

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ BIM

OPTIMIZATION OF PROJECT DOCUMENTATION DEVELOPMENT USING BIM TECHNOLOGY

Чечель М.В., старший викладач, [ORCID.ORG /0000-0001-9462-9560](https://orcid.org/0000-0001-9462-9560), Герасименко І.О., магістрант [ORCID.ORG /0009-0009-2700-294X](https://orcid.org/0009-0009-2700-294X), Познанський Д. В., магістрант [ORCID.ORG / 0009- 0005-0848-2977](https://orcid.org/0009-0005-0848-2977), Кушнір Д.Р., магістрант [ORCID.ORG /0009-0005-2919-1183](https://orcid.org/0009-0005-2919-1183) (Національний університет «Запорізька політехніка»)

Chechel Mykola, senior lecturer <https://orcid.org/0000-0001-9462-9560>, Herasymenko Ihor, student <https://orcid.org/0009-0009-2700-294X>, Poznanskyi Denys, student <https://orcid.org/0009-0005-0848-2977>, Kushnir Dariia, student <https://orcid.org/0009-0005-2919-1183>, (National University Zaporizhzhia Polytechnic, Department of Construction Production and Project Management)

У статті розглядається актуальна проблема оптимізації процесу розробки проєктної документації за допомогою технології Building Information Modeling (BIM). Технологія BIM вважається відносно новим інструментом у сучасному будівництві, оскільки вона дозволяє створювати інтегровані та тривимірні моделі, що сприяють підвищенню ефективності під час планування, точності та зниженню строків реалізації будівельних проєктів. Наукова новизна цієї теми полягає в застосуванні Інформаційного моделювання для удосконалення процесів розробки та управління проєктною документацією. Запропонований підхід дозволяє зменшити кількість розбіжностей, помилок, скоротити час на розробку проєктів та підвищити рівень взаємодії між учасниками будівництва. Практична цінність цієї теми для будівництва полягає в тому, що використання BIM може призвести до зниження вартості розробки проєктної документації на будівництво, скорочення часу виконання робіт та до підвищення загальної продуктивності. Розглядаються перспективи розвитку технології BIM у майбутньому та її вплив на процеси проєктування та зведення будівель. Таким чином, ця наукова робота надає цінні відомості для фахівців у галузі будівництва та цивільної інженерії, пропонуючи підходи до оптимізації процесів розробки проєктної документації за допомогою технології BIM.

This paper addresses the critical issue of optimizing project documentation development through Building Information Modeling technology. BIM has

emerged as a pivotal tool in modern construction, allowing the creation of integrated 3D models that enhance accuracy and efficiency in planning and executing construction projects.

The scientific novelty of this study lies in the use of BIM to streamline processes related to project documentation, reducing errors, shortening project development times. BIM technology also promotes better collaboration among project stakeholders, including architects, engineers, and contractors, leading to a more coordinated approach to project execution.

The significance of this topic for the construction industry. By adopting BIM, companies can reduce construction costs, shorten project timelines, and boost productivity. This paper also explores future prospects for BIM and its potential impact on design and construction processes.

The core objectives of this study are to:

Examine the role of BIM in optimizing project documentation development.

Assess the benefits of BIM for error reduction and efficiency gains.

Explore the impact of BIM on collaboration among construction stakeholders.

Discuss future trends in BIM and their implications for the construction industry.

This research involves a comprehensive review of existing literature on BIM and project documentation, identifying key areas where BIM offers tangible benefits. It also explores case studies and examples that demonstrate how BIM has been successfully implemented in various construction projects, leading to improved outcomes. Additionally, the paper outlines potential challenges and limitations associated with BIM adoption, such as initial setup costs, learning curves, and integration with existing processes. Despite these challenges, the advantages of BIM in terms of accuracy, collaboration, and cost-efficiency make it a compelling choice for the construction industry.

In conclusion, this paper provides valuable insights for construction professionals and civil engineers, suggesting practical approaches to optimizing project documentation development through BIM technology. By embracing BIM, the construction industry can achieve greater efficiency, accuracy, and collaboration, leading to more successful projects and a brighter future for the field.

Ключові слова: інформаційне моделювання, проєктна документація, BIM, організація будівництва, будівельне виробництво.

Information Modeling, Project Documentation, BIM, Construction Management, Building Production.

