

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет
імені Олександра Довженка

Кафедра професійної освіти та
комп'ютерних технологій

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**на тему: Технології інформаційного моделювання у будівництві з
розробкою методичного забезпечення викладання теми**

Виконав:

Головка Ганна Олександрівна
15.01 Професійна освіта. Будівництво.

Науковий керівник:
д-р. пед. наук Бурчак Станіслав
Олександрович

Допущено до захисту
« ____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

Дата захисту: « ____ » _____ 20__ р.

Національна оцінка

Кількість балів: _____

Оцінка ECTS _____

Підписи членів комісії:

Глухів 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка
Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ (науковий ступінь, учене звання)

_____ Володимир ЗІНЧЕНКО

_____ (підпис) (ім'я, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

для виконання магістерської роботи здобувачеві

Головко Ганні Олександрівні

015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Науковий керівник д-р. пед. наук Бурчак Станіслав Олександрович

Тема: **Технології інформаційного моделювання у будівництві з розробкою методичного забезпечення викладання теми**

затверджені наказом по університету №64 від 02.02.2023 р.

Термін подання здобувачем виконаної роботи «24» листопада 2023 р.

1. Перелік основних джерел за темою дослідження: Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (ВІМ-технологій) в Україні, державні будівельні норми і стандарти.
2. Зміст магістерської роботи:
 - основні поняття та положення, аналіз розвитку технології інформаційного у будівництві;
 - програмне забезпечення для реалізації технологій інформаційного моделювання у будівництві;
 - зміст фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання будівельного профілю з технологій інформаційного моделювання;
 - навчально-методичне забезпечення з технологій інформаційного моделювання для здобувачів вищої освіти (педагогів професійного навчання будівельного профілю).
3. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: електронна презентація роботи – до 25 слайдів.

Науковий керівник

_____ Станіслав БУРЧАК

_____ (підпис)

Завдання отримав

«__» _____ 2023 р.

_____ Ганна ГОЛОВКО

_____ (підпис здобувача)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(науковий ступінь, учене звання)

(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ПЛАН-ГРАФІК
виконання магістерської роботи

Тема: Технології інформаційного моделювання у будівництві з розробкою методичного забезпечення викладання теми

Здобувач: Головка Ганна Олександрівна

Спеціальність 015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Освітньо-професійна програма Професійна освіта (Будівництво)

№№ з/п	Розділи, підрозділи та їх зміст	Термін виконання	Відмітка наукового керівника про виконання
1.	Робота з інформаційними джерелами	02.03.23	виконано
2	Розробка наукового апарату дослідження, написання вступу	10.04.23	виконано
3	Аналіз розвитку технологій інформаційного моделювання у будівництві	15.06.23	
4	Огляд програмного забезпечення для реалізації технологій інформаційного моделювання	08.09.23	виконано
5	Розробка методичного забезпечення викладання технологій інформаційного моделювання у будівництві	10.11.23	виконано
6	Написання висновків, оформлення роботи і підготовка до захисту	24.11.23	виконано

Підпис здобувача _____

Ганна ГОЛОВКО

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У БУДІВНИЦТВІ	10
1.1. Основні поняття та положення інформаційного моделювання	10
1.2. Сучасна практика застосування технологій інформаційного моделювання у будівництві	20
1.3. Програмне забезпечення для реалізації технологій інформаційного моделювання	36
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКЛАДАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У БУДІВНИЦТВІ	54
2.1. Зміст фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання будівельного профілю з технологій інформаційного моделювання	54
2.2. Навчально-методичне забезпечення викладання дисципліни «Технології інформаційного моделювання у будівництві	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	92
ДОДАТКИ	95

ВСТУП

Актуальність роботи. Стрімкий розвиток інформаційних технологій привели до виникнення нової технології у будівництві, яка отримала назву «Інформаційне моделювання будівлі», або «Building Information Modeling» (далі – BIM). Спочатку технологія BIM була розроблена для проектування будівель. Надалі ця технологія на відміну від традиційних технологій проектування охопила всі стадії створення і управління життєвим циклом будівельного об'єкта - проектування, зведення, експлуатацію, реконструкцію і утилізацію.

Інформаційне моделювання будівлі - це інтегрований підхід до проектування, зведення, забезпечення відповідної експлуатації та реновації будівлі протягом усього її життєвого циклу, який полягає в розробці, накопиченні та комплексній обробці архітектурно-конструкторської, технологічної, технічної, економічної та іншої інформації про будівлю й об'єкти її життєзабезпечення, що розглядаються як єдина система. Використання інформаційних технологій у будівельній сфері має широкі перспективи, враховуючи складність завдань, величезні обсяги інформації та кількість учасників будівництва.

У світі розроблено декілька стандартів інформаційного моделювання будівель, у яких наведено організаційну структуру, шляхи взаємодії різних спеціалістів при розробленні проекту в спільному просторі.

Така модель має бути повноцінною віртуальною копією будівлі, що містить повну інформацію про об'єкт з геометричними й технічними характеристиками конструкцій, будівельних матеріалів, технологічного обладнання, граничних параметрів експлуатації та ін., яка може бути використана протягом усього його життєвого циклу.

Міжнародний досвід впровадження технологій інформаційного моделювання (США, Великобританія, Китай, Сінгапур, Австралія, провідні країни Європи та ін.) підтверджує доцільність та ефективність їх

використання у будівництві. Державна підтримка BIM-технологій в світі йде зростаючими темпами. У більшості країн Європи з 2016 р. така технологія обов'язкова при отриманні держбюджетних замовлень.

«Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні» передбачає внесення напряму «Впровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) у будівництві» до переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок.

У Концепції відзначено: «Будівельна галузь України на сьогодні має низку взаємопов'язаних проблем, однією з яких є відсутність системного процесу створення та обміну цифровою інформацією. Наявна на сьогодні роздробленість, хаотичність, непрозорість даних звужує аналітичні можливості для пошуку та прийняття стратегічних рішень, оцінки їх кінцевого ефекту, а також створює бар'єри щодо системного впровадження нових методів та сучасних технологій у галузі в цілому», що підтверджує актуальність теми дослідження.

На початковому етапі реалізації концепції передбачається: забезпечити умови для навчання (підвищення кваліфікації) щодо використання BIM-технологій в будівництві; розвиток інноваційних форм співпраці бізнесу із закладами освіти з метою задоволення потреб сфери архітектурно-будівельної галузі у фахівцях, що володіють необхідними компетентностями.

Аналіз попередніх досліджень. Технологіям інформаційного моделювання та їх впровадженням присвячені роботи таких авторів: М.С. Барабаш, А.С. Білик, В. Джефф, Ч. Істмен, К.І Київська, Дж. Родрігес, Р. Сакс, А.В. Талапов, П. Тейхольц, Т.Г.Фесенко та ін. Також слід відзначити на численних інтернет-ресурсах публікації практиків з BIM-проекування.

Інший напрям досліджень стосується формування професійної компетентності майбутніх фахівців у сфері інформаційних технологій

будівництва, пов'язаних з розробкою дисциплін та курсів для здобувачів освіти архітектурних і будівельних спеціальностей.

Попри безумовну цінність наведених результатів наукових досліджень, питання узагальнення наукової проблеми впровадження технологій інформаційного моделювання і будівельній галузі нашої країни залишаються недостатньо вирішеними.

Одночасно з теоретичними є практичні передумови, що вимагають розробки навчально-методичного забезпечення з технологій інформаційного моделювання з метою удосконалення змісту фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання у закладах вищої освіти.

Отже, актуальність проблеми, нагальна потреба вдосконалення змісту підготовки майбутніх педагогів професійного навчання будівельного профілю у сфері інформаційних технологій, пов'язана з нерозробленістю відповідного навчально-методичного забезпечення зумовили вибір теми дослідження – «Технології інформаційного моделювання у будівництві з розробкою методичного забезпечення викладання теми».

У магістерській роботі наведено теоретичне узагальнення наукової проблеми впровадження технологій інформаційного моделювання в будівництві та практична розробка навчально-методичного забезпечення з технології інформаційного моделювання у будівництві для вдосконалення змісту фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання будівельного профілю.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика магістерської роботи відповідає змісту «Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (ВІМ-технологій) в Україні» (термін впровадження – до 2035 року).

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування впровадження технологій інформаційного моделювання в будівництві та розробка навчально-методичного забезпечення викладання теми.

Об'єктом дослідження є технології інформаційного моделювання в будівництві.

Предмет дослідження: особливості застосування сучасних технологій інформаційного моделювання в будівництві та методичного забезпечення його викладання для педагогів професійного навчання у закладах вищої освіти.

Методи дослідження полягають в аналізі наукової літератури з метою вивчення проблеми та визначення теоретичних основ дослідження; застосуванні методів групування та структурування інформації, вивченні й узагальненні досвіду впровадження технологій інформаційного моделювання в будівництві.

У роботі були поставлені наступні **завдання:**

1) розглянути основні поняття та положення технологій інформаційного моделювання;

2) виконати аналіз розвитку технологій інформаційного моделювання в будівництві;

3) розглянути програмне забезпечення для реалізації технологій інформаційного моделювання в будівництві;

4) визначити зміст фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання будівельного профілю з технологій інформаційного моделювання;

5) розробити навчально-методичне забезпечення з технологій інформаційного моделювання для здобувачів вищої освіти (педагогів професійного навчання будівельного профілю).

Практичне значення результатів дослідження. Отримані у роботі результати можуть використовуватись для удосконалення освітньо-професійних програм підготовки педагогів професійного навчання будівельного профілю, розробки нових освітніх компонентів.

Подальші дослідження будуть спрямовані на поглиблене вивчення

використання хмарних сервісів для вдосконалення технологій та поглибленої підготовки майбутніх фахівців у сфері ВІМ -технологій.

Апробація результатів роботи. Основні положення роботи висвітлені у доповідях і обговореннях на наукових семінарах та конференціях здобувачів освіти ГНПУ ім. Олександра Довженка (м. Глухів 2022-2023 рр.).

Обсяг та структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Повний обсяг роботи становить 103 сторінки, у тому числі 86 сторінок основного тексту, списку використаних джерел на 3 сторінках та додатків на 14 сторінках.

РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

1.1. Основні поняття та положення інформаційного моделювання

Інформація є могутнім ресурсом науково-технічного та соціально-економічного розвитку суспільства. Термін інформація (від латинського слова *information* - "роз'яснення, повідомлення, виклад") є фундаментальним поняттям, чіткого визначення якого не має. Під інформацією розуміють факти, поняття, відомості, теоретичні положення, які змінюють початкову невизначеність щодо об'єктів і процесів навколишнього світу.

Поняття інформаційних технологій з'явилося з виникненням інформаційного суспільства та пов'язаними з ним інформаційними ресурсами – знання, наука, організаційні чинники, інтелектуальні здібності людей, їх творчість та ініціативність.

Термін «інформаційні технології» – це узагальнена назва технологій, що відповідають за зберігання, передачу, обробку, захист і відтворення інформації з використанням комп'ютерів. Особливістю інформаційних технологій є те, що в них і предметом, і продуктом праці є інформація, а засобами праці - засоби обчислювальної техніки.

Появу найпростіших інформаційних технологій можна віднести до початку писемності. Це наскельні малюнки та знаки, малюнки на корі, глиняних дощечках, папірусі і т.п. Винахід телефону, радіо, телебачення, а надалі і комп'ютерів, цифрових систем зв'язку і мереж, глобальної мережі Інтернет і наймовірніше стрімке їх поширення дозволило новим, автоматизованим інформаційним технологіям увійти практично в усі сфери людської діяльності.

Під інформаційною технологією розуміють сукупність засобів і методів отримання, обробки і подання інформації, які здійснюються в інтересах користувачів.

Мета інформаційних технологій - постачання інформації для її аналізу людиною й прийняття на його підставі рішення до виконання необхідних дій.

Властивості сучасних інформаційних технологій:

1. Складність (величезна кількість розробок).
2. Цінність (оперування великими масивам інформації у вигляді бази даних й інформаційної продукції широкої номенклатури).
3. Різноманіття елементів (тобто включає весь набір елементів, необхідний для досягнення поставленої мети).
4. Подільність (забезпечувати високий ступінь розподілу інформаційного процесу на етапи, процеси, операції, дії).
5. Регулятивний характер (тобто всі етапи, дії, операції інформаційного процесу можуть бути стандартизовані й уніфіковані, що дозволяє більш ефективно здійснювати цілеспрямоване керування цими процесами).
6. Інтегрованість (взаємозв'язок програмних продуктів різних розробників).
7. Інтерактивність (діалоговий режим роботи користувача з комп'ютером).
8. Гнучкість процесу (як зміни даних, так і постановки завдань).

Термін «інформаційне моделювання» вперше був введений засновником вітчизняної інформатики академіком В.М. Глушковим в контексті визначення можливостей моделювання функцій людського мозку. За його оцінкою, в поняття моделі сучасна наука вкладає широкий і глибокий зміст, приділяючи основну увагу моделюванню прихованих внутрішніх властивостей об'єкта. Подібні моделі існують зазвичай лише в описах. Моделювання будь-якого об'єкта в подібному сенсі є фіксацією того чи іншого рівня пізнання цього об'єкта, що дозволяє не тільки описувати його будову, але і передбачати його поведінку. На думку В.М. Глушкова, комп'ютер є універсальним інструментом для інформаційного моделювання.

Моделювання – це процес дослідження об'єкта на його моделі. Інформаційне моделювання призначене для дослідження процесів збору, зберігання, обробки і передачі інформації у системі, що вивчається.

Мета інформаційного моделювання полягає в отриманні нових знань, нової інформації про об'єкти, кількісні та якісні результати на основі даної моделі. Якісні висновки, що одержані за результатами аналізу, дозволяють виявити невідомі раніше властивості об'єкта: його структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність та ін. Кількісні висновки в основному носять прогностичний характер деяких майбутніх або пояснення змін попередніх значень, що характеризують даний об'єкт.

Будівництво є однією з головних галузей економіки, де стрімко втілюються технології інформаційного моделювання. Розвиток сучасного будівництва пов'язаний з обробкою величезної кількості інформації на всіх стадіях життєвого циклу будівельних об'єктів - проектування, зведення, експлуатації, реконструкції, ремонту та їх утилізації.

Високі темпи глобальної інформатизації будівельного виробництва, складність створюваних систем, зміна пріоритетів, умов, обмежень і ускладнення об'єктів будівництва у цілому зробили неприйнятними традиційні методи проектування. Технологія ручного архітектурно-конструкторського та організаційно-технологічного проектування будівель та споруд при зростанні рівня складності задач, гальмує прогрес у будівництві, супроводжується перевищенням запланованих термінів і вартості, розтягуючи розробку і створення багатьох нових об'єктів іноді на багато років, а то і десятиліть. Тому традиційне класичне проектування вже практично стало історією (рис.1).

Застосування комп'ютерів в будівельному проектуванні почалося наприкінці 50-х років, одразу ж після того, як перші комп'ютери стали доступні інженерам. Починаючи з 60-х років минулого століття та фактично ще на початку XXI століття будівництво було однією з неефективних галузей

економіки більшості країн світу. В той час, коли в останні п'ятдесят років продуктивність в інших сферах промисловості зросла удвічі, у будівництві позначився зворотний тренд – зниження продуктивності більше, ніж на 20%.



Рис.1.1. Конструкторське бюро у 60-ті роки у колишньому СРСР

На розвиток будівництва впливає цілий ряд факторів, головними з яких є:

- 1) глобальна реконструкція та реставрація існуючих будівель та споруд;
- 2) необхідність проектування об'єктів в прискорені терміни;
- 3) збільшення обсягів нових об'єктів будівництва та їх складності;
- 4) завантаженість нових об'єктів будівництва та інфраструктури інженерними комунікаціями і обладнанням;

- 5) потреба у екологічному і енергоефективному проектуванні з огляду на зростаюче забруднення навколишнього середовища;
- 6) зростання кількості проектної документації та вимог до її якості;
- 7) необхідність надання інвесторам і замовникам вартісних розрахункових показників проекту;
- 8) потреба забезпечити міжнародну кооперацію у проектуванні;
- 9) необхідність виконати проєкт менш затратним і більш рентабельним, гнучким і стабільним у кризовій економічній ситуації.

Необхідність вироблення, зберігання, обробки та передавання великих об'ємів різноманітної інформації протягом життєвого циклу будівельного об'єкту, що пов'язує між собою велику кількість, як правило взаємовіддалених учасників проєкту (замовників, інвесторів, проєктувальників, будівельників, економістів, постачальників, підрядників тощо) висуває високі вимоги щодо використаних технологій інформаційного моделювання (рис. 2).

Інформаційне моделювання будівлі – процес, під час якого створюється єдина модель будівлі, що складається з різних проєктувальних частин і містить архітектурно-конструкторську, технологічну, економічну та іншу інформацію. Така модель може бути використана для управління будівлею на всіх етапах її життєвого циклу: будівництво, обладнання, експлуатація, ремонт, демонтаж і утилізація.

Building Information Modeling, або аббревіатура BIM, в перекладі з англійської мови означає інформаційне моделювання будівель (споруд) і має багато формулювань. Загалом BIM трактують як процес створення і управління інформацією на всіх стадіях життєвого циклу будівництва.

Поняття «інформаційна модель будівлі» вперше було введено у 1975 р. професором Технологічного інституту штату Джорджії Ч Чарльзом Істманом у публікації «BuildingDescription System» (Система опису будівлі) журналу Американського Інституту Архітекторів (AIA).

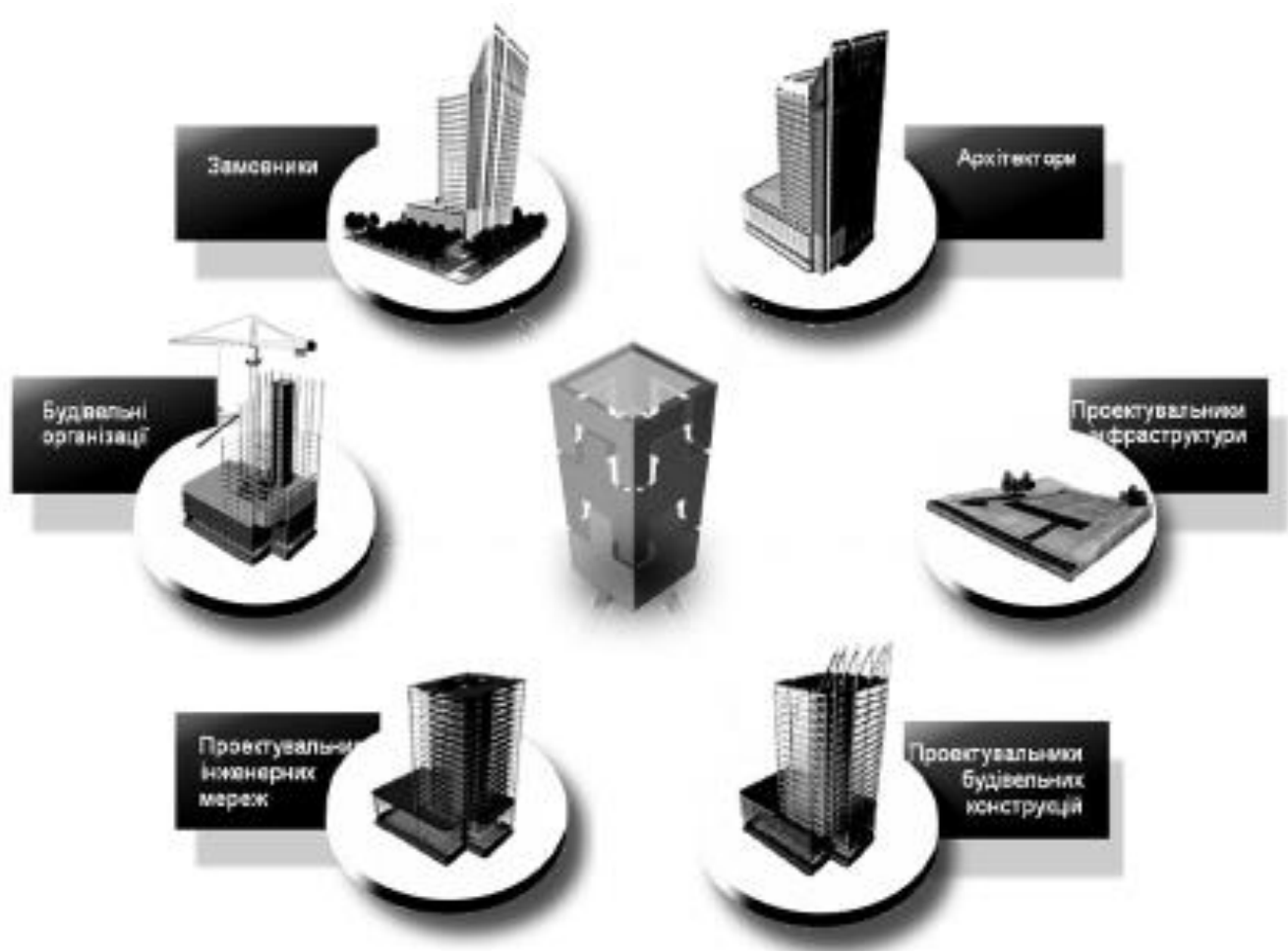


Рисунок 1.2. Учасники будівельного проекту

У 1986 р. англійський інженер-проектувальник Роберт Ейш вперше використав термін «Building Modeling» як інформаційне моделювання будівель. За допомогою BIM створюється модель будівлі, яка забезпечує чітке бачення проекту у цілому. Він уперше сформулював основні принципи інформаційного моделювання:

- тривимірне представлення об'єкта;
- автоматичне отримання креслень на основі сукупності параметрів об'єкта та його елементів;
- інтелектуальна параметризація об'єктів;
- створення відповідних баз даних;

– розподіл процесу проектування об'єкта за етапами тощо.

