

БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ (192)

УДК 624.04:72.01:528.4

**ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТАМИ У BIM
ЗА ДОПОМОГОЮ COBie: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

Канд. техн. наук В. В. Виноградов, старш. викл. Т. М. Альошечкіна

**INTEGRATION OF FACILITY MANAGEMENT INFORMATION INTO BIM USING
COBie: CURRENT STATUS AND DEVELOPMENT PROSPECTS**

PhD (Tech.) V. Vynohradov, Sr. lecturer T. Aloshechkina

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.214.2025.351818>



***Анотація.** Потенціал BIM залишається недостатньо реалізованим на етапі експлуатації та обслуговування будівлі. Після завершення будівництва власники досі змушені отримувати паперові документи для заповнення інформації, необхідної для ефективного управління об'єктом. Щоб вирішити цю проблему, у дослідженні запропоновано модель процесу, яка дає змогу збирати потрібні дані для управління об'єктом та інтегрувати їх у BIM. Для цього використовують підхід Construction Operations Building Information Exchange (COBie), який передбачає збір і структурування інформації, що створювана на етапах проектування та будівництва. Це дає змогу власникам безпосередньо імпортувати зібрані дані в системи управління обслуговуванням для підтримки функціонування будівлі. Також у роботі розглянуто перспективи подальшого розвитку цього підходу.*

***Ключові слова:** інформаційне моделювання будівель, управління об'єктами, COBie, життєвий цикл будівлі, інтеграція даних, цифрові процеси, експлуатація будівель, оптимізація робочих процесів.*

***Abstract.** Building Information Modeling (BIM) has become an essential tool for architectural, engineering, and construction (AEC) companies, enabling efficient data management and integration throughout all stages of a building's lifecycle. It provides significant advantages over traditional methods. BIM models serve as a critical link between design and construction, being applied to detail geometry, address constructability issues, track materials, describe functional characteristics, and implement workflows. However, BIM's potential remains underutilized during the operation and maintenance phase of buildings. After construction is completed, building owners are often forced to rely on paper-based documentation to gather the necessary information for effective facility management. The Construction Operations Building Information Exchange (COBie) offers a simplified and efficient framework for gathering and sharing data during the design and construction stages, specifically catering to the needs of facility operators. By replacing traditional paper-based documentation workflows with digital processes, COBie eliminates the burdensome task of managing large volumes of paperwork post-construction. It also removes the necessity for retrospective data collection, thus significantly reducing operational costs and enhancing data reliability. This study proposes a process model designed to collect the required data for facility management and integrate it into BIM. The Construction Operations Building Information Exchange (COBie) approach is employed to structure and gather information generated during the design and construction phases.*

This enables building owners to directly import collected data into facility management systems, supporting the building's operation. Additionally, the paper explores prospects for the further development of this approach.

Keywords: *Building Information Modeling (BIM), facility management, COBie, building lifecycle, data integration, digital processes, building operation, workflow optimization.*

Вступ. Архітектори, підрядники, консультанти і оператори з різних дисциплін генерують значну кількість інформації в різних форматах протягом проектування та будівництва об'єкта [1]. Після завершення будівництва цю інформацію, необхідну для експлуатації, обслуговування та ухвалення управлінських рішень, передають власнику у вигляді виконавчих документів.

Для ефективного управління об'єктом потрібен процес збору та інтеграції даних, створених на етапах проєктування і будівництва. Один із підходів передбачає використання систем електронного документо-обігу (EDMS), що забезпечують систематизацію та управління великим обсягом документації [2, 3]. Інший підхід базований на моделюванні даних, яке використовує стандарти CADD/GIS, базову модель будівель і класи промисловості. Він передбачає автоматизацію створення документів і передавання інформації між учасниками АЕС.

