

УДК 005.95:624

**Л.М. Мельник\***

д.е.н., професор, ORCID [0000-0001-8844-5490](https://orcid.org/0000-0001-8844-5490)

кафедра будівельної механіки

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, вул. Руська, 56,  
м. Тернопіль, 46025, Україна

**В.П. Ясній**

д.т.н., професор, ORCID [0000-0002-5768-5288](https://orcid.org/0000-0002-5768-5288)

кафедра будівельної механіки

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, вул. Руська, 56,  
м. Тернопіль, 46025, Україна

**О.М. Мещерякова**

ст.викладач, ORCID [0000-0003-1563-9870](https://orcid.org/0000-0003-1563-9870)

кафедра будівельної механіки

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, вул. Руська, 56,  
м. Тернопіль, 46025, Україна

\*автор-кореспондент, e-mail: [liliana.mel0512@gmail.com](mailto:liliana.mel0512@gmail.com)

## Компетентності майбутнього: роль BIM у підготовці будівельних кадрів

Цитувати як:

Мельник Л.М., Ясній В.П., Мещерякова О.М. (2025). Компетентності майбутнього: роль BIM у підготовці будівельних кадрів. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 24, 219-234. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14\(24\)-18](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14(24)-18)

© 2025, Мельник Л.М., Ясній В.П., Мещерякова О.М.

*У статті наведено результати дослідження ключових компетентностей з будівельного інформаційного моделювання сучасних фахівців будівельної галузі. Зроблено аналіз трактувань поняття «будівельне інформаційне моделювання» вітчизняними науковцями. У праці зазначено, що сучасна концепція BIM охоплює декілька вимірів, що є розширенням функціональних можливостей інформаційної моделі, які виходять за межі базового 3D-моделювання. З огляду на це описано характеристики BIM-вимірів. Досліджено стан застосування функцій BIM європейськими підрядниками в будівельній галузі у 2023 році. У результаті встановлено, що весь потенціал BIM ще не реалізований, оскільки зв'язок з 4D (часове планування), 5D (витрати), 6D (енергоефективність та сталий розвиток) та 7D (управління життєвим циклом) не використовується багатьма підрядниками. Виявлено, що з розвитком цифрових технологій та зростанням потреб у комплексному управлінні будівельними проектами, концепція BIM постійно розширюється. Поряд із застосовуваними вимірами – від 3D до 7D – у практиці з'являються нові рівні деталізації, що охоплюють додаткові аспекти життєвого циклу об'єкта. Зокрема, йдеться про 8D, 9D та 10D, кожен з яких розширює можливості цифрового моделювання в будівництві.*

*У статті визначено, що у відповідь на зростаючі потреби ринку, багато компаній відкривають нові вакансії, що безпосередньо пов'язані з використанням*

*ВІМ, зокрема: ВІМ-координатор, ВІМ-моделер, ВІМ-менеджер, ВІМ-аналітик та ВІМ-інженер.*

*У розрізі визначених ВІМ-вимірів описано ключові технічні ВІМ-компетентності для фахівців будівельної галузі, а також виокремлено нетехнічні (так звані, «м'які навички» та міждисциплінарні уміння) компетентності, зокрема: управлінські, комунікативні, цифрові, етичні та лідерські. У сукупності перелічені компетентності забезпечують здатність фахівця ефективно реалізовувати проєкти, координувати роботу команди та впроваджувати інноваційні рішення у будівельній галузі.*

*Ключові слова: компетентності, будівельне інформаційне моделювання, проектування, управління, фахівці, життєвий цикл проєкту.*

## **Вступ**

Сучасна будівельна галузь переживає етап глибокої цифрової трансформації, що охоплює всі етапи реалізації інвестиційно-будівельних проєктів. Інтеграція цифрових технологій у процеси проектування, будівництва, експлуатації та демонтажу об'єктів стає не просто конкурентною перевагою, а необхідною умовою для забезпечення ефективності, точності та стійкості розвитку галузі. У цьому контексті особливе значення набуває технологія інформаційного моделювання будівель (Building Information Modeling, BIM), яка дедалі більше утверджується як міжнародний галузевий стандарт.

BIM забезпечує цілісне цифрове представлення об'єкта будівництва, дозволяючи здійснювати комплексне управління інформацією на всіх стадіях життєвого циклу. Вона істотно змінює характер професійної діяльності інженерів, архітекторів, кошторисників і менеджерів проєктів, вимагаючи від них нових знань, умінь і способів взаємодії в міждисциплінарному середовищі. У зв'язку з цим виникає об'єктивна потреба у переосмисленні системи підготовки майбутніх фахівців для будівельної галузі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розвиток будівельної галузі в умовах цифрової трансформації зумовлює зростання наукового та практичного інтересу до проблематики впровадження технологій BIM у практику галузі будівництва. Дослідження останніх років засвідчують, що BIM розглядається не лише як інструмент цифрового моделювання, але й як методологія, що забезпечує інтеграцію інформаційних процесів на всіх етапах життєвого циклу будівельного об'єкта. Науковці (Андрухов В., Басистий В., Гудима Л., Іщенко С., Київська К., Кулік М., Куліш С., Лузіна Ю., Мудрий І., Потеха А., Трач Р. та інші) акцентують увагу на багатовимірності концепції BIM, яка охоплює від базового 3D-моделювання до розширених вимірів, пов'язаних із плануванням часу, управлінням витратами, енергоефективністю, сталим розвитком та експлуатацією об'єкта.

