

Service-Oriented Companies]. *Problemy ekonomiky*, no. 1 (2015): 255-260. https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2015-1_0-pages-255_260.pdf

Kamysnykova, E. V. "Analiz ekolohichnykh aspektiv korporativnoi sotsialnoi vidpovidalnosti v obiednaniakh pidpriemstv Ukrainy" [Analysis of Environmental Aspects of Corporate Social Responsibility in Associations of Enterprises of Ukraine]. *Ekonomichniy analiz*, vol. 27, no. 4 (2017): 205-210. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecan_2017_27%284%29_27

Kharchenko, T. B. "Ekolohichna innovatsiina diialnist yak osnova staloho rozvytku" [Environmental Innovation Activities as a Basis for Sustainable Development]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriya «Ekonomika i upravlinnia»*, vol. 32, no. 1 (2021): 26-31.

DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/71-1-4>

Komchatnykh, O. V. "Ekolohichni innovatsii yak instrument staloho rozvytku transportnykh pidpriemstv" [Ecological Innovations as a Tool of Sustainable Development of Transport Enterprises]. *Ekonomichniy prostir*, no. 171 (2021): 32-36.

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/171-5>

Kontseptualna intensyvniyt transformatsiinykh protsesiv sotsialno-ekonomichnoho rozvytku subiektiv hospodariuvannia v umovakh tsyfrovizatsii [Conceptual Intensity of Transformational Processes of Socio-economic Development of Economic Entities in Conditions of Digitalization]. Kharkiv: Vydavnytstvo Ivanchenka I. S., 2024.

Prokhorova, V. et al. "Patterns of the State-Legal Support to the Dynamic Information Development of the Socioeconomic Environment". *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 124, no. 13 (2023): 6-15.

DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285936>

УДК 658:004.69

JEL: O32; L74

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-2-97-104>

ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ДЛЯ УКРАЇНИ

©2024 ГУДИМА Л. О.

УДК 658:004.69

JEL: O32; L74

Гудима Л. О. ВІМ-технології в будівництві: сучасні виклики для України

Відповідно до важливих потреб сучасності актуальним є дослідження методів, застосування яких є найбільш доцільним для відновлення пошкоджених будівельних об'єктів унаслідок військової агресії. Поліпшення якості контролю робіт на кожному з етапів, скорочення вартості та гарантування безпеки будівництва вимагає застосування інноваційних технологій, зокрема будівельного інформаційного моделювання (ВІМ). У статті детально проаналізовано особливості ВІМ-технологій, розкрито сутність ВІМ-моделювання та ВІМ-моделі. У роботі інформаційна модель будівництва розглядається як тривимірний модель, завданням якої є об'єднання всіх учасників будівельного процесу на кожному з етапів. Здійснено аналіз відмінностей САД-технології проектування та ВІМ, наведено чинники, що зумовлюють складність впровадження ВІМ-проектування в Україні, структуровано основні моменти розробки ефективної концепції ВІМ. Окрім цього, було проведено дослідження зарубіжних практик із застосування ВІМ для роботи з пошкодженими об'єктами, що вимагають реконструкції. Результати дослідження засвідчують необхідність впровадження ВІМ-технологій як одного з базових кроків на шляху до цифровізації будівельної галузі. ВІМ-технології в сучасних реаліях поступово стають пріоритетом галузевої державної політики. Зокрема, у статті наведено Концепцію, яка містить в собі основні положення та механізми державної політики, що мають на меті закласти початок цифрових трансформацій будівельної галузі. Важливе значення ВІМ-технологій для підвищення ефективності будівництва економічно обґрунтовано та підтверджено статистичними даними. Наголошено на необхідності впровадження ВІМ-технологій як інноваційного та більш ефективного інструмента в питанні реконструкції та відновлення будівель.

Ключові слова: ВІМ-технології, інформаційне моделювання будівлі, проектування, реконструкція, відновлення, цифровізація будівництва.

Рис.: 1. **Бібл.:** 11.

