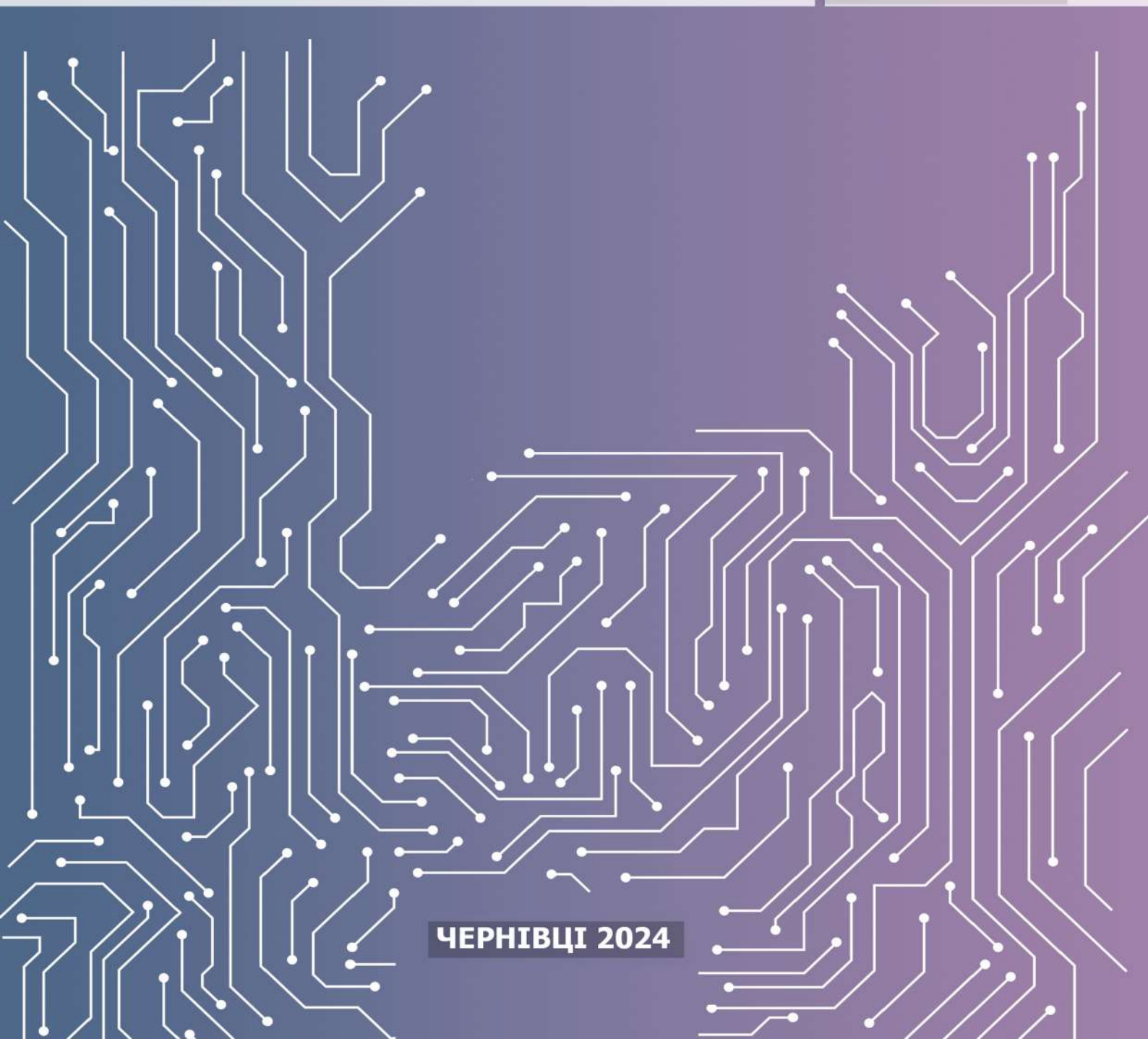
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

В АРХІТЕКТУРІ, БУДІВНИЦТВІ І ДИЗАЙНІ

ПІДРУЧНИК-ДОВІДНИК

Товбич В.
Сазонов К.
Левченко О.
Фодчук І.



ЧЕРНІВЦІ 2024

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва та архітектури
Чернівецький національний університет
Імені Юрія Федьковича

За редакцією Товбича В.В., Сазонова К., Левченко О., Фодчука І.

Інформаційні технології в архітектурі, будівництві та дизайні

Науково – методичне видання (підручник – довідник)

Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

2024

УДК 343.982.------
К 58

Рекомендовано до друку Вченою радою
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
(Протокол № 7 від 30.04. 2024 року)

Рецензенти:
Яковлєв М.І., - доктор технічних наук, професор, перший віце-президент Національної академії мистецтв України,

Кащенко О.В. – доктор технічних наук, професор, декан архітектурного факультету Київського національного університету будівництва та архітектури

Науковий редактор:
Ватаманюк Н.Ю.- доктор філософії з архітектури, асистент кафедри містобудування та урбаністики

Товбич В.В., Сазонов К.О., Левченко О.В., Фодчук І.М.

І-74 Інформаційні технології в архітектурі, будівництві та дизайні: підручник довідник/ Товбич В.В., Сазонов К., Левченко О., Фодчук І.М./ Чернівец. Нац. ун-т імені Юрія Федьковича, 2024, 332с.

ISSBN 978-966-423-000-0

У підручнику викладено опис 15- ти сучасних програмних продуктів та інструментарій комп'ютерного моделювання та принципів інтероперабельності в архітектурі, будівництві та дизайні. Представлені програмні продукти демонструють напрями використання усієї сукупності та можливостей інформаційних технологій безпосередньо в архітектурно-будівельній та дизайнерській діяльності. Їх вивчення безпосередньо пов'язано із методикою моделювання та процесом проєктування в усіх його традиційних та інноваційних проявах; складанням плану роботи за проєктом, побудовою концепції (ескізної моделі), формотворення, зокрема параметричного, яке є основою дигитальної (параметричної, цифрової) архітектури; питанням архітектурної діяльності (організації, управління). Наразі важливим фактором професійного успіху є швидкість і точність виконання завдань.

Показано, що такий багатошаровий та складний механізм взаємодії цих складових вирішується через соціально-орієнтований підхід, який базується на забезпеченні потреб людини.

Завданням цього підручника було– запропонувати цілу палітру програмних продуктів майбутнім архітекторам, митцям, будівельникам та дизайнерам. Зміна професійного уявлення з 2D-креслень на об'ємне концептуальне 3-D моделювання, абстрактних знань про конструктивні навантаження на можливість побудови цих навантажень в моделі та багато інших переваг надають наведені інструментарії.

УДК 343.982(075.8)

© Товбич В.В., Сазонов К.О., Левченко О.В.,
Фодчук І.М., 2024

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2024

ЗМІСТ

	Вступ	7
	Розділ 1. «BIM» Технологія будівельно-інформаційного моделювання	15
1.1	Технологія будівельно-інформаційного моделювання	16
1.2	Хронологія виникнення та розвитку будівельного інформаційного моделювання. Концепція елементів ООП у BIM	20
1.3	Базові концепції BIM: LOD, n-D виміри, єдиний формат IFC	25
1.4	BIMeInitiative. Особливості впровадження BIM у організаціях та професія BIM менеджера	30
	Запитання та завдання для самоконтролю	34
	Список використаних джерел	34
	Розділ 2. ПК ЛІРА-САПР	36
2.1	Структура та призначення програми	36
2.2	Історія виникнення, автори	37
2.3	Приклад задач, які розв'язуються	37
2.3.1	Загальна схема функціонування ПК ЛІРА – САПР	37
2.3.2	Загальна схема функціонування САПФІР	41
2.3.3	Основні інструменти САПФІР	49
2.4	Приклад вправи	53
	Запитання та завдання для самоконтролю	67
	Список використаних джерел	67
	Розділ 3. ALLPLAN	69
3.1	Функція та призначення програми	69
3.2	Історія виникнення, автори	70
3.3	Приклад задач, які розв'язуються	70
3.4	Проєкт в Allplan	81
	Запитання та завдання для самоконтролю	98
	Список використаних джерел	99
	Розділ 4. ARCHICAD	100
4.1	Програмне забезпечення в архітектурній діяльності	100
4.2	Виникнення ARCHICAD та основні етапи його розвитку	100
4.3	Основні особливості програмного забезпечення, головні переваги та недоліки	102
4.4	Основний інструментарій та функціонал програми ARCHICAD. Налаштування робочого середовища	106
4.5	Засоби 3D-моделювання	109
4.6	Засоби розробки документації	111
4.7	Засоби отримання специфікацій і кошторисних розрахунків	114
4.8	Засоби візуалізації об'єктів	115
4.9	Інтерактивна демонстрація архітектурних 3D-проєктів з BIMxViewer	118
4.10	Засоби верстки та публікації результатів	118
4.11	Гармонійне «зелене» проєктування архітектурних об'єктів з EcoDesigner	120
4.12	Технології взаємодії при розробці проєктів з ArchiCAD. Інтероперабельність	121
4.13	Бібліотека ArchiCAD та її параметричні складові	123
4.14	Інтеграція ArchiCAD і технології CAM в будівництві	125
4.15	BIM - основа реалізації автоматичного документування в ArchiCAD	127

4.16	MEP Modeler - інженерні мережі у віртуальній будівлі ArchiCAD	129
	Запитання та завдання для самоконтролю	129
	Список використаних джерел	130
	Розділ 5. REVIT	131
5.1	Функції та призначення програми	132
5.2	Історія виникнення, автори	132
5.3	Задачі, що розв'язуються	134
5.4	Приклад завдання.	143
5.5	Приклади використання Autodesk Revit в проектуванні	153
	Запитання та завдання для самоконтролю	154
	Список використаних джерел	154
	Розділ 6.AutoCAD	156
6.1	Історія розвитку	157
6.2	Основи роботи в програмі AutoCAD	158
6.3	Способи побудов	160
6.4	Створення двовимірних об'єктів	162
6.5	Редагування двовимірних об'єктів	166
6.6	Приклад побудови фрагмента архітектурного облому «Прямий каблучок»	168
6.7	Створення тривимірних об'єктів	169
6.8	Редагування тривимірних об'єктів	173
6.9	Приклад створення плану приміщення	174
6.10	Приклад створення тривимірної моделі приміщення	176
6.11	Візуалізація тривимірної сцени	177
6.12	Хмара точок	182
6.13	Підтримка 3D-друку	183
	Запитання та завдання для самоконтролю	183
	Список використаних джерел	183
	Розділ 7. 3D Studio Max	184
7.1	Функція та призначення програми	184
7.2	Історія виникнення та автори програми	185
7.3	Основні особливості 3D-Studio Max	186
7.4	Формати збереження тривимірних моделей	187
7.5	Об'єктно орієнтована поведінка та поняття об'єкту в 3D StudioMax	188
7.6	Параметричні об'єкти	189
7.7	Складені об'єкти	190
7.8	Підпорядковані об'єкти	191
7.9	Потокова схема об'єкту (Object Data flow)	191
7.10	Принципи змінення об'єкту	192
7.11	Принципи клонування об'єктів	193
7.12	Поняття ієрархії. Ієрархія сцени	193
7.13	Принципи анімації в 3DS MAX	194
7.14	Принципи розширення завдяки елементам, що підключаються	196
7.15	Архітектура та дизайн інтер'єру як сфера використання 3DS Max	196
	Запитання та завдання для самоконтролю	196
	Список використаних джерел	196
	Розділ 8. SketchUp	198
8.1	Загальні особливості роботи у SketchUp	199

8.2	Особливості роботи у SketchUp на різних стадіях архітектурного проєктування….	201
8.2.1	SketchUp для роботи із ландшафтом	202
8.2.2	SketchUp для роботи над ескізом	203
8.2.3	SketchUp для роботи над проєктом	205
8.2.4	SketchUp для робочого проєкту	208
	Запитання та завдання для самоконтролю	210
	Список використаних джерел	211
	Розділ 9. AdobePhotoshop	212
9.1	Загальні відомості	212
9.2	Історія створення	213
9.3	Формати файлів	214
9.4	Кольорові моделі	214
9.5	Використання в архітектурному проєктуванні	215
9.6	Взаємодія з іншими програмами	224
	Запитання та завдання для самоконтролю	225
	Список використаних джерел	226
	Розділ 10. CorelDraw	227
10.1	Загальні відомості	227
10.2	Історія створення	228
10.3	Основні функції	228
10.4	Основні компоненти	229
10.5	Формати файлів	229
10.6	Використання CorelDraw в архітектурному проєктуванні	229
10.7	Взаємодія з іншими програмами	234
10.8	Нове у CorelDraw	235
	Запитання та завдання для самоконтролю	235
	Список використаних джерел	235
	Розділ 11. WOODY	236
11.1	Система комп'ютерного дизайну корпусних меблів	236
11.2	Основна частина	237
11.3	Моделювання комп’ютерного столу	254
	Запитання та завдання для самоконтролю	260
	Список використаних джерел	260
	Розділ 12. RHINOCEROS	261
12.1	Історія виникнення, розвиток (від вузько спрямованого софту з проєктуванням яхт до архітектурної заміни 3ds max)	261
12.2	NURBS підхід, файлові формати, точність прив’язок	261
12.3	Мультиплатформеність [win + mac + ios], відкритість	262
12.4	Поява Rhino в КНУБА/КІТА	263
12.4.1	Точність прив’язок та NURBS підхід	263
12.4.2	Rhinoscript: панелізація поверхні та фрактали	264
12.4.3	Параметричне нодове проєктування в Grasshopper	265
12.5	Ціноутворення	266
12.6	Плагіни, відкритість	266
12.7	Grasshopper / програмування. Теселяція / панелізація	267
12.8	Реновація вагонного депо Київ Пасажирський	268
12.9	Павільйон України на ЕКСПО 2015	269