Постановка проблеми. У сучасному будівництві все більше значення набуває ефективне управління проєктною документацією. Традиційні методи розробки та управління документацією часто є повільними, трудомісткими і

схильними до помилок [1]. Це створює низку проблем, зокрема, затримки в реалізації проєктів, збільшення витрат і зниження якості кінцевого продукту.

BIM дозволяє створювати цифрові тривимірні моделі, які містять всю необхідну інформацію про об'єкт будівництва, включаючи його архітектурні особливості, інженерію, будівельні матеріали. Завдяки цій технології стає можливим оптимізувати процес розробки проєктної документації, забезпечуючи більш високу точність, ефективність та узгодженість.

Однак залишається необхідність дослідження того, як використання BIM може допомогти подолати традиційні перешкоди, пов'язані з розробкою проєктної документації. Використання технології BIM у будівництві відкриває нові можливості для цифрового відтворення проєктів. Завдяки цій технології створюються тривимірні моделі, які можуть використовуватися на етапах проєктування, планування та навіть оптимізації управлінських рішень у майбутньому. Підрядники та інженери можуть візуалізувати те, що вони збудують, ідентифікуючи потенційні проблеми ще до початку будівельних робіт. Таке вивчення 3D-моделей дозволяє виявити можливі складнощі під час будівництва, проєктування або експлуатації на ранній стадії, забезпечуючи більш ефективно та надійне виконання проєктів. Таким чином, BIM сприяє підвищенню якості та зниженню ризиків у будівельних проєктах.

Проте зазначені переваги та можливості не знайшли їх комплексного застосування в будівельній сфері та вимагають додаткових наукових досліджень, обґрунтування, державної підтримки у контексті адаптації діючих нормативних документів [2]. Не дивлячись на те, що у новій редакції зазначеного ДСТУ, котра чинна від 01.04.2024 року, наявні згадки про застосування автоматизованих систем проєктування та використання BIM, широкого розповсюдження технологія досі не знайшла.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тема використання Інформаційного моделювання у процесі проєктування будівель досліджувалось великою кількістю іноземних та вітчизняних дослідників. Так, Кулік М.В. та Іваненко Д.С. в своїй праці [3] розробили адаптивну стратегію інтеграції BIM до будівельних організацій України. Для цього пропонується створення окремого підрозділу на підприємстві для ведення інноваційних проєктів за підтримки держави, що вплине на підвищення рівня професійної підготовки всередині організації та забезпечує основу для подальшого навчання інших спеціалістів у будівельній галузі.

В іншому дослідженні наведених авторів [4], разом з Бобраков А.А., Іщенко О.Л., увага акцентується на тенденції в інформаційному моделюванні будівель та полягає у використанні API (Application Programming Interface), що дозволяє взаємодію між різними програмами та розширення функціоналу. API дає змогу розробляти надбудови для Autodesk Revit, які можуть групувати та вдосконалювати процес «Scan-to-BIM» через інтеграцію нових інструментів і функцій, що реалізовані на базі API Revit. Це дозволяє оптимізувати роботу з BIM і створювати індивідуальні рішення, зменшуючи

зайву роботу та забезпечуючи більш ефективний процес розробки проектною документації.

В свою чергу, Левченко Н.М. в роботі [5] стверджує, що завдяки BIM є можливість швидше розробити повний пакет проектною документації, а це дозволяє здійснити точну оцінку вартості проекту та розрахувати необхідні виконавчі та управлінські ресурси. Завдяки виконаній кошторисній документації можна створити детальний графік виконання робіт, мінімізуючи ризики та значно розширюючи горизонт планування.

З дослідження іноземних вчених Brahim Juliana & Ahmad Latiffi [6] можна зробити висновок, що використання програмного забезпечення BIM для управління інформацією про проєкт має на меті покращити практики управління проєктами у традиційному будівництві. Проте розробка проєктів все ще здійснюється традиційно у форматі 2D, що пов'язано з недостатнім досвідом будівельних фахівців у використанні BIM та процесів, пов'язаних з ним. З цієї причини в проєкти введена нова посада, пов'язана з BIM, — BIM-консультант, щоб допомогти у впровадженні цієї технології, що підтверджує попередню ідею.

