

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира Даля

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

з лекційного курсу та самостійної роботи з дисципліни  
**«СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ»**

*(для здобувачів вищої освіти спеціальності 192  
Будівництво та цивільна інженерія)*

*(Електронне видання)*

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

на засіданні кафедри будівництва,  
урбаністики та просторового  
планування

Протокол № 9 від 23.04.2024р.

Київ 2024

УДК 004.9

Методичні вказівки з лекційного курсу та самостійної роботи з дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології у будівництві» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання) / Укл. Татарченко З.С., Татарченко Г.О., Поркуян С.Л. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2024. – 75 с.

Методичні вказівки з лекційного курсу та самостійної роботи з дисципліни «Сучасні комп'ютерні технології у будівництві» спрямовані на вивчення і засвоєння студентами магістратури теоретичних основ курсу.

Укладачі: Татарченко З.С. Татарченко Г.О. Поркуян С.Л.

Рецензент: к.т.н., доц. Кузьменко С.В.

## ВСТУП

Інформаційне моделювання будівель або скорочено BIM (від англ. BuildingInformationModeling) — це процес оптимізації проектування і будівництва. За допомогою BIM-технології створюється інформаційна модель, яка забезпечує точне бачення проекту в цілому.

### **Що таке BIM і як воно виникло?**

#### *Інформаційне моделювання будівель*

Інформаційне моделювання будівель (також відоме як управління інформацією про будівлі, скорочено BIM) – це процес, пов’язаний зі створенням даних про певні конструкції та керування ними протягом усього їх життєвого циклу.

#### *Перефразовано з :*

*[https://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling)*

BIM, або інформаційне моделювання будівель, — це спосіб додати та зберегти інформацію в проекті від його початку, через завершення, управління до самого кінця. За інформаційним моделюванням будівлі стоїть тривимірна модель, яка складається з інформації про кожен окремий її компонент. Інформація настільки ретельна та детальна, що охоплює всі можливі способи визначення окремих елементів.

### ***Які переваги архітектурного планування з використанням BIM?***

Експерти загалом визнають перехід проектування від САПР до BIM суттєво вигідним, що можна продемонструвати увагою, яку йому приділили ШКАІТ (Чеська палата уповноважених інженерів і техніків) і ШКА (Чеська палата архітекторів). Крім того, багато дизайнерів уже використовують програмне забезпечення BIM, що забезпечує плавний перехід. Користувачі рішень САПР (технічно лише користувачі AutoCAD) поступово переходять на новіші рішення, які підтримують BIM. Спеціалізовані користувачі все більше знають про BIM, і існують законні кроки, які намагаються проштовхнути впровадження BIM.

Водночас вимоги до будь-якої проектної документації зросли як ніколи, на відміну від минулого, коли вона зводилася до норм «ДДБ» (документація, необхідна для отримання дозволу на будівництво), що було неспроможним.

- ***Значно більш детальна будівельна документація***

Будівельна документація складається з позицій і форм кожного компонента, а головне, цілої конструкції. Разом із тим фактом, що всі окремі елементи описані та визначені, це означає величезний крок вперед у тому, наскільки ретельною може бути документація.

- ***ВІМ покращує співпрацю між окремими професіями***

Приблизно в той же час, коли був розроблений ВІМ, була запущена ініціатива Buildingsmart. Він визначає процес ВІМ і стандартизує формат даних, що передаються між окремими типами архітектурного програмного забезпечення. Формат називається IFC і підтримується будь-яким типом архітектурного програмного забезпечення.

- ***Після завершення будівництва дані не втрачаються, а використовуються для керування***

Управління будинком – це довгострокова діяльність, витрати на яку значно перевищують саму добудову. Тому корисно зберігати дані, тобто інформаційне моделювання будівлі, і використовувати його для управління будівлею. Наприклад, можна збагатити інформацію про продуктивність вентиляційної установки та її точний тип для необхідних інтервалів обслуговування. Це дозволяє заощадити витрати, необхідні для покриття нової моделі, яка б служила для управління будинком.

- ***Економна технологія при будівництві***

Завдяки повній 3D-моделі, в якій кожен брав участь протягом усього процесу, усі можливі просторові конфлікти будуть розв'язані до моменту початку будівництва, і не потрібно буде намагатися посилити час під час будівництва, що також збільшує витрати. Крім того, модель дозволяє оптимізувати штабелі

матеріалу та підйомне обладнання, оскільки об'єкти всередині також містять інформацію про вагу.

- ***Прискорення термінів будівництва***

Просторово-часову схему будівельного майданчика можна розділити на рівні окремих об'єктів, щоб зменшити кількість складованих конструкцій і збільшити готовність. Окремі дії легко планувати, одночасно знижуючи ризик потенційних конфліктів операцій на місці. Це, у поєднанні з мінімізацією вирішення проблем на місці, пов'язаних із плануванням і проектуванням, може прискорити час будівництва.

## **Тема: BIM-ТЕХНОЛОГІЇ: ПОНЯТТЯ, ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ПЕРСПЕКТИВИ**

### **1. BIM-технології: поняття, історія розвитку, класифікація та особливості, розвиток у світі**

Сучасний розвиток інформаційних технологій ознаменувався появою принципово нового підходу в архітектурно-будівельному проектуванні, що полягає у створенні комп'ютерної моделі нової будівлі, яка охоплює усі відомості про майбутній об'єкт - BuildingInformationModel (BIM). Поняття інформаційного моделювання будівлі як засіб її параметризації було вперше запропоновано професором Технологічного інституту Джорджії Чаком Істманом (ChuckEastman) у 1975 році в журналі Американського Інституту Архітекторів (AIA) під робочою назвою «BuildingDescriptionSystem» (Система опису будівлі).

Наприкінці 1970-х - на початку 1980-х ця концепція розвивалася паралельно в Європі і США, причому в США найчастіше вживався термін

«BuildingProductModel», а в Європі (особливо у Фінляндії) - «ProductInformationModel». При цьому слово Product підкреслювало першочергову орієнтацію уваги дослідників на об'єкт проектування, а не на процес. Об'єднання цих двох назв і привело до народження «BuildingInformationModel» .

Паралельно в розробці підходів до інформаційного моделювання будівель європейцями в середині 1980-х застосовувалися німецький термін «Bauinformatik» і голландський «Gebouwmodel», які в перекладі також відповідали англійському «BuildingModel» або «BuildingInformationModel». Ці концептуальні підходи супроводжувалися напрацюванням єдиного наповнення використовуваних понять, що в результаті і призвело в 1992 році до появи в науковій літературі терміну «BuildingInformationModel» у його нинішньому змісті.

Трохи раніше, у 1986 році, англієць Роберт Ейш (RobertAish), у той час творець програми RUCAPS, потім протягом тривалого періоду співробітник

«BentleySystems», який нещодавно перейшов у «Autodesk», у своїй статті вперше використав термін «BuildingModeling» в його нинішньому розумінні як

інформаційного моделювання будинків. Тоді він уперше сформулював основні принципи такого інформаційного підходу в проектуванні: тривимірне моделювання; автоматичне отримання креслень; інтелектуальна параметризація об'єктів; відповідні об'єктові бази даних; розподіл процесу проектування за тимчасовими етапами тощо.

Роберт Ейш проілюстрував новий підхід у проектуванні: прикладом успішного застосування комплексу моделювання будинків в ПК RUCAPS проект реконструкції «Терміналу 3» лондонського аеропорту «Хітроу». Цей досвід - перший випадок використання технології BIM у світовій проектно-будівельній практиці.

Термін BIM (Building Information Modeling) вперше з'явився у 1992 р. у роботі G.A. van Nederveen та F.P. Tolman з Нідерландів.

Приблизно із 2002 р. концепцію Building Information Model перейняли розробники програмного забезпечення, зробивши це поняття одним із ключових у своїй термінології. Невдовзі BIM було взято на озброєння Bentley Systems, Autodesk и Graphisoft та ін. Надалі аббревіатура BIM увійшла до лексикону фахівців із систем автоматизованого проектування і набула широкого розповсюдження в усьому світі.

BIM може використовуватися як для позначення безпосередньо самої інформаційної моделі будівлі, так і для процесу інформаційного моделювання. Наприклад, компанія Graphisoft - автор широко розповсюдженого пакета ArchiCAD, запровадила термін VB (VirtualBuilding) - віртуальна будівля, який по суті є BIM. Іноді можна зустріти схоже за значенням словосполучення електронне будівництво (e-construction). Wikipedia визначає BIM як процес генерації та управління даними єдиної інфраструктури впродовж її життєвого циклу, що відбувається із використанням спеціального програмного забезпечення динамічного моделювання будівель у тривимірному просторі та реальному часі, з метою зменшення втрат часу та ресурсів у проектуванні та будівництві. Цей процес відбувається у інформаційній моделі інфраструктури (також позначеній BIM), що включає в себе геометрію будівлі, просторові відношення, географічну

інформацію, а також кількість та властивості компонентів інфраструктури тощо.

## **2. Класифікація та особливості BIM**

Інформаційне моделювання будівлі - це комплексний підхід до зведення, оснащення, забезпечення експлуатації та ремонту будівлі, який передбачає збирання та комплексну обробку в процесі проектування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, фінансової та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками та залежностями. В інформаційному моделюванні будівля і все, що до неї відноситься, розглядається як єдиний об'єкт. Кожен елементарний модуль, об'єкт будівлі є просторовою інформаційною моделлю, яка пов'язана із базою знань, і у якій кожному елементу можна привласнити додаткові атрибути. Такі ознаки та переваги органічно впливають із глобальних відмінностей знань від інформації - їх композитивність, ієрархічність, процедуральність та описовість. Будівельний об'єкт відтоді проектується фактично як єдине ціле і зміна будь-якого його параметра тягне за собою автоматичну зміну інших, пов'язаних з ним параметрів і об'єктів, зміни креслень, візуалізацій, специфікацій, графіка будівництва тощо на всіх етапах життєвого циклу (рис. 1).

Компанія Autodesk визначає такі особливості BIM: добра координація, узгодженість та взаємозв'язок, піддатливість розрахункам та аналізу, наявність геометричного прив'язування, придатність до комп'ютерного використання та можливість необхідних оновлень.

Числова інформація щодо існуючого або запланованого об'єкта у BIM може використовуватися для:

- прийняття конкретних проектних рішень;
- створення високоякісної проектної документації;
- передбачення експлуатаційних якостей об'єкта;
- розроблення кошторисів та будівельних планів;
- замовлення та виготовлення матеріалів, конструкцій та обладнання;
- управління зведенням будівлі та її експлуатацією, а також засобів

технічного оснащення протягом усього життєвого циклу;

- управління будівлею як об'єктом комерційної діяльності;
- проектування та реконструкції або ремонту будівлі, її знесення та утилізації тощо.

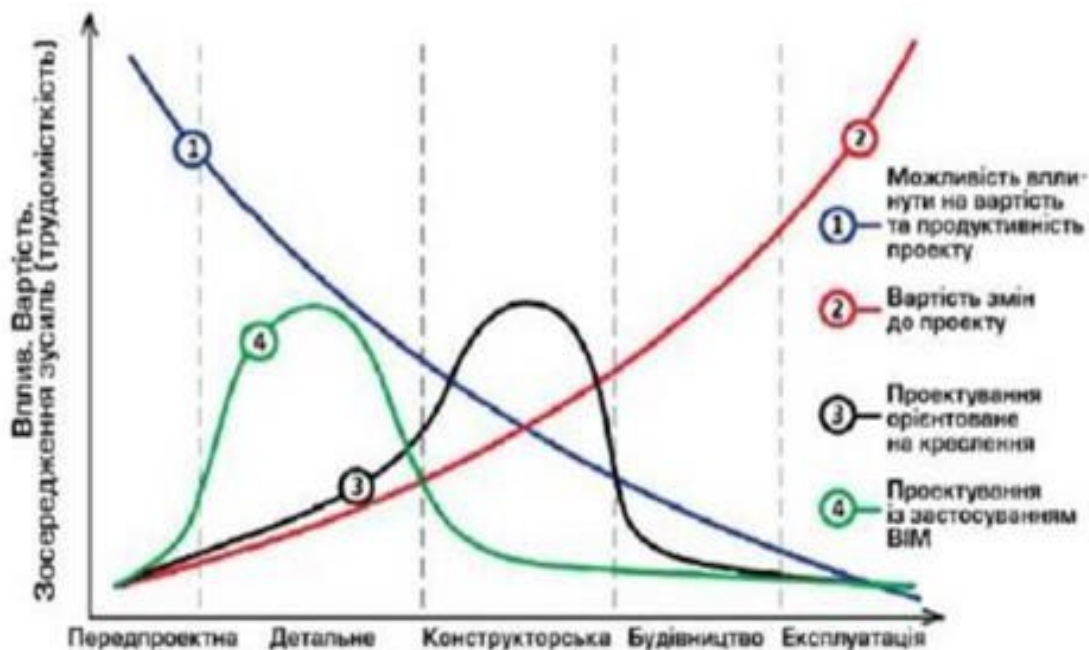


**Рисунок 1 – Основні процеси BIM**

Застосування інформаційної моделі будівлі істотно полегшує роботу з об'єктом і має ряд переваг порівняно з класичними методами проектування. Насамперед, BIM дозволяє у віртуальному режимі розробити, пов'язати разом та узгодити створювані різними фахівцями та організаціями компоненти, системи майбутньої споруди, заздалегідь перевірити їх життєздатність, функціональність і експлуатаційні якості. BIM дає змогу створити модель, у якій можуть паралельно працювати архітектори, конструктори, інженери та інші фахівці, залучені до проекту (рис. 2).

Середовище BIM підтримує функції спільної роботи впродовж усього життєвого циклу будівлі без ризику неузгодженості або втрати даних, а також унеможливорює помилки при їх передачі та перетворенні. Прийняття зважених рішень на ранніх етапах існування об'єкта заздалегідь дозволяє заощадити, адже

відомо, що ціна внесення змін у проект зростає експоненціально із часом від початку робіт (рис. 2).



**Рисунок 2 – Зміна ціни та можливостей внесення змін у проект з часом від Початку проектних робіт при звичайному проектуванні та із застосуванням BIM**

Таким чином, основними перевагами BIM є:

- значне скорочення часу проектування для типових, регулярних об'єктів, а також для внесення змін у проектну документацію;
- упередження конфліктів між системами та підсистемами будівлі і окремими елементами;
- детальне опрацювання збільшує прогностичність техніко-економічних показників і зменшення операційних витрат;
- виявлення взаємозв'язків між елементами будівлі, функціональністю;
- здатність до накопичення предметних знань;
- можливість дослідження та оптимізації експлуатаційних показників;
- компактність проєктованих систем, можливість значного ускладнення їх функції та форми.

Наприклад, при створенні складного за формою і внутрішнім оснащенням нового корпусу Музею мистецтв у Денвері (США) була використана спеціально розроблена для цього об'єкта інформаційна модель. Тільки організаційне застосування BIM для взаємодії субпідрядників і оптимізації графіка робіт дозволило скоротити термін будівництва на 14 місяців, що призвело до економії приблизно 400 тис. доларів при кошторисній вартості об'єкта в 70 млн. доларів (рис. 3).



**Рисунок 3 - BIM сталевого каркасу та фасад Музею мистецтва у Денвері, США, архітектурне бюро D. Libeskind, 2006 р.**

Сучасне інформаційне моделювання – Building Information Modeling - нерозривно поєднане із управлінням ефективністю (Building Performance Management) та життєвим циклом будівлі (Building Life cycle anagement). BIM дає змогу не тільки полегшити виготовлення, прискорити монтаж конструкцій, а й прослідкувати ефективність інвестицій, акумулювати якісні та кількісні дані, що застосовуються у різних сферах за схемою Продукт - Процеси - Ресурси.

### **1. Розвиток BIM у світі**

Сучасний напрямок розвитку будівельної галузі рухається до об'єднаної парадигми архітектурної та конструктивної форми - алгоритмічної архітектури. Висока точність BIM-моделей з урахуванням технологічних вимог виготовлення дає можливість отримувати нові конструктивні та архітектурні форми (рис.4).



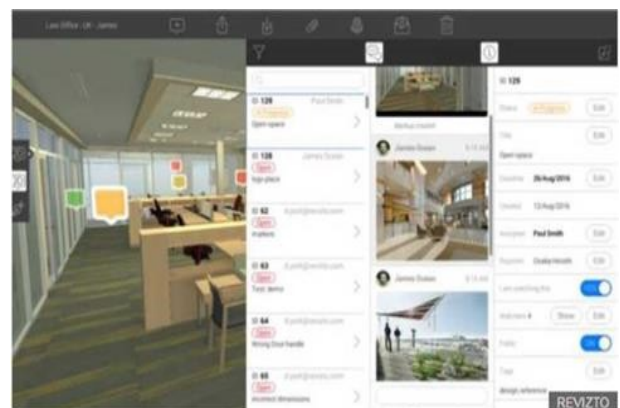
**Рисунок 4 - Фрагмент ВІМ-моделі каркаса та реалізований проект стадіону Bird's Nest у Пекіні (КНР), 2008 р. Арх. бюро Херцог та де Мерон**

Наразі всі провідні розробники будівельних САПР- Autodesk, Nemetschek, Graphisoft і ін. - підтримують у своїх продуктах технологію ВІМ. Для сумісності різних програм був розроблений спеціальний формат обміну даними - IFC. Початково запроваджений для комплексів Autodesk Revit та Tekla, IFC поступово став буфером обміну повних даних без втрати найціннішого - інформаційного наповнення.