12.10	noMad. Архітектурна система поведінкової збірки	270
12.11	Автоматизоване виготовлення, взаємодія	271
	Запитання та завдання для самоконтролю	274
	Список використаних джерел	274
	Розділ 13. Мультимедійні Презентації	275
13.1	Визначення	275
13.2	Переваги мультимедійної презентації	275
13.3	Класифікація мультимедійних презентацій за призначенням, напрямом, змістом	276
13.4	Класифікація за використанням мультимедійного ресурсу	277
13.5	Планування презентації	278
13.6	Основні етапи створення мультимедіа-презентації	279
13.7	Особливості сприйняття наочних засобів	280
13.8	Класифікація презентацій з позиції режиму їхньої демонстрації	283
13.9	Програмні засоби створення, зберігання, передачі та демонстрації мультимедіа-презентації (історія, функціонал)	284
	Запитання та завдання для самоконтролю	293
	Список використаних джерел	294
	Розділ 14. ГІС (Геоінформаційні системи)	295
14.1	Визначення та особливості ГІС	295
14.2	Історія виникнення і розвитку геоінформаційних систем	295
14.3	Опис ГІС найуживаніших в архітектурі	297
14.4	Аналіз містобудівної ситуації	298
14.5	Передпроєктні роботи	298
14.6	Детальний огляд ГІС «Генеральний план Києва 2020»	304
14.7	Детальний огляд МІАС ЗМД «Містобудівний кадастр Києва»	307
14.8	Продукти містобудівного кадастру	310
14.9	Чому геоінформаційні системи досі не перевернули світ архітектури	312
	Запитання та завдання для самоконтролю	314
	Список використаних джерел	314
	Розділ 15. Основи побудови тривимірних моделей об`єктів за допомогою програми 3DF ZEPHYR	315
15.1	Версії та пакети програми 3DF ZEPHYR	316
15.2	Принципи побудови тривимірних моделей об’єктів методом фотограмметрії	317
15.3	Правила та рекомендації для побудови тривимірних моделей об’єктів на основі зображень	319
15.4	Основні етапи побудови тривимірних моделей об’єктів	320
15.5	Приклад побудови тривимірної моделі об’єкта	322
	Запитання та завдання для самоконтролю	331
	Список використаних джерел	332

Вступ

Ідея створення спеціального підручника – довідника з інформаційних технологій в архітектурі виникла у співробітників кафедри інформаційних технологій в архітектурі (ІТА) в процесі викладання курсу дисциплін комп'ютерного практикуму (інформаційних технологій в архітектурі) на архітектурному факультеті Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА). Проблеми, які навчаються розв'язувати студенти, існують і в архітектурній практиці під час реального проєктування. Більшість проєктувальників і студентів при виконанні робіт обмежуються тільки програмним продуктом, який найкраще знають і яким уміють користуватися. Але проєктна документація складається з великої кількості різноманітних задач і креслень. Виконання всієї документації одним єдиним програмним продуктом не завжди раціональне. Часто краще застосувати комбінацію програм, де кожна із задач виконується додатком, який оптимально відповідає виконанню проставленої мети. Практика підтверджує суттєве поліпшення якості проєктної документації та скорочення терміну проєктування на 30 – 40 %. Зазвичай не виникає складнощів з отримання відповідного ліцензійного програмного продукту, особливо для навчання. Багато вендорів мають в арсеналі безкоштовні студентські версії програмного забезпечення. За певних навичок володіння основами комп'ютерного моделювання та принципів інтероперабельності набагато швидше опанувати додатковий програмний інструментарій та досконало виконати проєктне завдання, ніж витрачати час на ручну побудову складних елементів та «генерацію додаткових похибок».

Кафедра ІТА створена на архітектурному факультеті Київського національного університету будівництва і архітектури в 2004 році. Відповідно до вимог часу, стало зрозуміло, що такий важливий аспект архітектурної діяльності і освіти, як комп'ютерна підготовка, вийшов за рамки окремої дисципліни, котра викладалася на кафедрі архітектурної кваліметрії. Науковою радою факультету та університету було прийнято стратегічне рішення, що архітектори мають вивчати увесь комплекс знань, пов'язаних з поняттям «інформаційні технології в архітектурі» в широкому сенсі цього визначення. Інформаційні технології – це сукупність методів, процесів та програмно-технічних засобів, об'єднаних у технологічний ланцюжок, який забезпечує виконання інформаційних процесів, інтегрованих з метою збирання, опрацювання, зберігання, розповсюдження, показу і використання інформації в інтересах її користувачів, де інформація – це нові знання, отримувані споживачем, в нашому разі архітектором унаслідок сприйняття і переробки певних відомостей. А фактично, щодо архітектури, це – всі знання про архітектуру. Існує дещо спрощене сприйняття словосполучення і, відповідно назви кафедри, а саме: інформаційні технології в архітектурі, що розкриває напрям використання усієї сукупності та можливостей інформаційних технологій безпосередньо в архітектурно-будівельній діяльності людства. Це сприйняття не обмежується вивченням автоматизованих систем проєктування. Це і безпосередньо методика проєктування, моделювання і сам процес проєктування у всіх його традиційних і інноваційних проявах; складання плану роботи з проєктом, побудова концепції (ескізної моделі), формотворення, зокрема параметричне, яке є основою дигитальної (параметричної, цифрової) архітектури; питання архітектурної діяльності (організації, управління і процес загалом) та інше. Будь-яке явище і процес в архітектурі подано у вигляді інформаційно-технологічного процесу. Звичайно, і традиційне розуміння інформаційних технологій в архітектурі, як отримання знань і навичок у володінні всіма сучасними засобами автоматизованого проєктування, залишається завданням яке забезпечує кафедра на архітектурному факультеті.

За 18 років існування кафедра стала провідною в Україні з питань інформатизації архітектурних процесів. Більшість стажувань викладачів цього напрямку здійснюється саме на кафедрі інформаційних технологій в архітектурі Київського національного університету будівництва й архітектури.

В момент створення в 2004 році на кафедрі працювало п'ять викладачів, з них три кандидати наук, які забезпечували комп'ютерний практикум для студентів першого – третього

курсу архітектурного факультету.

Уже з наступного 2005 року кафедра, крім комп'ютерного навантаження, стає випусковою і набирає групу студентів першого курсу за спеціальністю «Архітектура будівель і споруд» із перспективою та спеціалізацією «Інформаційні технології в архітектурі».

Якість навчання студентів-архітекторів на кафедри ІТА (Інформаційні технології в архітектурі) підтверджується десятками дипломів і відзнак на всеукраїнських конкурсах-оглядах випускників архітектурних шкіл. Студенти, випускники, викладачі беруть активну участь у творчих та концептуальних конкурсах в Україні та за кордоном, де ніколи не залишаються без нагород.

За 18 років кафедра зросла як кількісно, так і якісно, і переважно, завдяки підготовці власних кадрів, а саме: через інститут аспірантури, докторантури та здобувачів.

На кафедрі одночасно навчається понад 20 аспірантів і докторантів. Сім викладачів кафедри є керівниками аспірантів і докторантів із кількох наукових спеціальностей, а саме: професор Товбич В.В. –18.00.01, 18.00.02, 18.00.04, 05.01.03; професор Сазонов К.О. – 05.01.01, 05.01.03; професор Яблонська Г.Д. – 18.00.01, 18.00.02; доцент Кузьміна Г.В. – 18.00.02; доцент Семикіна О.В. – 18.00.02, доцент Лещенко Н.А. – 18.00.01, 18.00.02.

Кафедра за 18 років виросла як кількісно, з п'яти до 23 працівників, так і якісно – із трьох кандидатів наук в 2004 році до двох докторів наук, чотирьох професорів, 12 кандидатів наук, п'ять викладачів працюють над кандидатськими дисертаціями.

Провідні науковці кафедри:

- завідувач кафедри, доктор архітектури, професор Товбич В.В. Підготував трьох докторів та 11 кандидатів архітектури та технічних наук. Є автором наукових статей, монографій та підручників.
- доктор технічних наук, професор, академік Сазонов К.О. Ним розроблено теоретичні основи та перша у світі система комп'ютерного графічного просторового 3D-проєктування. Також під його керівництвом створено комп'ютерні системи: INTEAR – формоутворення та просторове розміщення 3D–об'єктів, INTEAR.TRAS – трасування кріогенних комунікацій супутників, KARER – проєктування розробки залізорудних кар'єрів, WOODY – конструювання корпусних меблів. Підготував одного доктора та 15 кандидатів технічних наук. Є автором наукових статей, монографій та підручників.
- кандидат архітектури, професор Яблонська Г.Д. Підготувала чотири кандидата архітектури та технічних наук. Є автором наукових статей, монографій та підручників.

Також на кафедрі читають лекції: доктор архітектури, професор Лещенко Н.А., кандидат технічних наук, доцент Іванова Л.С., кандидат архітектури, доцент Кузьміна Г.В., кандидат архітектури, доцент Літошенко Г.В., кандидат архітектури, доцент Левченко О.В., кандидат архітектури, доцент Михайленко А.В., доцент Михальченко С.В., кандидат архітектури, доцент Семикіна О.В., кандидат технічних наук, доцент Суліменко Г.Г., кандидат архітектури, доцент Стецюк І.І., кандидат архітектури, доцент Ковальчук К.К., кандидат архітектури, доцент Казакова О.М., кандидат архітектури, старший викладач Антоненко Н.В., асистент Аранчій Д.О, асистент Ватрич І.Д.

Кафедра викладає ряд навчальних дисциплін для студентів архітектурного факультету, зокрема для першого курсу – дисципліна «Інформатика та основи комп'ютерного моделювання», під час якої студенти пізнають основи створення двовимірних архітектурних креслень та тривимірного моделювання засобами програми AutoCAD. У процесі засвоєння дисципліни «Навчальний практикум: «Програми проєктування»» вивчаються графічні редактори Adobe Photoshop та CorelDraw, програма тривимірного комп'ютерного моделювання 3DSMAX. Студенти, для ознайомлення з технологією проєктування, створюють креслення індивідуального житлового будинку засобами програми ArchiCAD, а далі для курсу BIM-проєктування – засоби Allplan, Archicad та Revit за використання хмарних сервісів. Дисципліна розбивається на два модулі – «Інформатика та основи комп'ютерного моделювання» та «Навчальний практикум. Програми проєктування».

Для студентів, які навчаються на кафедрі інформаційних технологій в архітектурі, з першого по п'ятий курси викладаються дисципліни «Архітектурне проєктування»,

«Композиція» та «Архітектурна композиція». Також на кафедрі здобувають знання із багатьох фахових дисциплін. Зокрема із спецкурсів:

Наукові дослідження в галузі;
Інформаційні технології в архітектурній діяльності;
Будівельно-інформаційне моделювання - технологія BIM;
Організація і управління в архітектурі;
Інформаційні процеси в архітектурі;
Основи теорії системного аналізу та інформаційні процеси в архітектурі;
Інформаційно-правові аспекти архітектурної діяльності;
Організація і управління у містобудівній діяльності;
Інформаційні технології у формуванні сучасних громадських споруд;
Навчальний практикум «Регіональна архітектура»;
Інформаційне моделювання процесів реконструкції архітектурного середовища;
Сучасні комп'ютерні технології в архітектурі;
Інформаційні технології в архітектурі;
Сучасні технології візуалізації;
Експериментальне проєктування;
Інформаційні технології сучасного архітектурного конструювання.

З 2018 року на кафедрі викладаються основи проєктування за технологією будівельно-інформаційного моделювання (BIM).

Протягом існування кафедри працює лабораторія комп'ютерної графіки в архітектурному проєктуванні, яка забезпечує роботу технічних засобів та програмних продуктів у навчальному процесі. Крім того, студенти архітектурного факультету виконують в лабораторії наукові дослідження з формоутворення, моделювання, параметричної архітектури тощо. Студентські роботи беруть участь у конкурсах, майстер-класах, виставках.

Більшість робітників кафедри співпрацюють у науково-дослідному інституті теорії та історії архітектури, містобудування і дизайну НДІ ТІАМД, який створений в КНУБА в 2014 році і плідно працює спільно з кафедрою ІТА, зокрема, й за темами, пов'язаними з проблемами інформаційних технологій в архітектурі.

При кафедрі протягом усього часу існування видається відомий в Україні та за її межами науково-технічний збірник «Сучасні проблеми архітектури та містобудування».

У сучасних умовах гострої ринкової конкуренції та швидких темпів забудови нових територій вирішальне значення для успішного функціонування проєктних бюро є високі показники якості проєктів. Для інвесторів також питання вибору оптимального економічного рішення життєве необхідне. Тож сучасна архітектура - це надскладна система яка взаємодіє з багатьма іншими урбаністичними системами. Окрім того, актуальним стає питання взаємодії міста та природи, тобто існування урбаністичної системи в певній екосистемі. Контролювати впливи забудови на оточення та мінімізувати їх – завдання, яке додалося до багатьох завдань сучасного архітектора. При цьому людина має відчувати комфорт у штучному просторі, і ця умова завжди суперечить з економічним розрахункам проєкту. Такий багатошаровий та складний механізм взаємодії вирішується через соціально-орієнтований підхід, оснований на забезпеченні потреб людини.

