15].

Для глибшого розуміння системної побудови інженерної підготовки як ключової складової інфраструктурного процесу доцільно звернутися до рисунка 1.

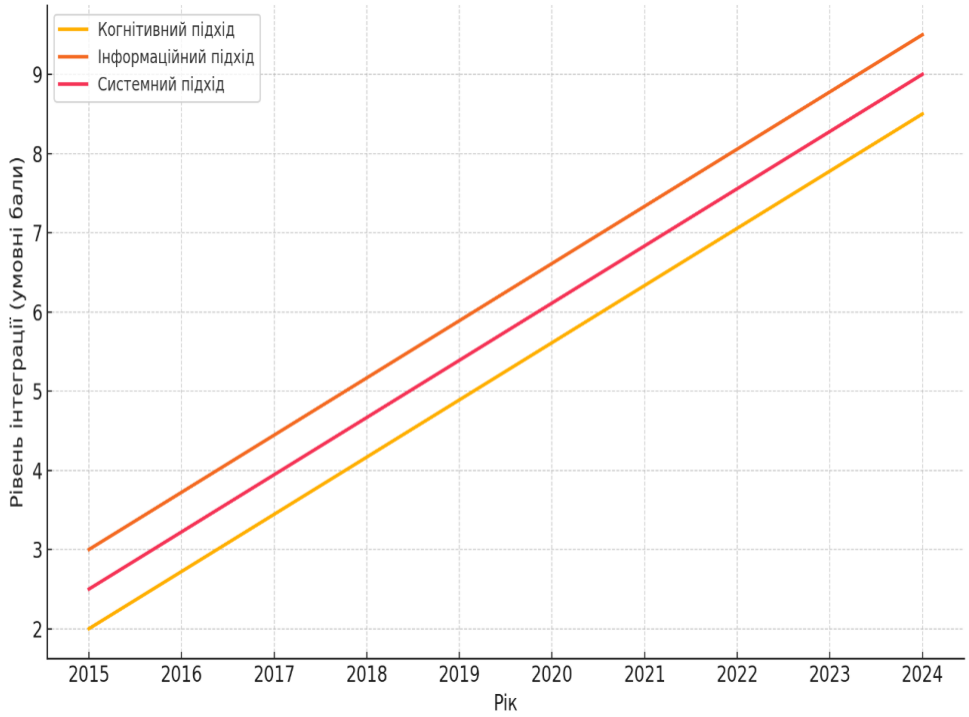


Рис. 1. Структурна модель інженерної підготовки будівництва як елементу інфраструктурної реалізації проєкту
(розроблено авторами на основі [1])

В умовах сучасних містобудівних процесів інженерна підготовка відіграє ще одну критично важливу роль – вона інтегрує проєкт у реальний просторово-регуляторний ландшафт, де інфраструктурні, правові, санітарні та соціальні чинники мають не менше значення, ніж власне будівельна технологія. Зважаючи на це, техніко-юридичне забезпечення інженерної підготовки охоплює координацію із системами містобудівного кадастру, цифровими платформами управління об'єктами, реєстрами комунальних служб, дозволами та погодженнями з органами місцевої влади [3].

Для конкретизації взаємозв'язків між різними складовими інженерної підготовки та етапами проєктної реалізації доцільно подати узагальнену структурну таблицю 1, яка демонструє основні напрями її реалізації, інструменти та очікуваний ефект від впровадження на кожному рівні.

Таблиця 1.

Функціональна структура інженерної підготовки будівництва у розрізі ключових етапів інфраструктурного проєкту *(розроблено авторами на основі [3])*

Етап проєкту	***Складова інженерної підготовки***	***Інструменти реалізації***	***Очікуваний ефект***
Передпроєктна діагностика	Геодезичне та геологічне обстеження	Лазерне сканування, георадар, ГІС	Визначення фізичних обмежень та потенцій ризику
Проєктування інженерної інфраструктури	Водопостачання, енергозабезпечення	BIM-моделі, гідравлічні симуляції	Підвищення точності та зменшення затрат
Початкова організація будмайданчика	Зонування, тимчасові комунікації	Цифрові плани майданчика, AutoCAD, Revit	Логістична оптимізація будівельного процесу
Виконання нульового циклу	Розробка котлованів, зведення фундаментів	Контроль геотехнічних параметрів, дрони	Зниження ймовірності технічних деформацій
Координація з міською інфраструктурою	Підключення до комунальних систем	Платформи міського кадастру, електронні сервіси	Своєчасність підключень, відповідність нормам

Інженерна підготовка будівництва дедалі більше трансформується з допоміжного процесу на системоутворювальну складову, яка визначає успішність інфраструктурної реалізації проєктів. Її роль полягає не лише у забезпеченні старту будівництва, але й у створенні середовища, в якому оптимізація, цифровізація та адаптивне планування поєднуються в єдиний організаційний контур. У сучасному контексті інженерна підготовка виступає також носієм передбачуваності, керованості та узгодженості всіх інженерно-технологічних і логістичних рішень [14].

Продовжуючи системне розкриття сутності інженерної підготовки в контексті інфраструктурної реалізації будівельного проєкту, ключову аналітичну позицію займає поняття інженерної інфраструктури будівництва. У загальному вигляді ця категорія охоплює сукупність інженерно-технічних систем, комунікацій, технологічних елементів і ресурсно-енергетичних вузлів, що забезпечують повноцінне функціонування будівельного майданчика як тимчасової виробничо-логістичної структури. Її призначення — не лише

створення умов для зведення споруд, а й забезпечення надійного зв'язку з зовнішнім середовищем (енергомережі, транспорт, водопостачання), інтеграції з експлуатаційною інфраструктурою, підтримання безпеки, екологічного балансу та функціональної адаптивності до різних фаз проєктного циклу [4].

Трактування інженерної інфраструктури будівництва в науковій літературі зазнавало трансформацій відповідно до еволюції технологій, соціально-економічних умов і моделі управління будівельними підприємствами. На початковому етапі, у працях таких дослідників, як В.А. Тимченко (КНУБА, 1998), інженерна інфраструктура розглядалася виключно як набір технічних елементів — трубопроводи, електромережі, водогони, системи каналізації та елементи теплопостачання — які слугували фоновим ресурсом у зведенні споруд [1].

У 2000-х роках, відповідно до досліджень українських інженерів-економістів, зокрема А.М. Тищенка та Ю.І. Баженова (НДІ будівельних конструкцій, 2005), відбулося суттєве розширення розуміння: інженерну інфраструктуру почали тлумачити як частину логістично-технологічної системи управління проєктом [2]. Було введено поняття «проектної інтеграції» інженерної інфраструктури, яке передбачало взаємозв'язок між внутрішніми комунікаціями будівельного майданчика і зовнішніми магістралями, що забезпечують постачання ресурсів та утилізацію відходів. Їхня концепція спиралася на принцип безперервності матеріально-енергетичних потоків, які мають бути скоординовані як у просторі, так і в часі.

Сучасні інтерпретації, представлені в працях І.В. Яценка (2020) та настановах Мінрегіону України (2021), пов'язують інженерну інфраструктуру з цифровізацією процесів, екосистемною інтеграцією та критеріями сталого розвитку. У цьому контексті вона розглядається як частина цифрової моделі життєвого циклу будівельного об'єкта, пов'язана з BIM-технологіями, Smart Grid, сенсорними системами моніторингу та модулями управління навантаженням [3]. Це вже не просто підсистема забезпечення, а активний компонент інтелектуального управління будівництвом, який генерує дані, впливає на графіки зведення і дозволяє адаптувати проєкт до зміни середовища в реальному часі.

Для того щоб простежити, як трансформувалося наукове розуміння інженерної інфраструктури будівництва протягом останніх десятиліть, доцільно звернутися до рисунка 2.

У структурі сучасного девелоперського проєкту інженерна інфраструктура виконує ще й функцію інтеграційної платформи для взаємодії всіх учасників процесу: підрядників, постачальників, муніципалітетів, екологічних органів, технічного нагляду. У цьому контексті вона втрачає свою

виключно інженерну автономність і стає середовищем управління взаємозв'язками, де ключову роль відіграють цифрові платформи, API-взаємодія між сервісами, модулі доступу до реєстрів, а також блокчейн-компоненти, що забезпечують прозорість підключень і верифікацію технічних умов [5].

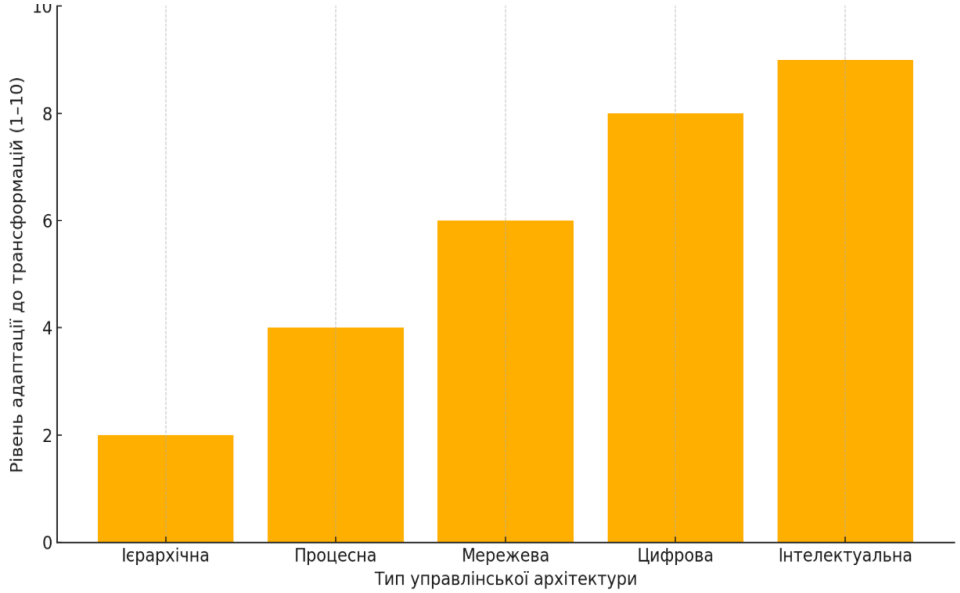


Рис. 2. Еволюція трактування поняття «інженерна інфраструктура будівництва» в наукових джерелах та прикладних системах управління *(розроблено автором на основі [1, 2, 3])*

Важливу роль відіграє екологічна складова інженерної інфраструктури будівництва. Згідно з рекомендаціями UNEP та настановами Міндовкілля України, будь-яка інфраструктурна система на будівельному майданчику має бути оцінена на предмет викидів, шумового навантаження, впливу на ґрунтові води, вуглецевого сліду та потенціалу утворення будівельних відходів. Інтеграція таких параметрів у процес інженерного проєктування інфраструктури дозволяє трансформувати її в екологічно відповідальний модуль, який є невід'ємною частиною моделі ESG-орієнтованого девелопменту.

Розглядаючи інженерну підготовку в межах стратегічної реалізації будівельного проєкту, не можна оминути її ключової функції — виступати інструментом управління ризиками. У класичному розумінні ризик-менеджмент охоплює ідентифікацію, оцінку, контроль та зниження потенційних загроз, які можуть вплинути на хід реалізації проєкту. У свою чергу, інженерна підготовка вбудовується у цей контур як профілактична система, яка дозволяє не лише зменшити ймовірність настання ризикових ситуацій, а й виявити приховані слабкі місця у просторі, логістиці, інженерній координації та геотехнічній сумісності. Це робить її невід'ємним елементом технології управління ризиками на будівельному підприємстві [6].

Перші системні підходи до трактування інженерної підготовки як інструменту ризик-менеджменту з'явилися в українській науково-технічній літературі в кінці 1990-х – початку 2000-х років. Зокрема, у працях Т.Я. Грабовського (Львівський національний аграрний університет, 2003) було наголошено, що саме підготовчий етап дає змогу попередити технологічні збої, пов'язані з недосконалим плануванням геодезичних виносів, розташуванням мереж чи обмеженням ресурсної доступності. Автор виокремлює три основні функції інженерної підготовки у контексті ризик-менеджменту: зниження невизначеності ґрунтових параметрів, виявлення конструктивних конфліктів, і профілактика інфраструктурного перевантаження [11].

Інший аспект розкрив М.В. Сидоренко (Київський національний університет будівництва і архітектури, 2010), який у своїй монографії розглядає інженерну підготовку як підґрунтя до сценарного моделювання ризиків. За його концепцією, результати інженерної підготовки формують «вхідні параметри» для побудови цифрових моделей сценаріїв з відхиленнями від базового графіка, зокрема — при різкому підвищенні ґрунтових вод, виявленні підземних комунікацій чи зміні структури логістичних потоків [12]. У сучасному етапі розвитку ризик-орієнтованих технологій будівництва, під впливом європейських стандартів (ISO 31000, EN 1997 Geotechnical Design), інженерна підготовка сприймається як базовий інструмент системного ризик-менеджменту. Це особливо чітко артикулюється в дослідженнях О.Є. Жмака (2021), який у рамках концепції структурного управління ризиками розглядає інженерну підготовку як техніко-організаційний фільтр, що відсіює «високочастотні» ризики ще до моменту виникнення основних витрат. Його дослідження базуються на поєднанні інженерної аналітики з інструментами FMEA, HAZOP, та цифрового моніторингу через BIM-моделі [13]. Як видно з таблиці 2, різні науковці підходили до поняття інженерної підготовки з позицій, які еволюціонували від технічної передбачуваності до цифрового ризик-аналізу. У кожному випадку інженерна підготовка розглядається не як звичайний підготовчий етап, а як стратегічна система управління невизначеністю, що дозволяє будівельному підприємству досягати стабільності, гнучкості та безперервності у реалізації проєктів.

Сучасна практика будівельного підприємництва в умовах зростання складності проєктів, урбанізаційного тиску та кліматичних змін вимагає переосмислення ролі інженерної підготовки як не просто технічного, а системно-управлінського процесу. Її ризик-орієнтована функція проявляється насамперед у тому, що вона дозволяє створити багатошарову картину потенційних проблем, прив'язану до просторової, часової та технологічної структури об'єкта. Цей підхід забезпечує перехід від реактивного управління

ризиками — тобто ліквідації наслідків — до проактивного планування, коли ще на етапі підготовки можливо змінити рішення, уникнувши виникнення загроз взагалі [16].

Таблиця 2.

Авторські підходи до тлумачення інженерної підготовки як інструменту ризик-менеджменту *(розроблено авторами на основі [11, 12, 13])*

Автор	***Період досліджень***	***Основна концепція***	***Інструментальний апарат***	***Ключовий результат***
Т.Я. Грабовський	2003	Інженерна підготовка як профілактика технологічних ризиків	Геодезія, зонування, попередній аудит	Зменшення кількості відхилень на старті
М.В. Сидоренко	2010	Підготовка як джерело сценаріїв для прогнозування відхилень	Моделі сценарного аналізу, геотехнічні симуляції	Побудова альтернатив проєктної поведінки
О.Є. Жмак	2021	Інженерна підготовка як структурна антиризикова технологія	BIM, FMEA, HAZOP, геоінформаційний моніторинг	Зменшення кількості аварійних ситуацій

У перспективі застосування інженерної підготовки як інструмента управління ризиками стає все тісніше пов’язане з розвитком штучного інтелекту та машинного навчання. Вже сьогодні платформи на базі BIM-технологій доповнюються функціоналом, який дозволяє аналізувати мільйони варіантів будівельних рішень та їх наслідків у режимі реального часу, враховуючи чинники ризику, які раніше залишалися поза увагою. Залучення нейромереж до аналізу даних інженерної підготовки дозволяє автоматично виявляти аномалії в ґрунтових характеристиках, ідентифікувати ризикові поєднання геометрії об’єкта та типу фундаменту, а також пропонувати альтернативні сценарії інженерного рішення [7].

Етап інженерної підготовки у проєктному циклі будівництва займає виняткове місце як момент раннього виявлення потенційно критичних точок, що можуть спричинити порушення логіки реалізації, перевищення кошторису чи затримку графіка. Основна цінність інженерної підготовки полягає в її здатності не просто зафіксувати вихідні умови території, а створити середовище системного передбачення — передусім у площині технічної й інституційної стабільності.

На ранньому етапі будівництва саме інженерна підготовка виступає критичним інструментом зниження ймовірності настання негативних сценаріїв через ідентифікацію прихованих вразливостей. Так, наприклад, глибока

геодезична діагностика дозволяє виявити нестабільні зони, які можуть зумовити осідання фундаментів, а технічне зонування — визначити оптимальні зони для прокладання мереж або уникнення перетину з підземними комунікаціями [8].

Щоб забезпечити комплексне розуміння того, які саме ризики піддаються впливу на етапі інженерної підготовки, доцільно звернутися до рисунка 3, він показує їх типологію з розподілом на технічні та інституційні.



Рис. 3. Класифікація технічних і інституційних ризиків, що підлягають нейтралізації під час інженерної підготовки *(розроблено авторами на основі [8])*

У структурі технічних ризиків особливу загрозу становлять ті, які мають відстрочений ефект — тобто не проявляються одразу після початку робіт, але викликають масштабні ускладнення в подальшому. До таких належать, зокрема, неконтрольовані рівні ґрунтових вод, які виявляються вже після виконання нульового циклу, або структурна неоднорідність ґрунту, яка спричиняє диференційовані осідання. Ефективне гідрогеологічне зонування, бурові дослідження та пробне навантаження дають змогу заздалегідь розробити компенсуючі технічні заходи, зокрема підсилення фундаменту, створення дренажних бар'єрів або модифікацію плану котловану. Технологічні ризики також можуть бути пов’язані із взаємною несумісністю обраних матеріалів, неправильним розміщенням технологічних вузлів або порушенням логіки монтажу [9].

Систематизація ризиків і прив’язка методів нейтралізації до структури інженерної підготовки дозволяє збудувати не просто «технічну карту» будівельного майданчика, а повноцінну антикризову модель початкової фази

проєкту. Ця модель охоплює геотехнічну безпеку, правову визначеність, ресурсну стабільність, інформаційну прозорість і технологічну сумісність. У довгостроковій перспективі така модель не лише зменшує прямі втрати від збоїв, а й формує стійке середовище для подальшої експлуатації об'єкта. Саме тому інженерна підготовка має розглядатися як один із головних центрів прийняття стратегічних управлінських рішень у межах інфраструктурного будівництва [10].

Таблиця 3.

Порівняльна характеристика технічних та інституційних ризиків на етапі інженерної підготовки *(розроблено авторами на основі [9])*

Класифікація ризику	**Конкретні приклади**	**Джерело ризику**	**Засіб нейтралізації через інженерну підготовку**
Технічний	Плив ґрунтових вод на фундамент	Невивчені гідрогеологічні параметри	Проведення бурових досліджень і гідрозонування
Технічний	Конфлікт розміщення інженерних мереж	Перехресне трасування систем комунікацій	Технічне зонування та використання BIM-моделювання
Технічний	Осідання несучих конструкцій	Нерівномірне навантаження через ґрунтові відмінності	Пробне навантаження та підсилення конструкцій
Інституційний	Затримка дозволу на земляні роботи	Тривала бюрократична процедура	Попередній аудит і погодження в єдиних реєстрах
Інституційний	Відсутність реєстру підземних мереж	Незакріпленість комунікацій у кадастрах	Виконання актуалізації планів за допомогою ГІС
Інституційний	Невизначеність меж земельної ділянки	Конфлікти з суміжними землекористувачами	Кадастрова перевірка і топографо-геодезичне виносення

Література

1. Тимченко В.А. Інженерна інфраструктура будівництва: методичні основи та напрями удосконалення. – Монографія. – Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, 1998. – 198 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://library.knuba.edu.ua

2. Баженов Ю.І., Тищенко А. М. Інженерна підготовка територій під забудову: технології, методи, оптимізація. – Навчальний посібник. – Київ: Освіта України, 2005. – 244 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nrat.ukrintei.ua

3. Яценко І.В. Цифровізація інженерної інфраструктури як вектор підвищення ефективності міського будівництва. – Науковий вісник

будівництва, 2020. – № 2(98). – С. 112–117. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nvb.udhtu.edu.ua/article/view/218746

4. Міністерство розвитку громад та територій України. Методичні рекомендації щодо проєктування та розрахунку систем інженерного забезпечення будівництва. – Київ: Мінрегіон, 2021. – 93 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://minregion.gov.ua

5. Драбина І.Ф., Музичук І.В. Управління логістичними процесами у будівельних проектах: концептуальний підхід. – Вісник економіки транспорту і промисловості, 2018. – № 62. – С. 45–52. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://journals.uran.ua/index.php/2312-5764/article/view/158672

6. Ващенко В.Г. Інтеграція архітектурного і технічного проєктування на стадії інженерної підготовки будівництва. – Архітектура та сучасність, 2016. – № 28. – С. 77–82. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://as-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/49

7. Roman, A., Andrii, S., Galyna, R., Iurii, C., & Hanna, S. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 12(1), 40–50.

8. Tormosov, R., Chupryna, I., Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Prykhodko, D., & Faizullin, A. (2021). Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. In 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–9).

9. Мельниченко О.В. Геоінформаційне забезпечення інженерної підготовки територій у складних геологічних умовах. – Вісник геодезії та картографії, 2017. – № 4. – С. 16–21. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://geodesy-journal.com/article/view/211347

10. Саченко В.І. Правові та організаційні аспекти проєктування інженерної інфраструктури будівництва. – Юридичний журнал права та держави, 2021. – № 3(35). – С. 29–34. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://law-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/234521

11. Лисенко Л.І. Екологічна інфраструктура міста: виклики сталого будівництва. – Урбаністика і регіональний розвиток, 2022. – № 2. – С. 91–97. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://urd.urban-journal.org.ua

12. Гурський І.І. Аудит інженерної інфраструктури будівельних об’єктів: підходи та інструменти. – Сучасні проблеми архітектури та містобудування, 2021. – Вип. 61. – С. 132–139. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://architecture.knuba.edu.ua/article/view/234625

13. Грабовський Т.Я. Грабовський Т. Я. Система управління підготовчими роботами на будівельних підприємствах: монографія. – Львів: Вид-во Львівського НАУ, 2003. – 284 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ena.lpnu.ua/handle/ntb/12345

14. Сидоренко М.В. Ризик-менеджмент у проєктуванні і будівництві: інженерний підхід: монографія. – Київ: КНУБА, 2010. – 312 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://library.knuba.edu.ua/doc/sidorenko_risk_management.pdf

15. Жмак О.Є. Інженерна підготовка як технологія управління ризиками в будівництві: концептуальні засади: стаття. – Вісник Київського національного університету будівництва і архітектури, 2021. – №1. – С. 47–55. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://reposit.knuba.edu.ua/handle/987654321/4567

16. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST

Professor **Malykhina Oksana,**
Mykytchenko Bohdan, Movchan Mykhailo, Kryvushchenko Serhii,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

ENGINEERING PREPARATION FOR CONSTRUCTION AS A COMPONENT OF INFRASTRUCTURE PROJECT IMPLEMENTATION: CONTENT, STRUCTURE, AND ROLE IN THE CONSTRUCTION PROCESS

Engineering preparation for construction plays a pivotal role in ensuring the holistic implementation of infrastructure projects, especially under conditions of rapid urban development, complexity of engineering systems, and growing demands for quality, safety, and efficiency of construction processes. At the current stage of development in the construction sector, engineering preparation has acquired new significance as a prerequisite for the synchronized functioning of all components of the design, material and technical, and organizational-production structures. This study aims to systematize the concept of engineering preparation, reveal its internal structure, stages of implementation, and characterize its place within the overall construction cycle.

The structural and functional components of engineering preparation are examined: geodetic and geological support, design adaptation to engineering and

technical conditions, organizational planning, energy logistics, drainage systems, access road preparation, and connection to external utility networks. Special attention is paid to the integration model of engineering preparation within the BIM environment and lifecycle management systems (LCC). The significance of considering soil properties, climatic conditions, load distribution on engineering networks, and subcontractor synchronization at the engineering planning stage is emphasized.

The challenges and barriers related to lack of coordination between designers and contractors, fragmented responsibilities, and risks arising from insufficient engineering diagnostics are summarized. Based on the analysis of practical cases, approaches for enhancing engineering preparation through standardization, automation, and digital transformation are proposed — particularly by implementing real-time monitoring technologies, 3D scanning, sensor-based control, and risk analytics. It is demonstrated that engineering preparation is not merely a technical process but a strategic element of infrastructure synergy that can significantly affect project duration, cost, and quality. The proposed conceptual model of engineering preparation can serve as the foundation for developing new standards in organizing preparatory processes in infrastructure construction.

Keywords: engineering preparation; infrastructure; construction process; BIM; geodesy; design; synchronization; digitalization.

REFERENCES

1. Tymchenko V.A. Inzhenerna infrastruktura budivnytstva: metodychni osnovy ta napriamy udoskonalennia. – Monograph. – Kyiv: Kyivskyi natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury, 1998. – 198 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://library.knuba.edu.ua. {in English}

2. Bazhenov Yu.I., Tyshchenko A.M. Inzhenerna pidhotovka terytorii pid zabudovu: tekhnolohii, metody, optymizatsiia. – Textbook. – Kyiv: Osvita Ukrainy, 2005. – 244 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://nrat.ukrintei.ua. {in Ukrainian}

3. Yatsenko I.V. Tsyfrovyzatsiia inzhenernoi infrastruktury yak vektor pidvyshchennia efektyvnosti miskoho budivnytstva. – Naukovyi visnyk budivnytstva, 2020. – No. 2(98). – P. 112–117. – [Electronic resource]. – Access mode: https://nvb.udhtu.edu.ua/article/view/218746. {in English}

4. Ministerstvo rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy. Metodychni rekomendatsii shchodo proiektuvannia ta rozrakhunku system inzhenernoho zabezpechennia budivnytstva. – Kyiv: Minrehion, 2021. – 93 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://minregion.gov.ua. {in Ukrainian}

5. Drabyna I. F., Muzychuk I. V. Upravlinnia lohistychnymy protsesamy u budivelnykh proiektakh: kontseptualnyi pidkhid. – Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti, 2018. – No. 62. – P. 45–52. – [Electronic resource]. – Access mode: https://journals.uran.ua/index.php/2312-5764/article/view/158672. {in Ukrainian}

6. Vashchenko V.H. Intehratsiia arkhitekturnoho i tekhnichnoho proektuvannia na stadii inzhenernoi pidhotovky budivnytstva. – Arkhitektura ta suchasnist, 2016. – No. 28. – P. 77–

82. – [Electronic resource]. – Access mode: https://as-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/49. {in English}

7. Roman A., Andrii S., Galyna R., Iurii C., Hanna S. Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. – International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2022. – Vol. 12(1). – P. 40–50. {in Ukrainian}

8. Tormosov R., Chupryna I., Ryzhakova G., Pokolenko V., Prykhodko D., Faizullin A. Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. – 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). – P. 1–9. {in Ukrainian}

9. Melnychenko O.V. Heoinformatsiine zabezpechennia inzhenernoi pidhotovky terytorii u skladnykh heolohichnykh umovakh. – Visnyk heodezii ta kartohrafii, 2017. – No. 4. – P. 16–21. – [Electronic resource]. – Access mode: https://geodesy-journal.com/article/view/211347. {in Ukrainian}

10. Sachenko V.I. Pravovi ta orhanizatsiini aspekty proiektuvannia inzhenernoi infrastruktury budivnytstva. – Yurydychnyi zhurnal prava ta derzhavy, 2021. – No. 3(35). – P. 29–34. – [Electronic resource]. – Access mode: https://law-journal.org.ua/index.php/journal/article/view/234521. {in Ukrainian}

11. Lysenko L.I. Ekolohichna infrastruktura mista: vyklyky staloho budivnytstva. – Urbanistyka i rehionalnyi rozvytok, 2022. – No. 2. – P. 91–97. – [Electronic resource]. – Access mode: https://urd.urban-journal.org.ua. {in Ukrainian}

12. Hurskyi I.I. Audyt inzhenernoi infrastruktury budivelnykh obiektiv: pidkhody ta instrumenty. – Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia, 2021. – Issue 61. – P. 132–139. – [Electronic resource]. – Access mode: https://architecture.knuba.edu.ua/article/view/234625. {in Ukrainian}

13. Hrabovskyi T.Ya. Systema upravlinnia pidhotovchymy robotamy na budivelnykh pidpryiemstvakh: monohrafiia. – Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoho NAU, 2003. – 284 p. – [Electronic resource]. – Access mode: http://ena.lpnu.ua/handle/ntb/12345. {in Ukrainian}

14. Sydorenko M.V. Ryzyk-menedzhment u proiektuvanni i budivnytstvi: inzhenernyi pidkhid: monohrafiia. – Kyiv: KNUBA, 2010. – 312 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://library.knuba.edu.ua/doc/sidorenko_risk_management.pdf. {in English}

15. Zhmak O.Ye. Inzhenerna pidhotovka yak tekhnolohiia upravlinnia ryzykamy v budivnytstvi: kontseptualni zasady. – Visnyk KNUBA, 2021. – No. 1. – P. 47–55. – [Electronic resource]. – Access mode: https://reposit.knuba.edu.ua/handle/987654321/4567. {in Ukrainian}

16. Chupryna I., Tormosov R., Abzhanova D., Gonchar V., Plys N. Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. – 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.392-403
УДК 658:69:004.942

Різун Д.Ю.,
Dmitriy.rizun@gmail.com, ORCID: 0009-0008-0489-911X,
д.т.н., професор **Поколенко В.О.,**
pokolenko.vo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1750-5964,
Герасимчук Я.Л.,
geruch023@ukr.net, ORCID: 0009-0006-3535-3422,
Тищенко М.І.,
nikautosale@gmail.com, ORCID: 0009-0000-2775-7933,
Київський національний університет будівництва і архітектури

КОРИГУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ТА УПРАВЛІНСЬКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІДПРИЄМСТВА ЗА ДОПОМОГОЮ BIM-МОДЕЛЮВАННЯ

Сучасна будівельна галузь дедалі активніше використовує цифрові технології для підвищення ефективності управління підприємствами, серед яких особливе місце посідає інформаційне моделювання будівель (BIM). Його впровадження дозволяє не лише створювати тривимірні цифрові копії об'єктів, а й здійснювати багатовимірний аналіз економічних і управлінських характеристик підприємства. За допомогою BIM-моделювання можна коригувати фінансові потоки, оптимізувати планування ресурсів, контролювати часові рамки та ризики, що виникають у ході виконання інвестиційно-будівельних проєктів. Актуальність даного дослідження зумовлена потребою у нових підходах до забезпечення стійкості та конкурентоспроможності підприємств в умовах високої динаміки ринку, цифрової трансформації та посилення регуляторних вимог. BIM-технології дозволяють інтегрувати управлінські процеси з аналітичними системами, формуючи єдиний інформаційний простір для комунікації між усіма учасниками проєкту.

Ключові слова: BIM-моделювання, економічні характеристики, управлінські рішення, будівельні підприємства, цифрова трансформація, інновації, управління ризиками, ефективність.

Постановка проблеми: Проблематика ефективного управління будівельними підприємствами у сучасних умовах трансформаційного розвитку економіки зумовлює необхідність пошуку нових інструментів для інтеграції управлінських та економічних процесів. Традиційні підходи, які базуються на

розрізнених управлінських системах, не завжди відповідають сучасним вимогам прозорості, швидкості обробки інформації та адаптивності до мінливого середовища. Зокрема, відсутність єдиного інформаційного простору між підрозділами призводить до затримок у прийнятті рішень, дублювання даних, а також до зростання ризиків, пов'язаних із фінансовим та часовим плануванням.

Проблема полягає у тому, що їх впровадження в Україні відбувається нерівномірно: одні підприємства активно застосовують BIM для проєктування, але ігнорують управлінську складову, інші — не мають достатньої цифрової інфраструктури для повноцінної інтеграції. Це обмежує можливості адаптивного управління, що вкрай необхідне в умовах ринкової нестабільності.

Метою статті є дослідження потенціалу BIM-моделювання як інструменту коригування економічних та управлінських характеристик будівельних підприємств. Завданням є виявлення ключових напрямів застосування BIM для підвищення ефективності управлінських рішень, забезпечення прозорості інформаційних потоків, мінімізації ризиків і формування стратегічної стійкості компаній. У межах статті пропонується визначити взаємозв'язки між цифровим моделюванням і процесами прийняття рішень, зокрема в частині управління фінансами, ресурсами, строками реалізації проектів та якістю виконання робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Питання впровадження BIM-технологій у сферу будівництва вже тривалий час перебуває у фокусі уваги як зарубіжних, так і українських науковців. Так, роботи M. Grieves та F. Peña-Mora розглядають цифрове моделювання як основу для підвищення прозорості управління та оптимізації процесів. Вітчизняні дослідники, зокрема Ю. Чуприна та Г. Рижакова, наголошують на важливості інтеграції BIM у стратегічні моделі управління будівельними підприємствами, підкреслюючи його роль у мінімізації ризиків та забезпеченні довгострокової стійкості.

Виклад основного матеріалу: BIM (Building Information Modeling) є потужним інструментом для управління будівельними проектами, що дозволяє інтегрувати всі етапи проектування, будівництва та експлуатації об'єкта в єдину цифрову модель. BIM-моделювання дає змогу отримувати точну інформацію про проектні, економічні та управлінські характеристики підприємства на кожному етапі його життєвого циклу.

Одним із ключових аспектів коригування економічних характеристик підприємства є здатність BIM-моделі надавати інформацію про оптимальні витрати на матеріали, терміни виконання робіт і робочу силу. Моделювання дозволяє виявити можливі варіанти зменшення витрат, без втрати якості

будівництва, що дозволяє керівництву підприємства коригувати бюджет проекту і забезпечити його економічну ефективність [1].

Таблиця 1 показує, як BIM-моделювання може бути використано для коригування основних економічних і управлінських характеристик підприємства.

Таблиця 1.

Економічні та управлінські характеристики, що коригуються за допомогою BIM-моделювання *(розроблено авторами на основі [1])*

Характеристика	Опис функціональності	Як BIM допомагає в коригуванні
Економічні витрати	Вартість матеріалів, робіт, часу та ресурсів	Оптимізація витрат через точне планування і контроль матеріалів і робочої сили
Часові витрати	Тривалість виконання проекту на кожному етапі	Прогнозування та коригування термінів виконання робіт, зменшення затримок
Якість виконання робіт	Контроль за дотриманням стандартів якості та технічних вимог	Забезпечення високих стандартів якості через автоматизований контроль і виявлення дефектів на ранніх етапах
Управління ресурсами	Управління матеріалами, обладнанням і робочою силою	Моніторинг та оптимізація використання ресурсів, їх перерозподіл у разі необхідності
Управлінські процеси	Координація та інтеграція всіх етапів будівництва	Підвищення ефективності взаємодії між командами за допомогою спільної цифрової моделі

Впровадження BIM-моделювання в управлінські та економічні процеси будівельного підприємства, компанії отримують можливість значно покращити управління проектами на всіх етапах — від проектування до експлуатації. Завдяки інтеграції даних в єдину модель, керівництво підприємства має доступ до актуальної інформації про витрати, час виконання робіт, якість і використання ресурсів в реальному часі [3].

BIM-моделювання не тільки допомагає компаніям коригувати економічні та управлінські характеристики, а й сприяє інтеграції новітніх технологій в управління будівельними проектами, що є важливим кроком для забезпечення їхньої успішної реалізації та конкурентоспроможності на ринку.

До економічних характеристик будівельного підприємства, як правило, відносять: прибутковість, рентабельність, ліквідність, оборотність активів, рівень собівартості, ефективність використання основних і оборотних засобів, фінансову стійкість [4]. Рисунок 1 дозволяє візуалізувати ключові групи характеристик, що формують основу економічного та управлінського аналізу будівельного підприємства.



Рис. 1. Економічні та управлінські характеристики будівельного підприємства *(розроблено авторами на основі [4])*

У різні періоди економічної науки та практики трактування цього поняття трансформувалося відповідно до домінуючих концепцій управління підприємствами. Наприклад, у 1970–1980-х роках акцент у дослідженнях робився переважно на матеріально-технічному забезпеченні, фондоозброєності та капіталомісткості будівництва. Економічна ефективність тоді вимірювалась здебільшого за показниками продуктивності праці, фондовіддачі та обсягів реалізованої продукції [2]. Управлінські характеристики у той період обмежувались бюрократичною ієрархією, функціональною спеціалізацією підрозділів та контролем з боку вищих органів планування.

У 1990-х роках, у зв'язку з переходом до ринкової економіки, поняття почало змінюватися – з'явилися нові акценти на платоспроможності, фінансовій незалежності, здатності до інвестиційної діяльності та організаційної мобільності. Автори, такі як В. Геєць, В. Савчук, І. Бланк почали розглядати економічні характеристики в контексті фінансових ризиків, інвестиційної привабливості та стійкості до зовнішніх шоків [5].

З 2010-х років науковці, серед яких І. Чумаченко, Ю. Саєнко, А. Анілов, наголошують на інтеграції економічних і управлінських характеристик в одну аналітичну систему, яка дозволяє забезпечити стратегічну стійкість будівельного підприємства [6].

Рисунок 2, який наведений нижче, наочно демонструє основні напрями допомоги, яку BIM-моделювання надає будівельному підприємству в межах управлінського циклу.