BIM (Building Information Modeling) є потужним інструментом для створення цифрового подання фізичних і функціональних характеристик об'єкта. Він забезпечує спільний доступ до інформації про об'єкт і підтримує ухвалення рішень на всіх етапах його життєвого циклу [4]. У BIM реальні елементи будівель відображено як тривимірні об'єкти, що містять не лише геометричні дані, але і додаткову інформацію, таку як вартість, виробники, вогнестійкість, графіки обслуговування тощо [2-4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні практичні зміни демонструють активне впровадження BIM для передавання даних управління об'єктами. Наприклад, ініціативи FMie від building SMART [5], технології CAD [6] і системи автоматизації будівель (BAS) [7]. У

деяких країнах, як у Великій Британії, використання BIM є обов'язковим [8]. Впровадження BIM рівня три потребує створення єдиного джерела даних у відкритому середовищі. У США цей підхід не є уніфікованим і базований на кількох форматах, визначених Адміністрацією загального обслуговування (GSA) [6].

Проте в сучасних процесах інтеграції інформації бракує інструментів для впорядкування знань, необхідних для ухвалення обґрунтованих рішень про подовження життєвого циклу будівлі. Для розв'язання цієї проблеми в дослідженні запропоновано модель процесу інтеграції інформації в рамках BIM, що базована на підході Construction Operations Building Information Exchange (COBie).

Ця модель описує процедуру збору даних і впровадження наборів COBie у системи управління обслуговуванням (CMMS). Вона відстежує інформацію від її створення під час проєктування і будівництва до інтеграції в експлуатаційні системи та передавання власнику. З огляду на поширення інтелектуальних технологій у будівлях, виникає потреба у трансформації FM-даних для інтеграції з розумними пристроями. Для цього потрібні зміни у схемі COBie і способах передавання даних, щоб забезпечити обмін через мережу замість використання електронних таблиць або файлів IFC.

У цьому документі описано модель процесу збору та інтеграції даних COBie і обговорено перспективи її подальшого розвитку.

Визначення мети та завдання дослідження. Етап управління та експлуатації об'єкта забезпечує контроль і підтримку функціонування будівлі, зберігаючи її продуктивність на початковому рівні [8]. Основні цілі цього

етапу – подовження терміну експлуатації активів, забезпечення умов для персоналу, підвищення задоволеності користувачів і створення здорового середовища [2, 9, 10].

Для досягнення цих цілей менеджери об'єктів повинні використовувати дані, створені на етапах проектування та будівництва. Зокрема, на етапі проектування інформація охоплює типи матеріалів, характеристики будівлі, плани поверхів і системи. Під час будівництва додають списки обладнання, технічні характеристики, гарантії, графіки обслуговування тощо [2, 10].

Сучасні директиви зосереджені на зменшенні споживання ресурсів і досягненні цілей сталого розвитку для нових та існуючих об'єктів [1, 6, 11]. Ці вимоги впливають не лише на проектування та будівництво, але і подальшу експлуатацію будівель. Наприклад, операції з обслуговування спрямовані на мінімізацію витрат, покращення енергоефективності, зниження споживання води, поліпшення якості повітря та управління матеріалами [12].

Крім того, менеджерам необхідно враховувати дані з додаткових джерел, такі як програми з управління стічними водами, переробки, зовнішнього обслуговування та системних оновлень. Інформація про сталий розвиток і управління об'єктами доступна в таких джерелах, як Whole Building Design Guide [10] і рейтингових системах, зокрема LEED-EBOM для існуючих будівель [12].

Попри зростаючий обсяг і різноманітність даних, менеджери об'єктів часто не мають належних інструментів для систематизації та використання цієї інформації. Інтеграція даних передбачає створення єдиної бази даних, яка містить усі документи, згенеровані на етапах проектування та будівництва [2, 3]. Ця база даних стандартизує дані, даючи змогу різним сторонам отримувати доступ до необхідної інформації у зручному форматі, використовувати її в різних програмних середовищах [10].

Інформаційні технології, зокрема BIM, стали важливим інструментом для

впорядкування та інтеграції даних. Вони дають змогу відстежувати, стандартизувати і надавати інформацію про будівлі протягом усього життєвого циклу. Приклади успішного застосування BIM для управління об'єктами свідчать про його ефективність у досягненні цих цілей [1].

