

Економіка

УДК 33.330.3

Мацала Микола Іванович

аспірант

Київського національного університету будівництва та архітектури

Matsala Mykola

Postgraduate of the

Kyiv National University of Construction and Architecture

ORCID: 0000-0003-1260-5659

Сліпченко Роман Васильович

аспірант

Київського національного університету будівництва та архітектури

Slipchenko Roman

Postgraduate of the

Kyiv National University of Construction and Architecture

ORCID: 0009-0002-1957-8593

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ: АДАПТАЦІЯ
ДО ЗМІНЮВАНИХ РИНКОВИХ УМОВ ЧЕРЕЗ ЦИФРОВІЗАЦІЮ ТА
СТАЛІЙ РОЗВИТОК**

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY:
ADAPTING TO CHANGING MARKET CONDITIONS THROUGH
DIGITALIZATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

***Анотація.** Вступ. Будівельна галузь сьогодні переживає значні зміни, які зумовлені швидким розвитком технологій і коливаннями ринкових умов. Економічні нестабільності, зростання витрат і дефіцит матеріалів*

ставлять перед будівельними компаніями нові виклики. У відповідь на ці труднощі, галузь активно впроваджує інноваційні технології, зокрема інформаційне моделювання будівель (BIM), дрони та доповнену реальність (AR). Ці технологічні інструменти мають потенціал суттєво підвищити ефективність операцій, управлінню витратами та покращити комунікацію між всіма зацікавленими сторонами в процесі будівництва.

Мета. Метою цієї статті є оцінка впливу цифрових технологій на ефективність і стійкість будівельної галузі. Особлива увага приділяється ролі інструментів, таких як BIM, дрони та AR, у покращенні управлінських процесів і комунікації. В статті розглядаються способи оптимізації бізнес-процесів завдяки впровадженню сучасних технологій, аналізуються переваги і недоліки цих інструментів, а також їх вплив на загальну продуктивність та безпеку будівельних проектів.

Матеріали і методи. Для досягнення поставлених цілей у статті використовуються різноманітні методи дослідження, включаючи аналіз літератури, порівняльний аналіз кейсів з впровадженням технологій BIM, дронів і AR у будівельних компаніях, а також опитування експертів галузі. Для вивчення ефективності впровадження нових технологій застосовуються дані з практичних прикладів проектів, що реалізуються з використанням зазначених інструментів, а також статистичні дані щодо їх впливу на витрати, продуктивність і безпеку.

Результати. Результати дослідження показують, що впровадження BIM, дронів і AR значно поліпшує операційну ефективність будівельних компаній. Використання BIM дозволяє більш точно планувати і контролювати проекти, дрони забезпечують дані в режимі реального часу для моніторингу прогресу і безпеки об'єктів, а AR полегшує візуалізацію та комунікацію з клієнтами. Крім того, ці технології допомагають знижувати

витрати, зменшують ймовірність помилок і поліпшують загальну якість виконання робіт.

Перспективи. Перспективи розвитку будівельної галузі в контексті впровадження нових технологій виглядають обнадійливими. Очікується, що подальше інтегрування цифрових рішень сприятиме ще більшій оптимізації процесів, зниженню витрат та покращенню якості проектів. Однак важливо також враховувати зростання уваги до сталого розвитку, що вимагає від компаній впровадження екологічно чистих практик і матеріалів. В майбутньому очікується, що комбінація технологічних інновацій, ефективного управління ресурсами і проектами, а також орієнтація на сталий розвиток стане ключем до успіху будівельних компаній на сучасному ринку.

Ключові слова: адаптація будівельних компаній, мінливі ринкові умови, інноваційні інструменти, BIM-технології, конкурентоспроможність, економічні коливання, технологічні інновації, сталий розвиток, цифрові технології, управління проектами.

Summary. Introduction. The construction industry is currently undergoing significant changes driven by rapid technological advancements and fluctuating market conditions. Economic instability, rising costs, and material shortages present new challenges for construction companies. In response to these difficulties, the industry is actively adopting innovative technologies such as Building Information Modeling (BIM), drones, and Augmented Reality (AR). These technological tools have the potential to significantly enhance operational efficiency, cost management, and communication among all stakeholders involved in the construction process.

