

Будівельне дипломне проектування за BIM-технологією

Анатолій Дружинін¹, Оксана Давиденко²

Харківський національний університет будівництва та архітектури
вул. Сумська 40, Харків, Україна, 61002

¹davxisi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3049-3259>

²oks.oks730@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5217-4411>

Отримано 27.04.2021, прийнято 19.05.2021

<https://doi.org/10.32347/tit2141.0107>

ВСТУП

Розвиток будівельної галузі України – як основи економічних перетворень за рахунок впровадження інформаційних технологій (ВІМ), висунув відповідні вимоги до фахівців. Виникла необхідність на державному рівні вирішити проблему потреби і розвитку на ринку праці компетенцій спеціалістів для будівельної галузі в умовах впровадження ВІМ-технологій, створення єдиної інформаційної моделі в будівництві України, яка б об'єднувала архітектурну, конструкторську, інженерну, вартісну, екологічну складові з виходом на прийняття економічно ефективного рішення за життєвий цикл об'єкту і відповідно впровадження інноваційних технологій в навчання і підготовку компетентних фахівців.

МЕТА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета роботи провести дослідження впровадження ВІМ-технологій в навчальний процес і практику дипломного проектування. Висновки і рекомендації дадуть можливість підвищити рівень підготовки спеціалістів за рахунок засвоєння нових методів дослідження і оцінки інноваційних будівельних проектів.

РЕЗУЛЬТАТИ ОБГОВОРЕННЯ

На базі наукових досліджень кафедри Організації будівельного виробництва (ОБВ), в дисципліну навчального плану магістрів промислове та цивільне будівництво (ПЦБ) - «Економічна ефективність інноваційних рішень», введена тема «Про-

блеми ВІМ...», в кожній із дисциплін кафедри для аспірантів- докторів філософії введені теми, присвячені теоретичним і практичним проблемам ВІМ моделюванню у відповідності до вимог ВІМ. Розроблено заходи по впровадженню фрагментів ВІМ в дипломних проектах магістрів.

На нашу думку, як окрема дисципліна повинна бути введена на 1 або 2 курсі «Програмне забезпечення ВІМ», в першу чергу – візуалізації 3D (Revit, AutoCAD); конструктивної частини (Revit, ЛИРА-САПР, Мономах), управління у часі (Revit, Project) і вартості будівництва (Revit, Лоджик, АВК-15, МСAD). На наступних курсах ВІМ повинна стати органічною частиною конструктивних, технологічних, організаційних, економічних, управлінських дисциплін з виходом на дипломні проекти бакалавра і магістра.

Кафедра ОБВ пропонує в дипломному проекті магістра (ДПМ) розробку з застосуванням фрагментів ВІМ-технології комплекс інноваційних рішень [4]:

- Технічних – вибір будівельних машин для комплексної механізації та автоматизації виробництва, опалубок та засобів малої механізації, тощо.
- Технологічних – вибір технологічної схеми зведення будівлі або споруди, методів виконання робіт, технологічних карт, розміщення будівельної техніки, тощо.
- Організаційно-технологічних – вибір методів організації будівельних робіт у просторі (ділянки, захватки) та часі (режим роботи у часі), потокових методів будівництва, складу бригад робітників, тощо.
- Організаційно-економічних – вибір системи управління і організації праці, ка-

лендарне планування, оптимізація нормативно-довідкової бази на основі комп'ютерних технологій, автоматизованих систем управління будівництвом, тощо.

Формування проектної моделі BIM 3D сьогодні пов'язане з програмними засобами архітектурної частини проекту: Autodesk (Revit), AllPlan Deutschland GmbH., Graphisoft (Archi CAD), Tekla Corporation, Auto CAD та інші; конструктивної частини: ЛИРА-САПР, Мономах, САПФІР; сантехнічної та електро- частини: Magi CAD для Auto CAD. Ці програмні комплекси є автономними продуктами не пов'язаними один з одним, мають різних власників, що значно ускладнює впровадження незалежними розробниками. Пропонується ряд заходів по експорту даних і налагоджуванню зворотного зв'язку між цими програмами.

Ряд діючих в Україні програмних продуктів залишаються відірваними від проектної моделі 3D, це стосується організації і управління будівництвом (4D): Microsoft Project, Primavera P6, Spider Project та інші; кошторисного та договірної ціноутворення (5D): «Будівельні технології. Кошторис» (Computer Logic Group), АВК-15, АС-4, ТК «Інвестор»; ряд нових програм по охороні навколишнього середовища, енергоефективності (6D); утримання і експлуатації будівель (7D) і особливо відсутністю програмного забезпечення для визначення економічного варіанту будівлі за життєвий цикл (8D).