Сучасні проєктні задачі мають як кореляційні зв'язки між собою, так іноді і суперечать одна одній. Реалізуються вони за допомогою широкої палітри програмних інструментів. Завдання цього підручника – запропонувати цю палітру майбутнім архітекторам–митцям. Зміна професійного уявлення з 2D-креслень на об'ємне концептуальне моделювання, абстрактних знань про конструктивні навантаження на можливість побудови цих навантажень в моделі та багато інших переваг надають програмні продукти, що описані авторами. Спроможність комплексного бачення майбутньої будівлі як робочої системи, складеної з елементів, та розуміння, що ця система теж є елементом в урбаністичній надсистемі – є одним із головних завдань формування професійного зодчого. Вміння естетично та конструктивно правильно складати компоненти здобувається, як навчання архітектурної композиції та будівельних конструкцій, так і за допомогою застосуванню сучасних інформаційних

технологій. Також важливим фактором професійного успіху є швидкість і точність виконання завдань.

Як можна побачити, володіння електронним інструментарієм проєктної роботи – нині невід'ємна частина архітектурної освіти. І навіть більше – ці технології змінюють саму теорію процесу проєктування. Комплексний підхід з отриманням очікуваних на виході показників вивищує будівельну галузь на зовсім інший рівень в економічному, екологічному та естетичному планах. Автоматизація технічної сторони проєктного процесу, з одного боку, вивільняє час для фантазій митця та архітектурної творчості, а з іншого – зміцнює політ думки чіткими розрахунками в багатьох аспектах.

Вибір програмного забезпечення дуже широкий. Поки що є близько 40 програмних продуктів тільки для проєктування у BIM (будівельно-інформаційне моделювання). П'ять із них, так чи інакше діючих з BIM, описано у даному підручнику. Також є загальний розділ, який дає уявлення про технологію, її особливу філософію та революційні перспективи застосування.

Для виконання архітектурного моделювання та інженерно-конструкторських розрахунків описано вітчизняний програмний комплекс ЛІРА-САПР – САПФІР, який також виконує певні завдання в процесі BIM та співпрацює з закордонними програмами для BIM-проєктування.

Для сучасного параметричного формотворення описане поєднання таких програмних пакетів, як Rhinoceros+ Grasshopper.

Візуалізація проєкту має чітку маркетингову мету, тож є одним із головних стимулів для замовника та інвестора. Понад 15 програмних платформ виконують подібні завдання, при цьому стирають межу між архітектурним програмним забезпеченням та спеціальним, для створення комп'ютерних ігор та кіно. Високий ступінь реалістичності зображення, фотоефекти й анімація додають вражень глядачеві, а з використанням технології віртуальної реальності – цілковитого ефекту присутності. Можливість віртуальної екскурсії по майбутньому об'єкту набагато зменшує ризики невдоволення результатами проєктування, тож уміння робити такі презентації, безумовно, варте місця у навчальному процесі.

Увагу зосереджено й на окремих програмах для ескізування та малювання в 2D-форматі. Ці вміння доповнюються розділом про важливість сучасного зрозумілого подання інформації, де описано інструменти для створення мультимедійних презентацій.

Метою підручника також є допомога студентам і проєктувальникам зорієнтуватися у великому «океані» пропозицій різних вендорів, обравши ту комбінацію програм, яка максимально ефективно працюватиме у кожному конкретному випадку проєктування. Для цього подано порівняльну таблицю описаних продуктів з їхніми особливостями.

Порівняльна таблиця програмного забезпечення

Таблиця 1

Назва	**Співпраця в BIM**	**Розділи проєкту**	**3D-моделю-вання**	**2D-векторна графіка**	**2D-растрова графіка**
ArchiCAD	+	АР, ОВ, ВК, ЕО, ГП,	+*	+	Імпорт без можливості редагування
AllPlan	+	АР, КЖ, КМ, КД, ОВ, ВК, ЕО, ГП	+*	+	Імпорт з параметрами розміру, прозорості, пропорцій
Revit	+	АР, КЖ, КМ, КД, ОВ, ВК, ЕО, ГП	+*	+	Імпорт без можливості редагування

AutoCAD	–, 3D примітиви	На рівні кульмана	+*	+	Імпорт без можливості редагування
CorelDraw	-	-	-	+	+, спеціалізований додаток CorelPhoto-Paint
Photoshop	-	-	+, імпорт і експорт з обмеженими можливостями функцій редагування	+, спеціалізований додаток Adobe Illustrator	+
3DStudio Max	-	-	+*	-	+, імпорт без можливості редагування
SketchUp	-	-	+*	+	+, імпорт без можливості редагування
Rhinoceros / Grasshopper	-	-			Імпорт без можливості редагування
Woody	-	-			+, імпорт без можливості редагування
Ліра-САПР + САПФІР	+	АР, КЖ, КМ, КД, МСЕ	+*, параметричні конструкції	+, будова допоміжних об'єктів та оформлення креслень	+, імпорт без редагування експорт результатів, будь-яке вікно
GIS Info	+/-	-			Імпорт без можливості редагування

Продовження табл.1

** Тривимірне моделювання об'єктів підтримується даними програмами, але можливості створення і редагування складних поверхонь у різних програмних продуктах суттєво відрізняються. Детальніше ознайомитися з можливостями певної програми можна у відповідному розділі підручника.*

Питання вибору оптимальної програми для роботи постійно виникає як у окремих проєктувальників, так і у великих компаній, бо має важливе значення для координації дій та успіху проєкту.

Безумовно, на ринку існує величезна кількість програм, які конкурують між собою та мають ті чи інші переваги. Згідно з даними багатьох статистичних сайтів, найпопулярніші програмні пакети можна поділити на групи.

Архітектура:

- Revit Autodesk
- Graphisoft ArchiCAD by Nemetschek
- Allplan Nemetschek
- Gehry Technologies - Digital Project Designer
- Nemetschek Vectorworks Architect

- Bentley Architecture
- 4MSA IDEA Architectural Design (IntelliCAD)
- CADSoft Envisioneer
- Softtech Spirit
- RhinoBIM (BETA)

Сталий розвиток міст:

- Autodesk Ecotect Analysis
- Autodesk Green Building Studio
- Graphisoft EcoDesigner
- IES Solutions Virtual Environment VE-Pro
- Bentley Tas Simulator
- Bentley Hevacomp
- DesignBuilder

Конструкції:

- Revit Autodesk
- Allplan Nemetschek
- Tekla Structures
- Bentley Structural Modeler
- Bentley RAM, STAAD and ProSteel
- CypeCAD
- Graytec Advance Design
- StructureSoft Metal Wood Framer
- Scia Nemetschek
- 4MSA Strad and Steel
- Robot Structural Analysis Autodesk

Інженерні мережі:

- Revit Autodesk
- Bentley Hevacomp Mechanical Designer
- 4MSA FineHVAC + FineLIFT + FineELEC + FineSANI
- Gehry Technologies - Digital Project MEP Systems Routing
- CADMEP (CADduct / CADmech)

Будівництво (Симуляції процесу будівництва, перевірка колізій, сітьові графіки, кошториси)

- Autodesk Navisworks
- Solibri Model Checker by Nemetschek
- Vico Office Suite
- Vela Field BIM
- Bentley ConstrucSim
- Tekla BIMSight
- Glue (by Horizontal Systems)
- Synchro Professional
- Innovaya
- Autodesk Insight

Керування проєктами та системами:

- Bentley Facilities
- Allplan Alfa
- FM:Systems FM:Interact
- Vintocon ArchiFM (For ArchiCAD)

- Onuma System
- EcoDomus

І це тільки ПО, яке працює з BIM-технологією! Перелік програм описаних у підручнику, зумовлений змістом навчальних програм кафедри Інформаційних технологій в архітектурі та досвідом авторів, котрі намагалися викласти принципові схеми організації роботи з певним додатком, в CAD або BIM-структурі проєктування. Він ураховує інструментарій для всього циклу проєктних робіт, від концепції до виконання стадії РД, візуалізації та презентації готового проєкту.

Як можна бачити на прикладі алгоритму, що наведено нижче, вибору оптимального програмного забезпечення, багато проєктних комплексів сприймають файли інших програм. Цей приклад демонструє один з багатьох кейсів використання програмного забезпечення для роботи та доводить варіативність комбінацій продуктів, так званий відкритий BIM – OpenBIM.

Але для кожного конкретного випадку та задачі професіонал має розробляти свої алгоритми роботи. Застосовувати знання, які має, для оптимізації процесів проєктування чи за рахунок інтероперабельності багатьох сучасних програм та загальних форматів передачі даних.

Відповідно до кількості розділів проєктування, що забезпечує певний програмний комплекс, кожен із описаних продуктів має свою логіку відтворення певного підходу до проєктування. На початку XXI сторіччя це філософія проєктування за BIM-концепцією – сприйняття проєктної діяльності відповідно до реальної, фактичної, збудованої споруди. Розвиток філософії BIM підкріплюється міжнародними стандартами та сервісами, зокрема і у вигляді хмарного репозитарію об’єктів для BIM-проєктувальників у форматі даних IFC.

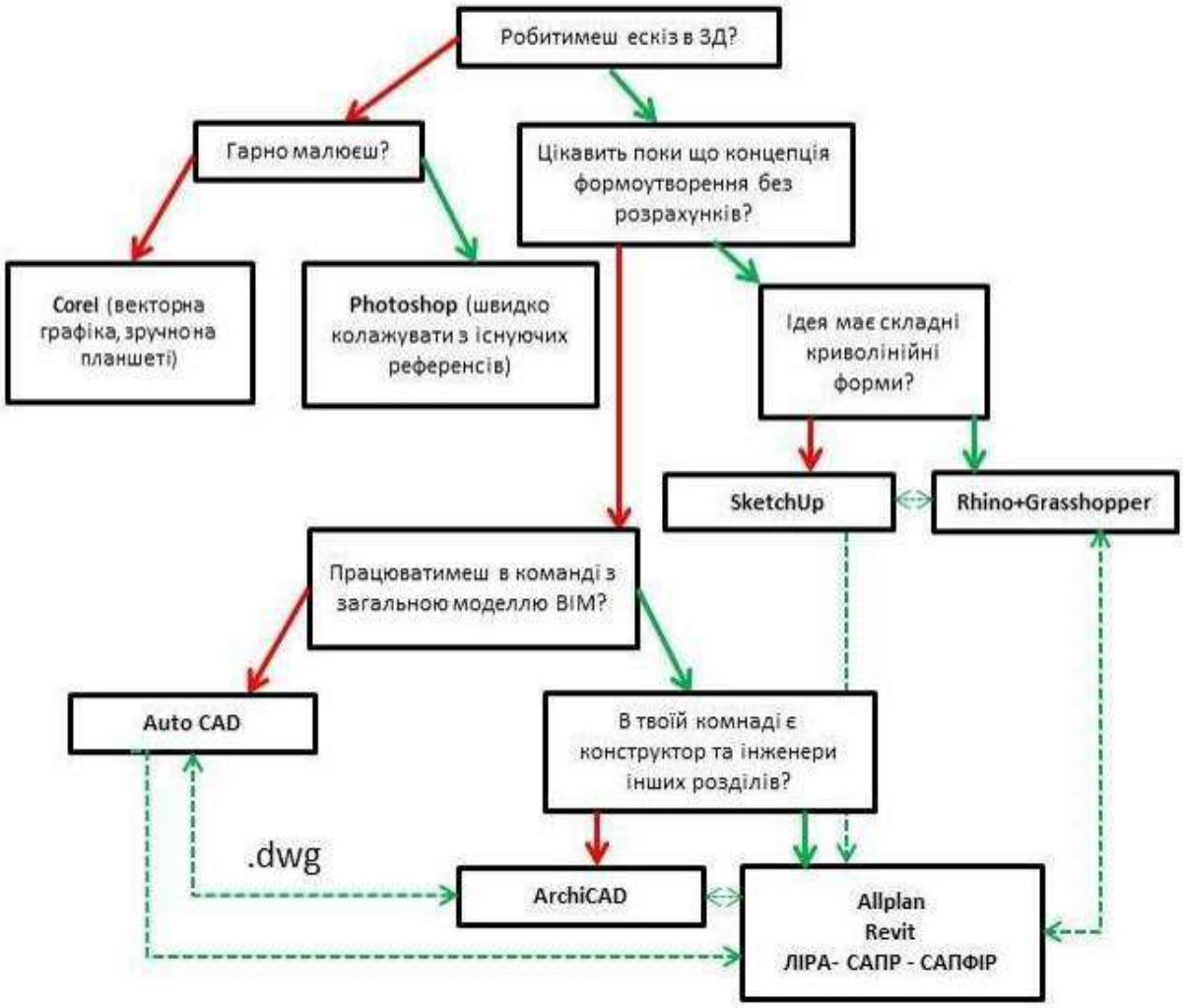


Рис.1. Приклад алгоритму з вибору оптимального ПЗ для проєкту

Докладніше дізнатися про філософію проєктування на засадах BIM можна на сайтах розробників програмного забезпечення та в першому розділі даного підручника.