Objective. The objective of this paper is to assess the impact of digital technologies on the effectiveness and sustainability of the construction industry.

Special attention is given to the role of tools such as BIM, drones, and AR in improving management processes and communication. The paper explores methods for optimizing business processes through the implementation of modern technologies, analyzes the advantages and disadvantages of these tools, and evaluates their impact on the overall productivity and safety of construction projects.

Materials and Methods. To achieve the set objectives, the paper employs various research methods, including literature review, comparative case studies of the implementation of BIM, drones, and AR technologies in construction companies, and surveys of industry experts. Data from practical examples of projects utilizing these tools, as well as statistical data on their impact on costs, productivity, and safety, are used to study the effectiveness of new technology implementations.

Results. The study results indicate that the adoption of BIM, drones, and AR significantly improves the operational efficiency of construction companies. BIM facilitates more accurate project planning and control, drones provide real-time data for monitoring progress and site safety, and AR enhances visualization and communication with clients. Additionally, these technologies help reduce costs, lower the likelihood of errors, and improve the overall quality of work.

Prospects. The prospects for the development of the construction industry in the context of adopting new technologies appear promising. Further integration of digital solutions is expected to lead to even greater process optimization, cost reduction, and improved project quality. However, it is also important to consider the growing emphasis on sustainable development, which requires companies to implement environmentally friendly practices and materials. In the future, it is anticipated that the combination of technological innovations, effective resource and project management, and a focus on sustainable development will be key to the success of construction companies in the contemporary market.

Key words: *adaptation of construction companies, changing market conditions, innovative tools, BIM technologies, competitiveness, economic fluctuations, technological innovations, sustainable development, digital technologies, project management.*

Мінливі ринкові умови мають значний вплив на будівельну галузь, представляючи собою складну взаємодію викликів і можливостей. У цій статті розглянуті проблеми та їх вирішення в рамках використання сучасних інноваційних інструментів, прослідкуємо шлях впровадження інформаційних технологій в будівельній галузі на законодавчому рівні у деяких країнах та спробуємо зрозуміти як підвищити конкурентоспроможність будівельних компаній.

Економічні коливання та динаміка витрат

Будівельний сектор зараз бореться зі значними економічними коливаннями, що характеризуються постійною інфляцією, зростанням витрат на матеріали та підвищенням процентних ставок. Ці інфляційні тенденції в основному пояснюються постійними перебоями в ланцюгах поставок і дефіцитом критичних матеріалів, включаючи сталь, пиломатеріали та бетон. Такі умови призвели до затримок проектів і створили значний фінансовий тягар для будівельних підприємств.

Технологічні інновації

У світлі цих викликів технологічний прогрес стає трансформаційною силою в будівельному ландшафті. Такі інновації, як інформаційне моделювання будівель (BIM), дрони та доповнена реальність (AR), стають все більш невід’ємною частиною підвищення операційної ефективності та управління витратами. Ці технології сприяють покращенню планування проекту, нагляду в режимі реального часу та покращенню комунікації між

зацікавленими сторонами, тим самим потенційно зменшуючи фінансовий тиск, з яким стикаються будівельні фірми.

Сталий розвиток

Зростання уваги до сталого розвитку змінює пріоритети проектів із збільшенням очікувань щодо екологічно відповідальних методів і матеріалів. Будівельні фірми все частіше закликають прийняти методології екологічного будівництва, які не тільки відповідають нормативним нормам, але й резонують із змінними уподобаннями споживачів щодо сталого розвитку.