Водночас у науковій літературі все більше уваги приділяється питанням формування нових компетентностей майбутніх інженерів і менеджерів будівельної сфери, здатних ефективно застосовувати BIM-технології (Єрмолович Д., Левченко О., Михайленко А., Чертков О., Цегельний В.).

Також у наукових публікаціях можна простежити позицію, відповідно до якої BIM розглядається як методологія управління проектами, що інтегрує процеси планування, координації та контролю. Сюди можна віднести праці таких авторів як: Войтович В., Доненко В., Іщенко О., Вакулюк Я., Перегінець І., Смірнов Ю., Починок Н., Лупійчук А., Шебек М., Дубинка О., Петренко Д., Орищенко В., Тугай А. та інші.

**Мета і завдання дослідження.** Попри активне впровадження BIM у проєктно-будівельну практику, освітні програми у багатьох вітчизняних та зарубіжних закладах вищої освіти поки що не повною мірою відповідають сучасним запитам ринку праці. Існує суттєвий розрив між очікуваними компетенціями з боку роботодавців і фактичним рівнем підготовки випускників будівельних спеціальностей. Це зумовлює необхідність комплексного аналізу вимог до BIM-компетентностей, а також переорієнтації навчальних процесів відповідно до викликів цифрової епохи.

Метою цієї статті є визначення основних BIM-компетентностей, які мають бути сформовані в процесі підготовки майбутніх фахівців будівельного профілю.

### **Матеріали та методи**

У дослідженні основну увагу було приділено вивченню компетентностей майбутніх будівельних фахівців у контексті застосування BIM (Building Information Modeling) як інструмента формування професійних і міждисциплінарних навичок. Матеріалами дослідження стали:

- академічні джерела – наукові статті, монографії та методичні посібники з тематики BIM, проєктного менеджменту, ощадного будівництва та управління життєвим циклом об'єктів [1-16];
- експертні звіти, що спрямовані на ідентифікацію ключових BIM-компетентностей та вимог до підготовки майбутніх спеціалістів [17, 18].

Методи дослідження включали систематизацію та класифікацію компетентностей відповідно до BIM-вимірів 3D-10D (Тривимірне інформаційне моделювання будівель, часове планування, витрати, сталий розвиток, безпека, життєвий цикл, ощадне будівництво, управління об'єктом), що дозволило комплексно оцінити роль BIM у формуванні компетентностей майбутніх будівельних фахівців та визначити ключові напрями їхнього розвитку у контексті цифрової трансформації галузі.

## **Результати та обговорення**

Будівельне інформаційне моделювання (Building Information Modeling, BIM) – це методологія створення, використання та управління цифровим представленням фізичних і функціональних характеристик будівельного об'єкта. На відміну від традиційного підходу до проектування, що базується на окремих двовимірних кресленнях, BIM передбачає формування тривимірної моделі, яка інтегрує технічну, технологічну, економічну та іншу інформацію, необхідну для реалізації, експлуатації та утилізації об'єкта.

В сучасній науковій літературі вже є достатньо напрацювань щодо сутності та значимості BIM для будівельної практики. Для прикладу, Трач Р.В. стверджує, що моделювання інформації про будівлю є системою, яка дозволяє цифровий опис багатьох параметрів будівельного об'єкту на етапах проектування, реалізації та використання [12]. Войтович В.А. розглядає BIM крізь призму управління проектами, що забезпечує більш інтегрований і ефективний спосіб проектної документації, розрахунків, контролю якості та управління ресурсами [2].

BIM-технологія також корисна для економічних цілей. У праці Починок Н.В. і Лупійчук А.І. зазначається, що сформовану за допомогою технології BIM інформаційну модель будівництва можна використовувати не лише для проектно-візуального й технічного проектування, а й для фінансово-облікових цілей, що передбачає розподіл моделі на окремі елементи, для яких необхідно планувати потреби у матеріалах, будівельних конструкціях, час роботи працівників та будівельної техніки тощо [11].

Колектив авторів [13] переконані, що важливою особливістю BIM є наявність єдиної інформаційної моделі будівлі, яку можна ефективно використовувати протягом усього життєвого циклу будівлі, адже, окрім загально визначених даних про характеристики об'єкта (технологічні, технічні, архітектурні, інженерно-будівельні, кошторисні, економічні), база може доповнюватися юридичною, експлуатаційною, екологічною та іншою інформацією.

У праці [14] зауважено, що BIM-модель містить не тільки інтелектуальну інформацію про об'єкти, які в неї входять, але й параметричні взаємозв'язки між ними. Це дозволяє приймати управлінські рішення на будь-якому з етапів життєвого циклу будівельного об'єкта, при цьому нові дані в інформаційну модель можуть постійно додаватися.

Як зазначалося, сучасна концепція BIM охоплює декілька вимірів, що є розширенням функціональних можливостей інформаційної моделі, які виходять за межі базового 3D-моделювання. Кожен додатковий вимір додає до цифрової моделі новий тип інформації або інтегрує її з конкретним процесом управління у будівництві (табл. 1).