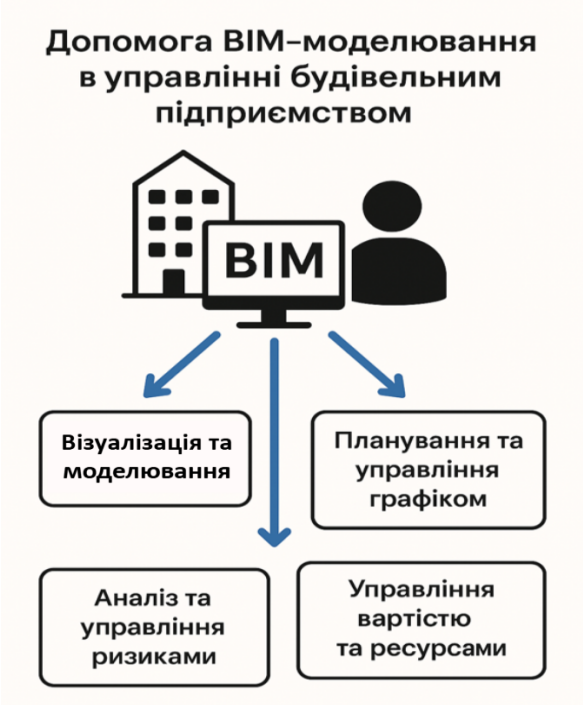


Рис. 2. Допомога BIM-моделювання в управлінні будівельним підприємством
(розроблено авторами на основі [7])

Допомога BIM-моделювання в контексті будівельного підприємства охоплює системне використання цифрових моделей будівельних об'єктів для підвищення ефективності управління процесами проєктування, планування, будівництва, експлуатації та демонтажу [7]. Поняття «допомога» у цьому контексті передбачає аналітичну, координаційну, інформаційну й стратегічну підтримку, яку BIM (BIM — Building Information Modeling) надає усім учасникам будівельного процесу — від інженера до керівника проєкту.

Історично підхід до BIM-моделювання як до джерела допомоги в управлінні трансформувався у кілька етапів. На початку 2000-х років BIM розглядався переважно як інструмент візуалізації 3D-моделі будівельного об'єкта. Дослідники та практики, як-от Чак Іствуд (Chuck Eastman) і Томас Рікер (Thomas Rinker), трактували BIM як еволюцію CAD-систем (Computer-Aided Design), що дозволяє бачити архітектурний результат до початку будівництва [8].

Економічні характеристики, такі як прибутковість, рентабельність, платоспроможність, ліквідність, продуктивність праці та фондовіддача, більше не є лише результатом традиційного бухгалтерського аналізу [10]. Для кращого розуміння специфіки цього взаємозв'язку показано таблицю 2, як окремі управлінські характеристики впливають на ключові економічні показники будівельного підприємства.

Кожен управлінський інструмент або характеристика прямо корелює з одним чи кількома економічними показниками. Особливістю є те, що цей зв'язок відображає не лише причинно-наслідкову залежність, а й здатність системи до самонавчання – що притаманно саме цифрово трансформованим підприємствам. Таким чином, управлінські дії більше не є реактивними, вони стають проактивними, орієнтованими на попередження втрат і оптимізацію потенціалу [12].

Таблиця 2.

Вплив управлінських характеристик на економічні показники підприємства в умовах цифрової трансформації *(розроблено авторами на основі [10])*

Управлінська характеристика	**Механізм впливу**	**Цільовий економічний показник**	**Очікуваний ефект**
Впровадження BIM-моделювання	Інтеграція обліку вартості, матеріалів і часу	Собівартість, рентабельність	Зниження витрат, зростання прибутку
Стратегічне планування з використанням CRM та ERP	Оптимізація проєктного циклу	Продуктивність праці, ліквідність	Прискорення обігу ресурсів
Матрична структура управління	Посилення контролю за виконавцями	Коефіцієнт використання ресурсів	Підвищення ефективності
KPI-моніторинг в реальному часі	Регулярна оцінка результатів та своєчасне коригування	Прибутковість, оборотність активів	Підвищення управлінської чутливості
Інноваційна культура	Залучення нових технологій	Інвестиційна привабливість	Зростання вартості підприємства

Специфіка взаємозв'язку між економічними та управлінськими характеристиками в умовах цифрової трансформації, показано в рисунку 3.

Будівельні підприємства діють в умовах високої динаміки ринку, зростання ризиків, варіативності вартості матеріалів і ресурсів, що вимагає оперативного реагування на відхилення в реалізації проєктів. У цьому контексті BIM-моделювання (Building Information Modeling) стає критично важливим інструментом не лише для візуалізації об'єкта, а й для ефективного управління фінансово-економічними показниками в реальному часі. BIM дозволяє об'єднати в одному цифровому середовищі дані про обсяги, вартість, строки, ресурси, логістику, що створює умови для прийняття управлінських рішень, заснованих на актуальних аналітичних розрахунках [13].

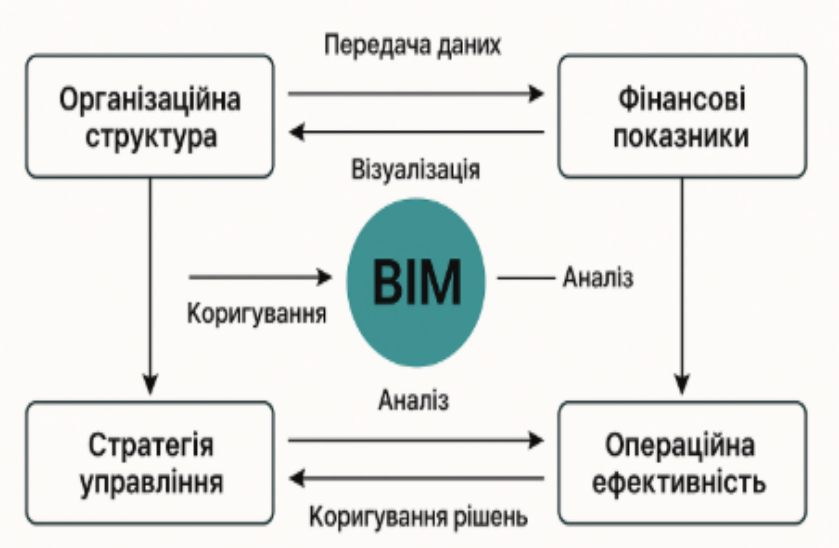


Рис. 3. Модель взаємозв'язку управлінських і економічних характеристик будівельного підприємства в цифровому середовищі *(розроблено авторами на основі [11])*

Нижче наведено рисунок 4, який показує основні канали передачі даних та зони, де відбувається коригування.



Рис. 4. Механізм впливу BIM-моделювання на оперативне управління фінансово-економічними показниками підприємства *(розроблено авторами на основі [14])*

BIM-модель дозволяє виявляти відхилення за такими параметрами, як фактичні обсяги використання матеріалів, зміна вартості логістики, невідповідність реальних строків етапам проєкту. Наприклад, якщо фактичне споживання бетону перевищує запланований обсяг на 15%, система автоматично оновлює інформацію про вартість, коригує пов'язану логістику та перераховує вартість усього етапу [15].

Ще одним важливим аспектом є можливість сценарного аналізу, коли підприємство може протестувати кілька варіантів розвитку подій (наприклад,

підвищення цін на сировину, зміна графіку робіт, зменшення обсягу фінансування) ще до того, як вони реалізуються [17].

Інтеграція BIM-моделювання у практику управління будівельним підприємством відкриває нові горизонти для вдосконалення управлінських рішень. Це пов'язано з тим, що BIM-технології дозволяють поєднати технічне, економічне та організаційне планування в єдину інформаційну систему, що функціонує в режимі реального часу.

Найбільш помітно це проявляється у таких сферах, як календарно-ресурсне планування, координація між підрозділами, розрахунок вартості, логістика, контроль виконання та оцінка ризиків. BIM дозволяє бачити взаємозалежність між усіма елементами будівельного процесу, включаючи часові обмеження, бюджетні параметри, кадрові ресурси та матеріально-технічне забезпечення.

Література

1. Кулік М.В. (2020) Впровадження новітніх цифровізованих програмних комплексів на базі BIM-технологій у будівництві України. / М.В. Кулік, С.О. Куліш, С.С. Іщенко // Науковий вісник будівництва – Харків: ХНУБА, 2020, Т.100, № 2. – С.301-306.

2. Економіка підприємства. Збірник практичних задач і ситу- ацій: Навч. посіб. / С.Ф. Покропивний, Г.О. Швиданенко, О.С. Федонін та ін. — Вид. 2-ге, перероб. та доп. — К.: КНЕУ, 2005. — 323 с. Е 40 ISBN 966-574-776-2

3. Шестаковська, Т.Л. (2023). Автоматизація та цифрове моделювання в будівельній індустрії. Публічне управління і адміністрування в Україні, Вип. 34, с. 142–145. DOI: 10.32782/pma2663-5240-2023.34.28

4. Кіщак, Н.Г. (2022). Економіко-управлінський інструментарій оцінки продуктивності операційної системи будівельних підприємств. [Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук]. Київський національний університет будівництва і архітектури. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://surl.li/yjfrfp

5. Управління розвитком соціально-економічних систем: Матеріали IX Міжнародної науковопрактичної конференції (присвячена пам'яті професора Григорія Євтійовича Мазнєва). (м. Харків, 06-07 березня 2025 року). Харків; ДБТУ. Ч. 2. 2025. 744 с.

6. Чумак О.В. Теоретико-методологічне забезпечення економічної діяльності державних підприємств України: автореф. дис. ... д. е. н.; 08.00.04 - Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності) / О. В. Чумак; Приватне акціонерне товариство "Вищий навчальний Yashchenko, Oleksii F. et al. (2024) "Theoretical and Methodological Bases for Implementing

BIM Technologies in Construction Companies: Essence. Characteristics. Economic Efficiency." Business Inform 1:167–177. https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-1-167-177

7. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. – 2nd ed. – Hoboken: John Wiley & Sons. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/9780470261309.fmatter

8. Лапін, А.В., Грінчук, І.О., & Терещук, В.І. (2024). Вплив діджиталізації на бізнес-процеси та управління діяльністю підприємств. Менеджмент, 6, 45–52.

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. – № 3. – С. 67-70.

10. Приходько, О.О. (2024). Інформаційно-аналітичне забезпечення управління будівельними проєктами в умовах цифрової трансформації. [Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук]. Київський національний університет будівництва і архітектури. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/dys_pryhodko-oo_pered-el-pidpysom.pdf

11. Цифра Т.Ю. (2021). BIM як інструмент реформування системи ціноутворення (на прикладі дорожньо-будівельних підприємств Казахстану). Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, 47(2), 168–180.

12. Єременко, П.А. (2023). Оперативне управління виробничими процесами на підприємстві. [Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук]. Дніпровський державний аграрно-економічний університет. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/7907/1/Єременко%20П.А..pdf

13. Чуприна Ю.А. Залучення прикладних переваг bim-технологій до методики і практики формування життєвого циклу проектів в складі державних цільових програм, які втілюються будівельним кластером. //Економіка та держава. 2019. № 2

14. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Формування механізму зміцнення конкурентних позицій національних економічних систем у глобальному, регіональному та локальному вимірах»: зб.

тез доповідей, 03 листопада 2023 р. / за заг. ред. О.В. Панухник. Тернопіль; ФОП Паляниця В.А., 2023. 169 с.

Rizun Dmytro,
Professor **Pokolenko Vadym ,**
Herasymchuk Yaroslav.
Tyshchenko Mykyta,
Kyiv National University of Construction and Architecture

ADJUSTMENT OF ECONOMIC AND MANAGERIAL CHARACTERISTICS OF AN ENTERPRISE THROUGH BIM MODELING

The modern construction industry is increasingly adopting digital technologies to enhance the efficiency of enterprise management, among which Building Information Modeling (BIM) occupies a central place. Its implementation allows not only the creation of three-dimensional digital copies of objects but also the performance of multidimensional analyses of the economic and managerial characteristics of an enterprise. With the help of BIM modeling, it is possible to adjust financial flows, optimize resource planning, and control timelines and risks arising during the implementation of investment and construction projects. The relevance of this study is determined by the urgent need for new approaches to ensure the resilience and competitiveness of enterprises under conditions of high market dynamics, digital transformation, and strengthened regulatory requirements. BIM technologies enable the integration of management processes with analytical systems, forming a unified information environment for communication among all project participants.

Keywords: BIM modeling; economic characteristics; managerial decisions; construction enterprises; digital transformation; innovation; risk management; efficiency.

REFERENCES

1. Kulik, M.V., Kulish, S.O., & Ishchenko, S.S. (2020). Vprovadzhennia novitnikh tsyfrovizovanykh prohramnykh kompleksiv na bazi BIM-tekhnolohii u budivnytstvi Ukrainy [Implementation of new digitalized software complexes based on BIM technologies in Ukrainian construction]. Naukovyi Visnyk Budivnytstva, 100(2), 301–306. Kharkiv: KhNUBA. {in Ukrainian}

2. Pokropyvnyi, S F., Shvydanenko, H O., Fedonin, O.S., et al. (2005). Ekonomika pidpryiemstva. Zbirnyk praktychnykh zadach i sytuatsii: Navchalnyi posibnyk [Enterprise Economics. Collection of Practical Tasks and Situations:

Textbook] (2nd ed., revised and supplemented). Kyiv: KNEU. 323 p. ISBN 966-574-776-2. {in Ukrainian}

3. Shestakovska, T.L. (2023). Avtomatyzatsiia ta tsyfrove modeliuvannia v budivelnii industrii [Automation and digital modeling in the construction industry]. Publichne Upravlinnia i Administratsiia v Ukraini, 34, 142–145. https://doi.org/10.32782/pma2663-5240-2023.34.28 {in Ukrainian}

4. Kishchak, N.H. (2022). Ekonomiko-upravlinskyi instrumentarii otsinky produktyvnosti operatsiinoi systemy budivelnykh pidpryiemstv [Economic and managerial toolkit for evaluating the productivity of the operating system of construction enterprises]. Abstract of dissertation for the Candidate of Economic Sciences. Kyiv National University of Construction and Architecture. Retrieved from https://surl.li/yjfrfp {in Ukrainian}

5. Upravlinnia rozvytkom sotsialno-ekonomichnykh system: Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference (dedicated to the memory of Professor Hryhorii Yevtiyovych Mazniev). Kharkiv: DBTU, Part 2, March 6–7, 2025. 744 p. {in Ukrainian}

6. Chumak, O.V. (2024). Teoretyko-metodolohichne zabezpechennia ekonomichnoi diialnosti derzhavnykh pidpryiemstv Ukrainy [Theoretical and methodological support for the economic activity of state enterprises of Ukraine]. Abstract of Doctoral Dissertation in Economics, specialty 08.00.04 – Economics and Enterprise Management. Private Joint Stock Company "Higher Educational Institution…". {in Ukrainian}

7. Yashchenko, O.F., et al. (2024). Theoretical and methodological bases for implementing BIM technologies in construction companies: Essence, characteristics, economic efficiency. Business Inform, 1, 167–177. https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-1-167-177 {in English}

8. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors (2nd ed.). Hoboken: John Wiley & Sons. Retrieved from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/9780470261309.fmatter {in English}

9. Lapin, A.V., Hrinchuk, I.O., & Tereshchuk, V.I. (2024). Vplyv didzhytalizatsii na biznes-protsesy ta upravlinnia diialnistiu pidpryiemstv [The impact of digitalization on business processes and enterprise management]. Menedzhment, 6, 45–52. {in Ukrainian}

10. Chupryna, Yu.A. (2019). Zaluchennia prykladnykh perevah BIM-tekhnolohii do metodyky i praktyky formuvannia zhyttievoho tsyklu proektiv v skladi derzhavnykh tsilovykh prohram, yaki vtiliuiutsia budivelnym klasterom [Applying

practical advantages of BIM technologies to the methodology and practice of project life cycle formation within state targeted programs implemented by the construction cluster]. Ekonomika ta Derzhava, 3, 67–70. {in Ukrainian}

11. Prykhodko, O.O. (2024). Informatsiino-analitychne zabezpechennia upravlinnia budivelnymy proiektamy v umovakh tsyfrovoi transformatsii [Information and analytical support for managing construction projects under digital transformation]. Dissertation for the Candidate of Economic Sciences. Kyiv National University of Construction and Architecture. Retrieved from https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/dys_pryhodko-oo_pered-el-pidpysom.pdf {in Ukrainian}

12. Tsyfra, T.Yu. (2021). BIM yak instrument reformuvannia systemy tsinoutvorennia (na prykladi dorozhnio-budivelnykh pidpryiemstv Kazakhstanu) [BIM as a tool for reforming the pricing system (on the example of road-construction enterprises of Kazakhstan)]. Shliakhy Pidvyshchennia Efektyvnosti Budivnytstva v Umovakh Formuvannia Rynkovykh Vidnosyn, 47(2), 168–180. {in Ukrainian}

13. Yeremenko, P.A. (2023). Operatyvne upravlinnia vyrobnychymy protsesamy na pidpryiemstvi [Operational management of production processes in the enterprise]. Dissertation for the Candidate of Economic Sciences. Dnipro State Agrarian and Economic University. Retrieved from https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/7907/1/Yeremenko%20P.A..pdf {in Ukrainian}

14. Chupryna, Yu.A. (2019). Zaluchennia prykladnykh perevah BIM-tekhnolohii do metodyky i praktyky formuvannia zhyttievoho tsyklu proektiv v skladi derzhavnykh tsilovykh prohram, yaki vtiliuiutsia budivelnym klasterom [Applying practical advantages of BIM technologies to the methodology and practice of project life cycle formation within state targeted programs implemented by the construction cluster]. Ekonomika ta Derzhava, 2. {in Ukrainian}

15. Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference “Formuvannia mekhanizmu zmitsnennia konkurentnykh pozytsii natsionalnykh ekonomichnykh system u hlobalnomu, rehionalnomu ta lokalnomu vymirakh” [Formation of the mechanism for strengthening competitive positions of national economic systems at global, regional, and local levels]: Collection of abstracts, November 3, 2023. Edited by O.V. Panukhnyk. Ternopil: FOP Paliianytsia V. A. 169 p. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.404-416
УДК329
д.політ.н., професор **Перегуда Є.В.,**
pereguda.iev@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7561-7193,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ДЕМОКРАТИЧНИЙ НЕДОПОВОРОТ УКРАЇНСЬКОГО НАЦІОНАЛІЗМУ ЧИ СПРОБА ЗАЗИРНУТИ У МАНІПУЛЯТИВНУ ДЕМОКРАТІЮ?

Дослідження українського націоналізму, зокрема його ідеології, є актуальною проблемою, оскільки він відіграє значну роль у становленні держави та ідеологічного спектру українського політикуму. Одним з етапів становлення націоналізму стала демократизація його ідеологічних засад, яку пов'язують з ІІІ Надзвичайним Великим Збором ОУН(б) 1943 р.

Метою статті є ідентифікація складових нової на той час демократичної доктрини націоналізму, а також тих її положень, які свідчили про відставання від осмислення суспільних реалій та, гіпотетично, заважали цьому руху стати більш впливовою силою.

При вивченні проблеми використовувались історичний, порівняльний, системний підходи, серед конкретних методів – аналіз та синтез, контент-аналіз тощо.

Ідеологічний поворот в українському націоналізмі, який відбувся у 1940-1950-их роках, був дійсно радикальним, але зумовлений він був переважно зовнішніми чинниками, а не став результатом високого рівня аналітичної роботи самого руху. Нова, демократична, доктрина націоналізму включала поборювання національного пригноблення, визнання поліетнічності української нації, концепції рівності громадянських прав, відмову від партійного та ідеологічного монократизму, розвиток соціальної демократії в суспільстві, впровадження внутрішньопартійної демократії.

Водночас демократичний поворот в націоналізмі не призвів до помітного зростання ані популярності цього руху серед населення, ані його впливу на західних союзників. Опрацювання нових положень націоналістичної доктрини не було глибоким, внаслідок чого в ідеології націоналізму або збереглись частково від попередніх концепцій, або були породжені новими процесами положення, які свідчили про відставання в осмисленні суспільних реалій, зокрема, про революційний характер націоналістичного руху, про партії як виразників інтересів широких верств громадян, про характер взаємозв'язку між демократією та націоналізмом, щодо ставлення до окремих форм

власності на засоби виробництва, спрощені уявлення про соціальну структуру суспільства тощо.

Ключові слова: націоналізм; демократизація; ідеологія; багатопартійність; національно-державна власність; безкласове суспільство; вождизм.

Актуальність. Дослідження українського націоналістичного руху, зокрема його ідеології, є актуальною науковою та суспільно-політичною проблемою, оскільки він відіграв значну роль у становленні держави та ідеологічного спектру українського політикуму. Одним з етапів становлення націоналізму стала демократизація його ідеологічних засад, яку пов'язують з III Надзвичайним Великим Збором ОУН(б) 1943 р. Але вона торкнулась й інших організацій. На нашу думку, це дало змогу націоналістам стати учасниками рухів, кінцевим пунктом діяльності яких стало проголошення незалежності.

Наукові та ідеологічні дискусії навколо демократизації націоналізму почались одразу після III Збору, відтак вона отримала широку історіографію. Її джерелами стали публікації постанов Зборів [13, 16]. У дискусіях брали участь функціонери націоналістичних організацій, зокрема такі ідеологи ОУН(б) як керівник Головного осередку пропаганди П. Федун [21], член Проводу О. Дяків [4; 8], інші діячі [9; 10; 18].

Новий сплеск дискусій припав на період незалежності. Про інтерес до проблеми свідчили нові публікації документів III Збору [11; 14], спогади діячів націоналістичного руху, зокрема Головнокомандувача УПА (після загибелі Р. Шухевича) В. Кука [2], праці та інтерв'ю істориків, політологів тощо [1; 5; 6; 12]. Вагомий внесок в розуміння тих процесів зробила стаття А. Рибака «Ставлення до демократії у політичній думці ОУН 1940-1950-х років» [17], присвячена ідеологічній еволюції ОУН(б) та інших організацій, тодішнім дискусіям між ними.

Але й сьогодні деякі аспекти проблеми недостатньо вивчені. Зокрема, це стосується суперечливих позицій в оновленій ідеології націоналізму. Без їх осягнення ми не зможемо зрозуміти й того, чому в роки незалежності сплески політичного впливу націоналістичних організацій були нетривалими, а виразниками їх гасел стали наразі ті партії, які не належать до цього крила політичного спектру.

Метою статті є ідентифікація складових нової на той час, демократичної, доктрини українського націоналізму, а також тих її положень, які свідчили про відставання від осмислення суспільних реалій та, гіпотетично, заважали цьому руху стати впливовою політичною силою після проголошення незалежності.

Методи та методологія. Ми використовували такі підходи як історичний, порівняльний, системний. Серед конкретних методів дослідження були аналіз та синтез, контент-аналіз тощо.

Виклад основного матеріалу. Напередодні Другої світової війни теоретичні засади українського націоналізму складали, зокрема, праці Д. Донцова [7], основними елементами доктрини якого були експансіонізм, елітаризм, авторитаризм, антикомунізм та антилібералізм, націократична концепція М. Сціборського [19], який також керувався антикомунізмом та антилібералізмом та пропагував концепцію корпоративізму на основі станового поділу суспільства.

У серпні 1943 р. ІІІ Надзвичайний Великий Збір ОУН(б) проголошує демократизацію націоналістичного руху, свідченням чого стали резолюції «До міжнародної ситуації», «До внутрішньої ситуації на українських землях», «Наші цілі», зміни до програми партії, яка проголосила за мету «Українську Самостійну Соборну Державу без поміщиків і капіталістів, у системі національних держав інших народів, поборювання імперіалізмів, …справедливе розв'язання національного та соціального питань».

Перший аспект проблеми стосується причин демократизації, а також наскільки радикальні зміни відбулись в ідеології націоналізму порівняно з довоєнними часами. А. Рибак вважає, що ці зміни були радикальними. На його думку, ОУН «пройшла …від абсолютного заперечення демократії як принципів взаємодії елементів суспільного життя та способу формування влади до визнання останніх як «найменшого зла для суспільства». [17] Причому він не бачить суттєвих розбіжностей у довоєнні часи, наприклад, між бандерівцями та мельниківцями. Свої позиції він обгрунтовував, спираючись в т.ч. на думку П. Федуна, який «піддав критиці довоєнні антидемократичні позиції українського націоналізму» [17] Щодо причин демократизації, то він вбачав їх у діяльності «похідних груп»: «У спогадах багатьох учасників походу на схід та південь України йдеться про те, що населення східноукраїнських земель не сприйняло ідей націоналізму. …Таким чином, ставлення населення Східної України, брутальна практика німецького націонал-соціалізму, з якими в оунівців були …ідейні спільності, стали визначальними чинниками для розробки нових засад ідеології». [17] Прихильне ставлення Східної України було необхідне, зокрема, тому, що у 1942 р. ОУН(б) розробила програму підготовки народного повстання проти німецьких окупантів.

З цим не погоджуються інші дослідники. О. Дяків підкреслює, що, «критикуючи в перший період своєї діяльности окремі демократичні і псевдодемократичні лади, наш рух в той же час не давав …своєї виразно оформленої концепції суспільно-політичного ладу в українській державі. Для

нього стало лише ясним, що це не може бути наївноутопійний демократизм Центральної Ради, …демократизм західноєвропейського типу, …«совєтська демократія». [4] Тобто йдеться не про те, що ІІІ Збір радикально змінив ідеологію, а про те, що він заповнив ідеологічні лакуни.

О. Ісаюк також піддає критиці стереотипність думки про те, що «демократичний поворот наступив тільки після того, коли представники ОУН(б) у складі похідних груп дійшли до центральних та східних областей України», хоча й не заперечує важливості «включення центрального та східноукраїнського досвіду в ідеологію ОУН» [3], адже ОУН «створювалась для боротьби за українську державу, насамперед саме проти радянського союзу. Однак …до початку …війни діяльність українських націоналістів була зосереджена на протистоянні з Польською державою…» [3] Вона акцентує, що «принаймні дві важливі речі, які зафіксували постанови збору, а саме: принципова боротьба проти російської імперії та імперіалізму загалом і соціальна спрямованість ОУН – вже прозвучали у 1940 р. в «Маніфесті Організації українських націоналістів». [3]

В. Кук теж вважав, що «неправильно протиставляти Третій Надзвичайний Великий Збір ОУН Другому і Першому. Третій …був логічним продовженням діяльності в тих умовах, в яких тоді опинився український народ. Якщо Перший Збір ОУН був організаційно-ідеологічний, Другий (краківський) – коректуючо-напрямний про нашу діяльність у випадку війни, то Третій Збір – державотворчим, де було збережено ідеологічні основи, але ухвалено широку програму діяльності ОУН у різних ділянках українського життя». [2]

Слід зазначити, щ серед усіх вказаних причин немає, на наш погляд, однієї. П. Мірчук писав, що диспут навколо питання демократії розвинувся в Європі після Другої світової війни, коли було поставлено вимогу демократизації Німеччини й Італії. [10, с. 40]. Станом на серпень 1943 р. доля війни була в цілому визначена. Це майбутні поразка тоталітарних держав та перемога антигітлерівської коаліції. Остання також включала тоталітарний СРСР, але, на відміну від Німеччини, він приховував свою тоталітарну сутність під псевдодемократичною фразеологією. Саме майбутні підсумки війни, на нашу думку, вплинули на демократизацію націоналізму, зокрема, на те, що «у постановах Третього Збору було заявлено, що ми рішуче проти будь-якої тоталітарної системи, що Українська держава повинна мати демократичний лад». [2]

Класифікуємо складові демократизації українського націоналізму. О. Дяків виокремлює такі принципи демократизму ОУН: антиімперіалізм (заперечення національного гніту; забезпечення нацменшинам громадянських й національно-культурних прав); безкласове суспільство (відсутність

експлуатації; відсутність приватної власності, лише народна); народна влада (належність влади народові, а не класові чи партії; вільні вибори, свободи слова й друку, багатопартійність); воля людини (воля, оперта на пошані людини до праці, на її розумінні загального добра та підпорядкованості всенаціональним обов'язкам, оперта на забезпечення державою демократичних прав і свобод; відсутність офіційної ідеології). [4]

В. Кук зі свого боку твердив про те, що в ухвалах Збору також було «відкинено вождизм і монократизм. Підкреслено важливість соціальної, економічної і політичної програм, основою яких має бути добро всіх громадян і справедливе трактування кожного з них. Визнано свободу друку, слова, думки, переконань, віри, світогляду. [2]

Недарма на першому місці в переліку засад демократизації перебував антиімперіалізм. Він забезпечував ідентифікацію націоналізму навіть в умовах його демократизації. На думку ідеологів, «не може бути демократії там, де існує національне гноблення». [4] Водночас націоналізм нарешті позбавлявся «спадку Міхновського», проголошуючи поліетнічність української нації, рівноправність громадян незалежно від етнічного походження, а також висловлював солідарність з іншими пригнобленими народами. «Борючись за визволення власного народу, ми прагнемо до визволення і державної самостійності всіх народів, бо ми ненавидимо всяке поневолення, бо ми ненавидимо всяке поневолення, бо нам ненависний всякий імперіалізм.» [8]

Друга складова стосується перетворень політичної системи. Відбулись відхід від ідей станового представництва на користь прямих та рівних виборів, загальнодемократичної концепції громадянських та політичних прав і свобод, відхід від концепції однопартійності на користь багатопартійної системи, відсутності обов'язкової для всіх ідеології. Політичний режим, за який боролася ОУН, названо не «націократією», а спочатку «новим ладом» і згодом в «Уточненнях і доповненнях до програмових постанов...» (1950 р.) – «демократичним ладом». Цей документ декларував «свободу політичних і громадських організацій». [17]

О. Дяків обгрунтовував демократичний лад, зокрема, національно-історичними традиціями: «Український народ …демократ в кожному кроці. Він виразно виявив це в своїй історії… Народне віче поруч князя в Київській Русі; козацька рада в Запоріжській Січі, з виборним кошовим отаманом, залежним від ради, але з необмеженою владою в часі походу; козацька рада, виборність гетьмана, полковий лад в Козацькій Республіці, побудованій Хмельницьким; Центральна Рада у Визвольних змаганнях.» [4]

Теоретики ОУН вважали, що демократія мала сприяти втіленню ідей націоналізму. Так, засновник ОУН(з), автор праць «Держава і нація», «Теорія

нації» [15] Л. Ребет вважав демократію головною причиною виникнення національної держави як основної форми політичної організації народу. Він доводив, що сила демократії та суть її ідеї є настільки переможними і панівними, що свою демократичність декларують і монопартійні, й авторитарні системи [12, с. 13-134; 17]

Схожу позицію займав й ідеолог ОУН(б) П. Федун: ідея «націократії» може бути найкраще реалізована лише за умови реального забезпечення якнайширшим масам українського народу можливості впливу на національну політику за посередництва політичних партій та демократичних свобод. [21]

Третя складова демократизації націоналізму, як ми бачили, стосувалась перетворень у економічній та соціальній сферах. О. Дяків зауважував, що ОУН завжди виступала за «добро народних мас», а це є однією з головних рис демократії. [17] П. Федун зазначав, що метою націоналізму є не лише політичне, а й соціальне визволення (відсутність експлуатації, безкласове суспільство). [21]

Враховуючи це, не дивно, що теоретики ОУН критично ставилися до західної демократії: «західноевропейський і американський демократизм не є повним демократизмом. Незважаючи на формальну рівність і однакові права для всіх громадян, що їх проголошує цей демократизм, він на ділі дає перевагу багатим і за ними забезпечує всі права і свободи. …не може бути повної демократії там, де існує визиск людини, де суспільство роздирається клясовою боротьбою.» [4] Крім того, П. Мірчук зауважував, що жодного універсального розуміння демократії, жодної одностайної форми останньої немає; кожен народ і кожен рух розуміє і застосовує демократію по-своєму. І що «треба відрізняти англосаксонське, французьке, італійське, американське та якесь інше розуміння демократії» [10, с. 40]. П. Федун зазначав, що «ми за демократію», але «проти лібералізму». На думку А. Рибака, саме розрізнення демократії як політичного режиму та лібералізму як ідеології було безперечним досягненням супільно-політичної думки ОУН. [17] Тому гасло ОУН «Воля людині!», яке було взято на озброєння у 1943 р., слід сприймати крізь призму корпоративістських доктрин. О. Дяків: «Наш демократизм – це не роз’єднування народу і безсилість державної влади, а, навпаки, – це єдність народу і оперта на ній сила державної влади.» [4]

ОУН(з) також пов'язувала демократію не лише з політичною складовою, а й з економічною сферою. На думку А. Камінського, вона повинна забезпечити гнучкість соціально-економічної політики [9, с. 4].

Соціальна та економічна програма ОУН включала: знищення колгоспної системи; безкоштовну передачу селянам західноукраїнських областей земель поміщиків, монастирів і церков; запровадження національно-державної

власності на об’єкти важкої та кооперативної власності – легкої промисловості; участь робітників у керівництві фабриками; 8-годинний робочий день; достатню зарплату для задоволення матеріальних та духовних потреб робітників та їх родин; отримання робітниками дивідендів на кооперативних підприємствах; свободу спілок; рівність жінки з чоловіком у громадянських правах і обов'язках; обов'язковість середньої школи, розширення мережі шкіл, видавництв, бібліотек, музеїв, кінотеатрів, театрів тощо; поширення системи вищої та середньої спеціальної освіти; вільний доступ молоді до вищих навчальних закладів, забезпечення студентів стипендією, житлом та засобами навчання; пенсійне страхування, страхування від хвороби та нещасного випадку; введення заходів з охорони здоров'я, збільшення мережі лікарень, санаторіїв, будинків відпочинку; особливий держзахист дітей і молоді». [14]

Ну й нарешті четверта складова – внутрішньопартійні перетворення. ОУН(б) відмовилась від концепції вождизму, яка була прийнята раніше мельниківцями. На Зборі було запроваджено внутрішню структуру, згідно з якою усі справи мав вирішувати Провід, а не одна людина. [2]

Ідеологічна еволюція торкнулась не лише ОУН(б), а й інших організацій. Крім ідей ОУН(з) та Л. Ребета, А. Рибак наводить приклади еволюції в лавах мельниківців, зокрема, концепцію «національного солідаризму» О. Бойдуника, яка стала основою нової програми ОУН(м) 1947 р., ідеї Ю. Пундика, за згадкою якого «влада повинна віддзеркалювати інтереси народу, а це можливо лише тоді, коли вона виходить з народу». [17]

Попри твердження, що рішення ІІІ Збору призвели до «осучаснення» націоналізму, зробили його «дієвішим, привабливішим і, зрештою, легітимнішим як для самих українців, так і для міжнародної спільноти», О. Ісаюк водночас визнає, що вони «не мали жодного помітного впливу» на ставлення Заходу до українського націоналістичного руху, а для більшості українців ця подія та її значення лишаються маловідомими. [3]

Причиною цього, на нашу думку, були, зокрема, ті положення нової доктрини, які свідчили про відставання від осмислення суспільних реалій. Серед них можна виділити, по-перше, збереження положення про революційний характер руху. На перший погляд, за колоніального становища України це положення було виправданим. Але на тривалу перспективу, зокрема за умови проголошення незалежності воно перетворювалось на тягар. Воно свідчило про нерозуміння націоналістами того, чим в сучасному суспільстві забезпечується вплив політичних сил та прихід до влади. Характерно, що гітлерівські націонал-соціалісти та італійські фашисти відмовились від революційної тактики та використали для для приходу до влади законні демократичні інститути.

Ще одне таке положення стосується заборони партій, які керуються не національними, а класовими чи груповими цілями. Знову ж таки з тактичної точки зору його висунення ніби-то було зрозумілим, адже головним ворогом націоналістів ставала більшовицька партія, яка проголошувала вірність класовій теорії. Крім того, доцільно згадати, що у 1950-1960-тих роках на Заході, спочатку в Німеччині, а потім й інших країнах народжується концепція народних партій. [20] Пізніше продовженням цього стало народження в західній науці концепції маніпулятивної демократії [22]. Партії не відображають інтереси соціальних груп, а самі їх формують. На перший погляд, ОУН рухалася в річищі цієї тенденції. Але, враховуючи революційну стратегію та несприйняття ліберальних ідей, виникала проблема, хто має визначати відповідність діяльності партій «народним інтересам».

Крім того, виникає й інша проблема – відсталості уявлень націоналістів про тенденції соціально-економічного розвитку, про що свідчать тези про безкласове суспільство, негативне ставлення до приватної власності, про соціальну структуру суспільства. Погляди теоретиків націоналістів на це на диво схожі з ідеологією КПРС (робітничий клас, селянство та трудова інтелігенція), в той час як в суспільстві відбувалась дедалі глибша диференціація за різними ознаками. Націоналісти усвідомлювали, що використання засобів виробництва для інституціоналізації експлуатації зумовлювалось не формою власності, а характером регулювання, коли йшлося про СРСР, державну власність в якому вони справедливо оцінювали як партійно-бюрократичну, натомість коли йшлося про західні демократичні країни, а також майбутню незалежну Україну, вони забували про це. Звідси й оцінка гасла недоторканості приватної власності як «ліберальних» вимог. Також було незрозумілим, чим мала відрізнятись від партійно-бюрократичної «національно-державна власність».