Роберт Ейш успішно реалізував новий підхід інформаційного моделювання у проектуванні реконструкції терміналу лондонського аеровокзалу «Хітроу».

Починаючи з 2002 року концепцію Building Information Modeling (BIM) стали втілювати провідні світові розробники програмного забезпечення у такі, як Autodesk (США), Bentley Systems (Англія), Graphisoft, (Угорщина), Tekla (Фінляндія). Власну термінологію «Building Information Modeling» пропонували такі компанії: Graphisoft – «Virtual Building (Віртуальна Будівля)», Bentley Systems – «Модель комплексного проєкту», Autodesk – «Інформаційне моделювання будівель» для спрощення обміну і сумісності інформації у цифровому форматі. Надалі аббревіатура BIM увійшла до лексикону фахівців із систем комп'ютерного проектування і набула широкого розповсюдження в усьому світі.

Зазначимо, що поняття BIM використовують як для позначення безпосередньо самої інформаційної моделі будівлі, так і для процесу інформаційного моделювання. Можна також 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 з використанням спеціального програмного забезпечення динамічного моделювання будівель у тривимірному просторі та реальному часі, з метою зменшення витрат часу та ресурсів у проектуванні та будівництві.

Інформаційне моделювання в будівництві - це комплексний підхід до зведення, оснащення, забезпечення експлуатації та ремонту будівлі, який передбачає збирання та комплексну обробку в процесі проектування архітектурно-конструкторської, технологічної, фінансової та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками та залежностями. В інформаційному моделюванні будівельний об'єкт проєктується фактично як

єдине ціле і зміна будь-якого його параметра тягне за собою автоматичну зміну інших, пов'язаних з ним параметрів об'єктів, зміни креслень, візуалізацій, специфікацій, графіка будівництва тощо на всіх етапах життєвого циклу.

Поняття BIM сформульоване спеціалістами компанії Autodesk, – це добре скоординована, взаємопов'язана і узгоджена інформація, яка піддається розрахункам та аналізу, має геометричну прив'язку, придатна до комп'ютерного використання і допускає необхідні оновлення будівельного об'єкту. Ця інформація щодо об'єкта, що проектується чи існує, 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.

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.

Якщо принципово розглядати будь-які моделі та об'єкти в проектуванні та управлінні, використовуючи BIM – то це, насамперед, інформація, що дозволяє автоматично створювати креслення й звіти, виконувати аналіз проекту, моделювати графік виконання робіт, прогнозувати експлуатацію об'єктів та ін. Цей підхід надає колективу

фахівців необмежені можливості для прийняття найкращого рішення з урахуванням всіх наявних даних.

У структурі адміністрування - BIM підтримує розподілені групи, тому фахівці, залучені до проєкту можуть ефективно і спільно використовувати цю інформацію протягом всього життєвого циклу будівлі, що виключає надмірність, повторне введення і втрату даних, помилки при їх передачі і перетворенні.

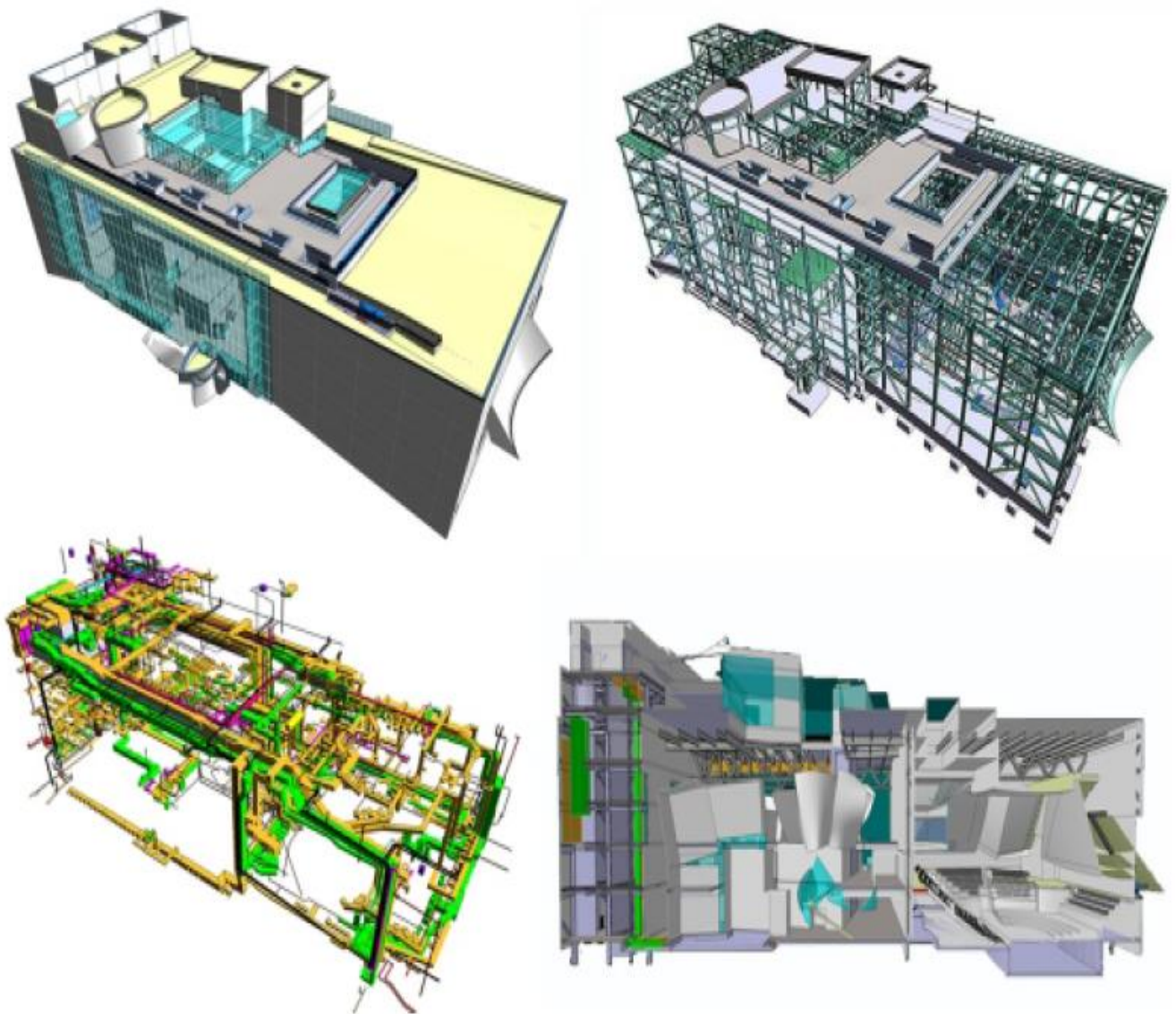


Рисунок 1.3. Проєкт будинку вищої музичної школи New World Symphony в Майамі (США) архітектора Фрэнка Гері, розроблений за технологією BIM

ВІМ можна використовувати лише в програмних засобах або в комплексі програм, за допомогою яких вона і була створена. Вона не є «штучним інтелектом», адже виявляє неточності сама модель, а усуненням помилок займається проєктувальник. Але ВІМ-модель створює всі умови, щоб робота людини була найбільш ефективною.

1.2. Принципи розробки і функціонування інформаційної моделі будівлі

У традиційному проектуванні архітектори, як правило, розробляють саму концепцію об'єкта будівництва та задають основу майбутньої моделі, тобто визначають основний напрямок проектування і координують дії всіх інших учасників цього процесу. Інженери-конструктори проектують несучий каркас будівлі та конструкції, його інженерне обладнання. Технологи розробляють проект організації будівництва та проекти виконання робіт, фахівці з ландшафтного дизайну розробляють благоустрій прилеглої території, кошторисники та економісти складають проектно-кошторисну документацію (об'єктні та локальні кошториси, калькуляції і т. і.). Може бути й інший підхід, коли проект починається не з архітектурного задуму, а з конструкторської ідеї або технології виробництва продукції (наприклад, промислова будівля або технічна споруда). Але традиційне проектування не дозволяє максимально автоматизувати та інтегрувати всі стадії проектування будівельного об'єкту. Яскравим прикладом цього є програмні засоби розрахунків кошторисів. В якості вхідної інформації вони потребують об'ємні показники будівлі, які вручну вносять в програмний комплекс з паралельною прив'язкою до нормативів, яка теж відбувається в ручному режимі.

На відміну від традиційної технології проектування, BIM-технологія охоплює весь життєвий цикл будівлі та ґрунтується на спільному проектуванні конструкторів, архітекторів, інженерів, технологів та інших фахівців, залучених до проекту. BIM-технологія дозволяє у віртуальному режимі дібрати, розробити, розрахувати, пов'язати разом і погодити створювані різними фахівцями й колективами елементи і системи майбутньої споруди, заздалегідь перевірити їх життєздатність, функціональність та

експлуатаційні якості, а також уникнути внутрішніх неузгоджень (так званих колізій).

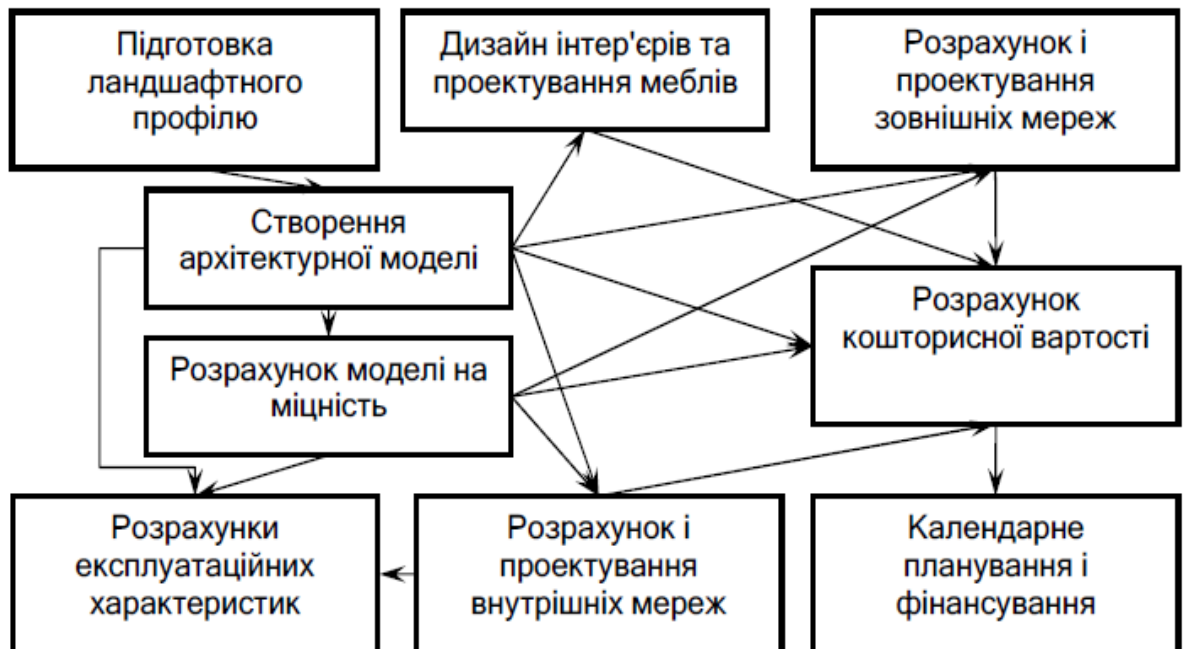


Рис.1.4. Схема традиційного проектування будівлі

Будівельний об'єкт за технологією BIM проектується як одна ціла система, тому заміна хоча б одного компонента чи параметра автоматично змінює інші, взаємопов'язані з ним параметри об'єктів, зміни креслень, візуалізацій, специфікацій, зміни темпу будівництва на всіх етапах життєвого циклу.

У технологіях BIM використовується чітко структурована база даних, в якій міститься вся інформація, що дозволяє в будь-який момент часу отримувати актуальну проектну документацію та візуалізації, а також аналізувати їх. Кожен фахівець має можливість працювати з об'єктом за допомогою розділеної технології. Такий спосіб реалізації дозволяє скоротити час на вирішення усіх змін в технологічному ланцюжку будь-якої системи,

адже всі параметри автоматично коректуються в інформаційному комплексі BIM.

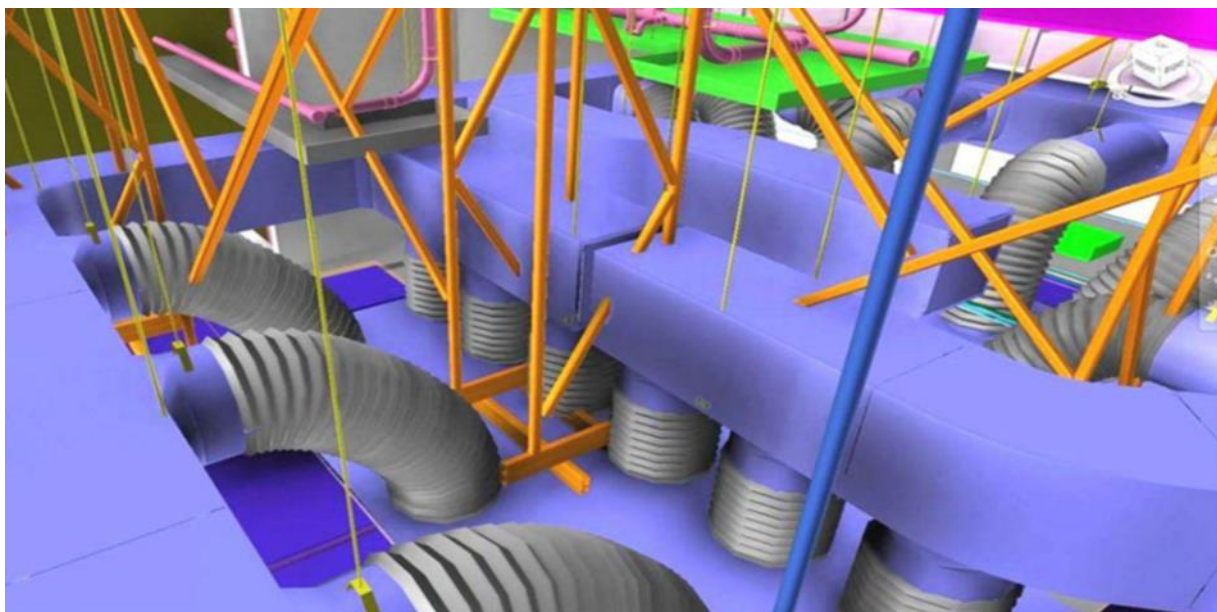


Рис. 1.5. Перевірка колізій на BIM-моделі

За допомогою BIM створюється віртуальна модель будівлі, яка використовується протягом усього періоду робіт, розпочинаючи зі створення проєкту та проєктно-кошторисної документації до експлуатації будівельних об'єктів. Така об'ємна модель дозволяє проєктувальникам здійснювати точний аналіз об'єкта, прийняти зміни та інші конструкторські рішення ще на етапі створення проєкту, не використовуючи додатковий час та кошти на внесення змін вже під час будівництва. Відомо, що виправлення помилок на будівельному майданчику у десятки разів дорожче, ніж її виправлення у проєкті. Завдяки цьому мінімізуються витрати, що можуть витратитись на додаткові прорахунки та виправлення існуючих помилок, збільшується оперативність будівництва. BIM-технологія значно автоматизує та полегшує збір, обробку, систематизацію, зберігання та використання даної інформації та весь процес проєктування будівельних об'єктів.

Під час створення BIM-моделі є можливість створити одразу декілька варіантів самого проекту, щоб проаналізувати кожен та обрати найоптимальніший варіант з різними показниками, включаючи фінансові затрати, технологічність та надійність.

Незаперечними перевагами застосування BIM-технологій на етапі будівництва є наступні:

- ретельній контроль організаційно-технологічних процесів та операцій;
- контроль за основними техніко-економічними та організаційно-технологічними показниками, в тому числі за дотриманням термінів виконання робіт;
- зниження кількості просторових колізій
- оперативне коригування вартісних показників в залежності від динаміки розвитку організаційно-технологічних та економічних процесів відповідного етапу життєвого циклу;
- скорочення термінів введення будівлі в експлуатацію будівництва;
- зниження непродуктивних виробничих запасів;
- зниження фінансових витрат на будівництво.

Використання технології інформаційного моделювання при реалізації будівельних проектів та експлуатації споруд, забезпечує:

- точність прогнозів;
- підвищення точності фінансових розрахунків та скорочення часу на підготовку кошторисної вартості проекту;
- можливість моделювання змін в моделі будівля в залежності від стадії реалізації проекту;
- фіксацію і відстеження поточного стану будівлі на всіх етапах життєвого циклу за рахунок порівняння фактично отриманих технологічних та організаційних показників з очікуваними їх проектними значеннями.
- підвищення контролю над витратами;

- зменшення кількості змін в проекті.
- швидке коригування інформаційної моделі.

У використанні BIM-технологій всі принципові рішення з проектування приймає людина, а спеціальне програмне забезпечення виконує технічні функції з пошуку, зберігання, швидкої обробки, аналізу і передачі інформації.

Інформаційна модель повинна існувати протягом всього життєвого циклу створення будівельних об'єктів та навіть після початку їх експлуатації. Інформація, що в ній міститься може змінюватись, оновлюватись або доповнюватись та відображати поточний стан об'єкта.

Термін вимір або розмірність (від англ. «dimension») – це узагальнене поняття «способу», в якому конкретні види даних (наприклад, час, вартість і т.п.) пов'язані з інформаційною моделлю.

2D–використовуються для побудови двомірної геометрії об'єкта.

3D-моделювання – процес створення і відображення тривимірної комп'ютерної моделі об'єкта, що використовує різноманітні методи і техніки. 3D-модель містить у собі таку інформацію:

- геометричні параметри об'єктів (розміри, об'єм і т.д.);
- фізичні параметри об'єктів (маса, матеріал, фізичні константи і т.д.);
- присвоєні параметри (атрибути) об'єктів (ім'я, переріз, маркування, стандарт і т.д.);
- топологічні параметри об'єктів (описують взаємозв'язки між елементами);
- часові параметри об'єктів.

3D-модель може бути використана для побудови геометричної проєкції тривимірної моделі на площину або для створення фотореалістичної статичної візуалізації, так і динамічної анімації.

Сучасні BIM-технології виходять за ці межі, даючи можливості для моделювання, що визначається як 4D, 5D, 6D та 7D-моделювання.

Приєднання додаткових «вимірів» дозволяє повніше оцінити будівельний проєкт – як і коли він має бути реалізований, його вартість, характер експлуатації і т.д. Існує декілька видів таких вимірів.

4D проектування - це BIM-модель + час. Планування і керування процесами будівництва та експлуатації будівлі в часовому просторі, що використовує інформацію закладену в BIM-моделі. Формування завдань будівельної технології, відомостей, замовлень і т.п. ґрунтується на реальних даних проєкту. Тривимірні візуалізації технологічних робіт за розрахованими графіками завдань, логістичні операції, симуляція будівельних процесів тощо, які відображають послідовність та логіку реалізації проєкту.

