

Координація інженерних систем при сумісній роботі в проєкті BIM

Рустам Шульга, студент ¹ (ORCID: 0009-0009-8155-0330), Сергій Рибачов, к.т.н. доцент ¹ (ORCID: 0000-0002-0093-9750)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

АНОТАЦІЯ

Наразі сучасні технології, зокрема інформаційне моделювання будівель (Building Information Modeling – BIM), успішно застосовують на стадії планування та проєктування, будівництва різних об'єктів та споруд, транспортній та інженерній інфраструктурах. Розглянуто програмні комплекси Autodesk Navisworks та SYNCHRO 4D, які здійснюють віртуальну координацію проєктів, знаходять та усувають перетини, контролюють процес виконання робіт, планують будівельні роботи для запобігання виникненню проблем на будівельному майданчику. Наводиться порівняльний аналіз функціональних даних програм для моделювання. Розглянуті сфери застосування програмних комплексів на прикладі об'єктів.

Ключові слова: Building Information Modeling, будівництво, проєктування, координація, модель.

1. ВСТУП

Сучасні умови змушують будівельну галузь швидко та чітко реагувати на всі виклики та критичні ситуації сьогодення. Необхідність відбудови зруйнованих та зведення захисних споруд суттєво впливає на будівельну галузь та на життя людей в цілому.

2. ФОРМАТ

Сучасні умови змушують будівельну галузь швидко та чітко реагувати на всі виклики та критичні ситуації сьогодення. Необхідність відбудови зруйнованих та зведення захисних споруд суттєво впливає на будівельну галузь та на життя людей в цілому.

Поява нових програмних комплексів, що сприяють оптимізації часу, управлінню життєвим циклом об'єкта, зниження кількості помилок при проєктуванні, оснащенні та зведенні будівель, істотно полегшує життя людини. Використання в проєкті BIM (Building Information Modeling) істотно підвищує рентабельність і продуктивність, знижує вартість будівництва, зменшує трудовитрати робочої сили, і економить бюджет при закупівлі будівельних матеріалів. Порівнюючи цільові показники при будівництві типовим методом з використанням CAD-технологій та з використанням BIM можна сказати, що перший метод є менш вигідним. Використання BIM протягом усього виробничого циклу будівельного об'єкту підвищує ефективність проєкту. Такі програмні забезпечення як Autodesk Navisworks та SYNCHRO 4D Bentley допомагають цілісно контролювати весь проєкт.

SYNCHRO 4D – програмне забезпечення для синхронізації 3D моделі з графіком виконання робіт, управління процесом проєктування та отримання інформації про стан проєкту в будь-який проміжок часу (тривалість робіт, вартість, потреба в робочій силі та ін) від компанії Bentley. SYNCHRO 4D, крім основних завдань має можливість контролювати проблемні моменти при зведенні споруди, ефективно планувати і забезпечити наочне уявлення послідовності виконання будівельних робіт на 3D моделі об'єкта.

Основні завдання SYNCHRO 4D:

- управління вартістю та ходом виконання проєкту за рахунок календарного планування;
- контроль повноти дотримання кожної фази проєктування та зведення будівель;
- візуалізація логістики будівельного майданчика та загального плану проєкту;
- пошук колізій цифрової моделі;
- підготовка звітів про виконання робіт.

SYNCHRO 4D застосовують для:

- макетування об'єкта – візуального аналізу;
- контролю проєкту в цілому;
- аналітики ходу виконання будівельно-монтажних робіт;
- моделювання логістики будівельного майданчика;
- усунення перетинів та рівномірного розподілу бригад робітників по будівельному майданчику;
- візуального моделювання потоків робіт.

Іншим інструментом для роботи фахівців у галузі проєктування та моделювання процесів будівництва є програмне забезпечення Autodesk Navisworks. Воно дозволяє виконувати складання моделі, вивантажувати обсяги будівельно-монтажних робіт, створювати точки огляду для демонстрації проєкту. Найчастіше Navisworks застосовують для виявлення невідповідностей та перетинів між компонентами та елементами проєкту такими як: системи вентиляції та кондиціонування, водовідведення, опалення, бетонні конструкції, елементи архітектури. Navisworks – продукт компанії Autodesk, що використовується для 4D та 5D-моделювання. На практиці Autodesk Navisworks використовувався на завершальних етапах проєктування.

Отримання повної інформації про об'єкт, його поточний стан на різних стадіях життєвого циклу є основним завданням інформаційної моделі, так як це дозволяє оцінити ризики, прийняти необхідні управлінські рішення і показати ефективність будівництва об'єкта. Обидві програми Autodesk Navisworks і SYNCHRO 4D мають ряд переваг, подібностей і відмінностей у порівнянні один з одним, що робить їх зручними у використанні кожному користувачеві. Однією з важливих переваг обох програмних продуктів є можливість розмішувати моделі в хмарних ресурсах та з дозволу адміністратора надавати доступ тільки тим, хто працює в проєкті.