Нарешті, не можна оминути й помилковості в стратегічній перспективі переконань про те, що демократія сприяє реалізації цілей націоналістів. Те, що було справедливим для Європи XVII-XIX ст.ст., зовсім інакше виглядало у XX ст. з новими комунікаційними технологіями та глибокою суспільною диференціацією. Становлення національних держав на сході Європи на руїнах імперій було неминучим, проте новітні суспіль зрушення формували принципово нові вимоги до якості державного правління, регулювання взаємодії соціальних груп. Й тут якраз теоретики націоналізму відступали від вищевказаної власної тези про відсутність єдиного канону суспільного розвитку.

Висновки. Підсумовуючи, зазначимо таке. Ідеологічний поворот в українському націоналізмі, який відбувся у 1940-1950-их роках, був дійсно

радикальним, але зумовлений він був переважно зовнішніми чинниками, а не став результатом високого рівня аналітичної роботи самого руху. Нова, демократична, доктрина націоналізму включала поборювання національного пригноблення, визнання поліетнічності української нації, концепції рівності громадянських прав, відмову від партійного та ідеологічного монократизму, розвиток соціальної демократії в суспільстві, впровадження внутрішньопартійної демократії. Проте опрацювання нових положень не було глибоким, внаслідок чого в ідеології націоналізму або збереглись частково від попередніх концепцій, або були породжені новими процесами положення, які свідчили про відставання в осмисленні суспільних реалій, зокрема, про революційний характер націоналістичного руху, про партії як виразників інтересів широких верств громадян, про характер взаємозв'язку між демократією та націоналізмом, щодо ставлення до окремих форм власності на засоби виробництва, спрощені уявлення про соціальну структуру суспільства тощо.

Перспективи подальших досліджень пов'язані, зокрема, з вивченням особливостей становлення ідеології націоналізму в роки державної незалежності з урахуванням сформованої в т.ч. в 1940-вих роках «стежки залежності».

Список використаних джерел:

1. Боляновський А. Основні фактори впливу на спроби зміни ідеологічних засад українського націоналізму в роки Другої світової війни. *Альманах «Молода нація»*. 1996. № 4. С 59-63.

2. Василь Кук про III Надзвичайний Великий Збір ОУН 1943 року. URL: https://surl.lu/agrzqd (дата звернення: 01.07.2025).

3. Від «вождизму» до демократії: як III Надзвичайний великий збір ОУН(б) змінив український націоналізм. URL: https://surl.li/obsrbx (дата звернення: 01.07.2025).

4. Горновий О. Про наш демократизм. *Осип Дяків-Горновий. Документи і матеріали. Літопис УПА. Нова серія, том 17.* Упорядник В. Мороз. Київ-Торонто, 2011. С. 464-485. URL: https://surl.li/iijspd (дата звернення: 01.07.2025).

5. Грабовський С. УГВР: передпарламент вільної України. 2013. https://surl.li/lbuzly (дата звернення: 01.07.2025).

6. Грабовський С. Чи суперечить демократія інтересам нації. *День*. 2014. №125. URL: https://surli.cc/blhbkj (дата звернення: 01.07.2025)

7. Донцов Д. Націоналізм. Львів: Нове життя, 1926. 255, IX, [6] с. URL: https://surl.li/ekshuw (дата звернення: 01.07.2025).

8. Дяків О. Наше становище до російського народу. URL: https://surl.li/hiafxk (дата звернення: 01.07.2025).

9. Камінський А. Соціяльна програма нашого руху. *Український самостійник*. 1960. Ч. 7-8. С. 4-7.

10. Мірчук П. За чистоту позицій українського визвольного руху. Лондон, Мюнхен: Українська Визвольна Спілка, 1955. 184 с.

11. ОУН і УПА в 1943 році: Документи. Упорядники: О. Веселова, В. Дзьобак, М. Дубик, В. Сергійчук. Ред. С.В. Кульчицький. Київ: Інститут історії України НАН України, 2008. 347 с. URL: https://surl.lu/xhsrwz (дата заернення: 01.07.2025).

12. Панченко О. Лев Ребет: нація і держава, демократія і право. Гадяч: Гадяч, 2003. 207 с.

13. Постанови третього Надзвичайного Великого Збору ОУН, що відбувся в днях 21-25 серпня 1943 р.; Про уточнення і доповнення до програмових постанов Третього Надзвичайного Великого Збору ОУН (червень 1950 р.). *ОУН в світлі постанов Великих Зборів, Конференцій та інших документів з боротьби 1929-1955: Збірка документів*. Без місця видання, 1955. 371 с

14. Програмні постанови Третього Великого Збору ОУН (С.Бандери) URL: https://surl.li/eavpqb (дата звернення: 01.07.2025).

15. Ребет Л. Теорія нації. Мюнхен: Сучасна Україна, 1955. URL: https://surl.li/yuqfec (дата звернення: 01.07.2025).

16. Резолюції III-го Великого Збору Українських націоналістів. 1947. URL: https://surl.li/cfmvuv (дата звернення: 01.07.2025).

17. Рибак А.І. Ставлення до демократії у політичній думці ОУН 1940-1950-х років. Наукові записки. Том 57. Політичні науки. С. 37-42. URL: https://surl.li/popxfo (дата звернення: 01.07.2025).

18. Стахів Є. Похідні групи ОУН на Східну Україну в 1941-1943 роках. *Національно-визвольна боротьба 20-50-х років в Україні: Збірник матеріалів Першої наукової конференції*. Львів, 25-26 червня 1991 р. Київ, Львів, 1993.

19. Сціборський М. Націократія. Париж: 1935. URL: https://surl.lu/xxojbx (дата звернення: 01.07.2025).

20. Тезінг Й., Гофмейстер В. Політичні партії в демократичному суспільстві. Київ: видавці Йозеф Тезінг та Вільгельм Гофмейстер, 1997. 128 с.

21. Федун П. Концепція Самостійної України. Том 1. Твори. Упоряд. і відп. ред. М.В. Романюк; НАН України. Інститут українознавства ім. І.Крип'якевича; Галузевий державний архів Служби безпеки України. Львів, 2008. 720 с., 16 с. іл. https://surl.li/ukxhjb (дата звернення: 01.07.2025).

22. Manipulating Democracy: Democratic Theory, Political Psychology, and Mass Media. Taylor&Francis, 2010. 262 p.

Professor **Ievgen PEREHUDA,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

DEMOCRATIC UNDERTURN OF UKRAINIAN NATIONALISM OR AN ATTEMPT TO PEEK INTO THE MANIPULATING DEMOCRACY?

The study of Ukrainian nationalism, in particular its ideology, is a topical issue, since it plays a significant role in the formation of the state and the ideological spectrum of Ukrainian politics. One of the stages of the formation of nationalism was the democratization of its ideological foundations, which is associated with the III Extraordinary Great Assembly of the OUN(b) in 1943.

The purpose of the article is to identify the components of the new democratic doctrine of nationalism at that time, as well as those of its provisions that indicated a lag in understanding social realities and, hypothetically, prevented this movement from becoming a more influential force.

When studying the problem, historical, comparative, and systemic approaches were used, among specific methods – analysis and synthesis, content analysis, etc.

The ideological turn in Ukrainian nationalism, which took place in the 1940s and 1950s, was indeed radical, but it was mainly caused by external factors, and was not the result of a high level of analytical work of the movement itself. The new, democratic doctrine of nationalism included the struggle against national oppression, the recognition of the multiethnicity of the Ukrainian nation, the concept of equal civil rights, the rejection of party and ideological monocracy, the development of social democracy in society, the introduction of intra-party democracy.

At the same time, the democratic turn in nationalism did not lead to a noticeable increase in either the popularity of this movement among the population or its influence on the Western allies. The elaboration of the new provisions of the nationalist doctrine was not deep, as a result of which the ideology of nationalism either partially preserved previous concepts or was generated by new processes, provisions that indicated a lag in understanding social realities, in particular, the revolutionary nature of the nationalist movement, parties as representatives of the interests of broad strata of citizens, the nature of the relationship between democracy and nationalism, attitudes towards certain forms of ownership of the means of production, simplified ideas about the social structure of society, etc.

Keywords: nationalism; democratization; ideology; multi-party system; national-state property; classless society; leadership.

REFERENCES:

1. Bolianovskyi A. Osnovni faktory vplyvu na sproby zminy ideolohichnykh zasad ukrainskoho natsionalizmu v roky Druhoi svitovoi viiny [The main factors influencing attempts to change the ideological foundations of Ukrainian nationalism during World War II]. Almanakh «Moloda natsiia». 1996. № 4. S 59-63. {in Ukrainian}.

2. Vasyl Kuk pro III Nadzvychainyi Velykyi Zbir OUN 1943 roku [Vasyl Kuk about the Third Extraordinary Great Meeting of the OUN in 1943]. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.lu/agrzqd {in Ukrainian}.

3. Vid «vozhdyzmu» do demokratii: yak III Nadzvychainyi velykyi zbir OUN (b) zminyv ukrainskyi natsionalizm [From "leadership" to democracy: how the Third Extraordinary Great Assembly of the OUN(b) changed Ukrainian nationalism]. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/obsrbx {in Ukrainian}.

4. Hornovyi O. Pro nash demokratyzm [About our democracy]. Osyp Diakiv-Hornovyi. Dokumenty i materialy. Litopys UPA. Nova seriia, tom 17. Uporiadnyk V. Moroz. Kyiv-Toronto, 2011. S. 464-485. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/iijspd {in Ukrainian}.

5. Hrabovskyi S. UHVR: peredparlament vilnoi Ukrainy [UGVR: pre-parliament of a free Ukraine]. 2013. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/lbuzly {in Ukrainian}.

6. Hrabovskyi S. Chy superechyt demokratiia interesam natsii [Does democracy contradict the interests of the nation?]. Den. 2014. №125. Retrieved July 01, 2025, from: https://surli.cc/blhbkj {in Ukrainian}.

7. Dontsov D. Natsionalizm [Nationalism]. Lviv: Nove zhyttia, 1926. 255, IKh, [6] s. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/ekshuw Retrieved July 01, 2025, from: {in Ukrainian}.

8. Diakiv O. Nashe stanovyshche do rosiiskoho narodu [Our position towards the Russian people]. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/hiafxk {in Ukrainian}.

9. Kaminskyi A. Sotsiialna prohrama nashoho rukhu [The social program of our movement]. Ukrainskyi samostiinyk. 1960. Ch. 7-8. S. 4-7. {in Ukrainian}.

10. Mirchuk P. Za chystotu pozytsii ukrainskoho vyzvolnoho rukhu [For the purity of the positions of the Ukrainian liberation movement]. London, Miunkhen: Ukrainska Vyzvolna Spilka, 1955. 184 s. {in Ukrainian}

11. OUN i UPA v 1943 rotsi [OUN and UPA in 1943]: Dokumenty. Uporiadnyky: O. Veselova, V. Dzobak, M. Dubyk, V. Serhiichuk. Red. S.V. Kulchytskyi. Kyiv: Instytut istorii Ukrainy NAN Ukrainy, 2008. 347 s. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.lu/xhsrwz {in Ukrainian}.

12. Panchenko O. Lev Rebet: natsiia i derzhava, demokratiia i pravo [Lev Rebet: nation and state, democracy and law]. Hadiach: Hadiach, 2003. 207 s. {in Ukrainian}.

13. Postanovy tretoho Nadzvychainoho Velykoho Zboru OUN, shcho vidbuvsia v dniakh 21-25 serpnia 1943 r.; Pro utochnennia i dopovnennia do prohramovykh postanov Tretoho Nadzvychainoho Velykoho Zboru OUN (cherven 1950 r.) [Resolutions of the Third Extraordinary Great Meeting of the OUN, held on August 21-25, 1943; On clarifications and additions to the program resolutions of the Third Extraordinary Great Meeting of the OUN (June 1950)]. OUN v svitli postanov Velykykh Zboriv, Konferentsii ta inshykh dokumentiv z borotby 1929-1955: Zbirka dokumentiv. Bez mistsia vydannia, 1955. 371 s. {in Ukrainian}.

14. Prohramni postanovy Tretoho Velykoho Zboru OUN (S.Bandery) [Program resolutions of the Third Great Assembly of the OUN (S. Bandera)]. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/eavpqb {in Ukrainian}.

15. Rebet L. Teoriia natsii [Theory of the nation]. Miunkhen: Suchasna Ukraina, 1955. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/yuqfec {in Ukrainian}.

16. Rezoliutsii III-ho Velykoho Zboru Ukrainskykh natsionalistiv [Resolutions of the 3rd Great Assembly of Ukrainian Nationalists]. 1947. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/cfmvuv {in Ukrainian}.

17. Rybak A.I. Stavlennia do demokratii u politychnii dumtsi OUN 1940-1950-kh rokiv [Attitude to democracy in the political thought of the OUN in the 1940s-1950s]. Naukovi zapysky. Tom 57. Politychni nauky. S. 37-42. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/popxfo {in Ukrainian}.

18. Stakhiv Ye. Pokhidni hrupy OUN na Skhidnu Ukrainu v 1941-1943 rokakh [Expeditions of OUN groups to Eastern Ukraine in 1941-1943]. Natsionalno-vyzvolna borotba 20-50-kh rokiv v Ukraini: Zbirnyk materialiv Pershoi naukovoi konferentsii. Lviv, 25-26 chervnia 1991 r. Kyiv, Lviv, 1993. {in Ukrainian}.

19. Stsiborskyi M. Natsiokratiia [Nationcracy]. Paryzh: 1935. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.lu/xxojbx {in Ukrainian}.

20. Tezinh Y., Hofmeister V. Politychni partii v demokratychnomu suspilstvi [Political parties in a democratic society]. Kyiv: vydavtsi Yozef Tezinh ta Vilhelm Hofmeister, 1997. 128 s. {in Ukrainian}

21. Fedun P. Kontseptsiia Samostiinoi Ukrainy [The Concept of an Independent Ukraine]. Tom 1. Tvory. Uporiad. i vidp. red. M.V. Romaniuk; NAN Ukrainy. Instytut ukrainoznavstva im. I.Krypiakevycha; Haluzevyi derzhavnyi arkhiv Sluzhby bezpeky Ukrainy. Lviv, 2008. 720 s., 16 s. il. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.li/ukxhjb. {in Ukrainian}.

22. Manipulating Democracy: Democratic Theory, Political Psychology, and Mass Media. Taylor&Francis, 2010. 262 p. {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.417-432
УДК323

Степанюк І.Л.,
Stepaniuk_il-2022@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0003-6055-4451,
Київський національний університет будівництва і архітектури

РЕФОРМУВАННЯ ДЕРЖАВНОЇ ЖИТЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В УМОВАХ ВІЙНИ

Житлова політика – актуальна суспільно-політична проблема в умовах існування в країні мільйонів внутрішньо вимушено переміщених осіб. Це важливий напрям відновлення України. Але нинішня житлова політика потребує радикального реформування.

Метою статті є аналіз становлення та нинішнього стану реформування житлової політики в Україні, зокрема законодавчого його забезпечення.

При проведенні дослідження використовувались положення різних напрямів неоінституціонального підходу. Зокрема, згідно з канонами історичного інституціоналізму з'ясовувалась «стежка залежності» у сфері житлової політики, сформована у радянські часи та перші роки незалежності. Аналіз сучасних новацій регулювання здійснювався з урахуванням положень соціологічного інституціоналізму, зокрема, щодо зовнішнього тиску на розвиток державної політики.

У перші роки незалежності в Україні сформувалась неоліберальна житлова політика, спрямована на формування приватної власності як основи нового суспільного ладу та реалізацію інтересів фірм-забудовників. Вона сприяла пові нових соціальних суперечностей, не давала змоги задовольнити потреби низки соціальних груп у житлі та стримувала економічний розвиток. Ці проблеми особливо загострились в перші роки XXI ст., коли відбувся перехід до економічного зростання. Владою було ухвалено низку законодавчих актів з метою здійснення інституційних реформ у житловій сфері, але ці заходи не призвели до розв'язання проблем, зокрема, з причин некомплексного підходу до реформування, дефіциту ресурсів для здійснення цих заходів.

Війна не лише вчергове загострила ці проблеми, що змусило владу вдатися до комплексного реформування житлової політики, а й покращило можливості для цього завдяки збільшенню фінансування з боку геополітичних союзників України та зовнішньому тиску щодо реалізації реформ. Наразі здійснено перший крок у реформуванні – прийнято за основу проєкт закону про засади житлової політики, який має стати фундаментом інституційних реформ.

Ключові слова: житлова політика; неоліберальні реформи; інституційні реформи; приватна власність; соціальне житло; доступне житло; тимчасове житло; війна; фінансова допомога Євросоюзу

Актуальність. Житлова політика – актуальна суспільно-політична проблема в умовах існування мільйонів внутрішньо вимушено переміщених осіб (ВПО). Це важливий напрям відновлення. Але нинішня житлова політика потребує радикального реформування.

Аналіз публікацій. Одне з перших комплексних досліджень житлової політики – праця О. Більовського, виконана під егідою НІСД у 2012 р. Автор зробив висновок про глибоку системну житлову кризу, яка негативно впливає на розвиток країни. [1, с. 11-13]

Провідний дослідник житлової політики – аналітичний центр CEDOS. У 2019 р. вийшов звіт П. Федоріва та Ю. Ломоносової за результатами виконання проєкту «Комплексний аналіз державної житлової політики в Україні» під егідою Фонду «Відродження», Ініціативи відкритого суспільства для Європи, Посольства Швеції. [20] Згідно з ним, житло є «предметом боротьби між різними інтересами», а житлова політика – «полем для цієї боротьби». [20, с. 12] Відтак «сфера житла є політичною: у ній різні групи інтересів відстоюють своє бачення того, що таке «житло», якими є «житлові проблеми» та як їх вирішувати. [20, с. 18] Аналогічну думку відстоює представник організації ОПОРА Б. Горобчук. [13] CEDOS і надалі проводив дослідження цієї сфери, зокрема І. Вербицький, А. Боброва, В. Лазаренко, Є. Хассай, А. Хелашвілі та ін.

М. Габрель розвивав урбаністично-просторовий аспект житлової політики та писав, що на будівництво «визначально впливають політико-правові умови, якими є політика державної й регіональної влад». [10, с. 38] На його думку житлова політика «є частиною соціальної політики, а її завданнями є дослідження й оцінка житлових проблем, …вирівнювання шансів мешканців на доступ до житла». [10, с. 35] На відміну від нього, А. Шушківський тлумачив житлову полі́тику як складову соціально-економічної політики, «спрямовану на забезпечення права людини на гідне життєве середовище». [23]

Житлову ситуацію в Україні М. Габрель оцінював як таку, що «може викликати соціальну напругу». [10, с. 35] Їй характерні відсутність нормативно-правового регулювання місцевого, регіонального та державного рівнів; ігнорування містобудівної документації; відсутність ефективних важелів боротьби зі спекуляціями землею без урахування потреб міста; відсутність програм, спеціальних оргструктур та ефективних механізмів розвитку соціального житла; дисбаланс між вартістю й доходами мешканців тощо [10, с.

35], а для ефективної житлової політики слід перейти до широкого розгортання держпрограм житлового будівництва. [10, с. 41]

О. Фенчук досліджував європейські моделі забезпечення житлом. На його думку, регулювання приватної оренди житла, утворення соціального житла покращать стан справ в Україні. [21] Роль кооперативів та баугруп у створенні доступного житла вивчала Ю. Заломайкіна. [15]

А. Волкова зазначає, що реалізація права на доступне житло тісно пов'язана із іншими правами людини – на свободу пересування, вибір місця проживання, захист від втручання в приватне життя та житло, освіту тощо. [8, с. 62] Вона критикувала План відновлення України за відсутність окремого блоку, присвяченого житловій сфері, та вважала, що залученість кількох міністерств до формування та реалізації житлової політики може призвести до її фрагментарності. [8, с. 63-64] Авторка виділяє ще кілька завдань житлової політики, зокрема моніторинг житла для тимчасового проживання та чисельності громадян, які його потребують тощо. [8, с. 66-67]

На думку О. Гнатіва, для багатьох громадян конституційне право на житло не реалізоване, тому створення умов для подолання житлової кризи є «стратегічним пріоритетом державної політики». [12, с. 55] Але, на відміну від М. Габреля, він вважає, що держава має залучати до будівництва інвесторів на умовах державно-приватного партнерства». [12, с. 57] Ще один важливий висновок полягає в тому, що в Україні відбулася «інституціоналізація неефективного управління житлом». [12, с. 56]

Бойко Т. відстоює інтереси житлової кооперації. Вона вважає, що законодавство не є «дружнім» для спільного будівництва житла мешканцями. [5]

Деякі питання житлової політики розглядалися в працях В. Омельчука, А. Беркути, Є. Белінського, А. Дроня, П. Єщенка, К. Паливоди, О. Удовиченка та ін.

Отже, розвиток житлової політики в Україні має потужну історіографію. Але процес не стоїть на місці. Так, у липні парламент ухвалив за основу проєкт закону про засади житлової політики. Триває робота й над іншими документами. Це потребує з'ясування, наскільки цей процес відповідає потребам суспільства.

Метою статті є аналіз становлення та нинішнього стану реформування житлової політики в Україні, зокрема законодавчого його забезпечення.

Методи та методологія. Для нас були важливими напрями неоінституціонального підходу. Згідно з канонами історичного інституціоналізму ми з'ясовували, яка «стежка залежності» у сфері житлової політики була сформована, зокрема, у радянські часи та перші роки

незалежності. Аналіз новацій регулювання ми здійснювали з урахуванням положень соціологічного інституціоналізму, зокрема, щодо зовнішнього тиску на розвиток державної політики.

Виклад основного матеріалу. 1990-ті роки були періодом неоліберальних реформ, спрямованих на становлення інституту приватної власності як основи нового ладу, впровадження ринкових механізмів. У 1992 р. ухвалили Закон «Про приватизацію державного житлового фонду». Житло приватизовувалось громадянами, які в них мешкали. Результатом було формування такої структури власності, яка відрізнялась від ситуації в розвинутих державах. 93,7% житлофонду перейшло у приватну власність, в той час як в останніх ця частка становить не більше 50%. [21, с. 193]

Приватизація житлофонду заклала основи житлової політики, яка за виразом П. Федоріва була спрямована на власність. [20, с. 19] Водночас скорочується державне будівництво. Держава формує механізми залучення позабюджетних коштів у житлове будівництво. Законодавчі ініціативи того часу були спрямовані на розвиток житлових кооперативів, індивідуального житлового будівництва й іпотечного кредитування. [13] Пільгові кредити для купівлі житла залишались основною формою житлових програм уряду, але такий підхід не відповідав потребам і спроможностям домогосподарств. [2] З'являються численні галузеві програми забезпеченням житлом, однак вони були «економічно неефективними та соціально несправедливими» [20, с. 9], оскільки були орієнтовані на надання допомоги сім'ям із високим рівнем доходів. [20, с. 40] По суті житлова політика «підмінювалась політикою будівництва».[6]

Проте це не вело до формування класу ефективних власників. Доходи громадян були обмежені для обслуговування житлового фонду. По-друге, не було вирішено проблему нежитлових приміщень будинків. Однією з найгостріших успадкованих від радянських часів проблем був інститут неефективного управління житловим фондом. Лише наприкінці століття стали створюватися об'єднання співвласників багатоквартирних будинків, але цей процес відбувався повільно. Земля під будинками залишилась у комунальній власності і не могла передаватись в користування мешканцям, відтак органи місцевого самоврядування не отримували належних доходів. По-третє, не сприяло формуванню ефективних власників й система оподаткування нерухомого майна, відмінного від земельних ділянок.

Крім того, пошук позабюджетних коштів для будівництва призвів до рішень, які загрожували аферами. Зокрема, право продавати житло ще на рівні фундаменту загрожували, що в разі банкрутства забудовника громадяни й не отримували житла, й позбавлялись грошей.

Безкоштовна приватизація була неминучою на етапі неоліберальних реформ, оскільки зменшувала шок від ринкових трансформацій [20, с. 8], падіння матеріального добробуту тощо. Але вона не вирішила усіх проблем соціальної несправедливості. Якість приватизованого житла та й його площа поступались сучасним стандартам. Близько 70% житла було застарілим або належало до аварійного фонду. [12, с. 56] З іншого боку, приватизація викликала нові соціальні нерівності. У приватизованих квартирах могли жити кілька сімей. Крім того, зростало нове покоління, й його потреби у житлі не могли бути задоволені. Також особливості економічних процесів сприяли притоку до економічних центрів населення з інших регіонів. Однак, як зауважує глава профільного комітету ВР, «у нас в країні кожен третій громадянин має такий рівень доходів, який не дає можливості придбати власну домівку». [13] Тобто потреба у житлі була значно ширша за платоспроможний попит. [3]

Більше того, ці потреби не могли бути задоволені навіть шляхом оренди. По-перше, інститут публічної оренди був дуже обмеженим. Навіть у 2021 р. було всього 1098 одиниць соціального житла й 1997 тимчасового житла [7] Причиною було скорочення до 6,3% частки житла у державній та комунальній власності [21, с. 193], а також частки житла, введеного в експлуатацію за рахунок держбюджету. У 1995 р. цей показник становив 13,7%, а за 10 років зменшився до 3,6% і надалі скорочувався. По-друге, інститут приватної оренди, коли в оренду здавалось приватизоване житло, також не задовільняв потреби. Цей інститут не регулювався, ані з точки зору орендної плати (за даними соцопитувань, 31% тих, хто орендує житло, витрачає понад 70% доходів на орендну плату та комунальні послуги, 54% – більше половини [13]), ані дотримання прав орендарів.

Ще одним недоліком була відсутність інформаційного забезпечення. Збору та аналізу даних про житлову сферу практично не було. [20, с. 99] Більшість даних про населення отримували через систему реєстрації місця проживання. Однак, на думку фахівців CEDOS, це джерело було неточним, адже на 2019 р. щонайменше 12% проживали не за місцем реєстрації (а серед тих, хто орендує житло – 25%). [3]

Відтак дослідники стверджують, що ст. 47 Конституції («Кожен має право на житло. Держава створює умови, за яких кожний громадянин матиме змогу побудувати житло, придбати його у власність або взяти в оренду»), а також положення ухваленої у 1995 р. Концепції державної житлової політики залишались декларативними. Не працювала й частина 3 ст. 47, згідно з якою ніхто не міг бути примусово позбавлений житла, окрім як за рішенням суду.

Зазначена ситуація негативно впливала на економічний розвиток, оскільки стримувала розвиток мобільності робочої сили, що є передумовою економічного розвитку. Не дивно, що проблеми житлової сфери стали особливо гостро відчуватися з початку XXI ст., коли в Україні відновилось економічне зростання. Воно й актуалізувало потребу переходу від неоліберальних до інституційних реформ у житловій політиці. Фахівці пропонували перехід до «збалансованої житлової політики, нейтральної щодо форм володіння житлом». [20, с. 122] Вони вважали, що «перш за все держава повинна фінансувати програми розвитку соціального та неприбуткового житла. Наступним кроком може стати підтримка альтернативних форм власності – наприклад, кооперативів, – а також людей, які купують житло вперше. …необхідно реформувати механізми оподаткування, щоб вони, з одного боку, підтримували розвиток доступного житла, а з іншого боку, обмежували спекулятивне інвестування у нерухомість. [3] Право на отримання допомоги від держави мало означати саме доступ до соціального житла, а публічний сектор оренди мав стати заміною державним житловим програмам і орієнтуватися на забезпечення помешкань для найбільш соціально незахищених, а зі зростанням – на решту категорій. [20, с. 122-123] Для обмеження інвестпопиту на житло та забезпечення його використання саме як місця для життя рекомендували внести зміни до Податкового кодексу і скасувати пільгу в податку на нерухоме майно для кожної наступної одиниці житла у власності, а також змінити базу оподаткування – її ставка мала бути диференційованою та базуватися на вартості житла, а не його площі. [20, с. 122]

Ми не можемо погодитись з думкою деяких дослідників, що житловій політиці України властива відсутність нормативно-правового регулювання. За роки незалежності були ухвалені закони та пілзаконні акти, спрямованих на вирішення актуальних проблем у житловій сфері. Це стосувалось й періоду переходу до інституційних реформ, зокрема, проблем доступного житла. Ще у 1997 р. Президент України видав Указ, згідно з яким держава обмежувала зобов'язання у забезпеченні житлом соціально незахищеними верствами. У 2005-2006 рр. Верховна Рада прийняла закон «Про житловий фонд соціального призначення», а уряд схвалив Концепцію держпрограми «Соціальне житло». У 2009 р. КМ затвердив Держпрограму будівництва (придбання) доступного житла на 2010-2017 рр. Також парламент ухвалив Закон «Про комплексну рконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду». Але ці та інші нормативні акти виявились неефективними. Фонди соціального та тимчасового житла так й не були створені. Причини полягали в неузгодженості нормативних актів між собою, відсутності реальних механізмів реалізації цих актів [13], а головне, недостатніх обсягів фінансування програм. [1, с. 46] Крім

того, забезпечення доступним житлом було визначено обов'язком органів місцевого самоврядування, а політика децентралізації та зміцнення спроможності громад, яка призвела до зростання місцевих бюджетів, лише розпочалась у 2015 р.

Звичайно, у 2012 р. могли виникнути сумніви в тому, що ситуація в житловій сфері є кризовою. Але події, які після 2014 р., коли в країні масово виникла категорія ВПО, а особливо з початком повномасштабного вторгнення., коли чисельність цієї категорії досягла кількох мільйонів, а значна частка житлового фонду була знищена, засвідчили, що оцінка О. Більовського була адекватною.

Ще до повномасштабного вторгнення держава започаткувала іпотечну програму «єОселя», спрямовану на вирішення житлових потреб низки груп громадян з низькими доходами (військовослужбовців, освітян, науковців). Зокрема, у першій половині 2025 р. загальна сума наданих пільгових кредитів сягнула 7,6 млрд грн. [14] Але, за твердженням О. Шуляк, програма «не зовсім задовольняє потреби всіх людей, які потребують вирішення житлового питання. Зокрема, станом на середину 2024 р. нею скористалися усього 211 внутрішніх переселенців. [16]

Отже, саме збройна агресія загострила суперечності та актуалізувала недоліки, характерні для житлової політики. Згідно зі звітом щодо оцінювання збитків та потреб на відновлення України (RDNA 4) унаслідок війни постраждали понад 2 млн. домогосподарств, або 13% житлового фонду. [17] Наразі є низка оцінок чисельності ВПО. Станом на квітень 2024 р. ними вважалися понад 3,5 млн. осіб. [13] За свідченням Комітету Верховної Ради, на середину 2024 р. було зруйновано понад 50 млн. кв.м житлового фонду. Для порівняння – до війни в Україні будувалося до 10 млн. кв.м житла на рік. [16]

Від початку повномасштабного вторгнення держава здійснювала дії, спрямовані на забезпечення житлових потреб громадян, які найбільше постраждали. Було запущено сервіс, що дозволяв повідомити про руйнування чи знищення майна. У серпні 2024 р. таких повідомлень було 670 тис. [16] Вже у квітні 2022 р. КМ затвердив постанову про порядок формування фондів житла для тимчасового проживання ВПО. Документ фокусував на викупі збудованого житла на будівництві нового коштом місцевих бюджетів. Внесли зміни до законів щодо додаткових заходів, пов'язаних із забезпеченням ВПО житлом. Зокрема, створювалась інформсистема для: ведення обліку об'єктів, які використовуються або можуть бути використані чи реконструйовані, переобладнані для проживання ВПО. Уряд прийняв постанову щодо відшкодування комунальних витрат бюджетам громад, які безкоштовно прийматимуть ВПО. [4] Зважаючи на те, що житлова криза, зумовлена

вторгненням, триває понад 3 років, виникла потреба переходу від короткострокових більш тривалих заходів. [7] Одним з таких рішень було випуск модульних будинків для ВПО. Запровадили програму «єВідновлення», в рамках якої надавалися сертифікати на будівництво або придбання житла. У серпні 2025 р. було розширено доступ до програми «єОселя». [19] З вересня запрацював оновлений її механізм. Йдеться про часткові компенсації для ВПО, зокрема, першого внеску та щомісячних платежів, а також супутніх витрат (комісії, збори, страхування). [19] Було здійснено й спробу залучити приватний ринок оренди. Ще у 2022 р. до Закону «Про правовий режим воєнного стану» внесли положення про «військово-квартирну повинність». Планувалось сформувати реєстр приватного житла, яке могло бути використане для розміщення ВПО. Створили спеціальні сайти, чат-боти та форми для пошуку і пропозиції житла для ВПО («Прихисток», SafeHomeUA, Ukraine Take Shelter, Центр спільних дій). [4]

Проте ці заходи мали недоліки. Щодо «єВідновлення» проблемою було оцінювання пошкодженого та зруйнованого житла, адже воно часто знаходилось на окупованій території або території, де велись бойові дії. Лише у липні 2025 р. санкціонували дистанціцне обстеження. В рамках «єОселі» проблемою було обмеження максимальної вартості квартири в 2 млн.грн., а також часу спорудження житла. Для багатьох людей перешкодою для іпотеки була не лише її вартість, а й перший внесок. Щодо модульного житла, то однією з проблем стала соціальна ізоляція мешканців, бо деякі поселення були розташовані далеко від міст і не були з'єднані з ними якісним транспортом. Крім того, модульні будинки були розроблені як тимчасове житло, а тому швидко зношувалися. [3] Залишалися проблемою й гарантії недопущення примусового виселення ВПО. Взагалі, детінізація приватного ринку оренду залишилась побажанням. Але серед принципових проблем було й те, що ці заходи були спрямовані на вирішення проблем осіб, які постраждали від війни, натомість вони не торкалися осіб, житлові потреби яких були не вирішені й до вторгнення. Тобто житлова політика потребувала радикального реформування, а пов'язані з війною заходи – «вписування» в концептуальне її оновлення. Загострилася й відзначена головна перешкода реформування та інституційних реформ – дефіцит фінансово-матеріальних ресурсів.

Але саме війна, яка загострила проблеми житлової політики, водночас сприяла початку їх подолання. Йдеться про допомогу міжнародних організацій, в т.ч. для вирішення житлового питання. Ключовими суб'єктами її надання стали Світовий банк, Європейський банк реконструкції та розвитку, Європейський інвестбанк (ЄІБ), Банк Ради Європи (БРЄ). З ЄІБ уклали угоду на EUR200 млн. Програма сприяла реалізації 25 проєктів соціального житла для

ВПО. Наразі завершені 7 проєктів. Кілька проєктів були розташовані у районах, які постраждали від бойових дій, тому вони були призупинені. Але кошти були перенаправлені на інші проєкти на підконтрольних територіях. Опрацьовуються й нові проєкти соціального житла. [11] З БРЄ уклали кредитну угоду на EUR100 млн. для фінансування програми «єВідновлення». Світовий банк надав 84 млн. доларів США на ремонт житла.

Проте, за свідченням самих міжнародних інституцій, в Україні не було інституційних рамок або організацій, які могли б позичати гроші, зокрема, на програми соціального житла. Не було й розроблених проєктів, готових для фінансування. Більше того, не було навіть законодавства, яке визначало осіб, які повинні мати доступ до соціального житла, критерії оренди, рівень орендної плати тощо. [11]

Відтак до одного з ключових документів міжнародної допомоги Ukraine Facility було внесено «проведення в країні структурних змін». Зафіксували, що Реформа 7 впроваджується шляхом набрання чинності Закону «Про основні засади житлової політики», який зосереджується на таких напрямах: a) доступність житла для вразливих категорій; b) створення механізмів підтримки громадян з різною спроможністю та визначення критеріїв доступу; c) правове врегулювання оренди комунального житла, в т.ч. з правом викупу; d) прозора системи реєстрації житлових потреб громадян для реагування на місцевому рівні; e) моніторинг з боку громадянського суспільства та міжнародної спільноти.

16 липня 2025 р. проєкт Закону «Про основні засади житлової політики» був ухвалений Верховною Радою за основу. [18] Він був розроблений у співпраці з міжнародними партнерами. [17]

Закон визначає житлову політику як «систему взаємопов'язаних послідовних дій держави, спрямованих на створення та забезпечення умов, за яких особи можуть реалізувати право на житло шляхом будівництва житла, придбання його у власність або отримання у користування». [18] Проєктом передбачається:

- встановлення принципів житлової політики, що відповідають документам ЄС (доступності та безбар’єрності житла; непорушності права на житло та недоторканності житла; прозорості та громадської участі; свободи вибору; справедливості та рівного доступу до житла; стратегічного планування; соціальної інтеграції);
- визначення переліку документів стратегічного планування, зокрема, передбачається прийняття Державної стратегії житлової політики;
- розвиток державно-приватного партнерства для вирішення житлового питання, що є передумовою залучення міжнародних партнерів;

- житловий фонд складається з приватного, державного та фонду громад. Державний та фонд громад розподіляються на соціальне та службове житло, яке не може бути відчужене. Можливе залучення приватного фонду як соціального житла;
- особи, які не мають доступу до житла, що відповідає мінімальним споживчим вимогам, мають право на отримання соціального житла безоплатно чи за доступну плату:
- орендна плата за соціальне та службове житло залежить від доходів та майна громадян та регулюється шляхом механізмів субсидіювання;
- надходження від використання житла з державного фонду та фонду громад, а також від виконання зобов'язань за фінансово-кредитними механізмами підтримки будівництва зараховуються до револьверного фонду, видатки з якого спрямовуються на формування, утримання та експлуатацію житлового фонду.
- створення інституту операторів доступного житла (підприємства, організації, основною діяльністю яких є будівництво доступного житла або управління ним);
- створення житлових і житлово-будівельних кооперативів;
- запровадження мінімальних та загальних вимог до споживчої якості житла;
- реалізація фінансово-кредитних механізмів для набуття житла у власність;
- стимулювання, заохочення, регулювання приватної діяльності у житловій сфері;
- стимулювання створення інституцій, які здійснюватимуть будівництво та управління житлом;
- гарантії захисту права на житло;
- формування Єдиної інформаційно-аналітичної системи, що забезпечує накопичення, облік, оброблення та надання відомостей про житловий фонд та осіб, які можуть скористатися держпідтримкою.