5D – це BIM-модель + вартість. Об'єднавши заплановану в часі тривимірну модель з вартісними показниками можна передбачати фінансові потоки на всіх етапах будівництва. 5D – створює можливість виготовлення більш точної кошторисної документації, мінімізації помилок, а також контролю фінансових, матеріальних, трудових та інших витрат на реалізацію проєкту на етапі будівництва. Дана модель дозволяє здійснити моделювання витрат, оцінювати й аналізувати витрати, які є або можуть бути в процесі всього життєвого циклу об'єкту, що сьогодні є одним із головних чинників, які зумовлюють залучення будівельних інвестицій.

6D - технічна експлуатація споруд та будівель із використанням 3D проєктної моделі будівлі з дотриманням принципів сталого розвитку у будівельному процесі. 6D передбачає включення інформації про виробника конструкцій, деталей, виробів, обладнання, дату їхнього виготовлення, монтажу, необхідне технічне обслуговування та інформацію про налаштування та експлуатацію елементів для оптимальної роботи, енергоефект; обслуговування комунікаційних систем та кількість витрат, моніторинг стану обладнання та періодичний огляд для підтримки необхідного рівня комфорту. 6D дозволяє здійснювати розрахунки енергоефективності та енергоспоживання будівлі, а також комплексні

розрахунки всієї будівлі (з урахуванням місця розташування) і всіх її елементів одночасно.

Завдяки цій технології вже на стадії проектування можна оцінити майбутню будівлю за показниками енергоефективності й екологічності (використання поновлювальних джерел енергії, природних матеріалів та ін..)

7D – моделювання, що полягає на управлінні будівельним об'єктом протягом цілого життєвого циклу від проектування до демонтажу і утилізації.

Існує ще декілька видів вимірів, що з'являються в процесі, для яких чітка прив'язка до певної розмірності та загальна формалізація ще не визначені, наприклад такі як «Сталість», «Енергоефективність», «Безпека», «Екологічність» та інші.

Зважаючи на різноманітність програмного забезпечення, що використовується в інформаційному моделюванні на різних етапах життєвого циклу будівлі, існують різні підходи до обміну даними.

Використання закритих форматів – це використання власних форматів певного програмного забезпечення, що суттєво спрощує процеси обміну даними, оскільки обмін відбувається в єдиному середовищі, з однаковими механізмами та можливостями програмного комплексу. Такий формат є абсолютно залежним від розробника відповідного програмного забезпечення, і суттєво обмежений в можливостях взаємодії програмними комплексами інших розробників.

Концепція «Open BIM» – підхід, що передбачає використання відкритих форматів та протоколів. Цей формат має відкриту специфікацію, яка не контролюється жодним розробником програмного забезпечення, і фактично всі програмні комплекси мають можливості для роботи з цим форматом – підтримують його структуру, мають можливості експорту та імпорту даних.

З іншого боку, внаслідок орієнтації на універсальність використання ймовірно виникнення розбіжності в інтерпретації даних у різних програмних середовищах, складнощі їхньої передачі, повільніші темпи в підтримці та реалізації нових технологій та стандартів.

Суттєвою перевагою є суміщений підхід, в якому одночасно використовуються закритий і відкритий способи обміну даними.

Особливістю інформаційної моделі є те, що всі її складові частини можуть бути виконані в різних BIM-програмах, обмін даними між якими здійснюється за допомогою формату IFC (Industry Foundation Classes)-міжнародного стандарту опису об'єктів будівельної індустрії для архітектурних і будівельних САПР.

Принципова відмінність формату IFC від інших форматів обміну даними полягає в тому, що він передбачає не лише повний геометричний опис об'єкта в 2D і 3D, але й зберігає його взаємозв'язки з іншими об'єктами. IFC також містить всі функціональні параметри, ретельно відпрацьовані для кожного типу об'єктів (наприклад, вага, опис матеріалів, температурні характеристики, ціна і т.д.).

Формат IFC підтримується великою кількістю розробників програмного забезпечення: Autodesk, Nemetschek, Tekla та ін.

За допомогою BIM можна займатися виготовленням необхідних для будівництва несучих конструкцій (колони, балки, ферми, плити перекриттів тощо) будівельними матеріалами, обладнанням для оснащення будівлі (ліфти, насоси, електричні системи, системи опалення, кондиціонування), складати кошториси, формувати замовлення як в загальному обсязі, так і за календарним графіком, визначати загальний обсяг необхідних для цього фінансових коштів, складати графік платежів для замовлення матеріалів і устаткування. Також BIM служить основою для організації будівництва, взаємодії субпідрядників, складання графіків, схем і календарних планів,

управління потоками поставок і послідовністю монтажу, фінансового обслуговування процесу будівництва тощо.

Технологія BIM-моделювання дозволяє оперативно вносити корективи в конструктивну та інші частини проекту і сам процес зведення будівлі, якщо в цьому з'являється необхідність (практика показує, що такі ситуації завжди виникають на будівельному майданчику).

Для інвесторів, які безпосередньо не пов'язані із зведенням будівлі, але фінансують об'єкт будівництва BIM також є джерелом інформації. Детальний й відповідальний висновок відносно вартості різних варіантів будівництва потрібен інвесторами щодо ухвалення рішення про початок роботи над проектом.



Рис.1.6. Віртуальний огляд майбутньої будівлі

Грунтовна робота з потенційним інвестором на стадії проектування передбачає виконання як мінімум трьох обов'язкових умов:

1) у замовника повинна бути максимальна ясність щодо основних показників проєкту будівлі, її оснащення, організації будівництва тощо;

2) треба мати можливість оперативно вносити зміни в проєкт, враховуючи постійно виникаючі нові побажання замовника, при цьому не змінюючи відведених на це термінів (рис.1.6);

3) при кожній зміні у проєкті, в кожному новому варіанті оперативно отримувати його економічні характеристики та всю іншу технічну інформацію.

Отже, найбільший ефект із застосування BIM-технологій досягається за умови їх впровадження та повноцінного застосування на всьому етапі життєвого циклу об'єкта будівництва

На етапі концепції основними завданнями створення інформаційної моделі об'єкту є врахування містобудівних умов, технологічного обладнання та устаткування, систем енергопостачання, основних конструктивних елементів будівель, місць приєднання до зовнішніх інженерних мереж та комунікацій та ін.

На цьому етапі, використання BIM-технологій дозволяє дослідити цілий ряд параметрів майбутньої будівлі та виконати попередній аналіз її основних показників ефективності:

- порівняння проєктних варіантів,
- енергоефективність,
- екологічність,
- прогнозування вартості об'єкта тощо.

Отримані з попередньо розроблених проєктів бази даних дозволяють вдосконалити процес прийняття рішень на ранніх етапах, отримати замовнику повну інформацію щодо майбутнього проєкту. Таким чином, використання BIM-технологій дозволяє створити оптимальну структуру проєкту та забезпечити базу для оптимізації рішень в її реалізації.

На етапі проєктування для розробки основних моделей та спеціальних розділів проєкту використовуються моделі концептуальної стадії разом з усією графічною інформацією (3D та інші формати), яка була розроблена на попередньому етапі.



Рис.1.7. Технології ВІМ в рамках життєвого циклу будівельного об'єкту

Саме на цій стадії BIM-технології мають можливість максимально вплинути на проєкт, оскільки від прийнятих проєктних рішень, залежать вартісні показники об'єкта. Це досягається шляхом залучення до командної роботи усіх спеціалістів (архітекторів, конструкторів, технологів та ін.), які беруть участь в проєкті, для взаємодії та координації в процесі розробки, використовуючи зведені інформаційні моделі будівлі. Така стратегія дозволяє зробити кілька проєктних інтеграцій, в рамках яких можна виявити колізії, знайти помилки у проєкті, оптимізувати архітектурні, конструктивні та інженерні рішення.

На тендерному етапі основною задачею є організація та систематизація (класифікація) змісту створеної моделі за видами робіт, матеріалів, оцінка вартості, тривалості та послідовності будівництва, а також визначення ключових показників якості проєкту будівництва, стратегії реалізації, вибір підрядників серед будівельних компаній та будівельно-монтажних організацій, постачальників та проведення торгів. Використання BIM на цьому етапі дозволяє оптимізувати вибір підрядної організації, зробити первинну оптимізацію інженерних рішень, а також зробити більш реалістичний прогноз щодо графіка виконання робіт і вартості реалізації проєкту.

Використання BIM-технологій суттєво впливає на етап будівництва. Спеціальна інформаційна модель об'єкта включає в себе сукупність тривимірної, графічної, текстової та календарної інформації про процес організації і виконання всього комплексу будівельних робіт, фінансування будівництва та розподіл витрат, а також візуалізацію процесу зведення об'єкта. Така модель може бути синхронізована з планом виконання робіт, що дозволяє контролювати фактичний стан об'єктів будівництва, відслідковувати і аналізувати можливі відхилення, фіксувати витрати, отримувати дані щодо потреби у матеріальних ресурсах, завантаженні будівельної техніки, робочої сили, надходження необхідних матеріалів,

виробів, конструкцій на будівельний об'єкт, а також оперативну інформацію в режимі реального часу.

По завершенню будівництва модель об'єкта актуалізують на підставі виконавчої зйомки з урахуванням усіх внесених змін та допущених відхилень у процесі будівництва для відтворення реалістичної цифрової копії об'єкта.



Рис. 1.8. Візуалізація процесу зведення споруди.

На етапі експлуатації передбачається, що отримана інформаційна модель містить всі необхідні дані для ефективного управління та експлуатації будівлі. Ці дані можуть включати в себе інформацію про виробників обладнання та систем, дату їх встановлення, необхідне технічне обслуговування та дані про те, як вони будуть діагностуватися й ефективно експлуатуватися; дані про терміни служби та виведення з експлуатації.

Важливою частиною для всіх етапів є збір даних протягом експлуатації за допомогою датчиків, моніторингових систем та інших джерел надходження інформації. Ці дані мають постійно оброблятися та аналізуватися для оптимізації та подальшого покращення основних

експлуатаційних показників об'єкта. Далі інформаційна модель може бути використана для процесів демонтажу або подальшої реновації, санації або реконструкції об'єкта.

Найбільший ефект із застосування BIM-технологій досягається за умови їх впровадження та повноцінного застосування на всьому етапі життєвого циклу об'єкта будівництва.

Технологія BIM демонструє можливість досягнення високої швидкості та якості виконання проектних та будівельних робіт, а також значну економію коштів. Застосування BIM дає мільярдні прибутки у будівельному секторі, тому її визнано як пріоритетну технологію галузі у технологічно високорозвинутих країнах.

Необхідність застосування BIM технологій в будівельній галузі нашої країни обумовлена «Концепцією впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні» (затвердженою Кабінетом Міністрів України у 2021 році). У Концепції наголошується на необхідності впровадження BIM-технологій в будівництві як інструменту для подальшого реформування, модернізації та цифрової трансформації будівельної галузі України. Це вимагає необхідних змін законодавчих актів у сфері будівництва, а також розробки будівельних норм та нормативних документів щодо застосування BIM-технологій.

Зокрема, розроблено законопроект «Про запровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM-технології) на всіх етапах життєвого циклу об'єктів та науково-технічного супроводу об'єктів, удосконалення процедури обстеження об'єктів, прийнятих в експлуатацію в установленому законодавством порядку», в якому «інформаційна модель об'єкта будівництва (інформаційна модель)» визначена як сукупність інформаційних наборів даних, які містять у тривимірну модель об'єкта з багаторівневою деталізацією конструктивних і просторових елементів та стандартизовану

цифрову інформацію про їхні фізичні, технічні, технологічні, часові, екологічні та вартісні характеристики.

Також, вже розроблені проекти трьох державних національних стандартів щодо використання інформаційного моделювання будівництва:

1) ДСТУ ISO 22263:20XX (ISO 22263:2008, IDT). Структура інформації про об'єкти будівництва. Основи управління інформацією про проект;

2) ДСТУ ISO 29481-1:20XX (ISO 29481-1:2016, IDT). Інформаційні моделі будівель. Настанова з доставляння інформації. Частина 1. Методологія та формат;

3) ДСТУ ISO 12006-2:20XX (ISO 12006-2:2015, IDT). Зведення будівель. Структура інформації про об'єкти будівництва. Частина 2. Основні принципи класифікації).

Аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду використання BIM-технологій дозволяє сформулювати наступні їх переваги:

- зниження витрат;
- скорочення термінів розробки проектної документації;
- зменшення ймовірності помилок;
- скорочення термінів виконання робіт та вводу будівлі в експлуатацію;
- контроль і оперативне коригування вартісних показників будівництва;
- врахування оптимальних показників енергоефективності будівель;
- можливість використання інформаційної бази даних об'єкта будівництва всіма учасниками проекту ;
- організація надійного зберігання та використання інформації;
- зменшення ймовірності технічних і фінансових ризиків протягом життєвого циклу об'єкта;
- зниження витрат і збільшення ефективності процесу будівництва за рахунок типізації проектних рішень і підвищення рівня автоматизації проектних і будівельних робіт;

- оптимізація обсягів і термінів виконання робіт на всіх етапах життєвого циклу;
- моніторинг будівництва та аналіз планово-фінансових показників, що забезпечують прозорість виконаних обсягів робіт;
- підвищення точності планування термінів виконання робіт і витрат на всіх етапах життєвого циклу об'єкта та ін.

1.3. Програмне забезпечення для реалізації технологій інформаційного моделювання

За останні десятиліття технології інформаційного моделювання в будівництві еволюціонували з найпростіших програм двовимірного креслення в інтегровані програмні комплекси для інформаційного моделювання будівель і споруд. Перші програми САПР були не більше ніж електронними кульманами, що допомагали створювати 2D-креслення. Важливою віхою в індустрії програмного забезпечення архітектурно-будівельного проектування був випуск програмних засобів 3D - моделювання, таких як ArchiCAD, Architectural Desktop, Revit, Allplan та ін.. Сучасні програми BIM надають інтегровані рішення для архітекторів, дизайнерів, конструкторів, кошторисників, інженерів. Розроблені спеціально для галузей архітектурно-будівельного проектування, програми BIM оперують інтелектуальними моделями реальних елементів будівлі.

Розвиток технологій інформаційного моделювання в будівництві за опублікованими дослідженнями, можна представити наступним чином:

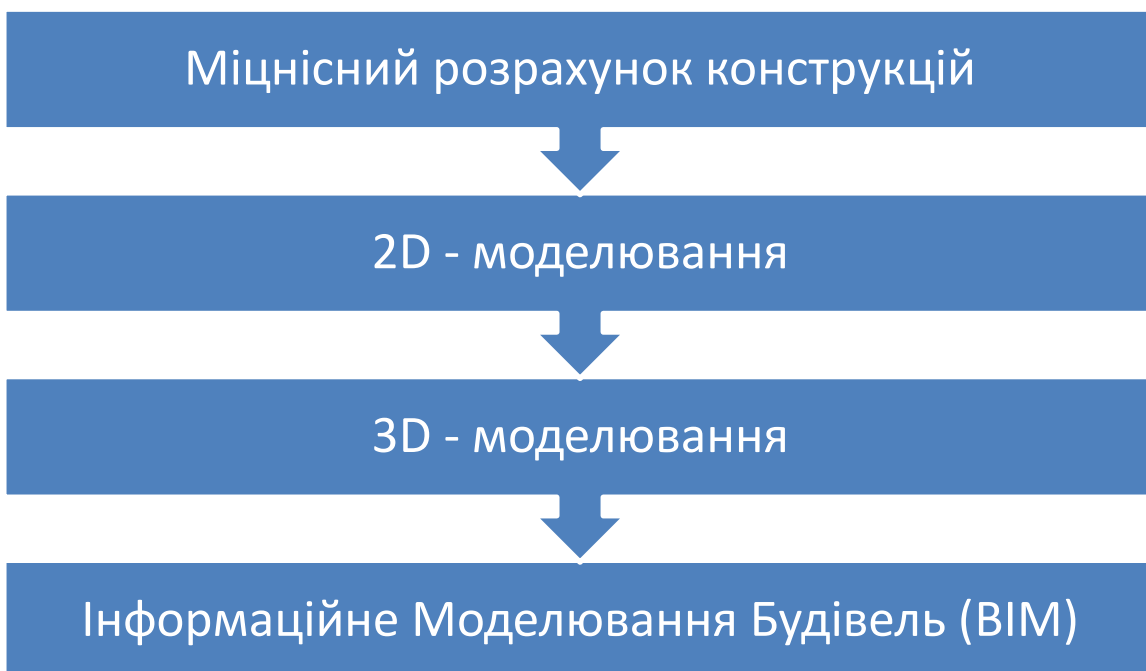


Рис.1.9. Етапи розвитку технологій інформаційного моделювання

Наразі можна виділити як провідних світових розробників програмних продуктів, які мають багаторічний досвід впровадження ВІМ-технологій: Autodesk (США), Nemetchek (Німеччина), Tekla (Фінляндія), так і національних розробників програмного забезпечення ООО «ЛІРА САПР» (Україна).

Програмні продукти компанії Autodesk. Перша програма для створення 2D-креслень була розроблена компанією Autodesk (США) і з'явилась у 1982 році під назвою MicroCAD. Наявність вбудованої мови програмування AutoLisp, дозволило програмі під новою назвою AutoCAD стати платформою для багатьох спеціалізованих систем проектування, інженерного аналізу і виробництва. Унікальна особливість AutoCAD – розвинуті засоби прикладного програмування: Visual Lisp, VBA та ObjectArx. Visual Lisp – вбудована мова програмування для AutoCAD, (спочатку мала назву AutoLisp). Характеризується синтаксисом, який характерний класичному LISP, роботою безпосередньо у базі даних файла AutoCAD. VBA – мова, яка перейшла з Microsoft Office (Visual Basic for Application), призначена для розробки вбудованих макросів і автоматизованих процедур. ObjectARX – спеціальний інтерфейс для об'єктно - орієнтованого програмування на мові C++, що забезпечує налагодження, адаптацію та розширення можливостей AutoCAD та продуктів на його основі. AutoCAD отримав широку популярність у користувачів починаючи з 10-ої, русифікованої версії, яка працювала під ОС MS-DOS. Пізніше, у тому числі використовуючи і програмні напрацювання інших розробників, на базі AutoCAD були розроблені такі спеціалізовані програми - AutoCAD Architecture, Autodesk Civil 3D, Autodesk Land Desktop, Autodesk Electrical та ін. Але, не зважаючи на широке розповсюдження та популяризацію продуктів компанії, головним їх недоліком була відсутність можливості створення параметричної моделі.

Компанія Autodesk почала розвивати стратегічний напрямок у сфері BIM – технологій після 2002 року і на сьогоднішній день пропонує цілу низку програм, які доволі повно реалізують принципи інформаційного моделювання будівель.

Autodesk Revit, який можна умовно вважати наступником AutoCAD у BIM-моделюванні - це провідний програмний комплекс для автоматизованого проєктування, призначений для архітекторів та проєктувальників. Він надає можливості 3D-моделювання будівель та плоских зображень елементів, створення об'єктів, організації спільної роботи над проєктом, від концепції до випуску робочих креслень та специфікацій. База даних Autodesk Revit може містити інформацію про проєкт на різних етапах його життєвого циклу, від розробки концепції, проєктування і зведення до зняття з експлуатації (утилізації).

В програму закладена можливість створювати відкриті інтелектуальні параметричні бібліотеки і впроваджувати їх у файли моделі, легко керуючи їх параметрами і редагуючи за необхідністю. Параметричні компоненти можуть бути як простими будівельними елементами й конструкціями (стіни, колони, плити, вікна, двері і т.п.), так і більш складні — наприклад, різне обладнання, меблі та ін. Технологія параметричних змін забезпечує, високу продуктивність та координацію роботи. Внутрішні сімейства створюються на основі шаблонів і не вимагають знання мов програмування.

Revit Architecture - спеціалізоване рішення для архітектурно-будівельного проєктування, а також проєктування сталевих, залізобетонних та інших конструкцій.

У програмі Revit Architecture реалізовані функції концептуального і робочого проєктування, вбудовані засоби візуалізації. Будь-який проєкт будівлі починається з розробки зовнішньої форми, яка втілюється у ескізах. У Revit технологія концептуального проєктування дозволяє при пошуку форми майбутньої будівлі розраховувати такі важливі для проєкту

технічної документації на основі технологій інформаційного моделювання будівель. Програма істотно підвищує ефективність всього циклу проектування інженерних систем, дозволяє звести до мінімуму можливість помилок шляхом координації проекту між групами фахівців, які розробляють механічні, електричні і санітарно-технічні системи, працювати спільно з архітекторами й проектувальниками будівельних конструкцій, що використовують платформу Revit, та розраховувати експлуатаційні характеристики будівель.