Впровадження інформаційних технологій у будівельних компаніях

Роль цифрових технологій у трансформації бізнес-процесів будівельних компаній

Цифрові технології включають комп'ютерні системи, інтернет-технології, мобільні додатки, хмарні обчислення, системи автоматизації, технології інформаційного моделювання (BIM) та аналітику даних, що сприяють оптимізації бізнес-процесів і підвищенню ефективності підприємств. Далі кілька найважливіших переваг для будівельного простору:

Покращена безпека та управління ризиками

Однією з чотирьох основних причин летальних наслідків відповідно до стандартів OSHA (Occupational Health and Safety Assessment/Оцінки гігієни та безпеки праці) є удар від рухомого об'єкта [1]. Наприклад, зіткнення кранів, що викликане людською помилкою або структурними дефектами через надмірне використання, є одними з найпоширеніших причин таких інцидентів. Завдяки впровадженню цифрових технологій, хмарних обчислень та мобільності, існує можливість не лише прогнозувати, але й запобігати зіткненням у режимі реального часу. Це дозволяє здійснювати ефективну взаємодію між людьми та машинами, забезпечуючи отримання важливих даних ще до виникнення аварійних ситуацій.

Зниження витрат

В прогнозі "Reinventing construction: A route to higher productivity" McKinsey Global Institute пропонує підвищити продуктивність у будівельній галузі на 50% до 2030 року. Це досягнення можливе через впровадження нових технологій, оптимізацію процесів і покращення управлінських практик. Зокрема, дослідження вказує на те, що галузь може зекономити до 1,6 трильйона доларів США щорічно, якщо реалізує ці зміни [2].

Кращий досвід клієнтів

Цифровізація відіграє важливу роль у ліквідації інформаційних прогалів між клієнтами та організаціями, що суттєво змінює характер їхньої взаємодії та загальний досвід. Це не залишається поза увагою компаній, адже практично всі провідні гравці в сфері управління клієнтським досвідом вже інвестували або планують інвестувати в інтеграцію, цілісність та збагачення даних.

Наприклад, технології віртуальної реальності надають можливість візуалізувати процеси на всіх етапах, що дозволяє користувачам детально ознайомитися з творчими та технічними аспектами проектів. Така взаємодія сприяє кращій відповідності між фінальними результатами та очікуваннями клієнтів, а також зміцнює довіру, забезпечуючи прозорі канали комунікації між компанією та її споживачами.

Переваги впровадження систем управління ресурсами (ERP) та проєктного менеджменту (PM)

Сучасні будівельні ERP-системи (Платформи планування ресурсів підприємства) забезпечують об'єднання раніше розрізнених модулів, починаючи від управління проектами та персоналом і закінчуючи обліком обладнання та фінансовим менеджментом. Завдяки тому, що ці платформи доступні через Інтернет та мобільні пристрої, всі зацікавлені сторони отримують можливість оперативного доступу до необхідної інформації.

ERP переоцінювали протягом багатьох років, але для багатьох компаній воно не підходило. Для цього є багато причин, але одна виділяється: занадто часто ERP розглядається як програмне забезпечення для бухгалтерського обліку, а для будь-чого іншого вам потрібна спеціалізована система. Ця тенденція, на щастя, починає змінюватися, оскільки зростає потреба в наскрізній інтеграції та видимості [2].

Управління проектами допомагає організувати роботу з дотриманням термінів і бюджету, створюючи чіткі графіки і гарантуючи, що всі знають, що потрібно робити.

Програмне забезпечення для управління будівництвом дозволяє відстежувати прогрес проекту в порівнянні з бюджетом, уникаючи затримок і забезпечуючи більш ефективну роботу робочої сили.

Для прикладу Asana - це програма для управління проектами. Платформа підтримує різні подання, такі як списки, дошки та календарі, що дозволяє легко візуалізувати робочі процеси та терміни.

Asana також чудово підходить для полегшення комунікації між членами команди. Завдяки таким функціям, як оновлення статусів і обговорення проектів, вона зменшує потребу в надмірній кількості зустрічей і обмінів електронною поштою, тримаючи всіх в курсі подій в режимі реального часу.

Використання інших ІТ-рішень для оптимізації операційної діяльності та зниження витрат

Будівельна галузь переживає значну трансформацію через впровадження різноманітних ІТ-рішень. Вона зумовлена потребою у підвищенні ефективності, розширеному зв'язку та кращому управлінні проектами, що зрештою призводить до значної економії коштів.

Дрони та аеротехнології

Безпілотники все частіше використовуються для обстеження об’єктів, відстеження прогресу та інспекцій. Вони надають дані в режимі реального часу та зображення з високою роздільною здатністю, що покращує моніторинг і безпеку сайту. Зменшуючи потребу в ручних перевірках у небезпечних зонах, дрони не тільки покращують безпеку, але й прискорюють терміни виконання проекту, тим самим зменшуючи витрати на оплату праці.

