

# ОРГАНІЗАЦІЯ, УПРАВЛІННЯ ТА ЕКОНОМІКА В БУДІВНИЦТВІ

УДК 004.9:624.04(045)

DOI 10.31649/2311-1429-2024-1-161-165

**В. М. Андрухов****А. С. Потеха****В. О. Басистий**

## КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ BIM ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ

Вінницький національний технічний університет

У роботі запропоновано методологію комплексної попередньої оцінки будівельного проекту перед початком його розробки в середовищі BIM-технологій. Визначено параметри, методику їх визначення та критерії їх оцінки, що допоможуть оцінити будівельний проект. Запропонована методологія дозволяє провести комплексну оцінку технічної та економічної доцільності проекту з урахуванням останніх досягнень BIM-технологій.

Зокрема, в дослідженні розглядаються різні аспекти, що впливають на ефективність проекту, такі як вартість будівництва, час виконання робіт, використання ресурсів та їх раціональне розподілення. Також приділяється увага врахуванню компетентності персоналу під час використання BIM технологій, їх рівня володіння спеціалізованими програмними комплексами.

Економічна доцільність використання BIM-технологій розглядається через призму зменшення загальних витрат на будівництво завдяки точнішому плануванню та зменшенню кількості помилок. Використання BIM сприяє оптимізації витрат на матеріали, зниженню витрат на зміну проектних рішень та підвищенню точності кошторисів. Це дозволяє замовникам і інвесторам отримувати більш точні фінансові прогнози та забезпечує кращий контроль за витратами протягом усього життєвого циклу проекту.

Обговорюються питання стандартизації даних та застосування міжнародних стандартів для забезпечення високої якості та продуктивності під час розробки інформаційних моделей. Стандартизація сприяє узгодженості даних та покращує інтеграцію між різними етапами проекту, забезпечуючи кращу координацію між учасниками проекту.

Запропонована методологія також включає аналіз ризиків та невизначеностей, що можуть виникати під час реалізації проекту, та розробку стратегій їх мінімізації. Впровадження цієї методології сприятиме підвищенню ефективності управління будівельними проектами, зменшенню витрат та покращенню кінцевих результатів.

**Ключові слова:** BIM-технології, будівельний проект, бюджет проекту, ПЗ (програмне забезпечення), ERP (Планування Ресурсів Підприємства), CRM (Система Управління Взаємовідношення між Клієнтами)

### Вступ

Найпопулярніший тренд серед проектних та будівельних організацій є впровадження BIM-технологій у процеси розробки проектної документації, зведення та експлуатації будівель. Великі компанії демонструють суттєві результати ефективності проектування, оптимізації витрат на будівництво, покращення комунікації та оптимізації методів автоматизації. Але ці всі дані зазвичай зібрані з «великих» проектів, де є найвища ступінь доцільності у процесі реалізації будівельного проекту в середовищі BIM-технологій. Після багатьох років тестування даної технології, менеджери великих компаній поступово розробляли методику для оцінки ефективності технологій інформаційного моделювання для об'єктів різного функціонального призначення, кількісних та якісних характеристик.

**Метою статті** є узагальнення та подальший розвиток методики оцінки доцільності розробки будівельних проектів в середовищі BIM-технологій.

### Оцінка доцільності використання BIM технологій для будівельного проекту

Щорічно у світі зводяться тисячі нових будівель і споруд, але не всі з цих будівельних об'єктів є успішними. В 2016 році в журналі «Cambridge Shire Live» випустили статтю в якій описуються проблеми при проектуванні та реалізації важливого для місцевої влади проекту – державної школи. Цей проект виконувався компанією «CDC studio», яка вирішила виконати проект школи в м. Кембрідж в середовищі BIM-технологій. Після закінчення будівництва школи у 2017 році, аналітики компанії «CDC studio» отримали такі дані:

- Перевищення бюджету будівництва на 2 млн. доларів;
- Затримка здачі об'єкту на 9 місяців із-за проблем у проекті;
- Недостатній рівень кваліфікації інженерів у сфері BIM технологій;
- Перевищення бюджету компанії на нові програмні BIM продукти.

Таких випадків у світі будівельного проектування чимало, тому менеджери будівельних компаній намагаються комплексно оцінити раціональність використання BIM-технологій для

конкретних проектів [4]. Для оцінки проекту були складені правила, при яких не варто використовувати сучасні технології інформаційного проектування для потенційного проекту. Але ці правила доцільно доповнювати кількісним показником визначеним за виразом (1), який оцінює основні параметри проекту, та є одним із факторів, яким слід керуватись при остаточному рішенні про прийняття BIM-технологій для потенційного проекту.