Ліквідується інститут безкоштовної приватизації державного житлового фонду. Визнається таким, що втратив чинність Житловий кодекс.

Головне науково-експертне управління надало розлогі зауваження до проєкту. Свої зауваження та пропозиції надали суб’єкти громадянського суспільства – Асоціація міст України, Асоціація районних та обласних рад, Національна асоціація адвокатів. Зокрема, остання зауважила, що деякі норми суперечать Конституції або декларативні.

Даний законопроєкт є лише рамковим. Для реалізації його положень потрібне внесення змін до багатьох інших законів та підзаконних актів, в т.ч.

тих, що вже внесені на розгляд парламенту. Також сам проєкт передбачає розробку та затвердження Державної, регіональних та локальних стратегій житлової політики.

Водночас дослідники вважають, що це не нівелює саму необхідність цього закону. На думку А. Волкової, «прийняття рамкового проєкту є фундаментом для ефективної житлової політики, …може стати ефективним та реальним інструментом наповнення місцевих житлових фондів для …будь-яких категорій громадян. [9, с. 54]

На користь механізмів, які закладаються в закон, свідчать й зміни як в структурі форм власності на житло, так й у громадській думці. Після початку повномасштабної війни структура форми володіння житлом змінилася. Частка людей, які проживають у власному житлі, зменшилася, натомість більше людей стали проживати в орендованому житлі. [22] За даними опитувань, які проводив CEDOS, у 2019-2022 рр. частка громадян, які вважають, що держава повинна забезпечити житлом людей, які цього потребують, зросла з 78% до 82%. Водночас з 83% до 70% зменшилася частка тих, хто підтримує допомогу з придбанням житла у власність. [2]

Висновки. У попередні роки проводилась неоліберальна житлова політика, спрямована на формування приватної власності та реалізацію інтересів фірм-забудовників. Вона сформувала низку соціальних суперечностей та стримувала економічний розвиток, а також не давала змоги задовольнити потреби цілих соціальних груп у житлі. Ці проблеми усвідомлювались політичними елітами, але заходи щодо їх вирішення не призвели до їх розв’язання, зокрема, з причин некомплексного підходу до реформування, дефіциту ресурсів для здійснення цих заходів.

Війна не лише загострила ці проблеми, що змусило владу вдатися до комплексного реформування житлової політики, а й покращило можливості для цього завдяки збільшенню фінансування з боку геополітичних союзників та зовнішньому тиску щодо реалізації реформи. Здійснено перший крок у реформуванні – прийнято за основу закон про засади житлової політики, який є фундаментом інституційних реформ.

Перспективи досліджень пов’язані з вивченням окремих напрямів реформування житлової політики, зокрема організаційно-правових засад її реалізації, змін в системі управління житлофондом, позицій окремих політичних сил у цій сфері.

Список використаних джерел:

1. Більовський О.А. Державна житлова політика України: проблема соціальноекономічної ефективності: аналіт. доп. К.: НІСД, 2012. 60 с. URL: https://surl.li/lorohp (дата звернення: 01.02.2025).

2. Боброва А. Житло і війна: житлова політика першого року повномасштабної війни. URL: https://surl.lt/xjhmtm (дата звернення: 18.08.2025).

3. Боброва А., Лазаренко В., Вербицький І., Хассай Є. 37 тез про сучасний стан, виклики і принципи нової житлової політики в Україні. URL: https://surl.lu/cklyqc (дата звернення: 01.07.2025).

4. Боброва А., Лазаренко В., Хассай Є. Житло і війна в Україні (24 лютого – 22 березня 2022). URL: https://surli.cc/kfxfmz (дата звернення: 23.04.2025).

5. Бойко Т. Житлово-будівельні товариства: як знизити ризики у новому житловому будівництві. URL: https://proosbb.info/node/1069 (дата звернення: 29.06.2025).

6. Вербицький І., Боброва А. Житло у проєкті Плану відновлення України: можливості і ризики. URL: https://surl.li/onnqxm (дата звернення: 13.08.2025).

7. Вербицький І., Федорова Л., Будз О., Хурцидзе Т., Джурляк У. Від тимчасового житла до сталих рішень: роль гуманітарних організацій у розвитку місцевих житлових програм. URL: https://surl.li/mbbyzz (дата звернення: 05.05.2025).

8. Волкова А.О. Житлова політика держави в умовах війни та повоєнної трансформації. *Актуальні проблеми права: теорія і практика* No2(48), 2024. С. 58-71. DOI: https://doi.org/10.33216/2218-5461/2024-48-2-58-71.

9. Волкова А. Оновлена житлова політика України: перспективи реалізації. VIII International Scientific and Theoretical Conference «Formation of innovative potential of world science». С. 54-56. URL: https://surl.li/cpsngd (дата звернення: 20.05.2025).

10. Габрель М. Житлова політика великих міст. Урбаністично-просторовий аспект. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: «Архітектура».* 2020. №2(4) С. 34-43. URL: https://surli.cc/akcbxu (дата звернення: 01.03.2025).

11. Гайда Г., Фарбар К., Червінська Т. Реформа соціального житла в Україні: європейська експертиза та локальні виклики. URL: https://surli.cc/atfost (дата звернення: 04.07.2025).

12. Гнатів О. Житлова політика в Україні: проблеми та шляхи їх подолання. *Актуальні проблеми правознавства*. 2016. Випуск 3 (7). С. 55-57. URL: https://surl.li/clerve (дата звернення: 17.05.2025).

13. Горобчук Б. Реформа житлової політики в Україні: Що на папері? Як в житті? Що на перспективу? URL: https://surl.li/xctrho (дата звернення: 20.06.2025).

14. ЄОселя: майже 4,2 тис. пільгових іпотек на суму 7,6 млрд грн українці отримали з початку року. URL: https://surli.cc/oxwlgz (дата звернення: 18.08.2025).

15. Заломайкіна Ю. Між орендою та власністю: роль кооперативів і “баугруп” у створенні доступного житла. URL: https://surl.li/dbgtzw (дата звернення: 15.07.2025).

16. Каплун Л. Олена Шуляк: Довгобуди перебудують під соціальне житло. URL: https://surli.cc/qjhdqf (дата звернення: 20.04.2025).

17. Козловська Н. Якою має бути житлова політика в Україні. URL: https://surl.li/zgjmtg (дата звернення: 30.06.2025).

18. Проєкт Закону про основні засади житлової політики. Зареєстрований у секторі законопроєктів ВРУ 06.01.2025 під №12377. Внесений Кабінетом Міністрів України. Прийнято за основу 16.07.2025. URL: https://surl.li/fbxhza (дата звернення: 07.01.2025).

19. Уряд розширює доступ до програми єОселя для ВПО та мешканців прифронтових територій. URL: https://surl.lu/cxwkra (дата звернення: 18.08.2025).

20. Федорів П., Ломоносова Ю. Державна житлова політика в Україні: сучасний стан та перспективи реформування. К.: Аналітичний центр CEDOS, 2019. 132 с.

21. Фенчук О. Житлова політика європейських країн. огляд міських практик. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: «Архітектура».* 2023. №1(9). С. 191-203. https://doi.org/10.23939/sa2023.01.191. URL: https://surl.li/hpqgky (дата звернення: 30.11.2024).

22. Хелашвілі А., Вербицький І., Боброва А., Мілосердов В. Житло та житлові умови україн_ок: результати опитування. URL: https://surl.li/wgnwcj (дата звернення: 23.03.2025).

23. Шушківський А.І. Житлова політика. Енциклопедія Сучасної України. Редкол.: Дзюба І.М., Жуковський А.І., Железняк М.Г. та ін. НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2009. URL: https://esu.com.ua/article-19235 (дата звернення: 18.07.2025).

PhD Student **Ihor STEPANIUK,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

REFORMING STATE HOUSING POLICY IN WAR CONDITIONS

Housing policy is a topical socio-political problem in the context of the existence of millions of internally forcibly persons in the country. This is an important direction of Ukraine's recovery. But the current housing policy requires radical reform.

The purpose of the article is to analyze the formation of housing policy and current state of its reform in Ukraine, in particular its legislative support.

When conducting the study, the principals of various directions of the neo-institutional approach were used. In particular, in accordance with the canons of historical institutionalism, the "path dependence" in the sphere of housing policy, which was formed in Soviet times and the first years of independence, was clarified. The analysis of modern regulatory innovations was carried out taking into account

the thesis of sociological institutionalism, in particular, regarding external pressure on the development of state policy.

In the first years of independence, a neoliberal housing policy was formed in Ukraine, aimed at the formation of private property as the basis of a new social order and the realization of the interests of developers. It contributed to the emergence of new social contradictions, did not allow to satisfy the housing needs of a number of social groups and restrained economic development. These problems were especially acute in the first years of the 21st century, when the transition to economic growth took place. The government adopted a number of legislative acts with the aim of implementing institutional reforms in the housing sector, but these measures did not lead to a solution to the problems, in particular, due to the lack of a comprehensive approach to reform and the lack of resources to implement these measures.

The war not only once again exacerbated these problems, which forced the government to resort to comprehensive reform of housing policy, but also improved the opportunities for this due to increased funding from Ukraine's geopolitical allies and external pressure to implement reforms. The first step in reform has now been taken - a draft law on the principles of housing policy has been adopted, which should become the foundation of institutional reforms.

Keywords: housing policy; neoliberal reforms; institutional reforms; private property; social housing; affordable housing; temporary housing; war; European Union financial assistance

REFERENCES:

1. Bilovskyi O.A. Derzhavna zhytlova polityka Ukrainy: problema sotsialnoekonomichnoi efektyvnosti: analit. dop. [State housing policy of Ukraine: the problem of socio-economic efficiency: analytical report]. K.: NISD. 2012. 60 s. Retrieved February 01, 2025, from: https://surl.li/lorohp {in Ukrainian}.

2. Bobrova A. Zhytlo i viina: zhytlova polityka pershoho roku povnomasshtabnoi viiny [Housing and War: Housing Policy in the First Year of Full-Scale War]. Retrieved August 18, 2025, from: https://surl.lt/xjhmtm {in Ukrainian}.

3. Bobrova A., Lazarenko V., Verbytskyi I., Khassai Ye. 37 tez pro suchasnyi stan, vyklyky i pryntsypy novoi zhytlovoi polityky v Ukraini [37 theses on the current state, challenges and principles of the new housing policy in Ukraine]. Retrieved July 01, 2025, from: https://surl.lu/cklyqc {in Ukrainian}.

4. Bobrova A., Lazarenko V., Khassai Ye. Zhytlo i viina v Ukraini (24 liutoho – 22 bereznia 2022) [Housing and War in Ukraine (February 24 – March 22, 2022)]. Retrieved April 23, 2025, from: https://surli.cc/kfxfmz {in Ukrainian}.

5. Boiko T. Zhytlovo-budivelni tovarystva: yak znyzyty ryzyky u novomu zhytlovomu budivnytstvi [Housing and building associations: how to reduce risks in

new housing construction]. Retrieved June 29, 2025, from: https://proosbb.info/node/1069. {in Ukrainian}.

6. Verbytskyi I., Bobrova A. Zhytlo u proiekti Planu vidnovlennia Ukrainy: mozhlyvosti i ryzyky [Housing in the draft Ukraine Recovery Plan: opportunities and risks]. Retrieved August 13, 2025, from: https://surl.li/onnqxm {in Ukrainian}.

7. Verbytskyi I., Fedorova L., Budz O., Khurtsydze T., Dzhurliak U. Vid tymchasovoho zhytla do stalykh rishen: rol humanitarnykh orhanizatsii u rozvytku mistsevykh zhytlovykh prohram [From temporary shelter to sustainable solutions: the role of humanitarian organizations in developing local housing programs]. Retrieved May 05, 2025, from: https://surl.li/mbbyzz {in Ukrainian}.

8. Volkova A.O. Zhytlova polityka derzhavy v umovakh viiny ta povoiennoi transformatsii [State housing policy in the context of war and post-war transformation]. Aktualni problemy prava: teoriia i praktyka No2(48), 2024. C. 58-71. DOI: https://doi.org/10.33216/2218-5461/2024-48-2-58-71. Retrieved June 03, 2025, from: https://surl.li/lhklio {in Ukrainian}.

9. Volkova A. Onovlena zhytlova polityka Ukrainy: perspektyvy realizatsii [Updated housing policy of Ukraine: prospects for implementation]. VIII International Scientific and Theoretical Conference «Formation of innovative potential of world science». S. 54-56. Retrieved May 20, 2025, from: https://surl.li/cpsngd {in Ukrainian}.

10. Habrel M. Zhytlova polityka velykykh mist. Urbanistychno-prostorovyi aspect [Housing policy of large cities. Urban-spatial aspect]. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Seriia: «Arkhitektura». 2020. №2(4) S. 34-43. Retrieved March 01, 2025, from: https://surli.cc/akcbxu {in Ukrainian}.

11. Haida H., Farbar K., Chervinska T. Reforma sotsialnoho zhytla v Ukraini: yevropeiska ekspertyza ta lokalni vyklyky [Social housing reform in Ukraine: European expertise and local challenges]. Retrieved July 04, 2025, from: https://surli.cc/atfost {in Ukrainian}.

12. Hnativ O. Zhytlova polityka v Ukraini: problemy ta shliakhy yikh podolannia [Housing policy in Ukraine: problems and ways to overcome them]. Aktualni problemy pravoznavstva. 2016. Vypusk 3 (7). S. 55-57. Retrieved May 17, 2025, from: https://surl.li/clerve {in Ukrainian}.

13. Horobchuk B. Reforma zhytlovoi polityky v Ukraini: Shcho na paperi? Yak v zhytti? Shcho na perspektyvu? [Housing policy reform in Ukraine: What's on paper? How is it in real life? What's in store for the future?]. Retrieved June 20, 2025, from: https://surl.li/xctrho {in Ukrainian}.

14. YeOselia: maizhe 4,2 tys. pilhovykh ipotek na sumu 7,6 mlrd hrn ukraintsi otrymaly z pochatku roku [EHousing: Ukrainians have received almost 4.2 thousand

preferential mortgages worth UAH 7.6 billion since the beginning of the year]. Retrieved August 18, 2025, from: https://surli.cc/oxwlgz {in Ukrainian}.

15. Zalomaikina Yu. Mizh orendoiu ta vlasnistiu: rol kooperatyviv i “bauhrup” u stvorenni dostupnoho zhytla [Between renting and owning: the role of cooperatives and “building groups” in creating affordable housing]. Retrieved July 15, 2025, from: https://surl.li/dbgtzw {in Ukrainian}.

16. Kaplun L. Olena Shuliak: Dovhobudy perebuduiut pid sotsialne zhytlo [Olena Shulyak: Long-term housing will be rebuilt for social housing]. Retrieved April 20, 2025, from: https://surli.cc/qjhdqf {in Ukrainian}.

17. Kozlovska N. Yakoiu maie buty zhytlova polityka v Ukraini [What should be the housing policy in Ukraine?]. Retrieved June 30, 2025, from: https://surl.li/zgjmtg {in Ukrainian}.

18. Proiekt Zakonu pro osnovni zasady zhytlovoi polityky [Draft Law on the Basic Principles of Housing Policy]. Zareiestrovanyi u sektori zakonoproiektiv VRU 06.01.2025 pid №12377. Vnesenyi Kabinetom Ministriv Ukrainy. Pryiniato za osnovu 16.07.2025. Retrieved January 07, 2025, from: https://surl.li/fbxhza {in Ukrainian}.

19. Uriad rozshyriuie dostup do prohramy yeOselia dlia VPO ta meshkantsiv pryfrontovykh terytorii [The government is expanding access to the e-Housing program for IDPs and residents of frontline areas]. Retrieved August 18, 2025, from: https://surl.lu/cxwkra {in Ukrainian}.

20. Fedoriv P., Lomonosova Yu. Derzhavna zhytlova polityka v Ukraini: suchasnyi stan ta perspektyvy reformuvannia [State housing policy in Ukraine: current state and prospects for reform]. K.: Analitychnyi tsentr CEDOS, 2019. 132 s.

21. Fenchuk O. Zhytlova polityka yevropeiskykh krain. ohliad miskykh praktyk [Housing policy of European countries. A review of urban practices]. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Seriia: «Arkhitektura». 2023. №1(9). S. 191-203. https://doi.org/10.23939/sa2023.01.191. Retrieved November 30, 2025, from: https://surl.li/hpqgky {in Ukrainian}.

22. Khelashvili A., Verbytskyi I., Bobrova A., Miloserdov V. Zhytlo ta zhytlovi umovy ukrain_ok: rezultaty opytuvannia [Housing and living conditions of Ukrainians: survey results]. Retrieved March 23, 2025, from: https://surl.li/wgnwcj {in Ukrainian}.

23. Shushkivskyi A.I. Zhytlova polityka [Housing policy]. Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy. Redkol.: Dziuba I.M., Zhukovskyi A.I., Zhelezniak M.H. ta in. NAN Ukrainy, NTSh. Kyiv: Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen NAN Ukrainy, 2009. Retrieved July 18, 2025, from: https://esu.com.ua/article-19235. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.433-452
УДК 351:004:342.9]:338.2(477

к.юр.н., доцент **Білий Б.В.,**
boris.v.bill@gmail.com, ORCID: 0009-0007-0165-6342,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРАВОВИЙ СТАТУС ТА АДМІНІСТРАТИВНІ ФУНКЦІЇ ЦИФРОВОЇ ЕКОСИСТЕМИ DREAM ЯК ІНСТРУМЕНТУ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ У ПРОЦЕСІ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ

Повоєнна відбудова України є наймасштабнішим національним проєктом сучасності, що вимагатиме безпрецедентної мобілізації фінансових, матеріальних та людських ресурсів. За оцінками Світового банку, загальна вартість реконструкції та відновлення сягає сотень мільярдів доларів США, що значно перевищує внутрішні можливості держави.[1] Успіх цього колосального завдання безпосередньо залежить від здатності України залучити значні обсяги міжнародної фінансової допомоги та приватних інвестицій. Однак ключовою передумовою для такої підтримки є не лише демонстрація політичної волі, а й створення надійних, інституційно закріплених механізмів, що гарантують прозорість, підзвітність та ефективне запобігання корупційним ризикам. Міжнародні партнери, зокрема країни G7 та Світовий банк, у своїх офіційних заявах та програмах підтримки чітко артикулюють вимогу щодо зміцнення антикорупційних зусиль та забезпечення прозорого освоєння донорських коштів як невід'ємну умову надання допомоги.[3]

У відповідь на цей фундаментальний виклик українська держава запропонувала стратегічне, технологічно орієнтоване рішення — цифрову екосистему управління відбудовою DREAM (Digital Restoration Ecosystem for Accountable Management). Ця система позиціонується не просто як чергова база даних чи моніторинговий портал, а як комплексна державна електронна екосистема, що забезпечує «єдиний цифровий маршрут для всіх проєктів відбудови».[7] Фундаментальний принцип, закладений в архітектуру DREAM, — «всі бачать все» — має на меті створити середовище тотальної прозорості, де кожен етап життєвого циклу проєкту, від реєстрації руйнувань до введення об'єкта в експлуатацію, є відкритим для моніторингу з боку громадян, бізнесу та міжнародних партнерів.[10] Таким чином, DREAM є не стільки технічним інструментом, скільки державною обіцянкою підзвітності, втіленою в цифровому коді. Юридична надійність та бездоганність функціонування цієї системи перетворюється з вузького питання адміністративного права на критично важливий фактор міжнародної

фінансової дипломатії та національної безпеки.

Незважаючи на стратегічну важливість екосистеми, в українській правовій науці на сьогодні практично відсутній комплексний публічно-правовий аналіз її статусу та функцій. Існуючі публікації та аналітичні звіти переважно зосереджені на технічних, економічних або антикорупційних аспектах, залишаючи поза увагою фундаментальні питання її місця в системі публічної адміністрації, її правової природи та адміністративних функцій. Ця наукова стаття має на меті заповнити вказану прогалину, ставши одним із перших досліджень, що систематично аналізує DREAM не як програмний продукт, а як новітній інститут публічного управління, що функціонує в цифровому середовищі.

Ключові слова: цифрова екосистема DREAM; публічне управління; відбудова України; адміністративні функції; прозорість; підзвітність; алгоритмічне врядування; публічні інвестиції.

Метою даного дослідження є системний аналіз правового статусу та адміністративних функцій екосистеми DREAM як інституту публічного управління. Для досягнення цієї мети поставлено такі дослідницькі завдання, що визначають ключові питання статті:

1. Якою є точна правова природа екосистеми DREAM у системі публічної адміністрації та чи не набуває вона ознак нового суб'єкта публічного адміністрування?
2. Як DREAM інтегрується з існуючими адміністративними процедурами, зокрема у сферах публічних закупівель та містобудівного планування, і чи створює вона нові, цифрово-нативні процедури?
3. Яка правова база забезпечує точність, цілісність та юридичну значущість даних у системі, і хто несе юридичну відповідальність за внесення недостовірної інформації, що призводить до ухвалення помилкових управлінських рішень?
4. Яким є правовий статус та практична ефективність механізмів громадського моніторингу, вбудованих у DREAM, у порівнянні з традиційними, законодавчо закріпленими формами громадського контролю?

Аналіз цих питань дозволить не лише визначити місце DREAM у системі українського адміністративного права, а й виявити потенційні правові ризики та сформулювати рекомендації щодо подальшої інституціоналізації системи для зміцнення довіри до процесу відбудови України.

Розділ 1. Правова архітектура DREAM

Правова інституціоналізація екосистеми DREAM є яскравим прикладом динамічного та реактивного нормотворення, що відображає її швидку

еволюцію від вузькоспеціалізованого експерименту до ключового елемента національної системи управління публічними фінансами. Цей процес можна умовно поділити на три ключові етапи, кожен з яких розширював мандат та змінював правовий статус системи.

Фаза 1: Експериментальний проєкт

Початковою точкою правового оформлення DREAM стала **Постанова Кабінету Міністрів України № 1286 від 15 листопада 2022 року** «Про реалізацію експериментального проекту із створення, впровадження та забезпечення функціонування Єдиної цифрової інтегрованої інформаційно-аналітичної системи управління процесом відбудови...».[11] Цей акт заклав фундамент для системи, визначивши її статус як «експериментального проєкту».[12] Такий підхід є типовим для впровадження інноваційних цифрових рішень в українському публічному управлінні, дозволяючи апробувати нові механізми в обмеженому правовому режимі («пісочниці») перед повномасштабним розгортанням.

Постанова визначила ключових акторів проєкту: координаторами були призначені Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури (Мінінфраструктури) та Міністерство фінансів, а учасниками — центральні органи виконавчої влади, обласні та Київська міська державні адміністрації, а також, за згодою, органи місцевого самоврядування та суб'єкти господарювання.[12] На цьому етапі сфера застосування DREAM була чітко сфокусована на процесі відбудови об'єктів, пошкоджених внаслідок збройної агресії. Правовий режим експерименту передбачав, що за його результатами Мінінфраструктури мало подати уряду звіт та пропозиції щодо внесення змін до законодавства, що свідчило про намір подальшої, більш сталої інституціоналізації системи.[12]

Фаза 2: Формалізація та операціоналізація

Наступним кроком у правовому становленні системи стало затвердження **Наказом Мінінфраструктури № 65 від 23 січня 2024 року** «Положення про Єдину цифрову інтегровану інформаційно-аналітичну систему управління процесом відбудови...».[13] Цей підзаконний нормативно-правовий акт перевів DREAM зі статусу концептуального експерименту до операційної системи з визначеними організаційними засадами та принципами функціонування. Хоча повний текст положення містить переважно технічні та організаційні норми, його ухвалення стало важливим етапом, що формалізував адміністративну структуру системи та заклав основи для її практичного впровадження в діяльність органів публічної адміністрації.[13] Цей наказ закріпив за Мінінфраструктури роль розпорядника системи, відповідального за її функціонування та розвиток.

Фаза 3: Парадигмальна зміна — інструмент управління всіма публічними інвестиціями

Кардинальна трансформація правового статусу DREAM відбулася з ухваленням **Постанови КМУ № 1049 від 26 серпня 2025 року**.[14] Цим рішенням уряд визначив екосистему DREAM як *тимчасову систему для управління всіма публічними інвестиційними проєктами* до моменту створення та впровадження постійної Єдиної інформаційної системи управління публічними інвестиціями.[14] Це рішення стало поворотним моментом, оскільки воно вивело DREAM далеко за межі її початкового мандату. Із інструменту, сфокусованого виключно на повоєнній відбудові, вона перетворилася на ключовий компонент загальнодержавної реформи управління публічними інвестиціями (Public Investment Management, PIM).[16]

Цей новий статус був додатково підкріплений законодавчими змінами, які передбачають, що Єдиний портфель публічних інвестицій держави формуватиметься з використанням системи, в основі якої лежить DREAM.[18] Таким чином, система стала де-факто національним банком публічних інвестиційних проєктів, через який здійснюється їх підготовка, оцінка та формування портфелів на державному, регіональному та місцевому рівнях.[16]

Суб'єктний склад та структура системи

На основі аналізу нормативної бази та офіційної інформації про систему, можна визначити її ключових суб'єктів та архітектуру:

- **Власник:** Держава в особі Кабінету Міністрів України, який ухвалює стратегічні рішення щодо створення та функціонування системи.
- **Розпорядник:** Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України (Міністерство відновлення), яке несе відповідальність за адміністрування, технічну підтримку та нормативно-методологічне забезпечення функціонування DREAM.[12]
- **Користувачі:** Надзвичайно широке коло суб'єктів, що включає центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, державні та комунальні підприємства, які вносять дані про проєкти.[12] Окремими важливими категоріями користувачів є міжнародні фінансові організації, донори, інвестори, а також громадськість та медіа, які виступають суб'єктами моніторингу та контролю.[9]
- **Структура:** DREAM побудована за принципом «парасолькової» системи або «системи систем».[7] Вона не створює нові первинні дані, а інтегрує та агрегує інформацію з низки вже існуючих державних реєстрів та інформаційних систем, таких як Реєстр пошкодженого та знищеного майна (РПЗМ), Єдина державна електронна система у сфері будівництва (ЄДЕССБ),

система електронних закупівель Prozorro, портал використання публічних коштів Spending.gov.ua та інші.[7] Це дозволяє створити єдиний, наскрізний цифровий профіль для кожного проєкту відбудови.

Аналіз правової еволюції DREAM виявляє важливу особливість: її статус та функціонал розширювалися значно швидше, ніж створювалася відповідна законодавча база. Система, що наразі відіграє центральну роль в управлінні мільярдними фінансовими потоками, функціонує переважно на основі підзаконних актів — постанов уряду та наказів міністерства.[21] Хоча такий підхід забезпечує гнучкість та швидкість впровадження, він створює потенційну правову вразливість. Відсутність спеціального закону, ухваленого Верховною Радою, залишає ключові аспекти функціонування системи (зокрема, питання відповідальності, сталості та захисту від довільних змін з боку виконавчої влади) недостатньо врегульованими, що є значним ризиком для інституту такої державної ваги.

Розділ 2. DREAM як суб'єкт адміністративних правовідносин

Формальне визначення DREAM як «єдиної цифрової інтегрованої інформаційно-аналітичної системи» не повною мірою відображає її реальну роль у процесі публічного управління. Глибший доктринальний аналіз її функцій свідчить, що система виходить далеко за межі пасивного зберігання та візуалізації даних, набуваючи ознак активного учасника адміністративних правовідносин, який суттєво впливає на ухвалення управлінських рішень.

Активні адміністративні функції DREAM

На відміну від класичних державних реєстрів, що переважно виконують облікову функцію, DREAM наділена низкою функцій, які безпосередньо формують та спрямовують адміністративні процеси:

- **Ініціювання та пріоритетизація проєктів:** Система слугує єдиною точкою входу для подання проєктних ідей від громад та міністерств, формуючи «єдиний національний банк проєктів відновлення».[8] Проєкти, внесені до DREAM, проходять процедуру оцінки та відбору для включення до секторальних та національних портфелів публічних інвестицій.[16] Таким чином, сам факт реєстрації та належного оформлення проєкту в системі стає першим і необхідним кроком для того, щоб він був розглянутий на державному рівні. Аналітичні інструменти системи дозволяють органам влади порівнювати та пріоритезувати проєкти на основі даних, що впливає на стратегічне планування відбудови.[10]
- **Фінансове «гейткіпінг» (gatekeeping):** Для низки фінансових програм DREAM виконує функцію цифрового фільтра або «воротаря». Наприклад, для проєктів, що фінансуються за кошти Європейського інвестиційного банку, або в рамках державних програм, таких як Фонд

ліквідації наслідків збройної агресії, наявність проєкту в DREAM та посилання на його ID є обов'язковою умовою для проведення закупівлі в системі Prozorro.[19] Це означає, що система не просто інформує про проєкт, а створює юридично значущу передумову для доступу до публічних та донорських фінансових ресурсів. Відсутність проєкту в DREAM або його невідповідність встановленим у системі критеріям фактично блокує можливість його фінансування.

- **Автоматизований моніторинг та контроль:** DREAM забезпечує наскрізний моніторинг життєвого циклу проєкту в режимі реального часу.[7] Інтеграція з іншими державними системами дозволяє автоматично відстежувати ключові етапи: оголошення тендеру, укладення контракту, здійснення платежів, подання звітної документації. Публічні дашборди та аналітичні модулі надають органам влади та громадськості інструменти для оцінки прогресу та ефективності виконання робіт, що є формою цифрового адміністративного контролю.[10]

Симбіоз DREAM-Prozorro: народження нової цифрової адміністративної процедури

Найбільш яскравим прикладом трансформативного впливу DREAM на публічне адміністрування є її глибока інтеграція із системою електронних закупівель Prozorro. Ця інтеграція виходить за межі простого обміну даними і, по суті, створює нову, комплексну та цифрово-нативну адміністративну процедуру, що не має аналогів у традиційному, паперовому документообігу.

Технічно процес виглядає так: при створенні плану закупівлі в Prozorro, що стосується проєкту відновлення, замовник зобов'язаний вказати унікальний ідентифікатор (ID) цього проєкту з системи DREAM.[19] Після цього дані про закупівлю (статус тендеру, інформація про переможця, вартість контракту, динаміка оплат) автоматично «підтягуються» до картки відповідного проєкту на публічному порталі DREAM.[23]

З правової точки зору, це не просто дублювання інформації. Це створення єдиного, нерозривного цифрового процесу, де дії в одній системі є юридичною підставою для дій в іншій. Ініціювання проєкту в DREAM (адміністративна дія №1) стає необхідною умовою для ініціювання закупівлі в Prozorro (адміністративна дія №2). Моніторинг виконання контракту в Prozorro автоматично стає частиною моніторингу реалізації проєкту в DREAM. Таким чином, дві раніше відокремлені адміністративні процедури (управління проєктами та публічні закупівлі) зливаються в єдиний цифровий контур. Цей процес демонструє, як технологічна архітектура формує нову адміністративно-правову реальність, де процедурні норми і логіка закладені безпосередньо в програмний код.

Доктринальні аспекти: алгоритмічне врядування та делеговані повноваження

Функціонування DREAM піднімає фундаментальні доктринальні питання щодо природи сучасного публічного управління. Коли система на основі закладених у неї алгоритмів та критеріїв допомагає пріоритезувати проєкти або сигналізує про відхилення у виконанні контракту, чи не виконує вона функції, раніше притаманні виключно державним службовцям? Це явище можна розглядати як зародкову форму **алгоритмічного врядування**, де частина адміністративної дискреції та контрольних функцій делегується не людині, а програмному коду.

Такий підхід ставить перед правовою наукою нові виклики. Як забезпечити прозорість та підзвітність самих алгоритмів? Хто несе відповідальність за помилкове рішення, ухвалене на основі даних, оброблених системою? Як особа може оскаржити «рішення» алгоритму, наприклад, якщо її проєкт отримав низький пріоритетний бал? Класичні інститути адміністративного права, розроблені для оскарження дій та рішень посадових осіб, виявляються не завжди адекватними для регулювання таких цифрових відносин.

Крім того, враховуючи значну роль громадських організацій та міжнародних партнерів у розробці, фінансуванні та методологічному супроводі DREAM, її можна розглядати як унікальну модель **цифрового публічно-приватного партнерства**. У цій моделі держава надає свою легітимність та владні повноваження, а приватний та громадський сектори — технологічну експертизу, гнучкість та інноваційні підходи.

Таким чином, DREAM є не просто інструментом, а каталізатором трансформації самої суті публічного адміністрування. Воно переходить від моделі дискретних, ієрархічних та людино-орієнтованих процедур до моделі інтегрованих, мережевих та дата-орієнтованих робочих процесів. Ця трансформація відбувається швидше, ніж адаптується правова доктрина та законодавство, створюючи «тіньове» адміністративне право, норми якого записані в архітектурі програмного забезпечення, а не в текстах законів. Це створює нагальну потребу в розробці нового правового інструментарію для регулювання та контролю за такими цифровими управлінськими системами.

Розділ 3. Механізми прозорості та підзвітності

Однією з ключових декларованих цілей створення екосистеми DREAM є впровадження найвищих стандартів прозорості та підзвітності у процес відбудови.[25] Для досягнення цієї мети в архітектуру системи імплементовано низку інноваційних цифрових інструментів, що надають безпрецедентні можливості для громадського контролю. Однак їхня практична ефективність та

юридична сила вимагають ретельного аналізу у порівнянні з традиційними, законодавчо закріпленими формами участі громадськості.

Інвентаризація цифрових інструментів прозорості в DREAM

Екосистема пропонує багатогранний інструментарій для громадського моніторингу, що включає:

- **Публічний портал (dream.gov.ua):** Це «єдине вікно» доступу до інформації про всі проєкти відновлення.[9] Кожен проєкт має власну детальну картку, що містить опис, бюджет, джерела фінансування, проєктну документацію, дані про закупівлі та звіти про хід виконання робіт. Цей інструмент реалізує принцип проактивного оприлюднення інформації, роблячи її доступною для будь-якого зацікавленого громадянина 24/7.[8]
- **Аналітичний модуль (bi.dream.gov.ua):** Цей безкоштовний інструмент бізнес-аналітики (Business Intelligence) дозволяє не просто переглядати дані, а й глибоко аналізувати їх за допомогою інтерактивних дашбордів, графіків та діаграм.[10] Користувачі можуть фільтрувати та сортувати проєкти за численними критеріями: регіон, громада, сектор економіки, статус реалізації, джерело фінансування, ініціатор проєкту тощо.[22] Це потужний інструмент для журналістських розслідувань, аналітичних досліджень громадських організацій та контролю з боку експертної спільноти.
- **Відкриті дані та API:** DREAM зобов'язується публікувати дані у машиночитному форматі відповідно до міжнародного стандарту Open Contracting Data Standard (OCDS).[7] Це дозволяє стороннім розробникам створювати власні аналітичні сервіси та моніторингові інструменти на основі даних системи, що значно розширює коло суб'єктів громадського контролю. Міністерство відновлення неодноразово підкреслювало, що відкритість даних є фундаментальним принципом роботи системи, і навіть спроби російської пропаганди представити публічну інформацію як результат «зламу» лише підтверджують цей підхід.[28]
- **Інтегрований етап громадських обговорень:** Методологія життєвого циклу проєкту в DREAM передбачає обов'язковий етап громадських консультацій, без успішного проходження якого проєкт не може претендувати на фінансування.[20] Хоча практична реалізація цього механізму ще перебуває на стадії розробки, його концептуальне включення свідчить про намір інтегрувати участь громадськості безпосередньо в адміністративну процедуру.

Порівняльний правовий аналіз з традиційними формами громадського контролю

Незважаючи на технологічну досконалість, цифрові інструменти DREAM функціонують у правовому полі, де вже існують усталені механізми громадського контролю. Порівняння виявляє як сильні сторони, так і суттєві

правові прогалини.