Інтернет речей (IoT)

Технологія IoT відіграє ключову роль у будівництві, дозволяючи збирати й аналізувати дані з різних підключених пристроїв. Датчики можуть контролювати використання обладнання, відстежувати рухи працівників і оцінювати умови навколишнього середовища на місці. Ці дані в реальному часі допомагають оптимізувати використання ресурсів і покращити протоколи безпеки, що може призвести до значного скорочення витрат.

У «Інтернеті речей: як смарт-телевізори, розумні автомобілі, розумні будинки та розумні міста змінюють світ» Майкл Міллер надає вичерпний огляд трансформаційного впливу технологій IoT на різні сектори, включаючи будівництво. Він зазначає, що «обладнання з підтримкою IoT може передавати дані про свій робочий стан, потреби в технічному обслуговуванні та показники продуктивності», що дозволяє покращити управління парком і скоротити час простою через збої обладнання. Міллер також висвітлює конкретні застосування IoT у будівництві, заявляючи: «Пристрої, які можна носити в будівництві, такі як розумні шоломи та жилети, оснащені датчиками, контролюють здоров’я та безпеку працівників, надаючи сповіщення в режимі реального часу про небезпеку для навколишнього середовища або проблеми зі здоров’ям» [3].

Хмарні обчислення та програмне забезпечення для керування проектами

Хмарні рішення для управління будівельними проектами, такі як Procore, Buildertrend та CoConstruct, стають все більш поширеними. Вони пропонують функції планування, бюджетування, управління документацією, взаємодії з підрядниками та багато іншого в одній інтегрованій платформі

Procore для прикладу, використовує хмарні рішення для управління будівельними проектами, дозволяючи зберігати всі дані та документи в централізованій онлайн-платформі. Це забезпечує доступ до проектної інформації з будь-якого пристрою, що підключений до Інтернету, і дозволяє командам в реальному часі оновлювати статуси, ділитися кресленнями та документами, а також вести журнали робіт. Хмарна архітектура Procore дозволяє інтегрувати різні інструменти та сервіси, такі як бухгалтерські програми та системи управління ресурсами, що сприяє безперервному обміну даними між усіма учасниками проекту.

Використання дронів

Дрони революціонізують будівельну галузь, підвищуючи ефективність, безпеку та точність. Їх часто використовують для огляду будівельних майданчиків, що дозволяє отримувати аерознімки високої чіткості важкодоступних ділянок, допомагаючи виявляти потенційні проблеми на ранній стадії. Дрони також сприяють моніторингу ходу робіт, фіксуючи регулярні зображення та відео, що дозволяє керівникам проектів відстежувати розвиток і оперативно усувати затримки. Крім того, вони допомагають у проведенні зйомки та картографування за допомогою передових технологій, таких як LiDAR, створюючи точні 3D-моделі, що покращують планування та проектування.

Маючи можливість доставляти матеріали у віддалені місця, дрони оптимізують операції та знижують ризики для робітників. У звіті СІТВ "Unlocking Construction's Digital Future" наводиться приклад, який ілюструє, як використання безпілотних літальних апаратів може значно підвищити ефективність робочих процесів у будівництві. Конкретно, зазначається, "Завдяки використанню безпілотних літальних апаратів і дронів, час, необхідний для земельної зйомки, скоротився з двох днів до 20 хвилин [4].

Глобальне впровадження цифрових технологій на прикладі BIM та оцифрованих креслень історичних будівель.

Застосування BIM-технологій (Building Information Modeling) для підвищення ефективності будівельних проєктів на прикладі Франції, Китаю та України

Цифровий підхід полегшує управління будівельними проєктами, централізуючи всю необхідну інформацію в єдиній моделі, доступній для всіх учасників проєкту. Кожна зацікавлена сторона має доступ до однієї і тієї ж інформації в режимі реального часу, що зменшує кількість комунікаційних помилок і покращує координацію завдань. Потенційні конфлікти також можна виявити і вирішити до початку робіт, як то раптова зміна матеріалу, яка автоматично оновлюється на всіх кресленнях, або з перших ескізів мати приблизний об'єм робіт. Що в свою чергу допомагає замовнику оперативно реагувати на динамічність будівельного процесу.