Таблиця 1. Виміри BIM та їхнє призначення

Вимір	Назва	Короткий опис
3D	Тривимірне інформаційне моделювання будівель	Візуалізація об'єкта в об'ємному середовищі
4D	Часове планування	Інтеграція моделі з календарним плануванням будівництва (часовий вимір)
5D	Управління витратами	Додавання до моделі кошторисної інформації (вартісний аналіз)
6D	Енергоефективність та сталий розвиток	Аналіз сталого розвитку, життєвого циклу та енерговитрат
7D	Управління життєвим циклом об'єкта	Управління експлуатацією, технічним обслуговуванням та життєвим циклом об'єкта

Представлена таблиця відображає етапність розвитку BIM-моделей у контексті їх функціонального наповнення та ролі на різних стадіях життєвого циклу будівельного об'єкта. Тривимірне інформаційне моделювання будівель (3D) є вихідним рівнем BIM і базується на створенні тривимірної цифрової моделі, яка замінює традиційні креслення. Основна мета – забезпечити візуалізацію архітектурно-конструктивних рішень і полегшити міждисциплінарну координацію. Рівень 4D додає до моделі вимір часу, що дозволяє моделювати логіку виконання робіт, формувати графіки будівництва та здійснювати симуляцію процесу реалізації проекту. Такий підхід допомагає уникати конфліктів у плануванні та зменшувати простой на будмайданчику. 5D забезпечує зв'язок геометрії та графіку з фінансовими показниками. Це дозволяє здійснювати оперативний аналіз вартості будівництва, оцінювати вплив проектних змін на бюджет та приймати обґрунтовані управлінські рішення в реальному часі. Рівень 6D фокусується на оцінці екологічної та енергетичної ефективності об'єкта. Цей вимір актуалізується у контексті сталого розвитку та дозволяє моделювати вплив будівлі на навколишнє середовище протягом усього життєвого циклу. А рівень 7D вже переходить від проектно-будівельної функції до функції управління нерухомістю. Модель на цьому етапі містить усі необхідні дані для технічного обслуговування, планових ремонтів, моніторингу стану інженерних систем тощо.

Незважаючи на активне впровадження BIM-технологій, його потенціал залишається частково нереалізованим, зокрема через обмежене використання розширених вимірів – 4D (часове планування), 5D (управління витратами), 6D (енергоефективність та сталий розвиток) та 7D (управління життєвим циклом об'єкта).

Дослідження динаміки обізнаності та практичного використання технології інформаційного моделювання будівель серед архітекторів, підрядників і монтажників в країнах ЄС з 2010 по 2024 рік демонструє стійке зростання обізнаності у трьох групах стейкхолдерів (архітектори, підрядники та монтажники) [17]. Найвищий рівень обізнаності зафіксовано серед архітекторів (з 40% до 92%), що вказує на глибоку інтеграцію BIM в архітектурну практику. Згідно з наданими результатами опитування серед підрядників та монтажників обізнаність також зросла, досягнувши 47% та 44% відповідно. Проте, незважаючи на це, практичне застосування BIM залишається значно нижчим: якщо у архітекторів використання BIM зросло до 45%, то серед підрядників і монтажників цей показник становить лише 11% та 9% відповідно. Цей значний розрив між теоретичним знанням і практичним використанням вказує на наявність суттєвих бар'єрів для впровадження технології.

Згідно досліджень USP Marketing Consultancy, провідної глобальної агенції з дослідження ринку в секторах будівництва, монтажу та ремонту житла, незважаючи на те, що користувачі використовують не всі функції BIM, все ж спостерігається зростання використання окремих функцій, що свідчить про те, що європейські підрядники все більше використовують потенціал BIM (рис. 1) [17]. Слід зауважити, що зростання спостерігається переважно в більш базових функціях, а не в функціях, що дозволяють пов'язувати планування, витрати та життєвий цикл проекту.

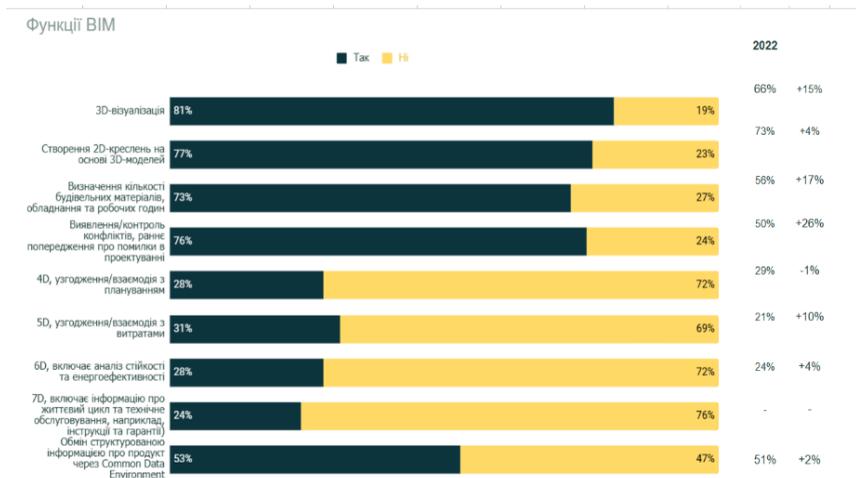


Рис. 1. Застосування функцій BIM в будівельній галузі у 2023 році

Як видно з рисунка, функції BIM, які найчастіше використовують підрядники, в основному пов'язані з проектуванням, тобто 3D-візуалізація,

створення 2D-креслень та виявлення конфліктів. Ці функції також найчастіше використовують архітектори. Зауважимо, що використання цих функцій підрядниками зросло порівняно з попереднім роком. Ще одна, більш типова для підрядників функція, також використовується дуже часто: визначення кількості матеріалів, обладнання та робочих годин. Ця функція менш актуальна для архітекторів, оскільки вона більше впливає на діяльність підрядників.