- **Доступ до публічної інформації:** Закон України «Про доступ до публічної інформації»[29] встановлює переважно реактивну модель доступу: громадянин подає запит — розпорядник зобов'язаний надати відповідь. DREAM, навпаки, реалізує проактивну модель, де величезний масив інформації є постійно доступним онлайн без необхідності подання запитів. Це кардинально знижує бар'єри для доступу. Однак, на відміну від офіційної відповіді на запит, яка є юридичним документом, дані на порталі DREAM, за відсутності спеціального регулювання, можуть не мати такої ж юридичної ваги.
- **Звернення громадян:** Закон України «Про звернення громадян» [31] передбачає чітку процедуру подання скарг та пропозицій і встановлює обов'язок органу влади розглянути звернення та надати обґрунтовану відповідь у встановлений строк. Наразі в DREAM відсутній формалізований механізм, який би надавав повідомленню про порушення, виявленому через аналітичний модуль, статусу офіційного звернення, що автоматично запускає процедуру розгляду.
- **Громадські ради:** Ці консультативно-дорадчі органи, що діють при органах виконавчої влади на основі Типового положення, затвердженого Постановою КМУ №996[32], є інституціоналізованою формою громадського контролю. Їхні рішення мають рекомендаційний характер, але вони є результатом формалізованої процедури та фіксуються у протоколах.[34] На відміну від цього, моніторинг через DREAM є децентралізованим, неформальним і не має колективного представницького органу, чиї висновки мали б офіційний статус.

Проблема юридичної легітимації «цифрового моніторингу»

Центральне питання, що виникає з цього аналізу: чи є «цифровий моніторинг» через DREAM юридично визнаною формою громадського контролю? На сьогодні відповідь є скоріше негативною. DREAM створює нову парадигму «атмосферної підзвітності» (ambient accountability), де потенціал громадського нагляду є постійним та всеохоплюючим. Це потужний соціальний та медійний механізм стримування. Однак цей механізм не має формального юридичного «мосту», який би дозволяв автоматично транслювати результати такого моніторингу в адміністративні чи правові наслідки.

Якщо журналіст, проаналізувавши дані в модулі bi.dream.gov.ua, виявляє ознаки завищення вартості робіт у певному проєкті, його розслідування саме по собі не запускає жодної обов'язкової державної процедури. Щоб надати своїм знахідкам юридичної сили, він змушений використовувати традиційні інструменти: подати офіційний запит на інформацію для отримання підтверджуючих документів, написати заяву про злочин до правоохоронних

органів або звернутися до членів профільної громадської ради. Таким чином, DREAM наразі є надзвичайно ефективним інструментом для *збору доказів* та *виявлення* порушень, але не є інструментом для їх *формальної фіксації* та *притягнення до відповідальності*. Цей розрив між інформаційною потужністю та юридичною безпорадністю є ключовою прогалиною, що потребує законодавчого врегулювання.

Розділ 4. Правові виклики та ризики функціонування екосистеми DREAM

Попри свій значний потенціал, екосистема DREAM у своєму поточному правовому оформленні стикається з низкою серйозних викликів та ризиків, які можуть підірвати її ефективність, легітимність та, зрештою, довіру з боку як українського суспільства, так і міжнародних партнерів. Ці ризики мають переважно юридичну, а не технологічну природу.

Найбільш критичною та фундаментальною правовою проблемою є відсутність чітко визначеного механізму юридичної відповідальності за повноту, точність та актуальність інформації, що вноситься до системи. Принцип «всі бачать все» працює лише за умови, що «все», що бачать користувачі, є правдивим. Проте аналіз ключових нормативно-правових актів, що регулюють функціонування DREAM, зокрема Постанови КМУ № 1286, показує, що в них відсутні прямі норми щодо відповідальності учасників за внесення недостовірних даних.[11]

Ця прогалина створює небезпечний «вакуум відповідальності» з кількох аспектів:

- **Невизначеність суб'єкта відповідальності:** Хто несе юридичну відповідальність, якщо орган місцевого самоврядування вносить до картки проєкту завідомо завищену кошторисну вартість, що призводить до неправомірного отримання фінансування? Чи це конкретна посадова особа, яка фізично внесла дані? Керівник відповідного структурного підрозділу? Голова громади? Чи, можливо, адміністратор системи (Міністерство відновлення) за недостатню верифікацію? Чинне законодавство не дає чіткої відповіді на ці питання в контексті функціонування DREAM.
- **Відсутність процедур верифікації та виправлення помилок:** Нормативна база не встановлює чітких та обов'язкових процедур перевірки (верифікації) даних, що вносяться тисячами користувачів по всій країні. Також неврегульованим залишається порядок виправлення помилок, що може створювати простір для маніпуляцій.
- **Наслідки недостовірних даних:** Помилкові або сфальсифіковані дані в системі можуть призвести до катастрофічних наслідків: ухвалення хибних інвестиційних рішень на національному рівні, неефективного розподілу

обмежених ресурсів, фінансування корупційних проєктів та, як наслідок, повної дискредитації ідеї прозорої відбудови.

Таким чином, фундаментальний принцип DREAM - «довіра через дані» - парадоксальним чином підривається відсутністю правових гарантій надійності цих самих даних. Довіра не може бути виключно технологічним продуктом; вона має бути інституціоналізована через чіткі правові норми про відповідальність.

Ризики кібербезпеки та цілісності інформації

Відкритість системи, яка є її головною перевагою, одночасно є її вразливістю. Функціонуючи в умовах перманентної кібервійни з боку Російської Федерації, DREAM є привабливою ціллю для хакерських атак. Хоча Міністерство відновлення спростовує фейкові заяви про злами, наголошуючи на публічності даних, які намагаються видати за викрадені [28], ризик несанкціонованого втручання з метою зміни або знищення даних залишається реальним. Необхідно знайти юридично та технічно обґрунтований баланс між максимальним рівнем прозорості та забезпеченням найвищих стандартів кіберзахисту для гарантування цілісності та незмінності даних, особливо щодо об'єктів критичної інфраструктури.

Проблема «цифрової нерівності» та справедливості

Ефективне використання функціоналу DREAM вимагає від користувачів, насамперед від органів місцевого самоврядування, наявності відповідної технічної бази, доступу до Інтернету та, що найважливіше, кваліфікованих фахівців, здатних якісно готувати проєктну документацію та працювати з системою. Існує значний ризик виникнення «цифрової нерівності», коли великі, добре забезпечені ресурсами міські громади зможуть успішно залучати фінансування через DREAM, тоді як малі, сільські або найбільш постраждалі від бойових дій громади, що не мають достатнього кадрового потенціалу, залишатимуться позаду.[25] Це може призвести до несправедливого та нерівномірного розподілу ресурсів на відбудову, що суперечить принципам збалансованого регіонального розвитку.

Потенційні колізії з іншими галузями законодавства

Функціонування DREAM може вступати в колізію з іншими правовими режимами. Зокрема, це стосується законодавства про захист персональних даних. Проєктна та тендерна документація, що завантажується в систему, може містити персональні дані фізичних осіб (наприклад, власників земельних ділянок, керівників та працівників підрядних організацій). Необхідно забезпечити, щоб режим максимальної відкритості даних про проєкти не порушував права суб'єктів персональних даних, встановивши чіткі правила щодо анонімізації або обмеження доступу до чутливої інформації.

Усунення цих правових викликів є невідкладним завданням. Без створення надійної правової рамки, яка б регулювала відповідальність, забезпечувала кібербезпеку та гарантувала рівний доступ, екосистема DREAM ризикує перетворитися з інструменту довіри на джерело правової невизначеності та соціальної напруги.

Проведений аналіз правового статусу та адміністративних функцій цифрової екосистеми DREAM дозволяє зробити низку узагальнюючих висновків та сформулювати конкретні рекомендації, спрямовані на подальшу правову інституціоналізацію системи та зміцнення її ролі як наріжного каменя прозорої та підзвітної відбудови України.

1. **DREAM як каталізатор трансформації публічного управління:** Екосистема DREAM є не просто технологічним інструментом, а й потужним каталізатором фундаментальної трансформації публічного управління в Україні. Вона знаменує собою перехід від традиційної, паперової, ієрархічної моделі до інтегрованої, дата-орієнтованої та мережевої системи, де адміністративні процедури стають більш прозорими та автоматизованими.
2. **Невідповідність правового статусу та реальної ролі:** Відбулася стрімка еволюція DREAM від експериментального проєкту до ключового інструменту управління всіма публічними інвестиціями в державі. Однак її правова база, що складається переважно з підзаконних актів, не встигає за цим розширенням. Існує критична невідповідність між стратегічною важливістю системи та рівнем її правового регулювання, що створює значні ризики для її стабільності та легітимності.
3. **Інформаційна потужність та юридична обмеженість громадського контролю:** Вбудовані в DREAM інструменти прозорості (публічний портал, аналітичний модуль, відкриті дані) надають громадськості безпрецедентні можливості для моніторингу. Проте цей «цифровий моніторинг» наразі не має формального правового статусу. Відсутній юридичний механізм, який би автоматично транслював висновки громадського контролю, зробленого на основі даних DREAM, у обов'язкові для розгляду адміністративні чи правові процедури.
4. **«Вакуум відповідальності» як ключова загроза:** Найбільш серйозною правовою прогалиною є відсутність чіткого та дієвого механізму юридичної відповідальності за повноту, точність та достовірність інформації, що вноситься до системи. Цей «вакуум відповідальності» підриває фундаментальний принцип «довіри через дані» і є головною загрозою для довгострокового успіху екосистеми та довіри до неї з боку міжнародних партнерів.

Рекомендації щодо вдосконалення правового регулювання

На основі проведеного аналізу пропонується вжити низку конкретних заходів для зміцнення правового фундаменту екосистеми DREAM:

1. **Розробка та ухвалення спеціального Закону України «Про цифрову екосистему управління відбудовою та публічними інвестиціями».** Для подолання залежності від підзаконних актів та забезпечення стабільності функціонування системи необхідно ухвалити комплексний рамковий закон. Цей закон має:
   - Закріпити на найвищому законодавчому рівні статус DREAM як єдиної та постійної національної системи для управління всіма проєктами відбудови та публічними інвестиціями.
   - Чітко визначити правовий статус, права, обов'язки та, найголовніше, **види та межі юридичної відповідальності** всіх учасників системи (розпорядника, адміністратора, користувачів) за внесення несвоєчасних, неповних або недостовірних відомостей.
   - Встановити базові процедури верифікації даних, виправлення помилок та оскарження дій чи бездіяльності, пов'язаних із функціонуванням системи.
2. **Правова інтеграція механізмів цифрового громадського контролю.** Необхідно внести зміни до чинного законодавства, щоб легітимізувати результати громадського моніторингу через DREAM. Зокрема, доцільно:
   - Доповнити Закон України «Про звернення громадян», передбачивши, що повідомлення про порушення, зафіксоване на основі аналізу відкритих даних системи DREAM та подане через спеціалізований електронний сервіс, прирівнюється до офіційного звернення та підлягає обов'язковому розгляду.
   - Внести зміни до процесуального законодавства та нормативних актів, що регулюють діяльність контролюючих та правоохоронних органів (Держаудитслужба, НАБУ, САП), визначивши аналітичні звіти та розслідування, базовані на даних DREAM, як одну з підстав для ініціювання перевірок та досудових розслідувань.
3. **Запровадження державної програми подолання «цифрової нерівності».** Для забезпечення рівного доступу до ресурсів відбудови слід розробити та реалізувати на державному рівні комплексну програму підвищення спроможності органів місцевого самоврядування. Ця програма, яка може реалізовуватися на базі «Академії DREAM»[16], повинна включати систематичне навчання, надання методичної та технічної підтримки малим, сільським та найбільш постраждалим громадам для якісної підготовки та супроводу проєктів у системі.

4. **Створення незалежної Наглядової ради DREAM.** Для забезпечення зовнішнього контролю та стратегічного розвитку системи доцільно створити постійно діючу Наглядову раду. До її складу мають увійти на паритетних засадах представники органів державної влади (Міністерства відновлення, Мінфіну, Мінцифри), інститутів громадянського суспільства, що спеціалізуються на антикорупційній діяльності та моніторингу, а також представники ключових міжнародних партнерів та фінансових організацій.

Реалізація цих рекомендацій дозволить перетворити DREAM з потужного, але юридично вразливого інструменту на сталий, надійний та легітимний інститут публічного управління, здатний забезпечити прозорість, підзвітність та ефективність у титанічній справі відбудови України.

Джерела

1. Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment Released - World Bank, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025 p./02/25/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released.

2. world bank group support to ukraine, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://thedocs.worldbank.org/en/doc/dd7e53baf9ef2ecf5e5183beabe74a4c-0080012025 p./original/WBG-Support-Ukraine-March-2025 p..pdf.

3. Funding Ukraine's Reconstruction: Who Will be Accountable for Integrity? - RUSI, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/funding-ukraines-reconstruction-who-will-be-accountable-integrity.

4. Building Blocks for Ukraine's Recovery and Long-Term Reconstruction - World Bank Documents & Reports, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://documents1.worldbank.org/curated/en/099430504172540289/pdf/IDU-27384831-502e-466d-907e-d497bdd5132d.pdf.

5. Joint Declaration of Support for Recovery and Reconstruction of Ukraine | The White House, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/statements-releases/2024/09/25/joint-declaration-of-support-for-recovery-and-reconstruction-of-ukraine/.

6. Joint Declaration of Support for Recovery and Reconstruction of Ukraine - g7@utoronto.ca, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://www.g7.utoronto.ca/summit/2024apulia/240925-ukraine.html.

7. Міністерство відновлення презентувало комунікаційну платформу електронної екосистеми управління відновленням DREAM - Новини - Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://mtu.gov.ua/news/34267.html.

8. Масштабний процес. Два його пріоритетні напрямки: відновлення критично важливої інфраструктури та довгострокова відбудова й модернізація. Разом — це десятки тисяч проєктів, які будуть відбуватися одночасно, на різних стадіях, по всій території країни. DREAM, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://dream.gov.ua/ua/info/about-dream.

9. Дані проєктів відновлення стали публічно доступними в цифровій екосистемі DREAM, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://mtu.gov.ua/news/34433.html.

10. Відкриті дані: в DREAM запрацював публічний модуль аналітики, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://mtu.gov.ua/news/34910.html.

11. Постанова КМУ від 15 листопада 2022 р. № 1286 "Про реалізацію експериментального проекту із створення, впровадження та забезпечення функціонування Єдиної цифрової інтегрованої інформаційно-аналітичної системи управління процесом відбудови об'єктів нерухом - Агентство відновлення, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://restoration.gov.ua/documents/postanova-kmu-vid-15-lystopada-2022-r-%E2%84%96-1286-pro-realizacziyu-eksperymentalnogo-proektu-iz-stvorennya-vprovadzhennya-ta-zabezpechennya-

funkczionuvannya-yedynoyi-czyfrovoyi-integrovanoyi-inf/.

12. Про реалізацію експериментального проекту із створення ..., доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://ips.ligazakon.net/document/KP221286.

13. Про затвердження Положення про Єдину цифрову інтегровану ..., доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://ips.ligazakon.net/document/RE41543.

14. Система DREAM визначена Урядом тимчасовою для публічних інвестиційних проєктів, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://www.subastas-d.auc.org.ua/novyna/systema-dream-vyznachena-uryadom-tymchasovoyu-dlya-publichnyh-investyciynyh-proyektiv.

15. Система DREAM визначена Урядом тимчасовою для публічних інвестиційних проєктів, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://auc.org.ua/novyna/systema-dream-vyznachena-uryadom-tymchasovoyu-dlya-publichnyh-investyciynyh-proyektiv.

16. DREAM, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://dream.gov.ua/ua.

17. Уряд затвердив порядок підготовки, оцінки та реалізації публічних інвестиційних проєктів та програм | Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://me.gov.ua/News/Detail/9a421854-495e-42e4-886b-e178c6689a37?lang=uk-UA&title=PIM.

18. Екосистема управління проєктами DREAM отримала законодавче врегулювання, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://mindev.gov.ua/news/36415-ekosistema-upravlinnia-projektami-dream-otrimala-zakonodavce-vreguliuvannia.

19. Інформація про проєкт DREAM при публікації плану закупівлі - ProZakupivli, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://blog.zakupivli.pro/informacziya-pro-proyekt-dream-pry-publikacziyi-planu-zakupivli/.

20. DREAM надає громадськості і журналістам можливість моніторингу проєктів відбудови на кожному етапі життєвого циклу. Громадські активісти можуть переглянути всю інформацію по проєктах, включаючи проєктну документацію, джерела фінансування, обсяг та зміст закупівель товарів і послуг, прогрес у виконанні будівельних робіт тощо, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://dream.gov.ua/ua/info/forpublic.

21. У DREAM зареєстрували понад сім тисяч проєктів з відбудови України - Укрінформ, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3909859-u-dream-zareestruvali-ponad-sim-tisac-proektiv-z-vidbudovi-ukraini.html.

22. dream: єдиний цифровий інструмент відновлення для громад, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://enefcities.org.ua/upload/files/Presentations/UKRDREAM.pdf.

23. Новини - DREAM, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://dream.gov.ua/ua/news/article-125.

24. Нове технічне оновлення майданчика: інтеграція платформи DREAM з Prozorro, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://playtender.com.ua/news/nove-tekhnichne-onovlennya-maidanchika-integraciya-platformi-dream-z-prozorro.

25. Екосистема DREAM: прозорість і підзвітність процесів відновлення, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://www.prostir.ua/?news=ekosystema-dream-prozorist-i-pidzvitnist-protsesiv-vidnovlennya.

26. Екосистема DREAM, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://fortetsia.gov.ua/dream.html.

27. В екосистемі DREAM можна ознайомитися з проєктами відновлення - Коростень - міський інформаційний портал - Коростенська міська рада, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://korosten-rada.gov.ua/v-ekosystemi-dream-mozhna-oznajomytysya-z-proyektamy-vidnovlennya/.

28. Мінрозвитку спростовує фейкові заяви про злам системи DREAM російськими хакерами, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://mindev.gov.ua/news/minrozvytku-sprostovuie-feikovi-zaiavy-pro-zlam-systemy-dream-rosiiskymy-khakeramy.

29. Урядовий контактний центр » Закон України “Про доступ до публічної інформації” (Витяг), доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://ukc.gov.ua/dlya-rozdilu-pro-tsentr/dostup-do-publichnoyi-informatsiyi/zakon-ukrayiny-pro-dostup-do-publichnoyi-informatsiyi-vytyag/.

30. Закон України "Про доступ до публічної інформації" - Канівська міська рада, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://kaniv-rada.gov.ua/zakon-ukraini-pro-dostup-do-publichnoi-informacii-11-58-58-23-01-2024/.

31. Вимоги до звернень громадян - Державна служба України з питань праці, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://dsp.gov.ua/vymohy-do-zvernen-hromadian/.

32. Про затвердження Положення про Громадську раду при Міністерстві соціальної політики України від 16.10.2019 | LIGA:ZAKON, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://ips.ligazakon.net/document/FN077650.

33. ГРОМАДСЬКІ РАДИ ПРИ ЦЕНТРАЛЬНИХ ТА МІСЦЕВИХ ОРГАНАХ ВИКОНАВЧОЇ ВЛАДИ - Наукові праці. Політологія, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., http://politics.chdu.edu.ua/article/download/75542/71052/0.

34. Положення про Громадську раду - arma.gov.ua - АРМА, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://arma.gov.ua/public-council-statute.

35. Положення про Громадську раду - Антимонопольний комітет України, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://amcu.gov.ua/gromadskosti/gromadska-rada/polozhennya-pro-gromadsku-radu.

36. Екосистема DREAM: ключові інструменти, які можуть використовувати громади та донори для відбудови - Інститут аналітики та адвокації, доступ отримано 23 вересня, 2025 р., https://iaa.org.ua/articles/ekosystema-dream-klyuchovi-instrumenty-yaki-mozhut-vykorystovuvaty-gromady-ta-donory-dlya-vidbudovy/.

Dr., Associate Professor **Borys Bilyi**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

THE LEGAL STATUS AND ADMINISTRATIVE FUNCTIONS OF THE DREAM DIGITAL ECOSYSTEM AS A PUBLIC ADMINISTRATION TOOL IN THE RECONSTRUCTION PROCESS OF UKRAINE

Topic and Relevance: This article is dedicated to a comprehensive public law analysis of the Digital Restoration Ecosystem for Accountable Management (DREAM). The relevance of this research is driven by DREAM's strategic role in ensuring the transparency and accountability of Ukraine's post-war reconstruction process, which is a key prerequisite for attracting large-scale international financial assistance. Despite the system's exceptional national importance, its legal status and position within the public administration framework remain insufficiently explored in Ukrainian legal scholarship, creating significant legal risks.

Purpose of the Study: The purpose of this work is to conduct a systematic analysis of the legal status and administrative functions of the DREAM ecosystem as a novel institution of public administration operating in a digital environment.

Research Methods: The methodological foundation of the study includes a formal legal analysis of the normative acts governing the system's operation, a systemic-functional analysis of its role in administrative processes, and a comparative legal method to contrast digital control instruments with traditional legal mechanisms.

Research Results: The study establishes that DREAM has evolved from an experimental project into a key tool for managing all public investments; however, its legal framework, consisting primarily of subordinate legislation, does not correspond

to its actual role. It is proven that the ecosystem performs active administrative functions (financial "gatekeeping," automated monitoring), extending beyond the scope of a passive registry. It was found that DREAM's integration with the Prozorro system effectively creates a new, digitally-native administrative procedure. A key legal problem identified is the "accountability vacuum" regarding the reliability of data entered into the system, which undermines trust in it.

Conclusions: There is a critical mismatch between the strategic importance of the DREAM ecosystem and the level of its legislative regulation. This gap poses threats to the system's stability, legitimacy, and effectiveness. To strengthen DREAM's institutional capacity and build confidence in the reconstruction process, the urgent development and adoption of a special framework law is necessary. Such a law would solidify its status and, most importantly, establish clear mechanisms for the legal liability of all participants for the completeness and accuracy of the information provided.

Keywords: DREAM digital ecosystem; public administration; reconstruction of Ukraine; administrative functions; transparency; accountability; algorithmic governance; public investment.

REFERENCES

1. Updated Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Assessment Released - World Bank, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025 r./02/25/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released. {in English}.

2. world bank group support to ukraine, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://thedocs.worldbank.org/en/doc/dd7e53baf9ef2ecf5e5183beabe74a4c-0080012025 r./original/WBG-Support-Ukraine-March-2025 r..pdf. {in English}.

3. Funding Ukraines Reconstruction: Who Will be Accountable for Integrity? - RUSI, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/funding-ukraines-reconstruction-who-will-be-accountable-integrity. {in English}.

4. Building Blocks for Ukraines Recovery and Long-Term Reconstruction - World Bank Documents & Reports, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://documents1.worldbank.org/curated/en/099430504172540289/pdf/IDU-27384831-502e-466d-907e-d497bdd5132d.pdf. {in English}.

5. Joint Declaration of Support for Recovery and Reconstruction of Ukraine | The White House, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/statements-releases/2024/09/25/joint-declaration-of-support-for-recovery-and-reconstruction-of-ukraine/. {in English}.

6. Joint Declaration of Support for Recovery and Reconstruction of

Ukraine - g7@utoronto.ca, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://www.g7.utoronto.ca/summit/2024apulia/240925-ukraine.html. {in English}.

7. Ministerstvo vidnovlennia prezentuvalo komunikatsiinu platformu elektronnoi ekosystemy upravlinnia vidnovlenniam DREAM - Novyny - Ministerstvo rozvytku hromad, terytorii ta infrastruktury Ukrainy, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://mtu.gov.ua/news/34267.html. {in Ukrainian}

8. masshtabnyi protses. Dva yoho priorytetni napriamky: vidnovlennia krytychno vazhlyvoi infrastruktury ta dovhostrokova vidbudova y modernizatsiia. Razom — tse desiatky tysiach proiektiv, yaki budut vidbuvatysia odnochasno, na riznykh stadiiakh, po vsii terytorii krainy. DREAM, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://dream.gov.ua/ua/info/about-dream. {in Ukrainian}

9. Dani proiektiv vidnovlennia staly publichno dostupnymy v tsyfrovii ekosystemi DREAM, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://mtu.gov.ua/news/34433.html. {in Ukrainian}.

10. Vidkryti dani: v DREAM zapratsiuvav publichnyi modul analityky, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://mtu.gov.ua/news/34910.html.

11. Postanova KMU vid 15 lystopada 2022 r. № 1286 "Pro realizatsiiu eksperymentalnoho proektu iz stvorennia, vprovadzhennia ta zabezpechennia funktsionuvannia Yedynoi tsyfrovoi intehrovanoi informatsiino-analitychnoi systemy upravlinnia protsesom vidbudovy obiektiv nerukhom - Ahentstvo vidnovlennia, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://restoration.gov.ua/documents/postanova-kmu-vid-15-lystopada-2022-r-%E2%84%96-1286-pro-realizacziyu-eksperymentalnogo-proektu-iz-stvorennya-vprovadzhennya-ta-zabezpechennya-funkczionuvannya-yedynoyi-czyfrovoyi-integrovanoyi-inf/. {in Ukrainian}

12. Pro realizatsiiu eksperymentalnoho proektu iz stvorennia ..., dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://ips.ligazakon.net/document/KP221286.

13. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro Yedynu tsyfrovu intehrovanu ..., dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://ips.ligazakon.net/document/RE41543. {in Ukrainian}.

14. Systema DREAM vyznachena Uriadom tymchasovoiu dlia publichnykh investytsiinykh proiektiv, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://www.subastas-d.auc.org.ua/novyna/systema-dream-vyznachena-uryadom-tymchasovoyu-dlya-publichnyh-investyciynyh-proyektiv. {in Ukrainian}.

15. Systema DREAM vyznachena Uriadom tymchasovoiu dlia publichnykh investytsiinykh proiektiv, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://auc.org.ua/novyna/systema-dream-vyznachena-uryadom-tymchasovoyu-dlya-publichnyh-investyciynyh-proyektiv. {in Ukrainian}.

16. DREAM, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://dream.gov.ua/ua.

{in Ukrainian}.

17. Uriad zatverdyv poriadok pidhotovky, otsinky ta realizatsii publichnykh investytsiinykh proiektiv ta prohram | Ministerstvo ekonomiky, dovkillia ta silskoho hospodarstva Ukrainy, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://me.gov.ua/News/Detail/9a421854-495e-42e4-886b-e178c6689a37?lang=uk-UA&title=PIM. {in Ukrainian}.

18. Ekosystema upravlinnia proiektamy DREAM otrymala zakonodavche vrehuliuvannia, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://mindev.gov.ua/news/36415-ekosistema-upravlinnia-projektami-dream-otrimala-zakonodavce-vreguliuvannia. {in Ukrainian}.

19. Informatsiia pro proiekt DREAM pry publikatsii planu zakupivli - ProZakupivli, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://blog.zakupivli.pro/informacziya-pro-proyekt-dream-pry-publikacziyi-planu-zakupivli/. {in Ukrainian}.

20. DREAM nadaie hromadskosti i zhurnalistam mozhlyvist monitorynhu proiektiv vidbudovy na kozhnomu etapi zhyttievoho tsyklu. Hromadski aktyvisty mozhut perehlianuty vsiu informatsiiu po proiektakh, vkliuchaiuchy proiektnu dokumentatsiiu, dzherela finansuvannia, obsiah ta zmist zakupivel tovariv i posluh, prohres u vykonanni budivelnykh robit toshcho, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://dream.gov.ua/ua/info/forpublic. {in Ukrainian}.

21. U DREAM zareiestruvaly ponad sim tysiach proiektiv z vidbudovy Ukrainy - Ukrinform, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3909859-u-dream-zareestruvali-ponad-sim-tisac-proektiv-z-vidbudovi-ukraini.html. {in Ukrainian}.

22. dream: yedynyi tsyfrovyi instrument vidnovlennia dlia hromad, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://enefcities.org.ua/upload/files/Presentations/UKRDREAM.pdf. {in Ukrainian}.

23. Novyny - DREAM, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://dream.gov.ua/ua/news/article-125. {in Ukrainian}.

24. Nove tekhnichne onovlennia maidanchyka: intehratsiia platformy DREAM z Prozorro, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://playtender.com.ua/news/nove-tekhnichne-onovlennya-maidanchika-integraciya-platformi-dream-z-prozorro. {in Ukrainian}.

25. Ekosystema DREAM: prozorist i pidzvitnist protsesiv vidnovlennia, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://www.prostir.ua/?news=ekosystema-dream-prozorist-i-pidzvitnist-protsesiv-vidnovlennya. {in Ukrainian}.

26. dream, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://fortetsia.gov.ua/dream.html. {in Ukrainian}.

27. V ekosystemi DREAM mozhna oznaiomytysia z proiektamy

vidnovlennia - Korosten - miskyi informatsiinyi portal - Korostenska miska rada, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://korosten-rada.gov.ua/v-ekosystemi-dream-mozhna-oznajomytysya-z-proyektamy-vidnovlennya/. {in Ukrainian}.

28. Minrozvytku sprostovuie feikovi zaiavy pro zlam systemy DREAM rosiiskymy khakeramy, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://mindev.gov.ua/news/minrozvytku-sprostovuie-feikovi-zaiavy-pro-zlam-systemy-dream-rosiiskymy-khakeramy. {in Ukrainian}.

29. Uriadovyi kontaktnyi tsentr » Zakon Ukrainy “Pro dostup do publichnoi informatsii” (Vytiah), dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://ukc.gov.ua/dlya-rozdilu-pro-tsentr/dostup-do-publichnoyi-informatsiyi/zakon-ukrayiny-pro-dostup-do-publichnoyi-informatsiyi-vytyag/. {in Ukrainian}.

30. Zakon Ukrainy "Pro dostup do publichnoi informatsii" - Kanivska miska rada, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://kaniv-rada.gov.ua/zakon-ukraini-pro-dostup-do-publichnoi-informacii-11-58-58-23-01-2024/. {in Ukrainian}.

31. Vymohy do zvernen hromadian - Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan pratsi, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://dsp.gov.ua/vymohy-do-zvernen-hromadian/. {in Ukrainian}.

32. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro Hromadsku radu pry Ministerstvi sotsialnoi polityky Ukrainy vid 16.10.2019 | LIGA:ZAKON, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://ips.ligazakon.net/document/FN077650. {in Ukrainian}.

33. HROMADSKI RADY PRY TsENTRALNYKh TA MISTsEVYKh ORHANAKh VYKONAVChOI VLADY - Naukovi pratsi. Politolohiia, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., http://politics.chdu.edu.ua/article/download/75542/71052/0.

34. Polozhennia pro Hromadsku radu - arma.gov.ua - ARMA, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://arma.gov.ua/public-council-statute. {in Ukrainian}.

35. Polozhennia pro Hromadsku radu - Antymonopolnyi komitet Ukrainy, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://amcu.gov.ua/gromadskosti/gromadska-rada/polozhennya-pro-gromadsku-radu. {in Ukrainian}.

36. Ekosystema DREAM: kliuchovi instrumenty, yaki mozhut vykorystovuvaty hromady ta donory dlia vidbudovy - Instytut analityky ta advokatsii, dostup otrymano 23 veresnia, 2025 r., https://iaa.org.ua/articles/ekosystema-dream-klyuchovi-instrumenty-yaki-mozhut-vykorystovuvaty-gromady-ta-donory-dlya-vidbudovy/. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.453-464
УДК 72.03:351.81
к.держ.упр., доцент **Ємельянова О.М.,**
iemelianova.om@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-9831-4734,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ МІСТОБУДУВАННЯ

У статті розкрито актуальні проблеми реалізації державної політики у сфері містобудування. Встановлено, що основними проблемами є несумісність законодавчого регулювання з підзаконними актами та відсутність ефективного саморегулювання між суб'єктами містобудівної діяльності та органами державної влади. З'ясовано, що недостатнє наукове обґрунтування нормативних актів знижує якість прийнятих рішень і створює правову невизначеність. Наголошено на важливості публічності містобудівної документації, яка дозволить зменшити корупційні ризики та підвищити ефективність контролю за будівельними процесами. Підкреслено, що створення Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва є важливим кроком на шляху боротьби з корупцією, проте її функціональність ще не реалізована повністю. Констатовано, що інтеграція кадастрів і реєстрів є важливим елементом для забезпечення ефективного управління містобудівною діяльністю, а також для зниження адміністративних бар'єрів. Визначено, що для сталого розвитку містобудівного сектору необхідно впровадити єдиний інформаційний простір, який забезпечить автоматичну взаємодію різних кадастрів та реєстрів. Зауважено, що актуальність містобудівної документації на різних рівнях управління є необхідною умовою для ефективного планування розвитку територій. Встановлено, що існуюча ситуація з недостатньою цифровізацією та відсутністю містобудівного кадастру значно ускладнює доступ до необхідної інформації. Розкрито важливість реформування містобудівного сектору через створення єдиного нормативно-правового простору, що дозволить узгодити законодавчі та підзаконні акти для зменшення правової невизначеності. З'ясовано, що ефективне управління містобудівною діяльністю вимагає впровадження механізмів прозорості, автоматизації та інтеграції баз даних для зниження корупційних ризиків. Підкреслено, що в умовах воєнного стану потрібен комплексний підхід до відновлення інфраструктури та адаптації містобудівної документації. Визначено стратегічні напрямки для регулювання містобудівної діяльності в умовах сучасності, зокрема удосконалення нормативно-правової

бази, підвищення публічності документації, інтеграція кадастрів та реєстрів, а також адаптація містобудівних стратегій до нових викликів.

Ключові слова: містобудування; державна політика; нормативно-правове регулювання; корупція; прозорість; інтеграція кадастрів; цифровізація; містобудівна документація; реформа містобудування; децентралізація; сталий розвиток; управління територіями.

Постановка проблеми. Актуальність проблеми реалізації державної політики у сфері містобудування зумовлена необхідністю адаптації містобудівних стратегій до умов економічної трансформації та соціальних змін, що супроводжуються високою урбанізацією та демографічними коливаннями. В умовах швидких змін на ринку праці та зростаючого попиту на житлову та комерційну нерухомість, ці чинники вимагають від органів державної влади впровадження ефективних механізмів управління містобудівними процесами. Враховуючи зазначені аспекти, актуальність дослідження цієї теми стає очевидною в контексті сучасних викликів, що потребують комплексного підходу до містобудівної політики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій демонструє значний прогрес у вивченні проблем державного управління у сфері містобудівної діяльності. Зокрема, Хар М. розглядає основні проблеми у сфері містобудування та пропонує напрями їх вирішення в умовах сучасних викликів [7]. Своєю чергою Ємельянова О., Титок В. та Лаврухіна К. аналізують важливі аспекти реформування містобудівної сфери в Україні, акцентуючи увагу на необхідності інтеграції європейських стандартів в національну містобудівну політику [2]. Поряд з тим, Яровой Т. досліджує проблеми публічного управління та їх вплив на регіональний розвиток через призму містобудівної діяльності [8]. Крім того, в іншій своїй праці вчений розглядає тенденції розвитку управлінських практик у містобудуванні на фоні сучасних соціально-економічних реалій, підкреслюючи необхідність трансформації управлінських структур в умовах змінюваного суспільства [9]. Натомість регіональні аспекти державної політики будівництва досліджують Огаренко В. та Кавилін О., акцентуючи увагу на важливості адаптації політики до локальних умов та потреб кожного регіону, що вимагає гнучкості в підходах до реалізації національної стратегії [5]. Водночас Дурман М. та Микитюк Д. акцентують увагу на важливих аспектах регуляторної політики в будівництві, визначаючи основні виклики для ефективної реалізації цієї політики в контексті сучасних змін [1].

Метою статті є дослідження актуальних проблем реалізації державної політики у сфері містобудування та визначення стратегічних напрямів, які

сприяють ефективному регулюванню містобудівної діяльності в умовах сучасності.

Виклад основного матеріалу. У процесі реформування містобудівної галузі України постають проблеми, що обумовлюють необхідність комплексного підходу до управлінських та нормативних змін у сфері містобудівного управління.

Так, основними проблемами, що ускладнюють ефективне реформування містобудівної галузі, є, зокрема, несумісність законодавчого регулювання містобудівної діяльності з певними підзаконними актами та відомчими нормативно-правовими документами. Це створює правову невизначеність, що затрудняє впровадження ефективних інструментів містобудівного управління. У той же час, важливо зазначити, що на практиці часто спостерігається недотримання принципів саморегулювання у відносинах між суб'єктами містобудівної діяльності та органами державної влади, що знижує рівень організаційної ефективності та управлінської прозорості [7, с. 95].

Крім того, відзначається недостатній рівень наукового обґрунтування нормативних актів, що регулюють містобудівну діяльність. Така ситуація знижує якість прийнятих рішень, оскільки відсутність чіткої наукової бази не дає змоги адекватно оцінити вплив тих чи інших норм на розвиток територій та забезпечення сталості містобудівного середовища. З огляду на це, зростає необхідність у запровадженні комплексних досліджень для розробки та вдосконалення нормативної бази містобудування, що буде спиратися на реальні наукові здобутки та досвід іноземних країн.

Варто зауважити, що однією з найбільших проблем у сфері містобудування є непублічність інформації, що створює сприятливе середовище для корупції та зловживань. Це, зокрема, ускладнює дотримання вимог законодавства у будівництві, оскільки недостатня прозорість дозволяє здійснювати будівельні роботи без належного контролю з боку відповідних органів. Водночас важливо зазначити, що започаткування Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва стало значним кроком на шляху боротьби з корупцією, але її функціональність ще не реалізована повністю, що обмежує можливості ефективного контролю. Так, на практиці, під час впровадження цієї системи виявлено недоліки, зокрема додаткові функції, що суперечать закону, а також наявність можливості отримання дозволів за відсутності обґрунтованих підстав. Це є наслідком непослідовного внесення даних до публічних реєстрів та систем, що своєю чергою знижує ефективність роботи електронної платформи. Крім того, існує відсутність єдиної платформи для баз даних та реєстрів, що ускладнює взаємодію між різними системами і робить неможливою їх повну інтеграцію [2].