ВІМ є сумою технологій, наслідком еволюції систем імітаційного моделювання. Це відповідь на зростаючу складність функцій та підсистем її обслуговування у будівлях, на вимоги сучасності до форми конструкцій як з архітектурної, так і конструктивної точки зору. Сучасні ВІМ укрупнюють підсистеми будівлі в один супер об'єкт, що вже реалізовано у деяких комплексах. Вочевидь укрупнення і взаємointegraція ВІМ не може залишитися у межах будівлі. Наразі системи ВІМ кожної споруди органічно виходять на рівень інтеграції у міське середовище. Це зумовлює перехід ВІМ-технологій у 4D та SD-системи. 4D вже широко застосовується у локальних ВІМ, дозволяючи моделювати монтаж елементів каркаса та огороження. SD-системи мають на увазі накопичення якісних даних ВІМ. Таким чином, сучасні ВІМ-системи є частиною інформаційних систем (I-Model), які накопичують і несуть інформацію щодо явищ природи, з якими ми взаємодіємо, соціально- економічну історію життя людей.

Архітектори та будівельники уже давно можуть створювати свої проекти, використовуючи програми 3D- моделювання та візуалізації. Проте тепер вони можуть відчувати, як це - знаходитись всередині свого майбутнього творіння. Для цього їм потрібно одягнути окуляри віртуальної реальності та озирнутись навколо себе на 360 градусів. Та навіть більше, їх колеги (також в окулярах) можуть разом з ними "відвідати" цю архітектурну модель і внести зміни в проєкту режимі реального часу. При цьому вони можуть знаходитись на іншому кінці світу. Таким є захоплюючий світ сучасного віртуального будівництва. Це справді кардинальні інновації для галузі, яка традиційно була зорієнтована на будматеріали, а не на комп'ютерні програми.

Інформаційне моделювання будівель виходить на якісно новий рівень. У новій версії свого програмного продукту Revizto компанія Vizerra з Сан-Франциско розширює вже існуючі функції інформаційного моделювання. Спираючись на технології 3D-ігор і хмарні технології, Revizto об'єднує різноманітні архітектурні простори та виробничі потоки у єдину наочну модель, всередині якої можна пересуватись. Інтерактивний тривимірний робочий простір дозволяє користувачам "відвідати" об'єкти своїх розробок, паралельно виправляючи помилки чи вносячи зміни (рис. 6). Наразі Revizto підтримує 3D-окуляри HTC Vive та Oculus VR.



**Рисунок 5 – Наочна модель Revizto всередині якої можна пересуватись**

За допомогою трекера, вбудованого у Revizto, члени проектної групи можуть працювати в режимі реального часу та розподіляти виробничі завдання. Як свідчать представники компанії Vizerra, такий підхід допомагає клієнтам економити до 40% оплачуваного часу, адже тепер помилки, такі як, наприклад, нестача освітлення чи незручне розташування опорних колон, легко виправити ще до початку будівництва. Тому що доведено, що понад 30% загального бюджету проекту витрачається на виправлення помилок, непомітних на етапі розробки. Величезні кошти витрачаються даремно через застарілі стандарти.

Абсолютно новий підхід у даній розробці доводить, що навіть у найсерйозніших галузях є місце для ігрових технологій, які фундаментально змінюють методи координації та співробітництва учасників проекту. Представники Vizerra стверджують, що у програмі Revizto на даний час працює понад 60 тисяч клієнтів у 150 країнах світу, серед яких - всесвітньо відомі архітектурні та будівельні компанії, такі як Foster&Partners і Perkins&Will. Інші ключові гравці цього ринку - це компанії AutoCAD, Revit і Vectorworks Architect. Прогнозують, що до 2022 року світові продажі у цій галузі складуть майже 12 мільярдів доларів.

Крупні будівельні об'єкти можуть бути складними та з дорогою вартістю, тому дуже важливо вести якісне врахування робочого часу співробітників, витрати матеріалів і процесу будівництва. Зарплата співробітників - це найбільша стаття витрат, її найпростіше систематизувати. Бездротовий зв'язок, смартфони та планшети змінили правила гри, вони заклали необхідний технологічний фундамент для розробки програм для будівельної галузі. У минулому виконробі зазвичай вели облік кількості відпрацьованих робітниками годин у записній книжці, далі переносили ці дані у таблиць і, за необхідності, на комп'ютер. На сьогодні автоматизувати збір такої інформації допоможе стартап у галузі аналізу даних Rhubix.

Однотимчасовий мобільний додаток (рис.6) дозволяє робітникам вести облік робочого часу на смартфоні, автоматично передаючи ці звіти на затвердження

виконробам. За допомогою GPS виконроби можуть відслідковувати, де саме знаходились робітники у той чи інший час.

Крім врахування робочого часу, програма Rhumbix дозволяє зберігати у режимі реального часу актуальні прайс листи та інформацію про наявність будівельних матеріалів. Це дозволяє своєчасно фіксувати та усувати затримки в роботі. Підрядники також можуть відправляти туди свої розрахунки. Це важливо, тому що 15% матеріалів, які були доставлені на будмайдани, за даними Британської ради з екологічного будівництва, в результаті виявляються на звалищах. У США будівельне сміття складає майже 40% усіх твердих відходів.

Для того, щоб реалізація великого будівельного проекту пройшла гладко, необхідно, щоб усі учасники процесу працювали злагоджено. В аналоговому світі це було практично неможливо, адже помилки часто допускаються тоді, коли виконроби не мають доступу до потрібної інформації у потрібний час.



**Рисунок 6 – Мобільний додаток для обліку робочого часу**

Компанія BaseStone, що спеціалізується на програмних рішеннях для будівництва, розробила платформу для групової роботи. Пов'язуючи між собою всі будмайданчики та офіси, ця платформа дозволяє організувати ефективну комунікацію і виявити проблеми на ранніх стадіях. Креслення і документи

завантажують у загальну базу, а програма автоматично оновлює нові версії. До появи таких програм будівельники іноді помилково керувались у роботі застарілими кресленнями чи не могли відповідним чином зафіксувати проблеми безпеки. "Цифрова платформа для будівництва" компанії BaseStone використовують у 50 країнах світу - зокрема, такі клієнти, як Alstom, Skanska, Balfour Beatty та Crossrail. Серед інших компаній, які пропонують схожі програми для проектного менеджменту, - HBXL і Builk.

Будівельний сектор поступово заглиблюється у новітні цифрові технології. Завдяки комп'ютерному дизайну та віртуальній реальності на світ з'являються будівлі, які, здавалося б, побудувати неможливо.

## 2. Перспективи BIM в Україні

Впровадження BIM-технологій у світі відбувається зростаючими темпами, причому нерідко - за державної підтримки. В Україні також спостерігається поглиблення інтересу до інформаційного моделювання будівельних систем, однак цей процес притаманний лише окремим інтегрованим підприємствам або компаніям із іноземними інвестиціями. BIM активно застосовується у будівельній галузі України, де очевидна його ефективність: будівництво великих торговельно-розважальних центрів (наприклад Ocean Plaza, Республіка у Києві тощо, рис. 7), мультифункціональних об'єктів зі складною внутрішньою інфраструктурою (наприклад, укриття над ЧАЕС).



**Рисунок 7 - BIM-модель та фасад найбільшого в Україні ТРЦ «Республіка» у м. Києві (архітектурне бюро «Архіматика», 2014 р.)**

***При цьому основними бар'єрами щодо впровадження BIM в Україні є:***

- висока вартість програмних комплексів BIM порівняно із вартістю проектних послуг;
- рентабельність тільки для великих, типових або закордонних проектів;
- неврегульованість нормативної бази щодо статусу інформаційного моделювання та його впровадження у процес будівництва на всіх етапах;
- недосконале законодавство, яке допускає виробництво конструкцій некваліфікованими учасниками;
- невизначеність розподілу відповідальності та права інтелектуальної власності;
- неготовність інвесторів додатково вкладати у інформаційні моделі, що можуть бути використані не тільки при будівництві, але і при експлуатації об'єктів;
- інерціальність та традиційність будівельної галузі, недостатнє розуміння переваг BIM;
- сумісність між різними програмними продуктами, вироблення єдиних стандартів із передачі даних;
- інерціальність будівельної галузі щодо впровадження BIM, неготовність виконавців проектування; асиметричність ризиків та винагород у будівництві; відсутність стандартизованих бізнес- та контракт моделей у будівництві, до яких міг би бути прив'язаний наскрізний процес BIM.

***У той же час можна позначити чинники, що в сучасних умовах стимулюють впровадження BIM в Україні:***

- орієнтація проектування на зовнішні західні ринки, для яких BIM є природним;
- імплементація європейських будівельних норм, що органічні для BIM комплексів;
- зростання вартості енергоносіїв, що змушує девелоперів та власників переходити на інформаційні технології проектування, будівництва та експлуатації

з високим рівнем прогнозування та контролю;

- впровадження енергоощадних програм та реформ, що спонукає державу виступати ефективним ощадним власником;
- очікування закордонних інвестицій та програм і необхідність дієвого контролю за їх виконанням.

Органічно конструктивно орієнтовані ВІМ насамперед набули застосування у галузі проектування сталевих конструкцій, що мають наскрізний інтегрований ланцюжок проектування, виробництва і монтажу. Історично склалося так, що проектування сталевих конструкцій в Україні та СНД складається з двох розділів: КМ (конструкції металеві) і КМД (конструкції металеві детальовальні). ВІМ-технологія дозволяє моделювати об'єкти будь-якої складності, без поділу процесу на КМ і КМД. Повні інформаційні моделі будівель створюються довше, ніж звичайні креслення КМ і КМД, але дозволяють отримати всю проектну документацію на об'єкт.

Висока геометрична точність конструкцій, що отримується за допомогою ВІМ, і можливість передачі даних у САМ-системи (у виробниче устаткування) значно підвищують технологічність виробництва та скорочують час монтажу, а також дають можливість реалізувати складні архітектурні форми, мінімізують терміни на розроблення проекту, а також внесення до нього змін.

Із метою популяризації ВІМ-технології в Україні на початку 2014 р. Український Центр Сталевого Будівництва уклав партнерську угоду із компанією Tekla, що спеціалізується на розробленні програмного забезпечення архітектурного, інженерного і будівельного призначення. В рамках укладеної угоди сторони домовилися спільно здійснювати просування одно стадійного проектування та ВІМ-моделювання на ринку України з метою підвищення ефективності сталевих будівництва.

***Подальшими перспективними кроками щодо розвитку ВІМ в Україні мають бути такі:***

- сучасні стандарти повинні містити опис та закріпити статус інформаційної моделі;

- реалізація впровадження BIM на державному рівні, спеціальні програми нормативної адаптації BIM комплексів та розвитку власного спеціалізованого програмного забезпечення;

- запуск пілотних проектів із розроблення інформаційних моделей типових об'єктів та оцифрування існуючих будівель та систем;

- відкриття геоінформаційних BIM бази даних міст, що також є елементом стійкого розвитку міського середовища та електронної демократії.

- Досвід свідчить, що для переходу компаній на BIM потрібні поетапні зміни, що відбуваються відповідно до концепції (насамперед виконання малих, типових об'єктів), у виокремленій частині персоналу (т.зв. команда BIM). Такий підхід за умови однорідності та поступовості виконання роботи здатний призвести до зростання продуктивності із часом.

- Тотальний перехід на BIM у майбутньому неминучий. Але слід розуміти, що він можливий лише за умови зміни технологій та організації процесу проектування. Для активного застосування BIM-технологій в Україні необхідно, перш за все, провадити роз'яснювальну роботу, змінювати підхід замовників і проектувальників будівельних об'єктів, при цьому ефективним замовником має бути держава.

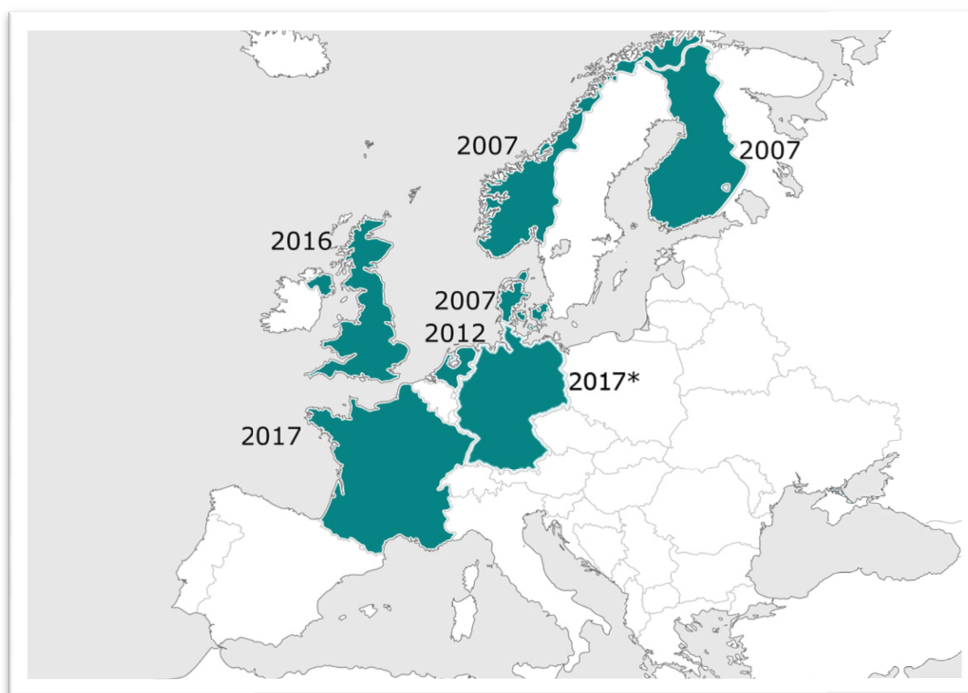
BIM виходить за межі проектування і нерозривно застосовується для виробництва, експлуатації, діагностики будівель, слугує інформаційним кластером наповнення відомостями щодо взаємодії між системами будівлі, моделей їх деградації у реальних умовах, даних щодо ергономіки, екології при експлуатації та утилізації - так утворюється Цифрове Місто. Джерелами наповнення при цьому виступають автоматизовані системи моніторингу із стаціонарними датчиками отримання інформації у реальному часі, а також люди, які є кінцевими експлуатантами будівлі та мають датчики у мобільних пристроях. Неминуча інтеграція BIM із іншими глобальними інформаційними інструментами, такими як соціальні мережі, GPS, системами моніторингу даних щодо навантажень та впливів на будівлю, її взаємодії із середовищем. Таким чином, BIM-будівля з усіма підсистемами дає змогу управляти та коригувати її

стан як цілісного об'єкта, накопичувати якісні та кількісні дані, що формують базу знань для прийняття рішень для наступних споруд.

Детальна інформаційна модель будівлі дозволяє оптимізувати її параметри, виявляє чутливість до змін умов та параметрів, викриває усі їх взаємозалежності між собою. При спорудженні та експлуатації будівлі інформаційна модель у режимі реального часу акумулює історію появи відхилень станів елементів системи, їх усунень.

Застосування інтелектуалізованих інструментів виконання робіт та інтеграція із системами доповненої реальності мінімізує різницю між віртуальною та фактичною моделями, дозволяє вчасно виявляти позапланові ситуації та пропонувати шляхи реагування. Накопичений безцінний досвід може бути застосований для планування програми обслуговування та ремонтів, складання моделей деградації елементів систем як для конкретної будівлі, так і для аналогів. BIM дозволяють формувати економіку стійкого розвитку, записувати та творити історію нашої цивілізації.

Нижче наведено карту країн, де впровадження BIM вже стало частиною будівельних актів, згідно з рекомендаціями Європейської Комісії, включаючи рік такого перенесення.



**Рисунок 8 – Карта країн, де пройшло впровадження BIM технологій**

Німеччина вже оголосила про прийняття положення про ВІМ. Див. <http://www.wienerberger.co.uk/>

### ***Крок у майбутнє: поява комп'ютерів та САД***

Першим кроком до появи ВІМ стало створення комп'ютера загального призначення у 1943–1946 роках. Над його розробкою працювали спеціалісти з Електротехнічної школи Мура на замовлення Лабораторії балістичних досліджень Армії США.

Результат роботи назвали ENIAC, скор. від Electronic Numerical Integrator and Computer.

Вже на початку 1960-х на ринку з'явилися перші доступні комерційно системи автоматизованого проектування (САПР або САД). Вони використовувалися такими гігантами, як Lockheed, GeneralMotors та IBM, в аерокосмічних, інженерних та інформаційних галузях.

