

А.В. Дружинін, О.А. Давиденко, С.М. Братішко, Г.С. Жилякова

Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна

## КОНЦЕПЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВНИЦТВІ І НАПРЯМКИ ЇХ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ

*Проведений аналіз основних положень двох концепцій застосування будівельного інформаційного моделювання в Україні, отримані висновки щодо подальшого впровадження їх в Україні, виділені принципи, які повинні стати основою при поєднанні трьох моделей життєвого циклу: проектної, будівельної, експлуатаційної – від 1 стадії проектування до появи проекту реконструкції або ліквідації об'єкта.*

**Ключові слова:** концепція, інформаційна модель, будівельна галузь, життєвий цикл.

### Постановка проблеми

Проблеми стратегії і тактики європейської інтеграції в інноваційному розвитку будівельного комплексу України обумовили в сучасних умовах необхідність структурної перебудови з переводом кризових видів діяльності на сучасну технологічну і технічну основу розвитку. При цьому зростає значення будівельної галузі як основи економічних перетворень за рахунок великих інфраструктурних проектів і переходу галузі в 2019 року до застосування програми BIM (Building Information Modelling, BIM).

### Мета і завдання

Провести аналіз основних положень двох концепцій: «Концепція застосування будівельного інформаційного моделювання в управлінні вартістю життєвого циклу державних об'єктів» (Проект) розроблена в Національній академії державного управління при Президентові України (НАДУ) групою фахівців під керівництвом професора Куйбіди В.С. та «Концепція впровадження BIM – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні» (Проект) міжнародної технічної допомоги ЄС «Допомога організації влади України в удосконаленні менеджменту циклом інфраструктурного проекту»), отримати висновки щодо подальшого впровадження BIM в Україні. Виділити принципи, які повинні стати основою при поєднанні трьох моделей життєвого циклу: проектної, будівельної, експлуатаційної – від 1 стадії проектування до появи проекту реконструкції або ліквідації об'єкта, з метою використання їх для забезпечення інноваційного розвитку та підвищення конкурентоздатності об'єктів на усіх етапах життєвого циклу і впливу на роботу будівельних підприємств в ринкових умовах.

### Виклад основного матеріалу

Інформаційна модель будівлі (Building Information Modelling, BIM) – динамічна цифрова модель об'єкта від початку проектування до завершення експлуатації, яка містить у прив'язці до геоінформаційної системи його тривимірне зображення з багаторівневою деталізацією конструктивних і просторових елементів та стандартизованою цифровою інформацією про їхні фізичні, технічні, технологічні, часові, екологічні та вартісні характеристики [1]. Розмірності BIM – умовні позначення підсистем, які характеризують ступінь охоплення моделлю різних груп задач управління: 2D – 3D – візуалізація об'єкта, 4D – додатково часових параметрів, як правило, на стадії будівництва у формі календарних графіків робіт; 5D – додатково вартості; 6D – додатково екологічності (енергоспоживання, викиди); 7D – додатково інформації з управлінням утримання та експлуатацією; 8D – додатково оцінкою варіантів будівлі з оцінкою економічної ефективності за життєвий цикл [1].

Концепція (від лат. Conceptio «система розуміння», «стратегія дій»):

- комплекс поглядів на що-небудь, пов'язаних між собою і утворюють взаємопов'язану систему;
- певний спосіб розуміння, трактування яких-небудь явищ; основна точка зору, керівна ідея для їх освітлення;
- система поглядів на явища – в світі, природі, суспільстві;
- провідний задум, конструктивний принцип – в науковій, художній, технічній, політичній та інших видах діяльності;
- система шляхів вирішення завдання;
- спосіб розуміння, розрізнення і трактування будь-яких явищ, що породжує властиві тільки йому міркування і висновки [2].

Більшості цих визначень відповідає «Концепція застосування будівельного інформаційного моделювання в управлінні вартістю життєвого циклу державних об'єктів» (Проект) розроблена в Національній академії державного управління при Президентові України (НАДУ) групою фахівців під керівництвом професора Куйбіди В.С. і опублікована в «Тезах доповідей 7 Міжнародної науково-технічної конференції «Нові технології в будівництві» ВІМ. Досвід та перспективи впровадження будівельних інформаційних технологій» [3] К.ДП «НДІБВ», 9–10 грудня 2019 р.

Розробники Концепції ВІМ [1] вважають що в ній повинні бути закладені наступні принципи:

- Випереджаючого формування предметної бази управління – постановка з достатньою повнотою задач ефективного управління на всіх етапах життєвого циклу державних об'єктів з наступною автоматизацією їхнього вирішення – завдання 8D.
- Нових задач – застосування нових програмно-технічних засобів в ускладнених системах управління 4D –7D.
- Кінцевої доцільності – визначення ефективності окремих заходів з впровадження ВІМ у проектуванні, експертизі, управлінні будівництвом, утриманні та експлуатації державних об'єктів із позиції кінцевої ефективності життєвого циклу – 8D.
- Системного підходу – паралельного і взаємоузгодженого впровадження елементів (3D – 8D) та підсистем забезпечення ВІМ.
- Узгодженості та достовірності методичної довідково-нормативної та обліково-аналітичної бази для вирішення задач управління на основі ВІМ.

Реалізація цих принципів в Україні вимагає вдосконалення чинної системи відносин в інвестиційно-будівельно-експлуатаційному процесі, змінює традиційні механізми функціонування галузі і управління будівництвом за рахунок наступних інновацій [1]:

- Нове джерело ефекту і його розподіл – прийняття рішення для спільної цифрової моделі об'єкта усіма учасниками в інтересах ефективності усього життєвого циклу.
- Інформаційна прозорість – об'єкт складається з елементів і зміна будь-якого його параметру тягне за собою автоматичну зміну інших, що вимагає від усіх учасників проекту і відкриття доступу до необхідної для змін інформації.
- Командна робота – середовище ВІМ підтримує функції спільної роботи команди фахівців над створеною моделлю будівлі.