З огляду на зазначені проблеми, це підвищує важливість створення єдиного інформаційного простору для містобудівної діяльності, який забезпечить автоматичну взаємодію різних реєстрів і кадастрів, що регулюють пов'язані з будівництвом сфери, такі як землеустрій, екологія та охорона культурної спадщини. Інтеграція цих систем дозволить скоротити адміністративні бар'єри та мінімізувати можливості для корупційних маніпуляцій. Це стане основою для ефективного функціонування містобудівного сектору, забезпечуючи відкрите та прозоре управління.

Незважаючи на значні зусилля в напрямку цифровізації сфери містобудування, питання публічності містобудівної документації залишаються невирішеними. Більшість документації, що стосується містобудівних умов і обмежень, залишається неповною або недоступною у графічному вигляді, що ускладнює перевірку її відповідності вимогам. Така ситуація створює додаткові корупційні можливості на всіх етапах будівництва, адже управлінський апарат може змінювати текст документів, що дозволяє незаконне будівництво та ігнорування реальних обмежень.

Крім того, важливим аспектом є взаємна узгодженість містобудівної документації з іншими державними та місцевими програмами розвитку територій. Невідповідність між стратегічними документами на рівні громади та містобудівною документацією може призвести до стратегічних помилок у плануванні розвитку, що своєю чергою знижує ефективність управлінських рішень та створює додаткові корупційні ризики. Тому відсутність чіткої політики щодо узгодження цих документів дозволяє маніпулювати умовами розвитку територій, що веде до можливості вибору найбільш вигідних умов для певних груп осіб, ігноруючи інші потреби громади.

Разом з тим, недостатня публічність інформації у сфері містобудування створює ситуацію, за якої можливе затвердження планів просторового розвитку території (містобудівної документації) та кардинально інших програм соціально-економічного розвитку територіальної громади на такій території. Також відповідність та взаємна узгодженість таких документів не передбачена законодавством. Зазначене призводить до ситуації, за якої на рівні населеного пункту можуть існувати та виконуватися різні, неузгоджені між собою, а часом і взаємовиключні стратегії та політики. А існування програм та політик за двома різними напрямами потенційно містить великі корупційні ризики, дає змогу обирати найбільш сприятливі умови, що передбачені такими документами, при цьому ігноруючи вимоги іншого, а також створює для державних органів та органів місцевого самоврядування потенційну можливість для отримання неправомірної вигоди [2].

Таким чином, важливим є те, що місцева документація повинна відповідати вимогам містобудівної документації на державному та регіональному рівнях, зокрема враховувати «державні інтереси». Це є необхідною умовою для забезпечення узгодженості між місцевими та національними планами, що дозволить уникнути ситуацій, коли різні документи суперечать один одному.

Зокрема, сьогодні багато громад зіштовхуються з тим, що значна частина їх території належить державним підприємствам, які перебувають у занепаді. При цьому відсутня необхідна інформація з боку держави щодо розвитку цих підприємств та стану цих територій, що ускладнює процес комплексного планування. У результаті громади не можуть належним чином враховувати ці чинники при плануванні розвитку своїх територій, що призводить до неефективного використання ресурсів і створює довгострокові економічні ризики [3, с. 12].

Ці проблеми, зокрема, зумовлюються низьким рівнем актуальності містобудівної документації на місцевому, регіональному та національному рівнях. Важливо відзначити, що відсутність комплексного плану просторового розвитку територій територіальних громад є однією з основних перешкод для ефективного містобудування. Більш того, недостатня цифровізація містобудівної документації та відсутність містобудівного кадастру на державному рівні значно ускладнюють доступ до необхідної інформації та її використання у процесах планування. У цьому контексті необхідно відзначити, що реформування містобудування України може стати важливим кроком до оновлення та узгодження містобудівних документів на різних рівнях. Це дозволить інтегрувати систему вихідних даних для розробки містобудівної документації, що своєю чергою сприятиме підвищенню ефективності процесів містобудівного контролю та розвитку територій.

Інтеграція містобудівної документації та оновлення нормативно-правової бази дозволить також забезпечити більшу прозорість містобудівної діяльності та просторового планування територій. Окрім того, важливим аспектом є автоматизація процесу отримання дозволів та реєстраційних послуг, що знизить бюрократичні перепони та скоротить час на обробку запитів. Враховуючи ці чинники, реформування містобудування дозволить створити цілісну систему, здатну підтримувати стабільний розвиток територій, зменшити корупційні ризики та покращити якість планування територій на всіх рівнях [2].

Доцільно відзначити, що формування ефективної регіональної політики у сфері містобудування вимагає від фахівців у галузі публічного адміністрування детального врахування певних чинників, зокрема, таких як соціальні, демографічні, екологічні та політичні процеси, які характерні для конкретного

суспільства. Ці чинники визначають специфіку регіональних потреб і створюють умови для прийняття обґрунтованих рішень, які будуть відповідати вимогам місцевих громад та сприяти сталому розвитку територій.

Зокрема, в умовах України важливим чинником є війна, яка викликала значні зміни в демографічній ситуації, зокрема переміщення великої кількості населення як всередині країни, так і за її межами. Цей процес став одним із головних чинників, що впливають на розвиток містобудування, оскільки призвів до потреби адаптації містобудівної документації до нових реалій. Зокрема, необхідність забезпечення безпеки та належних умов для переміщених осіб вимагає перегляду наявних підходів до просторового розвитку територій [9, с. 216].

У зв'язку з цим, на порядку денному стоїть завдання формування такої регіональної політики, яка б дозволяла враховувати зміни в соціальній та демографічній структурі населення, а також адаптувати містобудівні стратегії до нових умов. Це вимагає перегляду чинних містобудівних документів та оновлення політик щодо безпеки, екології й інфраструктурного розвитку на регіональному рівні. Тому реалізація цих завдань потребує цілісного підходу, який об'єднає наукові дослідження, практичні потреби та державні інтереси для забезпечення сталого розвитку регіонів у нових умовах.

Одним із важливих кроків у реалізації цих завдань є адаптація містобудівної діяльності до нових викликів, що виникли внаслідок повномасштабної війни. Так, згідно з Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо першочергових заходів реформування сфери містобудівної діяльності» від 12.05.2022 № 2254-IX [6], передбачено спрощення процедур у сфері містобудівної діяльності в умовах воєнного стану. Цей нормативно-правовий акт є важливим кроком у напрямку відновлення та адаптації містобудівних практик до нових реалій, зокрема з урахуванням наслідків збройної агресії рф. Закон надає можливості для відновлення інфраструктури, забезпечення тимчасовим житлом постраждалих громадян, а також для перенесення та розміщення виробничих потужностей евакуйованих підприємств, що є важливим кроком для стабілізації економічної ситуації в країні.

Важливо зазначити, що цей закон також регулює основні соціально-економічні та просторові пріоритети для відновлення територій, які постраждали від бойових дій, терористичних актів чи надзвичайних ситуацій. Одним із важливих аспектів є впровадження «Програми комплексного відновлення області, території територіальної громади (її частини)», що має на меті забезпечення відновлення інфраструктури, екології та соціальних послуг. Закон також визначає процедури для будівництва тимчасових споруд для

внутрішньо переміщених осіб та для регулювання розміщення виробничих потужностей на територіях, що стали місцями евакуації.

Не менш важливою є норма, що дозволяє змінювати цільове призначення земельних ділянок державної та комунальної власності під час дії воєнного стану. Однак, цей процес супроводжується певними обмеженнями. Так, ця норма не поширюється на природоохоронні та ландшафтно-рекреаційні території, землі історико-культурного призначення та водного фонду, на яких заборонено будівництво тимчасового житла для внутрішньо переміщених осіб. Водночас процедура отримання дозволу на зміни цільового призначення земельної ділянки передбачає надання висновку уповноваженими органами містобудування та архітектури на безоплатній основі протягом 10-ти робочих днів після подання запиту.

Ці зміни в законодавстві створюють нові можливості для швидкої адаптації містобудівних процесів в умовах воєнного стану, проте також ставлять перед органами місцевого самоврядування та підприємствами нові виклики, зокрема в напрямку контролю за використанням земельних ресурсів та дотриманням екологічних і культурних стандартів. Відповідно, зважаючи на ситуацію в країні, ці нормативно-правові акти мають забезпечити ефективність відновлення та довгострокову стабільність в управлінні територіями.

Слід зауважити, що держава активно здійснює заходи для виведення будівельної галузі з корупційних схем і запроваджує прозорі механізми для отримання дозвільних документів замовниками будівництва. Одним із таких заходів є децентралізація будівельної галузі, що включає передачу частини повноважень органам місцевого самоврядування. Однак, при цьому необхідно відзначити, що ефективність регіональної політики у сфері містобудування залежить від реальної зацікавленості органів місцевого самоврядування у розвитку територій. Нормативно-правові акти гарантують це право, але реальна мотивація на місцях може бути не завжди достатньою. Тому важливою складовою цієї реформи є створення системи моніторингу договорів оренди для забезпечення виконання цільового призначення земель, а також вирівнювання продуктивних сил між західними та східними областями країни, зокрема у відбудові житлової нерухомості після завершення війни [5, с. 500].

Зважаючи на вищезазначене, ефективне виконання державної регуляторної політики у сфері будівництва та архітектури передбачає наявність належних механізмів її реалізації. Ці механізми повинні бути комплексними, відповідати основним компонентам регуляторної діяльності, загальним засадам державного регулювання та регіональним особливостям розвитку територій. Оскільки процес реалізації регуляторної політики в цій сфері є складним, він має включати відповідну структуру та нормативно-правове забезпечення, які

дозволяють ефективно регулювати адміністративно-правові відносини між дозвільно-регуляторними органами державної влади та суб'єктами господарювання.

Важливо, що застосування відповідних методів, засобів та інструментів державного впливу повинно бути спрямоване на забезпечення сталого розвитку регіонів. Це дозволить створити сприятливі умови для динамічного розвитку територій, зокрема шляхом забезпечення належної взаємодії між органами державного управління та місцевими громадами. Одним із головних завдань є досягнення узгодженості між регіональними та державними програмами розвитку, що має сприяти ефективному використанню ресурсів та підвищенню рівня життя населення [1, с. 91].

Поряд з тим, посилення регіонального розвитку є необхідним для підвищення ефективності державного управління в Україні, зокрема в умовах значних економічних та соціальних диспропорцій, що існують між різними регіонами країни [8, с. 166]. Зокрема, сучасні виклики для регіональної політики та містобудування в Україні обумовлені відповідними чинниками, серед яких війна, що триває, суттєві регіональні розбіжності в економічному розвитку, демографічні нерівності, корупційні явища та необхідність інтеграції екологічних стандартів у процес містобудівного планування. Це вимагає гнучкого підходу до вирішення проблем та комплексного опрацювання механізмів регіонального розвитку, що дозволить зменшити наявні диспропорції та сприяти гармонійному розвитку всіх регіонів країни.

Урахування необхідності інтенсифікації регіонального розвитку в контексті значних економічних і соціальних нерівностей між регіонами вимагає комплексного підходу до регулювання містобудівної діяльності. Тому важливо спрямувати державну політику на забезпечення рівномірного розвитку територій, що стане основою для інтеграції актуальних екологічних та соціальних стандартів у містобудівне планування. Це дозволить зменшити негативні наслідки наявних диспропорцій, забезпечивши сталий розвиток на регіональному рівні. З огляду на ці вимоги, можна визначити основні стратегічні напрямки для ефективного регулювання містобудівної діяльності в умовах сучасності:

1. Удосконалення нормативно-правової бази, тобто створення єдиного нормативно-правового простору для узгодження законодавчих та підзаконних актів, що дозволить зменшити правову невизначеність і покращити управління містобудівною діяльністю.

2. Покращення публічності та прозорості містобудівної документації, що передбачає створення відкритої електронної бази даних, що забезпечить

доступність містобудівної документації для всіх зацікавлених осіб, знизить рівень корупції та підвищить ефективність контролю.

3. Інтеграція кадастрів і реєстрів, тобто автоматична взаємодія земельного, екологічного та культурного кадастрів для спрощення процесів планування і управління, що сприятиме комплексному розвитку територій.

4. Пристосування до нових умов, що передбачає перегляд містобудівних стратегій з урахуванням наслідків війни, потреб внутрішньо переміщених осіб та відновлення інфраструктури, що дозволить забезпечити безпеку та комфорт для постраждалих територій.

5. Посилення регіонального розвитку та децентралізація через створення регіональних програм розвитку, що враховують специфіку кожного регіону, а також посилення ролі органів місцевого самоврядування у прийнятті рішень та реалізації містобудівних планів.

Висновки. Узагальнюючи результати дослідження, можна стверджувати, що ефективне регулювання містобудівної діяльності в Україні вимагає комплексного підходу, який включає удосконалення нормативно-правової бази, підвищення публічності містобудівної документації та інтеграцію кадастрів і реєстрів для спрощення управлінських процесів. Врахування нових соціальних і демографічних викликів, зокрема наслідків війни, а також адаптація містобудівних стратегій до цих змін є необхідними для сталого розвитку територій. Особливу увагу слід приділяти децентралізації містобудівної діяльності, що дозволить враховувати специфіку регіонів і забезпечити більш ефективне управління на місцях. Тому інтеграція цих заходів у стратегію розвитку містобудівної галузі сприятиме зменшенню корупційних ризиків, підвищенню прозорості процесів планування та забезпеченню сталого розвитку на всіх рівнях управління.

Використана література:

1. Дурман М.О., Микитюк Д.М. Деякі аспекти формування державної регуляторної політики у сфері будівництва та архітектури. Вісник ХНТУ. 2022. № 1(80). С. 85-93.

2. Ємельянова О., Титок В., Лаврухіна К. Реформа містобудування України. Економіка та суспільство. 2023. № 50. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-28

3. Містобудування: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення. Аналітична записка. Липень 2024. URL: https://auc.org.ua/sites/default/files/library/mistobuduvannya_aktualni_problemy_ta_shlyahy_yih_vyrishennya.pdf

4. Національне агентство з питань запобігання корупції. URL: https://dap.nazk.gov.ua/cardproblem/46/

5. Огаренко В.М., Кавилін О.А. Регіональний аспект державної політики будівництва. Право та державне управління. 2024. № 2. С. 496-501.

6. Про внесення змін до деяких законів України щодо першочергових заходів реформування сфери містобудівної діяльності: Закон України від 12.05.2022 № 2254-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2254-20#Text

7. Хар М.І. Проблеми державного управління у сфері містобудівної діяльності в Україні та напрями їх вирішення. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Публічне управління та адміністрування. 2023. Том 34(73). № 2. С. 91-95.

8. Яровой Т.С. Ключові проблеми публічного управління у сфері містобудівної діяльності, як складової політики регіонального розвитку. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Публічне управління та адміністрування. 2023. Том 34(73) № 6. С. 163-168.

9. Яровой Т.С. Особливості сучасного публічного управління у сфері містобудівної діяльності, як складової політики регіонального розвитку. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Публічне управління та адміністрування. 2023. Том 34(73) № 6. С. 213-217.

PhD in Public Administration **Olena Emelianova,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

THE CURRENT ISSUES OF IMPLEMENTING STATE POLICY IN THE FIELD OF URBAN PLANNING

The article reveals the current issues of implementing state policy in the field of urban planning. It has been established that the main problems are the incompatibility of legislative regulation with subordinate acts and the lack of effective self-regulation between the subjects of urban planning activities and state authorities. It was found that the insufficient scientific justification of normative acts reduces the quality of decisions made and creates legal uncertainty. The importance of the publicity of urban planning documentation is emphasized, as it will help reduce corruption risks and improve the effectiveness of construction process control. It is underlined that the creation of a Unified State Electronic System in the construction sector is an important step in the fight against corruption; however, its functionality has not yet been fully implemented. It is stated that the integration of cadastres and registers is a key element for ensuring effective management of urban planning activities and reducing administrative barriers. It has been determined that for the

sustainable development of the urban planning sector, a unified information space should be introduced, ensuring automatic interaction between various cadastres and registers. The relevance of urban planning documentation at different levels of governance is highlighted as a necessary condition for effective territorial development planning. It has been established that the current situation with insufficient digitalization and the absence of an urban planning cadastre significantly complicates access to the necessary information. The importance of reforming the urban planning sector through the creation of a unified legal and regulatory space is revealed, which will allow for harmonizing legislative and subordinate acts to reduce legal uncertainty. It has been found that effective urban planning management requires the introduction of transparency mechanisms, automation, and database integration to reduce corruption risks. It is emphasized that, in the context of martial law, a comprehensive approach to restoring infrastructure and adapting urban planning documentation is needed. Strategic directions for regulating urban planning activities in modern conditions are defined, including improving the legal and regulatory framework, enhancing the publicity of documentation, integrating cadastres and registers, and adapting urban planning strategies to new challenges.

Keywords: urban planning; state policy; legal and regulatory regulation; corruption; transparency; cadastre integration; digitalization; urban planning documentation; urban planning reform; decentralization; sustainable development; territory management.

REFERENCES:

1. Durman, M.O., Mykytiuk, D.M. (2022). Deiaki aspekty formuvannia derzhavnoi rehuliatornoi polityky u sferi budivnytstva ta arkhitektury [Some aspects of forming the state regulatory policy in the field of construction and architecture]. Visnyk KhNTU, 1(80), 85-93. {in Ukrainian}.

2. Emelianova, O., Tytok, V., Lavrukhina, K. (2023). Reforma mistobuduvannia Ukrainy [Reform of urban planning in Ukraine]. Ekonomika ta suspil′stvo, 50. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-28 {in Ukrainian}.

3. Mistobuduvannia: aktual′ni problemy ta shliakhy yikh vyshchennia [Urban planning: current problems and ways to solve them]. (2024, July). Analytical note. URL: https://auc.org.ua/sites/default/files/library/mistobuduvannya_aktualni_problemy_ta_shlyahy_yih_vyrishennya.pdf {in Ukrainian}.

4. Natsional′ne ahentstvo z pytan zapobihannia koruptsii [National Agency for Corruption Prevention]. URL: https://dap.nazk.gov.ua/cardproblem/46/

5. Oharenko, V.M., Kavylin, O.A. (2024). Rehional′nyi aspekt derzhavnoi polityky budivnytstva [Regional aspect of state policy in construction]. Pravo ta derzhavne upravlinnia, 2, 496-501. {in Ukrainian}.

6. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo pershochergovykh zakhodiv reformuvannia sfery mistobudivnoi diial′nosti: Zakon Ukrainy vid 12.05.2022 № 2254-IX [On amendments to certain laws of Ukraine regarding urgent measures for reforming the urban development sector: Law of Ukraine No. 2254-IX dated May 12, 2022]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2254-20#Text {in Ukrainian}.

7. Khar, M.I. (2023). Problemy derzhavnoho upravlinnia u sferi mistobudivnoi diial′nosti v Ukraini ta napriamy yikh vyrishennia [Problems of public administration in the field of urban development in Ukraine and ways to solve them]. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernads′koho, Series: Public Administration and Administration, 34(73), 2, 91-95. {in Ukrainian}.

10. Yarovoi, T.S. (2023). Kliuchovi problemy publichnoho upravlinnia u sferi mistobudivnoi diial′nosti, yak skladovoi polityky rehional′noho rozvytku [Key problems of public administration in the field of urban development as part of regional development policy]. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernads′koho, Series: Public Administration and Administration, 34(73), 6, 163-168. {in Ukrainian}.

9. Yarovoi, T.S. (2023). Osoblyvosti suchasnoho publichnoho upravlinnia u sferi mistobudivnoi diial′nosti, yak skladovoi polityky rehional′noho rozvytku [Features of modern public administration in the field of urban development as part of regional development policy]. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernads′koho, Series: Public Administration and Administration, 34(73), 6, 213-217. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.465-474
УДК 355

д.ю.н**. Нікітін В.В.,**
nikitin.vv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6915-6319,
Київський національний університет будівництва і архітектури

УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ: ДОСВІД УКРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Пропонується поглиблене міждисциплінарне дослідження управління в умовах надзвичайних ситуацій із фокусом на досвіді України під час війни. Розкрито правову та інституційну архітектуру цивільного захисту, простежено зв'язки між центральними органами виконавчої влади, військовим командуванням, органами місцевого самоврядування, операторами критичної інфраструктури та волонтерським сектором, який у пікові періоди фактично компенсував дефіцит державних сервісів. Обґрунтовано дуальну природу інституту: публічно-правові імперативи безпеки узгоджуються з приватно-правовими гарантіями життя, здоров'я, власності та персональних даних; доведено, що баланс між швидкістю рішень і захистом прав людини потребує процесуальних запобіжників навіть у режимі особливого періоду.

Показано, що українська модель вирізняється адаптивністю нормативної бази, прискореним упровадженням цифрових інструментів оповіщення, моніторингу й логістики, стандартизацією операційних процедур на рівні громад і регіонів, а також мережевою співпрацею держави з громадянським суспільством. Європейські та євроатлантичні рамки забезпечують стандарти взаємодопомоги, інтероперабельності та кіберстійкості, пропонуючи методичні та практичні орієнтири для побудови стійкої системи.

На основі аналізу конституційних положень, спеціального законодавства та підзаконних процедур запропоновано уточнення повноважень і відповідальності суб'єктів, механізми прозорості алгоритмічних рішень, незалежного аудиту цифрових платформ та швидкого адміністративного оскарження. Обґрунтовано потребу інституційного включення волонтерів і приватних операторів до ЄДС ЦЗ, створення постійної міжвідомчої платформи координації, єдиних протоколів інформаційного обміну, ризик-орієнтованого планування безперервності послуг і розбудови централізованого оповіщення з резервуванням каналів. Практичну частину підсилено матеріалами фахових конференцій і збірників тез, де демонструються інженерні моделі, симуляції, VR-інструменти та апробовані процедури розгортання укриттів і оптимізації маршрутів евакуації. Результати можуть бути використані для оновлення доктрини кризового врядування,

імплементації стандартів ЄС і НАТО в галузі цивільної готовності, а також для розроблення освітніх програм для управлінців, інженерів і волонтерів.

Ключові слова управління в надзвичайних ситуаціях; цивільний захист; воєнний стан; правове регулювання; публічно-правова природа; приватно-правова природа; цифрове врядування; міжвідомча координація; критична інфраструктура; стійкість держави.

Вступ. ***Актуальність теми дослідження.*** Повномасштабна агресія проти України переконливо продемонструвала, що цивільний захист не обмежується реагуванням на стихійні лиха та техногенні аварії; він перетворюється на безперервний процес управління ризиком у середовищі довготривалої загрози, де військова і цивільна компоненти діють як взаємопов'язані частини однієї системи [1; 2]. Змінилася природа небезпек, темп їх виникнення та географія впливу: удари по об'єктах енергетики, транспортним вузлам, медичній та освітній інфраструктурі породили хвилі вторинних криз — від гуманітарних дефіцитів до міграційних і санітарно-епідемічних ризиків, що потребують розгалужених механізмів координації й відновлення [1].

У такому середовищі кожне управлінське рішення має подвійний статус. З одного боку, воно реалізує публічний інтерес захисту, запобігає ескалації ризику, відновлює функції життєзабезпечення. З іншого — безпосередньо зачіпає сферу приватних прав: доступ до медичної допомоги, інформації, пересування, недоторканність житла, конфіденційність даних. Саме конституційні обмежувачі дискреції — повага до гідності, правова визначеність і пропорційність — задають коридор рішень, який не можна перетинати навіть в умовах особливого правового режиму [3].

Базовим інституційним наслідком стала зміна конфігурації горизонтальних та вертикальних зв'язків. Вертикалі керування не втратили значення, однак їх дедалі частіше доповнюють мережеві механізми обміну даними та спільного виконання завдань між державними структурами, громадами, операторами інфраструктури, науково-освітніми установами та волонтерами. Підвищення щільності взаємодії прискорює перехід від «виявлення» до «рішення» і «виконання», але одночасно висуває вимоги до якості даних, чіткості протоколів і легальної відповідальності за рішення в цифрових системах [4].

Парадигма ризик-орієнтованого управління, яка у довоєнний період розвивалась як добропрактика, за умов війни стала операційною необхідністю. Плани безперервності послуг, резервування каналів енергоживлення та зв'язку, заздалегідь підготовлені схеми евакуації, ясні ролі та маршрути відповідальності – ці інструменти визначають здатність громади витримувати повторювані удари й відновлюватися у прийнятні терміни [1; 2]. Водночас саме

цифровізація, яка дала швидкість і масштабованість, зробила критично важливою прозорість алгоритмічних рішень та захист персональних даних, що зумовлює потребу чітких правових гарантій та процедурного нагляду [4].

Актуальність дослідження обумовлена тим, що війна в Україні поставила перед усіма органами влади, місцевим самоврядуванням, бізнесом і громадянським суспільством завдання забезпечення безперервності життєво важливих функцій держави навіть в умовах масованих руйнувань інфраструктури, загрози техногенних аварій, гуманітарних катастроф та масового переміщення населення. Ці обставини вимагають наукового осмислення як чинної системи управління, так і шляхів її вдосконалення відповідно до стандартів Європейського Союзу та міжнародного гуманітарного права.

Наукове дослідження з питань управління в надзвичайних ситуаціях в умовах війни в Україні має особливо важливе значення не лише для національної доктрини права та державного управління, але й для світової науки. Український досвід сьогодення формує унікальний кейс, у межах якого поєднуються традиційні механізми цивільного захисту та інноваційні форми самоорганізації суспільства, що безпосередньо проявляються в умовах повномасштабної війни. Цей досвід може стати базою для формування нових інноваційних підходів до міжнародного права катастроф та європейської політики безпеки, а також вжиття невідкладних заходів заради безпеки життєдіяльності кожної людини.

Актуальність теми. Актуальність дослідження визначається тривалістю та інтенсивністю надзвичайних режимів, коли правові, організаційні й технічні рішення мають працювати як інтегрована система. Реактивні підходи вичерпують себе у ситуаціях, коли повторність ударів руйнує інфраструктуру швидше, ніж її вдається відновлювати; без проактивного планування неможливо забезпечити тепло, воду, транспорт і медичну допомогу на мінімально допустимому рівні [1; 2]. На перший план виходить збереження прав людини: втручання влади, навіть у межах воєнного стану, повинно залишатися необхідним і пропорційним, а процедури — зрозумілими та передбачуваними, з наявністю каналів оскарження [3].

Досвід довів, що без правової інтеграції волонтерського сектору та приватних операторів у формальні контури ЄДС ЦЗ ресурсні втрати та дублювання неминучі. Запровадження договорів про взаємодію, стандартизованого доступу до офіційних цифрових платформ та єдиних протоколів обміну даними підвищує швидкість і якість реагування, знижує конфлікти компетенцій і трансакційні витрати [7]. У цьому сенсі українська

практика збігається з європейськими орієнтирами багаторівневої координації та взаємодопомоги.

Європейський механізм цивільного захисту демонструє, як стандартизація процедур, уніфікація форматів даних і спільні тренування зменшують час на координацію та підвищують ефективність міжвідомчої взаємодії у кризі [5]. Концепція стійкості НАТО підсвічує роль підготовленості критичної інфраструктури, кіберзахисту, безперервності урядування та інтеграції цивільно-військових спроможностей — саме те, що в українських реаліях є визначальним чинником керованості ризиками [6].

Отже, актуальність вказаного дослідження визначається не лише умовами сьогодення, а й потребою у виробленні довгострокової стратегії державного управління надзвичайними ситуаціями, що поєднувала б публічно-правову відповідальність держави та приватно-правові гарантії захисту громадян. Саме повномасштабна війна в Україні створила унікальні умови, хоча все одно негативні, для формування нової доктрини кризового державного управління, зокрема у надзвичайних ситуаціях, яка має стати основою для майбутньої системи цивільного захисту України та створить унікальну практику для інших країн світу.

Огляд досліджень. Вітчизняні дослідження наголошують на межах втручання у права й свободи під час воєнного стану, розподілі повноважень між військовим командуванням і цивільними органами, ролі місцевого самоврядування у забезпеченні сервісної безперервності [1; 2]. У фокусі — не лише нормативні тексти, а й операційні процедури: порядок розгортання укриттів, стандарти централізованого оповіщення, вимоги до захисних споруд, безпека праці під час повітряних тривог, підхід до перепрофілювання підприємств [7].

Технічний сегмент наукових напрацювань пропонує інструменти підтримки управлінських рішень: математичні моделі оптимізації маршрутів евакуації, симуляції завантаження укриттів, VR-тренажери відпрацювання тактичних дій у реалістичних сценаріях, інженерні підходи до пріоритезації відновлення вузлів інфраструктури [8, с. 143–146]. Такі дослідження утворюють спільний простір з юридичною доктриною, де норми та процедури проходять перевірку даними, а управлінські алгоритми — технологічною валідацією.

Водночас бракує інтегрованих робіт, що одночасно тримали б у полі зору правову дуальність, цифрову підзвітність і комплементарність держави, бізнесу та громадянського суспільства. Запропонована стаття прагне заповнити цей проміжок, зшиваючи правові, організаційні та технологічні виміри у практично придатну модель [5; 7].

Мета статті. Мета статті полягає у розробленні комплексної моделі управління надзвичайними ситуаціями на основі українського воєнного досвіду, у якій публічно-правові інструменти безпеки узгоджуються з приватно-правовими гарантіями, а цифрові сервіси — з принципами прозорості, підзвітності й аудиту, сумісними з європейськими стандартами цивільної готовності [1; 5; 6]. Досягнення мети передбачає уточнення понятійного апарату інституту, аналіз конституційних засад і спеціальних норм, що визначають межі особливих режимів і структуру ЄДС ЦЗ [1–3].

Практичний блок скерований на опис дієвих механізмів координації між центральним рівнем, військовими адміністраціями та місцевим самоврядуванням; визначення ролі операторів критичної інфраструктури й волонтерських організацій у забезпеченні безперервності послуг; оцінку впливу цифровізації на права людини і процедури; імплементацію стандартів ЄС і НАТО у локальні протоколи взаємодії [4; 5; 6; 7]. Підсумком є пакет пропозицій щодо вдосконалення законодавства, підзаконної бази та управлінських практик.

Таким чином, мета є відображення комплексного характеру дослідження, яке поєднує теоретико-правовий, організаційно-інституційний, цифровий та міжнародний виміри державного управління надзвичайними ситуаціями. Їх виконання дозволить не лише поглибити наукове розуміння подвійної природи цього інституту, але й розробити практичні рекомендації для вдосконалення українського законодавства і адміністративної практики у сфері державного управління з надзвичайних ситуацій, зокрема цивільного захисту.

Виклад матеріалу. Дуальна природа інституту визначає подвійний критерій якості рішень. Втручання у вигляді обмеження пересування, комендантської години, обов’язкових евакуацій, режимних вимог до підприємств та об’єктів інфраструктури є легітимним за одночасної відповідності закону, необхідності для захисту життя та пропорційності щодо приватної сфери [2; 3]. Процесуальні гарантії — доступ до інформації, публічність підстав, можливість оперативного адміністративного оскарження та судового контролю — перетворюють примус на правомірний інструмент публічної політики [3].

Нормативне ядро інституту закладає Кодекс цивільного захисту України: визначено структуру ЄДС ЦЗ, компетенції органів, механізми мобілізації сил і засобів, партнерство центрального та місцевого рівнів, а також права й обов’язки громадян і суб’єктів господарювання [1]. Закон про правовий режим воєнного стану встановлює межі спеціальних режимів, розмежовує повноваження військового командування і цивільної влади, задає процедури запровадження та припинення обмежень, вимагаючи їх чіткого документування

[2]. Обидва акти тлумачаться крізь конституційні принципи, які закріплюють повагу до гідності, рівності, правову визначеність та заборону надмірного втручання [3].

Українська практика воєнного часу виявила сильні сторони системи. Місцеві адміністрації та ДСНС продемонстрували здатність швидко адаптувати підзаконну базу, імпровізувати в рамках закону, розгортати нові сервіси, інтегрувати цифрові рішення для диспетчеризації аварійних робіт, гуманітарної логістики та обліку ВПО [1; 4]. Водночас окреслилися системні слабкості: фрагментарність регулювання, перетин компетенцій, різнорівнева готовність регіонів, нерівномірний доступ до укриттів і засобів оповіщення, брак уніфікованих протоколів співпраці з неурядовими акторами [7].

Цифровізація стала множником спроможності, однак створила нові поля ризику. Мобільні додатки оповіщення, інтегровані реєстри, ситуаційні панелі скоротили інерцію управлінського циклу, але водночас акумулювали чутливі дані, використали алгоритмічне ранжування і в окремих процесах — автоматизовані рішення. Без норм про публічність логіки алгоритмів, незалежний аудит і валідацію моделей, а також без швидких процедур адміністративного оскарження виникає загроза порушення приватності, зниження довіри та зростання ймовірності помилки під час пікових навантажень [4]. Доцільним є закріплення принципу algorithmic accountability для цифрових платформ у сфері ЦЗ, впровадження обов'язкового інцидент-репортингу та мінімальних стандартів кіберстійкості.

Сектор волонтерських і благодійних організацій потребує правового вбудовування у ЄДС ЦЗ. Практика показала їхню ефективність в евакуації, логістиці, облаштуванні укриттів, комунікації з громадами. Однак без статутного визначення ролей, повноважень та доступу до офіційних інформаційних систем виникають збої у взаємодії та дублювання. Матеріали фахових майданчиків прямо пропонують уніфікувати протоколи, створити централізоване оповіщення, актуалізувати вимоги до захисних споруд і переглянути правила функціонування підприємств у особливий період [7].

Технологічні інструменти підтримки рішень — математичні моделі, симуляції, VR-тренажери — довели здатність знижувати ціну помилки та підвищувати відтворюваність рішень. Застосування моделей дозволяє розраховувати пропускну здатність укриттів, оптимізувати маршрути евакуації, визначати критичні вузли для першочергового відновлення, а тренування у віртуальному середовищі — стандартизувати поведінку персоналу і добровольців під час тривог [8, с. 143–146]. Поєднання таких інструментів з правовою рамкою формує нову якість менеджменту ризиків.

Міжнародний вимір забезпечує інтероперабельність і доступ до зовнішніх спроможностей. Європейський механізм цивільного захисту пропонує логіку сумісних процедур, спільних розгортань і уніфікованого обміну даними, корисну як методично, так і практично [5]. Концепція стійкості НАТО, з акцентом на критичну інфраструктуру, кіберзахист, ланцюги постачання та безперервність урядування, задає еталонні орієнтири, релевантні для українських реформ [6]. Інкорпорація цих підходів у внутрішні протоколи знижує транзакційні витрати координації та пришвидшує спільні дії у пікових ситуаціях.

Система відповідальності повинна відображати реалії особливого періоду. Адміністративні та кримінально-правові норми мають конкретизувати склади правопорушень у сфері ЦЗ з урахуванням цифрових процесів: порушення експлуатації систем оповіщення, несанкціонований доступ до реєстрів ВПО, маніпулювання даними, що впливають на безпеку, саботаж алгоритмічних платформ. Співмірні санкції та технічно надійні процедури фіксації порушень підсилюють превентивний ефект і підвищують довіру до рішень держави [4].

Перехід від набору інструментів до узгодженої інституційної моделі потребує чіткого визначення ролей у законі, стандартизованих каналів обміну даними, підзвітних цифрових систем із незалежним аудитом, структурованого громадського контролю та планомірної підготовки кадрів. Саме так публічно-правові імперативи поєднуються з приватно-правовими гарантіями у працездатну та самонавчальну систему, що адаптується до змінних загроз [5; 6; 7; 8].

Висновки

Український досвід війни показує, що стійкість надзвичайного управління народжується на перетині безпеки і прав людини. Рішення повинні бути швидкими й технологічно підтриманими, але юридично обґрунтованими; цифрові інструменти — ефективними й масштабованими, але прозорими та підконтрольними; відповідальність — невідворотною й співмірною, а процедури — передбачуваними і доступними для оскарження [1–4]. У правовому вимірі доцільно оновити Кодекс цивільного захисту, закріпивши процедурну інтеграцію приватних операторів критичної інфраструктури й волонтерських організацій як повноправних учасників ЄДС ЦЗ; конкретизувати склади правопорушень у сфері ЦЗ із урахуванням цифрової реальності; законодавчо встановити принцип прозорості алгоритмічних рішень, незалежний аудит і швидке адміністративне оскарження, а для критичних платформ — обов’язковий інцидент-репортинг [1; 4].