Питання щодо інтеграції BIM для оптимізації розробки проектною документації розглядається у дослідженні Herrera Rodrigo F. & Claudio Mourgues [7] та роботі Michael Gerges & Mohammad Mayouf [8], проте не дивлячись на різну методології виконання досліджень, увага приділяється в тому числі навчання фахівців та залучення широкого кола стейкхолдерів для популяризації використання інформаційного моделювання у будівельній сфері. Проте широкий спектр завдань залишаються без вирішення та вимагають додаткових досліджень й перевірок на практиці, щоб у майбутньому отримати дійсно вагомий результат.

Формулювання цілей статті. Метою є дослідження та аналіз використання технології інформаційного моделювання будівель для оптимізації процесу розробки проектною документації в будівельній галузі. Основні аспекти включають вивчення переваг BIM у контексті підвищення точності та ефективності, аналіз впливу BIM на будівельний процес, а також розгляд можливих викликів під час впровадження технології і шляхів їх подолання. Дослідження націлене на визначення практичних рекомендацій щодо використання BIM для зниження помилок про розробці креслень, скорочення часу проєктування та підвищення загального рівня продуктивності в будівництві, прискорення строку реалізації зведення будівель.

Виклад основного матеріалу. Технологія інформаційного моделювання полягає в побудові однієї чи кількох точних віртуальних моделей будівлі в цифровому вигляді, включаючи інженерні мережі. Такий підхід полегшує процес проєктування на всіх етапах, забезпечуючи більш детальний аналіз і контроль. Завершені комп'ютерні моделі містять точну геометрію та всі

необхідні дані для закупівлі матеріалів, виготовлення конструкцій та будівельних робіт.

Використання BIM в процесі розробки проєктної документації має ряд переваг. По-перше, цифрові моделі дозволяють більш точно вивчити конструкцію та її поведінку протягом усього життєвого циклу, без необхідності зведення повномасштабного макета. Це сприяє виявленню потенційних конструктивних недоліків на ранніх етапах, зменшуючи потребу в багаторазовому поверненні документації на переробку чи доопрацювання.

Ефективне виконання проєктів та управління активами залежить від рівня співпраці між учасниками будівельних проєктів і особами, відповідальними за керування активами. Рисунок 1 демонструє приклад такої співпраці та взаємодії. Тут кожен учасник має конкретну роль і завдання, а їхня синергія сприяє успішному завершенню будівельних проєктів і подальшому ефективному використанню активів.