Бачимо, що весь потенціал BIM ще не реалізований, оскільки зв'язок з 4D (часове планування), 5D (витрати), 6D (енергоефективність та сталий розвиток) та 7D (управління життєвим циклом) не використовується багатьма підрядниками. Максимум третина всіх підрядників, які використовують BIM, користуються цими функціями. Ці функції також є більш актуальними для підрядників, ніж для архітекторів.

Однією з переваг використання BIM, що недостатньо висвітлюється у науковій та практичній літературі, є зменшення витрат, пов'язаних із помилками та дефектами в процесі реалізації проекту. Так, середній рівень таких витрат у проектах, де BIM не застосовується, становить близько 11,3%, тоді як за умови використання BIM цей показник знижується до 7,0%. Залучення додаткових функціональних вимірів (4D-7D) може сприяти ще більшому зниженню зазначених витрат і підвищенню загальної ефективності управління будівельними проектами.

З розвитком цифрових технологій та зростанням потреб у комплексному управлінні будівельними проектами, концепція BIM постійно розширюється. Поряд із застосовуваними вимірами – від 3D до 7D – у практиці з'являються нові рівні деталізації, що охоплюють додаткові аспекти життєвого циклу об'єкта. Зокрема, йдеться про 8D, 9D та 10D, кожен з яких розширює можливості цифрового моделювання в будівництві. 8D зосереджується на забезпеченні безпеки та охорони праці, дозволяючи ідентифікувати потенційні ризики, планувати безпечні маршрути для персоналу, оптимізувати логістику будмайданчика та моделювати надзвичайні ситуації. Це сприяє зниженню травматизму та дотриманню норм техніки безпеки. 9D інтегрує принципи ощадного будівництва, спрямовані на усунення втрат, підвищення ефективності використання ресурсів і кращу координацію робіт, часто із застосуванням методологій, як-от система «Останній планувальник» чи «Точно-Вчасно». 10D наразі не має усталеного визначення, проте охоплює перспективні напрями розвитку: інтеграцію з технологіями «Розумне будівництво» та штучний інтелект, підтримку адаптивного використання будівель, врахування соціального комфорту користувачів і принципів сталого розвитку відповідно до ESG-критеріїв.

Таким чином, BIM виступає не лише інструментом візуалізації, а повноцінною платформою для управління інформацією на всіх етапах життєвого циклу будівельного об'єкта – від проектування й будівництва до

експлуатації, реконструкції чи демонтажу. Це дозволяє підвищити точність проектних рішень, зменшити кількість помилок, оптимізувати витрати, скоротити терміни виконання робіт і забезпечити прозорість процесів для всіх учасників проекту. У цьому контексті BIM слід розглядати не лише як технологію чи програмне забезпечення, а як стратегію управління даними, яка змінює принципи взаємодії в будівельній індустрії та формує нові вимоги до компетенцій фахівців.

У контексті цифровізації будівельної галузі, технологія інформаційного моделювання будівель перетворюється з інноваційного підходу на стандарт практики для архітекторів, інженерів, проєктувальників і менеджерів проєктів. Впровадження BIM забезпечує підвищення ефективності на всіх етапах життєвого циклу будівельного об'єкта – від концепції до експлуатації та демонтажу. Це вимагає нових цифрових компетентностей від майбутніх фахівців.

У відповідь на зростаючі потреби ринку, багато компаній відкривають нові вакансії, безпосередньо пов'язані з використанням BIM. Найпоширенішими з них є: BIM-координатор, BIM-моделер, BIM-менеджер, BIM-аналітик та BIM-інженер.

Вимоги до BIM-координатора пов'язані з організацією ефективної взаємодії між усіма учасниками проєкту, забезпеченням інтеграції моделей різних розділів (архітектурних, конструктивних, інженерних) у загальну інформаційну модель, виявленням колізії та здійсненні перевірки на відповідність BIM-стандартам.

Інженер-моделер (BIM-моделер) – це фахівець, який створює інформаційні моделі будівельних об'єктів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, зокрема Revit, ArchiCAD, Tekla Structures та інших. Його завдання полягає у формуванні цифрових 3D-, 4D- та 5D-моделей, які містять геометричні, часові та вартісні характеристики. Такий спеціаліст інтегрує технічні параметри елементів у модель, формує креслення, специфікації, а також готує документацію, необхідну для проєктування та будівництва.

BIM-менеджер відповідає за стратегічне управління BIM-процесами на рівні окремого проєкту або всієї організації. До його функціональних обов'язків належить розробка та впровадження BIM-стандартів, підготовка та супровід плану реалізації BIM, а також координація команд і контроль відповідності моделей вимогам замовника та міжнародним нормам, зокрема ISO 19650. BIM-менеджер є ключовою фігурою в забезпеченні ефективної та якісної реалізації цифрового моделювання на практиці.