Якщо порівнювати ці програмні продукти для BIM-моделювання то можна виділити основні подібності та відмінності.

Подібності:

1. Програми дозволяють працювати з кількома інформаційними моделями одночасно.
2. Можливість пошуку просторових перетинів між об'єктами, виявлення конфліктів у об'єднаних моделях.
3. Широкий спектр анімації для створення презентаційних робіт, відео, графіків, 3D-візуалізації моделі.
4. Об'єднання інформаційних моделей із різних джерел; також, для зручності, передбачено наявність інтуїтивного інтерфейсу.
5. Сумісність з більшістю файлових форматів, що використовуються в даній індустрії, у тому числі і з IFC (Industry Foundation Classes)

Відмінності:

1. SYNCHRO 4D дозволяє прив'язувати будівельні пристрої та обладнання до конкретних завдань, об'єктів, можливість вибору машин, механізмів та транспортних засобів з бібліотеки.
2. Експорт звітів у різні формати електронних документів: Navisworks переважно в HTML/XML/TXT, у SYNCHRO 4D є можливість у PDF.
3. SYNCHRO 4D має функцію створювати та змінювати тривимірні об'єкти, Navisworks – лише редагувати виміри.
4. Navisworks не має можливості створювати гістограми оцінки трудових та матеріальних ресурсів на відміну від SYNCHRO 4D.
5. SYNCHRO 4D виділяється серед інших програмних забезпечень функцією планування з використанням методу критичного шляху, що дуже важливо для великомасштабних проектів.

Слід врахувати, що програми створені з метою максимально оптимізувати роботу людини, вони не приймають жодних самостійних рішень за користувача, не враховують, що не врахував би автор проекту.

BIM-моделювання допомагає усувати помилки та вносити зміни на стадії проектування, тим самим дозволяючи створювати точну, продуману та інформативну цифрову модель споруди скорочуючи кількість відхилень від будівництва та підвищувати ефективність проекту.

Список літератури

- [1] Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні: Розпорядження КМУ від 17.02.2021 № 152-р: станом на 20.09.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#Text>
- [2] Левченко Н. М., Бейнер П. С., Бейнер Н. В. Реконструкція будівель з використанням BIM технологій при відновленні міст в Україні. *Металознавство та термічна обробка металів*. 2022. № 4. С. 64–70. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.PMNTM.2413.271222.64.912>
- [3] Чашин Д. Ю., Рахманін О. А., Хіль Д. В. Упровадження BIM-технологій як основи для створення комплексних інформаційних моделей в керуванні будівництвом. *Український журнал будівництва та архітектури*.

2022. № 1. С. 63–70. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.220222.63.834>

- [4] Van Der Valk H., Haße H., Möller F., Otto B. Archetypes of Digital Twins. *Business & Information Systems Engineering*. 2022. Vol. 64, N. 3. P. 375–391. DOI: [10.1007/s12599-021-00727-7](https://doi.org/10.1007/s12599-021-00727-7).
- [5] Danae Phaedra Pocobelli, Jan Boehm, Paul Bryan, James Still & Josep Grau- Bové A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries. Citation Data. *Procedure Engineering*. 2016 Vol: 164, p. 487-494. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.649>
- [6] Salman Azhar, Ph.D., A.M. ASCE Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. 2011. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- [7] Building SMART international. BIM Collaboration Format (BCF): вебсайт. URL: <https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/>.
- [8] ASHRAE/ANSI Standard 140-2011 – Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, INC., 2011. URL: https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Standards%20and%20Guidelines/Standards%20Addenda/140_2007_b.pdf. (дата обращения: 17.02.2023).
- [9] Omrany H., Al-Obaidi K.M., Husain A., Ghaffarianhoseini A. Digital Twins in the Construction Industry: A Comprehensive Review of Current Implementations, Enabling Technologies, and Future Directions. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. P. 10908. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151410908>.
- [10] Tomczak A., Berlo L.V., Krijnen T., Borrmann A., Bolpagni M. A review of methods to specify information requirements in digital construction projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 1101, No. 9. P. 092024. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1101/9/092024>.
- [11] Numan M. Advancements in structural health monitoring: a review of machine learning approaches for damage detection and assessment. *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. 2024. Vol. 20, No. 1. P. 124–142. DOI: <https://doi.org/10.22337/2587-9618-2024-20-1-124-142>.
- [12] Cardellicchio A., Ruggieri S., Nettis A., Renò V., Uva G. Physical interpretation of machine learning-based recognition of defects for the risk management of existing bridge heritage. *Engineering Failure Analysis*. 2023. Vol. 149. P. 107237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.107237>.