Гудима Лілія Олегівна – аспірантка, Національна академія управління (вул. Вінницька, 10, Київ, 03151, Україна)

E-mail: liliagudyma22@gmail.com

UDC 658:004.69

JEL: O32; L74

Hudyma L. O. BIM-Technologies in Construction: Modern Challenges for Ukraine

In accordance with the important needs of our time, it is relevant to study the methods, the use of which is most appropriate for the restoration of damaged construction sites as a result of military aggression. Improving the quality of work control at each stage, reducing the cost and ensuring the safety of construction requires the use of innovative technologies, in particular building information modeling (BIM). The article analyzes in detail the features of BIM technologies, reveals the essence of BIM modeling and BIM model. In the work, the building information model is considered as a three-dimensional model, the task of which is to unite all participants in the construction process at each stage. An analysis of the differences between CAD design technology and BIM is carried out, the factors that determine the complexity of the implementation of BIM design in Ukraine are presented, the main points of the development of an effective BIM conception are structured. In addition, a study of foreign practices on the use of BIM to work with damaged objects requiring reconstruction is carried out. The results of the carried out study indicate the need to introduce BIM technologies as one of the basic steps towards digitalization of the construction industry. BIM technologies in modern realities are gradually becoming a priority of sectoral policy on the part of the State. In particular, the article presents the Conception,

which contains the main provisions and mechanisms of the State policy aimed at laying the foundation for digital transformations of the construction industry. The importance of BIM technologies for improving the efficiency of construction is economically substantiated and confirmed by statistical data. The need to introduce BIM technologies as an innovative and more effective tool in the reconstruction and restoration of buildings is emphasized.

Keywords: BIM technologies, building information modeling, design, reconstruction, restoration, digitalization of construction.

Fig.: 1. **Bibl.:** 11.

Hudyma Liliia O. – Postgraduate Student, National Academy of Management (10 Vinnytska Str., Kyiv, 03151, Ukraine)

E-mail: liliagudyma22@gmail.com

Кінець ХХ – початок ХХІ ст. відзначився бурхливим розвитком ІТ-технологій, при цьому з'являється принципово новий підхід у будівельному проектуванні, який полягає у використанні комп'ютерної моделі нової будівлі, що містить у собі всі відомості про майбутній об'єкт, а саме, *Building Information Model (BIM)*. Це є зрозумілою реакцією суспільства на суттєві зміни інформаційної насиченості навколишнього середовища. За таких умов стає неможливим якісно обробляти наявними засобами величезний потік інформації, що супроводжує проектування. Концепція проектування будівлі шляхом її інформаційного моделювання передбачає, насамперед, збір і комплексну обробку в процесі проектування сукупної інформації про будівлю: технологічної, економічної, архітектурно-конструкторської – з усіма взаємопов'язаними елементами, коли сама будівля, і все, що з нею пов'язане, розглядається як єдиний об'єкт. Точне визначення цих взаємозалежностей, правильна класифікація, ефективне структурування, достовірність даних, що використовуються, є гарантією успіху інформаційного моделювання.

На сьогоднішній день є очевидним, яких значних матеріальних втрат було завдано цивільним і промисловим об'єктам нашої країни, тому найближчим часом надзвичайно актуальним є питання, наскільки доцільним буде відновлення цих будівель та споруд. На жаль, за оцінкою експертів, певна кількість об'єктів не підлягає реконструкції, проте існує велика ймовірність, що певна кількість об'єктів буде відновлена завдяки отриманню грантів або дотацій іноземних партнерів, у тому числі Європейського Союзу.

Загальновідомо, що кошти, які фінансуються ЄС, спрямовуються на проекти, в процесі реалізації яких застосовуються сучасні методи та інструменти, спираючись на зарубіжний досвід, де останнім часом BIM використовується не лише при створенні нових будівель, а й при реконструкції вже наявних будівель та споруд. Зокрема, у багатьох країнах ЄС застосування BIM є неухильним для об'єктів державного замовлення.

Проблематика будівництва із застосуванням BIM-технологій ґрунтовно описувалася у працях таких науковців, як: В. М. Андрухов, С. М. Братіш-

ко, В. С. Возний, Н. Д. Гах, Т. В. Гуштан, Т. А. Гончаренко, О. А. Давиденко, А. В. Дружинін, Г. С. Жилякова, Л. С. Іванова, С. С. Іщенко, Л. П. Каганець-Гаврилко, М. В. Кулік, С. О. Куліш, О. М. Лісений, В. В. Матвійчук, О. М. Мещерякова, І. Б. Мудрий, І. С. Нестеренко, Ю. В. Підлипний, О. С. Самсонов, В. В. Смоляк, Р. В. Трач, Г. Г. Фаренюк, Т. Г. Фесенко.