BIM-аналітик, у свою чергу, здійснює аналітичну обробку даних, що містяться в інформаційній моделі, з метою підтримки прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Його діяльність включає створення інтерактивних аналітичних панелей, моделювання сценаріїв розвитку проєкту, а також оцінку параметрів вартості, графіка виконання робіт,

енергоефективності та довгострокової експлуатації об'єкта. Завдяки BIM-аналітиці можливе точніше планування ресурсів і прогнозування ризиків у будівельному процесі.

BIM-інженер – це технічний спеціаліст, який поєднує знання в галузі інженерії та цифрового моделювання. Його основна функція – забезпечення точності інженерних розрахунків і технічної коректності моделі, зокрема щодо систем водопостачання, опалення, вентиляції, електропостачання та інших мереж. BIM-інженер верифікує вхідні дані, перевіряє їхню відповідність технічним нормам і координує інтеграцію інженерних рішень у загальну інформаційну модель об'єкта.

Аналіз вимог до кандидатів на міжнародних платформах для пошуку роботи (наприклад, LinkedIn, Indeed, Jooble) підтверджує, що серед ключових вимог для фахівців у будівельній галузі є BIM-компетенції. Зокрема, досвід роботи з ключовим програмним забезпеченням (Revit, Navisworks, AutoCAD Civil 3D, ArchiCAD), знання міжнародних стандартів (IFC, ISO 19650), а також практичні навички роботи з платформами загального середовища даних (CDE), такими як BIM 360 або Trimble Connect. Подібна тенденція спостерігається і на українському ринку, де кількість вакансій, що вимагають наявності BIM-навичок, постійно зростає, що свідчить про зростаючу інтеграцію BIM-технологій у будівельну практику в Україні.

Згідно з дослідженням World Economic Forum, до 2030 року понад 50% технічних спеціалістів у сфері проектування та будівництва повинні володіти компетентностями будівельного інформаційного моделювання [18]. Беручи за основу визначені вище виміри BIM, можна сформулювати ключові компетентності для будівельних фахівців (табл. 2).

Таблиця 2. Ключові BIM-компетентності для фахівців будівельної галузі

Вимір BIM	Необхідна компетентність фахівця
Тривимірне інформаційне моделювання будівель (3D)	<ul style="list-style-type: none"><li>– здатність створювати та редагувати інформаційні моделі будівель і споруд у спеціалізованих BIM-платформах (Revit, Navisworks, AutoCAD Civil 3D, ArchiCAD тощо);</li><li>– вміння працювати з IFC-форматом і забезпечувати сумісність моделей.</li></ul>
Часове планування (4D)	<ul style="list-style-type: none"><li>– здатність інтегрувати календарні графіки будівництва з будівельними інформаційними моделями;</li><li>– можливість аналізувати сценарії будівництва, виявляти ризики та оптимізувати послідовності робіт.</li></ul>
Вартісне моделювання (5D)	<ul style="list-style-type: none"><li>– навички формування кошторисів і бюджетів на основі цифрових моделей;</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>– вміння використовувати BIM для контролю витрат, ресурсів та економічної ефективності проєктів.</li></ul>
Енергоефективність та сталий розвиток (6D)	<ul style="list-style-type: none"><li>– здатність проводити аналіз енергоспоживання та теплотехнічних характеристик об'єкта у BIM-середовищі;</li><li>– здатність прогнозувати вплив різних проєктних рішень на енергозбереження та обирати оптимальні варіанти;</li><li>– уміння інтегрувати в інформаційну модель екологічні показники (вуглецевий слід, використання матеріалів, утилізація відходів), враховувати принципи «зеленої» сертифікації (LEED, BREEAM тощо) та підтримувати прийняття рішень на користь екологічно та економічно збалансованих рішень.</li></ul>
Управління життєвим циклом об'єкта (7D)	<ul style="list-style-type: none"><li>– здатність збирати, систематизувати й підтримувати актуальність інформації про конструктивні елементи, інженерні системи, матеріали та обладнання для подальшої експлуатації об'єкта;</li><li>– уміння застосовувати інформаційну модель для прогнозування витрат, управління ремонтами, модернізаціями та утилізацією, враховуючи економічні, екологічні й соціальні аспекти.</li></ul>
Безпека та охорона праці (8D)	<ul style="list-style-type: none"><li>– здатність використовувати BIM для ідентифікації небезпечних зон, візуалізації ризиків та моделювання безпечних сценаріїв виконання будівельно-монтажних робіт;</li><li>– уміння інтегрувати в інформаційну модель правила, стандарти й процедури безпеки, забезпечуючи узгодженість дій усіх учасників будівництва та контроль виконання вимог охорони праці.</li></ul>
Ощадне будівництво (9D)	<ul style="list-style-type: none"><li>– здатність застосовувати принципи ощадного будівництва (усунення втрат, оптимізація потоків, скорочення простоїв) через цифрові моделі та інструменти BIM, інтегруючи планування, логістику та контроль ресурсів у реальному часі;</li><li>– уміння використовувати BIM для синхронізації дій учасників будівництва, впровадження методологій «Останній планувальник» (Last Planner System) та «Точно-Вчасно» (Just-in-Time), що забезпечує ефективне планування і мінімізацію втрат матеріалів, часу та вартості.</li></ul>