Факультет архітектури, будівництва та декоративно-прикладного мистецтва Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича утворений у 2013 році. В його складі наразі є чотири кафедри, зокрема: кафедра містобудування та урбаністики, кафедра архітектури та збереження спадщини об'єктів ЮНЕСКО, кафедра будівництва та кафедра декоративно-прикладного мистецтва.

Протягом всіх років свого існування кафедри факультету АБДПМ тісно співпрацюють з кафедрами архітектурного та будівельних факультетамів КНУБА. У процесі становлення кафедр факультету АБДПМ в рамках договору про співпрацю між ЧНУ та КНУБА здійснювалась активна наукова та навчально- методична співпраця. Зокрема, восьмеро випускників архітектурних та будівельної кафедр факультету АБДПМ навчались в аспірантурі та захистили дисертації на відповідних кафедрах КНУБА. На кафедрі інформаційних технологій в архітектурі успішно захистили дисертації на звання доктора філософії з архітектури випускники кафедри архітектури ЧНУ Наталя Ватаманюк та Катерина Герич (науковий керівник професор Товбич Валерій Васильович). На кафедрі основ архітектури та архітектурного проєктування КНУБА, завершила аспірантуру та захистила дисертацію Тетяна Антощук (науковий керівник Олег Семенович Слєпцов, доктор архітектури, професор, Президент Української Академії Архітектури, Народний архітектор України)

Доцентами на кафедрі будівництва стали кандидати технічних наук Євгенія Новак та Юрій Собко, які успішно закінчили аспірантуру та захистили дисертації, відповідно, на кафедрі організації та управління будівництвом та на кафедрі технології будівельного виробництва будівельного факультету КНУБА.

Природньо, що ряд програмних продукти впроваджено у навчальний план бакалаврів та магістрів архітектурної та будівельної спеціальностей факультету АБДПМ. Зокрема: BIM (технологія будівельно-інформаційного моделювання) викладається доцентом Олексієм Левченко магістрам на кафедрі будівництва та на кафедрі архітектури та збереження спадщини об'єктів ЮНЕСКО. Програмні продукти Revit та Allplan викладає доктор філософії з архітектури Наталя Ватаманюк, а 3D Max - доктор філософії з архітектури Катерина Герич, Photoshcop - асистенти Ольга Овсієнко та Катерина Рязанова. Відповідні сертифікати на використання продукту ArchiCad мають усі викладачі архітектурних кафедр. На кафедрі будівництва у навчальному процесі використовуються програмні продукти Ліра – САПР, AutoCad, Revit, CorelDraw та інші.

На кафедрі містобудування та урбаністики розроблено та впроваджено у навчальний процес програмний продукт 3DF Zepfer (автор професор Фодчук І.М.). Цей програмний продукт відображено у розділі «Основи сучасних методів побудови 3D-зображень».

Викладачі кафедр факультету АБДПМ періодично проходять навчання та підвищення кваліфікації для використання сучасних інформаційних продуктів у навчальних планах архітектурних, будівельних мистецьких спеціальностей на факультетах КНУБА, зокрема, на кафедрі інформаційних технологій в архітектурі.

АВТОРИ РОЗДІЛУ 1 – BIM



Товбич Валерій Васильович

Доктор архітектури, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій в архітектурі архітектурного факультету Київського національного університету будівництва і архітектури.
Сфера наукових і практичних інтересів – організація і управління в архітектурі, менеджмент в архітектурній діяльності.



Кисіль Ольга Валентинівна

Аспірант КНУБА на кафедрі інформаційних технологій в архітектурі, співробітник науково-дослідного інституту теорії і історії архітектури, містобудування та дизайну.
Сфера досліджень – розробка аналітичних інструментів для BIM, концептуальне моделювання у віртуальній реальності.

Розділ 1. BIM

1.1. Технологія будівельно-інформаційного моделювання

Кінець XX століття стрімко розширив горизонти комп'ютерних технологій та натякнув на те, що може бути за обріями. Найгучніший фантастичний фільм останнього десятиліття 1900-их «Матриця» (англ. "The Matrix" (1999)), увібрав кіберпанкові фантазії письменників, дизайнерів, футурологів та змалював світ – програму, віртуальну реальність, до якої несвідомо підключено людство у стані анабіозу. Дуже символічний персонаж, який створив цю надпрограму, всеохоплюючу систему з величезною базою даних за всі часи існування людства та мільйонами субпідрядних програм:

«Я архітектор. Я створив Матрицю. Ось ми і зустрілися.»
(Матриця: Перезавантаження (англ. The Matrix Reloaded) 2003)

Тобто персонаж Архітектор створив ***модель*** – деякий образ об'єкта (зокрема, фізичний чи умовний). Модель ця ***комп'ютерна*** – є представленням об'єкта, системи чи поняття у формі, відмінній від реальної, але наближеній до алгоритмічного опису, який містить і набір даних, які характеризують властивості системи та динаміку їх змін із часом. Також ця модель ***інформаційна***, бо створювалася на основі інформації про параметризовані показники форм та вимірів реальних об'єктів і має властивості об'єктів оригіналів (людям, які сплять в матриці, світ відчувався цілком реальним).

Будівельна інформаційна модель (англ. Building Information Model, скор. BIM) – це теж комп'ютерна інформаційна модель, яка на своїх перших рівнях зрілості є прообразом майбутнього світу: простору, об'єкту чи системи об'єктів, які створює архітектор, конструктор, інженер. Із насиченням моделі додатковою інформацією її зрілість змінюється, відбувається будівництво об'єкта та його експлуатація, що теж закладено у відповідній стадії BIM. І, нарешті, за допомогою BIM повного циклу відбувається керування об'єктом протягом усього періоду експлуатації та навіть зносу або реконструкції будівлі (рис.1.1).

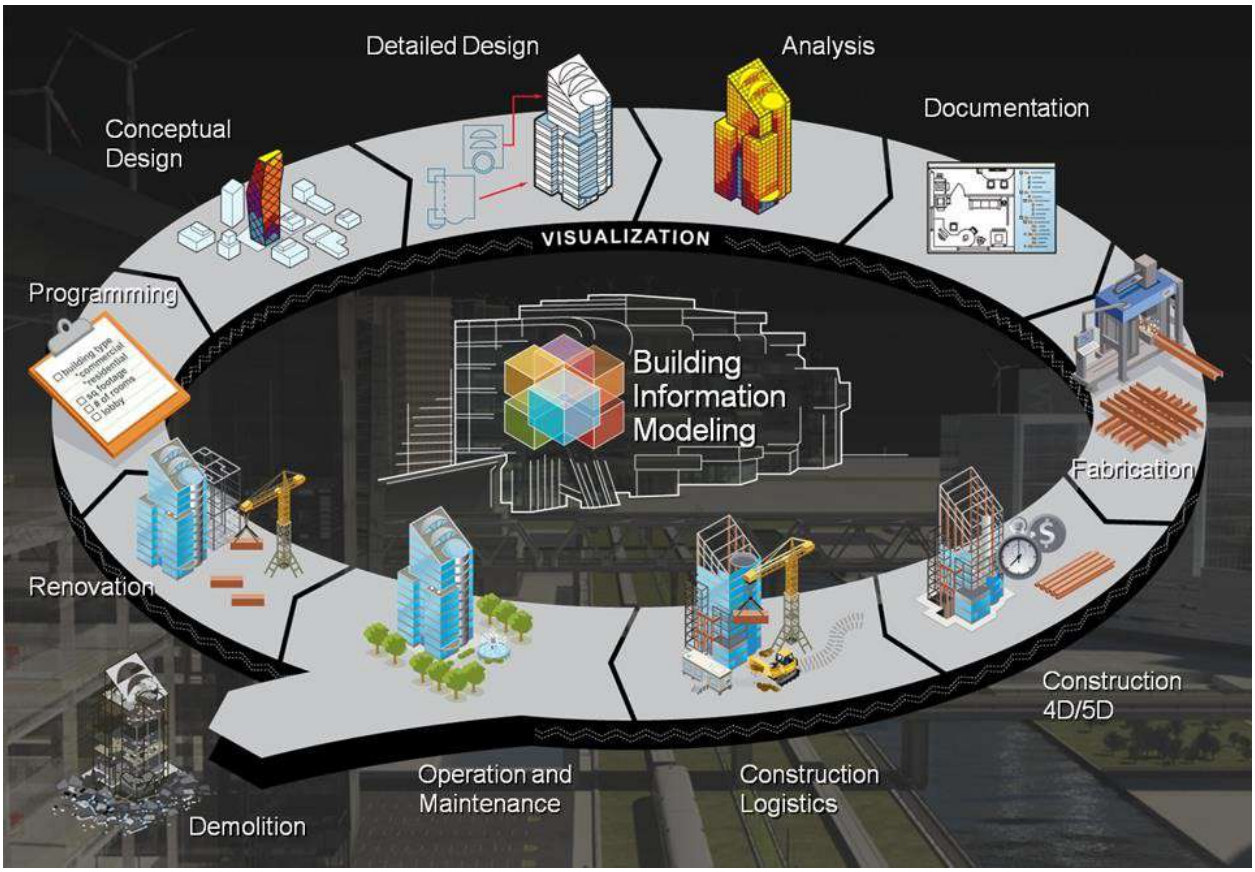


Рис.1.1. Життєвий цикл об’єкта (https://bim.in.ua/)

Функціонування описаних вище фантастичної віртуальної моделі світу та цілком існуючої технології будівельного інформаційного моделювання неможливі без розуміння: обидві є ***системами***. Можна стверджувати, що вирішальним фактором для усвідомлення світу як складної системи стала методологія ***системного аналізу***. Прискорення еволюції свідомості на фоні комп’ютерної технологічної революції вражає! Поняття «система» з’явилося ще у Стародавній Греції близько 2000 років тому, початок формування понятійного апарату системних досліджень відносять до 30–50-х років XX ст. та пов’язують із роботами відомого австрійського вченого-біолога Людвіга фон Берталанфі. А вже у 60-ті роки XX ст. з’являється визначення системи «людина – комп’ютер» і починається нова ера у проєктуванні та інженерії, де складні і багаторазові математичні операції виконує машина.

Системний аналіз у технічній галузі покликаний розв’язувати складні проблеми аналізу та створення комп’ютерних, інформаційних та інших технічних систем. Ґрунтується він на принципах інженерних наук, імітаційному та інформаційному моделюванні об’єктів і процесів. Тож для ліпшого розуміння BIM як ***системи*** варто розглядати інформаційно-будівельну модель як ***сукупність параметрично взаємопов’язаних неоднорідних елементів, які поділяються на групи за схожими характеристиками – атрибутами, та утворюють між собою свої підсистеми*** (рис.1.2)

Цілком зрозуміло, що площа стіни параметрично змінюється відповідно до появи в ній віконних отворів і дверей, останні, своєю чергою, прив’язані координатами прив’язок до розташування стіни в просторі. Покрівля теж прив’язується до контурів стін та вимагає їх підрізки у разі скатного типу. Змінюються параметри розташування, площі деяких елементів – змінюються автоматично параметри інших, пов’язаних з ними, та характеристики усієї моделі взагалі. Це одна з фундаментальних закономірностей роботи системи BIM

У наведеному прикладі модель будівлі подона дуже спрощено. Далі, на базі розуміння основної схеми, необхідно додати уявлення про складність та багатошаровість архітектурного простору. Тут з’являються фактори технологічного зонування приміщень, ергономічні особливості, нормативні обмеження, маркетингові запити. І для всіх цих чинників мають бути відпрацьовані найкращі проєктні рішення.

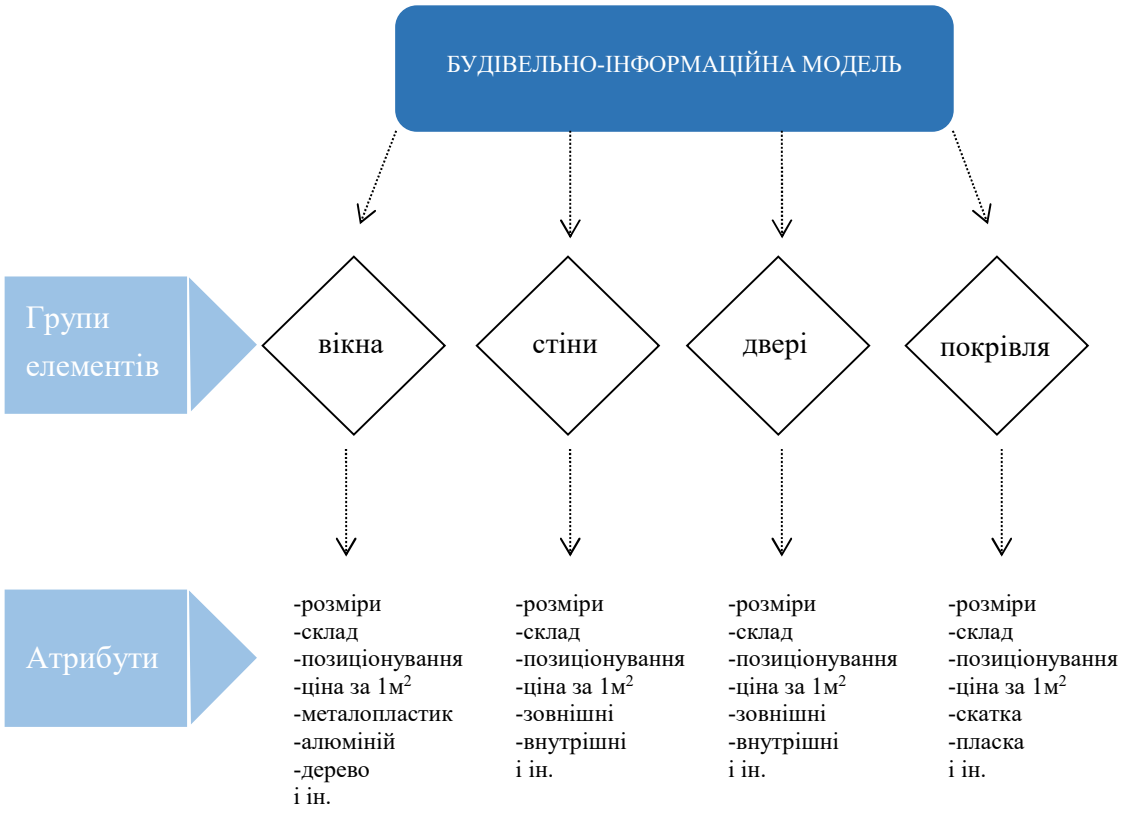


Рис.1.2. Узагальнена схема підпорядкування елементів в системі BIM.