Autodesk Ecotect Analysis – це комплексний програмний засіб для аналізу екологічності проекту на всіх етапах проектування об'єкту. Програма Ecotect Analysis містить широкий набір інструментів енергетичного моделювання та розрахунків, застосування яких здатне поліпшити експлуатаційні характеристики будівель, що проектуються, так і будівель, що вже експлуатуються.

Ecotect Analysis надає можливості проектувальнику: виконувати в онлайн-режимі розрахунки енергоспоживання й викидів вуглецю будівлею, використовуючи інформацію із глобальної метеорологічної бази даних; візуалізувати й моделювати процес експлуатації будівлі в умовах реального навколишнього середовища.

У останніх версіях Revit програмні модулі за суміжними напрямками стали об'єднувати у один пакет.

Недоліком REVIT можна вважати недостатню параметризацію і значну трудоміскість при внесенні змін. Також слабо реалізовані національні норми проектування та стандарти.

Програмний продукт ArchiCAD. ArchiCAD - програмний комплекс архітектурно-будівельного проектування угорської компанії Graphisoft. Перша програма компанії Graphisoft в 1984 році вийшла під назвою Radar CH і була призначена для проектування водопровідних мереж. Розробники програми надали їй нову якість з початком втілення концепції «Віртуальна

будівля», що фактично зробило ArchiCAD першою у світі BIM-технологією. І вже у 1991 році ArchiCAD став лідером на ринку архітектурних САПР.

Сьогодні ArchiCAD – це професійний інструмент інформаційного моделювання будівель і споруд, який відповідає стандартам архітектурно-будівельного проектування та дозволяє створювати проекти, управляти інформацією, організовувати відкриту взаємодію всіх учасників проекту. У ArchiCAD реалізована потужна система 3D-моделювання, яка має велику кількість унікальних функцій.

Закладена у програмі концепція віртуального будинку, полягає в тому, що проект ArchiCAD - це об'ємна модель реальної будівлі. Для її побудови архітектор на початкових етапах роботи створює цифрову модель будівлі, використовуючи при цьому інструменти, що мають свої реальні аналоги: стіни, перекриття, вікна, сходи, різноманітне обладнання (сантехнічне, електричне, опалювальне і т. д.). Всі створені конструкції є параметричними (тобто описуються набором характерних для них параметрів). Отже, в будь-який момент можуть бути відредаговані їх зміною. При цьому кожний конструктивний елемент несе у собі інформацію для відображення його на кресленнях і в об'ємній моделі, а також для подальших розрахунків конструкцій. Будь-які зміни, зроблені, наприклад, на плані будівлі, автоматично відтворюються (перебудовуються) на розрізах, видах, в специфікаціях, експлікаціях.

Так, наприклад, стіна в ArchiCAD - це параметричний об'єкт, з характерними тільки для нього якостями (здатністю безшовно спрягатись з іншими стінами, можливістю вставляти вікна і двері), який містить всі необхідні дані (геометричні розміри, типи ліній та штрихування для зображення на планах і розрізах, матеріал зовнішніх і внутрішніх поверхонь, відомості про площі поверхонь та об'єм стінових конструкції тощо).

До складу ArchiCAD входять бібліотеки будівельних елементів, конструкцій, матеріалів та джерел світла, елементів оформлення креслень і

візуалізації. Крім того, існує велика кількість різноманітних бібліотек сторонніх розробників, що значно збільшує можливості проектувальника.

Але головною особливістю бібліотек ArchiCAD є об'єктна технологія, що використовується при роботі з ними.

В основі об'єктної технології ArchiCAD покладена мова геометричних визначень (GDL), яка дозволяє складати «розумні» параметричні об'єкти довільної форми, властивості яких можуть визначатись як параметрами, що задають проектувальники, так і різними зовнішніми умовами (масштабом креслення, положенням об'єкту у просторі тощо). Об'єкти, які описані на мові GDL містять у собі 2D-символ для планів поверхів, SD-модель для побудови об'ємних зображень та необхідні дані для формування специфікацій.

Шляхом зміни параметрів об'єкта можна отримати багато його варіантів, які відрізняються один від одного формою, розмірами, матеріалами та іншими властивостями.

Після завершення проєкту "віртуальна будівля" можна отримати різноманітну інформацію про об'єкт проєктування:

- креслення (поверхові плани, фасади, розрізи, вузли і деталі та ін.);
- результати розрахунків кількісних показників (відомості, специфікації);
- презентаційні матеріали (фото, реалістичні зображення, анімації, сцени віртуальної реальності та інше);
- файли різних форматів для обміну даними з іншими розробниками проєкту, замовниками, суміжниками, консультантами і т.д.

Втілена в ArchiCAD BIM-технологія дозволяє працювати не з окремими кресленнями, а з усім проєктом в цілому. Це забезпечує значне скорочення часу проєктування. Крім того, робота з цифровою моделлю будівлі, гарантує виявлення та усунення більшості проблем, які б обов'язково проявилися на більш пізніх етапах проєктування або на будівельному майданчику.



Рис. 1.11. Розробка «віртуальної будівлі» у ArchiCAD

Розвинена система групової роботи, що дозволяє працювати над одним проектом групі розробників також скорочує час проєктування та не допускає невідповідностей у частинах проєкту, що розробляються у різних програмах.

Слід зауважити, що програма ArchiCAD найбільше підходить для архітектурного проєктування, тривимірної візуалізації та навіть створення кошторисної документації.

На сьогодні розроблено кілька десятків програм, які розширюють можливості стандартних засобів ArchiCAD або доповнюють їх новими. Через спеціальні формати ArchiCAD має можливість обмінюватись даними із

іншими графічними редакторами, серед яких AutoCAD, 3D Studio Max, Artlantis.

В останніх версіях значна увага приділяється засобам забезпечення групової роботи, доступу до Інтернету тощо. Серед спеціалізованих додатків інтегрованих у ArchiCAD : MEP Modeler, Eco Designer, Virtual Building Explorer.

Graphisoft MEP Modeler – програма для створення, редагування та імпорту тривимірної моделі інженерних мереж (вентиляція, водопостачання і каналізація, опалення, кабельні мережі) у модель віртуальної будівлі.

Graphisoft Eco Designer – додаток для проведення енергетичних розрахунків на початковій стадії проектування будівлі. Він дозволяє в динамічному режимі виконати аналіз комп'ютерної моделі будинку, враховуючи його конструктивні особливості та функціональне призначення, параметри навколишнього середовища (розташування об'єкту проектування, кліматичні дані, захист від вітру, дані про ґрунт і т.д.).

EcoDesigner містить такі інструменти для енергетичного моделювання та розрахунків:

- формування докладних звітів про системи енергозабезпечення будівлі;
- набір функцій, що дозволяє оцінити екологічність архітектурного рішення за різних кліматичних умов;
- розрахунок геометрії будівель і систем вентиляції, опалення та кондиціонування; докладні звіти, що надають необхідну інформацію про системи енергозабезпечення будівлі та контрольний звіт про щорічне споживання енергії, щомісячний енергетичний баланс й вуглецевий слід.

Додаток Virtual Building Explorer, призначений для створення інтерактивної презентації розробленого в ArchiCAD проекту.

Недоліком Archicad програми фахівці вважають параметричні обмеження у процесі моделювання, а також відсутність модулів експорту моделі у розрахункові програмні комплекси.



Рис.1.12 Інтерактивна презентація проекту в ArchiCAD

Програмний продукт Allplan Nemetschek. Одне з провідних місць серед вказаних програмних комплексів належить програмному комплексу Allplan Nemetschek, створеному компанією Nemetschek Allplan Systems GmbH, концерна Nemetschek AG, яка займається розробкою інтелектуальних IT-рішень для архітекторів, конструкторів, будівельників та є одним з провідних європейських постачальників програмного забезпечення для проектування, зведення та управління будівлями. Компанія Nemetschek заснована Г. Немечком у 1963 році як інженерна фірма для проектування у будівельній галузі. Сьогодні Nemetschek Group - один із провідних світових розробників програм для архітектурно-будівельного проектування і інженерного аналізу, яка активно використовує BIM-технологію.

Allplan є багатофункціональним інтегрованим програмним комплексом, інтелектуальні інструменти якого дають змогу здійснювати на єдиній платформі, у єдиному інформаційному середовищі взаємоузгоджене й взаємозв'язане архітектурне проектування, проектування металоконструкцій та залізобетонних конструкцій, дизайн, проектування та розрахунок інженерних мереж і комунікацій, оцінювання вартості, кошторис.

Allplan Architecture – спеціалізований інструмент для архітекторів, заснований на потужному ядрі моделювання Parasolid від Siemens при створенні 3D-моделей. Ескізи, види і розрізи, робочі креслення й специфікації створюються та автоматично оновлюються на основі розробленої 3D моделі будівлі.

Allplan Architecture включає в себе інтелектуальну цифрову бібліотеку основних компонентів, таких як стіни, перекриття, дахи і навіть складні конструкції, такі як фасади. Наприклад, залізобетонна стіна «розуміє», як у неї вставляються дверні та віконні прорізи; як вона підрізана під покрівлю, як у неї монтуються арматурні стержні, каркасні сітки, як через неї розраховуються тепловтрати, які норми і розцінки відповідають їй у кошторисах і калькуляціях.

Об'єктно-орієнтована технологія параметричного моделювання будівлі дозволяє працювати спеціалістам в паралельному режимі за всіма розділами проекту і вносити необхідні зміни у нього. Будь-які зміни, зроблені учасниками проекту, стають доступні іншим спеціалістам й автоматично відтворюються на скомпонованих кресленнях.

Інструмент Allplan Engineering Building - розроблений для інженерів-конструкторів. Він використовує архітектурну модель BIM для створення розрахункової системи з несучих елементів. Результати розрахунку можуть бути передані команді розробників, яка працює з Allplan Architecture.

Пакет програмного забезпечення для 3D-архітектури об'єднаний хмарним сервісом Allplan BIMPlus, який збирає дані з архітектурних та інженерних інструментів. Члени проектних груп можуть отримати доступ до файлів проекту з будь-якого пристрою, щоб швидко обговорити необхідні зміни, обробити дані та, навіть, візуалізувати стан проекту.

Функція огляду будівлі в VR з Allplan BIMPlus корисна для вивчення різних симуляцій сонячного курсу та його впливу на умови освітлення всередині приміщень. При цьому здійснюється візуалізація, об'ємна анімація, віртуальний обхід (обліт) будівлі, фотореалістичні зображення та ін.

Allplan інженерні мережі дозволяє не тільки прокласти інженерні мережі будівлею, а й в режимі 3D переглянути їх реальне розташування та перевірити вузькі місця, як наприклад, перетини вентиляційних коробів, силових кабелів, трубопроводів тощо.

Використання Allplan Залізобетон дозволяє провести армування заданого елемента конструкції, виконати розрахунки опалубки, арматури, визначити обсяги бетону, в 3D-режимі розглянути всі елементи й вузли конструкції, отримати специфікації елементів. Одна з характерних особливостей Allplan – це 3D анімація в режимі реального часу, реалізована на досить високому рівні.

Головна відмінна характеристика програми Allplan – це універсальність, досягнення результатів різними способами, для кожного конкретного випадку можна використовувати свою технологію.

Проте, фахівцями виділяється також низка недоліків та незручностей у використанні Allplan: складний інтерфейс програми; недостатня кількість бібліотечних елементів та незручності їх використання; недостатня розробленість функцій для проектування металоконструкцій

Програмний продукт Tekla Structures. Компанія Trimble стала активним учасником ринку комп'ютерних BIM-технологій після придбання в 2011 році BIM-продукту Tekla Structures фінської компанії Tekla, розрахованого на проектування складних металевих та залізобетонних конструкцій, а також у 2012 році програмного продукту SketchUp. Це дозволило компанії стати одним зі світових лідерів на ринку BIM-технологій.

Програмний комплекс Tekla Structures отримав широку популярність та застосування у всьому світі. зокрема на особливо важливих та масштабних, складних об'єктах будівництва. Програмний комплекс містить цифрову бібліотеку компонентів й елементів конструкцій, яка включає безліч каталогів різних виробників матеріалів і конструкцій. Всі параметри можуть бути налаштовані та доповнені для будь-яких умов проектування (регіон, країна, компанія-проектувальник).

Програма Tekla Structures має декілька модулів, серед яких найбільш поширеними в будівництві є:

Tekla Steel - проектування металевих конструкцій. У ньому можна створювати детальні 3-D моделі будь-яких металевих конструкцій та отримувати відповідні дані для виробництва й монтажу, які використовують всі розробники проекту.

Tekla Reinforced Concrete - проектування залізобетонних конструкцій. Можна створювати детальні 3-D моделі монолітних залізобетонних

конструкцій та отримувати відповідні дані для виробництва, які використовують всі розробники проекту.

Програма Tekla Civil використовується для проектування інфраструктурних об'єктів, магістралей, мостів і ін.

Недоліком програмного комплексу вважають його слабо адаптовані можливості для вітчизняного проектування. Безумовно, відсутність цифрових бібліотек і каталогів вітчизняних виробників у Tekla серйозно послаблює процес проектування.

Програмний продукт САПФІР. Програмний комплекс САПФІР компанії «ЛІРА САПР» призначений для:

- архітектурного проектування котеджів, багатоповерхових житлових і громадських будівель, інтер'єрів та ін.

- виготовлення проектної документації згідно з вимогами національних будівельних норм;

- просторового моделювання, пошуку оптимальних варіантів об'ємних рішень, візуалізації архітектурних форм,

- підготовки аналітичних моделей архітектурних об'єктів для наступного розрахунку на міцність в програмному комплексі ЛІРА.

У програмному комплексі САПФІР реалізовані:

- потужні та зручні інструменти графічної побудови й редагування параметричних 3D моделей;

- інструментарій інтуїтивно керованих типів параметричних об'єктів таких, як: стіна, вікно, двері, колона, балка, перекриття, отвір, сходи, покрівля, приміщення, штрихування, позначення.

- ВІМ технологія, що дозволяє отримувати плани, розрізи й фасади на основі єдиної тривимірної моделі будівлі, що забезпечує повну відповідність видів і виключає помилки.

- система оформлення креслень, позначення розмірів, висотних відміток, нанесення штрихувань та написів з урахуванням вимог ДБН, ДСТУ та ін.
- коректна та адекватна аналітична модель для побудови розрахункової схеми, що дозволяє виконувати розрахунки на міцність та аналіз напружено-деформованого стану в програмному комплексі ЛІРА–САПР.
- гнучкий інтерфейс і широкі можливості налаштувань та розвитку на базі відкритої архітектури, сценаріїв, розробка проектної документації в єдиному інтерфейсі.
- параметризація та структурування складових проєкту дозволяє контролювати навіть дуже складні проєкти й легко вносити корективи на будь-якому етапі проєктування, що сприяє багатоваріантності проєктних рішень та творчому пошуку.

У програмі САПФІР використовується параметрична модель будинку, яка містить усі дані, необхідні для подальших деталізацій: матеріали з реальними фізико-механічними властивостями (для розрахунків), реальними текстурами (для візуалізацій), із необхідними даними для обчислення фізичних об'ємів робіт (для складання кошторисів). Проєктувальник може в будь-який момент перетворити окремі грані формоутворюючих елементів у компоненти стіни, даху, перекриття, фундаментної плити і т.д. Хоча ці компоненти моделі в загальному випадку не повторюють розташування граней, програма встановлює зв'язок між геометрією концептуальної моделі та будівельними елементами, які з неї формуються. Таким чином, зміни у концептуальній моделі можуть переходити в детальну проєктну модель і далі у робочу документацію.

У САПФІР реалізовано тісний взаємозв'язок між архітектурною й аналітичною моделями будівлі. Архітектурна модель містить всі основні елементи, що визначають експлуатаційні якості й технологію

функціонування об'єкта: призначення і взаємне розташування приміщень, колон, балок, стін, вікон, дверей, сходів тощо (рис. 1.13).

При створенні архітектурної моделі, САПФІР автоматично формує аналітичну модель. Аналітична модель включає тільки несучі конструктивні елементи, причому: стіни, колони, пілони та балки подані в вигляді одномірних елементів (стержнів), а стіни, плити перекриттів, фундаментні плити, оболонки – у вигляді двомірних елементів (пластин)(рис. 1.14).

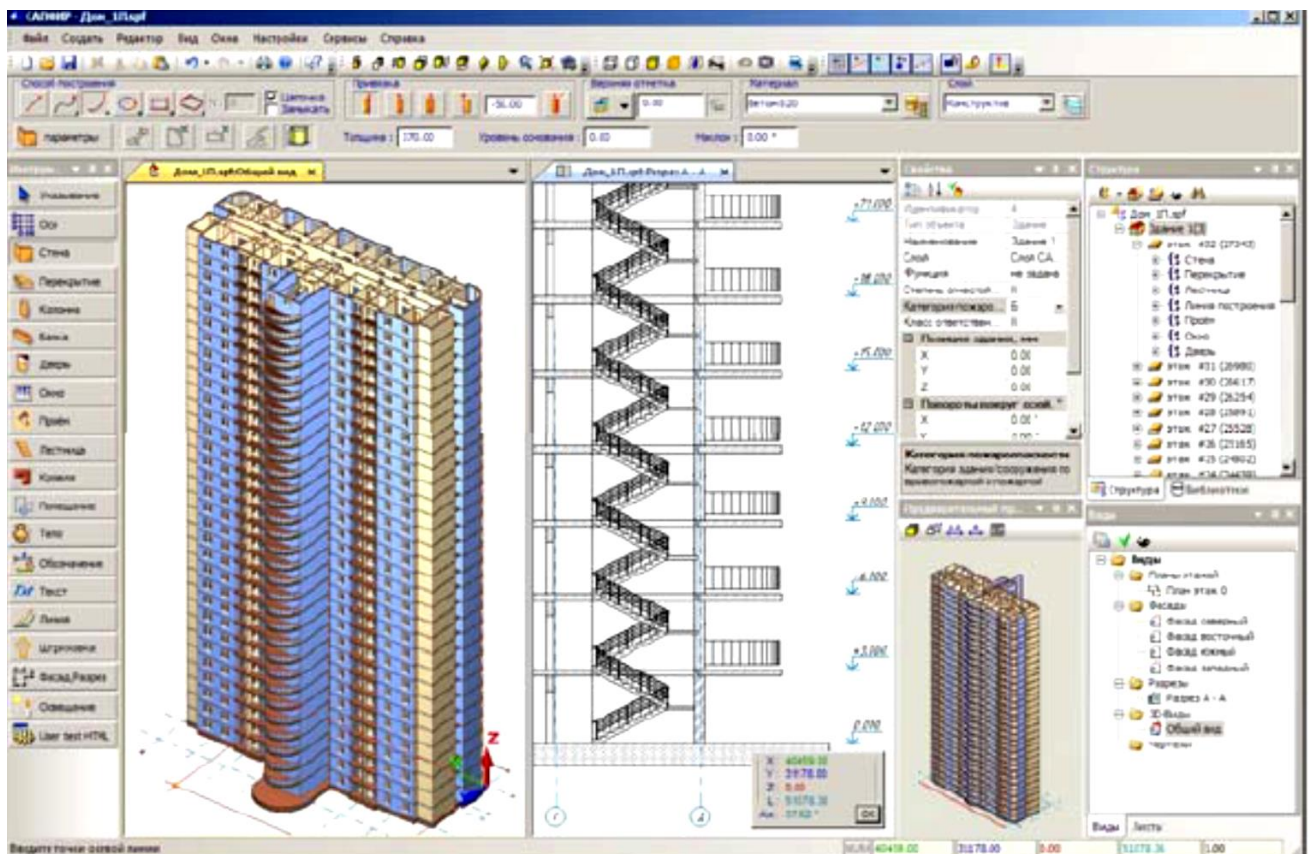


Рис.1.13. Архітектурна модель

Аналітична модель передається в розрахунковий комплекс і доповнюється засобами розрахункового програмного комплексу що забезпечує адекватний візуальний зв'язок архітектурної й розрахункової моделі будівлі .

Унікальною особливістю програмного комплексу є можливість доопрацювання недосконалої архітектурної моделі, створеною в різних програмах (Allplan, Revit, ArchiCAD, AutoCAD та ін.) і приведення моделі до

розрахункової схеми для подальшої передачі у розрахункові програмні комплекси (рис.1.15).

В модулях програми САПФІР- функціонує багатофункціональний процесор, що реалізує швидкодійні алгоритми розв'язування систем рівнянь до декількох мільйонів невідомих; розвинена бібліотека скінчених елементів, яка дозволяє створювати цифрові моделі практично будь-яких конструкцій; можливість розрахунку на динаміку (сейсміка, вітер, вібрація, імпульс, удар); проектування залізобетонних і сталевих конструкцій та ін.