Правила які не рекомендують використання BIM-технологій для проектування будівель та споруд:

- Проекти з незначними габаритними розмірами без унікальних форм: В таких проектах BIM може бути надмірно складним та дорогим для невеликих проектів, де традиційні методи 2D-креслення є більш ефективними.
- Проекти з високим ступенем типовості конструкцій та планувань: BIM може бути не вигідним для проектів з високою кількістю типових елементів, де шаблони та бібліотеки 2D-блоків можуть бути більш економічними [2].
- Обмежений бюджет: Впровадження BIM може потребувати значних інвестицій у програмне забезпечення, навчання та обладнання, що неможливо для проектів з обмеженим бюджетом.
- Нестача кваліфікованих кадрів: BIM потребує кваліфікованих фахівців з досвідом роботи з програмним забезпеченням та знаннями BIM-процесів.
- Відсутність інтеграції з іншими системами: BIM-моделі повинні бути інтегровані з іншими системами, такими як ERP (Планування Ресурсів Підприємства) та CRM (Система Управління Взаємовідношенням між Клієнтами), для забезпечення можливості створення інтегрованої інформаційної моделі проекту.
- Жорсткі терміни: Впровадження BIM може потребувати додаткового часу для навчання та налаштування, що може бути ризиком для проектів з жорсткими термінами [3].
- Низький рівень розвитку BIM у конкретному регіоні.

Проектна організація може нехтувати цими правилами залежно від її особливостей проектування, специфічності проекту, тощо.

Ці правила доповнюються виразом (1), який інтегрує всі основні параметри проекту в числове значення – оцінка доцільності використання BIM ( $B_d$ ):

$$B_d = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot W_i)}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (1)$$

де:  $n$  – Загальна кількість використовуваних параметрів;

$W_i$  – Ваговий розрахунковий коефіцієнт  $i$ -го параметру згідно до (1.1);

$P_i$  – Числове значення для  $i$ -го параметру;

Для розрахунку вагового коефіцієнту  $W_i$  потрібно використовувати формулу:

$$W_i = \frac{P_i}{P_{avg}} \quad (1.1)$$

де:  $P_{avg}$  – Середнє значення параметрів згідно до (1.2);

$P_i$  – Числове значення для  $i$ -го параметру;

$$P_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (1.2)$$

Для розрахунку за даною формулою потрібно використовувати дані параметри:

- ЗП – Оцінка загальної площі проекту, розраховується згідно до формули (2);
- СП – Складність проекту, оцінюється емпірично від 10 до 100 балів;
- ГС – Геометрична складність проекту, оцінюється емпірично від 10 до 100 балів, де ключовими факторами будуть унікальні архітектурні форми: форми кручення, переходу фігур, спіралі, арки, оболонки, складні ферми тощо;
- ТК – Кількість типових елементів конструкцій або планувань, %;
- БП – Оцінка бюджету проекту, розраховується згідно до формули (3);
- ДН – Необхідність у додаткових навичках для проектування чи моделювання, оцінюється емпірично від 10 до 100 балів, ключовими факторами будуть: знання BIM-технологій, вміння моделювати параметричні унікальні форми, володіння спеціалізованим програмним забезпеченням для виконання розрахунку, поглибленні знання конструювання металевих та залізобетонних конструкцій.

- КОП – Коефіцієнт окупності програмного забезпечення та витрат на проектування, визначається за формулою (4)  
Оцінка загальної площі проекту визначається згідно до формули (2):

$$ЗП = \frac{S_{\text{заг}}}{1000} \quad (2)$$

де:  $S_{\text{заг}}$  - Загальна площа проекту, якщо проект більше 100000 м<sup>2</sup> коефіцієнт ЗП призначається 100.

Оцінка бюджету проекту визначається згідно до формули (3):

$$\begin{aligned} \text{БП} &= 10 \text{ при } \text{Б}_{\text{пр}} < 1 \text{ млн. доларів;} \\ \text{БП} &= 30 \text{ при } 1 \text{ млн. доларів} < \text{Б}_{\text{пр}} < 20 \text{ млн. доларів;} \\ \text{БП} &= 60 \text{ при } 20 \text{ млн. доларів} < \text{Б}_{\text{пр}} < 50 \text{ млн. доларів;} \\ \text{БП} &= 80 \text{ при } 50 \text{ млн. доларів} < \text{Б}_{\text{пр}} < 100 \text{ млн. доларів.} \\ \text{БП} &= 90 \text{ при } 100 \text{ млн. доларів} < \text{Б}_{\text{пр}} \end{aligned} \quad (3)$$

де:  $\text{Б}_{\text{пр}}$  - Бюджет проекту, млн. доларів.

