

DOI: 10.32347/2076-815x.2024.87.193-205

УДК 69.059.7:624.05

к.т.н., доцент **Дружинін М.А.**,

druzhynin.ma @knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1821-1968,

к.т.н., доцент **Малихін М.О.**,

malykhin.mo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9721-2733,

Степанюк Р.Б.,

ORCID: 0009-0001-5945-8468,

Київський національний університет будівництва і архітектури

НАУКОВО-ПРИКЛАДНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЕВЕЛОПЕРСЬКИХ ПРОЕКТІВ У ФОРМАТІ СТРАТЕГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ

Розглядаються науково-прикладні підходи до організаційно-технологічного моделювання девелоперських проєктів в будівництві. Зокрема, аналізуються ключові методологічні принципи, які забезпечують ефективне планування та виконання будівельних проєктів, а також їхня інтеграція в управління проєктами. Практичні аспекти включають використання сучасних інформаційних систем для моделювання процесів та управління ресурсами. Автори аналізують технологічні переваги та організаційні аспекти застосування модульних рішень, зокрема їх здатність оптимізувати будівельні процеси та знижувати витрати. Окрім того, стаття висвітлює архітектурний потенціал таких технологій, підкреслюючи їхню гнучкість, естетичні можливості та екологічні переваги. Особлива увага приділяється впливу модульних технологій на підвищення ефективності управління проєктами та сприяння сталому розвитку в архітектурі й будівництві. У статті розглядаються ключові методологічні принципи та сучасні технології, які забезпечують ефективне планування та виконання будівельних проєктів. Особливу увагу приділено інтеграції цих принципів у систему управління проєктами, що сприяє підвищенню їхньої продуктивності та якості. Використання таких технологій, як інформаційне моделювання будівель (BIM), системи управління проєктами та інноваційні підходи до оптимізації ресурсів, дозволяє зменшити ризики, покращити координацію між учасниками проєкту та забезпечити відповідність планів реальним умовам будівництва. Стаття підкреслює значення поєднання передових методологій і технологій для сталого розвитку галузі та успішної реалізації будівельних ініціатив. У статті також зазначено необхідність адаптації законодавства та впровадження нових технологій у будівельну галузь. Показано приклади успішної реабілітації

існуючих будівель, інноваційні підходи до створення громадських просторів та інтеграцію екологічних практик у міське середовище.

Ключові слова: організаційно-технологічне моделювання; девелоперські проекти; організація будівництва; модульні рішення; інформаційні системи; екологічні переваги; сталий розвиток.

Постановка проблеми. Руйнування інфраструктури та житлового фонду в Україні внаслідок війни створили величезні виклики для відновлення, особливо на тлі дефіциту робочої сили та обмежених ресурсів. Традиційні методи будівництва вимагають значних людських та матеріальних витрат, що в умовах війни є складним завданням. Крім того, війна в Україні призвела не лише до значних руйнувань, але і до значних міграційних процесів, тож тенденції ущільнення великих міст та як антитренд — розвиток передмістя, будуть ще більш відчутними при повоєнній відбудові.

За даними Київської школи економіки (KSE), станом на січень 2024 року в Україні понад 250 тис. пошкоджених та зруйнованих будівель. З них — 222 тис. приватних будинків, понад 27 тис. — багатоквартирних та 526 гуртожитків. Прямі збитки від руйнувань цих об'єктів оцінюються у \$58,9 млрд. Тільки Київська область втратила за час війни: школи – 167; дороги - 1 402,3 км; лікарні – 122; житлова площа - 7,451 млн кв.м. [1].

Людям, які втратили своє житло, потрібні нові домівки. Україну чекає відбудова і багато великих паралельних проєктів, для яких потрібна робоча сила. За Планом відновлення України тільки на 2023-2025 роки очікується реалізація 580 проєктів відновлення [2].