Метою статті є оцінка перспектив розвитку інформаційного моделювання будівель в Україні, доведення необхідності застосування BIM-технологій для відбудови країни внаслідок збройної агресії.

Інформаційне моделювання будівлі (BIM) – це новітній погляд на процес удосконалення проектування та будівництва. Завдяки BIM-технології розробляється інформаційна модель, що забезпечує точне розуміння проекту загалом. Технології інформаційного моделювання будівель є принципово новим підходом в архітектурно-будівельному проектуванні, основою якого є створення тривимірної віртуальної моделі споруди в цифровому вигляді, яка містить в собі вичерпну інформацію про майбутній об'єкт.

Використання BIM-технології в проектуванні охоплює процеси збору та комплексної обробки архітектурно-конструкторської, технологічної, економічної інформації про будівлю, завдяки чому будівельний об'єкт і все, що стосується його, вважається цілісним. Тривимірна модель будівлі міцно пов'язується з інформаційною базою даних, через це зміна принаймні одного параметра будівельного об'єкта спричинює трансформації систем і об'єктів, що пов'язані з ним, включно з кресленням, специфікацією, візуалізацією, календарним графіком [1, с. 301–304].

Термін «інформаційна модель будівлі», що включає концепції параметричного проектування, було вперше запропоновано в 1975 р. американським професором Чаком Істманом (*Chuck Eastman*) під попередньою назвою *Building Description System*, що в перекладі означає «система опису будівлі». Через деякий час, у 1986 р., англійцем Робертом Ейшем (*Robert Aish*) було вперше використано поняття *Building Modeling*, яке наразі розуміється як інформаційне моделювання будівель. Тоді

ж Роберт Ейш вперше охарактеризував головні принципи інформаційних методів проектування:

- ✦ автоматизоване отримання креслень;
- ✦ тривимірне моделювання;
- ✦ інтелектуальне виділення параметрів об'єкта;
- ✦ відповідність бази даних об'єктам;
- ✦ поділ процесу будівництва за нетривалими стадіями і т. ін.

Поняття BIM вперше було використано в роботі нідерландців Г. А. ван Недервена (G. A. van Nederveen) і Ф. П. Толмана (F. P. Tolman) у 1992 р. Починаючи з 2002 р. концепція Building Information Model набула поширення завдяки провідним розробникам програмного забезпечення, які зробили дане поняття ключовим у своїй термінології. У подальшому, за допомогою таких компаній, як Graphisoft і Autodesk, поняття BIM-моделі закріпилося в лексиконі спеціалістів із систем цифрового проектування та набуло широкого розповсюдження в усьому світі [2].

Окрім зазначеного, варто розкрити базову відмінність між BIM і стандартними 2D/3D CAD. Отже:

1. *З позиції моделі*, CAD – це файли, де елементом інформації є незв'язані між собою графічні дані, самостійні 2D/3D види – плани, розрізи, фасади тощо, що утворюються з графічних об'єктів, а саме: ліній, дуг, кіл, штрихувань, та їх характеристик – типу, товщини, кольору тощо; BIMs – це файли, носієм інформації в яких є взаємозалежні та впорядковані елементи та системи, з яких утворюються будівлі, а саме: простори (зони), стіни, колони, балки, що включають всі потрібні фізичні, геометричні та інші властиві дані в межах життєвого циклу будівлі.
2. *З позиції процесу*, CAD – це інформаційне відтворення звичного процесу підготовки креслень під час виконання проектного завдання, причому трансформації графічного виду потребують поетапної перевірки та оновлення решти, тобто це сумнівний, схильний до неточності процес, або одна з найвагоміших причин незадовільної документації; BIM – це процес розробки інформаційного представлення споруди на базі об'єктно-орієнтованого підходу, комплексної інформаційної моделі, що фіксує та зберігає всі потрібні дані, які застосовуються на кожному із етапів життєвого циклу як надійний фундамент для прийняття рішень.