Управління об'єктом протягом життєвого циклу (10D)	– уміння інтегрувати BIM з системами управління будівлями (CAFM, IoT, BMS) для оптимізації витрат на експлуатацію, підвищення комфорту користувачів і продовження терміну служби об'єкта.
--	---

Для будівельних фахівців, окрім технічних BIM- і професійних компетентностей, важливий цілий спектр, так званих, «м'яких навичок» та міждисциплінарних умінь, які підсилюють ефективність роботи. Так, управлінські та комунікативні компетентності є критично важливими для сучасних будівельних фахівців, оскільки вони забезпечують ефективну організацію робочих процесів і взаємодію між учасниками проекту. Управлінські компетентності включають здатність до проєктного менеджменту, що передбачає планування, координацію та контроль виконання робіт, а також володіння тайм-менеджментом для роботи з графіками, дедлайнами та пріоритетами.

Важливою є й компетентність у ризик-менеджменті, яка дозволяє передбачати можливі загрози та приймати своєчасні управлінські рішення. Поряд із цим ключове значення мають комунікативні навички, зокрема здатність працювати в команді, забезпечуючи ефективну взаємодію з колегами, субпідрядниками та замовниками.

У контексті міжнародних проєктів важливою є міжкультурна комунікація, що сприяє порозумінню між представниками різних культур. Також цінною є здатність чітко презентувати та аргументувати технічні рішення, пояснюючи їх навіть нефахівцям, що значно підвищує прозорість і якість прийняття рішень.

Цифрові, етичні та лідерські компетентності будівельних фахівців також доповнюють технічні навички і забезпечують ефективну та відповідальну роботу у сучасному професійному середовищі. Цифрові компетентності передбачають володіння цифровою грамотністю, включно з роботою у BIM-середовищі, хмарних сервісах та системах кібербезпеки, а також уміння аналізувати дані, інтерпретувати результати моделювання і приймати обґрунтовані рішення на основі аналітики. Етичні компетентності охоплюють дотримання стандартів сталого розвитку, врахування екологічних і соціальних аспектів проєктів, а також професійну етику та відповідальність, що проявляються у чесності, прозорості та здатності приймати етичні рішення у складних ситуаціях. Лідерські та інноваційні компетентності включають уміння мотивувати та керувати командою, передавати знання та досвід, розвивати креативне і інноваційне мислення, а також демонструвати гнучкість і адаптивність до змін технологій, процесів і ринкових умов. У сукупності ці компетентності забезпечують здатність фахівця ефективно реалізовувати проєкти, координувати роботу команди і впроваджувати інноваційні рішення у будівельній галузі.

### **Висновки**

Дослідження підтвердило, що BIM є ключовим інструментом формування компетентностей майбутніх будівельних фахівців. Його використання сприяє розвитку не лише технічних навичок, таких як тривимірне інформаційне моделювання будівель, планування, управління витратами, енергоефективність, безпека та управління життєвим циклом об'єкта, а й міждисциплінарних компетентностей – управлінських, комунікативних, цифрових, етичних і лідерських.

BIM дозволяє інтегрувати інформаційне моделювання у професійну практику, підвищує аналітичне мислення, здатність до координації та командної взаємодії, а також готує фахівців до роботи в умовах цифрової трансформації будівельної галузі. Результати підкреслюють, що формування компетентностей через BIM є важливим напрямом розвитку професійної підготовки та розвитку висококваліфікованих спеціалістів, здатних ефективно працювати в сучасному інноваційному середовищі.

### **Конфлікти інтересів**

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

### **Фінансування**

Дослідження підготовлене в рамках проєкту Erasmus+ Jean Monnet «EU experience in Digital Transformation through BIM: Lessons for Ukraine» (BIMTech) (номер гранту: 101127858). Автори висловлюють щирю подяку Європейській Комісії за підтримку та фінансування, що сприяють реалізації дослідження та поширенню знань у сфері цифрових технологій.

### **Доступність даних**

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

### **Використання штучного інтелекту**

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

### **References**

1. Andrukhov, V., Potekha, A., Basisty, V. (2024). Comprehensive assessment of the feasibility of using BIM technologies for a construction project. *Modern technologies, materials and structures in construction*, Volume 36, No. 1. Pp. 161-165. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2024-1-161-165> (in Ukrainian).
2. Voitovych, V. (2025). The impact of BIM technologies on the efficiency of construction management. *Contemporary problems of architecture and urban planning*, Issue 71. Pp. 646-657. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.646-657> (in Ukrainian).