BIM-моделі широко використовуються для розв'язання проблем конструктивності, аналізу перешкод і планування на етапах перед будівництвом [1, 4]. Вони також є інструментом зв'язку між фазами планування та проектування. Однак застосування BIM на етапі експлуатації та обслуговування залишається обмеженим [2, 4]. Інформацію, необхідну для управління об'єктом, зазвичай передають у традиційному паперовому форматі, що створює труднощі для її інтеграції в цифрові моделі.

Для розв'язання цієї проблеми використовують підхід COBie (Construction Operations Building Information Exchange), який спрямований на введення необхідних даних безпосередньо на етапах проектування, будівництва та введення в експлуатацію (Cx). COBie не потребує нової інформації, а структуровано збирає вже створені дані, які надають підрядники та проєктувальники за контрактами [10].

Основна частина дослідження. Формати COBie підтримують сумісність між різними програмними продуктами, що дає змогу користувачам налаштовувати модель відповідно до конкретних вимог власника або закладу. Це забезпечує створення єдиного набору даних із різними виглядами для будь-яких цілей, підвищуючи корисність інформації та її доступність для обміну [10].

Дані COBie включають:

- приміщення та зони об'єкта;
- обладнання та його розташування;
- документацію (інструкції, сертифікати, протоколи);
- процедури обслуговування, безпеки, запуску та зупинки;
- ресурси для відповідної діяльності [11].

Переваги COBie:

- зменшення витрат на відтворення паперової документації;
- електронне доставлення інформації про передавання;
- підвищення співпраці між учасниками проекту;
- покращення якості та повноти документації, необхідної для експлуатації об'єкта [4, 10, 13].

Отже, COBie є ефективним рішенням для інтеграції даних управління об'єктами у BIM, сприяючи підвищенню продуктивності, якості обслуговування та довговічності будівель [14, 15].

Підхід COBie охоплює весь життєвий цикл об'єкта: від початкового формулювання вимог до введення в експлуатацію. Він забезпечує ефективний збір, інтеграцію та передавання даних між усіма етапами проекту, підтримуючи ухвалення рішень і подальше управління об'єктом [16].

Етапи документування

1. Початкові цілі та вимоги. Процес COBie починається з визначення власником цілей і вимог об'єкта, що стає основою для створення бази даних.

2. Етап проектування. Ранній дизайн:

- формують найменування об'єктів, визначають вертикальні та горизонтальні простори;
- планують системи для забезпечення функцій приміщень: вентиляційні, механічні, сантехнічні, електричні;
- створюють список об'єктів, кількість поверхів, приміщень, їхніх функцій і типів обладнання.

Скоординований проект включає деталізацію назв обладнання, систем, зонування та планування простору.

Фінальне проектування – додають реєстр проектної документації, графіки продуктів, дані про властивості обладнання і моделі підключення.

3. Етап будівництва:

- забезпечено передавання затверджених документів;

- збирають дані про компоненти обладнання: виробник, модель, серійний номер, номери тегів.

4. Етап введення в експлуатацію:

- додають робочі плани, гарантійні документи і документи щодо ресурсів для експлуатації;
- інформацію оновлюють відповідно до функцій, площ, експлуатаційних вимог.

Інтеграція й передавання даних. Інформацію накопичують на кожному етапі, зберігаючи в єдиній базі COBie. Для передавання даних використовують формат XML, який відповідає специфікаціям контракту.

Специфікації можуть бути:

- традиційними: забезпечують передавання статичних даних;
- на основі ефективності: включають динамічні дані для оцінювання продуктивності будівлі.

Інтеграційний підхід. Для створення даних COBie рішення ухвалюють на основі програмного забезпечення, яке використовує компанія, і часто для цього укладають контракти з іншими організаціями. COBie можна створити за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, що підтримує COBie, через перетворення існуючих даних у формат COBie або ж використовуючи електронні таблиці COBie безпосередньо (рис. 1) [17, 18].