Коефіцієнт окупності програмного забезпечення та витрат на проектування розраховується за формулою (4):

$$\text{КОП} = \frac{\text{Б}_{\text{пз}}}{\text{Б}_{\text{проеку}}} \cdot 10 \quad (4)$$

де:  $\text{Б}_{\text{проеку}}$  - Бюджет проекту виділений на проектування, млн. доларів.

$\text{Б}_{\text{пз}}$  - Витрати на проектування, в тому числі витрати на програмне забезпечення, прямі витрати на проектування (оплата праці, послуги, оренда, обладнання, накладні витрати, тощо, млн. доларів

Якщо у формулі (4) результат більше 100, для розрахунку по формулі приймається 100.

Після оцінки факторів які описані в правилах які не рекомендують використовувати BIM-технології та отримання оцінки за виразом (1) можна приймати рішення щодо доцільності застосування BIM-технологій для проекту.

Інтерпретація результатів розрахунку оцінки доцільності використання BIM наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

#### Інтерпретація результатів розрахунку оцінки доцільності використання BIM-технологій

Оцінка доцільності $V_d$	Висновок	Типові ознаки проекту
10-20	Не рекомендується	Малоповерхові та середньої поверховості будівлі, простої конфігурації з високим ступенем типовості конструкцій та рішень
21-40	BIM рекомендується, але потрібно провести додаткові розрахунку доцільності	Проекти середньої складності, від малоповерхових до багатоповерхових. Відсоток типовості конструкцій та рішень до 45%. Відсутність або низька кількість складних конфігурацій та архітектурних форм
41-70	BIM рекомендується та істотно підвищить ефективність при розробці проекту	Проекти середнього та високого ступеня складності, Відсутність або низька кількість типових рішень у проекті. Наявність складних архітектурних форм, складних конфігурації будівлі. Висока кількість систем у проекті. Необхідність у додатковому програмному забезпеченні при розрахунку або моделюванні.
71-100	BIM рекомендується, та є невід'ємною частиною проекту	Складні проекти, висотою понад 70 метрів. Відсутність типових рішень, необхідність у опрацюванні всіх деталей проекту. Складні архітектурні форми, необхідність у параметричному моделювання цих форм. Необхідність у спеціальних додаткових розрахунках.

Формула розрахунку оцінки доцільності будівельного проекту дозволяє менеджерам проекту мати більше даних для прийняття рішень по використанню BIM-технологій для потенційного проекту.

Існують випадки при яких можливе введення BIM-технологій для економічно недоцільного проекту. Такі випадки в основному з'являються коли проектна організація тільки на шляху до впровадження BIM-технологій у своє середовище, ці проекти можуть стати економічно не доцільними, проте дадуть команді інженерів збільшити свої знання у цій сфері [1].

### Висновки

Отже, розглянувши методику оцінку будівельного проекту перед використанням BIM-технологій можемо зробити висновок, що BIM-технологія не є вкрай необхідною для всіх можливих проектів, а також в свою чергу, в деякій мірі, може зашкодити виконанню проекту, збереження термінів видачі документації, а також перевищити бюджет організації за рахунок дорогого програмного забезпечення. Тому прийняття рішення про використання BIM має бути комплексно та усестороннє проаналізовано на ранніх стадіях проекту.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрухов В. М. Про один з можливих варіантів запровадження BIM-технологій в практику моделювання будівельних об'єктів / В. М. Андрухов, В. В. Матвійчук // Будівельні конструкції. – 2018. – № 2. С. 21. Режим доступу: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/580/552>.
2. Андрухов В. М. Основні засади BIM проектування при розробці конструктивних рішень в Autodesk Revit / В. М. Андрухов, В. В. Матвійчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2020. – № 1. – С. 18-26. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/31425>.
3. Андрухов В. М. Ідеологічні засади BIM-технологій розробки проектною документації на базі рішень Autodesk Revit / В. М. Андрухов, В. В. Матвійчук, А. І. Кирилук // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 112-116. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/25723>.
4. Андрухов В. М. Організаційно-методична схема розробки проектною документації на основі BIM-технологій / В. М. Андрухов, В. В. Матвійчук, О. Я. Тумак // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/25725>.
5. Доненко В. І. Виявлення та оцінка недоліків і потенційних можливостей впровадження BIM-технологій для моделювання проекту реновації об'єктів незавершеного будівництва / В. І. Доненко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2019, №5 (257-258) DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.221019.25.518.
6. Барабаш М. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об'єкта / М. Барабаш, К. Київська // Управління розвитком складних систем. – 2016. – No 25. – С. 114–120.