Окрім того, блок інженерних комунікацій і будівельні конструкції повинні вкладатися у загальний задум архітектора, не перешкоджати втіленню художнього образу будівлі. Все це ***складна система*** різних даних, створена для розв'язання «проблеми» конкретного проєкту. Тож для архітектора теоретичним визначенням будівельної інформаційної моделі може бути твердження, що BIM ***є засобом розв'язання проблеми формування архітектурного простору***.

Раніше для усунення цієї «проблеми» працювали проєктні інститути, великий штат як спеціалістів – інженерів, архітекторів, так і креслярів, кожен виконував велику кількість креслень, які потребували перевірки і узгодження. Тепер усе об'єднав новий стандарт проєктування – загальна 3D-модель об'єкту, яку доповнюють та корегують спеціалісти кожен за своїм розділом. Методологія має шість аспектів: дизайн, оцінка, процес будівництва, побудова життєвого циклу, продуктивність, технології та передбачає використання шляхів поліпшення співпраці та спілкування всіх учасників дизайн-процесу, будівельників, а також управління документацією.

Девіз концепції зазначений у парадигмі BIM: «***Мислити взагалі***».

Для чіткішого розуміння структури системи варто повернутися до вищезгаданих основних складових – груп та атрибутів, і розглянути їх детальніше. Базові елементи, які використовуються в інформаційному моделюванні будівель, умовно можна поділити на шість основних класів. Оскільки практично в кожній BIM-програмі є своя термінологія, посібник дотримується деяких загальних назв, які відображають суть явища.

1. Системні групи, сімейства (основа): стіни, дахи, перекриття, труби, повітропроводи, електричні кабелі тощо. Вони відіграють основну роль в інформаційному моделюванні, фактично створюючи «каркас» віртуального об'єкта. Системні групи є основою для вставки інших (вбудованих) елементів (вікон, засувок, вимикачів тощо). Елементи-основи не «живуть» у вигляді окремих файлів, оскільки не мають заздалегідь визначених геометричних розмірів. Тому вони при моделюванні не завантажуються з бібліотек, а створюються безпосередньо в проєкті. Однак архітектор може накопичувати напрацювання системних елементів, вони зберігаються у ***файлах-шаблонах***, з яких починається проєкт або переносяться з інших проєктів.

2. Елементи, які вставляються в основу (і залежать від неї): вікна, двері, зливи на дахах, вентилі, вимикачі тощо). Такі елементи не можуть існувати без основи (стіни, дахи, труби, електрокабелі тощо). До того ж, їм потрібна саме придатна для них основа (вікно не вдається вставити у вентиляційну трубу). Але такі елементи допускають зберігання у вигляді окремих файлів. Наприклад, світильник може кріпитися тільки до стелі, а отвір у стіні не може існувати без самої стіни. Фактично, якщо отвір нічим не обрамлений, то може видатися, що такий бібліотечний елемент нічого «матеріального» і не містить, фактично стаючи «діркою від бублика». Але її геометрія з необхідними змінними параметрами і є тією інформацією, яка зберігається в файлі сімейства в бібліотеці.

3. Самостійні елементи (компоненти): меблі, настільні лампи, стовпи зовнішнього освітлення, садові лавки тощо. При розміщенні у проєкті їм не потрібна спеціальна основа. Такі елементи зберігаються у вигляді окремих файлів і за необхідності завантажуються в проєкт. Ці елементи можуть бути досить високого рівня складності і самі містити вкладені елементи та їхні групи.

4. Анотативні елементи (атрибути): до них належать 2D-символи, зокрема «інтелектуальні», які використовуються при створенні креслярської документації: маркування квартир, стрілки напрямку сходів, основні написи (штамп) на аркушах, спеціальні позначення, схеми і багато іншого. Архітектор підлаштовує такі елементи під свої вимоги та зберігає в окремих файлах, утворюючи бібліотеки, але найчастіше їх відразу вставляють у шаблон проєкту, спочатку визначаючи стиль оформлення документації, прийнятий в конкретній організації. Або вставляють у сімейства перших трьох типів, унаслідок чого анотативні позначення потрапляють в документацію одночасно зі вставкою елементу в модель.

5. Допоміжні елементи. Зазвичай це 2D-об’єкти, необхідні для побудови складніших зображень. Типові представники – профілі перил, огорож, бордюрів тощо. Всі вони можуть існувати у вигляді окремих файлів і накопичуватися в бібліотеках.

6. Формотворчі елементи. Це теж допоміжні компоненти BIM, але через особливу роль у побудові як форми самої будівлі, так і її складових, ці елементи варто виділити окремо. Вони можуть бути як контекстуальні (створені і існуючі всередині проєкту), так і концептуальні, представлені окремими файлами. Якщо перші можна передавати з проєкту в проєкт, то другі можна накопичувати в бібліотеках як окремі «одиниці зберігання», а потім вставляти в основний файл. Типові приклади: півсфери або інші форми для створення куполів. Ці фігури є основою для розміщення вже реальних елементів будівлі (несучих каркасів, стін, покриттів, скління тощо), причому «навішені» на формотворчих, елементи і конструкції можуть відслідковувати зміни форми, погоджено змінюючи своє положення. Подібний параметричний зв’язок уможливлює продовження роботи з формою об’єкта навіть тоді, коли інші фахівці вже приступили до наповнення його конкретним змістом. При цьому деякі характеристики будівель можна визначати вже на стадії ескізного проєктування за їх формотворчими елементами. Після формотворення елементи-форми можуть вилучатися з проєкту через непотрібність – «натягнуті» на них елементи не зникнуть, а продовжать своє самостійне існування. Особливість формотворчих елементів, як і 2D-профілів, полягає в тому, що вони не є безпосередньо елементами будівлі, але без них у багатьох випадках створення елементів будівлі вкрай ускладнене або взагалі неможливе. Інша їх особливість те, що накопичувати такі елементи в бібліотеках особливої потреби немає: базові фігури є практично у всіх програмах, все інше – індивідуально для кожного проєкту. Але можливість накопичувати або зберігати окремо формотворчі елементи теж є.

Бібліотечні елементи, які так прискорюють процес проєктування, можна брати на спеціальних сайтах і створювати власноруч, або брати з попередніх проєктів. Виробники обладнання та меблів теж активно поповнюють загальну базу елементів своєю продукцією.

Ще одним важливим моментом у спрощенні роботи архітектора є можливість використання згаданих вище ***шаблонів***. Це файли зі збереженими налаштуваннями анотативних додатків і робочого середовища взагалі. Наприклад, шаблон оформлення проектної документації, властивий суто тому чи іншому архітектурному бюро.

Отже, кому потрібна BIM-модель? Окрім архітекторів та будівельників, замовників-власників нерухомості ще великій кількості осіб: конструкторам, проєктувальникам

інженерних систем та благоустрою, виробникам будівельних конструкцій і матеріалів, субпідрядникам, девелоперам, експлуатантам, ремонтникам, службам ГО та НС. Звісно, за умовою відповідної кваліфікації даних спеціалістів та їх актуального технічного забезпечення, що складає окрему проблему в країнах, де BIM тільки починає свій шлях. Цей факт необхідно мати на увазі при впровадженні системи інформаційного моделювання у тій чи іншій вітчизняній установі - деякі особливості процесу будуть згадані у останній частині розділу.

На основі BIM моделі проводяться різні ***інженерні розрахунки*:**

- **Техніко-економічні показники об'єкта** – найпростіші з усіх, але допомагають мати точну технічну і вартісну характеристику (навіть загальну вартість) будівлі на будь-якій стадії проєктування, що забезпечує своєчасне корегування проєкту. Здебільшого формуються автоматично за заздалегідь створеними шаблонами та специфікаціями і відстежують всі зміни моделі.
- **Розрахунок конструктивної моделі будівлі**. Спочатку створена як архітектурна, модель уточнюється несучими конструкціями, зв'язками і навантаженнями і передається на розрахунок конструкторові. Іноді навпаки: роботу починає не архітектор, а технолог – габарити будівлі визначаються встановленим обладнанням. Потім створюється і розраховується несучий каркас з максимально уніфікованих деталей.
- **Енергоефективність**. Іноді достатньо навіть візуалізації об'єму з точно встановленою орієнтацією за сторонами світу. Архітектор задає час та кліматичну зону й отримує зони тіні в різні періоди дня. Але є і набагато складніші розрахунки, які відповідають системі Green Building – міжнародним екологічним та енергозберігаючим стандартам. Для цього навіть створені спеціальні інструменти та формати файлів, про що можна дізнатися з наступної частини розділу.
- **Багатоскладові акустичні розрахунки** (вимоги до таких залів містять безліч параметрів) дають змогу як оптимізувати геометрію залу, так і оптимізувати його характеристики підбором матеріалів, які, перебуваючи в єдиній моделі, відразу потрапляють в техніко-економічні розділи проєкту. Є приклади робіт виконаний у Revit и Ecotect Analysis.
- **Обтікання будівлі повітряним потоком**. Це завдання, яке має велике архітектурне значення, зазвичай вирішується на макетах в аеродинамічних трубах і належить до досить трудомістких і дорогих. Зараз спрощена модель (щоб не перевантажувати комп'ютер другорядними деталями) передається в розрахункову програму, де й проводяться подальші дослідження. Для розрахунків можна використовувати програмний модуль Ansys Fluent з тривимірною сіткою.

Маючи такий широкий та перспективний потенціал, інформаційне моделювання не обмежується сферою нового будівництва. Швидко розповсюджується застосування технології в реконструкції, реставрації та збереженні архітектурної історичної спадщини. Це окрема цікава тематика BIM, адже має винятково важливе значення та надає можливості глибокого вивчення предмета дослідження. База даних, яка створюється паралельно з відтворенням такого об'єкта, має інформацію не тільки суто будівельного характеру, а й дані про історичний життєвий цикл, різні ремонтні трансформації, навіть хімічний склад застосованих матеріалів. Це допомагає дослідникам шукати серед інших історичних BIM-моделей збіги, проводити цікаві порівняльні паралелі та мати досконаліші результати досліджень з археології та історії архітектури. Здебільшого це стосується старовинних об'єктів, котрі потребують консервації, реставрації, реконструкції або реновації.

У разі реставраційної діяльності, а також при реконструкції особливо значущих об'єктів, котрі зі статусу пам'яток історії архітектури і культурної спадщини, побудова інформаційної моделі має складну специфіку. А саме, треба стовідсотково відтворити вже існуючу будівлю з усіма її сильними і слабкими сторонами, перевагами і недоліками, тобто змоделювати будівлю не «як треба», а «як є», при цьому максимально врахувати за результатами обстежень стан і ступінь зносу всіх компонентів споруди та її частин.

Специфічно й те, що інформаційна модель будівлі створюється «по готовому», тобто вже після того, як сама будівля була спроєктована і побудована.

Яскравим прикладом такої ситуації є Оперний театр у Сіднеї. У 1957 році почалося

його проєктування, а через майже 50 років була виконана інформаційна модель на той момент вже всесвітньо відомої під охороною ЮНЕСКО будівлі, призначена для реконструкції та для ефективнішої експлуатації та управління об'єктом.

Дуже часто всі архітектурні та будівельні елементи (декоративна прикраса фасадів, цегляна кладка, віконні рами, лиштва, двері, сходи, огорожі тощо) історичних пам'яток унікальні, тому тут не можна скористатися готовими бібліотеками елементів або попередніми напрацюваннями. Практично для кожного пам'ятника архітектури всі базові елементи доводиться робити «з нуля». Тож моделювання такого історичного об'єкта можна без перебільшення вважати «вищим пілотажем» у застосуванні BIM.

Нині дуже розповсюджені технології **ревалоризації** (процес переоцінки цінності будь-якого об'єкта, що стало одним із популярних способів використання і переосмислення історичної, культурної та інших видів спадщини в постійно мінливому суспільстві) та **музеєфікації** (напрямок у рамках музейної діяльності й охорони пам'яток, суть якого полягає в перетворенні нерухомих пам'яток історії та культури, а також природних об'єктів в об'єкти музейного показу). Цілком зрозуміло, що внесення змін до існуючої будівлі – справа дуже делікатна. Для історичної споруди часто додається і необхідність її адаптації до експлуатації в сучасних умовах. А це вже нові вимоги до міцності і теплозахисту, комфорту, нові системи опалення, електро- та водопостачання, пожежогасіння, телекомунікації, вентиляція тощо.