Через різноманітність учасників процесу для створення COBie зазвичай комбінують ці методи. Якщо використовують перший метод, програмне забезпечення має бути інтегроване з ручним налаштуванням програм BIM [18]. Такий процес може бути виконаний у два способи. Перший варіант полягає у створенні COBie файлу, який відповідає специфікаціям моделі передавання управління об'єктами (MVD) компанії building SMART International для файлів інформаційної моделі будівлі (IFC) [20, 21]. Хоча файли COBie не мають технічних відмінностей від MVD, для дотримання контрактних вимог проектних сторін потрібно подавати у форматі COBie. Тому необхідний передавання між IFC і COBie файлами (рис. 2).

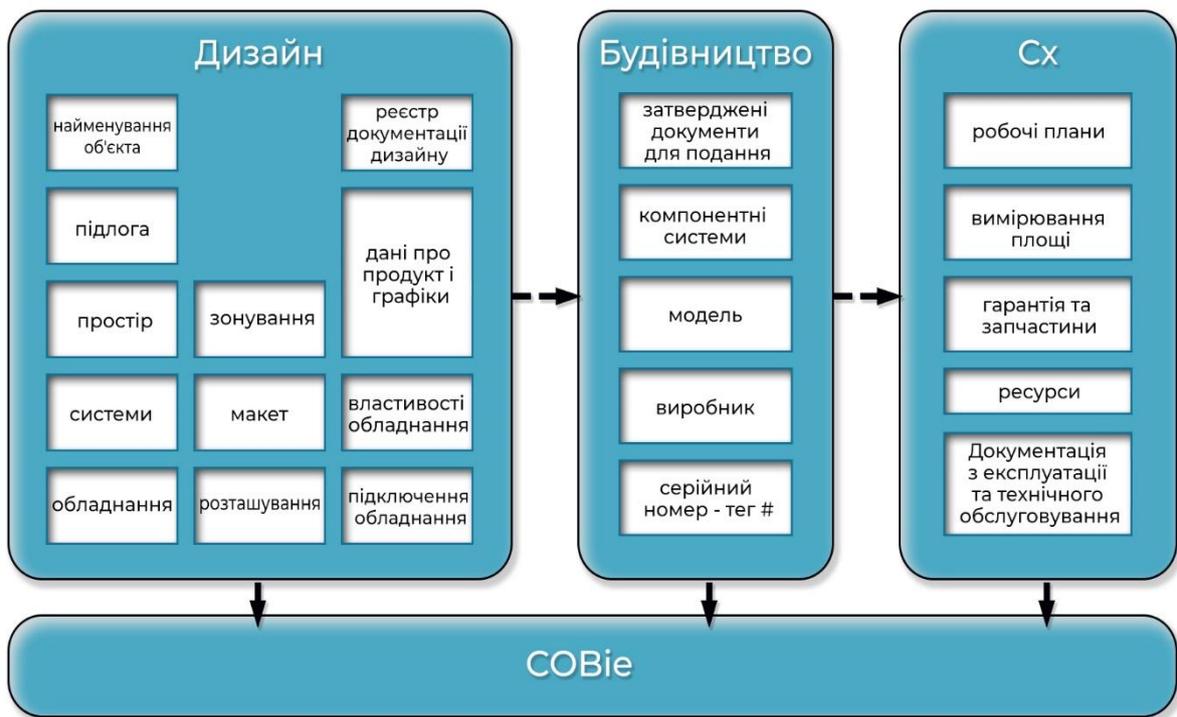


Рис. 1. Підхід COBie (адаптовано з WBDG, 2018)