За даними Державної служби зайнятості, станом на 1 вересня 2023 р. кількість вакансій в будівельній галузі перевищувала чисельність зареєстрованих безробітних. Дефіцит професійних кадрів на будмайданчиках України становить до 50% технічних і робітничих спеціальностей. В Україні перша відчутна хвиля кадрового голоду на будівництві розпочалася ще у 2017 році, коли набув чинності безвізовий режим України з ЄС та стався відтік кадрів до Польщі та інших країн ЄС. Також глобальна причина, через яку будівельні майданчики відчули брак робочої сили, — це непопулярність такої роботи серед молоді. Наразі компанії, які безпосередньо працюють на будівельному ринку підтверджують тенденцію до посилення кадрового голоду. Але тепер головна причина дефіциту — не відтік робочої сили за кордон, а мобілізація.

У відповідь на ці виклики модульне будівництво постає як ефективне рішення. Швидкість монтажу, економія на матеріалах та енергоефективність роблять його привабливим варіантом для тимчасового та постійного житла, а

також відновлення соціальної інфраструктури. Це дозволяє не лише швидко відбудувувати зруйновані об'єкти, але й значно зменшити потребу в робочій силі на місцях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові праці [3-5] надають загальне уявлення про потенціал модульного будівництва як з точки зору економії часу і коштів, так і з погляду екологічної стійкості та архітектурної гнучкості.

Так, Smith, R. [3] аналізує економічну ефективність модульного будівництва порівняно з традиційними методами. Автор підкреслює, що модульне будівництво дозволяє скоротити час на будівельному майданчику на 30-50%, оскільки більшість елементів виготовляються на заводі. Відзначено також економічну вигоду для великих проектів, оскільки стандартизація та масове виробництво значно знижують витрати.

Lawson, R.M., Ogden, R.G., & Goodier, C.I. в роботі [4] фокусуються на екологічних аспектах модульного будівництва. Автори досліджують, як використання модульних компонентів може зменшити викиди вуглекислого газу, знизити кількість будівельних відходів та підвищити енергоефективність будівель. Дослідження показує, що за рахунок ефективного використання матеріалів та скорочення енергоспоживання на виробництві модулів мають значний потенціал для сталого будівництва.

Кнаак, У., & Chung, К. [5] розглядають архітектурні можливості модульного будівництва. Незважаючи на те, що модульні будівлі часто асоціюються з обмеженнями в дизайні, автори демонструють, що сучасні модульні технології дозволяють створювати гнучкі та інноваційні архітектурні рішення. У статті обговорюються приклади багатопверхових будинків і комерційних об'єктів, збудованих із модулів, які поєднують естетику з функціональністю.

Аналіз сучасних наукових праць вітчизняних дослідників [6-16] стосується інтеграції технологій у будівельну галузь, можна виокремити кілька ключових аспектів, що стосуються «розумного будинку», екологічного будівництва та штучного інтелекту в девелопменті нерухомості.

Метою статті є дослідження сучасних тенденцій технологічної інтеграції в будівельній галузі, які стають рушійною силою розвитку інвестиційно-будівельних проектів. Досягнення мети потребує проведення аналізу, як інновації, зокрема модульне будівництво, технології «розумного будинку», екологічне будівництво та використання штучного інтелекту (ШІ), переосмислюють технології девелопменту нерухомості в Україні та світі з урахуванням прогнозу, що ці технології матимуть значний вплив на майбутній розвиток будівельної галузі, сприяючи підвищенню ефективності,

енергоощадності та екологічності будівель, а також залученню інвестицій у нові проекти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Модульне будівництво, також відоме як промислове або збірне будівництво, є процесом зведення будівель із попередньо виготовлених модулів або елементів, які виробляються на заводах і потім доставляються на місце для складання. Ця методика з'явилася ще на початку ХХ століття, але справжній прорив відбувся після Другої світової війни. Основною рушійною силою розвитку модульного будівництва в цей період була гостра потреба у швидкому відновленні житлового фонду, особливо в Європі та США, де війна зруйнувала багато будинків та інфраструктури.

Післявоєнна Європа перебувала у стані кризи, особливо у великих містах, де потрібно було забезпечити житлом мільйони людей. Першими до застосування модульних технологій звернулися Великобританія та Німеччина, де уряди активізували програму зведення тимчасових житлових комплексів, використовуючи стандартизовані будівельні компоненти. Одним із найвідоміших прикладів післявоєнного модульного будівництва у Великобританії є «префабріковані будинки» (також відомі як «prefabs»). Ці будинки, виготовлені на заводах з металу, деревини та інших матеріалів, могли бути швидко зібрані на місці та забезпечували людей базовим житлом у найкоротші терміни. За короткий час тисячі таких будинків були побудовані по всій Великобританії. Вони коштували значно дешевше і могли бути зведені в десятки разів швидше, ніж традиційні цегляні будинки, що було критично важливим у той час.