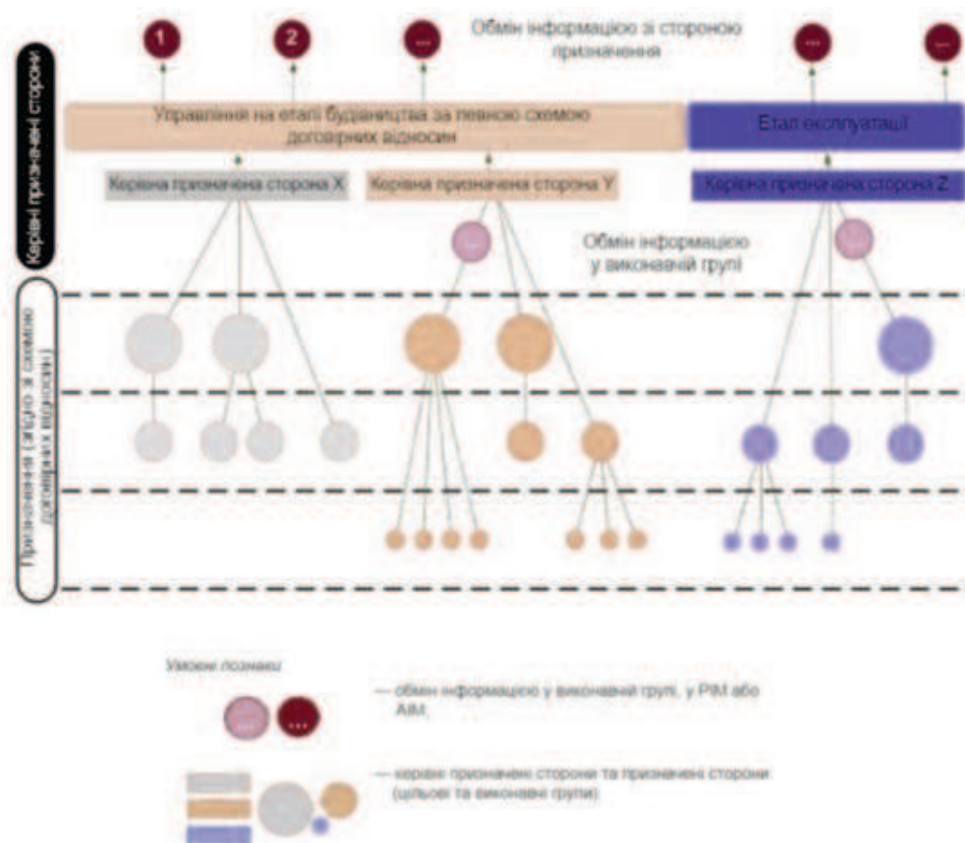


Рис.1. Варіант передачі інформації в робочій групі

Виходячи з рис. 1, організації все частіше обирають нові середовища спільної діяльності, щоб покращити якість і підвищити можливості повторного використання наявних знань та досвіду. Однією з ключових переваг такої співпраці є можливість досягнення ефективності за рахунок передачі та повторного використання інформації, обміну досвідом, а також зниження ризику втрат, суперечностей або неправильного тлумачення даних.

Для повноцінної спільної роботи необхідні взаєморозуміння та довіра, а також глибша стандартизація процесів порівняно з традиційними підходами.

По-друге, застосування ВІМ допомагає зменшити ризик суттєвих помилок у проєктуванні, які можуть призвести до значного перевищення витрат на будівництво. Завдяки ВІМ можна правильно прогнозувати і планувати ресурсні та фінансові витрати, що зменшує ймовірність непередбачених витрат через неточні розрахунки [9].

Паралельно з цим забезпечується гнучкість у процесі розробки проектної документації, дозволяючи проводити повний аналіз прийнятих рішень ще до початку будівельних робіт. Це, у свою чергу, підвищує шанси успішної реалізації проєкту та зменшує ризики, пов'язані з конструктивними недоліками.

В процесі управління розробкою проєкту на основі ВІМ команди з різних галузей повинні працювати спільно, щоб забезпечити ефективне впровадження технології. Команда з інтегрованого проєктування ВІМ, команда ВІМ з консультування щодо витрат, команда ВІМ для генерального підряду та підрозділ технічного обслуговування мають зосередитися на своїй сфері діяльності, зміцнюючи співпрацю між різними стадіями та підрозділами, включаючи проєктування, будівництво та експлуатацію.

Використання інтегрованих переваг ВІМ, зокрема об'єднання проєктування та будівництва, дозволяє учасникам підвищити якість проектної документації. Така співпраця також покращує цілісність організації та процесів, оскільки всі учасники працюють з єдиною віртуальною моделлю, що забезпечує узгодженість та зменшує ризики помилок. Інтеграція зусиль у рамках ВІМ сприяє більш плавному переходу від стадії проєктування до будівництва, дозволяючи вчасно виявляти та вирішувати можливі проблеми [10]. У традиційному процесі будівництва проєктування відбувається за допомогою розробки креслень проектною організацією, які потім передаються на будівництво для подальшої реалізації.

На рисунку 2 наведений порядок взаємодії між зацікавленими сторонами при інтеграції інформаційного моделювання та можливості оптимізації процесу розробки проектної документації.