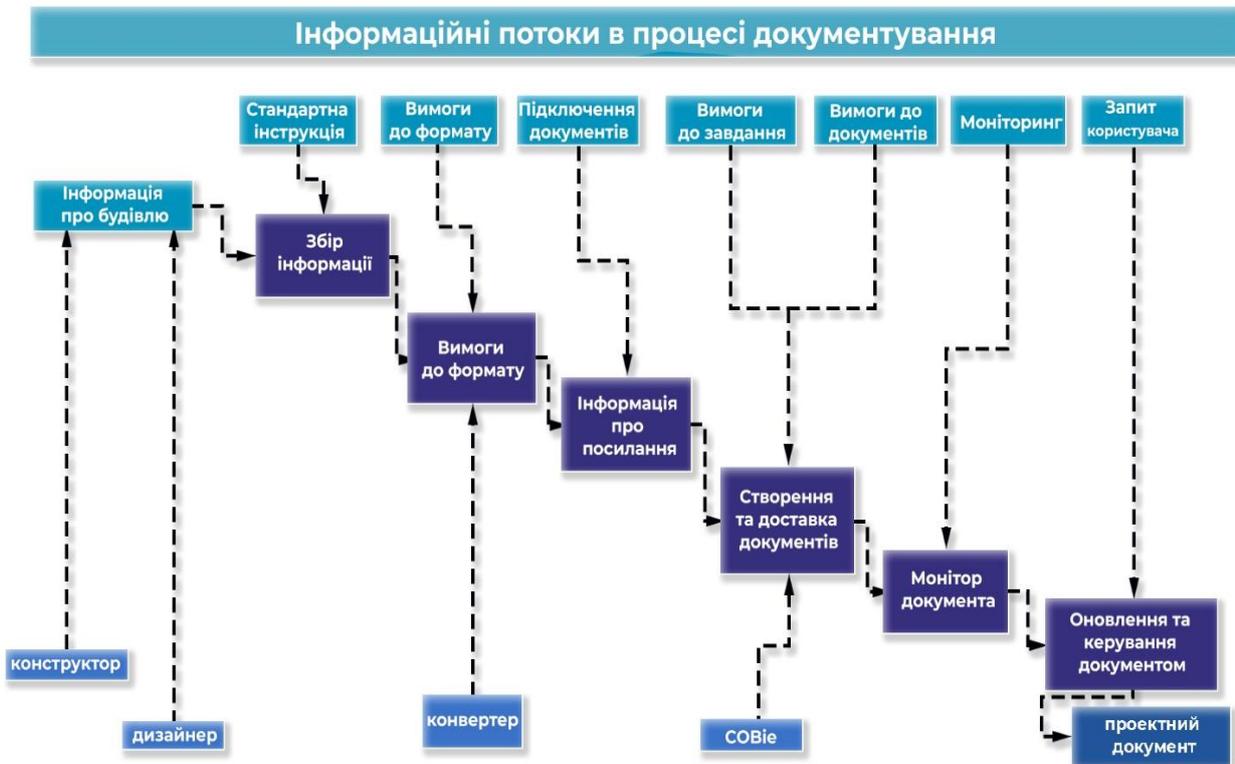


Рис. 2. Інформаційні потоки в процесі документування (адаптовано з Song et. al 2002)

Інший підхід передбачає використання програмного забезпечення, яке безпосередньо генерує файли у форматі SOBie, що є модифікованою версією електронних таблиць Excel з підтримкою XML. У грудні 2014 року для більшості програм, створених за допомогою MVD, було потрібно лише мінімальне ручне налаштування для відповідності стандартам SOBie [21, 22].

Другий метод створення SOBie базований на зборі інформації безпосередньо з програм, де вона була створена, а також з існуючих документів, які вже містять потрібну інформацію для SOBie. Наприклад, програми, що містять дані про обладнання та приміщення, можуть автоматично генерувати більшість необхідної інформації для SOBie. У такому випадку створюють електронні таблиці в специфічному форматі, інформація в них може бути упорядкована вручну або за допомогою іншого програмного забезпечення [23].

Третій метод полягає в ручному введенні інформації безпосередньо в таблицю SOBie, де учасники проекту можуть перевірити точність даних перед передаванням результатів.

Коли всі дані інтегровані в SOBie, вони стають готовими до використання в процесах управління об'єктом.

Обмеження та переваги. Успішне впровадження описаної моделі процесу можливе за умови, що всі учасники будівництва переосмислять і реорганізують процес на всіх етапах життєвого циклу будівлі. Збір і зберігання інформації в мінімально необхідному форматі для подальшої інтеграції в SOBie може потребувати додаткових витрат і нових обов'язків. Це включає потребу в додатковому персоналі та навчанні, а також узгодженні процедур між власником і сторонами, залученими до будівництва.