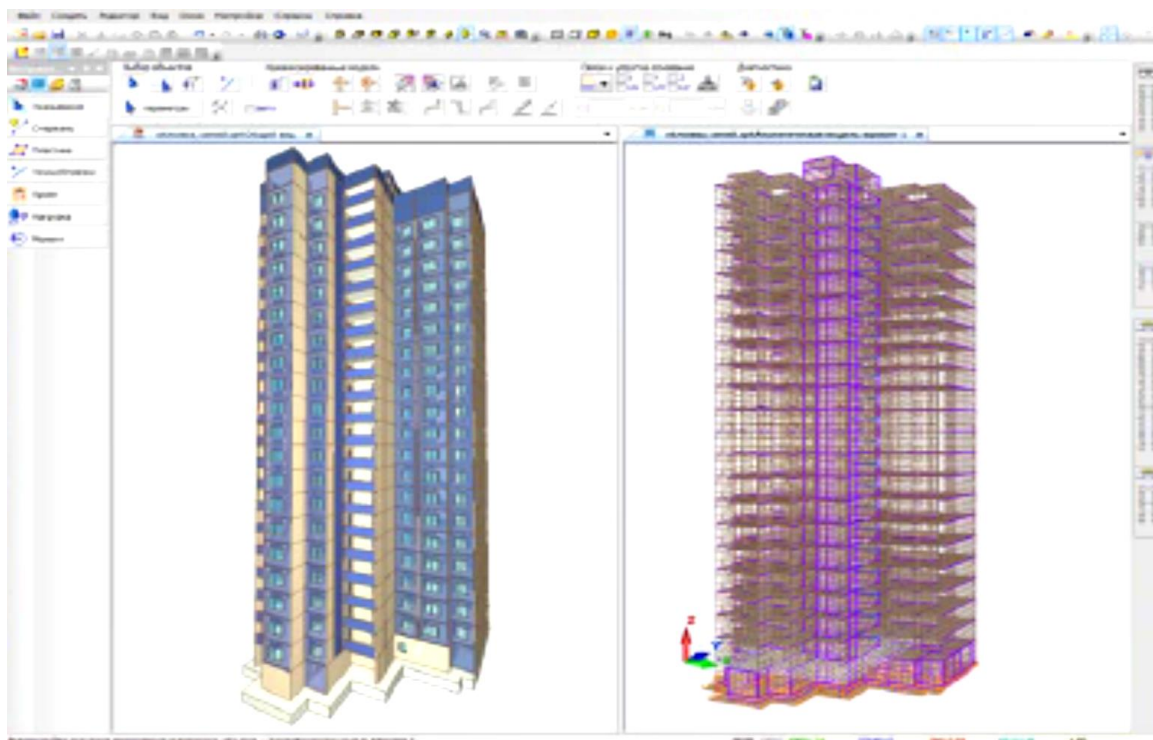


Рис. 1.14. Аналітична модель

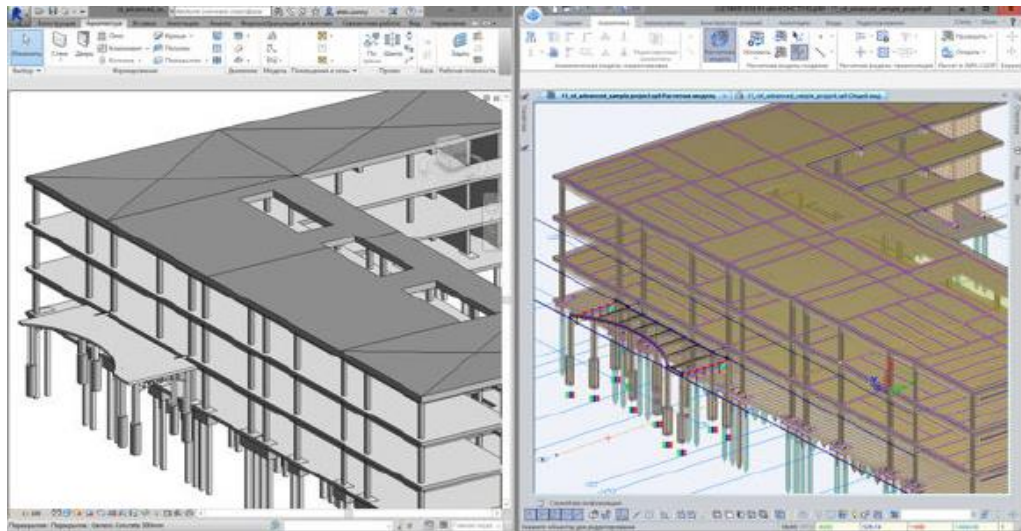


Рис. 1.15. Робоче вікно Revit Architecture, аналітична 3D- модель САПФІР

Інформаційне моделювання будівлі - єдина інтегрована система, універсальне багатofункціональне середовище від проєктування до реновації об'єкта. Така ідеологія реалізована в усіх архітектурно-будівельних програмних засобах Autodesk Revit, Allplan, ArchiCAD , САПФІР, що робить їх пріоритетними для вивчення у процесі підготовки фахівців акладів вищої інженерно-технічної та інженерно-педагогічної освіти.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКЛАДАННЯ З ТЕХНОЛОГІЙ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ

2.1. Зміст фахової підготовки майбутніх педагогів професійного навчання будівельного профілю з технологіями інформаційного моделювання

Специфіка професійно-педагогічної освіти та тенденції стрімкого розвитку інформаційних технологій в будівництві актуалізують проблему фахової підготовки майбутнього педагога професійного навчання у сфері будівництва.

Сучасна система підготовки здобувачів у закладах вищої професійної освіти повинна відповідати оновленим вимогам і забезпечувати високий рівень готовності майбутнього інженера-педагога до ефективної педагогічної та виробничої діяльності і тому є однією з актуальних проблем сьогодення.

Професійна підготовка майбутніх інженерів-педагогів потребує формування такого фахівця, який поєднує в собі інженерно-педагогічні вміння, пов'язані зі здатністю виконувати функції фахівця з вищою технічною освітою (інженера) та функції педагога-організатора, який вміє в доступній формі донести до суб'єктів навчання навчальний матеріал.

Метою фахової підготовки майбутнього фахівця є формування та розвиток загальних і професійних компетентностей в галузі професійної освіти та надання освіти в сфері будівництва з широким доступом до працевлаштування у закладах професійно-технічної освіти, фахової перед вищою освітою та в організаціях і підприємствах галузі.

На основі сформованих компетентностей випускника закладу вищої освіти визначена придатність його до працевлаштування: заклади профільної середньої, професійної (професійно-технічної), позашкільної, фахової

передвищої освіти; підприємства, установи та організації галузі за спеціалізацією.

Педагог професійного навчання у сфері будівельного виробництва може займати наступні посади: інженер-будівельник, інженер з технічного нагляду за будівництвом, проектувальник, інженер-конструктор.

У відповідності з темою дослідження розглянемо ті компетентності педагога професійного навчання, які пов'язані з технологіями інформаційного моделювання:

- Здатність працювати в команді.
- Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності.
- Здатність використовувати сучасні технології інформаційного моделювання.
- Здатність використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для вирішення професійних завдань у будівництві.
- Здатність управляти комплексними діями/проектами, відповідати за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.
- Здатність збирати, аналізувати та інтерпретувати інформацію (дані) відповідно до спеціалізації.

Всі перераховані компетентності є фактично показниками компетентного конкурентоздатного фахівця у сфері технологій інформаційного моделювання.

До дисциплін циклу професійної підготовки, які пов'язані з формуванням визначених компетентностей відносяться такі дисципліни, як: архітектура будівель і споруд, будівельні матеріали та вироби, будівельні конструкції, інженерна та комп'ютерна графіка, практикум з інженерних розрахунків та ін..

Навчальна нормативна дисципліна «Архітектура будівель і споруд» спрямована на вивчення здобувачами освіти: загальних відомостей про

будівлі; основних елементів і конструктивних схеми житлових, громадських і промислових будівель; аналіз і розробку конструктивних рішень будівель як єдиної системи несучих й огорожувальних конструкцій, основних етапів розвитку архітектури, прийомів та засобів архітектурної композиції, функціональних і фізико-технічних основ проектування; принципів архітектурно-конструктивних рішень будівель та інженерних споруд; вимог до будівель та норм проектування їх згідно, з діючими будівельними стандартами та нормами України. Навчальна дисципліна передбачає набуття здобувачам освіти необхідних знань і умінь:

- тенденцій розвитку архітектури та конструктивних рішень будівель та комплексів;
- фізико-технічних основ архітектурного проектування;
- основних архітектурно-конструктивних рішень будівель і споруд;
- будівельних норм і правил з проектування будівель і споруд

Нормативна дисципліна «Будівельні матеріали та вироби» спрямована на надання здобувачам освіти системи знань і умінь про основні властивості будівельних матеріалів, природні будівельні матеріали, неорганічні та органічні будівельні матеріали. У результаті вивчення дисципліни здобувачі освіти отримують знання фундаментальних властивостей будівельних матеріалів та їхньої зміни в умовах експлуатації та шляхів ефективного використання будівельних матеріалів; основ виробництва конструкційних та оздоблювальних матеріалів; використання матеріалів, одержаних за енергозберігаючими технологіями, з місцевої сировини і відходів промисловості, з урахуванням екологічних вимог.

Предмет вивчення нормативної навчальної дисципліни «Будівельні конструкції» - теорія та практика розрахунку сталевих, кам'яних та залізобетонних, конструкцій. Дисципліна передбачає формування теоретичних та практичних знань характеристик і особливостей роботи сталевих і залізобетонних конструкцій при різних умовах навантаження;

методів дослідження руйнування та міцності зварних з'єднань і конструкцій; матеріалів зварних конструкцій, міцності зварних з'єднань; основ розрахунку сталевих, залізобетонних будівель і споруд; сучасних методів проектування конструкцій.

Основний зміст дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка»:

- Система стандартів єдиної системи конструкторської документації (ЕСКД) та єдиної системи конструкторської документації (СПДС).

- Основи оформлення конструкторської документації.

- Проекційне креслення.

- Технічне креслення.

- Вимоги до робочих креслень деталей, техніка виконання.

У здобувачів освіти формується система знань з фундаментальної графічно-інформаційної підготовки з орієнтуванням на будівельний профіль. Знання основних положень єдиної системи конструкторської документації та єдиної системи конструкторської документації; термінології; умовностей схематичного зображення об'єктів; правил читання технічної та технологічної документації. Уміння виконувати і читати проекційні зображення будь-яких геометричних та технічних об'єктів; оформлювати технічне креслення; виконувати креслення за допомогою комп'ютерних програм.

Предмет навчальної дисципліни «Практикум з інженерних розрахунків» - вивчення сучасних методів інженерних розрахунків за допомогою комп'ютерних технологій, набуття здобувачами освіти теоретичних та практичних знань з розрахунків сталевих, залізобетонних, кам'яних конструкцій в сучасних програмних комплексах. У результаті вивчення дисципліни здобувач освіти повинен ознайомитися з сучасними програмами розрахунку будівельних конструкцій та вміти виконувати їх у цих програмах, вибрати оптимальні рішення шляхом порівняння різноманітних варіантів.

Ці та інші навчальні дисципліни дозволяють сформувати систему професійних компетентностей інженерів-педагогів у сфері будівельного виробництва.

Згідно Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні передбачено внесення напряму «Впровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в будівництві» до переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок.

У Концепції відзначено: «Будівельна галузь України на сьогодні має низку взаємопов'язаних проблем, однією з яких є відсутність системного процесу створення та обміну цифровою інформацією. Наявна на сьогодні роздробленість, хаотичність, непрозорість даних звужує аналітичні можливості для пошуку й прийняття стратегічних рішень та оцінки їх кінцевого ефекту, а також створює бар'єри щодо системного впровадження нових методів та сучасних технологій у галузі в цілому», що підтверджує актуальність теми дослідження.

На початковому етапі реалізації концепції передбачається: забезпечити умови для навчання (підвищення кваліфікації) щодо використання BIM-технологій у будівництві; розвиток інноваційних форм співпраці бізнесу із закладами освіти з метою задоволення потреб сфери будівельної галузі у фахівцях, що володіють необхідними компетентностями.

В напрямі діяльності інженера-педагога будівельного профілю у сфері інформаційних технологій моделювання нами визначені наступні професійні функції

- технічна підготовка інформаційної моделі;
- створення і використання інформаційної моделі при вирішенні задач проєктування, будівництва, експлуатації, реконструкції;
- участь у колективному процесі інформаційного моделювання об'єкта.

Майбутні спеціалісти повинні володіти не тільки навичками роботи з сучасними програмами, але й мати досвід спільної роботи у команді спеціалістів, грамотно вибудовувати взаємодії з іншими учасниками проекту, застосовуючи різні методики пошуку проектних рішень, вміти аргументовано відстоювати своє проектне рішення.

Здійснений нами аналіз освітньої програми, дисциплін циклу фахової підготовки педагогів професійного навчання будівельного профілю свідчить, що у циклі фахових дисциплін не передбачено формування спеціальних компетентностей у сфері інформаційних технологій моделювання, а саме :

- знань засобів та методів архітектурного й конструктивного моделювання будівельних конструкцій;
- знань принципів використання інформаційної моделі на всіх етапах життєвого циклу об'єкта будівництва;
- умінь створювати інформаційні моделі окремих елементів і моделі об'єкта будівництва, експортувати аналітичну частину моделі в розрахункові комплекси, організувати колективну роботу над проектом;
- умінь працювати з сучасними програмними комплексами для створення і коректування інформаційної моделі;
- умінь створювати проектну документацію у відповідності з встановленими вимогами.

Всі перераховані знання та вміння є фактично показниками компетентного фахівця у сфері інформаційних технологій моделювання.

Нами було проведено аналіз робочих програм та силабусів з технологій інформаційного моделювання у вищих технічних закладах будівельного профілю.

На основі цього аналізу було з'ясовано, що зміст програми залежить від напрямку роботи тієї чи іншої кафедри, яка забезпечує викладання технологій інформаційного моделювання у будівництві. Викладачі, які

викладають дану дисципліну, вибирають програмний продукт залежно від своїх уподобань, кваліфікації та професійних інтересів.

На підставі проведеного аналізу була розроблена програма навчальної дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві».

Мета дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» - формування фахових компетентностей майбутніх педагогів професійного навчання будівельного профілю у сфері технологій інформаційного моделювання будівель.

Зміст навчальної дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» визначається виходячи із визначених компетентностей у сфері технологій інформаційного моделювання.

Обсяг дисципліни у кредитах ECTS– 4. Загальна кількість годин - 120
Кількість часу на вивчення: лекції – 20 годин, практичні заняття – 30 годин, самостійна робота – 70 годин.

Очікувані результати навчання у результаті вивчення дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві».

Здобувачі освіти повинні знати:

- визначення та поняття інформаційного моделювання в будівництві, принципи використання інформаційної моделі на всіх етапах життєвого циклу об'єкта будівництва;

- основні методи архітектурного і конструктивного моделювання будівельних конструкцій;

- основні поняття, пов'язані з будівлями та конструкціями, що використовуються на всіх етапах життєвого циклу об'єкта будівництва;

- сучасні програмні засоби інформаційного моделювання будівель.

Здобувачі повинні вміти:

- створювати інформаційну модель об'єкта будівництва, експортувати аналітичну частину моделі в розрахункові комплекси;

- працювати з сучасними програмними комплексами для створення та управління інформаційною моделлю;

-. співпрацювати у колективній роботі над проектом

Програма дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» складається з наступних тем:

Структура навчальної дисципліни

Тема	Лекції/Практичні год.
1. Основні поняття та положення інформаційного моделювання в будівництві.	2/-
2. Стандарти інформаційної моделі будівлі та принципи її побудови.	2/-
3.Огляд програмних комплексів, які реалізують BIM-технології. Програмний комплекс Autodesk Revit: інструменти, етапи роботи, створення архітектурної моделі будинку .	8/16
4. Програмний комплекс САПФІР: основні можливості та інструменти, етапи роботи, створення архітектурної та розрахункової моделі будинку. Інтеграція Autodesk Revit і Сапфір.	6/10
6. Засоби управління проектом	2/4
Всього:	22/30

Згідно з програмою дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» у першій темі розглядаються основні поняття інформаційного моделювання в будівництві; розкривається місце та роль інформаційного моделювання в будівництві; складові процесу моделювання.

використання технологій інформаційного моделювання у світовій та вітчизняній практиці.

У другій темі розкриваються питання впровадження технологій інформаційного моделювання у сучасну проектну практику; стандарти технологій інформаційного моделювання; нормативні документи; принципи побудови інформаційної моделі будівлі.

У третій темі розглядаються програмні комплекси, які реалізують технології інформаційного моделювання. Представлена система архітектурно-будівельного проектування Autodesk Revit, її призначення та можливості, налаштування програми, інтерфейс користувача, основні етапи роботи; створення осей, створення і налаштування рівнів; ескізне проектування; побудова стін, редагування профілю стіни; інструменти редагування. Робота з дверима та вікнами. Сходи, створення сходів, прямолінійний марш, сходи з площадками, багатопверхові сходи. Побудова пандусів. Робота з дахами, редагування даху, додавання стелі. Робота з перекриттями, створення і редагування перекриттів; інструменти створення вільних форм і концептуальних моделей. Плани поверхів, створення розрізів і фасаду. Робота з специфікаціями. Компоновка і друк креслень Розміщення планів, фасадів, розрізів, специфікацій на аркуші. Візуалізація, налаштування візуалізації.

Організація спільної роботи у Autodesk Revit. Правила налаштування спільної роботи. Створення центрального файлу.

Четверта тема присвячена системі архітектурно-будівельного проектування САПФІР, її призначення та можливості, інтерфейс програми, основні етапи створення архітектурної та розрахункової моделі. Побудова планів поверхів, розрізів. Ув'язка всіх частин креслення, виконання конструктивних вузлів будівлі, нанесення необхідних розмірів, відміток рівня, пояснюючих написів, масштабування зображень, виведення креслень на друк.

Двобічна інтеграція САПФІР з Autodesk Revit.

У п'ятій темі розглядаються засоби управління проектом. Координація та взаємодія виконавців. Організація обміну даними. Формати. Перевірки: зауваження, теги, коментарі, точки огляду. Ручні перевірки, набори елементів, перевірка властивостей, пошук колізій.

Розроблена навчальна програма дисципліни достатньо повно охоплює технологію інформаційного моделювання в будівництві; узгоджена зі змістом вищерозглянутих дисциплін; враховує наявні в здобувачів освіти знання й уміння, компетентності з архітектурно-будівельного та конструкторського проектування; спрямована на розвиток набутих фахових компетентностей здобувачів освіти у подальшій науково-дослідній та науково-виробничій діяльності.

2.2. Навчально-методичне забезпечення з технології інформаційного моделювання в будівництві

Навчально-методичне забезпечення з навчальної дисципліни - це сукупність необхідних навчально-методичних та інформаційних матеріалів, для ефективного формування у здобувачів освіти компетентностей, визначених освітньою програмою спеціальності.

Основними компонентами навчально-методичного забезпечення з дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» є конспекти лекцій навчальної дисципліни, методичні вказівки (рекомендації) до проведення практичних занять та самостійної роботи, матеріали щодо контролю .



Рис.2.1 Структура навчально-методичного забезпечення дисципліни «Технології інформаційного моделювання у будівництві»

У рамках дослідження було розроблено цикл практичних занять у вигляді електронних презентацій з теми «Програмний комплекс Autodesk Revit. Основи роботи» відповідно до програми дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві»

Практичне (від грецької *prakticos* - діяльний) заняття – форма заняття, на якому викладач організує детальний розгляд здобувачами освіти теоретичних положень навчальної дисципліни та формує вміння та навички їх практичного застосування через індивідуальне виконання.

Загальними вимогами до проведення практичного заняття у закладах вищої освіти є:

- мотивація студентів до навчальної діяльності;
- використання оптимальних методів для досягнення мети навчання з дисципліни;
- стимулювання здобувачів до оволодіння фаховими компетентностями та усвідомлення їхнього значення для успішної професійної діяльності;
- забезпечення формування у студентів здатності до професійного самовдосконалення;
- забезпечення самостійної та активної роботи кожного студента;
- дотримання систематичності й логічної послідовності в опануванні змісту навчальної дисципліни та формуванні дисциплінарних компетентностей;
- використання професійно спрямованих практичних завдань та завдань творчого рівня.