- Варіантне проектування – вибір оптимального варіанту для окремих елементів і об'єкта в цілому за життєвий цикл.
- Уникнення проектних помилок – програмне автоматичне визначення невідповідностей у проекті.

Концепція НАДУ [1] визначає етапи зрілості ВІМ для України виділяючи рівні 0 (нульовий) і 3 рівні розвитку на майбутнє:

- 0 (нульовий – це традиційний САПР у 2D-форматі. Обмін даними між учасниками проекту відбувається на паперовому або електронному носії.
- 1 - САПР у комбінації форматів 2D на стадіях затвердження та 3D на концептуальній стадії. Для обміну інформацією використовуються електронні файли....(0 і 1 - відповідає сучасному стану проектування і будівництва об'єктів).
- 2 - використання комплексної моделі, що складається з різних моделей для кожної спеціалізації, можливо, у різних програмах. Формування загальної моделі для аналізу і виявлення колізій проводиться у спеціально створених програмах. Відбувається взаємодія між учасниками процесу, завдяки стандартизованому обміну інформацією, наповнення моделі інформацією 4D-8D.
- 3 - повністю інтегроване і уніфіковане 3D – середовище, що міститься в окремих спеціалізованих програмах з викладеними даними і сумісне з форматом ІФС.

На цьому рівні використовується також взаємопов'язана модель виконання будівельних робіт, інформація про витрати і управління життєвим циклом проекту.

Регламент ЄС 305/201 «Про встановлення гармонійних умов для поширення на ринку будівельної продукції...» [1] вимагає виконання семи базових вимог до будівельних споруд в цілому:

- Міцність і стійкість.
- Пожежна безпека.
- Гігієна, здоров'я і захист навколишнього середовища.
- Безпеку і доступність в експлуатації.
- Шумозахист.
- Енергоефективність і теплоізоляція.
- Використання природних ресурсів на засадах сталого розвитку.

Реалізація вимог Регламенту ЄС 305/ 201 в Україні особливо на 2-3 рівні ВІМ, базуючись на принципах та механізмі управління життєвим циклом проекту, вимагає вирішення ряду проблем і

створення передумов впровадження BIM на державних об'єктах:

- Проектування життєвого циклу об'єктів, методологія управління яким у BIM повинна відповідати наступним принципам [1, 6]:
- орієнтація на кінцеві показники вартості життєвого циклу повинна застосовуватися на всіх кроках і рівнях прийняття рішень у процесі проектування;
- вартість життєвого циклу повинна включати в себе достатньо повні витрати стосовно об'єкта;
- аналітичні процедури і результати мають бути сумісні з системами обліку, звітності, фінансового планування і контролю, а це системи, за потреби, мають бути відповідно удосконалені;
- інформаційне забезпечення за повнотою має підпорядковуватися завданням ефективного менеджменту.

Ці принципи повинні стати основою при поєднанні трьох моделей життєвого циклу: проектної, будівельної, експлуатаційної – від 1 стадії проектування до появи проекту реконструкції або ліквідації об'єкта.

- Удосконалення кошторисного нормування, ціноутворення, об'єктного обліку та управління вартістю, шляхом усунення недоліків і реформування методичних підходів, що наближають до реальних часових і вартісних показників, запровадити визначення вартості і обліку поряд з роботами, по конструктивним елементам і об'єкту в цілому.
- Управління утриманням та експлуатацією об'єктів стає найскладнішою проблемою, яку слід вирішити для конкретних будівель і споруд щодо терміну цього періоду, системи ремонтів конструктивних елементів, методики визначення вартісних показників та приведення їх у порівняльний вид при оцінці ефективності за життєвий цикл.
- Інформаційне та програмно-технічне забезпечення – створення та накопичення баз даних бібліотечних елементів та іншої інформації, а також створення комплексного програмно-технічного забезпечення, що охоплює усі моделі життєвого циклу є гарантією подальшого успішного функціонування BIM.
- Для провадження BIM набуває особливої уваги на рівні держави організаційне, фінансове, кадрове забезпечення [3, 6].

Одночасно використання програмного забезпечення BIM вимагає удосконалення діючої нормативно-довідкової бази та створення нової для

прогнозування її зміни за час життєвого циклу об'єкту (10-100 років):

- за час від появи ескізного проекту до договірних строку та вартості на початок будівництва;
- за реальний строк будівництва та основні фонди на момент здачі об'єкта замовнику;
- за період експлуатації об'єкта до першого капітального ремонту, з оцінкою енергоспоживання та економічної ефективності за життєвий цикл.

Використання BIM-технології значно підвищує об'єктивність, надійність проектних рішень, імовірність отримання запроєктованої ефективності і отримати реальні проектні показники при будівництві і експлуатації об'єкту.

Аналіз коротко- і довгострокової динаміки вказує на те, що поживлення в будівництві буде довгим, нестабільним і обумовлює нові вимоги до наукових досліджень економічних проблем галузі. В подоланні кризи ведуча роль відводиться державному регулюванню, а на рівні будівельної організації антикризовому управлінню, з метою своєчасно поставити діагноз та знайти інновації для виживання та розвитку в фазах поживлення та піднесення.

В цих умовах особливої актуальності набули наукові проблеми оцінки впливу організаційно-економічних ризиків в кризовій ситуації і можливих інновацій в майбутньому на якість, строки і вартість будівництва за життєвий цикл об'єкту і особливо для виживання будівельних підприємств [14].

