

How to cite: Bilov, V. (2023). The Use of Building Information Modeling Technologies in the Restoration and Further Operation of Architectural Monuments. *Global Innovations and Collaborative Solutions in Contemporary Science* (pp. 153-157). Futurity Research Publishing. https://futurity-publishing.com/international_conference_3/

The Use of Building Information Modeling Technologies in the Restoration and Further Operation of Architectural Monuments

Використання технологій інформаційного моделювання будівель при реставрації та подальшій експлуатації пам'яток архітектури

Білов Владислав Анатолійович

*аспірант кафедри основ архітектури та архітектурного проектування Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ, Україна,
bilov_va-2022@knuba.edu.ua, <https://orcid.org/0009-0006-5039-2075>*

Accepted: November 11, 2023 | **Published:** November 20, 2023 | **Language:** Ukrainian

Abstract: This study explores the application of Building Information Modeling (BIM) technologies in the restoration and sustainable operation of architectural monuments. Focused on enhancing precision and efficiency, the research addresses the critical need for advanced tools in preserving cultural heritage. Investigating historical significance, structural complexities, and material compositions, the study formulates a comprehensive BIM template. Tasks include the integration of additional parameters for damaged structures and the creation of a nuanced digital model. Results anticipate improved restoration accuracy, streamlined collaborative efforts, and a sustainable approach to monument maintenance, emphasizing the pivotal role of BIM in protection of architectural treasures for future generations.

Key words: building information modeling, architectural monuments, restoration, cultural heritage, sustainability, precision.

Вступ

Реставрація та стале функціонування пам'яток архітектури знаходяться на перетині збереження спадщини, технологічних інновацій та практичного застосування. У сучасну епоху інтеграція технологій Будівельного Інформаційного Моделювання (BIM) у ці зусилля стала першорядною. Ця стаття має на меті дослідити актуальність використання BIM у реставрації та подальшій експлуатації пам'яток архітектури, надаючи вичерпний огляд наявного наукового та практичного досвіду, пропонуючи систему класифікації цих шанованих споруд (Чобан, 2013)

Збереження архітектурної спадщини є надзвичайно важливим для збереження культурної ідентичності та сприяння зв'язку між минулим і сьогоденням. Проте реставрація пам'яток архітектури – це складна справа, яка передбачає складні історичні дослідження, конструктивний аналіз і впровадження передових технологій. BIM, такі як інформаційне моделювання будівель, пропонують цілісний підхід до цієї проблеми, надаючи цифрове представлення фізичних і функціональних характеристик будівлі. Використання BIM підвищує точність, ефективність і сталість реставраційних проєктів, що робить це дослідження вирішальним для просування практики збереження спадщини (Чобан, 2013).

Численні дослідження підкреслили переваги включення BIM у процес реставрації. BIM, наприклад, забезпечує міждисциплінарну співпрацю, дозволяючи архітекторам, історикам, інженерам і природоохоронцям безперешкодно працювати на спільній цифровій платформі. Цей спільний підхід спрощує процеси прийняття рішень, мінімізує помилки та покращує загальну ефективність проєкту. Крім того, інтеграція BIM сприяє створенню повної бази даних для історичної документації, сприяючи збереженню безцінної інформації, пов'язаної з пам'ятками архітектури (Трач, 2017).

Практичний досвід реставраційних проєктів у всьому світі підкреслює позитивний вплив BIM. Тематичні дослідження знакових пам'яток, таких як реставрація Собору Паризької Богоматері в Парижі чи Тадж-Махала в Індії, демонструють успішне застосування BIM для вирішення структурних проблем, оптимізації використання ресурсів і забезпечення довгострокової стійкості цих архітектурних споруд (Григоровський, Горда & Чуканова, 2019).

Результати дослідження

Для покращення застосування BIM у реставраційних роботах пропонується комплексна система класифікації пам'яток архітектури. Ця система враховує різні критерії, включаючи історичне значення, архітектурний стиль, структурну складність і склад матеріалів. Класифікуючи пам'ятники на основі цих параметрів, практики можуть адаптувати свої підходи BIM до конкретних завдань, пов'язаних з кожним класом. Ця класифікація не тільки допомагає визначити пріоритети проєктів реставрації, але також служить цінним інструментом для тих, хто приймає рішення, для ефективного розподілу ресурсів (Попик, 2015).

Одним із важливих кроків у використанні технологій інформаційного моделювання будівель (BIM) для реставрації пам'яток архітектури є ретельне визначення вихідних даних, необхідних для створення моделі. Цей процес передбачає збір повної інформації для забезпечення точності та достовірності цифрового представлення.