Науковці вважають доцільним використання електронних презентацій на практичних заняттях, які дозволяють унаочнити процес формування вмінь та навичок, швидко та без зайвих зусиль продемонструвати необхідні дидактичні та методичні матеріали, індивідуалізувати та диференціювати процес навчання, раціонально використовувати час заняття; а також підвищити ефективність педагогічної діяльності.

Робота з електронними презентаціями дозволяє зробити навчальний процес індивідуальним. Кожен студент сам вибирає послідовність опрацювання навчального матеріалу. Для полегшення сприймання навчальної інформації здобувач освіти зможе переглянути самостійно в зручній для себе час і в характерному для нього темпі. При цьому значно збільшується частка

самостійної роботи студентів, а робота викладача в даних умовах акцентується на створенні навчально-методичного забезпечення дисципліни в електронному вигляді, у постійній роботі над внесенням необхідних змін у навчальний матеріал, доборі необхідного матеріалу.

Метою розробки такого комплексу практичних занять у вигляді презентацій з теми «Програмний комплекс Autodesk Revit. Основи роботи» є:

- ретельна підготовка здобувача освіти до практичних занять з визначеної теми;
- можливість самостійної роботи здобувача освіти в зручний для себе час і в характерному для нього темпі;
- напрацювання вміння виконувати завдання різних рівнів складності;
- відповідальність за виконану роботу, яка контролюється при вирішенні індивідуального варіанту практичної роботи;
- виявлення креативності здобувачів освіти;
- іноваційність.

Основні вимоги які були враховані нами при розробці електронних презентацій теми:

- інформація має бути ретельно структурована;
- не допускається нагромадження навчального матеріалу;
- стислий виклад матеріалу, максимальна інформативність тексту;
- наявність коротких.лаконічних заголовків;
- виділення важливої інформації;
- розміщення пояснень біля рисунків, з якими вони мають з'являтися на екрані одночасно;
- графічні об'єкти мають доповнювати текст;
- інструкції до виконання завдань ретельно виверені щодо їх чіткості, лаконічності, однозначності;

- текстова інформація ретельно перевірена на відсутність граматичних, орфографічних і стилістичних помилок;

Серед переваг використання мультимедійних презентацій на практичних заняттях з дисципліни їх специфічні особливості:

1. можливість 3 -D• візуалізації об'єктів;

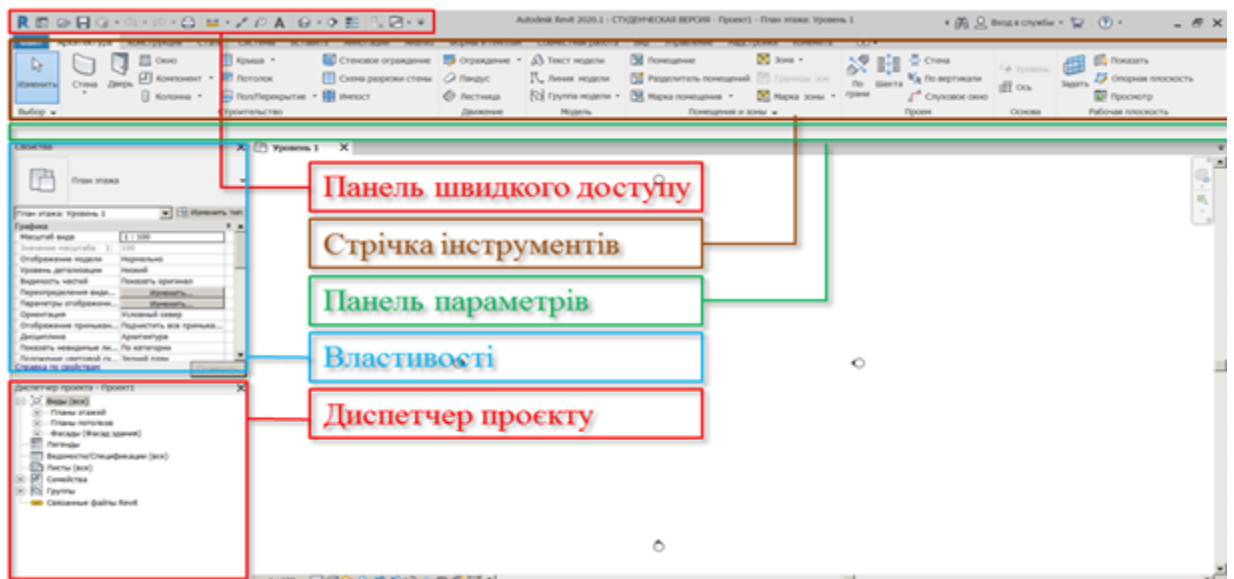
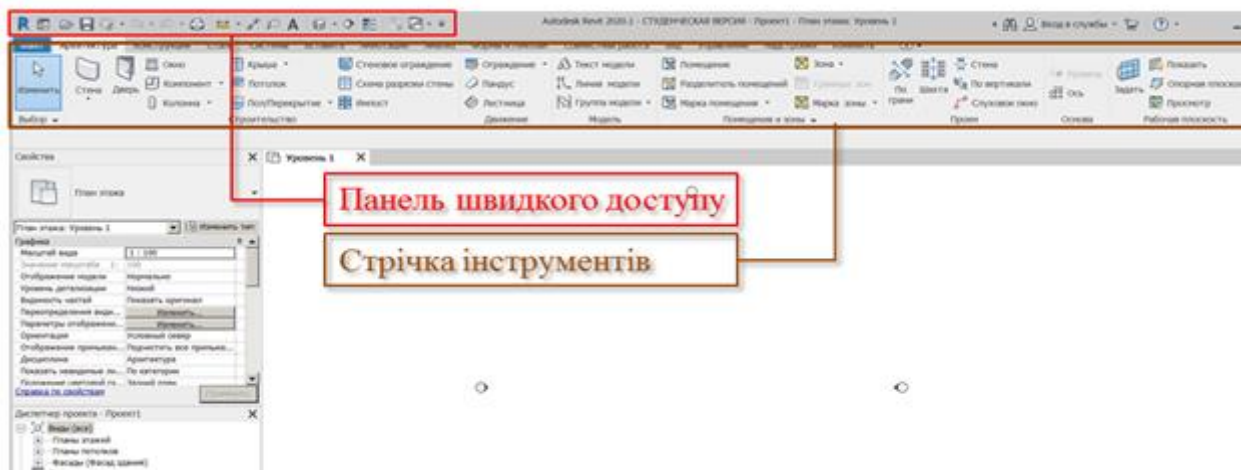
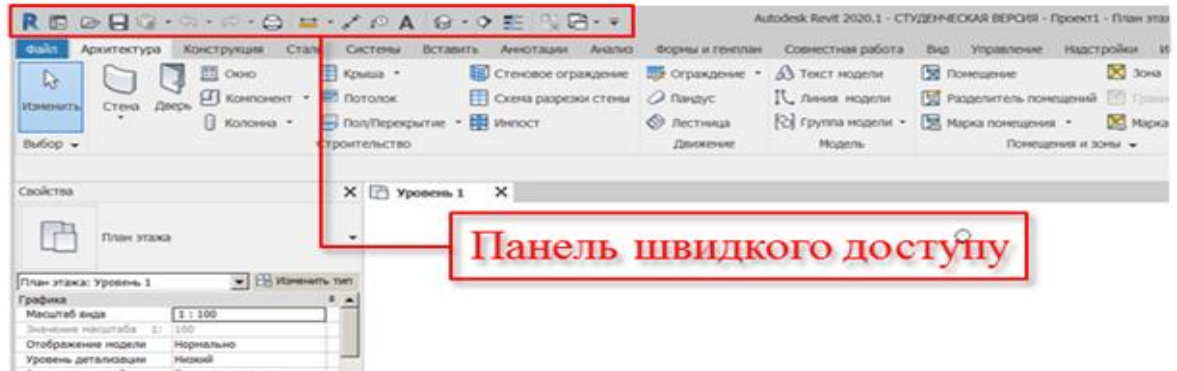


2. наочність процесу виконання різних практичних дій, як то побудова, редагування, масштабування креслень та ін.;

3. можливість поступової появи відповідних пояснень;

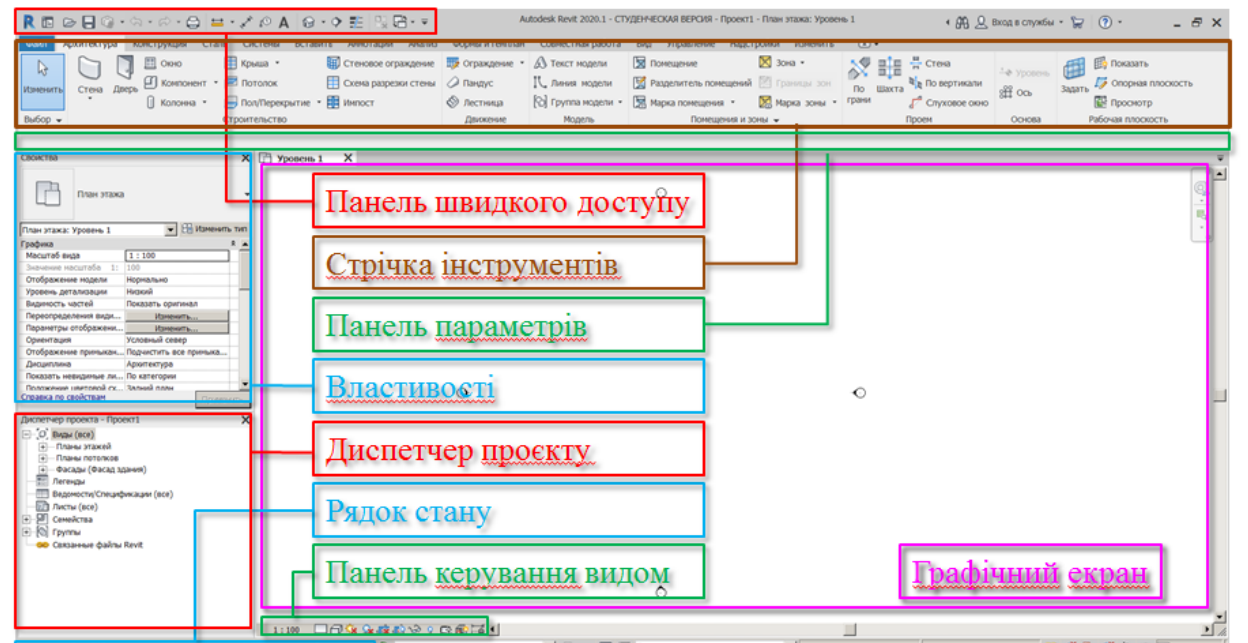
Основні елементи інтерфейсу програми:

«Панель швидкого доступу», «Стрічка інструментів», «Панель «Диспетчер проекту», «Рядок стану», «Панель керування видом»



Основні елементи інтерфейсу програми:

«Панель швидкого доступу», «Стрічка інструментів», «Панель параметрів», «Властивості», «Диспетчер проекту», «Рядок стану», «Панель керування видом», «Графічний екран».



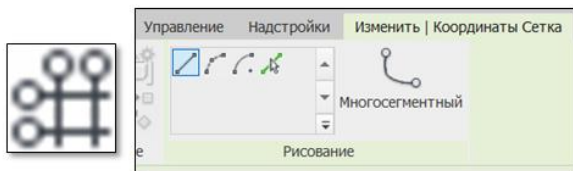
4. демонстрація прикладів конструкцій за допомогою фото- та реалістичних зображень ;





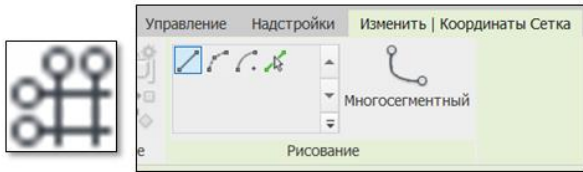
5. покрокове виконання дій з відповідними поясненнями

1. Вкладка «Архітектура», панель «Основа», команда «Вісь».



Перший крок

1. Вкладка «Архітектура», панель «Основа», команда «Вісь».

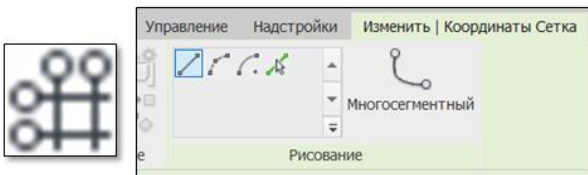


2. Першу вісь рисуємо за краєм горизонтальної або вертикальної стіни або її центром.



Другий крок

1. Вкладка «Архітектура», панель «Основа», команда «Вісь».

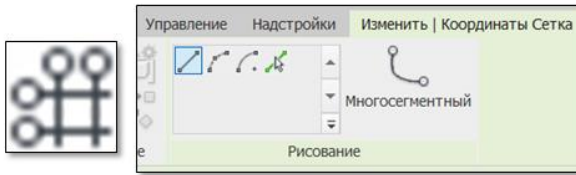


2. Першу вісь рисуємо за краєм горизонтальної або вертикальної стіни або її центром.
3. Наступні осі копіюємо, відслідковуючи інтервал від попередньої. В «Панелі параметрів» активуємо для копії режим «Орто» або «Декілька».

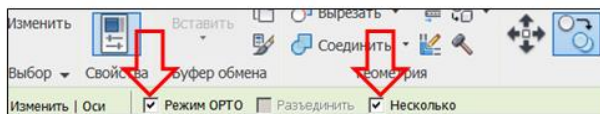


Третій крок

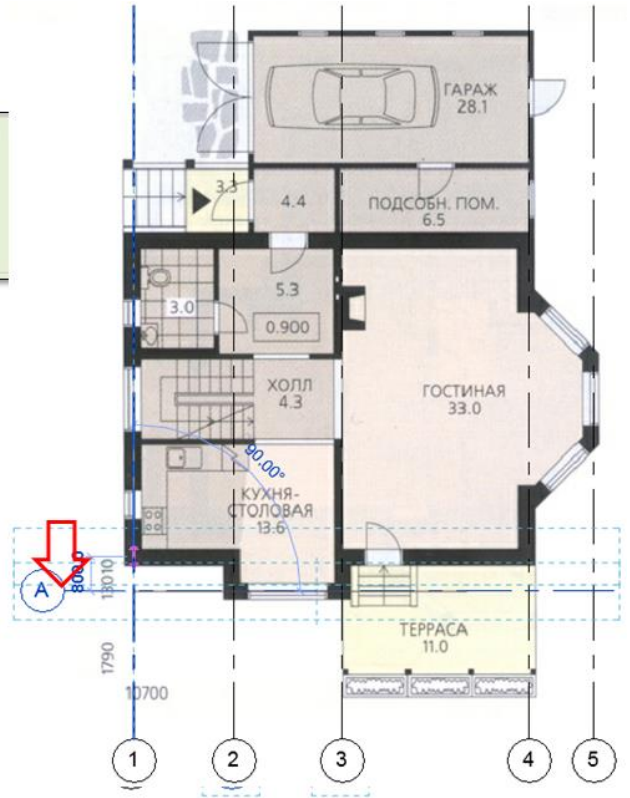
1. Вкладка «Архітектура», панель «Основа», команда «Вісь».



2. Першу вісь рисуємо за краєм горизонтальної або вертикальної стіни або її центром.
3. Наступні осі копіюємо, відслідковуючи інтервал від попередньої. В «Панелі параметрів» активуємо для копії режим «Орто» або «Декілька».



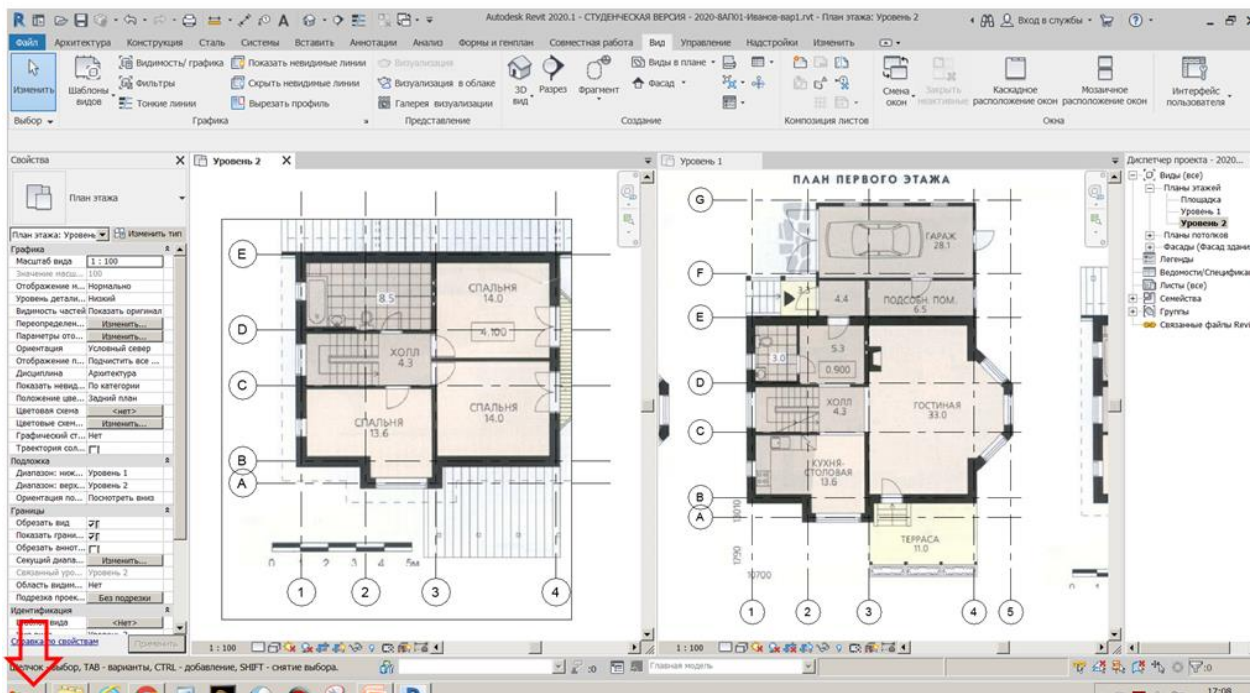
4. Нарисувавши вісь у іншому напрямку – активізуємо текст у Марці і замінюємо цифри буквами («б»→«А»).



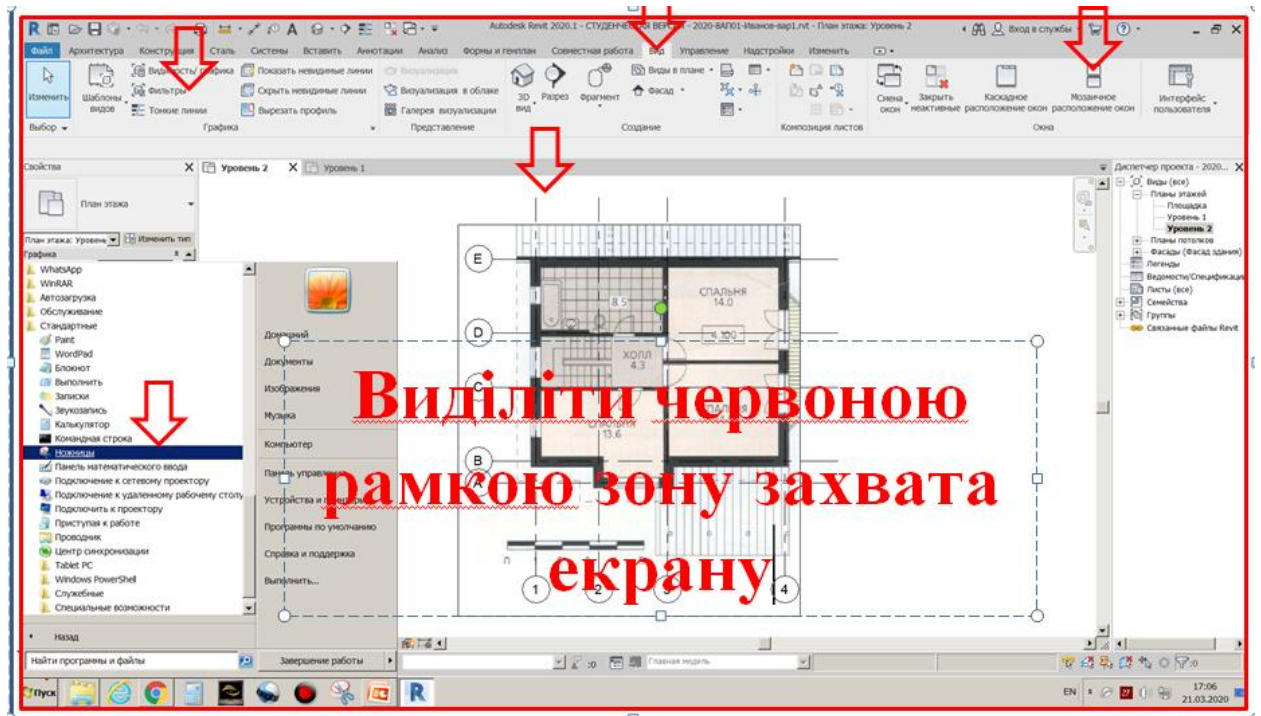
Четвертый шаг

6. перегляд результатів виконання роботи;

Виконати знімок екрану програми з вікнами 1-2 поверхів і зберегти його як растрове зображення з ім'ям файлу проекту, наприклад – «2023-Головка-вар1.png»



7. перевірки виконання правильності дій.