Розмір глобального ринку інформаційного моделювання будівель оцінювався в 7,9 мільярда доларів США в 2022 році, і, за прогнозами, досягне 34,2 мільярда доларів США до 2032 року [5].

Напрямок цифровізації будівництва беруть усі розвинені країни світу, стаючи на шлях не простих, але поступових змін законодавства і адаптацій ринку до сучасних умов. У Європі у 2014 році Франція запустила PTNB (Le

Plan de transition numérique du bâtiment / План цифрового переходу в будівництві) [6] PTNB визначив кілька першочергових заходів:

- BIM для всіх: розробка цифрових офісних і будівельних інструментів для малих і середніх структур;
- цифровий журнал моніторингу та обслуговування житлового фонду;
- стандартизація процесів і обмінів;
- оцифрування існуючих будівель для реконструкції та експлуатації споруд.

У 2022 цей план трансформувався в "Plan BIM 2022" для продовження зусиль щодо цифрового переходу з акцентом на узагальненні порядку BIM і розгортанні адаптованих інструментів. Країна на державному рівні впроваджувала BIM-технології, чим сприяла покращенню якості будівельних проєктів, підготовці кваліфікованих фахівців і підтримці переходу до більш стійких практик у цьому секторі.

У червні 2012 року було розпочато проєкт дослідження стандартів BIM у Китаї, щоб забезпечити підтримку підготовки національного стандарту 《建筑工程信息模型应用统一标准》 (Уніфікований стандарт застосування інформаційних моделей будівельної техніки). Відповідно до вказівок Міністерства житлового будівництва та міського та сільського розвитку щодо сприяння застосуванню інформаційних моделей будівель: до кінця 2020 року частка проєктів, які інтегрують технологію BIM у обстеження, проєктування, будівництво, експлуатацію та обслуговування нових проєктів мала досягти 90%. Серед нових великих проєктів у Шанхаї у 2020 році рівень застосування технології BIM досяг 95,1% [7]. Завдяки постійному політичному керівництву та встановленню стандартів Китай сподівається зайняти вигідну позицію в

глобальній конкуренції, особливо в процесі модернізації високотехнологічної та будівельної промисловості.

Важливі, але не найперші законодавчі ініціативи щодо впровадження BIM-технологій в Україні були зроблені в 2021 році. У лютому 2021 року Кабінет Міністрів України затвердив Концепцію впровадження BIM-технологій у будівництві [8]. Концепція окреслює механізми поетапного та системного впровадження технології BIM як інструменту для реформування та цифрової трансформації будівельної індустрії. З 1 липня 2020 року набрав чинності Національний стандарт ДСТУ 19650-1:2020 «Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 1. Концепції та принципи» [8]. Зазначений нормативний документ гармонізовано з міжнародним стандартом ISO 19650-2:2018. На момент написання статті було видано 5 частин документа, що охоплюють різні сфери застосування BIM-технологій.

Сьогодні Україна перебуває на етапі активного впровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM), однак, порівняно з розвиненими країнами, існує значне відставання.

Цифровізація будівельних креслень. Впровадження технологічних інновацій на прикладі Великої Британії

Будівельні архіви є яскравим прикладом того, як цифрові інструменти можуть революціонізувати галузь. Оцифрувавши тисячі будівельних креслень з усієї Великобританії, The Building Archives створив цінний ресурс для архітекторів, інженерів та землевласників [9]. Це дозволяє користувачам досліджувати, запитувати та купувати креслення, що дає їм змогу розкрити потенціал існуючого будівельного фонду. Починаючи з базових даних, таких

як вік будівлі, межі та навантаження, що були використані при проектуванні, до деталей, таких як матеріали, розміри та з'єднання - все це створює картину, яка може допомогти обґрунтувати продовження проектного терміну експлуатації будівлі.