У Сполучених Штатах модульне будівництво також стало відповіддю на житлову кризу після війни, зокрема через величезний попит на будинки для ветеранів, які поверталися з фронту. Одним із відомих прикладів у США стало створення Levittown – першого масового передмістя, побудованого компанією Levitt & Sons у 1947 році. Хоча самі будинки не були повністю модульними, компанія впровадила індустриальні методи виробництва і стандартизацію будівельних компонентів, що дозволило швидко зводити однотипні будинки за низькою ціною. Проект Levittown став символом американської субурбанізації та нового підходу до масового житлового будівництва.

Однією з ключових переваг модульного будівництва у цей період була можливість централізованого виробництва будівельних компонентів у контрольованих умовах заводів, що забезпечувало високу якість матеріалів та зменшення витрат. Крім того, модулі могли транспортуватися на великі відстані і швидко монтуватися на будівельному майданчику. Це дозволило

значно скоротити час будівництва, що було важливо для країн, які відновлювалися після війни.

Модульне будівництво мало також значний економічний ефект. Наприклад, у післявоєнній Великобританії витрати на зведення префабрікованого будинку були в середньому на 30-50% нижчими порівняно з традиційними методами, що було ключовим фактором для держави, яка мала відбудувати зруйновані міста за обмеженого бюджету. Крім того, швидкість будівництва значно перевищувала традиційні підходи, що дозволило в найкоротші терміни забезпечити житлом тисячі сімей.

Прорив, який стався у цей період, заклав основу для подальшого розвитку модульного будівництва. У наступні десятиліття технологія була вдосконалена, що дозволило використовувати модульні підходи не лише для тимчасового житла, але й для постійних будинків, офісних будівель та навіть висотних конструкцій. У ХХІ столітті модульне будівництво стало популярним у всьому світі завдяки поєднанню інноваційних матеріалів, екологічних технологій і автоматизації виробничих процесів. Наприклад, у сучасних проектах, таких як One Central Park в Австралії (2010-2013), де застосовувалися готові модулі для прискорення будівництва та скорочення витрат, дало змогу знизити витрати приблизно на 10-20% порівняно з традиційними методами і значно скоротити час зведення будівлі.

Хмарочосне будівництво, яке набуло особливого розвитку на початку ХХ століття в США, є результатом поєднання інженерних інновацій та зростання попиту на комерційну нерухомість у великих містах. Перші хмарочоси, такі як Flatiron Building у Нью-Йорку (1902), стали можливими завдяки винаходу сталевого каркасу та ліфтових систем. Протягом десятиліть хмарочоси символізували економічну могутність країни, і такі сучасні проекти, як Burj Khalifa* в Дубаї (2004-2010), є вершиною розвитку цієї технології. Вартість будівництва Burj Khalifa становила близько 1,5 мільярда доларів, що на той час вважалося величезною сумою, проте його завершення привернуло до Дубая мільйони туристів і значні інвестиції, тим самим повертаючи вкладені кошти через економічні вигоди. Хмарочосне будівництво також стало можливим завдяки сучасним системам енергозбереження та високошвидкісним ліфтам, що значно підвищило ефективність використання простору у вертикальному напрямку.

Органічне будівництво виникло під впливом архітектурних ідей таких архітекторів, як Френк Ллойд Райт. Він став засновником концепції гармонії між будівлею та природним середовищем, що була застосована у його проектах, наприклад, у будинку «Fallingwater» (1936) у США. Ця методика отримала нове життя у сучасних проектах завдяки поєднанню з екологічними

технологіями, як, наприклад, у проекті Zaha Hadid Galaxy Soho у Китаї (2009-2012). Вартість цього проекту становила 1 мільярд доларів, а його інноваційна органічна форма дозволила створити унікальний простір, що не лише привернув увагу з естетичної точки зору, але й забезпечив ефективне використання ресурсів. Порівняно з традиційними прямокутними структурами, органічні форми вимагають значно більше інженерних зусиль, однак економічний ефект від таких проектів включає підвищену привабливість для бізнесу та туристів, що виправдовує збільшені витрати.