Використання BIM прямо чи опосередковано позначається на всіх залучених сторонах у сфері капітального будівництва. BIM є принципово

протилежним способом, розробки, застосування та обміну даними життєвого циклу будівельного об'єкта. Поняття «інформаційна модель будівлі» («BIMs») та «інформаційне моделювання будівництва» («BIM») зазвичай використовують як тотожні та взаємопов'язані, що відображає вагоме зростання значення та використання даних понять для задоволення наявних потреб галузі. Отже, термін «BIM» є більш комплексним, ніж традиційний переклад або тлумачення абревіатури, та розкривається, ґрунтуючись на трьох ключових концепціях:

1. *Як процесу взаємодії*. Об'єднаний та інтерактивний процес між кожною зі сторін, що підтримується різними технологіями, інструментами та програмним забезпеченням, із застосуванням деяких підходів та методик, які передбачають розробку та управління інформаційними представленнями фізичних, геометричних, функціональних та інших особливостей на кожному зі стадій життєвого циклу будівельних об'єктів.
2. *Як продукту*. Результат BIM-процесу, остаточним продуктом якого є єдина інформаційна система, що представлена інформаційною моделлю (BIMs) з потрібною інформацією про об'єкт і може бути доступною для всіх залучених сторін.
3. *Як управління життєвим циклом*. Наявність інформаційних моделей з потрібними та оновленими даними всіх етапах забезпечує можливість їх застосування як аналітичної бази, керувати життєвим циклом будівельного об'єкта від початку проектування і до закінчення експлуатації, застосовуючи моделі в підготовці та прийнятті дієвих проектних, фінансових, експлуатаційних, будівельних і технічних рішень. Значимі, що можливості інформаційного моделювання також залежать від наявних цифрових технологій, програмного забезпечення та фізичних властивостей мереж і апаратного устаткування [3].

Відповідно до стадії проектування (за ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво») виділимо такі складнощі при запровадженні BIM-технологій:

1. *Погане розуміння принципів та ідеології BIM-технологій*. Деякі компанії мають досвід роботи з BIM-програмним забезпеченням, проте недостатньо на ньому розуміються, і тому переконані, що перехід на проектування на основі BIM – це приблизно таке ж завдання. Проте необхідно розуміти, що BIM – це принципово інший підхід до проектування.

2. *Поступове освоєння BIM співробітниками компанії.* Для прикладу, якщо компанія стабільно і тривалий час працювала з Autocad, то різкий перехід співробітників на Archicad, Allplan, або Revit може принаймні зірвати контракти та погіршити якість розробки проектної документації. А це означає, що, з одного боку, BIM краще впроваджувати поетапно, а з іншого – це збільшить час на переведення всього колективу та розширення кваліфікації фахівців.
3. *Упровадження BIM-технологій потребує змін в організації процесу проектування.* Початковий етап вимагає більше часу, коли формується основна частина BIM-моделі, причому більшість задіяних у процесі проектування спеціалістів потрібно залишити на одному проекті з метою створення загальної концепції та пристосування колективу до завдань нового проекту.
4. *Перехід на BIM-технології проектування потребує змін у кадровому складі.* Це означає, насамперед, залучення додаткових спеціалістів: BIM-менеджерів, BIM-координаторів, BIM-моделлерів, групи BIM-спеціалістів, які мають необхідні компетенції володіння BIM-програмними засобами, а також поділ завдань на технічне моделювання й архітектурне проектування.
5. *Робота з BIM вимагає певного регламенту.* Систематизація правил для спільної взаємодії всіх учасників проекту при впровадженні BIM постає основним питанням, особливо на етапі створення кошторисів і нормування ціноутворення [4, с. 154–155].

З метою ефективного проведення таких суттєвих змін на підприємстві, як впровадження BIM-технологій, слід виокремити чітку концепцію та реалізовувати її через поступові зміни впродовж певного часу. При цьому потрібно постійно спостерігати за відповідністю змін встановленій концепції. Метою робочої групи з упровадження BIM-технологій є розробка конкретних дій по кроках до проведення змін. Кожен етап трансформації повинен мати чітко визначену ціль, що відповідає єдиній стратегії розвитку фірми. На *рис. 1* наведено базові моменти розробки ефективної концепції BIM.