ВІМ має великий потенціал для зміни способу виконання та документування будівельних робіт, однак цей перехід

потребує змін на всіх етапах життєвого циклу будівлі. ВІМ може стати важливим джерелом інформації, включаючи управління об'єктами. Однією з основних переваг ВІМ є підвищення продуктивності порівняно з традиційними методами. Проте на сьогодні не існує надійних методів для вимірювання переваг ВІМ або кількісної оцінки результатів нових практик. З цієї причини деякі учасники будівництва можуть відмовитися від використання ВІМ-моделей та інтеграції інформації для покращення процесу будівництва [1].

Описана модель процесу продемонструвала дані SOBie як ефективне рішення для розв'язання актуальних проблем будівельної документації, сприяючи підтримці управління об'єктом. Переваги цього підходу включають надання необхідної та стислої інформації, легкий доступ до пов'язаної інформації, покращену співпрацю між учасниками проекту і забезпечення надійності даних.

Висновки. У дослідженнях інтеграції інформації в будівництві акцентовано на необхідності впровадження систематичних підходів щодо управління і документування експлуатації та технічного обслуговування. Однак при цьому власник, як кінцевий користувач форматів, часто не врахований у цих процесах. Власники продовжують отримувати інформацію у вигляді різних документів і повинні витратити час на їх збирання та реорганізацію, оскільки ці дані часто створюють різні сторони за допомогою численного програмного забезпечення. До того ж часто документи погано структуровані, неповні або недоступні, що ускладнює їх використання.

Збір цієї інформації зазвичай є дорогим і не завжди надійним, оскільки вона не завжди відповідає фактичному стану будівлі. Тому необхідно розробити інтеграційний підхід, що дасть змогу власникам працювати з надійними даними для ефективного управління об'єктами. Набір даних SOBie був розроблений саме для того, щоб дати точну інформацію

власнику в зручному форматі для подальшого використання в управлінні об'єктами.

Структура моделі процесу (рис. 3), описана в дослідженні, дає змогу зібрати інформацію та здійснити значні покращення в процесі експлуатації та технічного обслуговування будівлі, включати інформацію, створювану на етапах проєктування та будівництва, з різного

програмного забезпечення та форматів, що сприяє покращенню якості документів. Зібрані документи можуть бути використані повторно з підтримкою експлуатації та обслуговування об'єкта. За допомогою стандартів COBie і доступних програмних рішень можна реалізувати інтеграцію даних будівлі та полегшити процес управління об'єктами.