3. Hudyma, L. (2014). BIM technologies in construction: current challenges for Ukraine. *Biznesinform*, No. 2. Pp. 97-104. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-2-97-104> (in Ukrainian).
4. Donenko, V., Ishchenko, E., & Vakuliuk, Y. (2019). BIM-technologies as a method of optimizing the use of resources in the construction industry. *Ways to Improve Construction Efficiency*, (41), 141-147. <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.41.141-147> (in Ukrainian).
5. Kyivska, K., Luzina, Yu. (2021). Prospects for the implementation of BIM technologies in the domestic construction industry. *Management of Complex Systems Development*, (46), 63-69. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.46.63-69> (in Ukrainian).
6. Kulik, M., Kulish, S., Ishchenko, S. (2020). Implementation of the latest digitalised software complexes based on BIM technologies in construction in Ukraine. *Scientific Bulletin of Construction*. Series "Construction", No. 2. Pp. 301-306. URL: <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/uk/article/view/360/353> (in Ukrainian).
7. Levchenko, O., Mykhailenko, A. (2022). BIM technologies in higher education institutions at bachelor's and master's level. *Contemporary problems of architecture and urban planning*, Issue 62. Pp. 152-170. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.62.152-170> (in Ukrainian).
8. Levchenko, O., & Mykhailenko, A. (2021). Aspects of BIM-manager training. *Current Problems of Architecture and Urban Planning*, (59), 118-131. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.59.118-131> (in Ukrainian).
9. Mudryi, I. (2020) Prospects for the use of information modeling technology in the development of construction project organization. *Scientific Bulletin of Construction*, (100), 132-137. <https://doi.org/10.29295/2311-7257-2020-100-2-132-137> (in Ukrainian).
10. Pereginets, I., Smirnov, Yu. (2025). Digital transformation of construction production of real estate objects based on information modelling. *Modern problems of architecture and urban planning*, Issue 71. Pp. 130-139. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.130-139> (in Ukrainian).
11. Pochynok, N., Lupiichuk, A. (2024). Building information modeling: financial and accounting aspect. *World of Finance*, 2(79), 99-115. <https://doi.org/10.35774/sf2024.02.099> (in Ukrainian).
12. Trach, R. (2017). Information modelling in construction (BIM): essence, stages of formation and prospects for development. *Global and national economic issues*, Issue 16. Pp. 490-495. <http://global-national.in.ua/archive/16-2017/99.pdf> (in Ukrainian).
13. Chertkov, O.Y., Tsehelnny, V., Yermolovych, D. (2019). Competence – the basis for successful implementation of BIM technology. *Construction Production*, No. 67. Pp. 61-65. <https://doi.org/10.36750/25242555.67.6165> (in Ukrainian).
14. Shebek, M., Dubynka, O., Petrenko, D., Oryshchenko, V., Tugay, A. (2019). Optimisation of the timing and cost of investment and construction projects by detailing the components of the life cycle of objects using information modelling. *Ways to improve construction efficiency in the context of market relations formation*, Issue 41, technical. P. 54-62. <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.41.54-62> (in Ukrainian).
15. Ghannadpour, A.R. Hoseini, S. Noori, M. Yazdani (2019). Analyzing the influence of building information modeling (BIM) on construction project management areas of knowledge: using a hybrid FANP-FVIKOR approach. *Int. J. Indus. Eng. Prod. Res.* 30 (1), pp. 57-92. <https://doi.org/10.22068/ijiepr.30.1.57>.

16. Taige Wang, Han-Mei Chen (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. *Automation in Construction*, Volume 150, June 2023. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832>.
17. Report Impression European Contractor Monitor H2-2024. Digitalisation and BIM. <https://www.usp-research.com/wp-content/uploads/2025/02/Report-Impression-Contractor-Monitor-H2-2024.pdf>.
18. Future of Jobs Report 2025: Insight report. World Economic Forum. January 2025. [https://reports.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_Report\\_2025.pdf](https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf).

### Література

1. Андрухов, В. М., Потеха, А. С., Басистий, В. О. (2024). Комплексна оцінка доцільності використання BIM технологій для будівельного проекту. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, том 36, № 1. С. 161-165. <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2024-1-161-165>.
2. Войтович, В.А. (2025). Вплив BIM-технологій на ефективність управління будівництвом. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*, випуск 71. С. 646-657. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.646-657>.
3. Гудима, Л.О. (2014). BIM-технології в будівництві: сучасні виклики для України. *Бізнесінформ*, № 2. С. 97-104. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-2-97-104>.
4. Доненко, В. І., Іщенко, О. Л., Вакулюк, Я. Є. (2019). BIM-технології як метод оптимізації використання ресурсів в будівельній галузі. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Київ: КНУБА, вип. 41. С.141-147. <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.41.141-147>.
5. Київська, К., Лузіна, Ю. (2021). Перспективи впровадження BIM-технологій у вітчизняній будівельній галузі. *Управління розвитком складних систем*. Київ: КНУБА, вип. 46. С. 63-69. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.46.63-69>.
6. Кулік, М. В., Куліш, С. О., Іщенко, С. С. (2020). Впровадження новітніх цифровізованих програмних комплексів на базі BIM-технологій у будівництві України. *Науковий вісник будівництва*. Серія «Будівництво», № 2. С. 301-306. <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/uk/article/view/360/353>.
7. Левченко, О. В., Михайленко, А. В. (2022). BIM-технології в закладах вищої освіти рівня підготовки бакалавр та магістр. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*, вип. 62. С. 152-170. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.62.152-170>.
8. Левченко, О., Михайленко, А. (2021). Аспекти підготовки BIM-менеджерів. Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування. Київ: КНУБА, вип. 59. С. 118-131. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.59.118-131>.
9. Мудрий, І.Б. (2020). Перспективи використання технології інформаційного моделювання при розробці проектів організації будівництва. *Науковий вісник будівництва*. Харків, вип. 100(2). С. 132-137. <https://doi.org/10.29295/2311-7257-2020-100-2-132-137>.
10. Перегінець, І.І., Смірнов, Ю.О. (2025). Цифрова трансформація будівельного виробництва об'єктів нерухомості на основі інформаційного моделювання. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*, випуск 71. С. 130-139. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.130-139>.