В цих умовах, навіть при підготовці здобувачів для використання програмного продукту на рівні 3D, виникає багато проблем при підготовці і захисті дипломного проекту. Перед здобувачем ставиться завдання на базі наукового дослідження вийти на оцінку ефективності інноваційного заходу з максимальним наближенням на рівні фрагментів 4D–8D та подальшим виходом на нормативну довідкову кошторисну базу (5D) і календарний графік (4D). [1, 2, 3]

Оцінки економічної ефективності інноваційних рішень в будівництві і зокрема в дипломних проектах магістрів при впровадженні фрагментів BIM вимагають вирі-

шення ряду методологічних проблем в ринкових умовах за життєвий цикл проекту.

В Європейських країнах з ринковою економікою в основу оцінки економічної ефективності інвестицій в інновації давно покладено принципи руху реальних грошових потоків: окупності, порівняльності, дисконтування, диференціації прибутковості, варіантності відсоткової ставки з виходом на 3 ведучих критерія: NPV – максимальні чисті дисконтовані грошові надходження за інвестиційний цикл (T), грн; PP – строк окупності капітальних інвестицій – середній і дисконтований, років; IRR – внутрішня норма рентабельності капітальних інвестицій за інвестиційний цикл (T).

В Україні багатьма вченими і практика-ми в економічній і особливо технічній літературі останні 15 років замість цих визначених критеріїв, а іноді одночасно і паралельно з ними (більше 20 публікацій) для оцінки економічної ефективності в інноваційних проектах, варіантів конструктивно-технологічних рішень бродить примара «ціни виробництва» – мінімальних «приведених затрат» на одиницю продукції: $C + E_n \square K$, іноді з грубими помилками та перекрученнями. Цей критерій було запропоновано в СРСР в 1961 році в «Типовий методикі...» в умовах централізованої планової економіки з директивним ціноутворенням, і діяв при стабільних цінах як віртуальний фільтр ($E_n = 0,15$) при варіантному проектуванні до 1991 року, мав грошову форму, а за змістом ніколи не відображався в реальній фінансовій діяльності підприємств. Методика і застосування єдиного нормативного коефіцієнта $E_n = 0,15$ критичувалася багатьма вченими того часу.

В умовах ринкового ціноутворення ціни постійно змінюються в динаміці під впливом попиту і пропозиції по фазам розвитку, гроші виступають як товар з ціною – обліковою ставкою, кожний інвестиційний проект має свій показник E_n – рентабельність 1 грн інвестицій, на комерційний ефект впливає дефіцит ресурсів та інфляція. Ці обставини виключають використання моделі $C + E_n \square K$ і обумовлюють необхідність повернутися до критичного аналізу рекомендацій про можливості її викорис-

тання при варіантному проектуванні в літературних джерелах [7]. Як приклади рекомендацій по застосуванню моделі $C + E_n \square K \rightarrow \min$ можна привести підручники та навчальні посібники з економіки і організації будівництва (КНУБА – 2005...2007 років), ряд статей в журналах "Економіка України", "Будівництво України", та в російських виданнях ведучих будівельних вишів. В даному дослідженні в основу оцінки інноваційних рішень покладено **варіантне проектування** – з декількох технічно доцільних конкуруючих варіантів рішення треба вибрати оптимальний варіант, найбільш економічно доцільний в даних конкретних умовах.

Методика варіантного проектування передбачає чотири етапи:

1. Аналіз вихідних даних та умов виробництва з обґрунтуванням варіантів для порівняння.

2. Відбір технічно доцільних конкуруючих варіантів з обґрунтуванням базового варіанта та альтернативних нових прогресивних варіантів з оцінкою переваг та недоліків.

3. Оцінка економічної ефективності варіантів з урахуванням періоду інвестиційного циклу будівництва за критеріями NPV, PP, IRR.

4. Прийняття оптимального варіанта з урахуванням технічної та економічної доцільності його впровадження в конкретних умовах будівництва об'єкта.

Впровадження BIM на базі пакету програм Revit вимагає нових підходів при оцінці варіантів архітектурних і конструктивних рішень вже при створенні моделей 3D і остаточного розрахунку ефективності на етапі 8D, який включає усі програми 3D–7D з виходом на життєвий цикл: проектування, будівництва, експлуатації будівлі. Вирішення цієї проблеми в дипломному проекті вимагає переходу від віртуальної моделі, створеної в Revit, до конкретних технічних, технологічних і організаційних рішень на будівельному майданчику з реальними ресурсами будівельних підприємств при певній прозорій нормативно-довідковій базі.