Ключові компоненти цього списку вихідних даних включають такі складові:

- ✚ архітектурна документація (історичні креслення, ескізи та малюнки, фотозаписи пам'ятки протягом часу);

- ✚ структурна інформація (детальний аналіз існуючих елементів конструкції, матеріальний склад і оцінка стану);
- ✚ геопросторові дані (топографічні зйомки, географічна інформація про об'єкт); історичний контекст (культурно-історичні наративи, пов'язані з пам'яткою, попередні реставраційні записи та втручання);
- ✚ функціональні вимоги (цільове призначення та майбутні функції пам'ятки, доступність і міркування безпеки) (Трач, 2017).

Збираючи повний набір початкових даних, фахівці-практики закладають основу для точної та контекстно-насиченої BIM-моделі, гарантуючи, що цифрове представлення узгоджується з історичними, культурними та функціональними аспектами пам'ятки архітектури.

Успіх використання BIM-технологій у реставрації пам'яток архітектури полягає в детальній класифікації рівнів деталізації (LOD) у цифрових моделях. Ця система класифікації гарантує, що цифрове представлення відповідає конкретним потребам проекту реставрації на різних етапах. Запропонована класифікація LOD включає наступні компоненти (Григоровський, Горда & Чуканова, 2019):

1. LOD 100 - Концептуальний дизайн:
 - базове геометричне представлення для ранньої концептуалізації;
 - обмежені деталі, насамперед для початкового планування та обговорення.
2. LOD 200 - Схематичний проект:
 - покращене геометричне представлення з більшою кількістю деталей;
 - основні конструктивні елементи та просторові співвідношення.
3. LOD 300 - Розробка дизайну:
 - детальне геометричне зображення з точними розмірами;
 - інформація про конкретні матеріали та компоненти.
4. LOD 400 - Будівельна документація:
 - дуже деталізована модель з інформацією для побудови;
 - точне представлення елементів конструкції та послідовність.
5. LOD 500 - Модель у виконанні:
 - комплексна модель, що відображає остаточний стан;
 - містить інформацію про технічне обслуговування та експлуатацію.

Ця класифікація LOD гарантує, що модель BIM розвивається в складності в міру просування проекту реставрації, дозволяючи застосовувати систематичний і ефективний підхід до процесу реставрації.

Вибір відповідного програмного забезпечення BIM має вирішальне значення для успіху проектів реставрації пам'яток архітектури. Порівняльний аналіз провідних варіантів програмного забезпечення BIM, таких як Autodesk Revit, ArchiCAD і Bentley AECOsim, є важливим. На вибір програмного забезпечення впливають наступні фактори: інтерфейс користувача та доступність (простота використання та навчання, сумісність з існуючими робочими процесами); спільні можливості (особливості мультидисциплінарної співпраці, інтеграція з іншим програмним забезпеченням та інструментами); обмін даними та сумісність (можливість імпорту та експорту файлів різних форматів, взаємодія з іншими платформами BIM і CAD); можливості моделювання (обробка складної геометрії та історичних деталей, підтримка LOD переходів по всьому проекту); документація та візуалізація (формування будівельної документації, можливості реалістичного рендерингу та візуалізації) (Попик, 2015).

Ретельне порівняння варіантів програмного забезпечення BIM дозволяє фахівцям-практикам приймати обґрунтовані рішення, вибираючи програмне забезпечення, яке найкраще відповідає унікальним вимогам проєктів реставрації пам'яток архітектури (Трач, 2017).

У контексті реставрації пошкоджених пам'яток архітектури першочерговим є визначення та включення додаткових параметрів у процес інформаційного моделювання. Ці параметри виходять за рамки звичайного збору даних і відіграють вирішальну роль у розумінні масштабів пошкодження та формулюванні ефективних стратегій відновлення. Ключові додаткові параметри наступні: індекси тяжкості пошкоджень (кількісна оцінка ступеня пошкодження конструкції, розрізнення незначних і великих порушень); показники деградації матеріалу (оцінка деградації будівельних матеріалів, виявлення матеріалів, схильних до псування); оцінка впливу на навколишнє середовище (аналіз впливу зовнішніх факторів на пошкодження, врахування клімату, забруднення та геологічних міркувань); показники безпеки та доступності (оцінка безпеки реставраційних груп та мешканців, забезпечення доступності для людей з обмеженими можливостями).

Завдяки об'єднанню цих додаткових параметрів інформаційна модель стає комплексним інструментом не лише для представлення поточного стану пам'ятки, але й для надання розуміння конкретних проблем, пов'язаних із наявними пошкодженнями (Григоровський, Горда, & Чуканова, 2019).