В основу методики стратегічного управління інноваційними проектами в будівництві на майбутнє в дослідженні покладено системний підхід і головні характеристики, властиві експлуатації економічній системі – як множина елементів та відносин між ними, що утворюють певну цілісність.

Створення інформаційної моделі умовно можна розділити на два етапи:

- розробка первинних елементів проектування (будівельні матеріали, елементи оздоблення тощо.), які мають безпосереднє відношення до будівельного об'єкту, але виробляються поза рамками будмайданчика;
- моделювання того, що створюється на будмайданчику (фундамент, колони, перекриття, стіни, фасади, дах і багато іншого).

Технології інформаційного моделювання будівель BIM дозволяють створити віртуальну модель 3D будівлі при цьому важливим моментом є те, що візуалізація об'єкта тісно пов'язана з інженерними розрахунками про нього. Будь-які зміни моментально відображаються в 4D-8D видах, кресленнях, розрізах.

Створена фахівцями інформаційна модель будівлі в подальшому використовується для створення всіх видів робочої документації, комплектації об'єкта, економічних розрахунків, організації процесу зведення об'єкта. Отримана інформаційна модель зберігається протягом усього життєвого циклу будівлі, а що міститься в ній інформація може змінюватися, і доповнюватися, тим самим відображаючи актуальний стан об'єкта [1].

Впровадження BIM системи в процес проектування і будівництва має незаперечні переваги, так як дозволяє моментально отримувати доступ до будь-якої інформації про об'єкт, контролювати якість робіт на всіх етапах, уникнути колізій у проєкті, а також істотно скоротити вартість будівництва. Однак головна перевага, яку має впровадження BIM технології в будівництві – це можливість досягти практично повної відповідності характеристик майбутнього об'єкта вимогам замовника.

Формування проєктної моделі BIM – 3D сьогодні пов'язане з програмними засобами архітектурної частини проєкту – Autodesk (Revit), AllPlan Deutschland GmbH, Graphisoft (Archi CAD), Tekla Corporation, AutoCAD та інші; конструктивної частини – ЛИРА-САПР, Мономах, САПФІР, сантехнічної та електрочастини – Magi CAD для AutoCAD. 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 зворотнього зв'язку між цими програмами.

Так комплекс Autodesk (Revit) реалізує першу задачу BIM - проєкт будівлі представляє як комплекс взаємопов'язаних систем, кожен з яких можна подати як окрему або в складі загальної моделі будівлі в 3D. Усі елементи електронних макетів Revit зв'язані параметризацією, що виключає появу помилок при проєктуванні. При цьому над одним проєктом можуть успішно працювати архітектор, конструктор і інженер по внутрішнім комунікаціям.

Різниця між AutoCAD і Revit закладена в меті проєктування [6]:

- AutoCAD спеціалізується на «плоских» кресленнях, а Revit – на об'ємних прототипах.
- В AutoCAD правки необхідно окремо вносити в кожне креслення, в Revit коригування автоматично розносяться в усі плани і розрізи.
- В AutoCAD можливості аналізу представляються в обмеженому режимі, Revit представляє широкий вибір інструментів для розрахунків і аналізу об'єктів.
- AutoCAD дає більші можливості в створенні креслень і проєктної документації для

забудовників, Revit дає більш барвисту візуалізацію.

Одночасно дослідники визначають, що AutoCAD більше підходить для конструкторів і інженерів-проектувальників, тоді як Revit для архітекторів і дизайнерів. Обидва програмні продукти виробляються компанією Autodesk і креслення можна імпортувати між ними.

При впровадженні цих програм з розробкою варіантів і оцінкою ефективності їх за життєвий цикл проєкту виникають проблеми імпорту даних і розрахунків на етапах 4D – 8D для виходу на оптимальний варіант. Запропонована концепція BIM ставить цю проблему в число ведучих які необхідно вирішити на майбутнє комплексно. Одночасно широке впровадження BIM сьогодні дозволяє запропонувати нові методичні і нормативно-довідкові підходи до оцінки ефективності моделей в 2D-3D за допомогою сучасних діючих програм.

Ряд діючих в Україні програмних продуктів залишаються відірваними від проєктної 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 впровадження BIM вимагає, крім вирішення на державному рівні багатьох проблем, підготовки на рівні проєктувальників, будівельників, експлуатаційників будівель засвоєння програм на рівні 3D (Revit) і отримання вихідної інформації на рівні 3D з можливістю експорту її в конструктивні, технологічні, організаційні та економічні розділи з виходом на єдину методичку оцінки економічної ефективності за життєвий цикл проєкту в сучасних і перспективних ринкових умовах в Україні за ведучими критеріями: NPV за інвестиційний цикл (Т), грн.; PP – строк окупності інвестицій, років; IRR – внутрішня норма рентабельності інвестицій, %.

Таким чином, запропонована НАДУ [1] концепція і результати обговорення проблем BIM на науково-технічній конференції (1-10 грудня 2019 року) науково обґрунтовують систему конкретних заходів по впровадженню BIM в будівельній галузі України на період 2020-2035 роки, враховують закордонний досвід, проблеми державного регулювання, підготовки та перепідготовки кадрів.

В квітні 2020 року МОН України надіслало з вимогою надати пропозиції щодо нової Концепції – проєкт ЄС впровадження BIM в навчальний процес. Концепція впровадження BIM – Будівельного



Інформаційного Моделювання в Україні (Проект) міжнародної технічної допомоги ЄС «Допомога організації влади України в удосконаленні менеджменту циклом інфраструктурного проекту» Автори: Поддубни Андре, Афанасьєв Дмитро (НТУУ «КПІ») та інші, ще 7 співавторів).