Розуміючи, як формувалися старі будівлі, фахівці можуть приймати обґрунтовані рішення щодо адаптивного повторного використання, що є зростаючою тенденцією в практиці проектування. Надаючи доступ до величезної колекції будівельних креслень, платформа дозволяє фахівцям зрозуміти і максимально використати потенціал існуючих будівель.

Такий підхід відповідає зростаючій увазі до сталого розвитку будівельної галузі. Повторно використовуючи існуючі конструкції, компанії можуть зменшити кількість відходів і мінімізувати вплив нових будівельних проектів на навколишнє середовище. Будівельні онлайн-архіви підтримують цю ідею, надаючи фахівцям можливість приймати обґрунтовані рішення щодо адаптивного повторного використання, що є ключовим аспектом практики сталого будівництва.

Фокусування на унікальних конкурентних перевагах та якості продукції/послуг

Стратегія фокусування, передбачає закріплення ринкової позиції на обмеженому сегменті ринку, що може бути визначено за продуктовими або географічними ознаками. Це дозволяє компаніям зосередитися на специфічних потребах клієнтів, що, в свою чергу, підвищує якість обслуговування та продукції

Компанії можуть вирізнитися за допомогою різних стратегій, таких як спеціалізація, унікальні послуги або чудове обслуговування клієнтів. Наприклад, будівельна фірма, яка зосереджена виключно на екологічних методах будівництва, може залучити екологічно свідомих клієнтів, виділивши

себе серед конкурентів, які пропонують більш загальні послуги. Одним із прикладів інноваційного підходу до екологічного будівництва є використання технічної коноплі. Цей матеріал, зокрема, відзначається своєю високою теплоізоляцією, довговічністю та екологічністю. Будинки, зведені з коноплі, не лише забезпечують комфортний мікроклімат, але й є стійкими до впливу зовнішніх факторів, що знижує потребу в енергетичних витратах. Використання коноплі не лише підвищує екологічність проєктів, але й може забезпечити додаткову вартість завдяки можливості отримання вуглецевих кредитів і знижок, що робить будівництво більш фінансово вигідним [8].

Вуглецеві кредити все частіше використовуються в різних країнах, насамперед у Європі, Північній Америці та частинах Азії та Латинської Америки. The Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets (TSVCM), спонсорована Інститутом міжнародних фінансів (ІІФ) з підтримкою знань від McKinsey, оцінює, що попит на вуглецеві кредити може зрости в 15 разів або більше до 2030 року та в 100 разів до 2050 року. Загалом, ринок вуглецевих кредитів може коштувати понад 50 мільярдів доларів у 2030 році [10].

Розвиток компетенцій персоналу

Необхідно забезпечити належну підготовку персоналу, оскільки недостатня кваліфікація працівників може призвести до неправильного використання технологій, що, в свою чергу, негативно вплине на якість виконання робіт. Згідно з доповіддю СІТВ "Наші експерти провели аналіз 500 будівельних проєктів і виявили, що в середньому 15% бюджету витрачається на виправлення дефектів, спричинених недостатньою кваліфікацією працівників" [11].

Активна маркетингова діяльність для посилення впізнаваності бренду

- Використання сучасних маркетингових інструментів для просування бренду;
- Формування позитивного іміджу компанії та репутації надійного партнера;
- Розширення присутності на ринку та вихід на нові сегменти.

Висновки.

Проведене дослідження дозволяє зробити такі основні висновки щодо стратегій адаптації будівельних компаній до мінливих ринкових умов:

- Впровадження інформаційних технологій є ключовим фактором підвищення ефективності та гнучкості управління будівельними компаніями. Цифровізація бізнес-процесів, використання сучасних ІТ-рішень для оптимізації операційної діяльності та впровадження інноваційних технологій у будівництві дозволяють будівельним компаніям підвищувати свою конкурентоспроможність.
- Забезпечення інноваційності та конкурентоспроможності будівельних компаній вимагає впровадження нових технологій та бізнес-моделей, фокусування на унікальних конкурентних перевагах і якості продукції/послуг, а також активної маркетингової діяльності для посилення впізнаваності бренду. Ці стратегії дозволяють будівельним компаніям адаптуватися до мінливих ринкових умов та зміцнювати свої позиції на ринку.
- Комплексне застосування стратегій, пов'язаних із впровадженням інформаційних технологій та підвищенням інноваційності й конкурентоспроможності, дає змогу будівельним компаніям ефективно адаптуватися до динамічних змін ринкового середовища, підвищувати гнучкість управління, оптимізувати витрати та посилювати свої конкурентні переваги.