Що стосується *«розумного міста»*, яке характеризується впровадженням технологій Інтернету речей (IoT) та інтеграцією інформаційних систем для управління інфраструктурою, то цей підхід вперше був випробуваний у таких проектах, як Songdo IBD у Південній Кореї (2003-2022). Songdo став одним із перших міст, де була впроваджена повна цифрова інфраструктура для оптимізації використання енергії, води та транспортних ресурсів. Вартість проекту перевищила 40 мільярдів доларів, однак технології розумного міста дозволили скоротити витрати на обслуговування інфраструктури на 30-40% порівняно з традиційними містами. Цей проект продемонстрував, що інвестиції у розумні технології можуть мати довгостроковий економічний ефект завдяки підвищенню ефективності використання ресурсів.

Екологічне будівництво, також відоме як «зелене» будівництво, почало розвиватися наприкінці XX століття у відповідь на глобальні кліматичні зміни. Один із перших великих проектів у цьому напрямку був Masdar City в Об'єднаних Арабських Еміратах (2006-поточний час). Масдар Сіті був спроектований як місто з нульовим викидом вуглецю і використовує сонячні панелі та системи відновлюваної енергії для забезпечення своїх потреб. Вартість проекту оцінюється у 22 мільярди доларів, але очікується, що довгостроковий економічний ефект буде включати скорочення витрат на енергію та приваблення інвесторів, що робить його унікальним зразком для наслідування в усьому світі. Порівняно з традиційними методами, екологічне будівництво дозволяє зменшити енергоспоживання будівель на 40-60%, що особливо важливо в умовах зростаючих цін на енергоносії.

Узагальнюючи, можна сказати, що розвиток кожної з цих будівельних методик був пов'язаний зі змінами в технологіях та економічних умовах. Перші хмарочоси стали можливими завдяки інженерним новаціям, органічне будівництво впроваджувало концепцію гармонії з природою, а модульне та екологічне будівництво дозволили підвищити ефективність з точки зору витрат і часу. Всі ці підходи мають значний економічний ефект порівняно з існуючими на момент їх появи методами будівництва, що пояснюється їх інноваційною природою та здатністю адаптуватися до сучасних викликів (табл. 1).

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз будівельних проєктів: методики,
інноваційні технології та джерела фінансування