В запропонованій концепції викладено результати комплексного дослідження в загальному вигляді проблем впровадження BIM, без глибокого вивчення стану будівельної галузі України, представлений загальний опис вимог до BIM, зв'язок з системами ЄС, та обґрунтування створення органу BIM UA Task Group. Проведений SWOT-аналіз і заходи по фазам удосконалення і впровадження подані в відриві від конкретних проблем будівельної галузі, як BIM – безальтернативна основа підвищення економічної ефективності по відношенню до ЄС і США. Світовий досвід впровадження BIM, хронологія шляхів впровадження та очікувані результати до 2025 р. викладені детально і обґрунтовано.

Освітня складова Концепції в цілому не викликає заперечень, але вимагає конкретизації ряду рішень на рівні МОН України, вишів, спеціальностей і кафедр. На рівні органу BIM UA Task Group пропонуються напрями заходів:

«Освіта Аналіз необхідних компетенцій фахівців.

Розробка та впровадження навчальних програм з BIM.

Сприяння створенню курсів з BIM у спеціалізованих центрах.

Розробка курсів з перекваліфікації фахівців.

Створення дистанційних онлайн-курсів (завд. 7.1)

Вдосконалення навчальних програм, запровадження необхідних програм у середньоосвітніх навчальних закладах» [2].

Ці напрями базуються на можливостях показаних в SWOT-аналізі:

«2.7.3.10. за фахом «архітектура та будівництво» навчається 36660 (за 2018 навчальний рік), що становить 3% від усієї кількості студентів України, а у 2019 р. було 7247 випускників вищих навчальних закладів за спеціалізацією «архітектура та будівництво», що потенційно дозволяє отримати велику кількість підготовлених кадрів при впровадженні програм з BIM-технологій у закладах освіти;

2.7.3.11. можливості потужного ринку ІТ в Україні, який оцінюється в \$5 млрд. та нараховує до 200 тис. спеціалістів, з них 116 тис. спеціалістів можуть бути залучені до технічного супроводження процесів впровадження BIM» [2].

Автори концепції плутають «фах» і «спеціалізація», в документах МОН визначено «Архітектура та будівництво» як наукове спрямування, в межах якого виділяються декілька спеціальностей, зокрема окремо 71 «Архітектура» і 192 «Будівництва і цивільна інженерія», а в межах останніх професійні спрямування, в останньому «Промислове та цивільне будівництво» та інші.

В цілому концепція надає багато історичного і методичного матеріалу для навчального процесу і в поєднанні з концепцією НАДУ може бути основою для навчального процесу BIM. Одночасно аналіз 2-х концепцій вимагає звернути на розбіжності, висновки і узагальнення які протирічать реальній ситуації в галузі і вимагають єдиної системи термінів.

1 Аналіз викликів будівельної галузі України проведено у порівнянні з промисловістю і ЄС, при цьому відзначаються наступні виклики: фрагментарність, зарегульованість, непрозорість та корупція, продуктивність, неефективність використання та оцінка ресурсів, характер контрактів, недосконалість процесів, управління життєвим циклом, недоінвестованість в інформаційні технології. Багато з цих викликів можна знайти в багатьох галузях України, але з деякими не можна погодитися.

Автори стверджують: «За останні два десятиліття приріст продуктивності праці в будівництві становив лише приблизно чверть темпу зростання у промисловості (відповідно 1,0 % проти 3,6 %), що зробило будівельний сектор найгіршим виконавцем з точки зору продуктивності.

Частково це пояснюється труднощами будівельного сектору у впровадженні цифрових інновацій, які можуть допомогти підвищити продуктивність та прибутковість. За статистичними даними рівень продуктивності праці у будівництві України хоч і демонструє відносно зростання, проте залишається вкрай низьким у порівнянні з більшрозвинутими країнами і становить до 16-18 % від рівня цього показника у США і до 30 % від рівня ЄС» [2].

Насправді стан з продуктивністю праці в будівництві обумовлений проти 1990 року: падінням обсягів БМР до 15-20%, зростанням числа підприємств з 388 трестів до 52531 суб'єктів господарювання, з них 29590 – підприємства, 22941 – фізичних осіб-підприємців, деконцентрацією, деіндустріалізацією, застарілими технікою і технологіями, великою долею мікро і малих підприємств, які не сприймають сучасні технології BIM.

2 Основні терміни відрізняються. Так остання концепція не відзначає, що система BIM повинна дати оптимальне варіантне рішення за життєвий цикл будівлі.

«Будівельне Інформаційне Моделювання. 3 англ., Building Information Modelling, BIM – використання спільного цифрового представлення

об'єкту, що будується, для сприяння процесам проектування, спорудження та експлуатації з метою створення надійної основи для прийняття рішень».

3 Розмірності BIM системи відрізняються від вже прийнятих для будівельних об'єктів, що вимагає узгодження в майбутньому.

«BIM Виміри Від англ., «Dimension» – «Вимір», «Розмірність» – це узагальнене поняття «способу», в якому конкретні види даних (наприклад, час, кошти і т.п.) пов'язані з інформаційною моделлю.

Перші дві розмірності – 2D і 3D – переважно використовуються для побудови дво- або тривимірної геометрії об'єкта. Приєднання додаткових «вимірів» даних дозволяє повніше розуміти будівельний проект – як і коли він має бути реалізований, скільки він буде коштувати, і як він повинен експлуатуватись і т. д.

Існує декілька видів таких розмірностей:

4D (планування) – приєднує додаткову інформаційну розмірність до інформаційної моделі проекту у вигляді планувальних даних, що може бути використана для отримання точної інформації про план будівництва та візуалізації, технологічних робіт, логістику, симуляцію будівельних процесів і т.п., і яка відображає послідовність та логіку реалізації проекту.