Для пам'ятки архітектури, яка будувала без урахування всіх цих сучасних умов і вимог, стає актуальним і навіть єдино можливим комп'ютерне експериментування з вже існуючим об'єктом, добір і компонування обладнання, оптимізація проєктних рішень. Адже зі зміною функції будівлі змінюються вимоги до експлуатації в екологічному, ергономічному, а іноді й конструктивному планах, особливо, якщо мовиться про сучасні вимоги до пожежної безпеки.

Взагалі, питання, яке нині цікавить фахівців з роботи у надзвичайних ситуаціях – як поведе себе конкретна будівля при тих чи інших екстремальних впливах, а саме – скільки вона протримається в разі гіпотетичної катастрофи (з цілком конкретними параметрами) і яким буде характер і кількісне вираження можливих пошкоджень або руйнувань. Для цього треба мати вичерпне уявлення про конструктив будівлі, причому така інформація має бути доступна в режимі реального часу. Для цього використовується адаптована інформаційна модель будівлі. Також важливими є не тільки моделі громадських будівель, а й мости, промислові об'єкти підвищеного рівня небезпеки – електро- та гідростанції. Моделювання руйнувань і пошкоджень від різних джерел, переміщення персоналу під час надзвичайної ситуації – ще одна важлива площина використання інформаційного моделювання. Можливість моделювання рельєфу місцевості й облаштування території фактично виводить BIM на рівень містобудівних завдань. Наприклад, автодороги з їх мостами, розв'язками й огорожами – цілий самостійний комплекс найскладніших проєктних питань. А якщо дорога пролягає у місті – це ще і визначення рівня шуму і загазованості з подальшим проєктуванням заходів щодо усунення (зменшення) цих негативних факторів.

Значущими для сучасного міста є і його підземні комунікації, особливо споруди метро, проєктування і експлуатація яких пов'язані з первісним рішенням і подальшим моніторингом усього комплексу геологічних і геодезичних, архітектурно-будівельних, технологічних, соціально-економічних і багатьох інших проблем. У світі вже проводяться експерименти зі створення інформаційних моделей (так зване «цифрове місто») деяких міст, в яких ураховуються не тільки геометричні характеристики, але також чисельність і вік населення, комунікативні відстані, природні умови й екологія, економіка і торгівля, транспортна мережа з її пасажирськими і вантажними потоками і багато інших містобудівних параметрів, які відіграють важливу роль при плануванні та управлінні містом. Тож BIM активно сприяє прогресивній тенденції ***сталого розвитку міст*** (sustainable development *англ.)*, яка розповсюджується із США та країн Західної Європи по всьому світі.

1.2. Хронологія виникнення та розвитку будівельного інформаційного моделювання. Концепція елементів ООП у BIM

Історію виникнення технології будівельного інформаційного моделювання можна сміливо назвати революцією не тільки відображення об'єкта та переходу від 2D-креслень на

3D-види, а й методологічним проривом у проєктно-будівельному та експлуатаційному процесах. Це була революція свідомості архітектора та інженера, яка поєднала обидві галузі на базі програмування, крім того, збагатила сферу інформаційних технологій фундаментально новим підходом до взаємодії людини та комп'ютера.

Але те, що у підсумку тепер зветься BIM, ґрунтувалося на кількох напрямках досліджень. Окремі розробки відбувалися майже паралельно за участю спеціалістів зі Сполучених Штатів, Західної Європи та Радянського блоку. Концептуальні підвалини системи BIM повертаються до ранніх днів обчислення. Ще в 1962 році Дуглас К. Енґлебарт виказав бачення майбутнього архітектора у своїй роботі «Розвиток людського інтелекту»*:*

> *«архітектор наступний починає вводити серію характеристик і даних - шестидюймову поверхню плити, дванадцятидюймові бетонні стіни, які мають вісім футів у розкопках тощо. Коли він закінчить, на екрані з'явиться описаний сюжет. Структура формується. Він розглядає це, налаштовує його ... Ці списки перетворюються на всебічно деталізовану, взаємопов'язану структуру, яка являє собою дозріваючу думку за фактичним дизайном.»*

Енґлебарт пропонує конструкцію на основі об'єкта, параметричну маніпуляцію та реляційну базу даних; мрії, які стануть реальністю через кілька років. Існує довгий список дослідників технологій проєктування, таких як Герберт Саймон, Ніколас Негропонте та Ян Мак Гарг, які розробляли паралельну доріжку з геоінформаційними системами (ГІС).

Зокрема 3D-моделювання об'єктів вже тоді було розповсюдженим предметом дослідження, бо мало багато потенційних способів використання, як-ось: фільми, дизайн та навіть ігри. Здатність представляти фіксований набір багатогранних форм розроблено наприкінці 1960-х років, а пізніше привело до появи першого комп'ютерно-графічного фільму «Трон» (1982 р.). Ці ранні багатогранні форми можна було використовувати для примітивних зображень, але не для розробки складніших поверхонь. У 1973 році над простим створенням та редагуванням довільних тривимірних форм працювали окремо три групи. Ян Брейд в Кембриджському університеті, Брюс Баумгарт в Стенфорді, а також Арі Реквіча та Герб Велькер в університеті Рочестера (Eastman 1999, розділ 2). Ця робота, відома зараз як солід-моделювання, заснувала перше покоління практичного інструментарію 3D-моделювання.

Неможливо не згадати подію, яка відбулася в MIT у 1963 році та заклала перший камінь фундаменту у графічну взаємодію «людина – комп'ютер» та об'єктно-орієнтоване програмування як таке. В глосарії технічного звіту за дисертацією Івана Сазерленда Sketchpad уперше з'являються поняття «об'єкт» та «екземпляр» з концепцією класів на основі «майстра» чи «визначення». І хоча ці терміни стосувалися графічного подання об'єктів (в Sketchpad було основне зображення, на базі якого створювалися копії, які змінювалися при змінах основного), світова спільнота визнає цей приклад першим прикладом ООП. Надалі, родини, класи, їх атрибути та наслідування – зроблять можливим створення баз даних елементів BIM, їх ієрархію та технологію.

Безпосередньо інформаційне моделювання у будівництві, на противагу традиційним кресленням, концептуально було започатковане у 1975 р. американським професором Чарльзом Істменом (Charles Eastman). На відміну від багатьох програмістів, котрі працювали над темою на той момент, він отримав диплом у Берклі з архітектури, що позначилося на широті його поглядів та розумінні необхідності виходу проєктних підходів за встановлені галузеві рамки. Істман стверджував, що креслення для будівництва неефективні і викликають похибки в об'єкті, представленому у кількох масштабах. Він також критикував друковані малюнки за їх тенденцію до псування з плином часу і швидке втрачання актуальності, якщо відбуваються ремонтні роботи, а малюнки не оновлюються. В планах було створення параметричного конструктора будівлі, що допоможе користувачеві задавати обмеження, такі як висота горизонтального рівня, котра може бути прив'язана до висоти заданого набору стін і параметрично налаштована, створюючи динамічну модель бази даних пов'язану з геометрією. Архітектурна індустрія потребувала піднесення продуктивності у поєднанні зі зростанням комп'ютерних технологій та зменшення кількості годин, необхідних для виробництва креслень. Також доцільним було мати змогу змінювати основні креслення в кількох

масштабах та за їх фрагментами. Сприймання Чарльзом Істменом проєкту як об'ємної моделі, яка складається з параметрично-взаємопов'язаних типових елементів зумовило появу системи опису будівлі (BDS). Це було перше програмне забезпечення для опису окремих елементів бібліотеки, які можна отримати та додати до моделі. Програма використовувала графічний користувацький інтерфейс, орфографічні і перспективні види та сортовану базу даних, яка полягала користувачеві отримувати інформацію тільки за атрибутами, типом матеріалу та постачальника включно.

Професор дійшов висновку, що BDS допоможе скоротити вартість дизайну, через «розробку та аналіз ефективності» більш ніж на п'ятдесят відсотків. Проєкт був написаний до сторіччя персональних комп'ютерів на комп'ютері PDP-10. Дуже мало архітекторів могли працювати над системою BDS, і неясно, чи були реалізовані будь-які проєкти за допомогою програмного забезпечення. BDS був експериментом, який визначив деякі з найважливіших проблем, котрі підлягали розв'язанню протягом наступних п'ятдесяти років. Наступний проєкт Чарльза Істмена, GLIDE (графічна мова для інтерактивного дизайну), створений у 1977 році в CMU, вже демонстрував більшість характеристик сучасної платформи BIM.

У 1986 р. англієць Роберт Ейш (Robert Aish) вперше використав термін «Building Modeling» як інформаційне моделювання будівель. Він сформулював основні принципи інформаційного підходу до проєктування:

- тривимірний показ об'єкта та автоматичне отримання креслень на основі сукупності параметрів об'єкта та його елементів;

параметризація об'єктів і створення відповідних баз даних;

розподіл процесу будівництва за етапами.

На початку 1980-х років в Англії розроблено кілька систем, які мали певний успіх і були застосовані у реалізованих проєктах. Програма RUCAPS, розроблена компанією GMW Computers в 1986 році, була першою, яка використовувала концепцію тимчасового фазування будівельних процесів. Р. Ейш проілюстрував новий підхід у проєктуванні прикладом успішного застосування моделювання при реконструкції Терміналу 3 лондонського аеропорту Хітроу. У підсумку з'явився термін «Building Information Modeling» у його нинішньому сенсі (уперше в публікації Г.А. ван Недервеена (G.A. van Nederveen) і Ф.П. Толмана (F.P. Tolman) 1992 року).

З 2002 року концепцію BIM почали освоювати провідні розробники програмного забезпечення у сфері архітектурно-будівельного проєктування. У результаті діяльності таких компаній, як Autodesk (США), Bentley (Велика Британія), Nemetchek (Німеччина), Graphisoft (Угорщина), Tekla (Фінляндія) абревіатура BIM увійшла до лексикону фахівців із комп'ютерних технологій і отримала широке розповсюдження у менеджменті [3].

Хоча технологія швидко розвивалася у США, Радянський блок надав геніальних фахівців, які у кінцевому підсумку і визначили ринок BIM таким, яким він виглядає нині. Георг Немечек, Габор Бояр і Леонід Райз продовжують бути співзасновниками Allplan, ArchiCAD та Revit і досі.

Звісно, враховуючи специфіку регіону тих часів, інженери вдавалися до деяких авантюр, щоб досягнути мети. ArchiCAD був розроблений у Будапешті (Угорщина), Габором Бояр, фізиком, який повстав проти комуністичного уряду і започаткував приватну компанію. Габор написав початкові рядки коду, заклав ювелірні вироби своєї дружини для розвитку бізнесу та здійснював контрабанду Apple Computers через «залізну завісу».

Використовуючи технологію, подібну до System Description, в 1984 році було випущено програмне забезпечення Radar CH для операційної системи Apple Lisa. Згодом воно почало називатися ArchiCAD, що робить ArchiCAD ***першим програмним забезпеченням BIM***, доступним ***на персональному комп'ютері***.

Леонід Райз й Ірвін Юнгрейс заснували власну програмну компанію Charles River Software у Кембриджі Массачусетс, вони хотіли створити архітектурну версію програмного забезпечення, здатного обробляти складніші проєкти, ніж ArchiCAD. Вони найняли Девіда Конанта, архітектора, як свого першого співробітника, який і створив інтерфейс, який тривав дев'ять релізів. У 1997 році компанія Charles River Software на чолі з Леонідом Райзом та Ірвіном Юнгрейсом розробила програму під назвою «Revit» та параметричний відеодвигун,

що стало можливим знов таки завдяки об'єктно зорієнтованому програмуванню.

У 2002 році Autodesk придбав компанію та почав активно просувати програмне забезпечення у конкуренції з власним об'єктним програмним забезпеченням «Architectural Desktop». Але Revit революціонізував світ будівельного інформаційного моделювання, створивши платформу, яка використовувала середовище візуального програмування для створення параметричних «сімейств». Це дозволило додавати атрибут часу до компонента, що створює «четвертий вимір», пов'язаний із процесом будівництва моделі. Підрядники генерують графіки будівництва на основі моделей BIM та імітують процес будівництва. Уперше це відпрацьовано в проєкті на Мангеттені, який детальніше буде описаний в п.1.3 даного розділу.

За допомогою платформи Autodesk Revit разом із групою Nemetschek (розробники AllPlan, ArchiCAD і Vectorworks), а також Gehry Technologies з CATIA, що базується на CAD програмі Digital Project є значними гравцями на ринку BIM.

Західна Європа активно застосовує та вдосконалює технологію. Але сучасний рівень впровадження BIM у будівельні процеси залежно від країни, має різний характер.

Вигоди спільних цифрових робочих процесів та BIM для будівельного сектора були визнані урядом Великої Британії, спочатку в Стратегії будівництва, опублікованій в 2011 році, а потім у Стратегії будівництва 2025 промисловість, у липні 2013 року. Урядова стратегія будівництва у 2011 році (GCS) визнає критичну важливість ефективного сектора будівництва для економіки Великої Британії та спрямовує на скорочення витрат активів державного сектора до 20 % до 2016 року. У документі GCS заявляє про намір уряду надати повну спільну 3D-BIM (з усією документацією про інформацію про проєкти, активи та електронні дані) принаймі до 2016 року. Це зорієнтовано на скорочення приблизно 20 – 25 % додаткових витрат у будівництві, що викликане поганим управлінням інформацією. Ця вимога для BIM-моделей рівня 2 для всіх централізованих державних закупівель проектів називається мандатом BIM уряду Великої Британії.