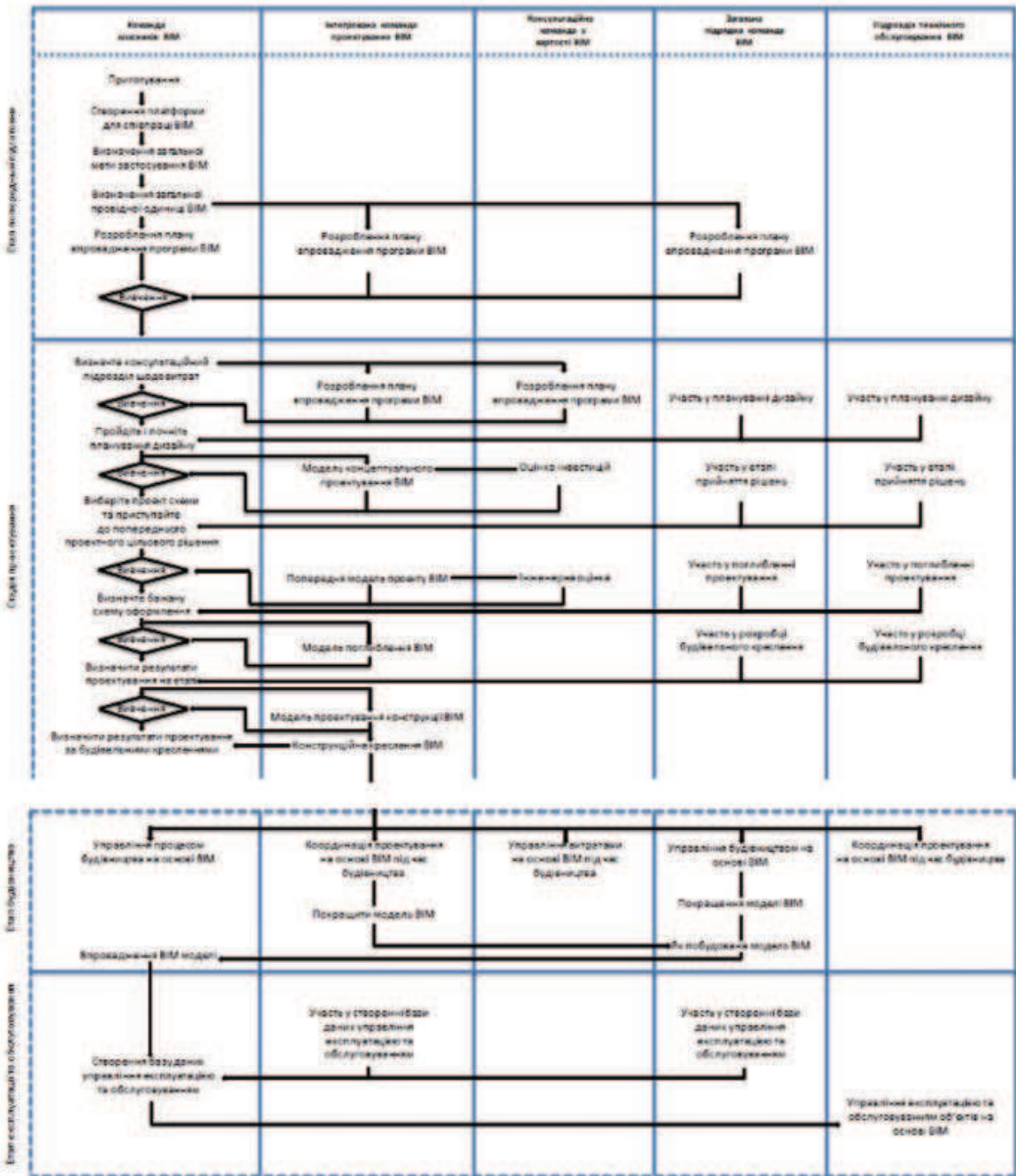


Рис. 2. Узагальнена схема потоку керування процесом проєктування на базі інформаційного моделювання

Розглядаючи існуючі інструменти для обміну інформацією в певному програмному забезпеченні, є велика ймовірність вибрати найефективніший інструментарій з доступних варіантів. Це може сприяти ефективному створенню проєктної документації на різних етапах її розробки. Інтеграція таких інструментів із BIM надасть більшу гнучкість, впливаючи на терміни та загальну продуктивність процесу розробки документації.

Одним з ключових інструментів для обміну інформацією в BIM є формат IFC. Щоб використовувати файл IFC у Revit (рисунок 3), його можна прив'язати як посилання (що рекомендується) або відкрити безпосередньо в програмі. Такий підхід дозволяє більш ефективно взаємодіяти з даними та використовувати їх для створення точних і надійних проєктів.