Отже, впровадження BIM-технологій є одним із ключових кроків до цифровізації будівельної галузі. Зарубіжний досвід демонструє досить відомі приклади, коли часткове застосування або застосування BIM-технологій в комплексі приводило до зменшення строку проектування та будівництва, а також до скорочення

витрат на спорудження будівельних об'єктів, наприклад: концертний зал ім. Уолта Діснея (Лос-Анджелес), хмарочос One Island East (Гонконг), олімпійські об'єкти (Пекін) та інші.

17 лютого 2021 р. Кабінетом Міністрів України була затверджена Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні, а також дії щодо її впровадження [3]. Дана Концепція окреслює основні положення та механізми здійснення державної політики щодо закладення початку використання BIM-технологій з метою майбутньої модернізації та цифрових перетворень будівельної галузі України.

Концепцію планується реалізувати до 2035 р. за чотири фази:

1. **Фаза 1 (2020–2022 рр.):** спроби систематизації BIM-технологій, розробка правових нормативів та технічного забезпечення BIM-технологій. Спроби використання пілотних проектів стосовно різних об'єктів.
2. **Фаза 2 (2023–2024 рр.):** зобов'язаність використовувати BIM-технології при зведенні окремих об'єктів, що володіють певними параметрами (вартість, клас наслідків, складність), зокрема при реалізації проектів, в яких задіяна державна підтримка. Розвиток впровадження пілотних проектів.
3. **Фаза 3 (2025–2030 рр.):** більший спектр критеріїв обов'язковості використання BIM-технологій для проектів, що реалізуються за підтримки держави. Старт експлуатації об'єктів з використанням BIM-технологій.
4. **Фаза 4 (2030–2035 рр.):** комплексне застосування BIM-технологій при реалізації будівельних проектів. Вимога обов'язкового використання BIM-технологій для кожного проекту будівництва, що реалізується за підтримки держави. Більший спектр критеріїв обов'язковості використання BIM-технологій для об'єктів, будівництво яких проводиться за рахунок приватних коштів.

У липні 2022 р., під час воєнних дій, парламент затвердив в першому читанні проект закону стосовно впровадження BIM-технологій у будівництві. У документі йдеться про невідмінне використання BIM-технологій під час будівництва окремих об'єктів через державне фінансування за 5 років після набуття законом чинності. Згодом, BIM в Україні став одним із пріоритетних питань у державній політиці галузі [6; 7].

Оскільки BIM-технології мають важливе значення для зростання ефективності будівництва, а також регулювання й управління проектами, надалі розвиток будівельної індустрії повністю залежить саме від них. Наведемо декілька економічних причин, що підтверджують цю думку.



Рис. 1. Базові моменти розроблення ефективної концепції BIM

Джерело: сформовано на основі [5].

1. *Зменшення витрат і відходів.* Використовуючи BIM-технології, підрядники мають змогу обирати найбільш оптимальні будівельні матеріали, що спрощує роботу та зводить до мінімуму людські похибки. Вдосконалене таким чином планування дозволяє скоротити кількість витрачених матеріалів, що веде за собою економію коштів.
 2. *Точна оцінка витрат.* За допомогою BIM-технологій зацікавленим сторонам надається більш чітка та реалістична інформація стосовно проектних витрат. А оскільки всі вони можуть використовувати BIM-інформацію, процес оцінки суттєво пришвидшується.
 3. *Сталий розвиток.* BIM дає гарантії повного контролю над дотриманням законів, що пов'язані з впливом на довкілля. А команда проекту має постійний доступ до потрібної інформації, в тому числі до даних про енергоспоживання, окиснення ґрунту тощо.
- Доцільність впровадження BIM-технологій підтверджується такими статистичними даними:
- ✦ до 2027 року ринок BIM планує досягти позначки 13,7 млрд євро. Причому сукупний річний темп зростання дорівнюватиме 15,2% з 2020 р. (за даними Allied Market Research);

- ✦ в проектах, де застосовуються BIM-технології, спостерігається зростання продуктивності на 75–240% (за даними Oneisto X);
- ✦ 73% будівельних фірм наголошують, що використання BIM сприяє налагодженню співпраці під час виконання проекту та досягненню успіху (за даними Harvard Business Review).

Інтерес до BIM-технологій в Україні останнім часом значно активізувався, проте застосовують їх переважно компанії з іноземними інвестиціями. Використання BIM здебільшого є характерним для будівництва масштабних ТРЦ або мультифункціональних об'єктів. Проте багато експертів впевнені, що широке вживання BIM-технологій – це питання найближчих декількох років, і на це впливають такі чинники:

- ✦ зміна орієнтації проектування на західні ринки;
- ✦ адаптація європейських будівельних норм;
- ✦ стабільне зростання цін на енергоносії;
- ✦ затвердження державою реформ і програм з енергоефективності.