Одна з перших графічних систем автоматизованого проектування DAC-1 (дизайн, доповнений комп'ютером) з'явилася в 1963 році. Над нею працювали IBM та General Motors. Технологію використовували майже десять років, поки їй на зміну не прийшли досконаліші програми.

1971-го доктор Патрік Хенретті (його називають батьком САД) – заснував компанію Manufacturing and Consulting Services (MCS), яка створила системи Automated Drafting And Machining (ADAM). MCS надавала ПЗ для таких великих компаній, як McDonnell Douglas та Computer Vision. Багато ідей, закладених в ADAM, становлять основу майже 70% сучасного профільного ПЗ.

1980-ті роки твердотільне моделювання стало основним досягненням САД-систем. Незважаючи на те, що 3D САД вже було представлено, широкого поширення він не отримав. Сильним гравцем на ринку того часу була популярна 2D AutoCAD.

У 1990-х роках розпочався поступовий прогрес у 3D САД разом із першою версією Solidworks у 1995 році. У 2D САД створення креслень займало майже стільки часу, як їх створення вручну. Ключова різниця полягала в тому, що

вносити зміни було швидше та простіше. 3D CAD був принципово новим способом поглянути на роботу, але потрібно було набагато більше часу, щоб впровадити і адаптуватися до нього. Точнісінько як з BIM.

CAD-системи були першим кроком на шляху до BIM. На перший погляд, у них багато спільного, проте в BIM усі дані, закладені в об'єкт, взаємопов'язані між собою та доступні різним групам фахівців, щоб вести комплексну роботу над проектом. А CAD-системи – це скоріше програма для персонального користування окремим фахівцем. Таке програмне забезпечення стало логічною еволюцією традиційного креслення, яке змінило підготовку креслень і саму суть проектування.

Наприклад:

Спростилась колективна робота над проектом;

З'явилася можливість одночасного доступу до проекту різних виконавців;

Управління всім проектом стало легко вести з одного центру одним керівництвом;

Доступ до даних з будь-якої точки планети на запит – жодних поштових пересилок, дорогих відряджень;

Робота над проектом могла вестися цілодобово спеціалістами з різних країн, що значно скорочувало терміни проектування.

І саме на початкових стадіях проектування (при створенні ескізів та техніко-економічних обґрунтувань) стало очевидно, що ретельне та глибоке опрацювання проекту вигідне і забудовникам, і замовникам. Першим – точна оцінка ефективності проекту, а другим – найкраща оцінка витрат.

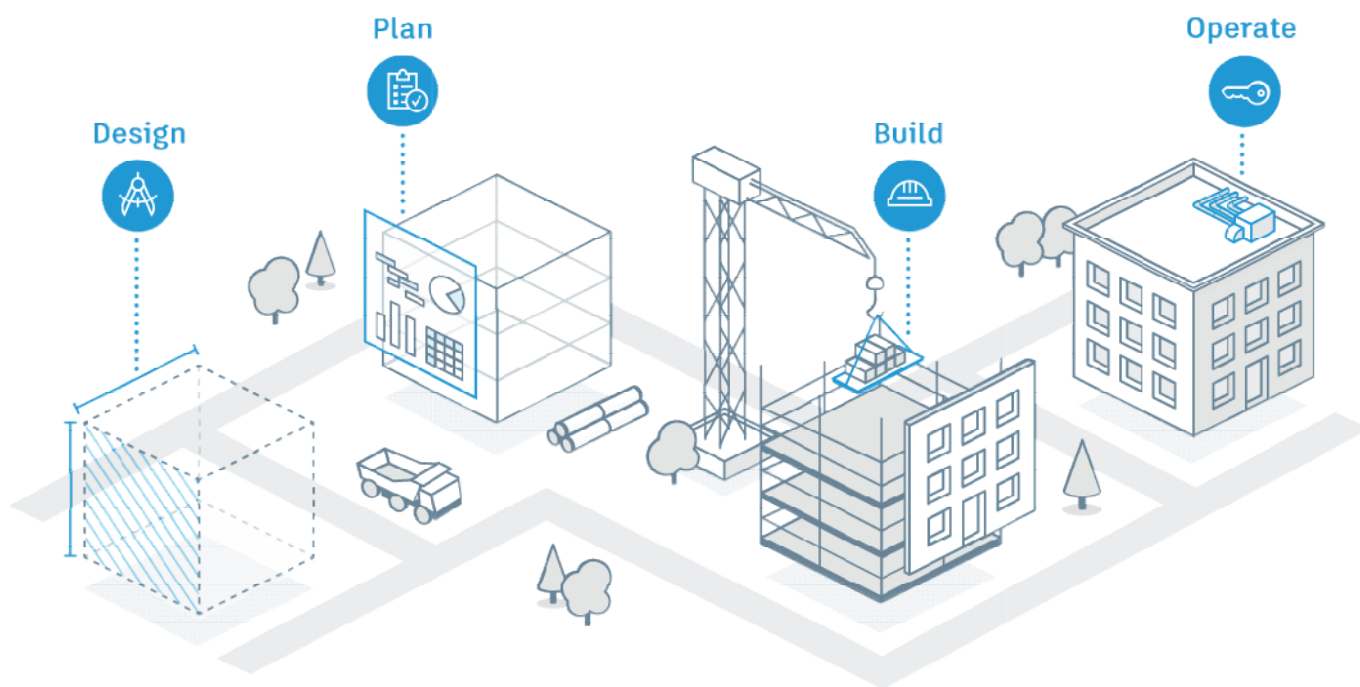
Вищеописаний плацдарм із технологій, напрацювань та нових підходів до вирішення старих завдань дозволив IT-розробникам створити нове покоління софту – BIM.

### ***Саме BIM***

CAD-системи незадовго до появи BIM майже досягли меж у 3D-моделюванні будівель. На піку розвитку вони рушили у бік візуальних та анімаційних покращень, автоматизації рутинних та чорнових робіт, спрощення

створення документації тощо. Навіть з'явилися бібліотеки, щоб використати типові напрацювання з попередніх проектів. Але все це, як і раніше, не переосмислювало, а лише модифікувало підхід до проектування. Індустрія зголодніла і їй був потрібний ковток свіжого повітря.

Тоді й прийшло розуміння, що потрібна не просто 3D-візуалізація будівлі, а повний її аналог у віртуальному просторі. При цьому всередині має бути "защита" вичерпна інформація, необхідна на всіх етапах проектування та існування будівлі. Туди відноситься і внутрішній устрій будівлі, і комунікації, і матеріали з урахуванням їх властивостей, і навіть наповнення обладнанням, меблями і т.д. Майже TheSims на максималках. Кілер-фічею такої моделі виступає скоординованість і сприйняття руху будь-якої внутрішньої "шестері", щоб всі інші релевантно змінилися з урахуванням залежностей



**Рисунок 9 – Деталізована 3D-візуалізація всіх етапів проектування та існування об'єкту будівництва**

І BIM створювалося саме з урахуванням цих ідей, і навіть потреб проектувальників. Талалов В.В. у своїй книзі "Основи BIM: введення в інформаційне моделювання будівель" виділив такі особливості:

Інформаційна модель будівлі – це:

- Добре скоординована, узгоджена та взаємопов'язана;
- Піддається розрахункам та аналізу;
- Має геометричну прив'язку;
- Придатна для комп'ютерного використання;
- Допускає необхідні оновлення;
- Числова інформація про проєктований або вже існуючий об'єкт.
- Ця інформація в першу чергу призначена і може використовуватись для:
  - Ухвалення конкретних проєктних рішень;
  - створення високоякісної проєктної документації;
  - Передбачення експлуатаційних якостей об'єкта;
  - Складання кошторисів та будівельних планів;
  - Замовлення та виготовлення матеріалів та обладнання;
  - Управління зведенням будівлі;
  - Управління експлуатацією самої будівлі та засобів її технічного оснащення протягом усього життєвого циклу об'єкта;
- Управління будинком як об'єктом економічної (комерційної) діяльності;
  - Проєктування та управління реконструкцією або ремонтом будівлі;
  - Знесення та утилізації будівлі;
  - Інші пов'язані з будинком цілей;

Щодо всієї історії архітектурно-будівельної практики, BIM, грубо кажучи, вибив двері з ноги. І головними двигунами інновацій стали здебільшого архітектори. Вони оцінили переваги нової технології і почали застосовувати її в роботі, а далі все пішло за ефектом доміно – інші учасники також почали застосовувати інформаційне моделювання у своїй роботі.

Так як архітектори були першопрохідниками в освоєнні нової технології, майже весь софт для BIM починався з архітектурних версій і лише потім

доповнювався необхідним для інших фахівців (конструкції, електрика, димарі та інше). На заході заведено, що архітектори не лише розпочинають проект, а й координують усі етапи його виконання, встановлюють вимоги, обирають підходи до проектування.

Звідси виникає питання: хто взагалі використовує BIM у своїй роботі?

### ***Фахівці, які працюють з BIM***

Архітектори дійсно дуже важливі фігури в інформаційному моделюванні будівель, але все ж таки власник завжди має більшу вагу. В цілому, список користувачів (груп спеціалістів) BIM буде виглядати приблизно так:

- Власники об'єкта;
- Архітектори;
- Конструктори;
- Експлуатанти;
- Девелопери;
- Проектувальники інженерних систем;
- Інженерний благоустрій систем;
- Служби Громадянської оборони та служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС);
- Ремонтні робітники;
- Виробники будівельних виробів та конструкцій;
- Виробники матеріалів та обладнання;
- Будівельники;
- Субпідрядники.

При цьому зараз у компаніях збирається спеціальна BIM-команда, яка має доступ до всіх рівнів проекту, щоб надавати необхідну інформацію всім учасникам. Також BIM-команда відповідає за підтримку технології проектування:

- BIM-менеджер;
- BIM-координатор;

- BIM-автор;
- BIM Support;
- BIM Master.

Наприклад, зіткнувшись зі складними проблемами хмарочосів як з технічної, так і з управлінської точок зору, Shanghai Tower Construction&Development стала першим власником, який розгорнув рішення BIM для всього життєвого циклу в Китаї. Цин Ге, (QingGe) головний інженер Шанхайської вежі, каже:

«Економія, яка виникла виключно через можливість усунення помилок на етапі проектування Шанхайської вежі, склала щонайменше 100 млн. юанів (\$16 млн.). Завдяки BIM ми підвищили ефективність розміщення конструкцій, було прораховано розміщення висотних кранів, які відіграють ключову роль при створенні вежі, зробили аналіз їхнього взаємного розташування, взаємодії. В рамках BIM-моделі було створено інженерні системи та конструкції для всіх поверхів будівлі. Коли на етапі проектування було розглянуто планування стандартного поверху, ми виявили та згодом ліквідували 200-300 будівельних конфліктів».

Комплекс BIM-програм, що їх виділяє компанія Autodesk. На цьому ПО, наприклад, збудували 130-поверхову Шанхайську вежу.



**Рисунок 10 – Зовнішній вигляд 130-поверхової Шанхайської вежі**

### **Комплекс включає в себе:**

- AEC Collection;
- Revit;
- BIM 360;
- BIM 360 Design;
- Civil 3D;
- InfraWorks;
- PlanGrid;
- Assemble;
- BuildingConnected;
- AutoCADPlant 3D;
- AutoCAD.

### ***VIM, бізнес та вирішення проблем***

Зрозуміло, будь-який бізнес запроваджує інновації з однієї простої причини – вирішення існуючих проблем. BIM-система - це B2B продукт, а тому орієнтований на оптимізацію бізнес-процесів.

Відповідальні (найчастіше великі) компанії розраховують спеціальний коефіцієнт ROI (ReturnOnInvestment). Якщо коефіцієнт позитивний, то бізнес буде ефективним і прибутковим. У цьому ключі важливо розуміти, що повернення інвестицій від впровадження BIM не буде миттєвим та лавиноподібним, а скоріше почне плавно наростати. Консалтингова компанія McGrawHillConstruction стверджує, що 90% компаній вимагають позитивної віддачі від впровадження BIM, 50% компаній заявляють про ROI більше 25%.

Також McGrawHillConstruction провела опитування серед компаній будівельної галузі і дізналася, які переваги вони отримали з використанням BIM. Так, 41% опитаних компаній наголосили на скороченні кількості помилок після впровадження технології. 35% та 32% звернули увагу на покращення комунікації між керівниками та проектувальниками та покращення іміджу підприємства.

## ***Вирішення проблем за допомогою BIM: плюси та недоліки.***

Плюси:

- Автоматизація рутинних процесів: діловодство, закупівлі, кошториси, перерахунок матеріалу тощо;
- Зміни відстежуються автоматично та враховуються у всіх пов'язаних розділах проекту;
- Координація роботи всіх фахівців в одному середовищі: це дозволяє мінімізувати колізії у BIM-моделі;
- Зменшення правок на останніх стадіях проектування;
- Збільшення якості проектних рішень завдяки детальній візуалізації з технічними характеристиками;
- Поліпшення точності прогнозів;
- Поліпшення контролю витрат;
- Скорочення термінів розробки проекту: обговорення, погодження, прийняття рішень та редагування відбуваються швидше.

Мінуси:

- Потрібні фінансові вкладення;
- Потрібно створення та обслуговування IT-інфраструктури;
- Доведеться переучувати фахівців або шукати нових;
- Впровадження займає час;
- Складнощі з адаптацією під наші ДСТУ та ДБН;

## ***Рівні зрілості BIM-культури***

Щоб отримати повну віддачу, потрібно задіяти всі можливості BIM-технологій – впровадити їх у більшу частину робочих процесів організації. Нерозкритий потенціал дуже часто стає пляшковим шийкою, що не дозволяє компаніям досягати якісно нових результатів. Усього можна виділити три основні рівні зрілості BIM-культури у компанії.

### ***1 рівень – від CAD до BIM***

Це є етап створення фундаменту для впровадження BIM.

Створюються основи управління проектами.

Формуються стандарти BIM.

Впроваджуються процедури взаємодії з акцентом на обмін даними та їх сумісність.

Проводиться базовий аналіз на основі моделі: візуалізація, пошук колізій, 2D та 3D-розрахунки.

### ***2 рівень – просунутий BIM***

BIM торкається все більше сфер компанії, що покращує якість взаємодії, інтеграції даних та інженерних розрахунків.

Стандарти моделювання поширюються нові типи проектів.

Впроваджується прогресивна технологія управління інженерними даними, інтегрована у колективний виробничий процес.

Більше уваги приділяється спільному використанню інформації та метаданим.

Проводяться нові види розрахунків та аналізу, наприклад розрахунок кошторисів та планування (4D та 5D).

### ***3 рівень – інтегрований BIM***

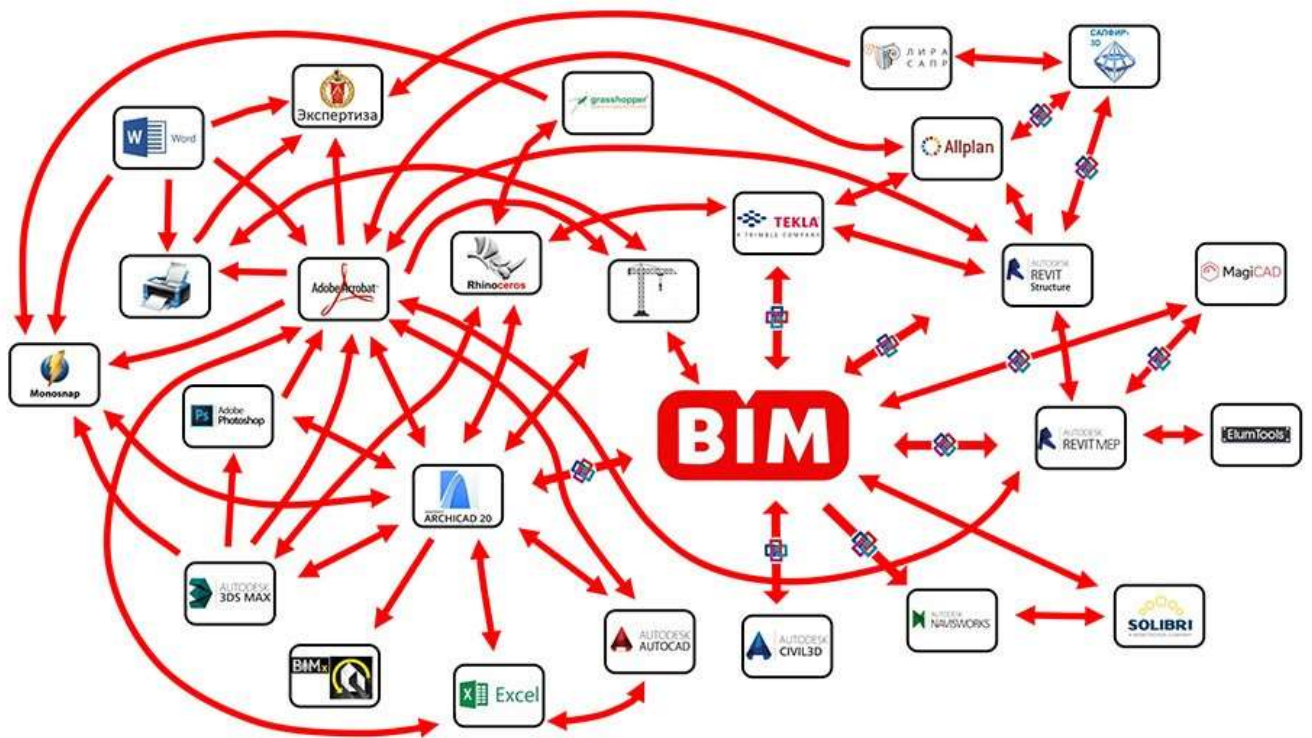
У компанії з'являється власне середовище для всіх груп фахівців, що дозволяє ефективніше вести проекти, проводити інженерні розрахунки та керувати об'єктами.