В організаційній площині обґрунтованим є створення постійної платформи міжвідомчої координації з участю центральних органів, військового

командування, місцевих адміністрацій, операторів інфраструктури, волонтерського сектору та міжнародних партнерів; розгортання централізованого цифрового оповіщення з резервуванням каналів і дублюванням потужностей; впровадження ризик-орієнтованого планування безперервності послуг на рівні громад; розвиток програм підготовки кадрів і добровольців із застосуванням моделювання, симуляцій та VR-інструментів, ефективність яких продемонстровано у фахових матеріалах [5; 7; 8]. Узгодження з підходами ЄС і НАТО підвищує сумісність і кіберстійкість, закріплює стандарти прозорості, підзвітності та взаємодопомоги, забезпечуючи керованість ризиками у тривалій кризі [5; 6].

Науковий внесок статті полягає у розгорнутій концептуалізації дуальної правової природи інституту управління надзвичайними ситуаціями з операційними наслідками для нормотворчості та менеджменту; у формулюванні процесуальних вимог до прозорості, аудиту й оскарження алгоритмічних рішень; у нормативному профілюванні ролі волонтерських і приватних суб'єктів; у пропозиції моделі постійної координації під публічним контролем, що переводить систему з реактивного на проактивне управління й підвищує стійкість держави та суспільства [1; 5–7].

Список використаних джерел

1. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 2 жовт. 2012 р. № 5403-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17.

2. Про правовий режим воєнного стану: Закон України від 12 трав. 2015 р. № 389-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19.

3. Конституція України: Закон України від 28 черв. 1996 р. № 254к/96-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр.

4. Кодекс України про адміністративні правопорушення: Закон України від 7 груд. 1984 р. № 8073-X. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10.

5. European Commission. Directorate-General for European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations (DG ECHO). EU Civil Protection Mechanism. URL: https://commission.europa.eu/about/departments-and-executive-agencies/european-civil-protection-and-humanitarian-aid-operations_en.

6. NATO. Resilience, civil preparedness and Article 3. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_132722.htm.

7. Савчук А.В. Правові аспекти та виклики при виконанні завдань із функціонування Єдиної державної системи цивільного захисту в особливий період // Збірник тез доповідей І Міжнародної науково-практичної конференції «Цивільний захист в умовах війни», 17–18 квіт. 2025 р. Львів: ЛДУ БЖД, 2025.

8. Трусевич О.М. Важливість математики у цивільному захисті // Збірник тез доповідей І Міжнародної науково-практичної конференції «Цивільний захист в умовах війни», 17–18 квіт. 2025 р. Львів: ЛДУ БЖД, 2025, с. 143–146.

Doctor of Law **Volodymyr Nikitin,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

MANAGEMENT IN EMERGENCY SITUATIONS: THE EXPERIENCE OF UKRAINE DURING THE WAR

The article presents an extended interdisciplinary study of emergency management through the lens of Ukraine's wartime experience. It analyzes the legal and institutional architecture of civil protection and traces the interactions among central executive authorities, military command, local self-government, critical infrastructure operators, and the volunteer sector which, at peak periods, effectively substituted for state service deficits. The dual nature of the institution is substantiated: public-law imperatives of security must be reconciled with private-law guarantees of life, health, property, and personal data; the balance between decision speed and rights protection requires procedural safeguards even under special legal regimes. Ukraine's model features adaptive regulation, rapid deployment of digital alerting, monitoring, and logistics tools, standardized operational procedures at community and regional levels, and dense state–civil society collaboration. EU and NATO frameworks provide standards for mutual assistance, interoperability, and cyber resilience, offering methodological and practical guidance for a robust system.

Based on constitutional and statutory analysis and sub-statutory procedures, the paper proposes refined mandates and liabilities, mechanisms for algorithmic transparency, independent audits of digital platforms, and expedited administrative appeals. It argues for the statutory integration of volunteers and private operators into the National Civil Protection System, a standing inter-agency coordination platform, unified data-exchange protocols, risk-based continuity planning, and a centralized alerting network with redundant channels. Practical insights are reinforced by professional conference materials and abstracts demonstrating engineering models, simulations, VR tools, and validated procedures for shelter deployment and evacuation-route optimization. The results can inform updates to Ukraine's crisis governance doctrine, implementation of EU/NATO civil preparedness standards, and the development of training programs for managers, engineers, and volunteers.

Keywords: crisis management; civil protection; martial law; legal regulation; public-law nature; private-law nature; digital governance; interagency coordination; critical infrastructure; state resilience.

REFERENCES

1. Kodeks tsyvilnoho zakhystu Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 2 zhovt. 2012. № 5403-VI [Code of Civil Protection of Ukraine: Law of Ukraine of October 2 2012 № 5403-VI]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17. {in Ukrainian}.

2. Pro pravovyi rezhym voiennoho stanu: Zakon Ukrainy vid 12 trav. 2015. № 389-VIII [On the legal regime of martial law: Law of Ukraine of May 12 2015 № 389-VIII]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19. {in Ukrainian}.

3. Konstytutsiia Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 28 cherv. 1996. № 254k/96-VR [Constitution of Ukraine: Law of Ukraine of June 28 1996 № 254k/96-VR]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр. {in Ukrainian}.

4. Kodeks Ukrainy pro administratyvni pravoporushennia: Zakon Ukrainy vid 7 hrud. 1984. № 8073-X [Code of Ukraine on Administrative Offenses: Law of Ukraine of December 7 1984 № 8073-X]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10. {in Ukrainian}.

5. European Commission. Directorate-General for European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations (DG ECHO). EU Civil Protection Mechanism. URL: https://commission.europa.eu/about/departments-and-executive-agencies/european-civil-protection-and-humanitarian-aid-operations_en. {in English}.

6. NATO. Resilience, civil preparedness and Article 3. URL: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_132722.htm. {in English}.

7. Savchuk A.V. Pravovi aspekty ta vyklyky pry vykonanni zavdan iz funktsionuvannia Yedynoi derzhavnoi systemy tsyvilnoho zakhystu v osoblyvyi period // Zbirnyk tez dopovidei I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Tsyvilnyi zakhyst v umovakh viiny», 17–18 kvit. 2025. Lviv: LDU BZhD, 2025. [Legal aspects and challenges in performing tasks of the Unified State Civil Protection System in a special period. Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference "Civil Protection in Wartime", April 17–18, 2025. Lviv: Lviv State University of Life Safety, 2025]. {in Ukrainian}.

8. Trusevych O.M. Vazhlyvist matematyky u tsyvilnomu zakhysti // Zbirnyk tez dopovidei I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Tsyvilnyi zakhyst v umovakh viiny», 17–18 kvit. 2025. Lviv: LDU BZhD, 2025, s. 143–146. [The importance of mathematics in civil protection. Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference "Civil Protection in Wartime", April 17–18, 2025. Lviv: Lviv State University of Life Safety, 2025, pp. 143–146]. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.475-484
УДК : 130.2:316
д- р філос. наук, професор **Гоцалюк А.А**.,
goz_pravo@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2120-3232,
д- р філос. наук, професор **Чорноморденко І.В**.,
chornomordenko.iv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9204-6342,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФОРМУВАННЯ НАУКИ ЯК САМОСТІЙНОЇ СФЕРИ ЗНАННЯ

Досліджено місце теорії фундаментальної науки, її діалектичну взаємодію, стан при практичному використанні наукових здобутків у сфері виробництва. Розглянуто ключові аспекти пізнавальної та перетворювальних функцій науки в наукових працях із проблем функціонування конкретних проєктів виробництва. Особлива увага в дослідженні приділяється феномену науки, як своєрідної форми пізнання та практичного перетворення дійсності. Описано фактори наукового пізнання взагалі та форми взаємозв'язку синтетичної зумовленості науки та предметно-перетворювальної людської діяльності. Основна увага приділяється взаємозв'язку науки та соціальних практик, де в якості наочності розглянуті глибинні механізми розвитку людства та зумовлену необхідность виникнення різноманітних проєктів виробництва, їх тісний взаємозв'язок, обгрунтування та шляхи взаємовпливу. Також акцентується увага на відтворенні дійсності у світоглядних рефлексіях, здійснених через аналіз суб'єктивної діяльності пізнання, відображених у багатоманітних формах її практичної діяльності, цілеспрямованості, багатоаспектній інтерпретації їх проявів. Результати дослідження підкреслюють важливість наукових знань їх зв'язок із виробництвом пов'язаний із практичною спрямованістю людських дій, грунтовному аналізі результатів праці, які сприяють позитивному розвитку людської спільноти і виявляють багатогранність проявів та значущість для суспільства загалом.

Ключові слова: гіпотеза; гносеологія; детермінація; діалектика; методологічна основа; суспільно-наукове значення; теорія пізнання; фактори пізнання у суспільстві.

Постановка проблеми. В основі загальногносеологічних процесів лежать духовні запити людини та властиві їй бажання створити ідеальний образ реальності. Як окреме джерело цієї динамічної взаємодії, варто вказати на взаємодію соціокультурних елементів, властивих різним типам суспільства. Цілісність наукового розуміння сутності пізнання у філософії відіграє

кардинально важливу роль у теоретичному вирішенні проблем методології наукового знання, особливостей його розвитку, історичному контексті реконструювання людських можливостей, відповідей на споконвічні питання людини, що таке «буття», «істина», «світ», «абсолют», «ідеал». З утвердженням у філософському середовищі визначеності фундаментальної науки, оновлюється рефлексивність філософського процесу, аспектів буття, реальності. Така реальність може бути мислима як світ динамічних нюансів, безупинних змін, незмінна у своєму безперестанному відновленні. Синтез традицій і новаційу їх органічній взаємодії, що є постійною дилемою для суспільної свідомості в силу глибокої суперечливості самого минулого попередньої філософської думки, в якій незмінно позначається суперництво різних тенденцій, що не усуваються в класичній моделі розвитку цивілізації. Крім властивих загальносоціальних і соціально-економічних факторів у детермінації ідейних пошуків у філософській думці діють ще й фактори наступності у суспільстві, всупереч зміні інформаційних факторів. У двох останніх десятиліттях антропологічна ситуація постмодерну, як свідчить філософська рефлексія, щодо наукового знання, виникли формування певних механізмів піднесення та ствердження, щодо логічно доказового знання.

Мета дослідження. Проведення аналізу досвіду при отриманні наукових фактів, експерименту, методів та теоретичних надбань, а також в питанні розуміння міри єдності пізнавальної та перетворювальної функцій наукового пізнання. Особливої уваги заслуговує формування образу науки, її сутності, дослідження процесу розробки, пов’язане з усвідомленням і прогнозуванням суспільних потреб. Основна концептуальна ідея наукової статті безпосередньо зосереджена на розумінні того, що дії людини відтворюють притаманний їм пошук пристосування до світу, що в той же час детермінує розвиток процесу наукового пізнання.

Методологія дослідження полягає в застосуванні системно-діяльнісного підходу до вивчення особливостей феномену науки в філософії, що зумовлює використання аналітичного та системних методів, пов'язаних із безпосередньою опорою на переосмислення відношення людини до світу, наукового пізнання, функції речей та форми спадкування цінностей.

Аналіз останніх джерел і публікацій. Феномен науки як філософського явища та механізми її формування і функціонування досліджувались Вернадським В.І., Доброправовой І.С., Расселом Б., Спенсером Г., наука трактовалась ними як форма духовного виробництва, що утворює ідеальний світ, формує та накопичує людське знання. Була висунута концептуальна позиція, що згодом трансформувалася залежно від методів ефективності та міри впливу на її розвиток, що існує як реальність в аксіологічному вимірі істини,

системи знань як це було у Гегеля. Початок XVII ст. позначився пошуковим інтересом у напрямку дослідження феномену науки в історико-філософському контексті та як об'єкту різних галузей гуманітарних знань. Сутність науки в духовній культурі кристалізувалася протягом досить короткого часу, коли для її розвитку виникли сприятливі умови формування буржуазного суспільства, відокремлення наукового знання від багатовікових релігійних догматів. Проблематика і власне сутність філософських концепцій науки дедалі все більше привертала увагу вчених в останній чверті XX – початку XXI ст. Андрійчука В., Дюркгейма В., Поппера К. Провідними дослідниками науки як соціокультурного феномену сучасності вважаються Гусарль Б., Локатос І., Кун Т., Шлік М.

Виклад матеріалу. Якщо розглядати суспільство як певну органічну цілісність, то у її динаміці можливо виокремити процеси усталеності та змін. Відповідно, у науці виникають певні програми, які націлені на стійку спадковість соціального життя та програми, що зорієнтовані на її зміни. Розвиток, який не веде до загибелі соціального організму, можливий лише за умов збалансованого поєднання обох типів програми. Якщо з цих позицій розглядати значення науки як духовного феномену суспільства, то інтенція науки на створення нового знання, робить її найважливішим соціальним фактором змін у суспільстві. В цьому проявляється відмінність двох взаємодоповнюючих інтенцій соціального життя – на зміни та усталеність, на цінність інновацій для науки.

Як феномен культури наука формує особливі програми життєдіяльності. Безперечно, наука націлена на вивченні конкретних об'єктів, адже вони в більшості випадків є актуальнішими та потенційно можуть бути засвоєні в процесі людської життєдіяльності. В цьому аспекті наука не має меж: «Пізнання світу людиною завжди, у всіх своїх формах, так чи інакше пов'язане зпошуком шляхів пристосування до нього. Різні види знань та галузі науки в цьому аспекті суттєво різняться між собою» [1]. Відомо, що філософ як елемент культури зорієнтована на осмислення достовірних людських знань та їх обґрунтування. Таким чином, можна зробити висновок, що наука є формою суспільної свідомості. Виходячи з того факту, що наука не можлива без прагнення до відкриттів до пошуку нового і пояснення незвіданого, примушувало науковців заглиблюватися в логіко-математичні конструкції, формувати матеріалістично орієнтовану ідею картину світу. В той же час, нові стандарти наукових знань змушували пропонувати принципово інші філософські дослідження.

Сьогодні людина переважно орієнтується на дослідження об'єктивного світу речей, ідеальних форм та уявлень. Однак треба підкреслити, що у знанні

не можливо обійтись без суб'єктивного розуміння оцінки дійсності, формування людиною значущих цілей та їх реалізації на практиці, в житті сучасного суспільства. Одну з перших спроб аналізу співвідношення істини та її достовірності, зробили греки, створивши певною мірою основу наукових знань – логіку Аристотеля і геометрію Евкліда [2].

Хронологічно фахова зацікавленість проблемою формування науки як сфери доказового знання, намітилась і набула подальшого розвитку в XVII ст. Окремої уваги заслуговує проблематика в філософії Нового часу у гносеології. Безперервність функціонування протилежних течій у гносеології породили протилежні трактування у вирішенні ролі наукового істинного знання: емпіризм, обгрунтований Ф. Беконом і раціоналізм як універсальний світогляд, який грунтується на вірі в розум, засновником Р. Декартом [2]. Саме в період Нового часу світ поступово перетворюється на об'єкт пізнання, а свідомість, принципово інша, постає суб'єктом пізнання.

Цінність наукового розуміння розв'язання протилежних напрямів у філософській науці відіграє кардинально важливу роль у вирішенні проблем наукового знання, особливостей його розвитку в контексті історичного реконструювання всезагального характеру ідей в науці. Завдяки цьому здійснюється вагомий внесок у сферу досліджень, цілісного світобачення соціальної ідеології та розвиненості раціонального мислення і навичок наукової рефлексії, впевненості в істинності представлених наукою теоретичних положень.

Будь-який модернізаційний процес детермінується взаємодією існуючих теоретичних знань з практичними вміннями, що досягаються завдяки наполегливості людини і досвіду їх пристосування на практиці, та новими змістовими горизонтами в науці, культурі від якості якої залежить успішне функціонування модернізаційних новацій. Інтерпретування філософом нових загальних понять дає можливість і спільноті адаптуватись до нових умов оточуючого середовища, його оновлення та практичного використання наукових досягнень. Модернізаційні процеси суспільства трансформують і людські знання, набутий людиною досвід у певні правила дії. Як відомо, модернізація передбачає злам комплексу наукових понять, таким у філософії формується різноманітні методи бачення загального. Навіть незначні зміни в розвитку філософської думки, закріплюється, кристалізуються намагаючись відшукати істину, та отримати новий філософський зміст.

Націленість на пізнання та пошук істини в подальшому мають бути основою радикального розв'язання проблем життєдіяльності суспільства. Всі риси, які ідентифікують сучасне суспільство, а саме – динамічний тип розвитку, технітизація, є специфічно сучасними. На цьому тлі, можливо визначити прірву

між сьогоденням і минулим і чітко окреслити наступні тенденції: глобалізаційні зміни, універсалізуючи фактори та зростання різноманітних фрагментацій. На думку спільноти філософів, інноваційна сутність притаманна сучасній культурі, її глибинному сприйняття філософами науки. Таким чином, формуючи нову соціальну реальність науковці відштовхуються від міри відповідальності цих процесів стратегічним потребам інноваційного середовища. Наслідками еволюціонуючих механізмів трансформації є формування передумов соціально-філософських перетворень.

Інноваційний фактор є сутнісною потребою людини, що мотивує суспільство до пошуку першооснов явищ, процесів пізнання, механізмів створення світу [4]. Функціональне призначення невпинно невпинно зростаючих людських знань полягає у забезпеченні єдності і гармонії суспільства та досягнення соціальної стабільності. Похідним від цієї функції прийнято розглядати як загальні прийоми і методи узагальнення ключових змістів, ідей, фактів задля забезпечення соціального співіснування та різноманітних способів трансляції усієї інформації у часі та просторі, інтегрування особистої наукової думки до національного досвіду. Окремий випадок наукового пізнання світу, а саме всезагальних істин, досліджував М. Хайдеггер “Being and Time”. На його думку, предмет і річ відмінні. Предмети розпізнаються за ознаками функціональності. В той же час, речі оточують людину, створюючи її. Чаша не «розроблена» гончарем, а знайдена у людських долонях. У первинному філософському сенсі, річ не є символом, а самою присутністю світу. Саме в цьому полягає її сутність. Вона втілює четверицю – нерозривне єднання чотирьох початків, які обєктивуються у «Світовому древі», Раю, чотирьох стихіях, чотирьох частинах світу – дає відбутися їй, повертаючи людству досвід близькості «Буття», для чого потрібно змінити концепцію ставлення до світу в цілому [5].

Визначаючи наукові досягнення, філософія під інновацією розуміє притаманну їй здатність «вийти за межі філософського мислення, аналізувати нові проблеми та знаходити шляхи їх розв'язання [6]. Саме у використанні інновацій людство вбачає сьогодні необхідну йому умову виживання, оскільки саме вони є потужним засобом у боротьбі проти глобальних проблем і катастроф та запобігання нових природних катаклізмів.

Реагентами у пошуках нових феноменів цінностей вчені вважають саме інновації. Не випадково ефективна системи управління інноваціями та інноваційною діяльністю вимагає відповідного науково-теоретичного доробку, який спрямований на визначення та уточнення понятійно-категоріального апарату з дослідженням генези та класифікаційного реєстру інновацій [7]. Відомо, що гармонійний розвиток наукових знань існує завдяки

екстерналістським та інтерналістським факторам. Механізмами екстерналістських факторів, прийнято вважати зовнішні умови розвитку наукових знань: економічні, політичні.

Внутрішньо-природний аспект інтерналістського фактору наукової традиції, обумовлений гармонійними стосунками традиційних та інноваційних напрямах в наукових філософських пошуках. Для кожної людини та спільноти визначальними є саме гармонійне функціонування обох факторів, які забезпечують сталий розвиток суспільства та комфорт усіх його членів.

Наукова праця Т. Куна «Структура наукових революцій» визначила проблематику як таку, що потребує особливої уваги з боку філософів науки [8]. Науковців цікавить названий підхід до науково-методологічної діяльності, який дав змогу авторові зробити ґрунтовний аналіз історії науки.

Новими є бачення наукового розвитку, поділені Т. Куном на етапи «нормальної науки» та «наукових революцій». Саме етапу «нормальної науки» притаманна парадигма творчих пошуків, щодо наукових традицій. У ціх межах науковці націлюють свої зусилля та упорядкування практичного та теоретичного досвідів.

Наступний етап «наукових революцій» характеризується зміною наукової парадигми. Виражені раніше теоретичні досягнення здатні проігнорувати попередні наукові здобутки. Історичний характер цих динамічних змін пояснюють відтворення традицій та появу вже нових, відтворених. Таким чином відбувається суспільний рух, визнаний всіми науковцями в межах певного часу та обєктивований у процесі розв'язання проблем науковцями. Автор наголошує, що етап «нормальної науки» здатний згрупувати членів наукового співтовариства за умов, що вони не сумніваються істинності самої парадигми.

У випадку появи нового чуттєвого досвіду, фактів, виникає загроза порушення природного розвитку, який регулює «нормальну науку». Це може призвести до кризи науки та зумовити ситуацію, коли загрозою для неї стає неможливість нового, більш якісного етапу розвитку. Зазначені ситуації, які здатні змінити наукові парадигми, Т. Кун визначив, як наукові революції. Новостворена наукова парадигма започатковує новий, більш якісний етап розвитку «нормальної науки». Безперечно, що наукові революції змінюють світоглядні уявлення спільноти. Період наукових революцій можна визначити як новий, хоча в багатьох випадках у наукових дослідженнях застосовуються традиційні методи наукового пізнання. Для глибокого розуміння зазначених процесів характерним є той факт, що наука здатна зіставляти парадигму з обєктивованим науковим досвідом. Автор вказує на те, що історія науки формується нормальними і революційними етапами пізнання. Треба зазначити,

що вчені працюють за традиційними принципами, визначеними науковою парадигмою, здатною сформулювати акумульовані знання – парадигмальні. Саме науковим революціям людство завдячує виникненню нових здобутків у науці та наукових традицій.

Концептуальні узагальнення та теоретичні моделі, зосереджені в багаточисельних наукових традиціях вони саме і є констатуючим фактором розвитку наукових знань. На думку фізика і філософа М. Поланьї, на практиці неможливо теоретичні досягнення вчених вербалізувати, покладаючись на мовні засоби, їх необхідно підтвердити на практичних заняттях [9].

Потужність традиції в науковому пізнанні забезпечує сталість вже існуючої наукової бази. Визнанням нової наукової концепції засвідчується необхідність її осмислення з урахуванням нових точок зору науковців та виникнення і втілення наукових ідей у життя з всебічним збереженнями стандартних способів їх аналізу, впливаючого на попередні філософські знання. Принциповим для філософії є те, що наука набула якостей системності, цілісності та виробила своєрідну індустрію з виробництва наукових знань, відіграють домінуючу роль у розвитку науки сьогодення. В свою чергу, новації завжди мають прихований потенціал рушійної сили прогресу безперечно важливий для людської спільноти.

У межах філософського ракурсу необхідно наголосити на своєрідній феноменології сталого. На нашу думку сам акт пригадування містить елементи інноваційності, бо філософські знання і досвід приховані в історії людства, на різновид віртуальної сучасності, відкривають їй важливі перспективи майбутнього: «Старе», як зауважив А. Тремль – це грунт, на якому стоїмо у сучасності і з якого ми виходимо у майбутнє. З минулого походять розрізнення, за допомогою яких ми мислимо і діємо. Якщо ми забуваємо про цей грунт, наші думки та дії стають безгрунтовними. Якщо ми бажаємо зрозуміти нас самих та нашу сучасність, слід зануритися у минуле [10].

Висновки

Принципове для філософської науки значення має невпинне зростання суперечливості минулого, його тисячолітньої історії та узагальнених наукових знань і механізму успішного регулювання інноваційних змін, які в подальшому

мають бути основою радикального розв’язання проблем життєдіяльності суспільства. Як ми зазначали, процес формування науки нового типу зумовив переосмислення відношення людини до світу. Першою спробою в Новий час стала гносеологія, змінившись в ракурсі формування наукових істин та перетворення речей на об’єкти. Для досягнення функціонування розвитку наукових знань, які групуються на накопиченому істинному знанні, вкрай

важливим є збереження в науці і технологіях прийняті вченими критерії і оцінки науковості в раціональних та динамічних галузях життєдіяльності спільноти.

Основними невирішеними аспектами залишаються співвідношення інтелектуальних схем історичного наукового розвитку та соціальної свободи суб'єкта, направленої на заперечення істин і практикуцизму людської поведінки, її світоглядних уявлень. Феномен науки постає як об'єктивно обумовлена потреба філософсько-соціальної противаги в умовах глобалізованого світу. Філософський аспект відіграє вирішальну роль у формуванні сучасного наукового знання, головною метою якого є ідеалізація та абсолютизація істинного знання.

В сучасних умовах набуває важливої ролі розвиток сформованих цінностей розуму, істини та джерел пізнання з огляду на відновлення підвалин суспільного устрою.

Визначаючи зміст і характеристики філософської сучасної науки, ми маємо дотримуватись багатоаспектного підходу до всієї галузі наук, з урахуванням їх специфіки побутування у сучасному світі з точки зору психоаналізу, системності і цілісності емпіризму, стереотипне трактування філософської науки не заперечує відношення до світу як до чогось самосущого, а інкорпорує і органічно вбирає істинність всезагального характеру ідей. В цьому випадку, безперечним є роль традиції, яка здатна виконувати ускладнені соціальні функції.

Складний механізм відтворення наукових здобутків здатен забезпечити безперервність і внутрішню єдність суспільства та наукового знання.

Використані джерела

1. Семенюк Е., Мельник В. Філософія сучасної науки і техніки : підручник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 364 с.

2. Татаркевич В. Історія філософії. Т. 1. Антична і середньовічна філософія / Пер. з пол. А.Шкраб'юка. Львів : Свічадо, 1997. 456 с.

3. The Scientific Methods of Rene Descartes and Francis Bacon. URL: https://www.thingsrevealed.net/dscrtbacn.htm (дата звернення: 10.08.2025).

4. Про інноваційну діяльність : Закон України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 36, ст.266. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text (дата звернення: 12.08.2025).

5. Heidegger Martin. Being and Time / Translated by John Macquarrie & Edward Robinson. BLACIWELL Oxford UK & Cambridge USA. 1962. 590 p.

6. Хамітов Н. Філософський словник. Людина і світ / Назіп В. Хамітов, Світлана А. Крилова. 2-ге вид, випр. і допов. Київ : КНТ, 2018. 193 с.

7. Василенко В.О., Шматько В.Г. Інноваційний менеджмент: Навчальний посібник. За редакцією В.О. Василенко. Київ : ЦУЛ, Фенікс, 2003. 440 с.

8. Кун Т. Структура наукових революцій. Київ : Port-Royal, 2001. 228 с.
9. Polanyi M. Personal Knowledge Towards a Post-Critical Philosophy. London : Routledge & Kegan Paul Ltd. 1962. 503 p.
10. Treml A. Klassiker: Theorie. Academia Verlag , 1997. 195 p.
11. Ворбертон Н. Коротка історія філософії. Наш Формат, 2023. 224 с.
12. Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні : Закон України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2012, № 19-20, ст.166. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3715-17#Text (дата звернення: 12.08.2025).

d. Ph.D., Professor **Gotsalyuk Alla,**
d. Ph.D., Professor **Chornomordenko Ivan,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

FORMATION OF SCIENCE AS AN INDEPENDENT SPHERE OF KNOWLEDGE

The place of the theory of fundamental science, its dialectical interaction, the state of the practical use of scientific achievements in the field of production are investigated. Key aspects of the cognitive and transformative functions of science in scientific works on the problems of the functioning of specific production projects are considered. Special attention is paid to the phenomenon of science as a unique form of knowledge and practical transformation of reality. The factors of scientific knowledge in general and the forms of the relationship between the synthetic conditioning of science and objective-transformative human activity are described. The main attention is paid to the relationship between science and social practices, where the deep mechanisms of human development and the necessary necessity for the emergence of various production projects, their close relationship, justification, and ways of mutual influence are examined as a means of visualization. Attention is also focused on the reproduction of reality in worldview reflections carried out through the analysis of the subjective activity of cognition, reflected in the diverse forms of its practical activity, purposefulness, and multifaceted interpretation of their manifestations. The results of the study emphasize the importance of scientific knowledge, its connection with production is associated with the practical orientation of human actions, a thorough analysis of the results of labor, which contribute to the positive development of the human community and reveal the multifaceted manifestations and significance for society as a whole.

Key words: hypothesis; epistemology; determination; dialectics; methodological basis; social and scientific significance; theory of knowledge; factors of knowledge in society.

REFERENCES

1. Semenyuk E., Melnyk V. Philosophy of Modern Science and Technology: Textbook. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, 2017. 364 p.

2. Tatarkevych V. History of Philosophy. T. 1. Ancient and Medieval Philosophy / Translated from Polish by A. Shkrab'yuk. Lviv: Svichado, 1997. 456 p.

3. The Scientific Methods of Rene Descartes and Francis Bacon. URL: https://www.thingsrevealed.net/dscrtbacn.htm (accessed: 10.08.2025).

4. On innovative activity: Law of Ukraine. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), 2002, No. 36, p. 266. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15#Text (access date: 12.08.2025).

5. Heidegger Martin. Being and Time / Translated by John Macquarrie & Edward Robinson. BLACIWELL Oxford UK & Cambridge USA. 1962. 590 p.

6. Khamitov N. Philosophical Dictionary. Man and the World / Nazip V. Khamitov, Svitlana A. Krylova. 2nd ed., corrected and supplemented. Kyiv: KNT, 2018. 193 p.

7. Vasylenko V.O., Shmatko V.G. Innovative Management: Textbook. Edited by V.O. Vasylenko. Kyiv: TsUL, Fenix, 2003. 440 p.

8. Kuhn T. The Structure of Scientific Revolutions. Kyiv: Port-Royal, 2001. 228 p.

9. Polanyi M. Personal Knowledge Towards a Post-Critical Philosophy. London : Routledge & Kegan Paul Ltd. 1962. 503 p.

10. Treml A. Klassiker: Theorie. Academia Verlag , 1997. 195 p.

11. Warburton N. A Short History of Philosophy. Our Format, 2023. 224 p.

12. On Priority Areas of Innovation Activity in Ukraine: Law of Ukraine. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR), 2012, No. 19-20, p. 166. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3715-17#Text (access date: 12.08.2025).

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.485-498
УДК 72:004.946
к.філос.н. доцент **Покотило К.М.,**
pokotylo.km@knuba.edu.ua. ORCID: 0000-0002-7428-5411,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФЕНОМЕНОЛОГІЯ ЯК МЕТОДОЛОГІЯ ДЛЯ VR У АРХІТЕКТУРІ: ВІД СПРИЙНЯТТЯ ПРОСТОРУ ДО СТВОРЕННЯ ІМЕРСИВНОГО ДОСВІДУ

Розглянуто феноменологію як методологічну основу для використання віртуальної реальності (VR) у архітектурі. Показано, що феноменологічний підхід – зосереджений на безпосередньому переживанні простору та ролі людського тіла у сприйнятті – здатен поглибити розуміння архітектурного простору у VR середовищах. Проаналізовано внесок класиків феноменології (Е. Гуссерля, М. Мерло-Понті, М. Гайдеггера) та архітекторів-теоретиків (Ю. Палласмаа, К. Норберг-Шульца, С. Холла, А. Переса-Гомеса) у формування парадигми 'живого' просторового досвіду. Окрему увагу приділено сучасним дослідженням, які поєднують VR і феноменологію архітектури. Зокрема, розглянуто, як принципи феноменології – тілесність сприйняття, 'буття-в-світі' та 'дух місця' – можуть бути інтегровані в VR-дизайн для створення імерсивного середовища, що забезпечує ефект присутності та емоційну залученість користувача. Наведено приклади наукових експериментів з VR у архітектурі, що дозволяють виміряти вплив світла, кольору, матеріалу та атмосфери на сприйняття простору. Висновки підтверджують, що феноменологія є ефективною методологією для розроблення архітектурних VR-досвідів, орієнтованих на людину, а її застосування відкриває нові перспективи у проектуванні та освіті архітекторів.

Ключові слова: феноменологія; віртуальна реальність; архітектура; сприйняття простору; іммерсивність; присутність; тілесність.

Постановка проблеми:

Сучасна архітектурна практика все ширше використовує технології віртуальної реальності (VR) для візуалізації та перевірки проектних рішень. VR дозволяє “перенестися” у створений проектний простір і пережити його ще до реалізації. Однак постає проблема: чи забезпечує така цифрова репрезентація справжнє переживання простору, чи це лише візуальна симуляція? Традиційно архітектори покладалися на креслення і рендери, що часто редукують простір до геометричних форм. У VR з’являється шанс повернутися до першопочаткового, живого сприйняття – того, що досліджує феноменологія. Феноменологічний підхід, заснований Едмундом Гуссерлем, закликає “повернутися до самих речей”, до безпосереднього досвіду світу. В контексті архітектури це означає зосередитися не лише на абстрактній формі будівлі, але й на тому, як простір сприймається людиною в її “життєвому світі” [1].

Наразі спостерігається відставання глибинного розуміння простору від стрімкого розвитку VR-технологій. Архітектурні VR-моделі часто фокусуються на візуальній правдоподібності, залишаючи поза увагою тілесний, сенсорний та

екзистенційний вимір перебування у просторі. Як зауважує практикуючий архітектор Андреа Іон Кожокару, багато VR-досвідів наразі створюються без достатнього розуміння простору: “VR – це просторовий досвід, що стосується того, як відчуваєш своїм тілом простір”[2]. Відтак, постає науково-практична проблема: як поєднати феноменологічну методологію з VR у архітектурі, щоб покращити якість імерсивного досвіду та відповідність його реальному людському сприйняттю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблематика феноменології архітектури бере початок у працях філософів-феноменологів та була розвинута архітектурними теоретиками другої половини XX століття. Засновник феноменології Е. Гуссерль увів поняття “життєвого світу” (Lebenswelt) – довколишньої реальності, даної нам у безпосередньому досвіді[1]. Цей підхід наголошує, що наукова абстракція не повинна витісняти живе людське переживання. Учень Гуссерля М. Мерло-Понті досліджував роль тіла у сприйнятті, стверджуючи: “тіло є носієм буття у світі”[3, с. 82]. За Мерло-Понті, людина існує у просторі через рух і відчуття власного тіла, яке слугує “вікном” у світ. Інший визначний феноменолог, Мартін Гайдеґґер, увів поняття “буття-в-світі” та досліджував екзистенційне значення простору. У есеї “Будувати, проживати, мислити” він підкреслив, що “бути людиною – значить мешкати”, тобто перебувати на землі як смертний, у способі проживання [4, с. 313–331]. Гайдеґґер ілюстрував, що архітектура повинна не просто “вміщувати” людину, а забезпечувати можливість осілого, змістовного життя – “пробуття” у просторі.

Ідеї філософів були сприйняті архітекторами. Так, Крістіан Норберг-Шульц спирається на Гайдеґґера у книзі “Genius Loci: до феноменології архітектури”, обґрунтовуючи концепцію “духу місця” – невловимого характеру простору, що робить кожне місце унікальним і змістовним для людини [6]. За Норберг-Шульцем, завдання архітектора – увидимити геній місця, створити “значущі місця, допомагаючи людині мешкати” [6, с. 313]. Фінський архітектор Югані Палласмаа критикував сучасний дизайн за “тиранію ока” і закликав повернути архітектурі багаточуттєвість. У книзі “Очі шкіри” він стверджує, що архітектура пізнається в тілесному зануренні у простір і час, усіма органами чуття [5]. Палласмаа показав, що зоровий гегемонізм модернізму відчужує людину, тоді як справжня архітектура повинна апелювати і до дотику, слуху, запаху, тяжіння тощо [5]. З його точки зору, проектування стало надмірно цифровим і пласким: “комп’ютер робить дизайн пасивною візуальною маніпуляцією, перетворюючи процес на сітківкову подорож” [5]. Ці зауваження особливо актуальні в епоху VR, коли існує ризик обмежити досвід лише стереозоровим “вау-ефектом”.

Інші автори також збагатили феноменологічний дискурс в архітектурі. Стівен Холл у співавторстві з Палласмаа і Перес-Гомесом досліджував сенсорні й інтуїтивні аспекти простору у збірці “Questions of Perception”. Холл поетично описував, як звук крапель води у темряві старовинної руїни створює у нашій уяві цілий об’єм простору – “простір, окреслений слухом, стає порожниною, вирізьбленою всередині розуму” [7]. Альберто Перес-Гомес, історик архітектури, наголошує на емоційній та тілесній основі архітектурного переживання. Він вважає, що в добу технократії архітектуру слід “перенастроїти” на людські цінності, відновити її зв’язок з почуттями та етикою journals.uclpress.co.uk. Перес-Гомес, спираючись на ідеї Гуссерля і Мерло-Понті, стверджує, що архітектура – це “емоційне, тілесне і чуттєве явище”, яке об’єднує логіку і почуття [8].

З розвитком технологій з’явилися дослідження, що поєднують феноменологію з VR. Філософ техніки Дон Ідє (Don Ihde) заклав основи постфеноменології, яка розглядає технології як медіатори між людиною і світом [9]. Він визначив чотири базові типи взаємодії “людина-технологія-світ” [9]. Зокрема, в ембодимент-відношенні технологія діє як продовження тіла (як окуляри, що “прозорі” для користувача) [9]. У випадку VR це означає, що шолом і контролери можуть стати “невидимим” розширенням органів чуття, занурюючи людину у штучний світ. Водночас VR створює і альтериті-відношення: користувач взаємодіє всередині віртуального середовища, яке заміщує реальний світ[9]. Постфеноменологічний підхід підкреслює взаємне формування суб’єкта і об’єкта у процесі такої медіації[10].