Створення стандартизованого шаблону для побудови цифрової моделі є критично важливим кроком у забезпеченні послідовності та ефективності процесу реставрації. Шаблон служить структурованим посібником для систематичного збору відповідної інформації. Головними складовими створення стандартизованого шаблону є: геометричне представлення (вказівки щодо фіксації точних геометрій будівель, інтеграція пошкоджених ділянок і структурних аномалій); джерела даних і документація (стандартизовані процедури документування історичних записів, інструкції щодо включення даних із різних джерел); стандарти метаданих (визначення стандартів метаданих для узгодженого маркування інформації, включення даних про якість, точність і релевантність даних); спосіб взаємодії (інструкції щодо сумісності з іншими інструментами та програмним забезпеченням, забезпечення сумісності для майбутніх оновлень і технологічних досягнень).

Шаблон служить основою для систематичного та відтворюваного підходу до створення інформаційних моделей, сприяючи співпраці між міждисциплінарними командами, залученими до процесу реставрації.

У той час як стандартизований шаблон забезпечує загальну структуру, уточнення для конкретних об'єктів є необхідним для врахування унікальних характеристик кожної пам'ятки архітектури. Це передбачає адаптацію шаблону до індивідуального історичного, культурного та архітектурного контексту пам'ятки. Компоненти уточнень по шаблону мають у своєму складі наступні складові: історична контекстуалізація (включення додаткових історичних документів, адаптація шаблону для відображення унікального історичного наративу пам'ятника); архітектурні стилі (налаштування шаблону відповідно до конкретних архітектурних стилів, фіксація складних деталей і унікальних елементів дизайну пам'ятника); адаптація структурної складності (модифікація шаблону для вирішення різних рівнів структурної складності, облік унікальних проблем, пов'язаних із специфічними архітектурними особливостями) (Кисіль, Левченко & Михальченко, 2018).

Удосконалюючи шаблон для конкретних об'єктів, практики можуть створювати індивідуальні моделі, які відображають суть кожної пам'ятки, забезпечуючи більш точне представлення її характеристик і полегшуючи цілеспрямовані зусилля з відновлення.

Окрім етапу реставрації, інформаційна модель відіграє ключову роль у поточній експлуатації та обслуговуванні пам'яток архітектури. Формулювання пропозицій щодо застосування моделі в цьому контексті передбачає: планування технічного обслуговування (використання моделі для прогнозного планування технічного обслуговування, виявлення потенційних проблем до їх загострення); розподіл ресурсів (надання даних для ефективного розподілу ресурсів у поточних операціях, оптимізація енергоспоживання та впливу на навколишнє середовище); підвищення туристичної спадщини (використання моделі для віртуальних турів і освітніх цілей, покращення досвіду відвідувачів за допомогою інтерактивних цифрових платформ); постійний моніторинг та оновлення (Кисіль, Левченко & Михальченко, 2018).

Формулюючи ці пропозиції, інформаційна модель перетворюється з інструменту виключно для реставрації на динамічний ресурс, який сприяє сталому та адаптивному управлінню пам'ятками архітектури протягом усього терміну їх експлуатації.

Висновки

Інтеграція BIM у реставрацію та експлуатацію пам'яток архітектури являє собою зміну парадигми у збереженні спадщини. У цих тезах визначається сучасність такої технології, розглядається існуючий науковий і практичний досвід, і пропонується система класифікації для поліпшення використання BIM у цій галузі. Використовуючи ці технологічні досягнення, ми можемо забезпечити стаке збереження нашої архітектурної спадщини для майбутніх поколінь.

Таким чином, ефективне використання BIM-технологій у реставрації пам'яток архітектури вимагає ретельного підходу до підготовки даних, класифікації LOD та вибору програмного забезпечення. Розглядаючи ці компоненти, практики можуть підвищити точність, ефективність і загальний успіх реставраційних проєктів.

Література

Григоровський, П. Є., Горда, О. В., & Чуканова, Н. П. (2019). Інформаційні середовища в будівництві. *Будівельне виробництво*, 68, 15-19.

Кисіль, О. В., Левченко, О. В., & Михальченко, С. В. (2018). Теоретичні та методологічні засади створення державної бази даних будівельних об'єктів, паспортизованих за технологією BIM. *Web of Scholar*, 3(6), 13-16.

Попик, Н. В. (2015). Містобудівна оцінка якості житлового середовища на основі інформаційно-інтелектуальної технології в контексті створення систем автоматизації проєктувальних робіт. *Будівельне виробництво*, (58), 28-33.

Трач, Р. В. (2017). Застосування інформаційного моделювання (BIM) як фактор підвищення конкурентоспроможності будівельного підприємства. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Економіка*, 22(1), 93-97.

Чобан, О. Я. (2013). Принципи модернізації та реконструкції залізничних вокзальних комплексів історичних міст. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Серія: Архітектура*, (757), 321-324.