Високий рівень управління з упором на якість та зручність експлуатації.

Моделі та BIM-стандарти стабільні та можуть застосовуватися повсюдно з високою ефективністю та вигодою (рис.11).

Спільна робота виходить більш високий рівень; на основі моделі пропонуються розширені сервіси, підвищується її доступність.

Відкриваються можливості ширшого аналізу екологічності проекту, його життєвого циклу, організації будівельних робіт.



**Рисунок 11 – Приклади взаємозв'язків між програмним забезпеченням BIM технологій**

Програмного забезпечення для BIM різного рівня та призначення досить багато. Вже є хмарні продукти, які поєднують у собі відразу кілька модулів платформи, наприклад BIM 360 або BIMcloud.

Але важливо розуміти, що інформаційне моделювання будівель не відбувається в одній програмі на одному комп'ютері або в хмарі. Зазвичай у великих компаніях та проектах це великий комплекс заліза та софту. Все це різноманіття в рамках однієї статті не вдасться розглянути, тому акцентуємо увагу тільки на деяких популярних комплексах програм:

*До основної групи можна віднести 9 програмних комплексів:*

- Revit від американської компанії Autodesk (Каліфорнія, США)
- Aveva E3D від компанії AVEVA (Кембридж, Великобританія) поглинута у 2018 році французьким електротехнічним холдингом "SchneiderElectric".
- EPLAN від німецької EPLAN Software&Service GmbH&Co. KG , входить до холдингу FriedhelmLohGroup штаб-квартира у м. Хайгер, Німеччина

- IntergraphSmart® 3D від компанії IntergraphCorporation (Алабама, США) поглинена Hexagon AB (Швеція)
- ARCHICAD від компанії Graphisoft SE (штаб квартира Будапешт, Угорщина), входить до концерну Nemetschek (м. Мюнхен, Німеччина)
- Siemens NX від компанії Siemens PLM Software німецького концерну Siemens AG (Німеччина)
- TeklaStrukture від компанії Tekla (штаб-квартира м. Еспоо, Фінляндія)
- BIM продукти від BentleySystems (Пенсільванія, США)
- MagiCAD від компанії MagiCADGroup входить до складу концерну GlodonGroup (Пекін, Китай)

Багатопрограмні рішення відносять до BIM, їх поєднує те, що у таких системах основний акцент робиться на тривимірному моделюванні та створення зв'язків між об'єктами, тобто. вони йдуть шляхом від 3D моделі до креслень. Також створюваний проект повинен являти собою базу даних, а не простий набір файлів. Усі дані мають бути взаємопов'язані один з одним, а види автоматично формуватимуться та оновлюватимуться при змінах. Це такі продукти як ARCHICAD, Revit, Renga.

У NanoCAD навпаки проектувальник, продумавши конструкторське рішення, робить різні види одного і того ж об'єкта, оформляє розміри, текстові пояснення і т.д. Нічого не відбувається автоматично! Щось змінилося у проектному рішенні – всі види, таблиці, розрахунки, звіти треба переробляти самому.

### **Tekla та Revit**

Tekla спеціалізується на металоконструкціях і справді гарний для компаній, які займаються складними проектами. Для більш швидкої роботи складних і більших об'єктів краще саме Tekla (рис.12).

Revit – це більш ручне програмне забезпечення, де ви можете керувати кресленнями, нумерацією і т. д. Зважаючи на те, що Tekla виконує багато завдань автоматично, внутрішня робота Tekla вимагає певних знань у галузі програмування. TeklaStructures креслить 60-70% креслень без участі людини.



**Рисунок 12 - Проект мосту у Tekla**

Revit є структурним пакетом проектування BIM, але не вистачає високого рівня деталізації. Tekla – це пакет структурного дизайну, але він дорогий та орієнтований на одну область. Tekla швидко працює з апаратним забезпеченням ПК, тоді як Revit дуже вимогливий. Файли IFC краще від Tekla, ніж Revit. І звичайно Tekla набагато дорожче

У Tekla креслення самі кресляться і змірюються. Усі необхідні розрізи робляться самі. Нумерація деталей сама ведеться залежно від їхньої геометрії.

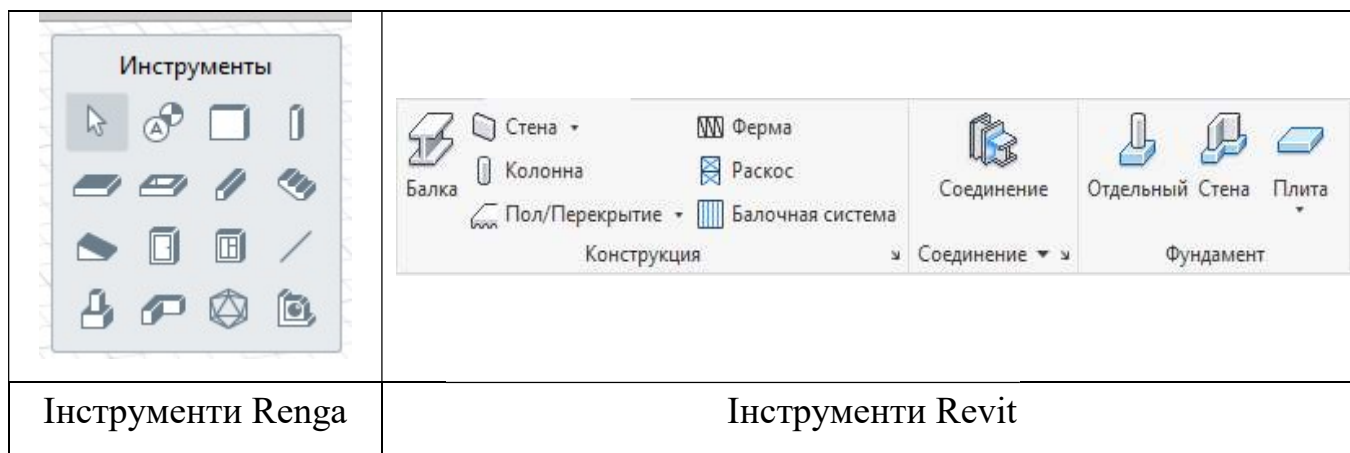
У Revit є редактор сімейств (BIM-моделі, цифрові двійники), інтегрований у програму. З погляду моделювання не такий просунутий як у програмах для машинобудування, але загалом його достатньо з урахуванням допусків у будівництві. Дозволяє робити параметризовані сімейства (набір певних параметрів), які називаються завантаженими (зберігаються в окремому файлі), на відміну від системних, які вбудовані в саму програму і не підлягають зміні.

### **Renga та Revit**

Набір інструментів обох програм відносно схожий:

У Renga, проводячи аналогію з класифікацією сімейств у Revit, усі сімейства системні. Тобто для кожної категорії (наприклад, вікно чи двері) створено певний шаблон. Користувач може змінювати значення. Повноцінного редактора родин немає, саме на всі категорії. Можна підвантажувати геометрію зі

сторонніх програм, але не можна призначити залежності, тобто сімейство (стиль) не буде параметризованим.

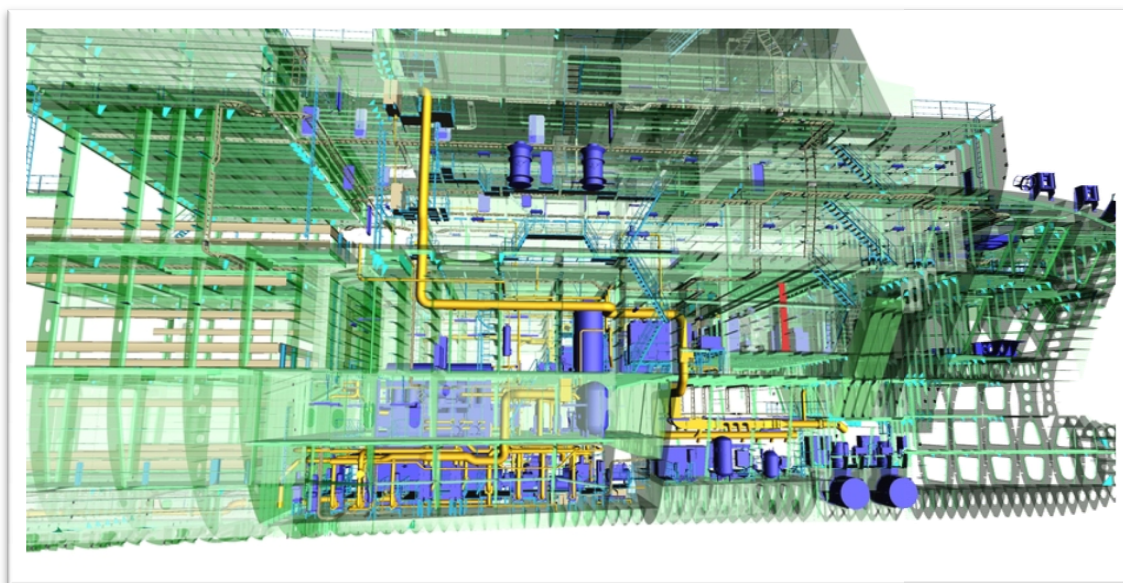


**Рисунок 13 - Набори інструментів програм Renga та Revit**

Це робить програму спритною, але не такою пластичною як Revit. Не зовсім зрозуміло як викручуватися, особливо інженерам, адже саме в їх моделях найбільше завантажених сімейств.

### **AVEVA E3D та Intergraph Smart3D**

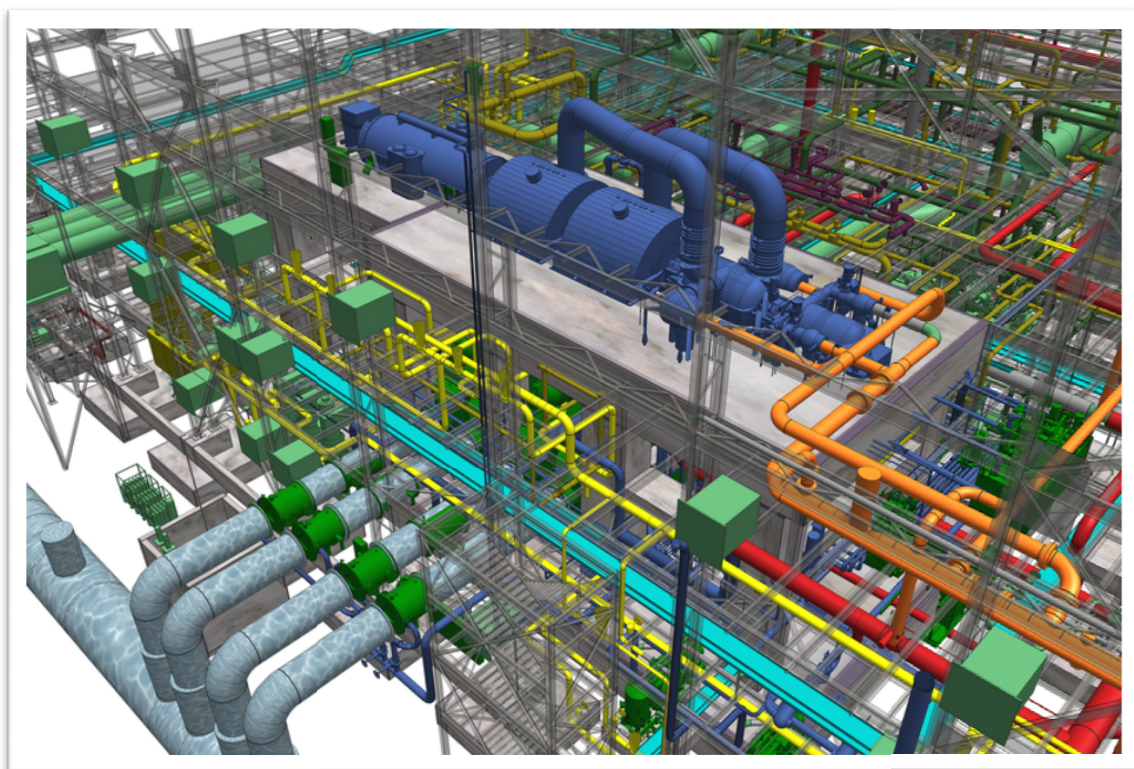
На відміну від Revit, використовуються в основному для повного проектування промислових об'єктів високої складності. Основні напрямки продуктів AVEVA (рис.15)– це нафтогазова промисловість та суднобудування. Smart3D набув широкого застосування в атомній промисловості.



**Рисунок 14 - Інженерні системи в AVEVA**

В AVEVA основний акцент робиться на технологічне монтажне проектування, креслення марки ТХМ. Прекрасний контроль перетинів та помилок побудови. Спільна робота у одному проєкті. Є вбудована мова програмування pml.

Smart3D (рис.13) – система проектування промислових об'єктів, розрахована на підтримку роботи розподіленої групи спеціалістів різного профілю. Smart3D має свої функціональні особливості – наприклад зберігання інформації здійснюється в базах даних Oracle або Microsoft SQL. Є свій API Smart 3D.



**Рисунок 15 - Інженерні системи в SMART3D**

### **EPLAN та ArchiCAD**

EPLAN поєднує програмні рішення з усіх інженерних дисциплін - від попереднього планування до проектування розподільних пристроїв та кабельних джгутів (рис.16). Хмарні програми дозволяють співпрацювати в рамках роботи над проєктами, а також створювати стандартизовану базу даних для подальшої

автоматизації самого процесу проектування. Крім того, інтеграції та стандартні інтерфейси забезпечують двоспрямований обмін даними із системами ERP, PLM та PDM.



**Рисунок 16 - Будинок в EPLAN**

Нова платформа EPLAN 2022 забезпечує технічну основу для абсолютно нового досвіду користувача: сучасна концепція управління дозволяє новим користувачам легко і ефективно розпочати роботу з програмним забезпеченням, а також полегшує повсякденну роботу досвідченим користувачам.

EPLAN включає безліч програмних продуктів, що працюють з єдиною базою даних виробів та під керуванням єдиного інтерфейсу користувача. Насамперед можна згадати EPLAN Electric P8 – призначена для електротехнічного проектування.

ArchiCAD– вважається першою повноцінною BIM програмою для ПК (1984). ArchiCAD дозволяє просто і швидко створити об'ємну модель будівлі без додаткових навичок 3D моделювання (рис.17). Програма орієнтована на архітекторів та дизайнерів. Добре розвинена підтримка IFC. Немає гнучкої можливості працювати з інженерними мережами. Є додаткове розширення від GRAPHISOFT – MEP Modeller, але воно не закриває питання розробки інженерних комунікацій.



**Рисунок 17 - Будинок в ArchiCAD**

В ArchiCAD можна створювати параметризовані сімейства, тільки щоб це робити - потрібно опанувати мови програмування GDL. За відгуками він складний та незручний. Оскільки ArchiCAD досить древній BIM софт, то проблеми зі створенням компенсуються наявністю величезної кількості бібліотек та сімейств у цих бібліотеках.

### **Приклад використання різних САПР під час вирішення складних завдань**

Як відомо, не існує програмного продукту, що вирішує весь спектр завдань, що зустрічаються під час проектування. Усі розділи проектування можна закрити лише використовуючи різні САПР на єдиній інформаційній платформі за допомогою реалізації технології двосторонньої інтеграції

Поширені випадки, коли для розв'язання складних завдань, які доводиться вирішувати організаціям, які реалізують великі проекти, використовуються різні програми.

- BentleyAutoPlant 3D та IntergraphSmart 3D використовувалися для проектування монтажно-технологічної частини та вентиляції,
- AutodeskRevitStructure - для архітектурно-будівельної частини,

- AutoCADCivil 3D - для проектування об'єктів інфраструктури,
- 3D-інструменти AutoCAD - для проектування електричних систем,
- AutodeskInventor – для моделювання обладнання.
- AVEVA PDMS - технологічна частина
- TeklaStructures – будівельна частина.

Така різноманітність систем та платформ проектування поставила серйозне завдання щодо налаштування передачі даних між різними САПР та формування консолідованої BIM-моделі. Створені певними спеціальностями моделі відповідають конкретним технічним вимогам відповідної дисципліни та містять необхідну кількість атрибутивної інформації, але лише при об'єднанні їх усіх у консолідовану тривимірну BIM-модель з'являється можливість вчасно оцінити правильність прийнятих інженерних рішень та виявити міждисциплінарні колізії. Таким чином, консолідована BIM-модель має максимально передавати графічну частину моделювання та атрибутивну інформацію.