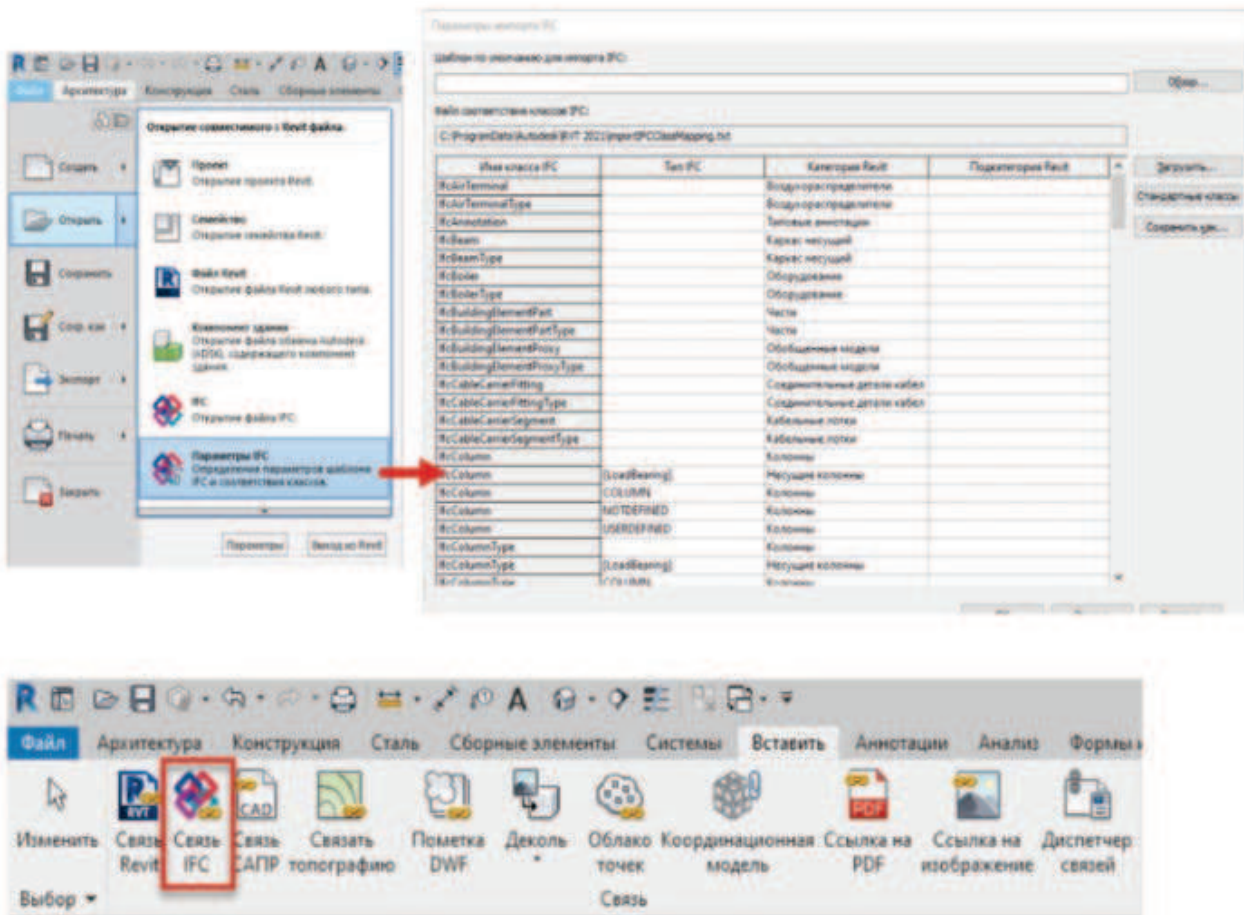


Рис.3. Налаштування та можливість зв'язку IFC Revit

Зв'язування файлів IFC із Revit — це оптимальний спосіб інтеграції даних для створення проєктів, забезпечуючи надійність та ефективність. Цей підхід дозволяє Revit працювати з файлами IFC у фоновому режимі, демонструючи їх як посилання. Коли пов'язаний файл IFC зазнає змін, Revit автоматично оновлює його при наступному відкритті проєкту, гарантуючи, що користувачі завжди мають доступ до актуальної інформації.

Зв'язування також дозволяє ручне оновлення файлів. Для цього достатньо відкрити Менеджер проєктів у Revit, знайти потрібний файл IFC, а потім натиснути кнопку "Оновити". Цей варіант зручний, якщо потрібен контроль над процесом оновлення або якщо потрібно працювати з різними версіями файлу.

При цьому створюється унікальний набір супутніх файлів, що містять метадані та додаткові дані, необхідні Revit для обробки посилання. Таке

автоматичне створення супутніх файлів підвищує ефективність, зменшуючи ризик помилок під час імпорту даних та забезпечуючи кращу інтеграцію.