Під час повоєнної відбудови країни BIM може стати у нагоді для залучення іноземних інвестицій та грантів. Оскільки такі ініціативи вимагають здійснення чіткого контролю за інвестованими ко-

штами, використання BIM буде не тільки інноваційним методом, але й більш економічним порівняно з традиційними методами [8].

Зупинимося детальніше на питанні реконструкції міст, адже у процесі відбудови інформаційне моделювання вважається наразі першочерговим інструментом. Таку думку підтверджує коментар голови правління The Wall Віталія Грусевича: «Після війни ми будемо будувати багато. Основне джерело фінансування – платники податків країн-донорів, перед якими їх політики звикли звітувати. Терміни, як завжди, стислі. З поваги до себе ми маємо забезпечити максимальну ефективність і прозорість освоєння бюджету. BIM – це наш вихід. Це тотальне повалення корупції, контроль, зменшення витрат, безпечність об'єктів, оптимізація їх експлуатації» [9].

Отже, BIM-технології покликані вдосконалити будівельну галузь України в такому: виведуть будівництво на новий рівень; зросте ефективність контролю будівельних робіт; у країні виникне сприятливий клімат для реалізації сучасних проєктів. Усе це здатне позитивно вплинути на зростання позицій України в міжнародних рейтингах.

На думку українського бізнесмена і політика Льва Парцхаладзе, «за впровадженням BIM-технологій – майбутнє будівництва. Зокрема, це – запорука реалізації нових сучасних і якісних проєктів в Україні». Основною перевагою BIM-технологій в будівництві він вважає «здатність досягнути практично повної відповідності характеристик будівельного об'єкта вимогам замовника».

Головною відмінністю при відновленні будівлі порівняно з новими будівельними проєктами є первинний збір даних, який може бути не зовсім якісним, а в багатьох випадках – обмежений через нестачу інформації. Одним із найбільших обмежень, які існують наразі для реконструкції будівель, є труднощі зі збором та об'єднанням інформації для подальшої роботи. Важливим є не тільки наявність даних, але і їх доступність у цифровому форматі, оскільки більшість поточної інформації, у кращому випадку, залишається на папері.

Наведемо приклад реконструкції промислової будівлі, збудованої у 1950–80-х рр. у Литві, де було виокремлено низку стандартних проблем. До найкритичніших, які впливають на результативність проєкту, було віднесено такі: застаріла або відсутня документація будівлі; відсутність техніко-економічного обґрунтування через брак коштів; неналежне оформлення технічного проєкту; затяжний процес закупівлі, оскільки в кожному проєкті бере участь кілька фахівців; відсутність безперервності інформації, що впливає на майбутні

рішення; коригування проєкту в ході будівництва й експлуатації; збільшення терміну реалізації проєкту та зростання бюджету. Як видно з литовського досвіду, ці проблеми вирішуються шляхом підвищення особистої компетентності, управління інформацією та шляхом застосування BIM у кожному проєкті. Інакше кажучи, у ході реалізації проєктів з реконструкції базовими моментами повинні бути достовірна інформація, ефективність процедури, робота проєктної команди, що заснована на методології прийняття рішень і технологіях BIM.

Автоматизована розробка BIM-моделі для наявної будівлі свідчить про досягнення оптимізації, що починається з введення даних (хмара точок/відео/зображення тощо) і закінчується готовою BIM-моделлю, а в проміжних процесах використовуються напівавтоматичні чи автоматизовані методи, що здатні економити час і зусилля задля зростання ефективності [10, с. 62–64].

За сьогоднішніх воєнних реалій, в яких знаходиться Україна, впровадження інноваційного програмного забезпечення, що підтримує технологію BIM, є першочерговим на етапі реконструкції та відновлення будівель, що були зруйновані під час ракетних обстрілів. Усе це сприятиме:

- ✦ зниженню витрат,
- ✦ скороченню затримок на будівельних майданчиках;
- ✦ мінімізації кількості переробок;
- ✦ зниженню кількості запитів інформації;
- ✦ поліпшенню координування та етапі проєктування та виконання ремонтних робіт;
- ✦ запобіганню скаргам замовників, пов'язаним із зіткненням інтересів у проєктній документації;
- ✦ спрощенню процесу погодження проєктів, переходу до об'єднаного проєктування та результативній кооперації інженерів різної кваліфікації.