Кожна модель, розроблена в певній системі проектування, при необхідності повинна легко передаватися в іншу САПР, тобто має налагодити імпорту-експорт моделей з різних систем. Так, якщо трубопроводи прокладаються в Smart 3D, то будівельна частина, яка моделюється в RevitStructure, може бути повністю підвантажена в Smart 3D як посилання (Reference 3D) і навпаки. Устаткування, змодельоване в AutodeskInventor, у повному обсязі завантажується в Smart 3D як повноцінне обладнання, ніби воно моделювалось у цій системі. До цього обладнання можна призначити додаткову атрибутивну інформацію, перевизначити фланці, патрубки.

### **Огляд ринку**

На європейському ринку інформаційного моделювання будівель (BIM) середньорічний темпи зростання склав 11,7% протягом прогнозованого періоду з 2022 по 2027 рік. Попит на рішення BIM частково залежить від будівельної активності в регіоні, і у Великій Британії він значно відновився після економічного спаду і став одним із основних секторів економіки. Великобританія

була однією з перших, хто впровадив рішення BIM, адміністрація загальних служб прийняла кілька запобіжних заходів для просування використання рішень BIM.

Використання BIM стало більш поширеним у галузі АЕС через численні переваги, пов'язані з цією технологією. Через фрагментарні методи доставки, проблеми з будівництвом та різні сторони, залучені до процесу, сучасний бізнес АЕС ускладнений, що дозволяє широко використовувати BIM. Це здебільшого пов'язано зі зростанням кількості державних законів, що стосуються впровадження BIM у галузі АЕС, а також зі зростаючою потребою в автоматизованих моделях у сфері будівництва для підвищення ефективності роботи.

Технології та методи, що підтримують BIM, постійно з'являються у будівельному секторі. Концепція інтеграції BIM з AR/VR, коли користувачі можуть переглядати та взаємодіяти з віртуальним світом, стала популярною. Зростаюча популярність інтеграції BIM з AR/VR сприяє зростанню ринку, оскільки вона покращує спілкування між зацікавленими сторонами та забезпечує кращу візуалізацію для дизайнерів, інженерів та інших зацікавлених сторін, дозволяючи повністю поринути у особистий досвід.

Пандемія COVID-19 мало вплинула на розширення бізнесу інформаційного моделювання будівель, оскільки блокування COVID-19 дозволило широко запровадити BIM, дозволяючи реалізовувати проекти у віртуальному та цифровому середовищі, навіть коли учасники не могли зустрітися особисто. Епідемія змусила людей шукати безпечніші та ефективніші методи будівництва офісів та будинків.

Політика і правила, які уряди застосовують для розгортання рішень BIM при будівництві державної та приватної інфраструктури в різних країнах цього регіону, сприяють зростанню ринку BIM. У Європі у більшості країн використання BIM для комерційних проектів стало обов'язковим.

Інформаційне моделювання будівель (BIM) – це процес на основі 3D-моделей для створення та управління інформацією про будівельний проект

протягом усього життєвого циклу проекту. Важливими результатами цього процесу є інформаційна модель будівлі та цифровий опис кожного аспекту побудованого активу для кращого управління інфраструктурою будівлі.

Європейський ринок інформаційного моделювання будівель сегментований за типом (програмне забезпечення та послуги), типом розгортання (локальне та хмарне), застосуванням (комерційне, житлове та промислове) та країні.

<b>За типом</b>	Програмне забезпечення Послуги
<b>За типом розгортання</b>	На передумові Хмара
<b>За заявкою</b>	Комерційна Житлова Індустріальна
<b>За країною</b>	Об'єднане Королівство Німеччина Франція Решта Європи

**Рисунок 18 - Європейський ринок інформаційного моделювання будівель**

### **Ключові тенденції ринку**

Інтернет речей стає все більш популярним у будівельній галузі

Процедури моделювання та замовлення можуть стати більш простими з IoT у будівництві, а відповідні матеріали можуть бути доставлені прямо на будівельний майданчик, що скорочує час, необхідний для замовлення. Збірні конструкції можуть отримати вигоду з технологій IoT. Використання збірних будівельних компонентів замість традиційних методів будівництва може призвести до більш швидких та економічних рішень, а також скорочення будівельних відходів.

З іншого боку, використання збірних конструкцій великих комерційних будівельних проектів може бути складним завданням для координації всього життєвого циклу будівництва. В результаті Інтернет речей (IoT) може допомогти у вирішенні цієї проблеми. Такі компанії, як Trimble, ES Track, Pillar Technologies

та інші, розробляють та впроваджують технології Інтернету речей у будівельній галузі, тому майбутнє здається світлим. Вони підштовхують власників будівельних компаній перевірити технологію та переконатися у її вигідності.

Ця технологія може використовуватися для відстеження людей на роботі та захисту від небезпеки. Її можна використовувати для створення карти будівельного майданчика в режимі реального часу, щоб усі знали, хто там знаходиться та що робиться. Деякі небезпечні зони та єдині зони менеджерів можуть бути виділені на карті в дійсно серйозному сценарії, а іншим можна заборонити відвідування таких регіонів, якщо це не є необхідним. Пристрої IoT можуть збирати всю цю інформацію на сайті та використовувати її для проектів.

### **Розширення хмарного програмного забезпечення BIM**

Через пандемію дедалі більше людей працюють із дому. Дизайнери та інженери-будівельники можуть планувати майбутні проекти, використовуючи цифрові інструменти для спільної роботи та хмарне програмне забезпечення з віддалених місць. Прогнозується, що ринок хмарного програмного забезпечення розвиватиметься внаслідок цього. Інженери та будівельники також можуть дистанційно керувати клієнтськими контрактами, управлінням проектами, продажами та іншими видами діяльності за допомогою програмного забезпечення BIM.

На думку багатьох будівельників та власників, зараз саме час підвищити кваліфікацію співробітників та надати фундаментальні базові знання за допомогою цифрових інструментів для підвищення продуктивності. Під час кризи софтверні компанії також допомагають будівельникам та підрядникам максимально ефективно використовувати ці рішення.

Autodesk Inc. надала безкоштовний доступ до своїх 31 мільйонів 360 Docs, 81 мільйонів 360 Design, Fusion 360, FusionTeam та інших продуктів. У цьому складному контексті епідемії COVID організація хотіла надати менеджерам проектів, робітникам, членам команди та власникам гнучкість – це допомогло керівникам проектів зберегти високопродуктивну роботу на місцях. Внаслідок

епідемії попит на програмне забезпечення для інформаційного моделювання будівель, ймовірно, різко зросте.

### **Конкурентне середовище**

Європейський ринок інформаційного моделювання будівель є висококонкурентним через наявність безлічі дрібних і великих постачальників, які пропонують рішення на внутрішньому та міжнародному ринках. Ринок є сильно фрагментованою стадією з новими гравцями на ринку. Основні гравці ринку впроваджують такі стратегії, як інновації в продуктах та послугах, а також злиття та поглинання. Деякі з основних гравців на ринку:

1. Autodesk, Inc.
2. DassaultSystèmes SE
3. BentleySystems
4. Hexagon AB
5. TrimbleInc.

- Липень 2021: AVEVA, компанія-розробник промислового програмного забезпечення, уклала партнерську угоду з RIB Software, компанією, що займається цифровим будівництвом, для розширення свого портфеля проектів з реалізації проектів для обробної промисловості та промислового обладнання. З'єднання забезпечить додаткові функції платформи RIB MTWO для вирішення AVEVA Unified Project Execution, такі як покращена оцінка та управління вартістю проекту, а також більш надійні інформаційні панелі та моніторинг KPI.

- Червень 2021 р.: BentleySystems купила SPIDA Software, виробника спеціалізованого програмного забезпечення для проектування, аналізу та адміністрування систем опор ліній електропередач. Інтеграція SPIDA з інженерним програмним забезпеченням BentleyOpenUtilities та хмарними сервісами цифрових двійників Grid допоможе перейти на нові поновлювані джерела енергії.

## **Що таке «відкритий» BIM і чому він кращий за «закритий»?**

Коли над проектом працює кілька команд із різних компаній, виникає питання передачі інформації. Одна компанія може створювати проект у ПЗ, якого немає в інших фахівців. Тоді на інших комп'ютерах файли можуть не відкритися або відкриваються зі спотвореними даними. Розробники програмного забезпечення знайшли вихід: запропонували використовувати на міжнародному рівні підхід Open BIM.

Open BIM, тобто «відкрите» інформаційне моделювання будівель — підхід, який допомагає комплексним проектним групам працювати узгоджено над проектом протягом усього життєвого циклу.

Ідея «відкритого» BIM належить незалежній некомерційній організації BuildingSMART, яка створює та просуває міжнародні стандарти для інфраструктури та будівництва.

Відкриті робочі процеси BIM базуються на стандартних форматах даних, що дозволяють обмінюватися інформацією, створеною у різних програмах. Це головна відмінність відкритого BIM перед закритим моделюванням, коли робота всередині компанії йде через пропрієтарні, тобто власні формати.

### **Недоліки закритого BIM**

1. Дані зберігаються у форматі, доступ до якого може отримати лише програма, в якій вони були створені. Наприклад, якщо створити проект у Revit, зберегти і спробувати знову відкрити його в ArchiCAD або іншому програмному забезпеченні, вийде повідомлення про помилку. Файл не можна відкрити, тому що його було створено в іншій програмі.

2. Те саме відбудеться, якщо експортувати дані моделі в іншу програму. Кожна програма має свій формат для експорту 3D-моделей. Немає гарантії, що одні фахівці отримають вірні дані від інших, якщо обидві сторони використовують різне ПЗ. У будівельних проектах завжди задіяно багато робочих груп і така проблема суттєво ускладнює роботу.

3. ПЗ регулярно оновлюється і оновлена версія може не відкрити файл, який створили кілька років тому в тій самій програмі. А інформація про будинок може знадобитися через 10, 20, 50 років, коли знадобиться провести, наприклад, реконструкцію чи ремонт.

Будівельники та проектувальники часто стикаються з проблемою, коли сучасні BIM системи не можуть прочитати файли старих версій. BIM розвивається, дані стають складнішими, і творці ПЗ замислюються над тим, щоб фахівці могли відкрити проектні документи і через 100 років.

### **Проблема обміну інформацією між фахівцями вирішує Open BIM**

В основі відкритого моделювання лежить робота із форматом IFC. Це універсальний формат, який не належить до конкретної організації або розробника. Файл IFC містить всю інформацію про будівлю. За допомогою IFC можна гарантовано передавати дані з різних програм без втрати чи спотворення інформації.

Спільна робота з використанням відкритих стандартів означає, що з інформацією можна працювати в різних програмах. Процеси легко оптимізувати і відсоток помилок знижується. Відкритий BIM перекладає спільну мову обмін інформацією всередині міждисциплінарної проектної групи.

Один із лідерів із впровадження Open BIM ACCA Software.

### **Що таке IFC (IndustryFoundationClasses)?**

IFC — це формат відкритого стандарту, який сприяє обміну даними BIM, одночасно спрямований на сприяння співпраці між різними зацікавленими сторонами в будівельній галузі.

Сьогодні професіонали АЕС повинні мати можливість працювати над проектами, аналізуючи складні геометрії моделей і всі типи наборів даних, навіть якщо вони походять з інших інженерних дисциплін. Метою моделі IFC є саме те, щоб бути орієнтиром для цих професіоналів, які працюють з різними додатками.

IFC розроблено компанією buildingSMARTInternational® для підтримки взаємодії між окремими програмами, що працюють у будівельній галузі, і зареєстровано як офіційний міжнародний стандарт ISO 16739:2013.

Це єдиний формат, який може зберігати незмінною інформацію, наприклад:

- геометрія (наприклад: стіни, двері, плити перекриття тощо);
- топологія об'єктів;
- властивості матеріалу та експлуатаційні характеристики (енергетичні, конструкційні тощо).

Використання моделі IFC є надзвичайно вигідним, оскільки воно дозволяє:

- уникати помилок на етапі проектування, а також заохочувати прозорі та відкриті робочі процеси;
- знижує витрати на проект, оптимізуючи поетапність робіт під час будівництва;
- покращує експлуатаційне управління будинком під час його обслуговування;
- покращує управління можливими майбутніми реконструкціями або розширеннями будівель за допомогою процесів швидкого аналізу існуючої структури на основі моделі IFC з негайною оцінкою всіх можливих покращень.

### **Яка роль формату IFC в BIM?**

IFC (IndustryFoundationClasses) відіграє ключову роль у співробітництві та функціональній сумісності, які є основою процесу BIM.

Використання власних форматів файлів призводить до значних проблем, пов'язаних з обміном даних і координацією між групами, в той час як з відкритими форматами, такими як стандартний формат IFC, тепер можна подолати обмеження функціональної сумісності в спрощеному робочому процесі.

Це пов'язано з тим, що IFC є файлом у відкритому та нейтральному форматі, який не контролюється яким-небудь конкретним постачальником програмного забезпечення, і може використовуватися для надійного та

безпечного обміну та спільного використання даних між різними додатками, розробленими різними виробниками програмного забезпечення.

Сила IFC полягає в її здатності стандартизувати різні компоненти моделі BIM і ділитися ними з іншими, зберігаючи при цьому структуру геометричних і документальних зв'язків.

Саме з цієї причини використання відкритого формату IFC стає основним при реалізації методології BIM і всього підходу OpenBIM.

Як застосувати IFC-openBIM на практиці та отримати максимальну свободу спілкування, спільного використання та спільної роботи?

Щоб застосувати підхід openBIM на практиці, вкрай важливо використовувати сертифіковані інструменти розробки BIM BuildingSMART, які здатні імпортувати та експортувати файли формату IFC.

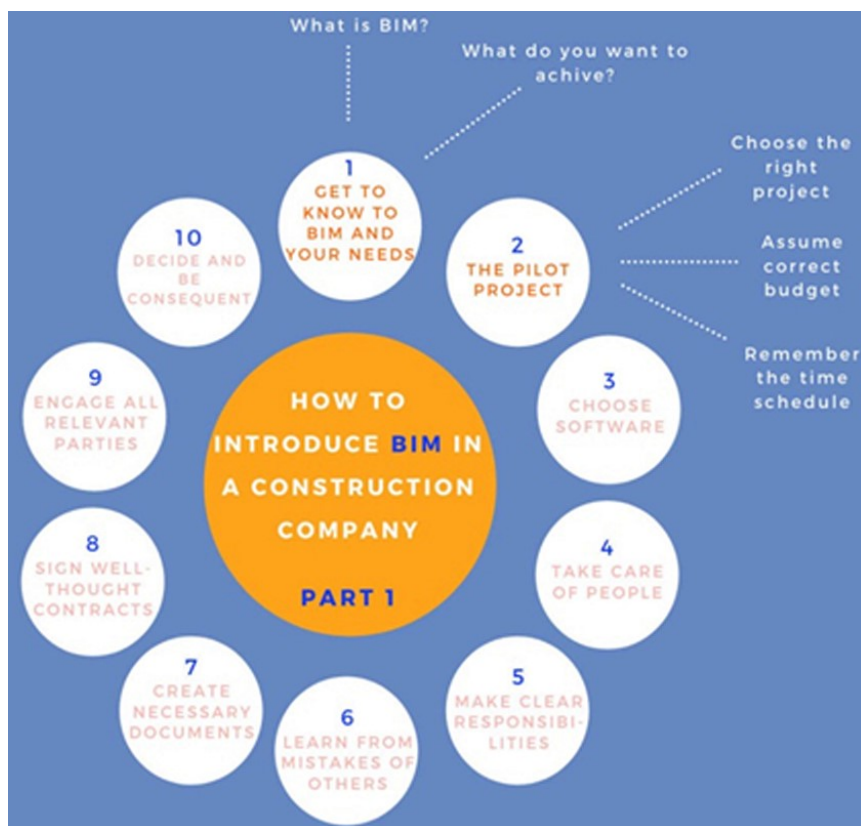
Завдяки відкритому використовуваному програмному забезпеченню, сумісному з BIM, дані можуть бути централізованими та доступними для всіх зацікавлених сторін, які беруть участь у будівельному секторі, незалежно від програмних рішень.