Наступне дослідження передбачає визначення проблем від вирішення яких залежить ефективно впровадження BIM в практику дипломного проектування.

1. В архітектурно-будівельній частині ДПМ повинно бути, у відповідності з завданням замовника і творчого пошуку архітектора, на базі шаблонів Revit складено по поверховий план будівлі з розташуванням устаткування або квартир, приміщень, комунікацій з візуалізацією 3D усієї будівлі і специфікаціями прийнятих конструктивних елементів.

2. В конструктивній частині прийняті архітектором рішення повинні бути перевірені розрахунком в Revit на базі програм ЛИРА-САПР, Мономах, САПФІР у відповідності з ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» підземної та наземної частин будівлі, будівлі в цілому.

3. Вносяться зміни в візуально просторовий проект будівлі 3D, а архітектурна частина доповнена розрахунком енергоефективності у відповідності з ДБН В. 2.6 - 31:2016 «Теплова ізоляція будівлі» з пропозицією сертифікату класу А, В, С, D, Е, F, G.

4. Архітектор і конструктор, приймаючи певні будівельні матеріали і конструкції, по суті визначають вимоги до технології будівництва, зокрема послідовності виконання робіт. Однак для організації будівництва повинні бути розроблені і затверджені в проекті організації будівництва (ПОБ) «Технологічні карти ...» для кожного процесу з графіками організації робіт і вимогами до техніки безпеки і охорони праці.

Виникає проблема розібрати просторову модель 3D на конструктивні елементи у просторі і часі для визначення оптимального варіанту їх реалізації і побудови календарного графіку для усієї будівлі з урахуванням прийнятої технологічної схеми.

Публічними залишаються Ресурсні елементні кошторисні норми (РЕКН), що були видані як нормативна база ДБН Д.1.1-1:2000, а потім ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 і змінювалися не суттєво за останні 20 років. [5] Вони є основою визначення прямих витрат

при ціноутворенні і впливають на майже 50 % вартості об'єкту. Інша доля майже 50 % вартості формується за суб'єктивними нормативами – від трудомісткості будівництва і ризиків. РЕКН при розробці пройшли певне усереднення і до їх складу увійшли ряд супутніх процесів, які виконуються напередодні або паралельно з основними процесами і не впливають на тривалість роботи в календарному графіку.

Ці обставини, на думку більшості дослідників, для впровадження BIM на рівні 4D–8D вимагають удосконалення нормативно-довідкової бази і методики ціноутворення не тільки по роботам, а і конструктивним елементам будівлі.

Сценарний підхід та моделювання прогностичних оцінок економічної ефективності організаційно-технічних заходів та проектів, і при певному зовнішньому оточенні і внутрішньому розвитку проекту в майбутні періоди, дозволяє проробкою декількох варіантів вибрати оптимальний за основними техніко-економічними показниками. Оцінка ризиків зміни цих показників дозволить визначити ефективність і надійність реалізації проекту в сучасних ринкових умовах України.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

При виконанні ДПМ перед здобувачем ставиться завдання на базі наукового дослідження вийти на оцінку ефективності інноваційного заходу з максимальним наближенням на рівні фрагментів 4D–8D та подальшим виходом на нормативну довідкову

кошторисну базу (5D) і календарний графік (4D). На сьогоднішній день оцінки економічної ефективності інноваційних рішень в будівництві і зокрема в дипломних проектах магістрів при впровадженні фрагментів BIM вимагають вирішення ряду методологічних проблем в ринкових умовах за життєвий цикл проекту.

Ключові слова: інформаційні технології, дипломне проектування, оцінка економічної ефективності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Концепція застосування будівельного інформаційного моделювання в управлінні вартістю життєвого циклу державних об'єктів (2019) (Проект). К.: НАДУ, 25.
2. Поддубни Андре, Афанасьєв Дмитро та інші. (2019) Концепція впровадження BIM – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні. Проект міжнародної технічної допомоги ЄС «Допомога організації влади України в удосконаленні менеджменту циклом інфраструктурного проекту» (НТУУ «КПІ»)
3. Дружинін А.В. (2019) Методичні вказівки до виконання дипломного проекту магістра (по кафедрі організації будівельного виробництва). Харків: ХНУБА, 25.
4. Колектив авторів (2018) Методичні вказівки до виконання дипломного проекту магістра для студентів за освітньо-професійною програмою спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Харків: ХНУБА, 30.
5. Дружинін А. В., Жилиякова Г. С. (2019) Організація кошторисної справи в будівництві. Харків: ХНУБА, 60.