Для історичних споруд надзвичайно важливим є збереження автентичності. При реконструкції фасаду повинні бути враховані певні умови для найбільш точного відтворення первісного вигляду. Спеціалісти також можуть затвердити фрагментарну реставрацію, яка не вимагає стилістичної єдності. У цьому випадку варто вписати будівлю в наявну забудову. Через це на перший план виходить попередня розробка BIM-моделі. Якщо розробити віртуальну модель до початку реставрації, опрацювати фасад і звернути увагу на дрібні архітектурні деталі, це дасть можливість контролювати швидкість та якість ремонтних робіт, звести до мінімуму можливі неточності та похибки, уникнути затратних переробок. Це, своєю чергою, приве-

де до скорочення вартості будівництва. Детально продуманий проект реставрації із застосуванням BIM-технологій старовинних споруд, історичних будівель і культурних пам'яток дозволить значно оптимізувати витрати не лише при відновленні споруд, а й на етапі експлуатації [11, с. 69–70].

ВИСНОВКИ

Таким чином, BIM не є конкретною комп'ютерною програмою, а розглядається як технологія проектування. BIM – це, насамперед 3D, проте це також допоміжна інформація, яка потребує збору, опису, введення. Отже, лише 3D не є саме по собі BIM-технологією.

Впровадження BIM-технологій є одним із ключових кроків до цифровізації будівельної галузі. Ґрунтуючись на появі інноваційних інформаційних можливостей, багато розвинених країн почали переосмислювати підходи до проектування будівель, що означає поширення процесів BIM як способу оптимізації процесу проектування та будівництва. На жаль, диджиталізація в Україні суттєво відстає від передових зарубіжних практик, на що є низка причин, проте український уряд має намір це докорінно змінити. Зважаючи на світову тенденцію, в тому числі досвід ЄС, BIM все частіше застосовують не тільки при створенні нових будівель, а й при реконструкції та модернізації вже наявних об'єктів.

Спираючись на світовий досвід, нові методи проектування доцільно застосувати при реконструкції українських міст, отже, у процесі відбудови нашої країни інформаційне моделювання може стати пріоритетом державної політики галузі. Ряд прийнятих розпоряджень і стандартів стосовно використання BIM-технологій у будівництві засвідчує, що вже незабаром воно стане неодмінною умовою в ході проектування та реконструкції об'єктів, передусім – державних, що допоможе в підвищенні контролю робіт на кожному з етапів, скороченні вартості будівництва та підвищенні його безпечності. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кулік М. В., Куліш С. О., Іщенко С. С. Впровадження новітніх цифровізованих програмних комплексів на базі BIM-технологій у будівництві України. *Науковий вісник будівництва. Серія «Будівництво»*. 2020. № 2. С. 301–306. DOI: 10.29295/2311–7257–2020–100–2–301–306.
2. Building Information Modeling – Технології XXI століття. *Український центр сталевих виробництва*. 14.04.2014. URL: <https://uscc.ua/news/building-information-modeling-tehnologii-xxi-veka>

3. Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні : схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17.02.2021 р. № 152-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-p#Text>
4. Левченко О. В., Михайленко А. В. BIM-технології в закладах вищої освіти рівня підготовки бакалавр та магістр. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2022. Вип. 62. С. 152–170. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.62.152-170>
5. Чашин Д. Ю., Рахманін О. А., Хіль Д. В. Упровадження BIM-технологій як основи для створення комплексних інформаційних моделей в керуванні будівництвом. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2022. № 1. С. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.220222.63.834>
6. Україна: Заплановано впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання. *EBA*. 19.03.2021. URL: <https://eba.com.ua/ukrayina-zaplanovano-vprovadzhennya-tehnologij-budivelnogo-informatsijnogo-modelyuvannya>
7. Гузенко С. Як BIM змінить девелопмент та Real Estate в Україні. *ЛІГА.net*. 29.11.2022. URL: <https://blog.liga.net/user/sguzenko/article/yak-bim-zminit-development-ta-real-estate-v-ukraini>
8. VEC-UA: Віртуальне будівництво або технологія майбутнього. *Kharkiv IT Cluster*. 10.03.2023. URL: <https://it-kharkiv.com/vec-ua-virtualne-budivnitstvo/>
9. BIM-перемоги: ефективна відбудова країни. URL: <https://wall.org.ua/2022/06/09/>
10. 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](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-08)
11. Левченко О. В., 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.PMNTM.2413.271222.64.912>