5D (вартість) - в основі 5D лежить можливість екстраполяції точної інформації про прямі і додаткові витрати для кожного компоненту/системи будівлі з урахуванням інших типів пов'язаних витрат. Екстраполяція кількості даного компонента/системи в рамках проекту із застосуванням витратних значень до цих кількісних показників тим самим дозволяє планувати і контролювати загальні фінансові, трудові та інші витрати під час реалізації проекту.

6D (експлуатація) - передбачає включення інформації про виробника компонентів, дату їхнього монтування, необхідне технічне обслуговування та інформацію про те, як елементи повинні бути налаштовані і експлуатуватись для оптимальної роботи, енергоефективності, а також дані про термін служби та виведення з експлуатації.

nD - існує ще декілька видів вимірів, що з'являються в процесі, для яких чітка прив'язка до певної розмірності та загальна формалізація ще не визначені, наприклад такі як «Сталість» (Sustainability), «Енергоефективність» (Energy-Efficiency), «Безпека» (Safety) та інші [2].

4 Оцінка економічної ефективності впровадження BIM не визначає за якими конкретними ринковими критеріями вона повинна визначатись в умовах будівельного комплексу України.

«Інтегрована (спільна) Реалізація проекту. 3 англ., Integrated Project Delivery, IPD – це контрактний підхід, що об'єднує людей, системи,

бізнес-структури та практики в процес, який спільно використовує таланти та обізнаність всіх учасників для оптимізації результатів проекту, збільшення цінності для власника, зменшення збитків та максимізації ефективності на всіх етапах інвестування, проектування, будівництва та експлуатації. Така співпраця, в свою чергу, ґрунтується на довірі та повній прозорості всіх процесів, що характеризується встановленням та підтримкою спільних цілей проекту та взяттям спільної відповідальності за інвестиційний результат протягом усього життєвого циклу об'єкта. Принципи IPD можуть бути застосовані до різних контрактних угод і можуть включати учасників, які виходять за рамки звичної тріади – з власника, архітектора та підрядника» [2].

5 Аналіз стану будівельної галузі України проведено з визначенням чинників в дуже узагальненому виді, а «інформаційний вакуум» не є ключовою проблемою розвитку галузі, хоча висновок про необхідність впровадження BIM не викликає сумнівів і вимагає вирішення проблем інформаційного забезпечення.

«Будівництво вважається достатньо неефективним як самостійний процес, так і у вигляді кінцевих результатів, що призводить до збільшення термінів реалізації, підвищення витрат у будівництві та експлуатації, зниженні якості, рівня безпечності, екологічності тощо. Технології та управлінські підходи, які використовуються у вітчизняному будівництві, є застарілими порівняно з європейськими країнами.

Аналіз стану будівельної галузі в Україні свідчить про необхідність реалізації заходів по 15 напрямкам, серед яких виділяється наступний. «Одним з найперших ключових завдань, що потребують вирішення, є створення умов для подолання "інформаційного вакууму" у будівельній галузі. Наразі, вона відзначається системною нестачею статистичних, будівельних, операційних, економічних даних, їхньою загальною роздрібненістю, хаотичністю, невідповідністю, непрозорістю і т. ін.

Відсутність повноти узгоджених даних значно ускладнює вирішення зазначених проблем, звужує аналітичні можливості для пошуку і прийняття стратегічних рішень та оцінки їхнього кінцевого ефекту, деформує системність впровадження нових методів та технологій у галузі в цілому. Натомість така ситуація сприяє інформаційній ерозії, «розмиттю» ціноутворення, конфронтації інтересів учасників інвестиційно-будівельних процесів на різних етапах протягом усього життєвого циклу» [2].

6 В розділі «Опис системи» повністю ігнорується прийнятий в будівельній галузі порядок створення проекту на Передпроектній стадії, 3-х стадіях проектування (ТЕО або Ескізний проект, Проект, Робоча документація), будівництва (Тендер

вибору підрядника, Договір підряду, Документація з організації будівництва, контроль якості і здача об'єкта замовнику), експлуатації- утримання та поточний, капітальний ремонт будівлі та її конструктивних елементів, строки проведення усіх видів ремонтів, витрати і джерела фінансування, вплив на загальну ефективність аж до появи проекту реконструкції або ліквідації. Без конкретизації вирішення цих проблем впровадження BIM буде носити декларативні побажання.

Замість цього автори в життєвому циклі проекту виділяють 5 етапів: Концепції, Проектування (детального), Тендеру, Будівництва, Експлуатації і дають перелік побажань, які необхідно розробити і впровадити.

7 Повертаючись до оцінки економічної ефективності впровадження BIM автори концепції визначають взаємовигоду в Інтегрованій (спільній) Реалізації проекту (IPD) «... -контракти передбачають визначення вартості як основного економічного критерію для інвестицій. Така вартість розраховується на етапі концептуалізації, розраховується за показниками, порівнюється з ринковими цінами та можливостями інвесторів, а потім контролюється протягом усього процесу впровадження задля процедурної та фінансової прозорості».

Таке визначення носить загальний, не конкретний характер, передбачає розрахунок за невідомими показниками, порівняння з невідомими ринковими цінами на етапі концептуалізації, як їх отримати при тривалості життєвого циклу об'єкта за 10-20 років.

8 «Після аналізу зарубіжного і вітчизняного досвіду, наукових і дослідницьких робіт в області BIM та адаптації накопичених знань до вітчизняних особливостей сформовані переваги від використання інформаційного моделювання. Впровадження BIM в рамках узгодженої інформаційної екосистеми дозволяє знизити вплив фрагментації галузі та сприяти вдосконаленню взаємодії її учасників. Водночас загальна уніфікація та алгоритмізація процесів та взаємин суб'єктів галузі, потужна інформаційна підтримка та розповсюдження супутніх матеріалів і найліпших практик, покращують ефективність процесів компаній малого та середнього бізнесу і збільшують їхню залученість до інвестиційно-будівельної діяльності за рахунок підвищення якості кінцевого результату їхніх послуг».