Мандат BIM стосується проєктів будівництва державного сектора, але також має на меті заохочувати прийняття BIM у приватному секторі. Мандат уряду Великої Британії також застосовується до збереження спадщини в контексті державних закупівель проєктів (історичне збереження будівель).

Програма Великої Британії отримала міжнародні нагороди та визнання, має внутрішній вплив та вплив на міжнародному рівні. Варто переглянути ***основні переваги цього документа:***

- допомагає забезпечити оптимальну вартість, підвищує продуктивність праці та поліпшує рівень якості забудованих активів;
- використовує державні закупівлі для прискорення позитивних змін у діяльності галузі;
- підлаштовує потреби клієнтів до стандартів ланцюга постачання з метою поширення існуючої передової практики; пропонує відкриті принципи, які стосуються закупівель, технологій та даних, процесів і питань людей;
- поетапно впроваджує дорожню карту, що допомагає розвивати можливості для клієнтів та промисловості;
- забезпечує широку сферу застосування і придатність до інфраструктури та будівель, нові будівельні і реконструктивні роботи, невеликі одноразові проєкти та масштабні розробки, а також регламентує отримання капіталу та фази експлуатації;
- сприяє розробці узгодженого відкритого комплексу стандартів, інструментів та довідників, які формують спільний і загальний рівень ефективності для BIM;
- регламентує фінансування та ресурси групи управління для реалізації стратегії з клієнтами державного сектора, галузевими й академічними колами.

У Німеччині на даний момент BIM використовується переважно в проєктах, керованих кількома приватними інституційними клієнтами. Державні замовники та органи влади не мають поки що достатнього досвіду і не висувають вимог щодо обов'язкового використання інформаційної будівельної моделі. Це відображається на власних стандартах BIM, які приватні клієнти розробляють суто під себе. В інших країнах це, в основному, громадські замовники, які вимагають використання міжнародних стандартів BIM. Але така особливість не затримує

розвитку німецького інформаційного моделінгу, країна відома як активний гравець в дослідницькій сфері та сфері промислових упроваджень BIM в архітектуру та будівництво. Наприклад, Німецька рада з питань сталого будівництва (DGNB) має унікальну систему будівельної сертифікації, найкоротший шлях до якої веде через BIM-модель. Система забезпечує об'єктивний опис та оцінку стійкості будівель та міських районів. Якість оцінюється комплексно протягом усього життєвого циклу будівлі. Система сертифікації DGNB може бути застосована на міжнародному рівні (CORE 14).

Завдяки своїй гнучкості її можна адаптувати саме до різноманітних застосувань будівлі та до державних вимог конкретної країни. Неперевершене виконання сертифікатів до 50 критеріїв сталості з якісних розділів – екологія, економіка, соціально-культурні аспекти, технології, потоки робочих процесів та сайт. Система базується на добровільному перевищенні сучасних поширених та звичайних понять. Якщо вимога щодо продуктивності виконується, DGNB нагороджує учасника сертифікатом DGNB у бронзі, сріблі, золоті та платині. Крім того, існує можливість простої попередньої сертифікації на етапі планування. Також подібні сертифікаційні системи існують у багатьох країнах (рис.1.3):

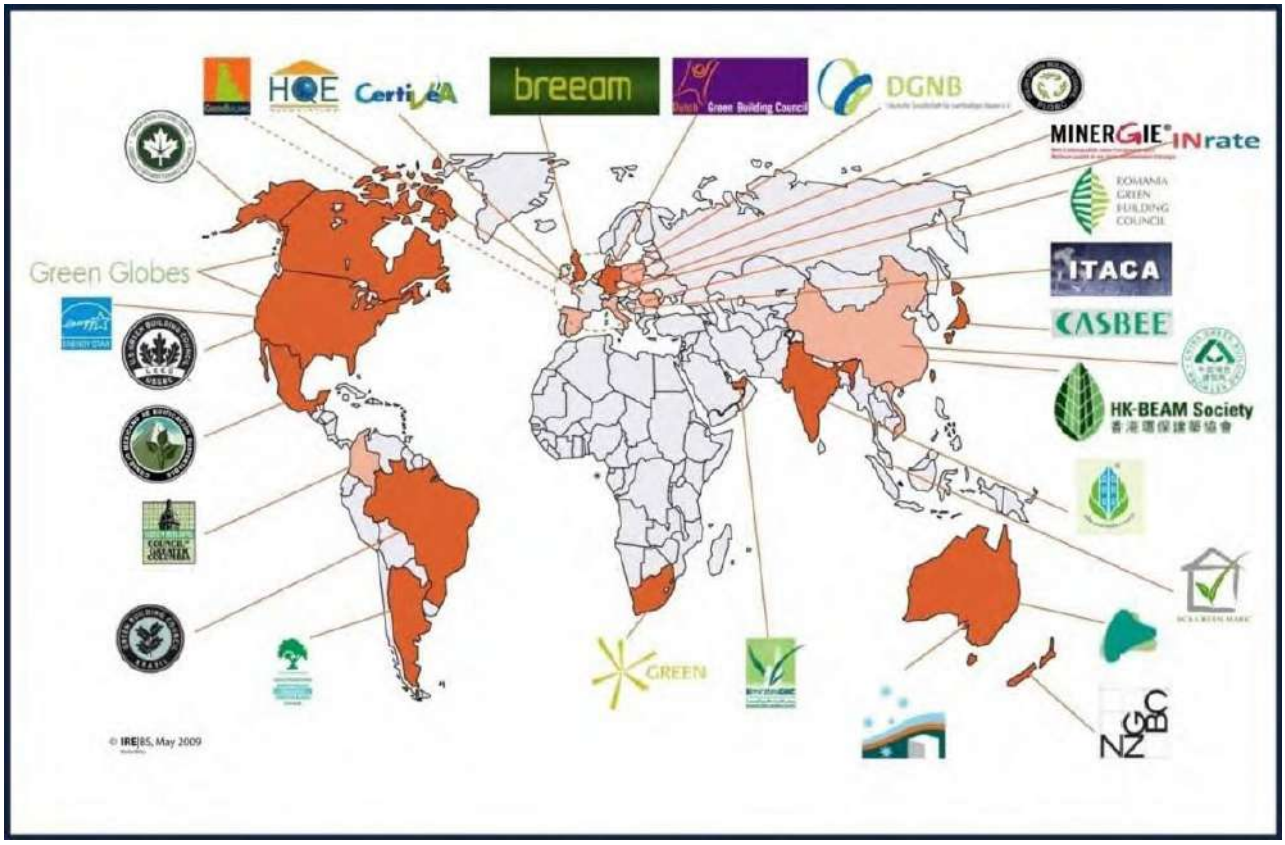


Рис.1.3. Міжнародні та національні сертифікаційні системи (https://www.iea.org/)

Три найпоширеніші системи оцінювання, зокрема BREEAM, LEED та Green Star, теж прагнуть до розробки загальних показників, які допоможуть міжнародним зацікавленим сторонам порівнювати будівлі в різних містах за допомогою «міжнародної мови» (Kennett 2009). Але якщо вищезазначені системи працюють в основному з екологічними показниками, то DBNG дає повну оцінку забудові.

Цілком зрозуміло, що аналітичні цифрові інструменти відкривають принципово нові якісні обрії для вдосконалення будівництва, а комп'ютерні технології роботи з великими обсягами даних роблять це вдосконалення цілком реальним і швидким.

Дослідження в цьому напрямку ведуться нині в Україні на кафедрі інформаційних технологій в архітектурі Київського національного університету будівництва та архітектури. Розроблено методологію оцінювання моделі за основними 4 критеріями: екологія, економіка, естетика та технологія. Мета дослідження – перетворити ці критерії у математичні формули з кінцевим показником, який можна порівняти з показником в електронному технічному

завданні (ЕТЗ) замовника. Останнє також є напрацюванням цього дослідження і надає упевненості у роботі як архітектору, так і клієнту.

Щодо правових моментів BIM, з метою забезпечення керівництва, Американський інститут архітекторів (AIA) опублікував свої перші документи про цифрову інформацію, AIA Документи E201^{TM} – 2007 - протокол представлення цифрової інформації, і C106^{TM} – 2007 – угоду про ліцензування цифрової інформації, у жовтні 2007 року. E201-2007 є прикладом угоди, який дає змогу сторонам встановити процедури, які вони згодні наслідувати щодо передання або обміну цифровою інформацією та сервісними документами. Простіше кажучи, це юридичне урегулювання процесів проєктування та спільного користування моделлю. Ролі та відповідальність проєктних гравців буде детальніше розглянуто у частині четвертого розділу. Зі зростанням попиту та розвитком технології BIM документи переглядаються кожні 10 років. Наразі діє оновлений набір документів цифрової діяльності, які містять AIA документ E203^{TM} – 2013, Інформаційний будівельний моделінг та представлення цифрових даних; AIA документ G201^{TM} – 2013, положення протоколу цифрових даних проєкту; та AIA документ G202^{TM} – 2013, положення протоколу інформаційної будівельної моделі.

1.3. Базові концепції BIM: LOD, n-D виміри, єдиний формат IFC

Як уже зрозуміло, МЕТОЮ BIM-системи є отримання задовільного результату з усіх пунктів архітектурного задуму та технічного завдання замовника. Тобто на вході в систему маємо ідею, ескіз і набір вимог. На виході – ЗРІЛУ модель ЗАДАНОГО РІВНЯ ДЕТАЛІЗАЦІЇ, яку можна оцінювати так чи інакше. Наприклад, з економічної позиції дивитися кошторисні дані, вартість 1м^2 проєкту та інше. Чи екологічні, де буде зазначено ступінь енергоефективності застосованих матеріалів та їх нетоксичний склад. Це наступний фундаментальний момент BIM-технології. На перше місце поставлено завдання отримання мінімально необхідної, але достатньої інформації кожним учасником процесу інформаційного моделювання для виконання специфічних завдань на певному проєктному етапі або стадії. Називається така концепція ***LOD (Level of Detail), вона визначає мінімальний обсяг геометричних, просторових, кількісних, а також інших даних елемента моделі, достатніх для реалізації основних напрямів використання моделей, відповідних даному рівню деталізації.*** Відповідає на запитання:

що? (Який елемент моделі)

яку інформацію повинен містити цей елемент? коли? (В який момент часу)

від кого повинна бути передана ця інформація?

кому повинна бути передана ця інформація?

Рівень деталізації (level of detail), фактично, окреслює на скільки детально описаний елемент моделі. ***Рівень опрацювання (level of development)*** – ступінь, якою визначається геометрія елемента та додана інформація – ступінь, до якої учасники проєкту можуть покладатися на інформацію при використанні моделі.

Початкове трактування терміна «Level of Detail» визначало рівень деталізації як ступінь графічної та інформаційної насиченості елементів моделі, але не порушувало питання мінімальної достатності цієї інформації для використання іншими учасниками проєкту. Основним завданням було визначення вартості будівельного проєкту на різних стадіях: від оцінки приблизної вартості на концептуальній стадії до оцінки вартості робіт на стадіях випуску робочої документації і виконання будівельно-монтажних робіт.

У 2008 році Американський Інститут Архітектури (AIA) розвинув концепцію LOD у вигляді протоколу AIA E202-2008, Building Information Modeling Protocol Exhibit (типова форма додатку до договору на BIM-проєкт). Тепер діють удосконалені версії цього протоколу: AIA E203- 2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit і AIA Contract Document G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form. У цих документах рівень деталізації визначений як «Level of Development» (рівень опрацювання) елементів моделі. Це перейменування терміна «Level of Detail», було обґрунтованим, але тим не менше внесло певну плутанину в загальну термінологію BIM, тому абревіатура залишилася такою ж – LOD. Згідно з останньою версією протоколу (E203-2013), LOD визначає мінімальний обсяг геометричних, просторових, кількісних, а також інших даних елемента моделі, достатніх для

реалізації основних напрямів використання моделей, відповідних даному рівню деталізації (рис.1.4).

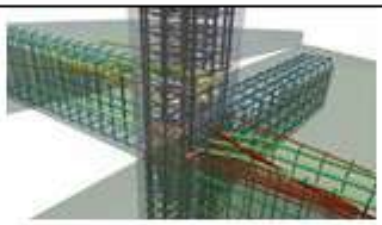
LOD	Опис	Приклад
LOD 100	Елементи моделі на стадії формотворення, мають бути приблизні габарити, ескізне положення у просторі, можуть бути показані символьно. Архітектор на стадії концептуального пошуку.	
LOD 200	Елементи моделі показані у вигляді модулів збірки, як характерні частини системи будівлі з приблизними розмірами, формою, позиціонуванням та необхідною неграфічною інформацією. Архітектор погоджує проєкт із замовником.	
LOD 300	Елементи моделі подані у вигляді об'єкта чи збірки, котра належить до конкретної системи будівлі з точними розмірами, формою, орієнтацією, зв'язками та необхідною неграфічною інформацією. Архітектор, конструктор та інженери узгоджують технічні рішення між собою.	
LOD 400	Елементи моделі представлені у вигляді конкретної збірки з детальними розмірами, формою, орієнтацією, чіткими зв'язками, даними з виробництва, монтажу та іншою неграфічною інформацією. Архітектор узгоджує рішення з виробниками матеріалів і конструкцій.	
LOD 500	Елементи моделі складені в єдину повну систему і мають всю графічну та неграфічну інформацію для передачі моделі на будівництво чи в експлуатацію. Архітектор оформляє та підписує документацію, передає цифрову модель будівлі замовнику.	