## **Тема: ЯК ЗАПРОВАДИТИ ТЕХНОЛОГІЮ BIM У БУДІВЕЛЬНІЙ КОМПАНІЇ?**

**10 пунктів, на яких потрібно зосередитись, щоб почати застосовувати BIM у будівельній компанії:**

Визначте предмет і свої потреби

1. Виконайте пілотний проект
2. Виберіть програмне забезпечення
3. Піклуйтесь про людей
4. Чітко визначте обов'язки
5. Вчіться на чужих помилках
6. Оформіть необхідні документи
7. Підписуйте добре продумані контракти
8. Залучайте всі зацікавлені сторони
9. Визначтесь і будьте послідовними



**Рисунок 19 – Етапи запровадження технологій BIM у будівельній компанії**

## ***ЕТАП 1 – ВИЗНАЧТЕ ПРЕДМЕТ І СВОЇ ПОТРЕБИ***

Для цього необхідно відповісти на такі запитання:

***Що таке BIM і чим він відрізняється від традиційного виконання проекту?***

BIM суттєво відрізняється від традиційного методу проектування. Можна сказати, що ми будуємо об'єкт чи структуру двічі: спочатку у 3D, а потім у реальності. Хоча 3D-проекти існують вже давно, з BIM вся інформація, необхідна для будівництва, включається до моделі з мінімальною кількістю креслень. Таким чином, в першу чергу для того, щоб впровадити BIM у будівельній компанії, необхідно змінити свій спосіб мислення (і це найскладніша частина).

***Яких цілей та результатів ви хочете досягти?***

У найближчі роки вся будівельна галузь почне використовувати технологію BIM. Тому чим раніше ви почнете впроваджувати її в себе, тим швидше напрацюєте необхідні знання і станете конкурентоспроможнішими на ринку.

Поширена помилка - надто завищені очікування щодо технології BIM, особливо з самого початку. Багато людей розчаровуються через кілька місяців, помічаючи, що робота з BIM займає стільки ж чи навіть більше часу, ніж виконання проектів за допомогою старих методів, до яких усі звикли. Хоча є цілком нормальним витратити трохи більше часу на опанування чогось нового.

Тому важливо чітко та реалістично визначити свої вимоги. У разі першого проекту найкраще починати з менших цілей та очікувань. Наприклад:

- Вдасться усунути колізії на об'єкті.
- Вдасться перевірити, що в компанії працює добре, а що потрібно покращити.
- Компанія стане більш конкурентоспроможною на ринку.
- Поліпшиться якість комунікації за проектом.

Цілі мають бути чіткими та зрозумілими. Їх можна конкретизувати, використовуючи метод S.M.A.R.T. (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound - конкретний, вимірний, досяжний, релевантний, прив'язаний до часу).

Наприклад, можна переписати першу ціль із прикладу наступним чином: «Протягом усього проекту ми усунемо не менше 75% колізій з арматурою на об'єкті».

Лише після цього можна переходити до пілотного проекту.

## **ЕТАП 2 – ВИКОНАЙТЕ ПІЛОТНИЙ ПРОЕКТ**



**Рисунок 20 – Схема реалізації пілотного проекту в BIM**

Виберіть, який проект ви створюватимете в BIM. Це допоможе побачити всі плюси та мінуси впровадження технології. Пілотний проект має бути ні надто складним, ні надто великим – потрібно буде вирішувати нові завдання та навчатися, не ризикуючи надто великими грошима й часом.

Можна виділити один об'єкт або розділ із усього проекту та запустити його в BIM. Або побудувати об'єкт одночасно за двома технологіями: BIM та традиційною. Це дасть змогу порівнювати результати та поступово звикати до нового методу роботи.

Вибираючи проект, зосередьтеся лише на кількох його елементах, у яких ви бажаєте впровадити BIM. Наприклад, на якісній 3D BIM-моделі, що містить всю необхідну для будівництва інформацію з мінімумом креслень. Додати 4D (час) та 5D (гроші) варто пізніше, коли вже буде досвід роботи в BIM.

Рішення про пілотний проект заздалегідь погодьте з командою, оскільки новий метод внесе зміни в роботу багатьох людей.

***Потім складіть бюджет. Для його розрахунку врахуйте такі витрати:***

Програмне забезпечення.

Обладнання: мобільні робочі станції, планшети та інше обладнання.

Нові співробітники, навчання персоналу, зовнішні консультанти.

Додатковий час для спілкування з проектувальниками.

Можливі додаткові роботи, пов'язані із взаємодією з субпідрядниками та постачальниками.

***Сплануйте графік.*** З самого початку врахуйте, що проект може розширитись, вплинувши на графік будівництва. Вкажіть, коли ви очікуєте отримати готові та затвержені креслення за проектом, включаючи час, необхідний для внутрішнього контролю документації, замовлення та доставки матеріалів.

Пам'ятайте, що проектування з використанням BIM може зайняти стільки ж чи навіть більше часу, ніж проектування традиційним способом. Однак перевага BIM у тому, що у разі внесення змін вони будуть виконуватися набагато швидше, і більшість колізій буде виявлена вже на етапі 3D-моделі.

Далі можна перейти до 3 кроку – вибору програмного забезпечення.

### ***ЕТАП 3 - ВИБІР ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ***

Вибрати правильний софт досить складно. Адже кожна програма має свої плюси і мінуси, хоча розробники програмного забезпечення запевняють, що можуть вирішити будь-яку проблему. Крім того, підрядники певною мірою залежать від софту, який використовує проектувальник. Було б чудово мати єдину систему програмного забезпечення задля запобігання втрати даних при передачі файлів, але це утопія і в реальності різні конструкторські бюро використовують різні програми. Інше питання – вимоги клієнта та тип проекту, до якого ми завжди повинні підходити індивідуально.

**Обираючи програмне забезпечення зверніть увагу на такі аспекти:**

**Вимоги клієнта або інвестора.** Зазвичай, до кожного проекту потрібно підходити індивідуально. У Норвегії, наприклад, державна організація, яка відповідає за будівництво автомагістралей, вимагає використовувати у своїх проектах BIM Level III: все має бути розміщене в одну модель, включаючи технічну документацію кожного окремого елемента. У той час як у іншій організації вимоги можуть бути набагато простішими.

**Плани та амбіції щодо BIM у вашій компанії.** Вони можуть бути на тому ж рівні або перевищувати вимоги клієнта. Подумайте, чого ви хочете досягти? Просто задовольнити вимоги клієнта та реалізувати проект із найменшими витратами, чи інвестувати у розвиток організації та поставити собі вищу планку? Часто інвестор просто хоче, щоб проект був виконаний із мінімальними витратами та вимогами до якості. Навіть у цій ситуації рекомендується впровадити BIM на будівельному майданчику та протестувати його для розвитку вашої компанії.

**Тип проекту.** Залежно від того, чи це буде великий інфраструктурний проект завдовжки кілька кілометрів чи офісна будівля, ваші потреби будуть різними. Окреме програмне забезпечення буде по різному працювати з різними типами проектів, тому потрібно вибрати те, що найбільше відповідає вашим вимогам.

**Можливості програмного забезпечення.** Поставте собі запитання: що вам потрібно? Може, буде достатньо лише програми, що дозволяє відкрити файл із моделлю та прочитати дані (наприклад, Autodesk Viewer). Або вам потрібно відредагувати та наповнити файл новими елементами, наприклад, тимчасовими конструкціями, пов'язаними з технологією робіт? Одне з рішень – купити одне програмне забезпечення у кількох версіях. Наприклад, будівельникам, які використовують BIM на будівництві, не потрібні всі доступні функції, на відміну від людини, яка займається підготовкою та плануванням робіт.

**Бюджет та час для впровадження технології BIM у вашу організацію та проект.** Незалежно від того над роботою якого масштабу ви будете

працювати, у вас завжди має бути певна сума грошей для покупки програмного забезпечення, а також час для впровадження його в проект.

Якщо з вибором програмного забезпечення ви стикаєтесь вперше, то додатково у нас в блозі можете ознайомитись зі статтею про софт для архітекторів, де описана основна інформація про відповідну програму та посилання на завантаження.

**Система управління файлами та документами.** Після того, як ви визначилися, в якому BIM софті працюватимете, необхідно створити систему управління файлами та документами (Common Data Environment). Вона забезпечуватиме комунікацію всередині компанії та доступ до даних та технічної документації всім учасникам будівельного процесу:

**Всередині вашої компанії** - знадобиться надавати доступ до документації не тільки людям, які працюють на будівництві, але часто і тим, хто знаходиться в головному офісі. На будмайданчику важливо дбати про «кіоски BIM» - це місця, обладнані комп'ютером з програмним забезпеченням та принтером, часто розміщеним в окремому контейнері, яким можуть користуватися будівельники безпосередньо на будівельному майданчику.

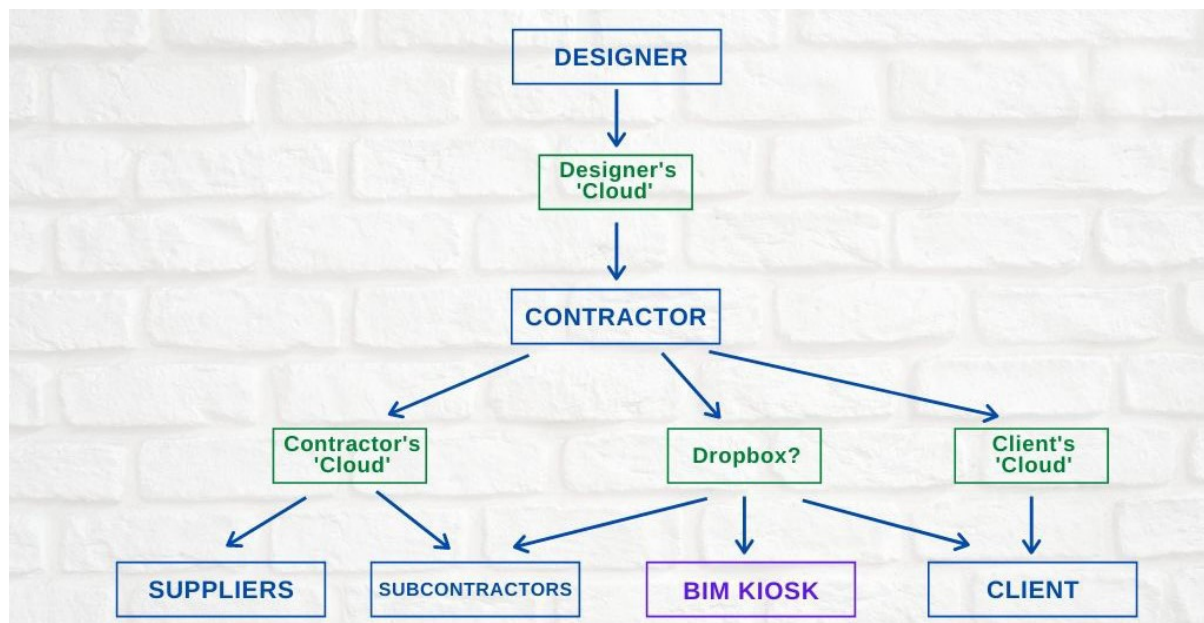
**Конструкторське бюро** – за умови, що це проект «проектування та будівництво». Зазвичай, у проєктувальників своя система управління документами. Можна спробувати адаптуватися до неї або вимагати іншого рішення для вашого проєкту.

**Інвестор** – багато залежить від вимог замовника. У разі відсутності типової креслярської документації інвестор повинен як мінімум мати доступ до останніх 3D-моделей і технічної документації.

**Субпідрядники** – отримують не традиційні креслення, а 3D-моделі, на основі яких мають провести оцінку та тендер на роботи. Далі їхнє завдання – розробити «виконавчу» версію документації, яку вони будуть використовувати на будмайданчику. Визначте, як ви взаємодіятимете з субпідрядниками і чи є у них необхідне ПЗ. Також переконайтеся, що їхні співробітники зможуть правильно знайти та прочитати потрібну їм інформацію.

**Постачальники** – це відноситься, наприклад, до опалубки. Постачальники зазвичай чекають на 2D-креслення у форматі .dwg, рідше – .ifc. Важливо стежити за тим, щоб вони постійно використовували оновлену технічну документацію.

Варто зазначити, що, на жаль, не існує єдиного правильного рішення щодо вибору системи документообігу для компанії. Часто доводиться використовувати кілька різних програм під різні завдання, щоб дати доступ до даних усім залученим сторонам з різних компаній.



**Рисунок 21 – Взаємозв’язки учасників проекту в рамках системи управління файлами та документами**

*У скільки обійдеться програмне забезпечення для BIM у вашій будівельній компанії?*

Оскільки купівля ПЗ - це великі інвестиції з огляду бюджету, і часу, необхідно чітко скласти вимоги до софту. При виборі програмного забезпечення на його вартість впливатимуть різні фактори:

- Кількість ліцензій. Скільки ліцензій потрібно? Скільки людей використовуватиме цю програму?
- Тривалість ліцензії. Це буде разова покупка ліцензії? Деякі постачальники пропонують довічну ліцензію та щорічну плату за технічну підтримку або оновлення. Чи все ж таки тимчасова підписка? Можна придбати

ліцензію на певний час, наприклад, на рік. Або на час роботи над конкретним проектом – наприклад, 25 місяців, з можливістю продовження.

- Ліцензія на одного користувача або «плаваюча» ліцензія, яку можна використовувати на різних комп'ютерах?
- Технічна підтримка протягом терміну дії ліцензії. Хочете і чи готові ви платити більше, щоб отримати технічну підтримку протягом певного часу?
- Чи потрібно надавати інвестору певну кількість ліцензій? Якщо так, то достатньо програми для перегляду (частіше безкоштовної) або вам потрібно придбати повну ліцензію на ПЗ?
- Планшети, мобільні телефони - чи можете ви відкрити та встановити програмне забезпечення на цих пристроях? Чи потрібна вам окрема версія програми, щоб мати можливість використовувати BIM на будівельному майданчику?

Після того як ви відповіли на всі ці питання, можна приступати до підрахунків вартості ПЗ. Якщо ваші потреби відрізняються від того, що пропонує розробник, можна звернутися до нього і дізнатися, чи можливе надання доступу до програмного забезпечення на ваших умовах.

### ***Тестування програмного забезпечення та технічна підтримка.***

Більшість розробників пропонують 30-денний пробний період. Варто протестувати софт перед покупкою, оскільки корисно перевірити, чи відповідає дане ПЗ вашим очікуванням і вимогам. Заодно можна зрозуміти, як працює служба підтримки софту у разі необхідності.

Не зайвим буде й замислитись про курси. Перед покупкою уточніть, чи можете ви розраховувати, наприклад, на одноденний вступний курс, технічну підтримку протягом певного періоду або допомогу в інсталюванні. Питання нічого не вартує і може значно покращити початковий етап роботи з цією програмою.

### ***Технології VR, AR та MR.***

Технології VR (віртуальна реальність), AR (доповнена реальність) та MR (змішана реальність) все частіше використовуються у проектуванні та на

будівельному майданчику. При виборі програмного забезпечення варто перевірити, які з них підтримують використання перерахованих вище технологій.

#### ***ЕТАП 4 - ПІКЛУЙТЕСЯ ПРО ЛЮДЕЙ***

Люди – найбільша цінність будь-якої організації. Саме співробітники створюють компанію та впливають на її функціонування. Однак навіть найкращий персонал потребує правильних орієнтирів та добре продуманої стратегії. Правильна людина потрібна у правильному місці. Під «правильною людиною» ми маємо на увазі когось, хто відкритий для нових технологій та саморозвитку. Це не означає лише молодих людей – все залежить від ставлення. Здається, що поєднання досвідчених співробітників із молодшими інженерами — гарне рішення. Молоді люди зазвичай охочіше використовують BIM на будівельному майданчику та можуть підтримати досвідченіших, які, у свою чергу, можуть навчити молодших колег багатьом практичним речам, пов'язаним із самим будівництвом.



**Рисунок 22 – Поєднання досвідчених співробітників із молодшими інженерами в рамках реалізації BIM**

Нові технології змушують співробітників, разом з їхніми основними завданнями та обов'язками, адаптуватися до змін та нової реальності. А нова

реальність передбачає використання технології BIM на різних етапах проекту, включаючи тендери, підготовку робіт та графіку робіт, управління фінансами, контакт як із інвестором, так і з іншими учасниками будівельного процесу, замовлення матеріалів чи безпосередньо будівельні роботи.

От як змінюється реальність для людей, які працюють на традиційних посадах у будівельній компанії в епоху BIM:

**Начальник ділянки та керівник проекту** – їм доводиться працювати не зі звичними кресленнями в альбомі, а з моделлю. Люди на такій посаді повинні вміти знаходити та читати потрібні їм дані з BIM моделі.

**Менеджер по проекту** – відповідає за зв'язок із проектувальником та забезпечення належної якості цифрової проектної документації. Така людина також є сполучною ланкою між конструкторським бюро та будівельним майданчиком. Завдання менеджера – підтримувати добрий рівень комунікації, яка здебільшого здійснюється з використанням моделей .ifc. Керівник проекту також має підготувати грамотний договір із проектувальником, у тому числі на виконання проекту з використанням технології BIM.

**BIM-менеджер/координатор** – зазвичай це абсолютно нова посада в організації, яка тільки впроваджує BIM. Варто зазначити, що BIM-менеджери, які працюють на будівельному майданчику у виконавчій компанії, матимуть відмінні завдання, ніж ті, що працюють на аналогічній посаді у проектному бюро. Більшість завдань включає підтримку менш досвідченого персоналу в технології BIM, а також управління моделлю і даними в проекті.