### REFERENCES

1. Andrukhov V. M. Pro ody z mozhlyvykh variantiv zaprovadzhennia BIM-tekhnohii v praktyku modeliuvannia budivelnikh ob'ektiv / V. M. Andrukhov, V. V. Matviichuk // Budivelni konstruksii. – 2018. – № 2. S. 21. Rezhym dostupu: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/580/552>.
2. Andrukhov V. M. Osnovni zasady BIM proektuvannia pry rozrobttsi konstruktivnykh rishen v Autodesk Revit / V. M. Andrukhov, V. V. Matviichuk // Suchasni tekhnologii, materialy i konstruksii v budivnytstvi. – 2020. – № 1. – S. 18-26. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/31425>.
3. Andrukhov V. M. Ideolohichni zasady BIM-tekhnohii rozrobky proektnoi dokumentatsii na bazi rishen Autodesk Revit / V. M. Andrukhov, V. V. Matviichuk, A. I. Kyryliuk // Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii "Innovatsiini tekhnologii v budivnytstvi (2018)", 13-15 lystopada 2018 r. – Vinnytsia : VNTU, 2018. – S. 112-116. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/25723>.
4. Andrukhov V. M. Orhanizatsiino-metodychna skhema rozrobky proektnoi dokumentatsii na osnovi BIM-tekhnohii / V. M. Andrukhov, V. V. Matviichuk, O. Ia. Tumak // Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii "Innovatsiini tekhnologii v budivnytstvi (2018)", 13-15 lystopada 2018 URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/25725>.
5. Donenko V. I. Vyiavlennia ta otsinka nedolikiv i potentsiinykh mozhlyvostei vprovadzhennia BIM-tekhnohii dla modeliuvannia proektu renovatsii ob'ektiv nezavershenoho budivnytstva / V. I. Donenko // Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury, 2019, No5 (257-258) DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.221019.25.518.
6. Barabash M. Vykorystannia metodiv intehratsii dla stvorennia uzahalnenoi informatsiinoi modeli budivelnogo ob'ekta / M. Barabash, K. Kyivska // Upravlinnia rozvytkom skladnykh system. – 2016. – No 25. – S. 114–120.

**Андрухов Валерій Михайлович** – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [vmandruchov@gmail.com](mailto:vmandruchov@gmail.com);

**Потеха Андрій Сергійович** – студент 6 курсу, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

**Басистий Віталій Олександрович** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, факультету БЦЕІ ВНТУ, м. Вінниця.

**V. M. Andrukhov**  
**A. S Potiekha**  
**V. O. Bassist**

## **FEASIBILITY ASSESSMENT OF USING BIM TECHNOLOGIES FOR A CONSTRUCTION PROJECT**

Vinnytsia National Technical University;

*The paper proposes a methodology for comprehensive preliminary assessment of a construction project before its development in the BIM environment. The parameters, methodology for their determination, and criteria for their evaluation are defined, which will help assess the construction project. The proposed methodology allows for a comprehensive assessment of the technical and economic feasibility of the project, taking into account the latest achievements in BIM technologies.*

*In particular, the study examines various aspects that affect the project's efficiency, such as construction costs, project completion time, resource utilization, and their rational distribution. Attention is also given to the competency of personnel using BIM technologies and their proficiency with specialized software tools.*

*The economic feasibility of using BIM technologies is considered through the lens of reducing overall construction costs due to more accurate planning and fewer errors. The use of BIM contributes to optimizing material costs, reducing expenses on design changes, and improving the accuracy of estimates. This allows clients and investors to receive more accurate financial forecasts and ensures better cost control throughout the project's lifecycle.*

*The paper discusses the standardization of data and the application of international standards to ensure high quality and productivity during the development of information models. Standardization promotes data consistency and improves integration between different project stages, ensuring better coordination among project participants.*

*The proposed methodology also includes risk analysis and the identification of uncertainties that may arise during project implementation, as well as the development of strategies to mitigate them. Implementing this methodology will enhance the efficiency of construction project management, reduce costs, and improve final outcomes.*

**Keywords:** BIM technologies, construction project, project budget, software, ERP, CRM

**Andrukhov Valeriy** – PhD, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [vmandruchov@gmail.com](mailto:vmandruchov@gmail.com);

**Potiekha Andriy** – student, Department of Civil and Environmental Engineering Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city.

**Bassist Vitaliy** – postgraduate student of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Faculty of CCEE VNTU, Vinnytsia, E-mail: vital.bass1@gmail.com.