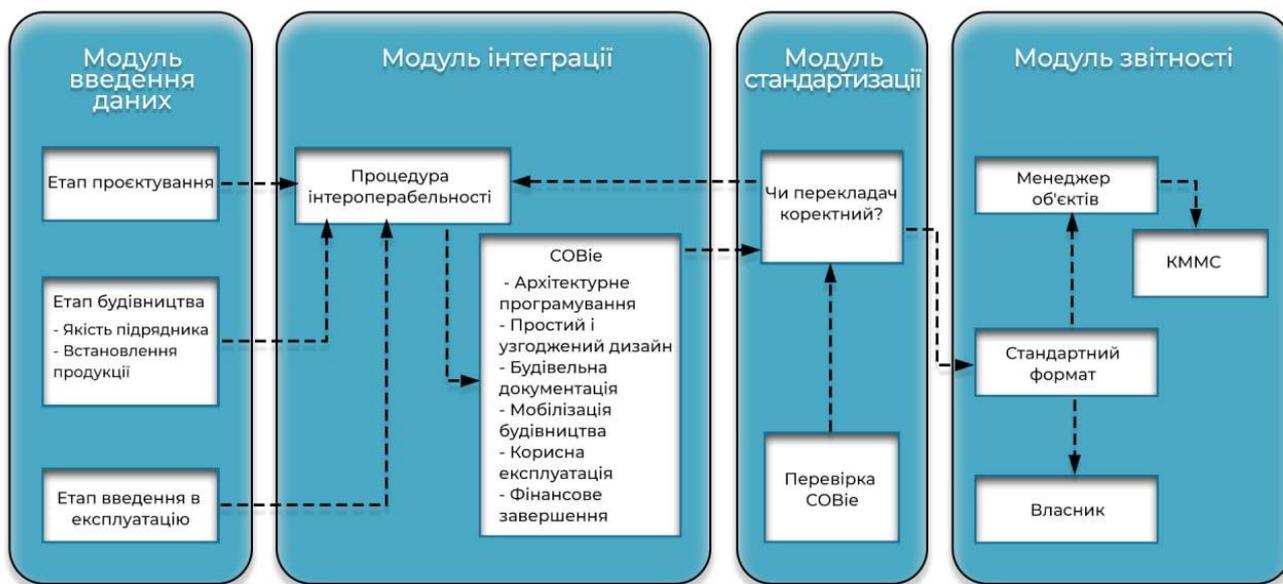


Рис. 3. Структура моделі процесу

Пропонована модель також дає змогу перевіряти і переводити дані у формат COBie, що забезпечує їхню готовність до використання власниками для ухвалення рішень у процесі управління об'єктами. Впровадження цієї моделі сприяє спрощенню та прискоренню процесу управління об'єктами, зменшуючи потребу в постійному зборі та передаванні даних.

Майбутнє дослідження має бути зосереджено на практичному застосуванні цієї моделі процесу, оскільки розширення електронних середовищ і нових форматів документів призводить до переважання

користувачів інформацією, ускладнюючи її пошук і використання. Тому важливо розуміти інструменти інтеграції інформації, щоб допомогти користувачам отримати максимальну користь від усієї наданої інформації.

З розвитком технологій у будівництві, особливо у сфері інтелектуальних будівельних систем, виникає потреба в трансформації FM-даних для інтеграції з новими пристроями. Для цього необхідні зміни на рівні схеми COBie і трансляції даних, що дасть змогу обмінюватися інформацією через мережу, а не лише за

допомогою електронних таблиць чи файлів IFC. Це, зокрема, сприятиме задоволенню потреб у будівництві і полегшить роботу

будівельного сектору, забезпечуючи практику, яка залишатиметься ефективною та корисною.

Список використаних джерел

1. Виноградов В. В., Альошечкіна Т. М. Розкриття потужності COBie: революція в управлінні інформацією про будівлі. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. Т. 3. № 3. (2024). С. 1-8. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240303.01>. <https://isg-journal.com/isjea/article/view/704>.
2. Song Y., Clayton M. J. and Johnson R. E. Anticipating reuse: documenting buildings for operations using web technologies. *Automation in Construction*. 2002. 28(11). 185-197. [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(00\)00097-2](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(00)00097-2). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580500000972?via%3DIihub>.
3. Caldas C. H., Soibelman L. and Gasser L. Methodology for the integration of project documents in model-based information systems. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2005. 19(1). 25-33. [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0887-3801\(2005\)19%3A1\(25\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0887-3801(2005)19%3A1(25)).
4. Goedert J. D. and Meadati P. Integrating construction process documentation into Building Information Modeling. *Journal of Computing in Civil Engineering*. 2008. 134(7). 509-517.
5. Nisbet N., Liebich T. ifc XML Implementation
6. Shen W., Hao Q., Mak H., Neelamkavil J., Xie H., Dickinson J., Thomas R., Pardasani A. and Xue H. Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities management: A review. *Advanced Engineering Informatics*. 2010. 24(2). 196-207.
7. Kassem M., Kelly G., Dawood N., Serginson M. and Lockley S. BIM in facilities management applications: a case study of a large university complex. *Built Environment Project and Asset Management*. 2015. (5)3. 261-277.
8. BS EN ISO 19650-5:2020. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling. <https://www.iso.org/standard/74206.html>.
9. Korka J. W., Oloufa A. A. and Thomas R. Facilities computerized maintenance management systems. *Journal of Architectural Engineering*. 1997. 3 (3). 118-123.
10. WBDG (Whole Building Design Guide). Construction Operations Building Information Exchange (COBie)). <https://www.wbdg.org/Accessed 18/01/2018>.
11. Becerik-Gerber B., Jazizadeh F., Li N. and Calis G. Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. *Journal of construction engineering and management*. 2011. 138(3). 431-442.
12. USGBC (United States Green Building Council). LEED for existing buildings operations & maintenance (Reference Guide Version 2.0). Washington, D.C. 2008.
13. Lavy S. and Jawadekar S. A Case Study of Using BIM and COBie for Facility Management. *International Journal of Facility Management*. 2014. 5(2).
14. Howard R. and Bjork B. C. Building information modeling – Expert’s views on standardization and industry deployment. *Advanced Engineering Informatics*. 2008. 22(4). 271-280.
15. NIBS (National Institute of Building Sciences). Construction Operations Building Information Exchange (COBie): Means and Methods. Building SMART alliance. <https://www.nibs.org/Accessed 18/01/2018>.
16. Vanlande R., Nicolle C. and Cruz C. IFC and building lifecycle management. *Automation in Construction*. 2008. 18(3). 70-78.