Практичні експерименти підтверджують цінність феноменології для VR у архітектурі. Архітекторка Кінтія Чамілоторі використала VR для дослідження впливу денного світла на атмосферу приміщення [12]. В її експериментах учасники перебували як у реальних кімнатах, так і в їхніх VR-аналогах; відстежувались рухи голови, області підвищеної уваги, суб’єктивні відчуття [12]. Це дозволило науково проаналізувати, які патерни світла і тіні викликають відчуття привабливості або дискомфорту у просторі [12]. В іншому дослідженні VR поєднали з фізичним впливом на тіло: добровольців занурювали у віртуальне середовище з різними кольорами стін, одночасно змінюючи температуру повітря, щоб з’ясувати взаємодію зорового і термічного сприйняття [12]. Такі роботи продовжують феноменологічну традицію в емпіричному полі: вони трактують простір як переживання, цілісно сприйняте тілом і свідомістю, і намагаються виміряти це переживання засобами VR.

В освітній сфері також зростає інтерес до феноменології VR. Звичайний курс для студентів-архітекторів, описаний Матео Веджетті, де VR застосували як інструмент навчання феноменології простору [13]. Протягом курсу студенти

послідовно досліджували феномени порогу, поля, синестезії, атмосфери, орієнтації – кожен з цих аспектів вони спершу аналізували теоретично (спираючись на Мерло-Понті, Гайдеґґера, Палласлмаа тощо), а потім моделювали і переживали у VR [13]. З'ясувалося, що VR ефективно передає тонкі просторові ефекти – наприклад, відчуття різних типів архітектурних порогів (межі між зовнішнім і внутрішнім, приватним і публічним), або ж "атмосфер" приміщення, що залежать від світла, матеріалу, масштабу [13]. Веджетті підкреслює: у всіх вправах червоною ниткою було "взаємодія тіла і простору", адже кожне явище розкривалось через тілесний досвід у VR [13]. Цей педагогічний експеримент підтвердив, що принципи феноменології можна успішно перекладати у практичну площину засобами віртуальної реальності, роблячи їх ближчими та зрозумілішими для архітекторів-практиків.

Отже, аналіз літератури показує, що існує міцне підґрунтя для синтезу феноменології та VR у архітектурі. Класичні теорії наголошують на важливості тілесного, смислового переживання простору, а сучасні дослідження демонструють можливості VR у цій сфері. Проте залишається відкритим питання методології: як саме інтегрувати феноменологічні принципи у процес створення VR-досвідів, які інструменти і показники використовувати для оцінки "глибини" сприйняття, як врахувати мультисенсорні аспекти. Метою даної статті є сформулювати відповіді на ці питання.

Формулювання цілей статті:

Виходячи з окресленої проблематики та стану досліджень, метою статті є обґрунтувати феноменологію як ефективну методологію для створення і оцінки архітектурних VR-досвідів. Задля досягнення цієї мети передбачено такі завдання: (1) узагальнити ключові феноменологічні принципи, релевантні архітектурному проєктуванню (пріоритет живого сприйняття, ролі тіла, місця та атмосфери); (2) проаналізувати, як ці принципи можуть бути втілені у VR-технологіях – на етапах дизайн-концепції, моделювання та користувацького інтерфейсу; (3) розробити рекомендації щодо людиноцентричного VR-дизайну в архітектурі, що забезпечує справжню присутність і емоційний зв'язок з простором; (4) окреслити перспективи подальших досліджень, зокрема впровадження мультисенсорних VR-систем та феноменологічних критеріїв оцінки проектних рішень.

Таким чином, стаття має на меті синтезувати теорію і практику: зв'язати феноменологічну філософію простору з сучасними інструментами VR. Результати дослідження будуть корисні як для архітекторів-практиків, що прагнуть підвищити якість проектування через VR, так і для науковців, які вивчають вплив цифрових середовищ на сприйняття простору.

Виклад основного матеріалу дослідження:

Феноменологічні засади просторового досвіду. Феноменологія виходить з визнання того, що простір розкривається нам не як абстрактна геометрія, а як живий світ переживань. Е. Гуссерль розрізняв наукову картину світу і світ, який ми відчуваємо повсякденно – безпосередній, даний нам "до будь-якої наукової інтерпретації"[1]. Цей життєвий світ включає і просторові явища: масштаб предметів у їх людській пропорції, близькість чи віддаленість, текстури, світло і тіні – усе те, що формує нашу інтуїтивну "сцену" існування. В архітектурі життєвий світ проявляється, наприклад, у відчутті затишку старої кімнати чи, навпаки, відч отчуження в бездушному офісному приміщенні. Гуссерль закликав дослідників описувати феномени такими, як вони дані у досвіді, утримуючись від нашарування теоретичних понять. Цей підхід отримав назву "епохе" (покладання в дужки упереджень) і є корисним інструментом для дизайнера: означає поставити себе на місце пересічної людини у просторі, відчути його заново.

Моріс Мерло-Понті розвинув гуссерлівські ідеї, зробивши акцент на тілесності сприйняття. Він доводив, що наше тіло – не просто фізичний об'єкт у просторі, а носій свідомості, "виразка" нашого існування. Через рухи, жести, тактильний контакт ми "вписуємося" в оточення. Відомий афоризм Мерло-Понті: "Моє тіло – це загальна середина, за допомогою якої я маю світ"[3]. Отже, простір набуває значень тільки у відношенні до тіла: висота стелі оцінюється тим, чи можемо ми до неї дотягтися рукою; широта площі – тим, скільки кроків треба зробити, щоб її перетнути. Мерло-Понті ввів поняття тілесної схеми – сукупності неусвідомлених знань про можливості власного тіла, які ми застосовуємо у дії. У VR-досвіді тілесна схема може змінюватися: якщо, скажімо, людина отримує віртуальний аватар високого зросту або зовсім інші пропорції, це вплине на те, як вона сприймає простір (стіни можуть здаватися нижчими, кімнати – тіснішими тощо). Феноменологічна методологія спонукає дизайнера VR враховувати такі ефекти: архітектурний простір у VR має бути масштабований і налаштований під реальні розміри та сенсорні можливості користувача, щоби зберегти достовірність переживання.

М. Гайдеґґер у своїх працях про простір підкреслював його екзистенційну значущість. Він вводить термін "простір проживання" (dwelling), відмінний від абстрактного математичного простору. Для Гайдеґґера "простір відкривається тоді, коли людина мешкає", тобто активно і смислово освоює місце [4]. Цей процес наділення простору смислом він пояснював через приклади: міст, перекинутий через ріку, впорядковує навколишній ландшафт і з'єднує береги, утворюючи місце; старовинна садиба в горах формує навколо себе цілий світ селянського буття. Гайдеґґер вводить чотири складники "пробуття" – землю, небо, божественне і смертне – які символічно присутні в кожному істинному

місці. Хоча ці образи поетичні, для архітекторів із них випливає важливий урок: простір завжди включає людину і контекст, це не порожня сцена для довільних форм. У VR-середовищах інколи спостерігається протилежне – дизайнери створюють ефектні, але семантично порожні простори (наприклад, абстрактні футуристичні ландшафти), що не дають точки опори людині. Феноменологічний підхід вимагав би наділити навіть фантастичне VR-середовище зрозумілою "логікою місця": це може бути досягнуто через референції до реального досвіду (гравітація, горизонти, межі), через наявність об'єктів-прив'язок (дерево, двері, стіни, які задають масштаби і напрямки) тощо.

Феноменологія в архітектурі і принципи для VR. Архітектурна феноменологія, спираючись на згаданих філософів, висуває низку принципів, що актуальні й для VR-дизайну:

- Мультисенсорність простору. Ю. Палласмаа та С. Холл переконливо показали, що архітектура впливає не лише на зір, а й на інші відчуття [5;7]. Реальне відвідування будівлі – це симфонія вражень: температура повітря, відлуння кроків, фактура перил під долонею, запах деревини або каменю. У VR технологічно домінує візуальний і аудіоканал, але існують спроби залучити й інші: тактильний зворотній зв'язок (через контролери), імітація вітру вентилятором, навіть система для передавання запахів. Феноменологічна методика закликає використовувати максимум можливих каналів: "світ і я постійно взаємно формуємо одне одного; немає тіла без простору, як і простору без тіла, що його сприймає"[5]. Для VR це означає, що реакція користувача (рух, дія) має викликати зміну середовища, й навпаки – середовище повинно впливати на відчуття користувача. Наприклад, якщо у VR-кімнаті є віртуальне вікно з сонячним промінням, додатковий тепловий або світловий стимул у реальності підсилить ефект присутності.
- Збалансування "око-розуму" і "руки-тіла". Багато дослідників (Палласмаа, Перес-Гомес) критикували надмірно раціональний, "декартів" підхід до проектування[8]. У цифрову епоху ця проблема проявляється як пристрасть до параметричних форм, складних алгоритмів, що часом відірвані від людського масштабу і сприйняття. Феноменологія наполягає на синтезі інтелекту й інтуїції. В архітектурній VR-практиці це може означати, що при моделюванні простору слід постійно тестувати його "з середини" – занурюватися у VR-модель і перевіряти, чи комфортно ходити, чи не викликають пропорції відчуття тривоги або, навпаки, нудьги. Цей процес подібний до ручного ескізування чи ліплення макету, коли архітектор фізично відчуває форму. Як писав Палласмаа, "малювання від руки ставить дизайнера у тактильний контакт із простором, уявний образ моделюється нашим втіленим

уявленням”[5]. Аналогічно, “малювання” простору безпосередньо у VR (наприклад, за допомогою інструментів на кшталт Gravity Sketch) може забезпечити більш інтуїтивний, тілесно осмислений результат, ніж сухе моделювання на екрані монітора[5].

- Геній місця та атмосфера. Феноменологічний підхід вимагає уважності до контексту і душевного настрою простору. К. Норберг-Шульц підкреслював, що кожне місце має певну “атмосферу”, яку ми відчуваємо цілісно, ще до раціонального аналізу. Він називав це “поетичним образом” місця. В архітектурному VR ми теж повинні приділяти увагу формуванню атмосфери – через світло, кольори, масштаб, звук. Наприклад, той самий VR-інтер’єр може бути зроблений затишним і спокійним за рахунок м’якого теплого освітлення і приглушених звуків, або ж холодним і відчуженим при різкому білому світлі та гулкому відлунні. Атмосфера тісно пов’язана з емоціями: як відзначала Чамілоторі, несвідомі реакції користувачів (на рівні рухів голови, напряму погляду) багато говорять про сприйняття атмосфери простору [11]. Отже, феноменологічна методологія пропонує використовувати VR не лише для презентації форми, а й для тестування атмосфери майбутніх будівель. Це нова можливість: раніше архітектори мусили покладатися на уяву і аналогії, щоб передбачити емоційний ефект простору, а VR дозволяє створити його прообраз і спостерігати реакцію реальних людей.
- Присутність і “втілення” у VR. Однією з цілей VR у архітектурі є досягнення ефекту присутності, коли користувач почувається ніби справді “на місці”. Феноменологія поглиблює це поняття: присутність розглядається як втілене переживання, а не лише перцептивна ілюзія. Шон Ґаллаґер – дослідник когнітивної науки і феноменолог – зазначає, що у VR можливий “феноменальний розрив” між місцезнаходженням фізичного тіла і відчуттям себе у віртуальному тілі [15]. Проте рухи людини залишаються узгодженими: реальне тіло і аватар взаємопов’язані, відтак не відбувається повної дисоціації[15]. Іншими словами, хоча користувач може відчувати себе, приміром, на вершині віртуальної гори, його ноги все одно стоять на підлозі кімнати, і мозок це частково усвідомлює. Феноменологічний підхід підказує шлях до посилення присутності: потрібно максимально зблизити дії і відчуття у віртуальному і реальному світів. Це досягається природністю інтерфейсу (мінімізацією “опосередкування”). Як зазначає М. Гансен, сучасні технології мають не стільки створювати ілюзії, скільки розширювати межі втіленої людської дії [14]. Він вводить поняття “змішаної реальності” як такого стану, де тіло не губиться, а водночас діє у реальному і цифровому просторах [14]. Практично це означає, що VR-система має дозволяти користувачу рухатися, взаємодіяти руками, озиратися – задіяти всі можливі моторно-сенсорні

здібності, замість прив'язувати його до контролера з кількома кнопками. Саме високий ступінь свободи і агентності породжує відчуття реальності VR-світу[14]. Ідеально, коли користувач може в VR не лише оглядатися, а й, наприклад, нахилятися, торкатися об'єктів (через тактильний відгук), переміщувати предмети. Тоді його тілесна схема адаптується до віртуального середовища і приймає його за продовження реального світу.

Застосування феноменологічної методології у VR-проєктуванні. На практичному рівні, інтеграція феноменології у VR для архітектури може відбуватися на трьох основних етапах:

1. Концептуальний дизайн з урахуванням досвіду користувача. Архітектору доцільно ще на початку проекту визначити, які цінності й переживання має викликати простір. Чи це буде місце спокійного споглядання, чи активного руху, чи сакрального піднесення? Феноменологічні категорії – такі як центр vs. периферія, закрите vs. відкрите, світло vs. темрява – можуть стати лексикою на цій стадії. Формуючи концепцію, архітектор мислить не лише формою, а й сценаріями перебування людини. У VR ці сценарії можна одразу перевіряти: наприклад, змоделювати декілька варіантів розташування входу і відчути, як це впливає на сприйняття порогу (threshold). Веджетті описує, як студенти експериментували з порогами у VR, влаштовуючи різні переходи між просторами і обговорюючи їх сприйняття однокурсниками [13]. Такий дизайн-через-досвід відповідає феноменологічному підходу більше, ніж креслення чи рендери.

2. Реалізація VR-середовища з увагою до деталей присутності. Створюючи VR-модель, слід активно залучати звукові ефекти, адже слуховий простір, як писав Холл, "вирізьблює порожнину у темряві" і додає об'ємності[7]. Наприклад, у VR-музеї можна передати різницю атмосфери порожнього залу і залюдненого: тиша проти гулу голосів, різні типи еха. Матеріали поверхонь варто налаштовувати не лише візуально, а й через фізичні властивості: скрип дощок під ногами, глухий стук по ковру, віддзеркалення звуку від мармурових стін. Це всі ті "другорядні" нюанси, що насправді визначають автентичність місця. Також корисно впровадити інтерактивність: відчинення дверей рукою, що дає вібрацію контролера, або ввімкнення світла рухом – такі речі підсилюють втіленість користувача у середовище. Феноменологічна якість VR значно зростає, коли користувач може проявити себе у просторі, залишити "слід" – посунути стілець, відкрити вікно, запалити свічку. Це перетворює його з пасивного спостерігача на співтворця місця, що відповідає екзистенційному розумінню простору як середовища життя.

3. Оцінка і коригування проекту на основі феноменологічних критеріїв. Після того, як VR-модель створено, її слід випробувати і зібрати

суб'єктивні враження потенційних користувачів (або колег). Тут феноменологія пропонує якісний інструментарій опису: можна попросити описати простір у термінах настрою, комфорту, образів, що виникають. Наприклад: "відчуваю себе захищеним, як у печері" чи "простір давить, хочеться вийти назовні". Такі відгуки вказують, чи досягнуто бажаного genius loci. Також можна кількісно фіксувати певні параметри: Чамілоторі, як згадувалося, відстежувала рухи голови – на що люди найчастіше дивляться[11]. Якщо, скажімо, у VR-інтер'єрі з великим панорамним вікном користувачі майже не озираються на нього, можливо, щось не так з композицією – вид нецікавий чи увага перетягується іншим. Феноменологічний підхід стимулює такі запитання і тонке налаштування простору під людське сприйняття. У результаті архітектор може внести зміни до реального проекту: відкоригувати висоту світлового отвору, додати тактильних матеріалів, змінити колір стен. Таким чином, VR слугує лабораторією феноменології – місцем, де можна безпечно експериментувати з просторовими властивостями і одразу бачити наслідки для переживання.

Обмеження і перспективи. Незважаючи на великі можливості, поточний рівень VR має і обмеження, які важливо усвідомлювати, впроваджуючи феноменологічну методологію. По-перше, повнота мультисенсорного досвіду все ще обмежена: смак, нюх, дотик (на рівні температури, фактури) здебільшого лишаються поза симуляцією або імітуються умовно. Ця проблема стимулює дослідження у галузі "immersive analytics" – пошуку шляхів включення додаткових сенсорних каналів. Уже зараз існують прототипи, що генерують запахи у VR для імітації, наприклад, аромату дерева в інтер'єрі або квітів у саду. У майбутньому, з розвитком технологій, ми можемо отримати практично повну симуляцію присутності, і тоді феноменологічний підхід стане ще необхіднішим, аби скерувати цю потужність у бік покращення людського досвіду, а не перевантаження його штучними стимулами. По-друге, є етичне питання: VR здатна викликати дуже сильні переживання, вводити людину у стан, де стирається межа між реальним і віртуальним [10]. Постає відповідальність архітектора і дизайнера VR – які світи ми створюємо і ким користувач стає у цих світах [10]. Постфеноменологія пропонує запитувати: "який світ розкриває та чи інша технологія і як вона змінює наше буття"[10]. Наприклад, архітектурна VR, що ідеалізує шикарні порожні інтер'єри, може формувати у глядача споживацьке ставлення, тоді як VR, яка показує затишні, живі простори з історією, навпаки, виховує цінування людського масштабу. Тож феноменологічна методологія включає й критичну рефлексію над контентом VR: чи справді він відповідає людським екзистенційним потребам – у домівці, в місці для спільнот, в зв'язку з природою?

Перспективним напрямком є подальше поєднання VR з нейронауками і психологією для кількісної оцінки переживань. Уже є досліди, де в VR вимірюють рівень стресу/спокою за біомаркерами, активність мозку при різних архітектурних впливах тощо. Це дозволить підкріпити феноменологічні якісні описи об'єктивними даними, створивши повнішу картину сприйняття простору. Втім, у центрі уваги має лишатися суб'єкт – людина як цілісна істота. Як підсумував Альберто Перес-Гомес, архітектура – це про любов, емоцію та участь, а не лише про утилітарність[8]. VR в архітектурі повинна служити цьому ж – поглибленню нашого переживання і любові до простору, а не відриву від нього.

Висновки з цього дослідження та перспективи подальших розвідок:

Розглянувши феноменологічний підхід у світлі сучасних VR-технологій, можна зробити такі висновки:

1. Феноменологія забезпечує людиноцентричну основу для VR у архітектурі. Вона нагадує, що кінцевою метою архітектурного проекту є не форма сама по собі, а досвід, який ця форма викликає у людини. Принципи феноменології – життєвий світ, втілене сприйняття, перебування, дух місця – дають методологічний каркас для розробки VR-сценаріїв, орієнтованих на користувача. Замість того, щоб оцінювати VR-простір за рівнем фотореалізму чи складності моделі, феноменологія пропонує критерії комфортності, атмосфери, відповідності глибинним потребам (безпеки, орієнтації, спільності тощо).

2. Інтеграція феноменологічних принципів у процес проектування підвищує якість імерсивного досвіду. Впровадження VR на ранніх стадіях дає змогу проектувальникам "приміряти" простір на себе, подібно до того, як швець міряє взуття. Це допомагає виявити приховані проблеми ергономіки і сприйняття, які складно побачити на кресленнях. Результатом є більш "людяні" просторові рішення. З іншого боку, готові VR-презентації, зроблені з урахуванням феноменології, справляють сильніше враження на замовників та користувачів: вони викликають емоційний відгук, залишають у пам'яті чіткі образи.

3. Феноменологія і VR утворюють синергію в освітньому процесі архітекторів. Студенти, досліджуючи феномени простору у VR, краще засвоюють абстрактні поняття "атмосфера", "пороговість", "місце". VR надає наочність феноменологічному аналізу, а феноменологія надає змістовність VR-моделям. Це вказує на перспективу створення навчальних курсів, де майбутні архітектори з ранніх етапів звикають мислити проект проекологічно (тобто очима і відчуттями користувача).

4. Перенесення феноменологічних досліджень у VR відкриває нові наукові горизонти. З'являється можливість експериментально перевіряти гіпотези про вплив різних параметрів простору на свідомість. Такі експерименти можуть проводитися в контрольованих умовах VR-лабораторій, що раніше вимагало б будівництва фізичних прототипів або ж лишалося на рівні теоретичних міркувань. Таким чином, архітектурна феноменологія набуває емпіричної основи, що посилює її аргументи і робить більш переконливою для інженерно орієнтованих кіл.

Перспективи подальших розвідок вбачаються у міждисциплінарному підході. Поєднання з нейронаукою, психологією середовища, антропологією дозволить глибше зрозуміти механізми формування "почуття місця" у VR і в реальності. Варто досліджувати вплив VR-досвідів на поведінку користувачів після повернення у реальний світ (наприклад, чи візит до VR-макету міста підвищує почуття прив'язаності до справжнього міського середовища). Окремим напрямом є розробка нових інтерфейсів для більш повного залучення тіла – костюмів з тактильним зворотним зв'язком, бігових доріжок для ходьби у VR тощо. Усе це має йти поруч з етичною рефлексією, щоби VR залишалася інструментом розширення, а не збіднення людського досвіду.

На завершення слід підкреслити: феноменологія не протистоїть технологіям, вона служить компасом, який не дасть згубити у віртуальних світах найважливіше – людське обличчя архітектури, ту глибоку відповідність простору нашим відчуттям і мріям, заради якої врешті й існує архітектура як мистецтво створення середовища для життя.

Список джерел:

1. Гуссерль Е. Криза європейських наук і трансцендентальна феноменологія / пер. з нім. Д. Скляднєва. - Київ: Вид. дім «Стилос», 2004. - 400 с.
2. Cojocaru A. The Phenomenology of Architecture & How VR is Revolutionizing Spatial Design // Voices of VR Podcast. - 2018. - № 719. - 7 грудня. - Режим доступу: https://voicesofvr.com/719-the-phenomenology-of-architecture-how-vr-is-revolutionizing-spatial-design-intuition/#:~:text=started%20to%20just%20try%20out,body%20in%20a%20certain%20space (дата звернення: 05.09.2025).
3. Мерло-Понті М. Феноменологія сприйняття / пер. з фр. О. Йосипенко. - Київ: Юніверс, 2001. - 576 с.
4. Гайдеґґер М. Будувати, проживати, мислити / пер. Т. Возняка // Возняк Т. Тексти та переклади. - Харків: Фоліо, 1998. - С. 313–331.
5. Pallasmaa J. The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses. - Chichester: Wiley, 2005.
6. Norberg-Schulz C. Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture. - New York: Rizzoli, 1980.
7. Holl S., Pallasmaa J., Pérez-Gómez A. Questions of Perception: Phenomenology of Architecture. - San Francisco: William Stout, 2006.

8. Pérez-Gómez A. Architecture and the Crisis of Modern Science. - Cambridge, MA: MIT Press, 1983.
9. Ihde D. Technology and the Lifeworld: From Garden to Earth. - Bloomington: Indiana University Press, 1990.
10. Vindenes J., Wasson B. A Postphenomenological Framework for Studying User Experience of Immersive Virtual Reality // Frontiers in Virtual Reality. - 2021. - Vol. 2. - Режим доступу: https://www.frontiersin.org/journals/virtual-reality/articles/10.3389/frvir.2021.656423/full (дата звернення: 05.09.2025).
11. How VR Is Helping Researchers Understand the Phenomenology Behind Light in Architecture // ArchDaily. - 2017. - 17 вересня. - Режим доступу: https://www.archdaily.com/879817/how-vr-is-helping-researchers-understand-the-phenomenology-behind-light-in-architecture#:~:text=the%20Laboratory%20of%20Integrated%20Performance,by%20the%20Velux%20Stiftung%20Foundation (дата звернення: 05.09.2025).
12. Musca T., Stott R. How VR Is Helping Researchers Understand the Phenomenology Behind Light in Architecture // ArchDaily. - 2017. - 17 вересня. - Режим доступу: https://www.archdaily.com/879817/how-vr-is-helping-researchers-understand-the-phenomenology-behind-light-in-architecture#:~:text=the%20Laboratory%20of%20Integrated%20Performance,by%20the%20Velux%20Stiftung%20Foundation (дата звернення: 05.09.2025).
13. Vegetti M. Phenomenology of space and virtual reality: an experimental course for students in architecture // AN-ICON Studies in Environmental Images. - 2022. - Vol. 2(II). - P. 184–229. - New York: Routledge, 2006.
14. Gallagher S. How the Body Shapes the Mind. - Oxford: Oxford Un-ny Press, 2005.
15. Luo L., Zhang W. Phenomenological Reflection on Architectural VR Technology // Proceedings (MDPI). - 2017. - Vol. 1, No. 3. - P. 122.
16. Chamilothori K. How VR is helping researchers understand the phenomenology behind light in architecture // ArchDaily. - 2017. - 17 вересня. - Режим доступу: https://www.archdaily.com/879817/how-vr-is-helping-researchers-understand-the-phenomenology-behind-light-in-architecture (дата звернення: 05.09.2025).
17. Cojocaru A. The Phenomenology of Architecture & How VR is Revolutionizing Spatial Design // Voices of VR Podcast. - 2018. - № 719. - 7 грудня. - Режим доступу: https://voicesofvr.com/719-the-phenomenology-of-architecture-how-vr-is-revolutionizing-spatial-design-intuition/ (дата звернення: 05.09.2025).

Ph.D., Associate Professor **Kostiantyn Pokotylo,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

PHENOMENOLOGY AS A METHODOLOGY FOR VR IN ARCHITECTURE: FROM SPATIAL PERCEPTION TO IMMERSIVE EXPERIENCE

The article examines phenomenology as a methodological foundation for applying virtual reality (VR) in architecture. It argues that a phenomenological approach—focused on embodied spatial experience and the role of the human body in perception—deepens the understanding of architectural space in VR environments. The contributions of classical phenomenologists (E. Husserl, M. Merleau-Ponty, M.

Heidegger) and architectural theorists (J. Pallasmaa, C. Norberg-Schulz, S. Holl, A. Pérez-Gómez) are analyzed in shaping the paradigm of 'living' spatial experience. Special attention is given to contemporary research that integrates VR and architectural phenomenology. The article highlights how phenomenological principles—embodiment, being-in-the-world, and genius loci—can be applied in VR design to create immersive environments that enhance presence and emotional engagement. Examples of experimental studies in VR are discussed, demonstrating how light, color, materiality, and atmosphere affect spatial experience. The findings confirm that phenomenology provides an effective methodology for designing human-centered architectural VR experiences and opens new perspectives for both architectural practice and education.

Keywords: phenomenology; virtual reality; architecture; spatial perception; immersion; presence; embodiment.

REFERENCES

1. Husserl, E. (2004) The Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology. Translated from German by D. Skliadnieva. Kyiv: Stylos. {in Ukrainian}

2. Cojocaru, A. (2018) ‘The Phenomenology of Architecture & How VR is Revolutionizing Spatial Design’, Voices of VR Podcast, Episode 719, 7 December. Available at: https://voicesofvr.com/719-the-phenomenology-of-architecture-how-vr-is-revolutionizing-spatial-design-intuition/ (Accessed: 5 September 2025). {in English}

3. Merleau-Ponty, M. (2001) Phenomenology of Perception. Translated from French by O. Yosypenko. Kyiv: Yunivers. {in Ukrainian}

4. Heidegger, M. (1998) ‘Building, Dwelling, Thinking’, in Vozniak, T. (ed.) Texts and Translations. Kharkiv: Folio, pp. 313–331. {in Ukrainian}

5. Pallasmaa, J. (2005) The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses. Chichester: Wiley. {in English}

6. Norberg-Schulz, C. (1980) Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture. New York: Rizzoli. {in English}

7. Holl, S., Pallasmaa, J. and Pérez-Gómez, A. (2006) Questions of Perception: Phenomenology of Architecture. San Francisco: William Stout. {in English}

8. Pérez-Gómez, A. (1983) Architecture and the Crisis of Modern Science. Cambridge, MA: MIT Press. {in English}

9. Ihde, D. (1990) Technology and the Lifeworld: From Garden to Earth. Bloomington: Indiana University Press. {in English}

10. Vindenes, J. and Wasson, B. (2021) ‘A Postphenomenological Framework for Studying User Experience of Immersive Virtual Reality’, Frontiers in Virtual Reality, 2. Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.656423/full (Accessed: 5 September 2025). {in English}

11. ArchDaily (2017) ‘How VR Is Helping Researchers Understand the Phenomenology Behind Light in Architecture’, 17 September. Available at: https://www.archdaily.com/879817/how-vr-is-helping-researchers-understand-the-phenomenology-behind-light-in-architecture#:~:text=the%20Laboratory%20of%20Integrated%20Performance,by%20the%20Velux%20Stiftung%20Foundation (Accessed: 5 September 2025). {in English}

12. Musca, T. and Stott, R. (2017) ‘How VR Is Helping Researchers Understand the Phenomenology Behind Light in Architecture’, ArchDaily, 17 September. Available at: https://www.archdaily.com/879817/how-vr-is-helping-researchers-understand-the-phenomenology-behind-light-in-architecture#:~:text=the%20Laboratory%20of%20Integrated%20Performance,by%20the%20Velux%20Stiftung%20Foundation (Accessed: 5 September 2025). {in English}

13. Vegetti, M. (2022) ‘Phenomenology of space and virtual reality: an experimental course for students in architecture’, AN-ICON Studies in Environmental Images, 2(II), pp. 184–229. {in English}

14. Hansen, M. B. N. (2006) Bodies in Code: Interfaces with Digital Media. New York: Routledge. {in English}

15. Gallagher, S. (2005) How the Body Shapes the Mind. Oxford: Oxford University Press. {in English}

16. Luo, L. and Zhang, W. (2017) ‘Phenomenological Reflection on Architectural VR Technology’, Proceedings *(MDPI)*, 1(3), p. 122. {in English}

17. Chamilothori, K. (2017) ‘How VR is helping researchers understand the phenomenology behind light in architecture’, ArchDaily, 17 September. Available at: https://www.archdaily.com/879817/how-vr-is-helping-researchers-understand-the-phenomenology-behind-light-in-architecture (Accessed: 5 September 2025). {in English}

18. Cojocaru, A. (2018) ‘The Phenomenology of Architecture & How VR is Revolutionizing Spatial Design’, Voices of VR Podcast, Episode 719, 7 December. Available at: https://voicesofvr.com/719-the-phenomenology-of-architecture-how-vr-is-revolutionizing-spatial-design-intuition/ (Accessed: 5 September 2025). {in English}

Зміст

Шкуратов О.І. ……. 5

Архітектура та містобудування

Булкін М.М. *Новітні тенденції інтергації закладів початкової освіти у житлові комплекси* ……... 6

Лепешко А.А. *Функціонально-планувальна організація територій підприємств з виготовлення паливних пелет та брикетів* …… 15

Намчук О.В. *Принципи зовнішнього штучного освітлення фасадів пам'яток архітектури* ……. 24

Олійник О.П., Абрамюк І.Г., Губаніщев О.В. *Просторовий аналіз громадських підземних об'єктів на засадах сталого розвитку* …… 38

Осиченко Г.О. *Концепція "Genius loci" к. Норберга-Шульца* …… 54

Будівництво та цивільна інженерія

Бабін В.І., Самченко Р.В., Юхименко А.І. *Технологічної особливості для використання 3D-друку у будівництві* …….. 67

Бошган А.В., Приходько Д.О., Іванина О.М., Науменко К.В. *Класифікація напрямів і моделей диверсифікації у будівельній галузі в інвестиційній, технологічній, продуктовій та регіональній орієнтації* ……. 77

Васильєва Г.Ю., Зварич О.А., Чередніченко О.П. *Часово-просторовий аналіз та моделювання затримок громадського транспорту на вулично-дорожній мережі міст* ……. 88

Голик Й.М., Микайло О.А. *Аналіз конструктивних рішень водонапірних башт Закарпаття: стан, надійність та перспективи модернізації* ……... 97

Данілов С.Ю., Стельмах О.В., Кривда К.Є., Науменко Є.В. *Теоретичні основи мультиагентного моделювання у системах управління трудовими ресурсами з акцентом на міждисциплінарну інтеграцію та поведінкову складову* ……... 110

Зяхор Д.О., Грабчак Д.В., Устинов Є.Б., Сокуров А.В. *Визначення критеріїв та індикаторів ефективності реалізації будівельно-інвестиційних проектів у сучасних умовах* ……. 122

Куліков О.П. *Аналіз історичних витоків міста Одеса та його містобудівної концепції* ……. 133

Молодько О.В., Івахненко І.С., Шепета М.О., Пилипчук В.В. *Підходи до оптимізації організаційно-управлінських рішень у будівельно-інвестиційних проектах* …… 148

Перегінець І.І., Дікарєв К.Б., Юрченко Є.Л., Сопільняк А.М. *Інституційні та поведінкові аспекти підвищення енергоефективності процесів будівельного виробництва* ……... 160

Цимбалістий Ю.В., Козак А.А., Балабан О.М., Щербань Б.М. *Формування парадигмального апарату організаційного проєктування з урахуванням структурних, процесних і рольових компонентів* ……. 172

Човнюк Ю.В., Приймаченко О.В., Чередніченко П.П., Остапущенко О.П., Кравченко І.М. *Аналіз коливань (вібрації) конструктивних елементів вантажопідйомних механізмів і машин* ……..... 182

Шаманський С.Й., Шаманська Л.Р. *Підвищення безпеки праці шляхом управління ризиками при організації процесів водовідведення* ……. 206

Штиль А.М., Горбач М.В., Коломієць В.В., Пелехатий Р.М. *Теоретичні засади застосування цифрових технологій у процесах оцінювання будівельної діяльності* ……... 218

Геодезія та землевпорядкування

Мамедов З.Г. *Регресійний аналіз вторинного ринку нерухомого майна на прикладі приватного сектору Кривого Рогу* …….. 229

Нестеренко О.В., Літяк К.В. *Загальний огляд нормативно-правових актів, що регулюють функціонування розумних сміттєзбірників у концепції розумного міста* …… 242

Патракеєв І.М., Нафєєв Р.К., Зіборов В.В., Міхно О.Г. *Системний аналіз сталого розвитку міського середовища на основі метаболічного підходу* …. 258

Толмачова А.В., Прокопенко Н.І., Сербов М.Г. *Вдосконалення структури землекористування територіальних громад на основі геодезичного моделювання та аналітики* …….. 281

Економіка

Ананко Є.І., Якимчук І.М., Бодянський О.В., Єлін В.В. *Ідентифікація ключових параметрів групування стейкхолдерів у житловому будівництві* …….. 296

Біденко Д.В., Предун К.М., Кирпач В.І. *Функціонально-структурний аналіз інфраструктурних елементів підтримки інновацій на будівельних підприємствах* …… 308

Микитченко Б.М., Петруха Н.М., Гроголь В.Я., Мовчан М.М. *стратегічний інструментарій та механізми підвищення економічної стійкості девелоперських компаній в умовах нестабільності ринку* ……. 319

Мухін А.А., Чуприна Х.М., Гега С.Ю., Мовсесян А.С. *Концептуальні напрями розвитку інституційних моделей управління кластерами будівельної галузі в контексті державно-приватного партнерства* ……... 330

Ніколайко Д.М., Рижакова Г.М., Легков В.В., Кривущенко С.Ф. *Виявлення критичних екологічних компонентів у структурі процесно-технологічного середовища будівельного виробництва* ……... 342

Менеджмент

Кузьміч Я.Л., Тормосов Р.Ю., Верченко В.М., Саргсян В.Г. *Проблемно-аналітична оцінка чинників, що зумовлюють потребу трансформації логістичного менеджменту будівельних підприємств* ……. 355

Луценко Б.О., Дружиніна І.В., Футніков В.О., Пасєков А.Д. *Еволюція теоретичних підходів до аналізу активів будівельних підприємств у контексті житлової девелоперської діяльності* …….. 366

Малихіна О.М., Микитченко Б.М., Мовчан М.М., Кривущенко С.Ф. *Інженерна підготовка будівництва як складова інфраструктурної реалізації проєкту: зміст, структура, роль у процесі зведення* ……. 377

Різун Д.Ю., Поколенко В.О., Герасимчук Я.Л., Тищенко М.І. *Коригування економічних та управлінських характеристик підприємства за допомогою BIM-моделювання* …….. 392

Політологія

Перегуда Є.В. *Демократичний недоповорот українського націоналізму чи спроба зазирнути у маніпулятивну демократію?* ……. 404

Степанюк І.Л. *Реформування державної житлової політики в умовах війни* ... 417

Публічне управління та адміністрування

Білий Б.В. *Правовий статус та адміністративні функції цифрової екосистеми DREAM як інструменту публічного управління у процесі відбудови України* …. 433

Ємельянова О.М. *Актуальні проблеми реалізації державної політики у сфері містобудування* …….. 453

Нікітін В.В. *Управління в умовах надзвичайних ситуацій: досвід України під час війни* …….. 465

Філософія

Гоцалюк А.А., Чорноморденко І.В. *Формування науки як самостійної сфери знання* …….. 475

Покотило К.М. *Феноменологія як методологія для VR у архітектурі: від сприйняття простору до створення імерсивного досвіду* ……. 485

Наукове видання

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Випуск 14

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 24.09.2025 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.