На жаль, в Концепції більшість цих переваг ґрунтуються на зарубіжній інформації і не показані конкретні шляхи їх досягнення в Україні.

9 В концепції проведено SWOT-аналіз факторів, які впливають на процес впровадження BIM-технологій в будівельній сфері України, який допомагає розділити важливі чинники та явища на чотири категорії які впливають на процес впровадження: 1) сильні сторони - сприяють; 2) слабкі сторони -

гальмують; 3) ризики – виникають; 4) можливості, що відкриваються у процесі впровадження.

Для усунення ризиків та ефективності можливостей впровадження BIM доречно використовувати досвід компаній, які вже працюють з цими технологіями. З цією метою має бути створена робоча група UA BIM Task Group (пункт 5.2), до якої входять представники державних органів, будівельних компаній та громадськості. Залучення усіх зацікавлених сторін та розподіл функцій між ними є першочерговими задачами для ефективного впровадження BIM технологій.

10 Строки реалізації Концепції і досягнення рівня подаються без обґрунтування їх змісту: 0 ~ 2 роки (2020 – 2021), 1 ~ 5 років (2020 – 2025), 2 ~ 5 років (2025 – 2030), 3 ~ 5 років (2030 – 2035).

## Висновки

Аналіз основних положень двох концепцій дозволив отримати висновки щодо подальшого впровадження BIM в Україні.

1) BIM – це комплексна інформаційно цифрова система основу якої складають 2 Блоки пов'язаних підсистем:

1 Варіанти архітектурно-конструктивної тривимірної моделі будівлі 3D (Revit, AutoCAD) з розрахунками, що забезпечують надійність та конструктивну безпеку будівлі (за програмами типу ЛИРА-САПР, Мономах, САПФІР); сантехнічної та електро частини –Magi CAD для AutoCAD, які повинні стати основою для експорту специфікацій і даних в наступні підсистеми, залишаючись незмінними при проектуванні життєвого циклу об'єкта.

2 Варіанти інформаційних моделей підсистем 4D – 8D, що характеризують ступінь охоплення різних груп задач управління об'єктом на різних етапах життєвого циклу: 4D – додатково часових параметрів, як правило, на стадії будівництва у формі календарних графіків робіт; 5D – додатково вартості; 6D – додатково екологічності (енергоспоживання, викиди); 7D – додатково утриманням та експлуатацією; 8D – додатково оцінкою варіантів будівлі з оцінкою економічної ефективності за життєвий цикл [1].

На сьогодні, на жаль, ці блоки і діючі в Україні програмні продукти 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 відсутність програмного забезпечення для

визначення економічного варіанту будівлі за життєвий цикл (8D).

На нульовому і першому рівні BIM обмін даними між учасниками проекту відбувається на паперовому або електронному з комбінацією форматів 2D на стадіях затвердження та 3D на концептуальній стадії. При впровадженні програм з розробкою варіантів і оцінкою ефективності їх за життєвий цикл проекту виникають проблеми імпорту даних і розрахунків на етапах 4D – 8D для виходу на оптимальний варіант.

Запропонована концепція BIM ставить цю проблему в число ведучих які необхідно вирішити на майбутнє комплексно. Одночасно широке впровадження BIM сьогодні дозволяє запропонувати нові методичні і нормативно-довідкові підходи до оцінки ефективності моделей в 2D-3D за допомогою сучасних діючих програм.

На етапі Будівництво перед розробленою проектувальниками BIM будівлі виникають проблеми які вимагають змін і особливо в 2 Блоку при проведенні тендеру по вибору генерального підрядника, субпідрядників, постачальників; укладанні договорів підряду і постачання, складовою яких є нові календарні графіки (4D), договірні ціни (5D) і як наслідок зміни при визначенні економічного варіанту будівлі за життєвий цикл (8D).

Ще складнішою являється на сьогодні проблема етапу Експлуатація (7D) - утримання та поточний, капітальний ремонт будівлі та її конструктивних елементів, строки проведення усіх видів ремонтів, витрати і джерела фінансування, вплив на загальну ефективність аж до появи проекту реконструкції або ліквідації. Без конкретизації вирішення цієї проблеми для усіх етапів життєвого циклу: проектування, будівництва і експлуатація впровадження BIM буде носити декларативні побажання, бо відсутня відповідь на вибір економічного варіанту за життєвий цикл (8D).

2) Запропоновані в Концепції (Проект за грант ЄС) інтегральні показники ефективності BIM IPD [2] мають в складі економічний, який визначено наступним чином, «..... процес, який спільно використовує таланти та обізнаність всіх учасників для оптимізації результатів проекту, збільшення цінності для власника, зменшення збитків та максимізації ефективності на всіх етапах інвестування, проектування, будівництва та експлуатації».

Автори Концепції пропонують у кінцевому результаті мати «максимізації ефективності на всіх етапах інвестування, проектування, будівництва та експлуатації», тобто від появи BIM- будівлі на ринку нерухомості повинні мати максимальну ефективність:

- Власник – всю частину життєвого циклу – коли об'єкт в його власності, як забудовник, замовник, експлуатаційник.
- Інвестор – кредитор забудовника.
- Генеральний підрядник – строки і договірна ціна об'єкта, що забезпечує прибутковість усіх учасників будівництва.
- Експлуатаційна організація – нормативні умови експлуатації та прибутковість в ринкових умовах, при певних джерелах фінансування по строках служби конструктивних елементів будівлі.
- Проектувальник – вибрати оптимальний варіант об'єкта або виконати проект згідно з завданням власника за вимогами BIM, оцінкою економічної ефективності з урахуванням максимальних ефектів попередніх учасників за життєвий цикл проекту будівлі.
- Девелопер – найманий власником керівник проекту з відповідними договірними повноваженнями, який зобов'язаний забезпечити реалізацію його за життєвий цикл з максимальною ефективністю «чужих грошей». Для цього між сторонами укладається договір і розробляється «Девелоперський проект» на життєвий цикл об'єкта.