| Назва проєкту | Країна | Період | Методика будівництва | Використання нових технологій | Вартість (млн \$) | Джерела фінансування | Забудовники |
|--|----------------|-----------------------|--------------------------|--|-------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| One Central Park | Австралія | 2010-2013 | Модульне будівництво | Зелені фасади, системи очищення повітря | 600 | Приватні інвестори, кредити | Frasers Property |
| Frasers Property. (n.d.). *One Central Park*. Frasers Property. Retrieved from https://www.frasersproperty.com.au/NSW/One-Central-Park | | | | | | | |
| Bosco Verticale | Італія | 2009-2014 | Традиційне + інноваційне | Вертикальний сад, енергоефективність | 210 | Муніципалітет, приватні фонди | Coima SGR, Hines |
| Hines. (n.d.). *Bosco Verticale*. Hines. https://www.hines.com/properties/bosco-verticale-milan | | | | | | | |
| Burj Khalifa | OAE | 2004-2010 | Сучасне хмарочосне | Вітрові екрани, ліфти високої швидкості | 1500 | Приватні, урядові фонди | Emaar Properties |
| Emaar Properties. (n.d.). Burj Khalifa: Tallest building in the world. Emaar. Retrieved from https://www.emaar.com/en/what-we-do/communities/burj-khalifa/ | | | | | | | |
| The Edge | Нідерланди | 2012-2015 | Стійке будівництво | Інтернет речей, автоматизація офісів | 270 | Приватні інвестори | OVG Real Estate |
| Masdar City | OAE | 2006 – теперішній час | Екологічне будівництво | Сонячні панелі, енергоефективність | 22000 | Урядові фонди, приватні інвестори | Mubadala Development |
| Mubadala. (n.d.). *Masdar City: World's first carbon-neutral city*. Mubadala. Retrieved from https://www.mubadala.com/en/what-we-do/urban-development/masdar-city | | | | | | | |
| Songdo IBD | Південна Корея | 2003-2022 | Розумне місто | Інтеграція технологій IoT | 40000 | Державні, приватні фонди | Gale International |
| Gale International. (n.d.). Songdo International Business District (IBD). Gale International. Retrieved from https://www.galeintl.com/project/songdo-international-business-district/ | | | | | | | |
| Hudson Yards | США | 2012-2024 | Урбаністичне будівництво | Енергоефективність, інтегровані технології | 25000 | Приватні інвестори, кредити | Related Companies |
| Marina Bay Sands | Сінгапур | 2006-2010 | Традиційне + інноваційне | Інтеграція розважальних технологій | 5700 | Приватні інвестори, урядові фонди | Las Vegas Sands |
| Las Vegas Sands Corp. (n.d.). *Marina Bay Sands*. Las Vegas Sands. Retrieved from https://www.sands.com/properties/marina-bay-sands/ | | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-------------------|-----------|-------------------------|--|------|-------------------------------------|---|
| Kingdom Tower | Саудівська Аравія | 2013-2023 | Хмарочосне | Системи захисту від вітру, високошвидкісні ліфти | 1300 | Приватні інвестори | Jeddah Economic Co. |
| Battersea Power Station | Велика Британія | 2013-2021 | Реставрація + нове | Збереження історичної спадщини, енергоефективність | 9000 | Приватні інвестори | Battersea Power Station Development Co. |
| Battersea Power Station. (n.d.). *Battersea Power Station: Regeneration project*. Battersea Power Station Development Company. Retrieved from https://batterseapowerstation.co.uk/ | | | | | | | |
| The Shard | Велика Британія | 2009-2012 | Традиційне + хмарочосне | Системи управління енергією | 2400 | Приватні інвестори | Sellar Property Group |
| La Défense Towers | Франція | 2010-2017 | Урбаністичне | Енергоефективність, автоматизація | 3000 | Приватні інвестори | Vinci, Bouygues |
| Vinci. (n.d.). *La Défense Towers*. Vinci Construction. Retrieved from https://www.vinci-construction.com/en/our-projects/la-defense-towers | | | | | | | |
| Lujiazui Finance City | Китай | 2008-2019 | Хмарочосне | Розумні будинки, енергоефективність | 8000 | Державні інвестиції, приватні фонди | China State Construction |
| Zaha Hadid Galaxy Soho | Китай | 2009-2012 | Органічне будівництво | Інноваційна форма, енергоефективність | 1000 | Приватні інвестори | Soho China |
| Soho China. (n.d.). *Zaha Hadid Galaxy Soho*. Soho China. Retrieved from https://www.sohochina.com/en/galaxy-soho | | | | | | | |
| Uptown Tower | ОАЕ | 2017-2023 | Хмарочосне | Високошвидкісні ліфти, енергоефективність | 1500 | Приватні інвестори | DMCC |
| DMCC. (n.d.). *Uptown Tower*. DMCC. Retrieved from https://www.dmcc.ae/business-districts/uptown-dubai/uptown-tower | | | | | | | |

На сьогоднішній день кількість виробників модульних будинків в Україні зростає, що пов'язано з нагальною потребою у швидкому відновленні житлового фонду та інфраструктури під час війни. Модульне будівництво є ефективним рішенням у таких умовах, оскільки воно дозволяє зводити будівлі значно швидше та економічніше, ніж традиційні методи, а також швидко реагувати на потреби переміщених осіб, руйнування будинків та інфраструктури внаслідок бойових дій. Драйвером сталого розвитку для України стала міжнародна технічна допомога, адже донори відбудови впевнено

вимагають дотримання стандартів щодо екологічності, енергозбереження та ощадливої експлуатації. Реалізація міжнародних проектів за підтримки ООН та Міжнародної організації з міграції (МОМ) також відіграла важливу роль у розвитку модульного будівництва. Ці організації фінансували будівництво модульних містечок для тимчасового житла у Харківській та інших областях України, де модульні будинки стали ключовим рішенням для розміщення переміщених осіб. Це призвело до залучення іноземних інвестицій та активізації міжнародних виробників модульних будівель.