З іншого боку, зміна даних IFC може викликати нормативно-правові проблеми. Це особливо актуально, коли потрібно імпортувати файл IFC через перехід на інше програмне забезпечення, в якому ведеться розробка. В такому випадку є ризик втрати даних, що може призвести до помилок та втрати ключових елементів моделі. Тому при імпорті файлу IFC необхідно ретельно перевірити його на предмет помилок та пропущених даних. Найважливіший фактор, який впливає на якість імпортованої моделі IFC, — це вихідні налаштування експорту [11].

Від них залежить, наскільки повно буде передана інформація та чи збережеться структурна цілісність моделі. Помилки, спричинені некоректним експортом, можуть стати причиною значних затримок та додаткових витрат, оскільки необхідно буде виправляти розбіжності та доповнювати відсутні дані.

Для цілісного впровадження BIM необхідно здійснити додаткові кроки, включаючи вдосконалення нормативних документів для забезпечення узгоджених стандартів. Інтеграція BIM в освітні програми має велике значення для підготовки кваліфікованих спеціалістів. Державна підтримка, наприклад, у вигляді інвестицій у технологічну інфраструктуру, також сприяє розвитку BIM. Обговорення на рівні муніципалітетів допоможе визначити специфічні потреби різних регіонів та сприятиме ширшому використанню BIM у будівництві.

Комплексний підхід до інтеграції BIM з урахуванням технічних і нормативних аспектів сприяє максимальному використанню потенціалу цієї технології. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність і надійність будівельних процесів, зменшити ризики та оптимізувати витрати, що в цілому покращує результати в будівельній галузі.

Висновки. Таким чином, був розглянутий сучасний стан інтеграції технології BIM у будівельні процеси, особливо в контексті розробки проєктної документації. Досліджено, як відбувається взаємодія при використанні BIM, і виділено основні переваги цієї технології, включаючи підвищення точності, ефективності та зниження ризиків. Запропоновано практичний підхід до інтеграції BIM у програмне забезпечення Revit, з акцентом на зв'язування файлів IFC та використання інших корисних інструментів.

Підходи до розробки проєктної документації вимагають комплексного підходу та змін у зв'язку з:

– відсутністю єдиного ефективного інструменту для спільної роботи ускладнює взаємодію між архітекторами, інженерами та підрядниками, що призводить до затримок та додаткових витрат;

– процес погодження та затвердження документації займає більше часу через необхідність виправляти помилки і проводити численні узгодження між різними учасниками;

– відсутність ефективного інструменту для спільної роботи в хмарних сервісах та сумісністю робочих файлів;

– недоліки традиційної системи розробки документації можуть призводити до перевищення витрат бюджету через помилки, неправильне планування та додаткові витрати на виправлення;

– відсутність сучасних інструментів для автоматизації та цифрової співпраці знижує ефективність розробки документації та уповільнює процеси проектування.

BIM дає можливість трансформувати процеси розробки проектною документації у будівельній галузі. Використання інтегрованих 3D-моделей зменшує кількість помилок і невідповідностей, що часто трапляються при традиційних методах проектування.

Завдяки використанню BIM можна досягти високої якості проектних рішень, забезпечуючи точне моделювання будівельних об'єктів з усіма необхідними параметрами. Це знижує ризики під час будівництва та експлуатації об'єктів, підвищуючи загальну надійність проектів.

Для досягнення цієї низки переваг необхідно комплексно підходити до впровадження технології BIM, включаючи підтримку держави для створення відповідного регулятивного середовища, інтеграцію в освітні програми ЗВО та постійне професійне навчання працівників будівельної галузі. Такий комплексний підхід дозволяє створити сприятливі умови для успішної інтеграції BIM і забезпечити максимальну вигоду від її використання.

1. Akinradewo, Opeoluwa & Oguntona, Olusegun & Fatai, Ogunbayo & Aigbavboa, Clinton & Chimbadzwa, Gilbert. (2023). Building Information Modelling (BIM) for Project Planning: Measures to Improve Its Adoption. 32-40. 10.24928/2023/0115.

2. ДСТУ 9243.4:2023 Система проектною документації для будівництва. Основні вимоги до проектною документації. Дата початку дії 01.04.2024 року, Наказ від 03.07.2023 № 175 Про прийняття та скасування національних стандартів

DSTU 9243.4:2023 Systema proiektnoi dokumentatsii dlia budivnytstva. Osnovni vymohy do proiektnoi dokumentatsii. Data pochatku dii 01.04.2024 roku, Nakaz vid 03.07.2023 № 175 Pro pryiniattia ta skasuvannia natsionalnykh standartiv

3. BIM як база для механізму управління будівельними проектами / Д.С. Іваненко, М.В. Кулік, А.А. Бобраков, А.В. Москальова // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. Вип. 42 // Рівне, НУВГП – 2022. – С. 175-184.