Для реалізації BIM IPD в сучасних умовах відсутнє програмне забезпечення яке могло об'єднати результати реалізації 2-х Блоків BIM і забезпечити експорт вихідних даних від 1Блоку, підсистем 4D-7D до підсистеми 8D 2Блоку, програмне забезпечення якої і повинно відповісти на поставлені вище питання і вибрати оптимальний варіант будови вже при проектуванні.

При цьому повинні бути враховані ризики-зміни Чинників, що визначають можливий вплив на кінцеві результати на наступних етапах життєвого циклу – будівництво, експлуатація.

Підготовка якісного програмного забезпечення підсистеми 8D вимагає теоретичного і методичного дослідження складових оцінки економічної ефективності за життєвий цикл для забезпечення наступних принципів:

- Окупності грошових потоків – капітальних інвестицій (- CF) за рахунок поточних витрат (+ CF = чистий прибуток + амортизація) в умовах ринкової системи ціноутворення на етапах життєвого циклу об'єкта.
- Порівняльності грошових еквівалентів за рахунок нарощування і дисконтування грошових потоків на начало або завершення життєвого циклу.
- Диференціації прибутковості варіантів заходів при реалізації варіантів будівлі за рахунок капітальних інвестицій.



- Обґрунтування реальної процентної ставки
- Левериджу при оцінці ризиків.
- Економічної надійності системи оцінки ефективності.

3) В основу концепції ВІМ і стратегічного управління інноваційними проектами на майбутнє в дослідженні покладено системний підхід і головні характеристики, властиві експлуатації економічної системі – як множина елементів та відносин між ними, що утворюють певну цілісність. Перспективним для вирішення завдань за цими напрямками є сценарний підхід – розробка в динаміці ряду показників за життєвий цикл проекту з урахуванням усіх факторів, що впливають на мету проекту, а також варіантів заходів, необхідних для досягнення цієї мети за критеріями: обсяг – якість – строки – вартість – ризики – ефективність.

### Література

1. Концепція застосування будівельного інформаційного моделювання в управлінні вартістю життєвого циклу державних об'єктів. (Проект). К.: НАДУ, 2019. – 25с.
2. Концепція впровадження ВІМ – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні. Проект міжнародної технічної допомоги ЄС «Допомога організації влади України в удосконаленні менеджменту циклом інфраструктурного проекту» / Поддубни Андре, Афанасьєв Дмитро (НТУУ «КПІ») та інші.
3. Трач Р.В. Інформаційне моделювання в будівництві (ВІМ): сутність, етапи становлення та перспективи розвитку (КНУБА). Миколаїв: МНУ ім. В.О. Сухомлинського / Науковий збірник «Економіка та управління підприємством», – 2017. – Вип. 16. – С.490–496.
4. Гоц Х.М. Використання сучасних технологій САПР для проектування енергоефективних будівель / К.: КНУБА. Науковий збірник «Управління розвитком складних систем», Київського національного університету будівництва та архітектури. – 2012. – №11. – С. 100–106.
5. Нові технології в будівництві. ВІМ. Досвід та перспективи впровадження будівельних інформаційних технологій : тез. доп. 7 міжнародна наук.-техн. конф. (9–10 грудня 2019). – Київ.: ДП «НДІБВ». – 2019. – 85 с.
6. ВІМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы : тез. II Междунар. науч.-практич. конф. (15–17 мая 2019). – Санкт-Петербург: СПб ГАСУ, 2019. – 274 с.
7. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства. Проектирование, строительство, эксплуатация. М.: Контакт-Центр Autodesk., Autodesk\_Cis. 2020. – 65 с.
8. Перцев А.Е., Волкова А.А., Хижняк Н.С., Астафьева Н.С. Особенности внедрения ВІМ-технологии в отечественные организации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Том 9, № 6 (2017): // [naukovedenie.ru/PDF/58EVN617.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/58EVN617.pdf) (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
9. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. К.:Мінрегіонбуд, 2017.
10. Ушацький С.А. та інші. Організація будівництва. – К.: „Кондор”, 2007. 521с.

11. Бахарева О.В., Кордончик Д.М. Исследование интеграционных процессов ВІМ-инновационной среды в реальном секторе экономики региона // ВІМ-моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2018. – С. 97–102.

12. Копытина Е.А., Петрикеева Н.А. Оптимизация стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных коммуникаций // Материалы Всероссийского форума «ВІМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация». Воронеж. Воронежский государственный технический университет. – 2018. – С. 51–55.

13. Лежнина Ю.А., Хоменко Т.В. Разработка модуля «Информационное моделирование зданий» на основе компетентностного подхода // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. – № 2 (40). – С. 322–330.

14. Дружинін А.В., Савченко О.І., Давиденко О.А., Братишко С.М. Інформаційне моделювання за технологією ВІМ та оцінка ефективності залишкового ресурсу об'єкта // Матеріали ІХ міжнародної наукової конференції «Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд». Харків. Харківський національний університет будівництва та архітектури. – 2019. – С. 43–44.