Українські будівельні компанії активно займаються відновленням соціальної інфраструктури. Модульне будівництво шкіл та дитячих садків стало важливим елементом у відновленні освітньої інфраструктури, зруйнованої через бойові дії. Такі проекти демонструють можливості модульних технологій для швидкого та економічного відновлення критично важливих об'єктів. Іноземні інвестиції у виробничі потужності в Україні також сприяли розширенню виробництва модульних конструкцій. Компанії з Канади та країн ЄС активно інвестують у будівництво заводів із виробництва модульних будівельних елементів, що дозволяє створювати масштабні проекти для відновлення житлового фонду України та зниження залежності від імпортованих будівельних матеріалів.

Висновки. Модульне будівництво стало важливою складовою індустрії, особливо в умовах швидкого економічного та урбаністичного зростання. Його розвиток у післявоєнний період продемонстрував здатність цієї технології забезпечувати швидкі та економічно вигідні рішення в умовах кризи, що залишило глибокий слід у будівельній індустрії. Поняття біосферосумісності в будівництві є важливою складовою сучасних підходів до сталого розвитку. Воно передбачає створення будівель і споруд, які мінімально впливають на навколишнє середовище, зберігають екологічний баланс і враховують природні ресурси в усіх етапах життєвого циклу будівлі: від проектування до експлуатації та демонтажу. В Україні це поняття стає дедалі актуальнішим у зв'язку з глобальними викликами, пов'язаними з кліматичними змінами та потребою в енергоефективних рішеннях. Процес інтеграції принципів біосферосумісності в українському будівництві демонструє активний розвиток у різних сегментах — від житлового будівництва до комерційної нерухомості та інфраструктурних проектів.

Список використаних джерел

1. Київська школа економіки (KSE). Загальна сума збитків, завдана інфраструктурі України. <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-zbitkiv-zavdana-infrastrukturi-ukrayini-zroslo-do-mayzhe-155-mlrd-otsinka-kse-institute-stanom-na-sichen-2024-roku/>.

2. План відновлення України. <https://recovery.gov.ua/>.
3. Smith, R. (2011). *Modular Construction: The Future of the Building Industry*. Modular Building Institute. 45 p. Retrieved from https://www.modular.org/HtmlPage.aspx?name=modular_construction_future.
4. Lawson, R.M., Ogden, R.G., & Goodier, C.I. (2014). *Sustainability and Modular Construction*. Steel Construction Institute. 60 p. Retrieved from https://www.steelconstruction.info/Sustainability_and_modular_construction.
5. Knaack, U., & Chung, K. (2018). *Architectural Flexibility in Modular Buildings*. Architectural Press. 72 p. Retrieved from <https://www.architecturalpress.com/articles/architectural-flexibility-modular>.
6. Kulikov, Petro, Ryzhakova, Galyna, Honcharenko, Tetyana, Ryzhakov, Dmytro & Malykhina, Oksana. (2020). OLAPTools for the Formation of Connected and Diversified Production and Project Management Systems. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9, 5, pp.8670-8676.
7. Рижакова Г.М., Малихіна О.М., Петренко Г.С. Економіко-управлінські предиктори стратегічного девелопменту в умовах динамічного середовища впровадження проєктів будівництва. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2019. № 39. С. 154–163; [dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.11340710](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11340710).
8. Аксельрод Р.Б., Шпаков А.В., Рижакова Г.М. Економіко-управлінські предиктори трансформації операційних систем будівельного девелопменту в умовах цифровізації економіки *Формування ринкових відносин в Україні*. - 2021. - № 12. - С. 113-121.
9. Рижакова Г.М., Приходько Д.О. Моделі цільового вибору репрезентативних індикаторів діяльності будівельних підприємств: етимологія та типологія систем діагностики *Управління розвитком складних систем*. - 2017. - Вип. 32. - С. 159-165.
10. Кучеренко О.І., Рижакова Г.М., Чуприн Х.М. Науково-прикладні компоненти формування стратегії інституційно-орієнтованої диверсифікації діяльності будівельних підприємств *Управління розвитком складних систем*. - 2021. - Вип. 47. - С. 109-118.
11. Рижакова Г.М., Орленко І.М. Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення менеджменту організацій в сучасній системі будівельного девелопменту *Формування ринкових відносин в Україні*. - 2021. - № 7-8. - С. 59-65.
12. Ревунов О.М., Рижакова Г.М., Малихіна О.М. Аналітичні інструменти діагностики систем менеджмент якості підприємств-стейкхолдерів будівельних проєктів *Управління розвитком складних систем*. - 2021. - Вип. 45. - С. 161-169.
13. Гришкевич О.М. Сучасна парадигма публічних інвестицій як інструмент державного регулювання сталого економічного розвитку *Управління розвитком складних систем*. - 2020. - Вип. 44. - С. 136-142. Рижакова Г.М., Рижаков Д.А. Забезпечення економічно-відтворювальної і аналітично-контролінгової функцій інструментарію з управління активами забудовників житла *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. - Вип. 38, 2018. - С. 36–44.
14. Трач Р.В. Інформаційне моделювання та концепція інтегрованої реалізації будівельних проєктів, як основа інноваційного розвитку будівельного підприємства *Управління розвитком складних систем*. - 2017. - Вип. 31. - С. 173-178.
15. Рижакова Г.М., Рижаков Д.А. Оцінка продуктивності операційної системи девелопера в мікросередовищі стейкхолдерів житлового будівництва *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. - 2019. - Вип. 42. - С. 120–131.