REFERENCES

- “Building Information Modeling – Tekhnologii XXI stolittia” [Building Information Modeling – Technologies of the XXI Century]. *Ukrainskyi tsentr stalevoho vyrobnytstva*. April 14, 2014. <https://uscc.ua/news/building-information-modeling-tehnologii-xxi-veka>
- Chashyn, D. Yu., Rakhmanin, O. A., and Khil, D. V. “Uprovadzhennia BIM-tekhnologii yak osnovy dlia stvorennia kompleksnykh informatsiinykh modelei v keruvanni budivnytstvom” [Introduction of BIM-

- Technologies as a Basis for Creation of Complex Information Models in Construction Management]. *Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury*, no. 1 (2022): 63-70.
DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.220222.63.834>
- Huzenko, S. "Yak BIM zminyt development ta Real Estate v Ukraini" [How BIM Will Change Development and Real Estate in Ukraine]. *LIGA.net*. November 29, 2022. <https://blog.liga.net/user/sguzenko/article/yak-bim-zminyt-development-ta-real-estate-v-ukraini>
- Kulik, M. V., Kulish, S. O., and Ishchenko, S. S. "Vprovadzhennia novitnikh tsyfrovizovanykh prohramnykh kompleksiv na bazi VIM-tekhnologii u budivnytstvi Ukrainy" [Introduction of the Latest Digital Software Package Based on BIM-Technologies in the Construction of Ukraine]. *Naukovyi visnyk budivnytstva. Seriiia «Budivnytstvo»*, no. 2 (2020): 301-306.
DOI: 10.29295/2311-7257-2020-100-2-301-306
- [Legal Act of Ukraine] (2021). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-p#Text>
- Levchenko, N. M., Beiner, P. S., and Beiner, N. V. "Rekonstruktsiia budivel z vykorystanniam BIM tekhnologii pry vidnovlenni mist v Ukraini" [Reconstruction of Buildings Using BIM Technologies During City Renewal in Ukraine]. *Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv*, no. 4 (2022): 64-70.
DOI: <https://doi.org/10.30838/J.PMHTM.2413.271222.64.912>
- Levchenko, O. V., and Mykhailenko, A. V. "BIM-tekhnologii v zakladakh vishchoi osvity rivnia pidhotovky bakalavr ta mahistr" [BIM-Technologies in the Curricula of Higher Educational Institutions of the Bachelor's and Master's Level]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia*, no. 62 (2022): 152-170.
DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.62.152-170>
- Meshcheriakova, O. M., and Yasnii, V. P. "BIM: Efektyvnyi instrument dlia rekonstruktsii budivel ta sporud" [BIM: An Effective Methodology for the Reconstruction of Buildings and Structures]. *Suchasni tekhnologii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*, no. 18 (2022): 61-70.
DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-08)
- "Ukraina: Zaplanovano vprovadzhennia tekhnologii budivelnoho informatsiinoho modeliuvannia" [Ukraine: Implementation of Construction Information Modeling Technologies is Planned]. EBA. March 19, 2021. <https://eba.com.ua/ukrayina-zaplanovano-vprovadzhennya-tehnologij-budivelnogo-informatsijnogo-modelyuvannya>.
- "VEC-UA: Virtualne budivnytstvo abo tekhnologiia maibutnyoho" [VEC-UA: Virtual Construction or Technology of the Future]. *Kharkiv IT Cluster*. March 10, 2023. <https://it-kharkiv.com/vec-ua-virtualne-budivnytstvo/>
- "BIM-peremohy: efektyvna vidbudova krainy" [BIM-victories: Effective Reconstruction of the Country]. <https://wall.org.ua/2022/06/09/>

Науковий керівник – Єрохін С. А., доктор економічних наук, професор, Національна академія управління (Київ)