### References

1. The concept of application of construction information modeling in the management of the life cycle cost of public facilities. (Project). K.: NAPA, 2019. – 25 p.
2. The concept of implementation of VIM – Construction Information Modeling in Ukraine. EU International Technical Assistance Project "Assistance to the Ukrainian Government in Improving the Management of the Infrastructure Project Cycle" / Andre Poddubny, Dmytro Afanasyev (NTUU "KPI") and others.
3. Trach R.W. Information modeling in construction (VIM): essence, stages of formation and prospects of development (KNUBA). Mykolaiv: MNU named after V.O. Sukhomlinsky. / Scientific collection "Economics and Enterprise Management". – 2017. – Issue 16. – P. 490–496.
4. Goths H.M. The use of modern CAD technologies for the design of energy efficient buildings / K.: KNUBA. Scientific collection "Management of complex systems development", Kyiv National University of Construction and Architecture. – 2012. – №11. – P.100–106.
5. New technologies in construction. BIM. Experience and prospects of implementation of construction information technologies : thesis. Ext. 7 international scientific and technical conf. (December 9–10, 2019). – Kyiv: NDIBV. 2019. – 85 p.
6. BIM-modeling in construction and architecture problems: materials : thesis. II International. Scientific-practical conf. (15–17 May 2019). – Saint-Petersburg: SPb GASU, 2019. – 274 p.
7. Information modeling of industrial and civil construction objects. Design, construction, operation. M.: Autodesk Contact Center, Autodesk Cis. 2020. – 65 p.
8. Pertsev A.E., Volkova A.A., Khizhnyak N.S., Astafyeva N.S. Features of the introduction of BIM-technology in domestic organizations // Internet-journal "SCIENCE" Volume 9, №6 (2017): // [naukovedenie.ru/PDF/58EVN617.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/58EVN617.pdf) (free access). Title from the screen. Russian, English.

9. DBN A.3.1-5: 2016 Organization of construction production. K: Ministry of Regional Development, 2017.
10. Ushatsky S.A. and other. Construction organization. – Kyiv.: “Condor”, 2007. – 521 p.
11. Bakhareva O.V., Kordonchik D.M. Investigation of integration processes of BIM-innovation environment in the real sector of the region's economy // BIM-modeling in construction and architecture problems. Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference. 2018. – P. 97–102.
12. Kopytina E.A., Petrikeeva N.A. Optimization of cost of delivery of resources at construction of engineering communications // Materials of the All-Russian forum «BIM. Design. Construction. Operation ». Voronezh. Voronezh State Technical University. 2018. – P. 51–55.
13. Lezhnina Y.A., Khomenko T.V. Development of the module "Information modeling of buildings" on the basis of the competence approach // Proceedings of the Kazan State University of Architecture and Construction. 2017. № 2 (40). – Pp. 322–330.
14. Druzhinin A.V., Savchenko O.I., Davydenko O.A., Bratishko S.M. Information modeling by BIM technology and evaluation of the efficiency of the residual resource of the object // Proceedings of the IX International Scientific Conference “Resource and safety of operation of structures, buildings and structures”. Kharkiv. Kharkiv National University of Construction and Architecture 2019. – P. 43–44.

**Рецензент:** д-р. техн. наук, проф. І.В. Шумаков, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна.

**Автор:** ДРУЖИНИН Анатолій Вікторович  
кандидат економічних наук, професор, професор кафедри  
Харківський національний університет будівництва та архітектури  
E-mail – [osp.hnuba@gmail.com](mailto:osp.hnuba@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3049-3259>

**Автор:** ДАВИДЕНКО Оксана Анатоліївна  
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
Харківський національний університет будівництва та архітектури  
E-mail – [osp.hnuba@gmail.com](mailto:osp.hnuba@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5217-4411>

**Автор:** БРАТИШКО Світлана Миколаївна  
доцент кафедри  
Харківський національний університет будівництва та архітектури  
E-mail – [osp.hnuba@gmail.com](mailto:osp.hnuba@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4786-2375>

**Автор:** ЖИЛЯКОВА Галина Семенівна  
старший викладач кафедри  
Харківський національний університет будівництва та архітектури  
E-mail – [osp.hnuba@gmail.com](mailto:osp.hnuba@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6890-9868>

## CONCEPT OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION AND DIRECTIONS OF THEIR DEVELOPMENT IN UKRAINE

A. Druzhinin, O. Davidenko, S. Bratishko, H. Zhyliakova

Kharkiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

*The analysis of the main provisions of two concepts: "The concept of application of construction information modeling in the management of the life cycle cost of public facilities" (Project) was developed at the National Academy of Public Administration under the President of Ukraine (NASU) by a group of experts led by Professor V.S. Kuybida and "Concept of Implementation of BIM - Construction Information Modeling in Ukraine" (Project) of the EU International Technical Assistance "Assistance to the Organization of the Government of Ukraine in Improving the Management of the Infrastructure Project Cycle".*

*The developers of the first Concept identified the principles, but the implementation of these principles in Ukraine requires the improvement of the current system of relations in the investment-construction-operational process, changes the traditional mechanisms of the industry and construction management through innovation.*

*The second Concept presents the results of a comprehensive study in general of the problems of implementation of information technology, without a deep study of the state of the construction industry of Ukraine.*

*The analysis of the main provisions of the two concepts allowed to identify the principles that should be the basis for combining three life cycle models: design, construction, operation - from the first stage of design to the reconstruction or liquidation of the object, in order to use them to innovate and improve competitiveness of objects at all stages of a life cycle and influence on work of the construction enterprises in market conditions.*

*The educational component of the Concept as a whole does not cause objections, but requires specification of a number of decisions at the level of the Ministry of Education of Ukraine, universities, specialties and departments. In general, the combination of the two concepts provides a lot of historical and methodological material for the educational process and can be the basis for the educational process of information technology. Simultaneously, the analysis of the two concepts requires attention to differences, conclusions and generalizations that contradict the real situation in the industry and require a single system of terms.*

**Keywords:** concept, information model, construction industry, life cycle.