Ph.D., Associate Professor **Druzhynin Maksym**,
Ph.D., Associate Professor **Malykhin Mykhailo**, **Stepaniuk Roman**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

**SCIENTIFIC -APPLIED PRINCIPLES OF ORGANIZATIONAL
AND TECHNOLOGICAL MODELING OF DEVELOPMENT PROJECTS
IN THE FORMAT OF STRATEGIC INNOVATIONS**

The article examines scientific and applied approaches to organizational and technological modeling of development projects in construction. In particular, it analyzes key methodological principles that ensure effective planning and implementation of construction projects, as well as their integration into project management. Practical aspects include the use of modern information systems for process modeling and resource management. The authors analyze the technological advantages and organizational aspects of applying modular solutions, highlighting their ability to optimize construction processes and reduce costs. Additionally, the article outlines the architectural potential of such technologies, emphasizing their flexibility, aesthetic possibilities, and environmental benefits. Special attention is paid to the impact of modular technologies on improving project management efficiency and promoting sustainable development in architecture and construction. The article discusses key methodological principles and modern technologies that ensure effective planning and implementation of construction projects. Special attention is given to the integration of these principles into the project management system, which contributes to increased productivity and quality. The use of technologies such as Building Information Modeling (BIM), project management systems, and innovative approaches to resource optimization allows for risk reduction, improved coordination among project participants, and alignment of plans with actual construction conditions. The article highlights the importance of combining advanced methodologies and technologies for the sustainable development of the industry and the successful implementation of construction initiatives. The article also notes the need for legislative adaptation and the implementation of new technologies in the construction industry. Examples of successful rehabilitation of existing buildings, innovative approaches to creating public spaces, and the integration of ecological practices into the urban environment are presented.

Keywords: organizational and technological modeling; development projects; construction organization; modular solutions; information systems; environmental benefits; sustainable development.