11. Починок, Н.В., Лупійчук, А.І. (2024). Інформаційне моделювання будівництва: фінансово-обліковий аспект. *Світ фінансів*, №2 (79). С. 99-115. <https://doi.org/10.35774/sf2024.02.099>.

12. Трач, Р.В. (2017). Інформаційне моделювання в будівництві (BIM): сутність, етапи становлення та перспективи розвитку. *Глобальні та національні проблеми економіки*, випуск 16. С. 490-495. <http://global-national.in.ua/archive/16-2017/99.pdf>.

13. Чертков, О.Ю., Цегельний, В.О., Єрмолович, Д.С. (2019). Компетенція – основа успішного впровадження BIM-технології. *Будівельне виробництво*, №67. С. 61-65. <https://doi.org/10.36750/25242555.67.6165>.

14. Шебек, М.О., Дубинка, О.В., Петренко, Д.В., Орищенко, В.В., Тугай, А.О. (2019). Оптимізація строків і вартості інвестиційно-будівельних проєктів шляхом деталізації складових життєвого циклу об'єктів з використанням інформаційного моделювання. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, вип.41, технічний. С. 54-62. <https://doi.org/10.32347/2707-501x.2019.41.54-62>.

15. Ghannadpour, A.R. Hoseini, S. Noori, M. Yazdani (2019). Analyzing the influence of building information modeling (BIM) on construction project management areas of knowledge: using a hybrid FANP-FVIKOR approach. *Int. J. Indus. Eng. Prod. Res.* 30 (1), pp. 57-92. <https://doi.org/10.22068/ijiepr.30.1.57>.

16. Taige Wang, Han-Mei Chen (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. *Automation in Construction*, Volume 150, June 2023. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832>.

17. Report Impression European Contractor Monitor H2-2024. Digitalisation and BIM. <https://www.usp-research.com/wp-content/uploads/2025/02/Report-Impression-Contractor-Monitor-H2-2024.pdf>.

18. Future of Jobs Report 2025: Insight report. World Economic Forum. January 2025. [https://reports.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_Report\\_2025.pdf](https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_Report_2025.pdf).

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 10.11.2025	Received 10.11.2025
Отримано у доопрацьованому вигляді 12.11.2025	Received in revised form 12.11.2025
Прийнято 25.11.2025	Accepted 25.11.2025
Опубліковано 25.12.2025	Published 25.12.2025

### **L. M. Melnyk\***

D.Sc. in Economics, Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8844-5490>

Department of Structural Mechanics

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ruska St., 56, Ternopil, Ukraine, 46025

### **V. P. Iasnii**

D.Sc. in Engineering, Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5768-5288>

Department of Structural Mechanics

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ruska St., 56, Ternopil, Ukraine, 46025

### **O. M. Meshcheryakova**

Senior Lecturer, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1563-9870>

Department of Structural Mechanics

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ruska St., 56, Ternopil, Ukraine, 46025

\*corresponding author, e-mail: [liliana.mel0512@gmail.com](mailto:liliana.mel0512@gmail.com)

## Competencies of the Future: The Role of BIM in the Training of Construction Professionals

How to Cite:

Melnyk, L. M., Iasnii, V. P., Meshcheryakova, O. M. (2025). Competencies of the Future: The Role of BIM in the Training of Construction Professionals. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 24, 219-234. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14\(24\)-18](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-14(24)-18)

*Abstract.* The article presents the results of a study on the key Building Information Modeling (BIM) competencies required by modern construction professionals. An analysis of the interpretations of the concept of “Building Information Modeling” by domestic scholars is provided. The study notes that the contemporary concept of BIM encompasses multiple dimensions, which extend the functional capabilities of the information model beyond basic 3D modeling. In this context, the characteristics of various BIM dimensions are described. The application of BIM functions by European contractors in the construction industry in 2023 has been examined. The findings reveal that the full potential of BIM has not yet been realized, as integration with 4D (time scheduling), 5D (cost estimation), 6D (energy efficiency and sustainability), and 7D (lifecycle management) is not widely adopted by many contractors. It is emphasized that with the advancement of digital technologies and the growing demand for comprehensive construction project management, the BIM concept continues to expand. Alongside the dimensions already in use – from 3D to 7D – new levels of detail are emerging in practice, covering additional aspects of an asset’s lifecycle. In particular, 8D, 9D, and 10D BIM are highlighted, each of which further extends the possibilities of digital modeling in construction.

The article establishes that, in response to the increasing needs of the market, many companies are opening new positions directly related to BIM implementation, including BIM Coordinator, BIM Modeler, BIM Manager, BIM Analyst, and BIM Engineer. Within the identified BIM dimensions, key technical competencies for construction professionals are outlined, as well as non-technical (so-called “soft skills” and interdisciplinary abilities), such as managerial, communication, digital, ethical, and leadership skills. Collectively, these competencies ensure that professionals are capable of effectively delivering projects, coordinating team work, and implementing innovative solutions in the construction sector.

*Keywords:* competence, building information modelling, project design, management, specialists, project life cycle.