Розроблені презентації мають чітку структуру, кожен підтему розділено на декілька складових частин (практичних робіт), до кожної з такої частини розроблено презентацію за певним структурним планом (табл. 2.1).

Табл.2.1

ТЕМА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ	ЗМІСТ ЗАНЯТТЯ
<p>ТЕМА 1. ПОЧАТОК РОБОТИ В AUTODESK REVIT. НАЛАШТУВАННЯ ПАНЕЛЕЙ ІНТЕРФЕЙСУ. РОБОТА З ОСЯМИ.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запуск програми Autodesk Revit 2. Створення проєкту 3. Збереження файлу 4. Інтерфейс 5. Налаштування інтерфейсу 6. Відновлення вікон інтерфейсу 7. Вставка рисунка з варіантом завдання 8. Масштабування рисунка з варіантом завдання 9. Побудова сітки осей на 1-ому поверсі 10. Вставка рисунка підоснови на 2-ому поверсі 11. Коректування сітки осей на 2-ому поверсі 12. Складання звіту
<p>ТЕМА 2. СТВОРЕННЯ РІВНЕЙ, СТІН. КОРЕГУВАННЯ МОДЕЛЕЙ СТІН, ЗАВДАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналіз рівней варіанта завдання 2. Створення рівнів 3. Стандартні типи стін 4. Побудова нових типів стін 5. Методи побудови стін 6. Побудова стін 7. Контроль стін у 3D-виді 8. Складання звіту
<p>ТЕМА 3. ПЕРЕКРИТТЯ.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перекриття на «першому поверсі» 2. Перекриття на рівні «2-го

<p>ЗАВДАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ. РОБОТА ЗІ СХОДАМИ</p>	<p>поверху», «Чердака», «Землі» 3. Перекриття як дах 4. Налаштування типу монолітних сходів. 5. Сходи з забіжними ступенями 6. Сходи з площадками 7. Перила – настройка, побудова 8. Сходи з перилами на другий поверх 9. Сходи за ескізом 10.Складання звіту</p>
<p>ТЕМА 4 ДАХ.</p>	<p>1. Форма даху за зовнішнім контуром 2. Форма взаємоперетинаючих дахів 3. Форма даху з перемінними схилами 4. Форма даху за гранями формоутворювальних 5. Перекриття як покрівля 6. Аналіз даху навчального варіанту 7. Основний «двосхилий» дах 8. Підрізання стін до покрівлі 9. Підрізання перебиття до покрівлі 10.Складання звіту</p>
<p>ТЕМА5. ДВЕРІ. ВІКНА. ПРОРІЗИ.</p>	<p>1. Стандартні візуальні стилі і підоснова 2. Завантаження сімейства дверей 3. Створення типів/розмірів дверей користувача 4. Основні параметри дверей 5. Встановлення дверей у стіни 6. Вікна 7. «Прорізи у стіні» 8. Прорізи нестандартної форми 9. Редагування стіни 10.Контроль встановлення Вікон/Дверей/Прорізів на 3D-вигляді 11.Дублювання вікон по поверхах 12.Розміри відслідковування вставки Дверей/Окон/Проемов</p>

<p>ТЕМА 6. РОБОТА З ВІТРАЖАМИ.</p>	<p>13.Складання звіту</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вітражи як вікна 2. Вітражи як віконно -дверні блоки 3. Вітражи як склений еркер 4. Вітражні двері 5. Налаштування типу вітражу 6. Побудова вітражу 7. Редагування вітражу 8. Кутове вікно. 9. Складання звіту
<p>ТЕМА 7. КОЛОНИ. РОЗКОСИ. БАЛКИ.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Завантаження сімейств колон, балок і розкосів 2. Відображення колон, балок і розкосів 3. Похила колона 4. Створення групи з врізкою колонн 5. Масив групи 6. Балка 7. Зміщення балки по вертикалі/горизонталі 8. Врізка балки у колони масиву 9. Балочна система як розкладка «лат» 10. Ручне зміщення балок у системі 11. Дододавання балок (конькових брусів, ригелів, лат) 12. Врізка в вузлах 13. Підрізка торців балок(лат) 14. Імітація форм 15. Складання звіту
<p>ТЕМА 8. РОБОТА З ФОРМОУТВОРЮВАЮЧИМИ ФУНКЦІЯМИ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приклади підшивання завісів і карнизів покрівлі 2. Приклади оформлення фасаду стін 3. Формоутворюючі функції 4. Команди 5. Побудова поясів на стіні за траєкторією 6. Побудова профілю поясу на стіні 7. Побудова підшивки покрівлі 8. Складання звіту

<p>ТЕМА 9. ФАСАДИ І РОЗРІЗИ.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фасад 2. Параметри стилів графіки 3. Налаштування освітлення та тіней 4. Створення нового фасаду 5. Підготовка фасадів до перенесення на аркуш 6. Розріз 7. Побудова лінії розрізу по сходах 8. Налаштування виду розріза 9. Налаштування осей на розрізі 10.Перетинання/об'єднання зон перерезів 11.Границі 3D-виду 12.3D-розріз 13.Складання звіту
<p>ТЕМА 10. СТВОРЕННЯ ВИДІВ І ПЕРСПЕКТИВ. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Побудова перспективи 2. Зміна висоти камери і цілі 3. Перенесення камери та площини проєкції 4. Обертання камери навколо цілі 5. 3D-розріз 6. Перспектива на аркуші 7. Змінювання розміру перспективи на аркуші 8. Налаштування матеріалу для всієї стіни 9. Створення нового матеріалу 10.Накладання матеріалу на окремі грані 11.Поділ граней 12.Побудова тіней 13.Налаштування «Сонця» 14.Активація виду для службового рівня «землі» 15.Рівень «землі» для падаючих тіней 16.Візуальні стилі з відображенням текстур 17.Візуалізація 18.Складання звіту
<p>ТЕМА 11. ПРИМІЩЕННЯ ТА</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Побудова приміщень 2. Редагування марки приміщення 3. Розрахунок об'єму приміщення

<p>ЗОНИ.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Налаштування кольорової схеми для експлікації приміщення 5. Вставка експлікації приміщення у креслення 6. Заміна кольору приміщення штрихуванням 7. Штрихування AutoCAD і Revit 8. Додавання штрихування із AutoCAD 9. Поділювач приміщень 10. Рисування границі зон 11. Поділювач зон 12. Перейменування зони 13. Налаштування кольорової схеми для експлікації зонування 14. Створення сімейства приміщення 15. Створення нового імені сімейства приміщення 16. Створення мітки площі приміщення 17. Вирівнювання мітки площі 18. Налаштування тексту мітки 19. Завантаження й використання у проекті нової марки приміщення 20. Складання звіту
<p>ТЕМА 12. РОБОТА З ТЕКСТАМИ І РОЗМІРАМИ.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типи текстів 2. Введення тексту 3. Вибір тексту 4. Розміри 5. Приклад побудови зовнішніх ланцюгів розмірів 6. Приклад побудови внутрішніх ланцюгів розмірів 7. Налаштування розмірів 8. Стандартні налаштування лінійних розмірів 9. Налаштування лінійних розмірів користувача 10. Додаткові налаштування типів розмірів 11. Проставлення паралельних розмірів 12. Проставлення паралельних

	<p>розмірів</p> <p>13. Під кутом</p> <p>14. Висотні відмітки на розрізі в М 1:200</p> <p>15. Висотні відмітки на розрізі в М 1:100</p> <p>16. Складання звіту</p>
<p>ТЕМА 13. ІМПОРТ МОДЕЛІ У ПК САПФІР</p>	<p>1. Перевірка моделі на колізії</p> <p>2. Перевірка результатів переносу у вкладці «Аналітика»</p> <p>3. Редагування елементів</p> <p>4. Складання звіту</p>

Розглянемо загальні процедурні питання та особливості практичного користування елементами курсу з використанням електронних презентацій. Електронні презентації, подано у вигляді 13 файлів (рис. 2.2).

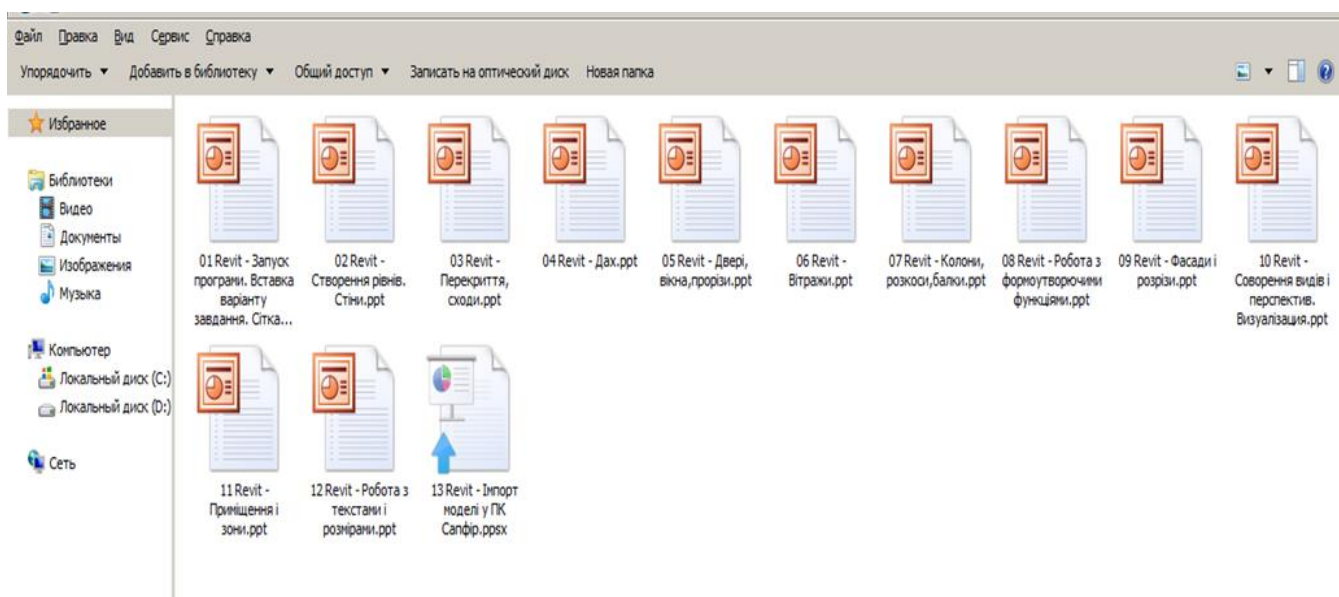


Рис.2.2. Папка з файлами презентацій

Відкриваючи перший файл, переходимо до демонстрації практичної роботи №1. «Початок роботи в Autodesk Revit. Налаштування панелей інтерфейсу. Робота з осями».

Глухівський національний педагогічний університет
імені Олександра Довженка
Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій



(С) Головка Г.О.

Слайд 1. Головна сторінка

The image shows the Autodesk Revit software interface. The title bar at the top reads 'AUTODESK REVIT'. On the left side, there are navigation icons and a window list showing a window titled '2'. The main content area contains a list of 12 tasks, each with a blue underlined link.

1. [Запуск програми](#)

2. [Створення проекту](#)

3. [Збереження файлу](#)

4. [Інтерфейс](#)

5. [Налаштування інтерфейсу](#)

6. [Відновлення вікон інтерфейсу](#)

7. [Вставка рисунка з варіантом завдання](#)

8. [Масштабування рисунка з варіантом завдання](#)


9. [Побудова сітки осей на 1-ому поверсі](#)

10. [Вставка рисунка підоснови на 2-ому поверсі](#)

11. [Коректування сітки осей на 2-ому поверсі](#)


12. [Складання звіту](#)

Слайд 2. Зміст заняття

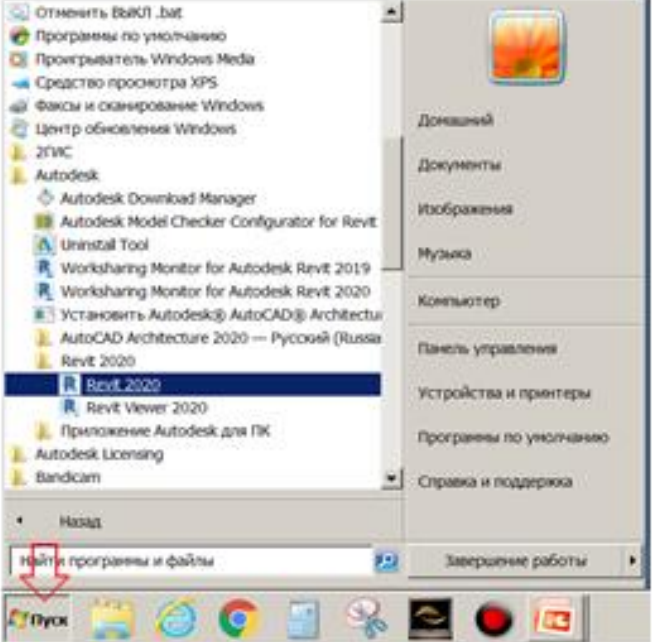

3

REVIT

Запуск програми




Для запуску програми необхідно активізувати її в меню «Пуск-Revit 2020»




The screenshot shows the Windows Start menu open. The 'Revit 2020' application is highlighted in blue. A red arrow points to the 'Пуск' (Start) button in the taskbar at the bottom left.

Слайд 3. Запуск програми

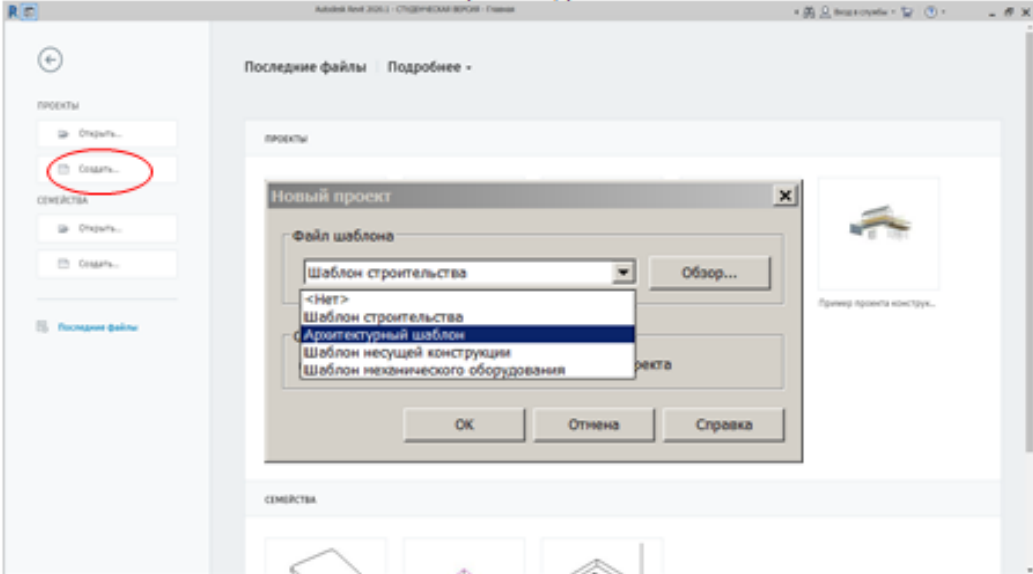

4

REVIT

Створення проекту



У вікні програми спочатку вибрати «Створити», а потім - «Архітектурний шаблон»

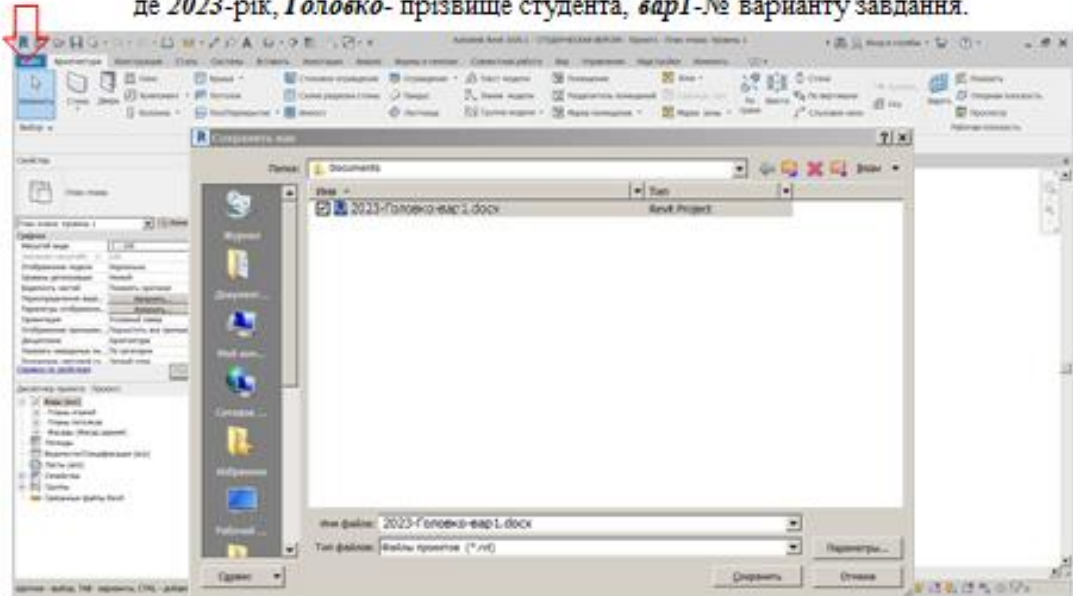


The screenshot shows the Revit software interface. On the left, the 'СЕМЕСТВА' (Levels) panel has the 'Создать...' (Create...) button circled in red. In the center, the 'Новый проект' (New Project) dialog box is open, with 'Архитектурный шаблон' (Architectural template) selected in the 'Файл шаблона' (Template file) list.

Слайд 4. Створення проекту

REVIT
Збереження файлу

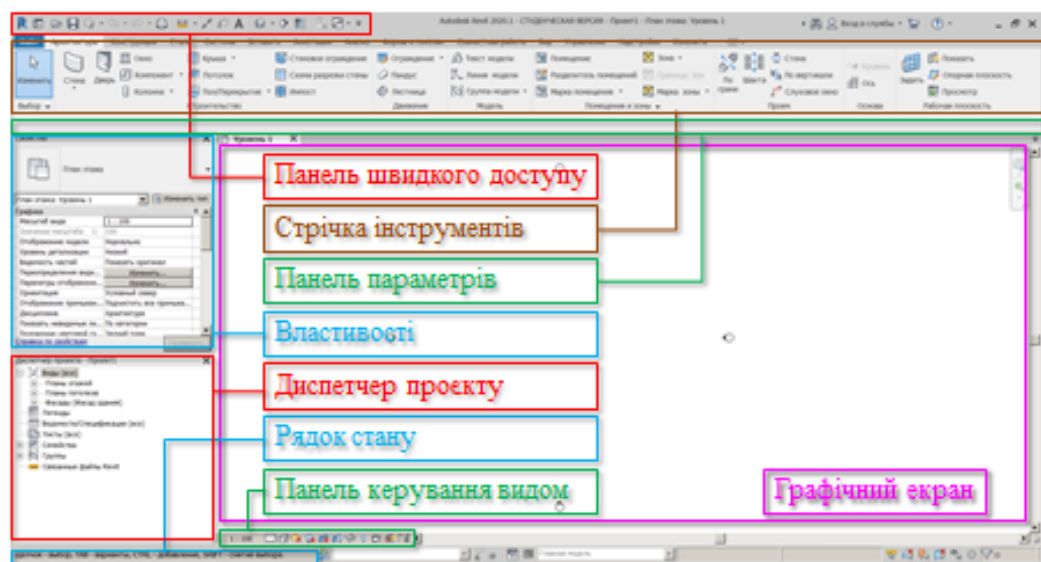
Після створення ПРОЄКТУ вказати під яким ім'ям і де він буде збережений.
Наприклад – «2023- Головка-вар1»,
де 2023-рік, Головка- прізвище студента, вар1-№ варианту завдання.