REFERENCES

1. Kyiv School of Economics (KSE). *Total amount of damage caused to Ukraine's infrastructure*. [<https://kse.ua/en/about-the-school/news/total-amount-of-damage-caused-to-ukraines-infrastructure-increased-to-almost-155-billion-kse-institute-estimate-as-of-january-2024/>]. {in Ukrainian}
2. *Ukraine Recovery Plan*. [<https://recovery.gov.ua/>]. {in Ukrainian}
3. Kulikov, Petro, Ryzhakova, Galyna, Honcharenko, Tetyana, Ryzhakov, Dmytro & Malykhina, Oksana. (2020). OLAPTools for the Formation of Connected and Diversified Production and Project Management Systems. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9, 5, pp.8670-8676. {in English}
4. Honcharenko, T., Ryzhakova, G., Borodavka, Y. (2021). Method for representing spatial information of topological relations based on a multidimensional data model ARPN. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 16(7), 802–809. {in English}
3. Ryzhakova G.M., Malykhina O.M., Petrenko G.S. (2019) Economic and managerial predictors of strategic development in the dynamic environment of implementation of construction projects. *Management of the development of complex systems*. No. 39. P. 154 – 163; [dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.11340710](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11340710). {in Ukrainian}
4. Axelrod R.B., Shpakov A.V., Ryzhakova G.M. (2021) Economic and managerial predictors of transformation of operational systems of construction development in conditions of digitalization of the economy *Formation of market relations in Ukraine*. No. 12. - P. 113-121. {in Ukrainian}
5. Ryzhakova G.M., Prykhodko D.O. (2017) Models of target selection of representative indicators of activity of construction enterprises: etymology and typology of diagnostic systems *Management of the development of complex systems*. Issue 32. - P. 159-165. {in Ukrainian}
6. Kucherenko O.I., Ryzhakova H.M., Chupryna H.M. (2021) Scientific and applied components of the formation of a strategy of institutionally oriented diversification of the activities of construction enterprises *Management of the development of complex systems*. Issue 47. - pp. 109-118. {in Ukrainian}
7. Ryzhakova G.M., Orlenko I.M. (2021) Methodological regulation and analytical and information support of management of organizations in the modern system of construction development *Formation of market relations in Ukraine*. - No. 7-8. - P. 59-65. {in Ukrainian}
8. Revunov O.M., Ryzhakova H.M., Malykhina O.M. (2021) Analytical tools for diagnosis of quality management systems of enterprises-stakeholders of

construction projects *Management of the development of complex systems*. Issue 45. - pp. 161-169. {in Ukrainian}

9. Hryshkevich O.M. (2020) Modern paradigm of public investments as a tool of state regulation of sustainable economic development *Management of the development of complex systems*. Issue 44. - P. 136-142. {in Ukrainian}

10. Ryzhakova G.M., Ryzhakov D.A. (2018) Provision of economic-reproducible and analytical-controlling functions of the toolkit for asset management of housing developers. *Ways of increasing construction efficiency in the conditions of market relations formation*. Issue 38. - pp. 36–44. {in Ukrainian}

11. Trach R.V. (2017) Information modeling and the concept of integrated implementation of construction projects as the basis of innovative development of the construction enterprise *Management of the development of complex systems*. Issue 31. - P. 173-178. {in Ukrainian}

12. Ryzhakova G.M., Ryzhakov D.A. (2019) Evaluation of the productivity of the developer's operating system in the microenvironment of housing construction stakeholders. *Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations*. Issue 42. - pp. 120–131. {in Ukrainian}

13. Hryshkevych O.M. Suchasna paradyhma publichnykh investytsii yak instrument derzhavnoho rehuliuвання staloho ekonomichnoho rozvytku Upravlinnia rozvytkom skladnykh system. - 2020. - Vyp. 44. - S. 136-142. {in Ukrainian}

14. Ryzhakova H.M., Ryzhakov D.A. Zabezpechennia ekonomichno-vidtvoriuvanoi i analitychno-kontrolliniovoi funktsii instrumentarii z upravlinnia aktyvamy zabudovnykiv zhytla Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn. - 2018. - Vyp. 38. - S. 36–44. {in Ukrainian}

15. Trach R.V. Informatsiine modeliuвання ta kontseptsiia intehrovanoi realizatsii budivelnykh proektiv, yak osnova innovatsiinoho rozvytku budivelnoho pidpriumstva Upravlinnia rozvytkom skladnykh system. - 2017. - Vyp. 31. - S. 173-178. {in Ukrainian}

16. Ryzhakova H.M., Ryzhakov D.A. Otsinka produktyvnosti operatsiinoi systemy developera v mikroseredovyschi steikkholderiv zhytlovoho budivnytstva Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn. - 2019. - Vyp. 42. - S. 120–131. {in Ukrainian}