17. Yalcinkaya M. and Singh V. Building Information Modeling (BIM) for Facilities Management – Literature Review and Future Needs. In: Fukuda S., Bernard A., Gurumoorthy B., Bouras A. (eds) *35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2018) Product Lifecycle Management for a Global Market. PLM. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer, Berlin, Heidelberg*. 2014. Vol. 442.
 18. Wetzel E. M. and Thabet W. Y. The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes. *Automation in Construction*. 2015. 60(4). 12-24.
 19. Suprabhas K. and Dib H. N. Integration of BIM and Utility Sensor Data for Facilities Management ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering, 2017.
 20. Liu R. and Issa R. R. A. Issues in BIM for facility management from industry practitioners perspectives, in: I. Brilakis, L. Sang Hyun, B. Becerik-Gerber (Eds.). *ASCE Computing in Civil Engineering*. 2013. P. 411–418.
 21. Cavka H. B., Staub-French S. and Pottinger R. Evaluating the alignment of organizational and project contexts for BIM adoption: a case study of a large owner organization. *Buildings*. 2015. 5(4). 1265–1300.
 22. Terreno S., Anumba C. J., Gannon E. and Dubler C. The benefits of BIM integration with facilities management: a preliminary case study. *Computing in Civil Engineering*. 2015. 675-683.
 23. Afsari K., Eastman C. and Shelden D. Cloudbased BIM Data Transmission: Current Status and Challenges. *33rd International Association for Automation and Robotics in Construction*. 2016. 1099-1106.
 24. (BIM3A) BIM's third age. <http://www.fmworld.co.uk/features/feature-articles/bims-thirdage/> Accessed 03/08/2018.
-

Виноградов Віталій Володимирович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри теоретичної та будівельної механіки, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, м. Харків, Україна. ORCID iD: 0000-0003-4492-3862. Тел.: +38 (066) 890-16-48. E-mail: vitalii.vynohradov@kname.edu.ua.

Альошечкіна Тетяна Миколаївна, старший викладач кафедри теоретичної та будівельної механіки, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, м. Харків, Україна. ORCID iD: 0000-0001-7234-1558. Тел.: +38 (097) 461-20-75. E-mail: Tetiana.Aloshechkina@kname.edu.ua.

Vynohradov Vitalii, PhD (Tech). Senior lecturer of the Department of Theoretical and Structural Mechanics, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine. ORCID iD: 0000-0003-4492-3862. Tel.: +38 (066) 890-16-48. E-mail: vitalii.vynohradov@kname.edu.ua.

Alyoshechkina Tetyana, Senior lecturer of the Department of Theoretical and Structural Mechanics, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine. ORCID iD: 0000-0001-7234-1558. Tel.: +38 (097) 461-20-75. E-mail: Tetiana.Aloshechkina@kname.edu.ua.

Статтю прийнято 25.10.2025 р.