**Геодезист** – людина на цій посаді давно користується моделями, тому геодезисти не помітять суттєвих змін. Однак використання технології BIM та робота без креслень вимагає від них більшої залученості, особливо на початковому етапі проекту. Коли співробітники не впевнені в даних у моделі або правильності знятих розмірів, вони часто просять геодезистів відзначити і перевірити, наприклад, точки будівництва або роботи. Цей факт варто враховувати під час проведення торгів та розрахунку кількості геодезистів, необхідної для ведення проекту.

**Інженер, який працює з технологією будівництва та графікомробіт** – до цього часу вони працювали «окремо», за відомими тільки їм програмами. Їм також необхідно навчитися працювати з моделлю, а у разі планування роботи – додавати часові конструкції до 3D-моделі. Коли доходить до графіка, необхідно використовувати модель і розуміти всі наступні етапи будівництва. І, можливо, як поєднувати BIM-моделі з графіком, створюючи 4D.

**Інженер з якості** – більше немає паперової форми документації з якості – тепер вона зберігається у «хмарі». Співробітник, який працює на цій посаді, відповідає за її архівування в системі або безпосередньо в BIM-моделі, прив'язуючи документи до конкретних елементів.

**Спеціаліст з охорони праці** – використовуючи BIM-технології, у тому числі візуалізацію, така людина може помітити можливі ризики та небезпеки, а потім у доступній та зрозумілій формі донести їх до співробітників. З цієї причини йому слід вивчити орієнтацію моделі та подання різних етапів будівництва.

**Інженер-тендерник** – традиційно використовував фіксовані електронні таблиці, куди вносив значення, необхідні для підготовки тендеру за проектом. У вік технологій BIM учасник тендеру повинен використовувати моделі і знати, як «витягувати» необхідні дані. З іншого боку, у довгостроковій перспективі він має прагнути поєднати електронну таблицю з моделлю BIM.

**Прораб та будівельник** - проект без креслень - це великий виклик для досвідчених будівельників, які звикли до того, як вони працювали раніше. Іноді є побоювання, що зрештою вони скажуть: «Без креслень будувати не можна». Однак важливо пояснити, чому ви хочете використовувати технологію BIM на будівельному майданчику, які переваги вона дає, і довести, що це єдиний підхід, якому слідуватимуть усі будівельні компанії. Зазвичай, завдяки гарному спілкуванню та відповідному навчанню в компанії, працівники не опираються новим технологіям, а навіть ставляться до них позитивно.

**Контролер проектів** – це менш очевидна позиція у цьому списку, оскільки контролер займається переважно фінансовими питаннями. Однак людина, яка

працює на цій посаді, повинна знати, крім іншого, як працює система управління даними та документацією або де можна знайти поточний статус проекту.

### ***НАВЧАННЯ ПЕРСОНАЛУ ТА СЛУЖБОВЦІВ.***



**Рисунок 23 – Стратегія формування BIM-освіти в будівельній компанії**

Через індивідуальні обов'язки кожного співробітника потрібні різні знання BIM. Наприклад, контролеру проекту не обов'язково знати, як створювати специфікації для будівництва, а будівельнику – як керувати файлами IFC.

Для максимально ефективного навчання людей виконайте такі дії:

1. Виберіть ключових працівників для впровадження технології BIM у вашій компанії. Це може бути BIM-менеджер, особа, відповідальна за BIM в організації, або менеджер з проектування. В ідеалі потрібно вибрати 2-3 людини, завданням яких було б досягти високого рівня знань через навчання, курси, конференції, самоосвіту.

2. Ключові працівники разом зі своїми керівниками вирішують, кому ще зі співробітників необхідно пройти навчання, і, що більш важливо, ЯК це слід робити. Деяким співробітникам слід записатися на курс, який дасть їм конкретні знання, наприклад, з використання конкретного ПЗ. Якщо у вашій компанії багато таких людей, можна провести корпоративне навчання або залучити зовнішніх

консультантів. Це, ймовірно, коштуватиме дорожче, але ви зможете адаптувати формат навчання під свої потреби.

3. Використовуйте власні ресурси. Наприклад, BIM-менеджер або менеджер з проектування вашої компанії може провести для решти співробітників вступний курс на тему «Що таке BIM і чому ми повинні його використовувати», «Як відбувається координація в проекті за допомогою технології BIM» або конкретніше, наприклад, «Створення специфікацій для будівельного майданчика».

4. Створіть середовище навчання та саморозвитку у вашій компанії. Дуже важливо чітко донести до всіх співробітників, чому було прийнято рішення про впровадження BIM, підкреслити його переваги і розповісти про нюанси. А також пояснити, що це єдиний шлях у майбутнє.

## ***ЕТАП 5 - ЧІТКО ВИЗНАЧТЕ ОБОВ'ЯЗКИ***

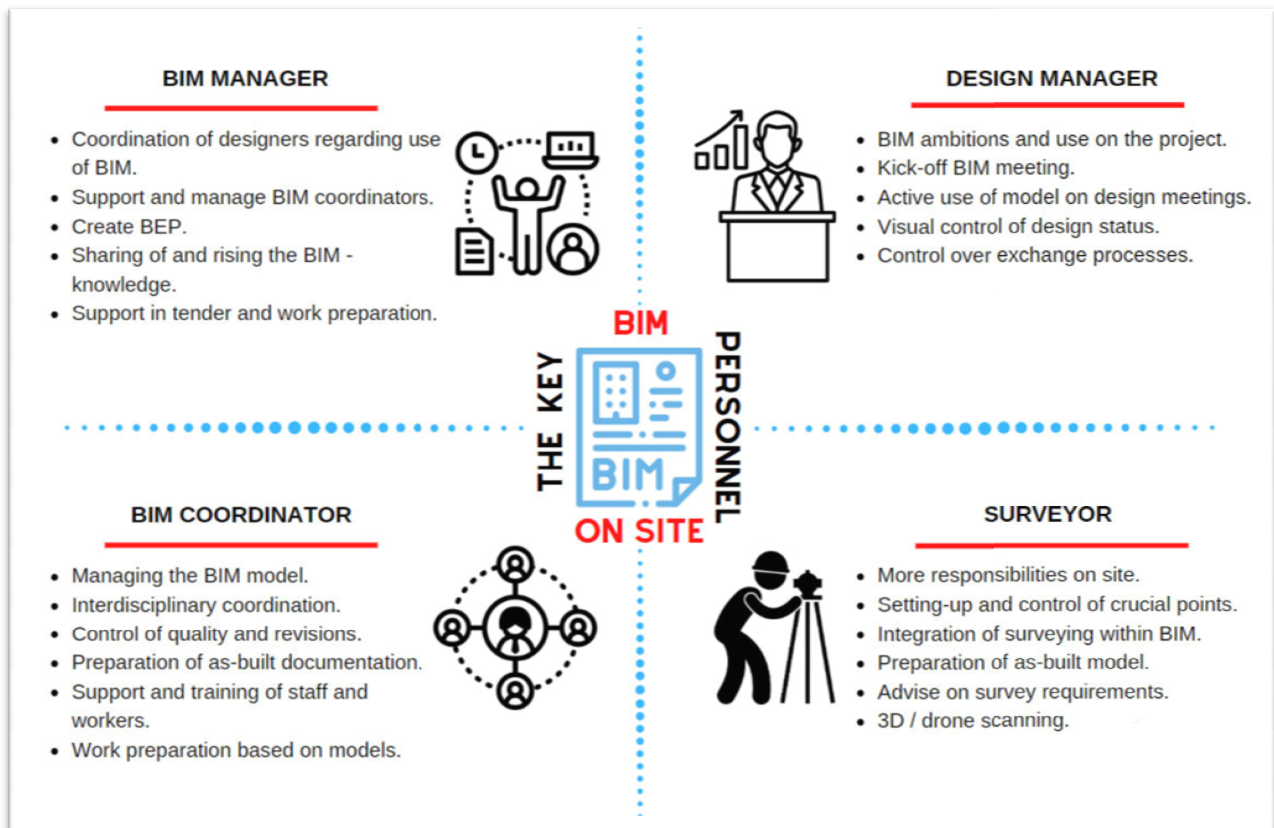
Майже кожен проект виконується групою людей з різним досвідом, очікуваннями та способом мислення. Щоб разом досягати спільної мети, необхідне розуміння того, що від кого потрібно.

### ***Загальні правила.***

В коло обов'язків працівника мають входити не лише самі завдання, але й якість виконання і час, в який він має вкластися. Щоб досягти взаємного порозуміння, також варто домовитися про те, яким чином необхідно перевіряти **прогрес** та звітувати про результати. Статус роботи необхідно перевіряти протягом усього проекту, таким чином в разі відхилень або негараздів можна своєчасно вжити заходів для виправлення ситуації.

### ***Хто за що відповідає?***

У всій будівельній індустрії різні компанії мають різні назви посад, коли справа стосується роботи з BIM. Це може бути, наприклад, BIM-інженер, BIM-архітектор, BIM-модельєр, «Head of BIM», «BIM Champion», або BIM-координатор і BIM-менеджер, на яких ми зупинимося нижче. Важливо не ім'я, а взаєморозуміння завдань і обов'язків. Для цього не існує єдиного стандарту, тому кожна компанія/проект має адаптувати його до своїх потреб.



**Рисунок 24 – Структура відповідальності учасників проекту**

*Розглянемо кілька прикладів із ключовим персоналом, що працює з BIM на об'єкті:*

Завдання **BIM-координатора** в компанії підрядника суттєво відрізнятимуться від завдань у проектній компанії. Приклади його обов'язків як підрядник:

- керування цифровою моделлю;
- міждисциплінарна координація;
- підготовка проектно-кошторисної документації для проведення робіт;
- контроль якості та доопрацювання моделей;
- підготовка виконавчої документації;
- підтримка персоналу у роботі з BIM-моделями;
- навчання будівельників використання моделей та програмного забезпечення;
- взаємодія з кошторисниками, планувальниками, постачальниками, субпідрядниками та замовником.

***ВІМ-менеджер*** іноді називають ВІМ-координатором з великим практичним досвідом. Буває, що ці ролі перетинаються. У компанії-підряднику може мати такі обов'язки:

- координація проєктувальників у використанні технології ВІМ для проєктів проєктування та будівництва;
- підтримка та управління координаторами ВІМ на будівельних майданчиках;
- створення документа ВЕР - ВІМ ExecutionPlan - опис методів роботи всередині компанії;
- підвищення обізнаності щодо використання технології ВІМ у всій організації з належним навчанням та передачею знань;
- супровід тендерного відділу під час проведення торгів у нових проєктах.

***Менеджер з проєктування*** керує процесом проєктування та виконує ключові завдання, пов'язані з використанням технології ВІМ в організації:

- рішення про ВІМ-цілі проєкту та необхідних вимог до моделювання;
- проведення першої стартової ВІМ-наради з учасниками відповідного будівельного процесу;
- активне використання моделі під час нарад та для управління процесом проєктування;
- візуальний огляд моделі для проведення поточних проєктних робіт;
- перевірка поновлення моделей за планом (наприклад, раз на тиждень);
- контроль стану проєктування відповідно до узгодженого графіка.

Координатори часто змушені брати на себе більше завдань на будмайданчику, коли відбувається перехід від 2D до 3D та відмова від креслень. Це пов'язано з тим, що робітники, особливо на ранніх етапах, не знають, як використовувати 3D модель для зняття розмірів. Також може статися так, що у ПЗ не все можна точно виміряти в моделі. Тому на початку проєкту (і навіть на етапі

тендеру) необхідно разом узгодити, які завдання та обов'язки координаторів та скільки їх потрібно на будівельному майданчику.

Розуміння обсягу завдань допоможе швидше визначити, скільки та яких фахівців потрібно вашій компанії для повноцінної роботи у ВІМ. Наприклад, можна припустити потребу в 1 ВІМ-менеджері, 2 ВІМ-координаторах, 2 проектувальниках, 2 ВІМ-інженерах і т.д. і планувати роботу, виходячи з цих даних.

### ***ЕТАП 6 - ВЧІТЬСЯ НА ЧУЖИХ ПОМИЛКАХ***

Як сказала Елеонора Рузвельт: «Вчіться на чужих помилках. Ви не можете прожити досить довго, щоб зробити їх усі самостійно». Варто зважити на цю пораду і при впровадженні ВІМ у своїй компанії.

Робота з ВІМ на будмайданчику та впровадження цієї технології, хоч і може здаватися чимось новим, насправді вже кілька років використовується у різних куточках світу. Тому, на щастя, не всім доведеться проходити все з самого початку і допускати одні й самі помилки.



**Рисунок 25** – «Вчіться на чужих помилках...» Елеонора Рузвельт

## ***ВИКОРИСТОВУЙТЕ НАСАМПЕРЕД ДОСВІД ІНШИХ КОМПАНІЙ ТА ОРГАНІЗАЦІЙ.***

В інтернеті є море інформації, присвяченої виконанню проектів з використанням ВІМ. Однак найскладніше завдання сьогодні це знайти потрібну якісну інформацію. На жаль, багато компаній показують тільки те, що:

– їм хочеться показати, бо не хочуть ділитися своєю ключовою інформацією з іншими.

– далось добре – бо мало хто любить визнавати помилки.

Тому завжди перевіряйте дані, які ви знайдете в інтернеті. І обов'язково звертайте увагу на дату публікації – інформація старша за три роки швидше за все буде неактуальною через швидкість розвитку технології ВІМ.

Якщо вас зацікавив конкретний проект – добрим підходом буде запит інформації безпосередньо у людей, які її публікували. Є ймовірність, що вони зробили кілька презентацій на конференціях, а якщо ні – прямий контакт у LinkedIn може творити чудеса. Багато людей, якщо їх запитати безпосередньо, охоче діляться своїми знаннями, спілкуючись з вами особисто.

Ще один спосіб навчатися на чужих помилках – брати участь у конференціях та вебінарах. Щоправда, знову ж таки може виникнути ситуація, що у самій презентації показані лише переваги і хороші сторони. Але в цьому випадку набагато простіше підійти до людини після лекції і задати питання, що хвилюють вас.

### ***Зверніться до фахівців.***

Для впровадження ВІМ у вашій організації, можливо, варто проконсультуватися з експертами щодо ваших особливих потреб. Це означає, що варто звернутися не до стандартного курсу з основ ВІМ або даного ПЗ, а зв'язатися з компанією/людиною, яка проводить навчання, та запитати про індивідуальний підхід до питань, які нас дійсно цікавлять. У цьому випадку варто зосередитись на одній або двох проблемах.

Наприклад:

- Оцінка вартості – впровадження BIM у процес торгів.
- Використання BIM на будівельному майданчику у проекті «без креслень».
- Відображення та оновлення графіка будівництва у технології BIM.

Приймаючи рішення звернутися до фахівця, дуже важливо, щоб ми повністю довіряли цій людині. Ви повинні перевірити його кваліфікацію та досвід. Консультант повинен мати практичні знання щодо організації подібних процесів у минулому. Після перевірки людини чи компанії, з якою ми хочемо співпрацювати, варто запланувати попередню зустріч, на якій можна обговорити свої очікування, погодити кількість часу, а також бюджет та якість послуг. Про метод SMART у постановці цілей ми писали у першій частині серії статей.

## ***ЕТАП 7 – СТВОРІТЬ НЕОБХІДНУ ДОКУМЕНТАЦІЮ***

***Комунікація***- одна з найважливіших речей, про які вам потрібно подбати у вашій компанії. Розуміння очікувань, обов'язків та вимог усіма учасниками будівельного процесу – вирішальне у досягненні успіху та запланованого рівня впровадження технології BIM. І тому створюється документація.

До кожного проекту потрібно підходити індивідуально. Може виявитися, що для деяких із них потрібні лише базові документи (типу BEP або BIM Manual), а для інших потрібно підготувати більше.

### ***Найпопулярніші практики за видами та змістом документації:***

**BEP (BIM Execution Plan)** - план, що визначає цілі та способи використання технології BIM в організації.

**BIM Manual** – визначає принципи роботи з BIM на конкретному проекті. Зазвичай складається з 2 частин: 1-а містить загальний, стандартний опис роботи з BIM у компанії, а 2-а - інформацію щодо конкретного проекту.

Документ управління мультидисциплінарною моделлю - в ньому описують процедури роботи з моделлю.

Порядок використання платформи CDE (CommonDataEnvironment) та комунікації у рамках проекту.

*У межах перелічених вище або окремими документами опишіть ключові процедури, наприклад:*

- Як додати дані в модель .ifc або додати часові конструкції в 3D-модель, наприклад, риштування або опалубку.
- Як оброзмірювати об'єкти.
- Як створити специфікації із 3D-моделі.
- Шляхи комунікації з клієнтом та іншими учасниками проекту такими як поставщики чи субпідрядники.
- Як використовувати "BIM кіоски" безпосередньо на будівництві.