Реалізація запропонованих стратегій адаптації дозволить будівельним компаніям успішно функціонувати та розвиватися в умовах мінливого ринкового середовища.

Література

1. 3216-6N-06. Top four construction hazards. Effective from 2017-01-01. Official edition. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor, 2017. 1 p.
2. Barbosa F. et al. Reinventing construction through a productivity revolution. *McKinsey & Company*. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution> (дата звернення: 10.09.2024).
3. Miller M. The internet of things. Indiana, USA : Library of Congress Control, 2015. 51 p.
4. Unlocking construction's digital future: a skills plan for industry. *CITB: Construction Industry Training Board - CITB*. URL: <https://www.citb.co.uk/about-citb/construction-industry-research-reports/search-our-construction-industry-research-reports/unlocking-construction-s-digital-future-a-skills-plan-for-industry/> (дата звернення: 10.09.2024).
5. Building information modeling (BIM) market size | 2032. *Allied Market Research*. URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/building-information-modeling-market> (дата звернення: 10.09.2024).
6. Plan Transition Numérique dans le Bâtiment. Paris : GOV, 2018. 68 p.
7. Bim人才短缺现状. *深圳BIM促进会*. URL: <http://www.szbim.com/portal/article/2075> (дата звернення: 10.09.2024).
8. Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні та затвердження

плану заходів з її реалізації. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-p#Text> (дата звернення: 10.09.2024).

9. *The Building Archives*. URL: <https://thebuildingarchives.co.uk/> (дата звернення: 10.09.2024).

10. Blaufelder C. et al. A blueprint for scaling voluntary carbon markets to meet the climate challenge. *McKinsey & Company*. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/a-blueprint-for-scaling-voluntary-carbon-markets-to-meet-the-climate-challenge> (дата звернення: 10.09.2024).

11. Thulgharia A., Sumant O. Building market statistics. Washington, D.C., 2019. 492 p.

References

1. OSHA. (2017). Top four construction hazards 3216-6N-06. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor.

2. Barbosa, F., Woetzel, L., Mischke, J., Maria João Ribeiro, Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N. and Brown, S. (2017). Reinventing construction through a productivity revolution. *McKinsey & Company*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>.

3. Miller, M. (2015). The internet of things. Indiana, USA: Library of Congress Control.

4. Unlocking construction's digital future: a skills plan for industry. (2018). CITB: Construction Industry Training Board – CITB. Retrieved from <https://www.citb.co.uk/about-citb/construction-industry-research-reports/search->

our-construction-industry-research-reports/unlocking-construction-s-digital-future-a-skills-plan-for-industry/.

5. Building information modeling (BIM) market size | 2032. (2023). Allied Market Research. Retrieved from <https://www.alliedmarketresearch.com/building-information-modeling-market>.

6. Plan Transition Numérique dans le Bâtiment. (2018). Press release RAPPORT FINAL. Paris: GOV.

7. Bim人才短缺现状. 深圳BIM促进会. Retrieved from <http://www.szbim.com/portal/article/2075>.

8. Pro skhvalennia Kontseptsii vprovadzhennia tekhnolohii budivelnoho informatsiinoho modeliuvannia (VIM-tekhnolohii) v Ukraini ta zatverdzhennia planu zakhodiv z yii realizatsii. *Ofitsiinyi vebportal parlamentu Ukrainy*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-r#Text>.

9. The building archives. Retrieved from <https://thebuildingarchives.co.uk/>.

10. Blaufelder, C., Levy, C., Mannion, P. and Pinner, D. (2020). A blueprint for scaling voluntary carbon markets to meet the climate challenge. *McKinsey & Company*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/a-blueprint-for-scaling-voluntary-carbon-markets-to-meet-the-climate-challenge>.

11. Thulgharia, A. and Sumant, O. (2019). Building market statistics. Washington, D.C.