Слайд 5. Збереження файлу

REVIT
Інтерфейс програми

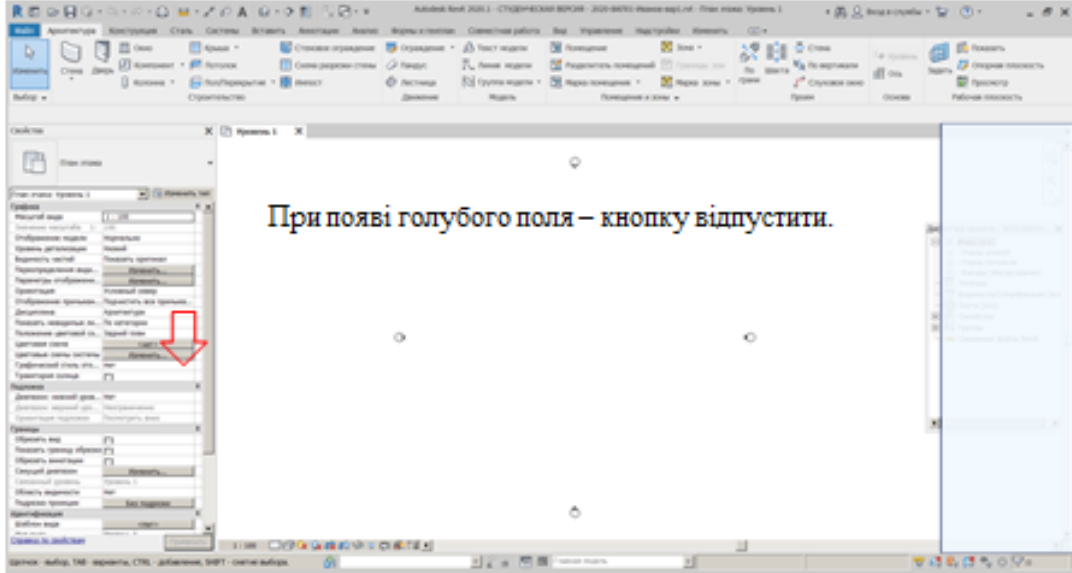
Основні елементи інтерфейсу програми:
«Панель швидкого доступу», «Стрічка інструментів», «Панель параметрів», «Властивості»,
«Диспетчер проекту», «Рядок стану», «Панель керування видом», «Графічний екран».



Слайд 6. Інтерфейс програми

REVIT
Налаштування інтерфейсу


Налаштування інтерфейсу – перенесення вікон «Властивості» і «Диспетчер проекту».



При появі голубого поля – кнопку відпустити.


The screenshot displays the Revit software interface. The top ribbon is visible, showing various toolbars. The Properties window is open on the left side, and the Project Browser is open on the right side. A red arrow points to the 'Release' button in the Properties window. The text 'При появі голубого поля – кнопку відпустити.' is overlaid on the screen.

Слайд 7. Налаштування інтерфейсу

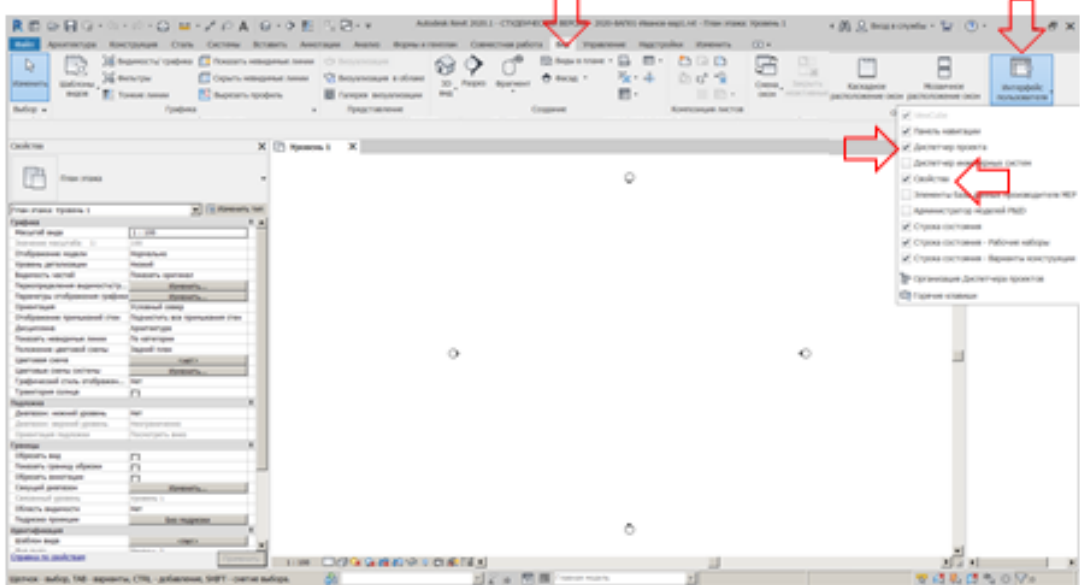


REVIT


Налаштування інтерфейсу



Для ВКлючення – «Стрічка інструментів» → Вкладка «Вид» → Команда «Інтерфейс користувача» → поставити галочку.



Слайд 8. Налаштування інтерфейсу



REVIT

Вставка рисунка будинку


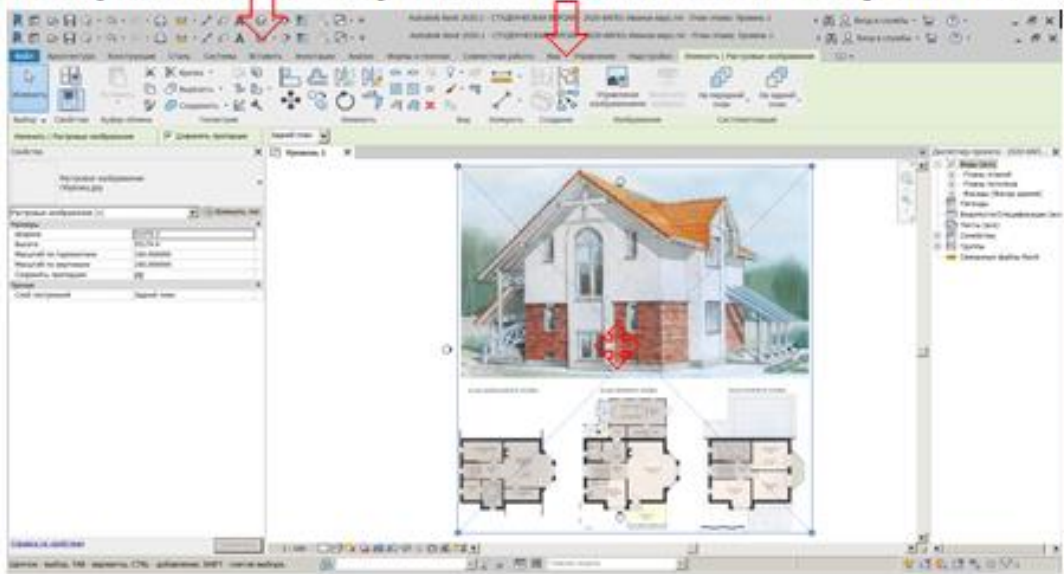


Рисунок вставляється на поточний «Рівень 1» (план 1-го поверху) у якості підоснови (Вкладка «Вставити» → «Зображення»).

Розміщується між значками фасадів (якщо не вміщається – значки переносяться)




Слайд 9. Вставка рисунка будинка

REVIT

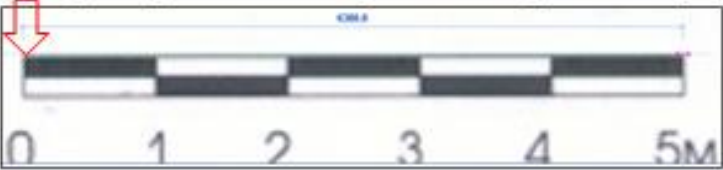
Масштабування рисунка с варіантом завдання

Командою «Масштаб» наближаємо розмір рисунка до необхідних значень («Габаритний» розмір або «Масштабна лінійка»):


1. Виділяємо картинку лівою кнопкою, коли курсор всередині рисунка – контури картинки становляться синіми, з'являються пунктирні діагоналі.
2. На вкладці/панель «Змінити» викликаємо команду «Масштаб».




3. Вказуємо крапки на початку і на кінці нарисованого розміру.



4. На клавіатурі набираємо необхідне число і підтверджуємо ввід - «Enter».




Слайд 10. Налаштування інтерфейсу





Revit

Побудова сітки осей 1-ого поверху



1. Вкладка «Архітектура», панель «Основа», команда «Вісь»


2. Першу вісь рисуємо за краєм горизонтальної або вертикальної стіни або її центром.
3. Наступні осі копіюємо, відслідковуючи інтервал від попередньої. В «Панелі параметрів» активуємо для копії режим «Орто» або «Лекілька».
4. Нарисувачи вісь у іншому напрямку – активуємо текст у Марці і замінюємо цифри буквами («б» → «А»).
5. Повторюємо копіювання з новим автоматкуванням.



Слайд 11. Побудова сітки осей 1-ого поверху



REVIT

Вставка рисунка підоснови на 2-ий поверх



1. Вибираємо у «Диспетчер проекту» список з «Планами поверхів».
2. Активізуємо «Рівень 2», щоб зробити його поточним. На екрані зверху з'являється ще одна вкладка з кресленням «Рівень 2»



Маємо на 2-му поверсі сітку осей без рисунка підоснови.
НЕОБХІДНО Вставити рисунок і підкласти зображення другого поверху під сітку осей.

3. Повертаємося на перший поверх (Рівень 1).
4. Вибираємо картинку.
5. Вкладка «Змінити», панель «Буфер обміну», команда «Копіювати» активуємо команду «Вставити».
6. У команді «Вставити» вибираємо «З вирівнюванням за вибраними видами».
7. У вікні діалогу вибираємо «План поверху: Рівень 2».
8. Повертаємося на «Рівень 2».
9. Переносим рисунок таким чином, щоб зображення стін 2-го поверху було під відповідними осями.



Слайд 12. Вставка рисунка підоснови на 2-ий поверх

REVIT

Вставка рисунка підоснови на 2-ий поверх

1. Вибираємо у «Диспетчер проекту» список з «Планами поверхів».
2. Активізуємо «Рівень 2», щоб зробити його поточним. На екрані зверху з'являється ще одна вкладка з кресленням «Рівень 2»

Маємо на 2-му поверсі сітку осей без рисунка підоснови.

НЕОБХІДНО Вставити рисунок і підкласти зображення другого поверху під сітку осей.

3. Повертаємося на перший поверх (Рівень 1).
4. Вибираємо картинку.
5. Вкладка «Змінити», панель «Буфер обміну», юманда «Копіювати» активізуємо юманду «Вставити».
6. У юманді «Вставити» вибираємо «З вирівнюванням за вибраними видами».
7. У вікні діалогу вибираємо «План поверху: Рівень 2».
8. Повертаємось на «Рівень 2».
9. Переносим рисунок таким чином, щоб зображення стін 2-го поверху було під відповідними осями.

Слайд 13. Коректування сітки осей на 2-ому поверсі

REVIT

Складання звіту

Виконати знімок екрану програми з вікнами 1-2 поверхів і зберегти його як растрове зображення з імям файлу проекту, наприклад – «2023-Головка-вар1.png»

Слайд 14. Складання звіту

Розроблені мультимедійні практичні завдання мають чітко визначену структуру, є цікавими для здобувачів освіти, охоплюють достатній обсяг навчального матеріалу, створюють можливість для співпраці з іншими, потребують попередньої підготовки та наступне обговорення виконаних завдань, передбачають досягнення певних результатів роботи – розробка цифрової архітектурної моделі житлового будинку.

Підсумовуючи вищерозглянуте й власний досвід викладання, можна зробити висновок, що необхідним і перспективним є розроблення і створення електронних мультимедійних навчальних комплексів з дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» (навчальний посібник, конспект лекцій, практичні роботи, індивідуальні завдання для самостійної роботи), які охоплювали б усі види організації освітнього процесу: лекції, практичні та індивідуальні заняття.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Інформаційне моделювання будівлі (Building Information Modeling) - це інтегрований підхід до проектування, зведення, забезпечення відповідальної експлуатації і ремонту будівлі протягом усього її життєвого циклу, який полягає в накопиченні і комплексній обробці в процесі проектування архітектурно-конструкторської, технологічної, економічної та іншої інформації про будівлю й об'єкти її життєзабезпечення, що розглядаються як єдина система.

Технологія BIM сприяє підвищенню якості та скорочення термінів введення будівництва, забезпечує прийняття оптимальних рішень. На відміну від традиційних систем проектування, що створюють лише архітектурні моделі, результатом BIM-моделювання будівлі є комплексна комп'ютерна модель, що описує як сам об'єкт, так і процес його будівництва. Вся інформація BIM об'єднується в базу даних, що дозволяє в будь-який момент часу отримувати актуальну проектну документацію. У використанні BIM-технологій всі принципові рішення з проектування приймає людина, а спеціалізоване програмне забезпечення виконує технічні функції з пошуку, зберігання, швидкої обробки, аналізу і передачі інформації.

2. Можна виділити як провідних світових розробників програмних продуктів, які мають багаторічний досвід впровадження BIM-технологій: Autodesk (США), Nemetech (Німеччина), Tekla (Фінляндія), так і національних розробників програмного забезпечення ООО «ЛІРА САПР» (Україна). Аналіз особливостей розвитку BIM-ринку програмного забезпечення для будівництва у нашій країні засвідчує, що до числа найбільш популярних програм належать Autodesk Revit, Allplan, ArchiCAD, САПФІР що робить їх пріоритетними для вивчення в процесі підготовки фахівців

закладів вищої інженерно-технічної та інженерно-педагогічної освіти. Безсумнівним лідером серед них є Autodesk з програмним продуктом Revit.

3. У діяльності інженера-педагога будівельного профілю у сфері BIM - технологій нами визначені наступні професійні функції:

- технічна підготовка інформаційної моделі;
- розробка та використання інформаційної моделі при вирішенні задач проектування, будівництва, експлуатації, реконструкції;
- участь у колективному процесі інформаційного моделювання об'єкта.

4. На підставі аналізу професійно-освітніх програм, робочих програм, та вивчення досвіду впровадження технологій інформаційного моделювання у технічних закладах вищої освіти була розроблена програма дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві». Мета дисципліни - формування фахових компетентностей майбутніх педагогів професійного навчання будівельного профілю у сфері технологій інформаційного моделювання будівель.

Програма дисципліни складається з наступних тем:

1. Основні поняття і положення інформаційного моделювання у будівництві.

2. Стандарти інформаційної моделі будівлі та принципи її побудови.

3. Огляд програмних комплексів, які реалізують BIM- технології.

Програмний комплекс Autodesk Revit: інструменти, етапи роботи, створення архітектурної моделі будинку .

4. Програмний комплекс САПФІР: основні можливості та інструменти, етапи роботи, створення архітектурної і розрахункові моделі будинку. Інтеграція Autodesk Revit і Сanfip.

6. Засоби управління проектом

5. Розроблена програма дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» достатньо повно вона охоплює технологію інформаційного моделювання в будівництві; узгоджена за змістом фахових

дисциплін; враховує наявні в здобувачів освіти знання й уміння архітектурно-будівельного проектування та розрахунку будівельних конструкцій; наступність набутих компетентностей у науково-дослідній та науково-виробничій діяльності, написанні магістерських робіт.

6. Розроблені мультимедійні практичні заняття з дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» мають чітко визначену структуру (кожну підтему розділено на декілька складових частин (практичних робіт), і до кожної з них розроблено презентацію за певним структурним планом), є цікавими для здобувачів освіти, охоплюють достатній обсяг навчального матеріалу, створюють можливість для співпраці з іншими, потребують попередньої підготовки та наступного обговорення виконаних завдань, передбачають досягнення певних результатів роботи – розробка цифрової архітектурної моделі житлового будинку.

7. Підсумовуючи вищерозглянуте та власний досвід викладання, можна зробити висновок, що необхідним і перспективним напрямком є розробка та створення електронних мультимедійних навчальних комплексів з дисципліни «Технології інформаційного моделювання в будівництві» (електронний посібник, конспект лекцій, практичні роботи, індивідуальні завдання для самостійної роботи), які б охоплювали усі види організації освітнього процесу: лекційні, практичні та індивідуальні заняття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексюк А. М. Педагогіка вищої школи: курс лекцій. Модульне навчання. Київ: УСДО, 1993. 220 с.
2. Баженов В. А., Криксунов Е. З., Перельмутер А. В., Шишов О. В. Информатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Підручник для вузів. – К.: Каравела, 2019. – 488 с.
3. Барабаш М.С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства: Монография / М.С. Барабаш. – К.: Изд-во «Сталь», 2014.-301с.
4. Городецкий А.С. Комплексные системы проектирования и управления строительством с использованием полнофункциональной информационной модели здания (BIM). Зарубежный и отечественный опыт, перспективы развития / А.С. Городецкий, М.С. Барабаш, В.С.Судак и др. // Проблемы развития городской среды: Науч. технич. сб. – К.: НАУ, 2014. – Вып.2(12). – 499с.
5. Чуприна Х.М. Інтегрована єдина енергетична модель будівлі / Чуприна Х.М. // Управління розвитком складних систем - К.: КНУБА, 2014. - Вип. 17. - С. 125-131.
6. Барабаш М.С., Київська К.І. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об'єкта / Барабаш М.С., Київська К.І. // Управління розвитком складних систем □ К.: КНУБА, 2016. - Вип. 25. - С. 114-120.
7. Білик А.С., Беляєв М.А., "BIM моделювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні", Промислове будівництво та інженерні споруди, 2015. № 2, С. 9-15.
8. ДСТУ ISO 19650-1:2020 (ISO 19650-1:2018, IDT) Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління

- інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 1. Концепції та принципи.
9. Задніпрянець І. Компетентнісний підхід в освіті (світовий досвід). Фізика в школах України. 2011. № 3. С. 23–27.
 10. Занюк С. С. Психологія мотивації: навч. посіб. Київ: Либідь, 2002. 304 с.
 11. Крокошенко О. Я., Складові професійно-педагогічної діяльності інженера-педагога у системі професійної освіти. Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Педагогічні науки. 2010. № 10, Ч. 1. С. 5–12.
 12. Кузьмінський А. І., Омеляненко В. Л. Педагогіка: підручник. Київ: Знання-Прес, 2003. 418 с.
 13. Ланцов, А.Л. Компьютерное проектирование зданий: REVIT 2015. – : Consistent Software Distribution; РИОР, 2014. – 664 с.
 14. Освіта України. Нормативно-правові документи. Київ: Міленіум, 2021. 472 с.
 15. Педагогіка в запитаннях і відповідях: навч. посіб. / за ред. Л. В. Кондрашової, О. А. Пермякова, Н. І. Зеленкової, Г. Ю. Лаврешиної. Київ: Знання, 2006. 252 с.
 16. Педагогічний словник / за ред. М. Д. Ярмаченка. Київ: Педагогічна думка, 2001. 516 с
 17. Про вищу освіту: Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. Дата оновлення: 01.01.2018. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (дата звернення: 14.07.2018).
 18. Професійна освіта: словник: навч. посіб. / уклад. С. У. Гончаренко та ін.; за ред. Н. Г. Ничкало. Київ: Вища школа, 2000. 380 с.
 19. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. – 4-е изд., перераб. –: Издательство СКАД СОФТ, 2011. – 736 с.

- 20.Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий – .: ДМК – пресс, 2011. – 391 с.
- 21.Талапов В.В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий.: ДМК-пресс, 2015. – 410 с.
- 22.Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K.. BIM Handbook. Second edition. – NJ: Wiley, 2011. – 626 С.
- 23.Kateryna Kyivska, “BIM-technology application on different stages of life cycle facility construction”, in International scientific-practical conference of young scientists “BUILD-MASTER-CLASS-2018”, Kyiv, KNUCA, 2018, pp. 464-465.
- 24.Tsiutsiura S. Formation of a generalized information model of a construction object / Tsiutsiura S., Kyivska K., Tsiutsiura M., Kryvoruchko O., Dmytrychenko A. // International Journal of Mechanical Engineering & Technology (IJMET), 2019, Vol. 10, Issue 02, PP.69–79.
- 25.NBS, "NBS National BIM Report", 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2020>. Дата доступа 05 березня 2023 року.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А. Електронна презентація AUTODESK Revit