*А ще пам'ятайте про важливе:*

- Кожен документ або процедура мають бути адаптовані до проекту - метод «сору-paste» в даному випадку не працює.
- Спростіть описи та залиште у документі лише те, що необхідно та актуально. Пам'ятайте, що цими методиками користуватимуться люди з різним досвідом.
- Якщо щось не потрібно – не робіть! Зменшіть кількість документів до необхідного мінімуму.

Документи та технологічні процеси мають бути "живими", тобто регулярно модифікуватися залежно від потреб та можливих покращень.

## ***ЕТАП 8 – ПІДПИСУЙТЕ ДОБРЕ ПРОДУМАНІ КОНТРАКТИ***

Перехід на BIM – це виклик не тільки для компаній-виконавців, але й для проектувальників, субпідрядників, постачальників та клієнтів. Тому важливо точно сформулювати очікування та описати зону відповідальності кожного учасника процесу. Крім основного контракту між генеральним підрядником та інвестором, слід врахувати питання, пов'язані з договорами між компанією-виконавцем та постачальниками, проектувальниками та субпідрядниками.

### ***Встановіть точні рамки.***

В основі кожного контракту лежить чітке визначення трьох основних тем:

- Обсяг робіт або послуг, рівень пропрацювання.
- Час – з графіком виконання робіт чи поставок.
- Бюджет.

Теоретично це очевидні пункти у кожному контракті. Тим не менш, досі існують проекти, де жоден з пунктів не включають до тексту через впевненість, що постачальник/проектувальник/субпідрядник "знає, що він повинен робити", "робить це не вперше" або "графік" робіт стандартний». Можете додумати самі, чим це закінчується.

### ***Включіть BIM у контракт.***

Оскільки у багатьох учасників будівельного процесу може бути мало досвіду роботи з технологією BIM, важливо додати до контракту, окрім вище згаданих пунктів, ще умови, що стосуються BIM:

- Вимоги до BIM та документації.
- Рівень відповідальності співробітників та розподіл ризиків.
- Страхування - на яку суму застрахована компанія у разі помилки.
- Інтелектуальну власність - умови та обмеження використання 3D-моделей на різних етапах проекту.

### ***Докладніше про кожен пункт.***

Вимоги до BIM та документації - повинні бути включені в заздалегідь підготовлений план виконання BIM (BEP) або посібник з BIM. Вимоги разом із описом проекту необхідно викласти якомога зрозуміліше.

Приклад: потрібно підписати договір з компанією, яка постачає опалубні системи. Припустимо, що ми використовуємо у проекті лише 3D-моделі і не робимо жодних креслень. У цьому випадку слід наголосити, що вся документація, необхідна постачальнику для підготовки детальної пропозиції, буде доступна на сервері у вигляді файлів .ifc, і постачальник несе відповідальність за її використання та можливу адаптацію до своєї продукції. Аналогічний пункт

додають у договір із субпідрядником - він має взяти на себе відповідальність за використання моделі та забезпечити кваліфікацію своїх співробітників для використання її під час будівництва.

*івень відповідальності співробітників та розподіл ризиків.* У зв'язку з тим, що з моделлю можуть одночасно працювати багато людей та різні компанії, потрібно встановити чіткі правила щодо відповідальності на проекті. Особливо це стосується роботи з проектувальниками: чи допускається одне конструкторське бюро, яке працює над усім проектом, чи кілька різних бюро, які готують свої моделі?

Домовтесь, хто відповідає за конкретні частини моделі, а хто за основну модель, яка пов'язує решту. Хто їх оновлюватиме і як часто, хто все контролюватиме? Це може бути як генеральний підрядник, так і проектна компанія з необхідними інструментами та досвідом. Основну відповідальність може нести BIM-менеджер від підрядника або проектувальника. У цьому випадку варто включити положення про те, до якої частини моделі та у який час матимуть доступ відповідні особи чи компанії.

### ***Страхування.***

Під «страхуванням» мається на увазі не лише те, на яку суму застрахована організація у разі помилки, а й упевненість у тому, що роботу буде виконано відповідно до технології BIM. Тому тут варто передбачити вимоги щодо персоналу, обладнання та технологій. Це можуть бути, наприклад:

- Присутність BIM-менеджера від субпідрядника протягом 5 днів на тиждень на будівельному майданчику.
- Участь у щотижневих координаційних нарадах з 3D-моделі.
- Надання виконавчої документації у файлах .ifc не пізніше 2 тижнів після виконання робіт.
- Наявність "BIM-кіоску" на будівельному майданчику та забезпечення необхідним ПЗ виконробів/керівників робіт.

Ключовим у цьому пункті є включення договірних штрафів, тобто суму, яку компанія має сплатити, якщо вона не виконає свої умови у встановлений

термін. Без фінансових наслідків дуже складно змусити інші організації адаптуватися до нового підходу до роботи.

**Інтелектуальна власність.** Над одним проектом може працювати багато дизайнерів із різних, як правило, конкуруючих компаній. Раніше доступ до креслень та всієї паперової документації (або .pdf) мали лише певні компанії чи приватні особи. Підрядникам же давали тільки, наприклад, план будівлі, план розміщення та підключення пристроїв та якийсь опис.

При використанні технології BIM на «Рівні III», де вся інформація міститься в одній моделі, кожен співробітник, який виконує навіть відносно невеликі роботи на будівельному майданчику, має доступ до інформації про весь проект. Це також стосується детальних технічних рішень, включаючи інформацію про постачальників.

На жаль, навіть у міжнародній практиці питання інтелектуальної власності та авторського права не зовсім виразні. Тому рекомендується уточнювати умови та обмеження використання 3D-моделей на різних етапах проекту та надавати лише необхідну інформацію людям чи компаніям.



**Рисунок 26 – Умови та обмеження використання 3D-моделей на різних етапах проекту**

## ***ЕТАП 9 – ЗАЛУЧАЙТЕ ВСІХ НЕОБХІДНИХ ФАХІВЦІВ***

### ***Спільна мета та комунікація.***

Ми можемо розділити учасників проекту (або просто організації та осіб, які мають прямий чи непрямий вплив на проект) на внутрішніх (тих, хто знаходиться всередині нашої організації), зовнішніх (тих, хто поза нею) та клієнта. Наприклад, до виконавчої компанії нам необхідно включити: менеджера з контракту, керівника будівництва, робітників, контролерів, інженерів з будівництва, інженера з охорони праці та техніки безпеки, а також людей, які не завжди працюють безпосередньо над проектом, наприклад команди, відповідальні за тендер, підготовку до роботи, маркетинг та HR. У свою чергу зовнішніми зацікавленими сторонами є, наприклад, проектувальники, субпідрядники, постачальники, екологічні організації або місцеві органи влади.

Як бачимо, залучених до проекту сторін може бути багато. З точки зору роботи з ВІМ-технологіями важливо якнайшвидше залучити потрібних людей з обраної організації. Насамперед потрібно чітко визначити та донести мету, якої ви хочете досягти за рахунок використання ВІМ. З кожною задіяною особою робота вибудовуватиметься по-різному.

Припустимо, у вас контракт на проектування та будівництво в якості генерального підрядника. У цьому випадку ви:

1. Залучаєте проектувальників на ранній стадії та спільно визначаєте сферу застосування ВІМ.
2. Зв'язуєтесь з клієнтом, щоб організувати зустріч з ВІМ і повідомити, як проходитиме ваше співробітництво і як клієнт буде залучений до роботи.
3. Паралельно ведете переговори з постачальниками та субпідрядниками - повідомляєте, які умови щодо ВІМ вони мають виконати, щоб укласти з вами контракт та працювати над проектом.

Розуміння спільної мети та мотивація інших до її досягнення безпосередньо впливають на успіх усього проекту. Тому важливо надавати потрібну інформацію потрібній людині у правильний час.

Регулярні зустрічі.

Незважаючи на те, що іноді всі ми скаржимося на надто велику кількість нарад, є такі, без яких важко обійтися. Наприклад, на зустрічі із запуску проекту всі учасники отримують базові дані про нього, формують загальне розуміння завдань, цілей та відповідальності. Не варто недооцінювати і сам факт знайомства один з одним, тому що в майбутньому ви досить багато працюватимете з цими людьми.

**Рекомендуємо провести наступні стартові зустрічі:**

**Всередині вашої компанії** – щоб усі учасники проекту могли обмінятися знаннями та пропозиціями.

**З проєктувальниками** – з ними, наприклад, можуть контактувати ваші менеджери з проєктування та будівництва.

**ВІМ-зустріч із клієнтом** – навіть якщо такої вимоги немає, варто запросити інвестора на зустріч із проєктувальниками та ключовими людьми. Зустріч має дати розуміння використання методології ВІМ у проєкті та всіх пов'язаних з цим процедур, проблем та можливостей.

**З постачальниками та субпідрядниками** — це невеликі зустрічі окремо з кожною компанією, що дозволяють передати інформацію про проєкт, можливі проблеми, а також обговорити принципи співпраці.

Також необхідно запланувати **координаційні зустрічі між фахівцями різних напрямків** та окремі зустрічі щодо проєктування на ранній стадії проєкту.

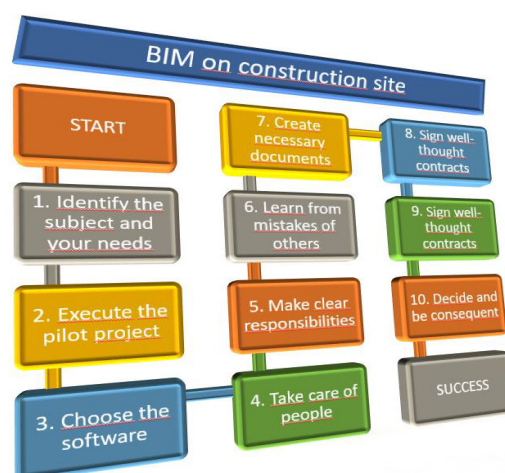


Рисунок 27 – Схема використання ВІМ на будівельному майданчику

## **ЕТАП 10 - ВИЗНАЧТЕСЬ ТА БУДЬТЕ ПОСЛІДОВНІ**

Будьте готові зіткнутися з реальністю.

Часто після виконання описаних вище пунктів відбувається зіткнення з дійсністю. Виявляється, що ПЗ має обмеження, субпідрядники і постачальники, як і раніше, хочуть креслення, а проєктувальник не створює 3D-документацію швидше, ніж традиційні креслення.

Крім того, досі поширена думка, що без креслень будувати не можна. Скептики тільки й чекають на якусь колізію чи помилку, аби лише вказати, що "цей BIM не вирішує проблем і не треба вкладатися в те, що не працює". На жаль, такі реалії – люди «опираються змінам».

У книзі "Switch: HowtoChangeThingsWhenChangeIsHard" є цікавий уривок: "За відсутності серйозної загрози співробітники продовжуватимуть робити те, що робили завжди". "Лідери, що пропонують зміни, яких вимагає час мають переконати людей, що організація справді на смертному одрі — або, принаймні, що потрібні радикальні зміни, якщо організація хоче вижити й процвітати».

Наберіться терпіння і підготуйте вагомі аргументи, щоб переконати навіть найстійкіших консерваторів. Слід постійно підкреслювати, що BIM - це не якась майбутня ідея, а вже "зараз". І або компанія пристосується до нової реальності, або стане неконкурентоспроможною і доведеться її закрити. У той же час, будьте відкриті для діалогу.

**Постійно вдосконалюйтесь.** На цьому наголошують багато систем управління. Наприклад, «Бережливе управління» (LeanManagement), де «прагнення досконалості» один із принципів та умов збереження впроваджених удосконалень.

В контексті BIM це означає отримання досвіду від поточних процесів та їхню постійну оптимізацію. Тут ключове слово – «**Практика**». Якщо щось не працює, хоча теоретично виглядає відмінно, це слід змінити.

Прикладом може бути робота з однією платформою CDE або базою даних, яка насправді має деякі недоліки - наприклад, не дозволяє отримати доступ до

моделей з ВІМ-кіосків або планшетів. У цьому випадку слід протестувати інше, якісніше рішення, яке дозволить повною мірою використовувати можливості ВІМ.

**Будьте послідовні у тому, що робите.**

У повсякденній роботі ви можете стикатися з людьми, які просять "зробити виняток" і не використовувати ВІМ або просто не повідомляють, що не працюють у такій технології, і тим самим вас підводять.

Для того, щоб ви могли підготуватися до такого варіанту подій, автор статті дає приклади ситуацій із власної практики:

***Ситуація 1***

Субпідрядник/постачальник запитує креслення у форматі .pdf або .dwg, щоб підготувати свою пропозицію. Він стверджує, що він не має програмного забезпечення для відкриття файлів .ifc. Зрозуміло, що це можна зробити в багатьох безкоштовних 3D-браузерах або програмах, однак він не хоче брати на себе відповідальність за завантаження всіх необхідних даних. Просто тому, що він не має досвіду і він боїться, що може щось упустити.

***Варіант вирішення:***

Будьте послідовні та надайте тільки 3D-моделі + будь-який необхідний опис чи ескізи. Якщо не цей постачальник, то буде інший. Якщо ви хочете підписати контракт з конкретною компанією, з якою у вас хороші відносини, можна запропонувати кілька годин навчання їхніх співробітників і показати, як працювати з ВІМ.

***Ситуація 2***

Субпідрядник погоджується на все, аби отримати контракт, а після його підписання з'ясовується, що він не має ні досвіду, ні інструментів для виконання робіт у ВІМ-технології.

***Варіант вирішення.***

Тут немає іншого вибору, крім як попросити його виконати умови контракту, і якщо це є справжнє, накласти нього контрактні штрафи. Зрештою, якщо нічого не допомагає, доведеться розірвати договір та шукати іншу компанію.

Звичайно, теоретично все це виглядає легко, але на практиці всі розуміють, які великі наслідки може мати така ситуація для проекту.

Ми повинні пам'ятати, що BIM – це лише інструмент, який ми повинні адаптувати до власних потреб. Тому, впроваджуючи нову технологію до нашої організації.

### **Контрольні питання:**

1. Для чого нам потрібен BIM і чого ми хочемо досягти, використовуючи його?
2. Що є нашим пріоритетом?
3. Як ми можемо, використовуючи цю технологію, розвивати себе та нашу компанію, щоб зрештою заощадити час, гроші та бути більш конкурентоспроможними на ринку?
4. Які переваги архітектурного планування з використанням BIM?
5. Яка класифікація та особливості BIM?
6. Яка числова інформація щодо існуючого або запланованого об'єкта у BIM може використовуватися?
7. Які є основні перевагами BIM?
8. Що є основними бар'єрами щодо впровадження BIM?
9. Вирішення проблем за допомогою BIM Що таке «відкритий» BIM і чому він кращий за «закритий»?
10. Які мінуси закритого BIM?
11. Що таке IFC (Industry Foundation Classes)?
12. Яка роль формату IFC в BIM?

## Список використаних джерел

1. <https://inlab-school.com/tpost/v0y2yz4861-yak-zaprovaditi-tehnologyu-bim-v-budveln>

### 2. Існуюче програмне забезпечення BIM

Для архітекторів та інженерів-будівельників

- [ArchiCAD](#)
- [AllplanArchitektura](#)
- [BentleyArchitecture](#)
- [AutodeskRevitArchitecture](#)

Для інженерів-будівельників

- [AutodeskAutoCADCivil 3D](#)
- [AutodeskInfraWorks](#)

Для інженерів-конструкторів

- [ProStructures](#)
- [RAM](#)
- [RFEM](#)
- [RSTAB](#)
- [STAAD](#)
- [AutodeskRevitStructure](#)
- [SciaEngineer](#)
- [TeklaStructure](#)

Для інженерів будівельних служб

- [AutodeskRevit MEP](#)
- [DDS-CAD MEP](#)
- [MagicCAD](#)
- [MEP ModelerforArchiCAD](#)

Для будівельних компаній

- [Allplan](#)
- [SolibriModelChecker](#)

- [TeklaBIMsight](#)
- [AutodeskNavisworks](#)
- [Autodesk BIM 360](#)

Для інженерів з управління об'єктами

- [AllplanAllfa](#)
- [ARCHIBUS](#)
- [ArchiFM](#)

Для інвесторів

- [bimplus](#)
- [TeklaBIMsight](#)
- [BIMx](#)
- [SolibriModelChecker](#)

Навчальне видання

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

з лекційного курсу та самостійної роботи з дисципліни  
**«СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ»**

*(для здобувачів вищої освіти спеціальності 192  
Будівництво та цивільна інженерія)*

*(Електронне видання)*

Укладачі: З.С. Татарченко,  
Г.О. Татарченко,  
С.Л. Поркуян

Техн. редактор	З.С. Татарченко
Оригінал - макет	З.С. Татарченко

Підписано до друку \_\_\_\_\_  
Формат . Папір типограф. Гарнітура Times.  
Друк офсетний. Умов. друк. арк. \_\_\_\_ . Обл.-вид.арк. \_\_\_\_ .  
Тираж \_\_\_\_ прим. Вид. № \_\_\_\_ . Замовл. № \_\_\_\_ . Ціна договірна.

Видавництво СНУ ім. Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17  
Телефон: +38(050) 218 04 78,  
E-mail: vidavnictvosnu@gmail.com