VIM yak baza dlia mekhanizmu upravlinnia budivelnymy proektamy / D.S. Ivanenko, M.V. Kulik, A.A. Bobrakov, A.V. Moskalova // Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy: Zbirnyk naukovykh prats. Vyp. 42 // Rivne, NUVHP – 2022. – S. 175-184.

4. Сучасні тенденції та ключові моменти при зборі даних та створенні інформаційних моделей існуючих будівель та їх окремих елементів / М.В. Кулік, А.А. Бобраков, О.С. Іщенко, О.Л. Іщенко, Д.С. Іваненко, Н.Г. Кравець // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. Вип. 42 // Рівне, НУВГП – 2022. – С. 223-237.

Suchasni tendentsii ta kliuchovi momenty pry zbori danykh ta stvorenni inofrmatsiinykh modelei isnuuyuchykh budivel ta yikh okremykh elementiv / M.V. Kulik, A.A. Bobrakov, O.S. Ishchenko, O.L. Ishchenko, D.S. Ivanenko, N.H. Kravets // Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy: Zbirnyk naukovykh prats. Vyp. 42 // Rivne, NUVHP – 2022. – S. 223-237.

5. Левченко Н. М. Реконструкція будівель з використанням BIM технологій при відновленні міст в Україні / Н. М. Левченко, П. С. Бейнер, Н. В. Бейнер // Металознавство та термічна обробка металів. – 2022. – № 4 (99). – С. 64-70.

Levchenko N. M. Rekonstruktsiia budivel z vykorystanniam BIM tekhnolohii pry vidnovlenni mist v Ukraini / N. M. Levchenko, P. S. Beiner, N. V. Beiner // Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv. – 2022. – № 4 (99). – S. 64-70.

6. Brahim, Juliana & Ahmad Latiffi, Aryani & Fathi, Mohamad Syazli. (2018). Application of building information modelling (bim) in design and build (D&B) projects in Malaysia. Malaysian Construction Research Journal. 25. 29-41.

7. Herrera, Rodrigo F. & Mourgues, Claudio & Alarcon, Luis & Pellicer, Eugenio. (2021). Comparing Team Interactions in Traditional and BIM-Lean Design Management. Buildings. 11. 447. 10.3390/buildings11100447.

8. Gerges, Michael & Mayouf, Mohammad & Watson, Paul & John, Godfauard & Kamel, Ehab & Selim, Omar & Wenman, Brandon. (2019). BIM Role within the Conceptual Design Phase: A Case Study of a UK Construction Project. International Journal of Architecture, Engineering and Construction. 8. 10.7492/IJAEC.2019.006.

9. Edwards, David & Han, Sangwon & Goh, Yang Miang. (2011). Design error reduction: toward the effective utilization of building information modeling. Research in Engineering Design. 22. 173-187. 10.1007/s00163-011-0105-x.

10. Впровадження новітніх цифровізованих програмних комплексів на базі BIM-технологій у будівництві України. / М.В. Кулік, С.О. Куліш, С.С. Іщенко // Науковий вісник будівництва - Харків: ХНУБА, 2020, Т.100, № 2. -С.301-306.

Vprovadzhennia novitnikh tsyfrovizovanykh prohramnykh kompleksiv na bazi VIM-tekhnolohii u budivnytstvi Ukrainy. / M.V. Kulik, S.O. Kulish, S.S. Ishchenko // Naukovyi visnyk budivnytstva - Kharkiv: KhNUBA, 2020, T.100, № 2. -С.301-306.

11. Sun, Jing & Mi, Siying & Olsson, Per-Ola & Paulsson, Jenny & Harrie, Lars. (2019). Utilizing BIM and GIS for Representation and Visualization of 3D Cadastre. ISPRS International Journal of Geo-Information. 8. 503. 10.3390/ijgi8110503.

12. Namlı, Ersin & Isikdag, Umit & Kocakaya, Mustafa. (2019). Building Information Management (BIM), A New Approach to Project Management. Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies. 4. 323-332. 10.29187/jscmt.2019.36.