Рис.1.4. Базові рівні деталізації LOD (www.isicad.ru, переклад автора)

Інша класифікація стосується рівня точності (LOA) для представлення та документування наявних умов. Посібник USIBD (2016) використовує різні рівні (LOA10-LOA50) і включає в себе процес перевірки. Нарешті, CityGML розробив п'ять рівнів деталізації (LOD0-LOD4) для визначення геометричних деталей та семантичної точності для з'єднання BIM з даними геоінформаційної системи (ГІС). Для організації процесу планування BIM-проєкту, здійснення 3D-координації та передачі необхідної інформації для виконання основних проєктних завдань було визначено п'ять базових рівнів деталізації елементів інформаційних моделей: LOD100, LOD200, LOD300, LOD400 і LOD500 (рис.1.4).

Надані зауваження щодо можливостей архітектора можуть корегуватися відповідно до ситуації та проєкту. Необхідно пам'ятати, що концепція LOD відіграє одну з основних ролей при підготовці і виконанні BIM-проєкту, а саме:

Рівні деталізації (LOD) повинні бути попередньо задані при формуванні документа «Інформаційні вимоги замовника» (додаток до ТЗ на проєктування із застосуванням технологій BIM), згідно з основною метою використання інформаційних моделей. Ця мета – ввести однозначність в розуміння рівнів деталізації службами Замовника та Проєктної Команди (рис.1.5).



Рис.1.5. Демонстрація співпраці Замовника та Проектної Команди

- Рівні деталізації (LOD) мають бути ретельно продумані і задокументовані у вигляді «Специфікації Елементів Моделі» при розробці документа «План Виконання BIM Проекту» (BEP). Мета – конкретизація проєктних вимог для членів проектної команди, а також планування і управління робочими BIM-процесами.
- Рівні деталізації (LOD) повинні містити мінімальну, але достатню для виконання основних проєктних завдань, кількість інформації. Подання зайвої інформації в елементах моделей марнотратне, може значно ускладнити роботу з моделями і збільшити терміни проєктування.

План виконання BIM (BEP або BIMxP) розробляється постачальниками. Як правило, попередньо укладаються угоди для задоволення інформаційних вимог роботодавця (EIR). Вони визначають, як будуть виконуватися аспекти моделювання інформації в проєкті. План виконання BIM пояснює ролі та їхні обов'язки, стандарти, що застосовуються, та процедури, яких необхідно дотримуватися. BEP збирає / посилається на ряд інших документів, План надання основної інформації (MIDP) та План реалізації проєкту (PIP). BEP може бути оновлений після того, як було укладено контракт. Також існує План управління BIM (AU).

Завдяки тому, що спеціалісти подивилися на будівельно-інформаційну модель ширше, ніж на модель 3D, котра, по суті, була лише цифровим макетом, вони розробили ***концепцію n-вимірів.***

Третій вимір CAD було відкрито давно і нині технологія поліпшення настільки, що будь-яка уявна форма моделюється на комп'ютері. Четвертий вимір часу використовувався донедавна для анімації у презентаціях. Але сучасна BIM-технологія застосовує вимір часу не тільки для демонстрації готової будівлі, але й для моделювання самого процесу будівництва. Влучно тому приклад – BIM-реконструкція Всесвітнього торгового центру на Мангеттена (World Trade Center), розроблена в континентальному центрі будівництва Нижнього Мангеттену (LMCCC) та компанією Gehry Technologies, Inc. (GT). Остання виступила консультантом в команді підтримки для надання допомоги у розгортанні практики зменшення ризиків через інтеграцію планування, експертних семінарів та BIM. Gehry Technologies, Inc. (рис.1.6).

Складний трафік району, щільна забудова навколо площі реконструкції виявилися справжнім викликом майстерності архітекторів і містозабудовників. Багато факторів та неожнорідних даних були ретельно систематизовані. Моделювання не обмежилося геометричними об'єктами, бо для загального розуміння потребувало 4D-симуляції будівельних процесів кожного з елементів комплексу.

З огляду на динамічне та розгалужене оточення та поетапні механізми контрактування, характерні для будівництва, інтерфейси візуалізації на базі BIM стали важливими інструментами для забезпечення прозорості процесу. Було створено 4D-симуляції для кожного

графіка проєкту виробництва робіт (ПВР) реконструкції та загального проєкту організації будівництва. WTC та навколо нього, а також симуляції, які допомогли пом'якшити проблеми виниклі внаслідок конкуруючих графіків проєкту та потреб матеріально-технічного забезпечення.



Рис.1.6. Реконструкція Всесвітнього торгового центру на Мангеттені (World Trade Center)

Команда змоделювала всі будівельні проєкти комплексу як геометричні об’єкти, але імітувала у моделях поступовий процес будівництва. Складність полягала в управлінні графіком ПВР та пов'язаною з ним геометрією. Корегування відбувалося завдяки постійному моделюванню, асоціюванню та тестуванню геометричних об’єктів проєктів комплексу, постійних і тимчасових, а також графіків ПВР цих проектів. Ще однією проблемою була розробка самого методу управління великою кількістю процесів та частин, а потім створення порівняльного аналізу між симуляціями та графіками ПВР.

Проєкт продемонстрував, як інтеграція BIM та графіків ПВР поліпшує організацію будівництва, допомагає уникнути просторових і часових колізій, коли один процес накладається на інший чи не виконується вчасно, заважає реалізації. Оптимізація взаємодії між учасниками логістичних, будівельних і постачальних процесів за рахунок уведення четвертого виміру – виміру часу найкраще позначилася на підвищенні ефективності та безпеки будівництва, допомогла визначити вузькі місця, поліпшити перебіг процесів та взаємодію учасників.

Концепція вимірів на цьому не закінчується: на разі 5D-BIM, де до часу додаються витрати як додаткові компоненти. Окремі елементи моделі утворюють базис для обсягів, які пов’язані з цінами. Тобто за допомогою 5D-моделювання можна додатково візуалізувати хід будівельних витрат.

За допомогою 6D-BIM окремим елементам моделі адресується інформація, яка залежить від їх фактичного створення і тим самим перетворює з віртуального елемента на реальний. Отже, 6D-модель або об’єкти, які містяться у ній, відповідають фактично

побудованому стану.

7D-BIM нарешті враховує загальну стадію експлуатації будівлі. Для цього окремі елементи моделі отримують додатково інформацію щодо їх використання та технічного обслуговування, яка також може комплексно розвиватися через модель будівлі.

Для підбиття ***проміжного підсумку*** по всій вище зазначеній інформації, можна навести ***визначення BIM-моделі*** з керівництва «Allplan. Короткий курс BIM. Теорія та практика», основане на офіційній версії IFC4 від 2017 року: «Модель являє собою певний тип бази даних, який містить усі пов'язані з проєктом будівлі графічні, геометричні та алфавітно-цифрові параметри і коди, і доступний усім учасникам проєкту. Всі нововведення, зміни і подальші результати проєктування інтегруються в цю модель. Це досягається, по-перше, за рахунок графічно-геометричного створення і зміни конструктивних та архітектурних елементів; по-друге, за рахунок додавання і налаштування інформації у формі властивостей і атрибутів.»

Останні 7 років зростає тенденція порівняння архітектурних та інженерних файлів моделей. Ця посилена співпраця міждисциплінарного поєднання вплинула на всю галузь – відбувся перехід від кількох різних контрактів на проєктування до інтегрованої реалізації проєктів. Тепер багато дисциплін зазвичай працюють на взаємодоступному наборі моделей BIM, які оновлюються з різним ступенем частоти. Центральна модель приймає об'єкт і застосовує атрибут власника, тож користувач, який працює над певним проєктом, може переглядати всі об'єкти, але може змінювати лише ті, які з його «робочого набору». Ця функція, випущена в багатьох додатках, дає змогу великим групам архітекторів та інженерів працювати над однією інтегрованою моделлю, формою спільного програмного забезпечення. Нині існує кілька фірм, які працюють над візуалізацією моделей BIM у хмарі, використовуючи додану реальність. Також користувачі, яких цікавить загальна робота над проєктом у хмарі, нещодавно отримали підтримку у вигляді потужної концепції ***OpenBIM***.

Велика різноманітність програм, які використовуються архітекторами й інженерами, ускладнює співпрацю. Різні формати файлів втрачають читабельність, коли переміщуються між платформами, особливо моделями BIM. Це ***одна з головних проблем BIM-***моделювання оскільки інформація має бути ієрархічною та конкретною. Щоб подолати цю неефективність, у 1995 році розроблений формат файлу International Class Foundation (IFC), який продовжував адаптуватися, щоб сприяти обміну даними з однієї програми BIM в іншу. Розроблено програмне забезпечення для перегляду, наприклад таке, як Navisworks та Solibri призначене винятково для координування різних форматів файлів. Navisworks та Solibri дає змогу збирати дані, моделювати конструкцію та виявляти зіткнення, і використовується нині найважливішими підрядниками в США та ЄС.

Скорочення IFC означає Industry Foundation Classes (Класи основ промисловості). При цьому мова йде про ***відкритий формат файлів***, за допомогою якого описується і допускає обмін інформацією, суттєво для будівельної галузі й управління нерухомістю, нейтральною щодо програмних продуктів. Завдяки йому при обміні даними і перетворенні в інший формат файлів вдається якщо не зовсім уникнути «втрат на тертя», які обов'язково виникають при цьому, але принаймні зменшити їх. По-друге, всі учасники проекту можуть вільно вибирати придатне для них програмне забезпечення, якщо воно має відповідний інтерфейс IFC.

Що ж таке IFC-формат? IFC не є символічним форматом. В його основі об'єкти з їх формою, параметрами й атрибутами, а також зі становищем у загальному контексті і в стосунках з іншими об'єктами, а також взаємодія з ними. Формат базується на стандарті ISO STEP, його принципах будови файлів, за допомогою яких можна передавати геометричні елементи і відображати зміни, які відбуваються протягом життя цих елементів. Лексичний склад мови IFC місять усі підтримувані у відповідній версії об'єкти в формі бібліотеки будівельних елементів, створеної з попередньо визначених елементів. Кожному об'єкту при цьому належить, крім його визначення, перелік можливих параметрів і властивостей, які він може мати, а також функції та взаємодії з іншими об'єктами з бібліотеки. У цієї схеми однаковою для всіх об'єктів, є та перевага, що можна відносно легко додавати нові елементи, щоб розширити бібліотеку.

1.4. BIMe Initiative. Особливості впровадження BIM в організаціях та професія BIM-менеджера

Дослідження теорії і практики BIM створює широку професійну мережу небайдужих інженерів і новаторів. Фундаментальною теорією та впровадженням будівельного інформаційного моделінгу займається Білал Саккар, директор «ChangeAgents», засновник та головний член BIMe Initiative з університету Ньюкасла (Мельбурн, Австралія). Йому також належить сайт http://www.bimframework.info, який також є частиною BIMe Initiative. На цьому унікальному ресурсі можна знайти інфографіку з теорії управління моделями, структури BIM та окремих його частин.

BIMe Initiative (BIM Ініціатива) неприбуткова організація з генерації та обміну знаннями волонтерів-дослідників як з промисловості, так і з наукової спільноти. BIMe Initiative надає спільно розроблену, науково обґрунтовану методологію роботи «зверху вниз», директивну політику дистрибуції BIM. BIMe Initiative структурує знання за допомогою мережі міжнародних експертів та розширює професійну мову, забезпечує інноваційні, узгоджені та своєчасні відповіді на можливості та виклики, котрі виникають при прийнятті BIM на всіх організаційних рівнях.

На офіційному сайті організації http://bimexcellence.org, назва якого свідчить сама за себе, чітко окреслені правила можливої участі в ініціативі: «Членство в BIMe Initiative здійснюється як за запрошеннями, так і за результатами перевірки. Потенційні учасники BIMe є активними дослідниками, аспірантами, які: a) мають перевірені можливості у відповідній сфері; б) готові працювати спільно з іншими учасниками BIMe та BIMe-волонтери для досягнення цілей і завдань BIMe Initiative; в) погоджуються дотримуватися всіх застосовних законів, підзаконних актів; d) поважають всі права інтелектуальної власності, моральні права та вимоги до етичних досліджень.»

Серед тез Маніфесту BIMe Initiative варто виділити

1. Відкритість: «Ми ділимося нашими знаннями за допомогою відкритих каналів, щоб усі могли скористатися перевагами інформаційного будівельного моделювання.»
2. Практичність: «Ми будемо генерувати інструменти та посібники на користь нинішнім і майбутнім практикам моделювання.»
3. Освітні: «Ми будемо вчитися та навчати інших, постійно вдосконалюючи практики моделювання.»
4. Співпраця: «Ми добросовісно співпрацюємо з іншими.»
5. Нейтральність: «Ми уникаємо упередження щодо будь-якої ідеї чи рішення.»
6. Лояльність: «Ми забезпечимо рівноправну можливість для всіх, хто бажає стати членами або волонтерами ініціативи.»
7. Структурованість: «Ми будемо дотримуватись чіткої структуру для збору, організації та обміну знаннями.»

Діючими проєктами ініціативи є BIM словник (BIM Dictionary) https://bimdictionary.com, що підтримує 10 мов та постійно оновлюється, блог про структуру BIM (BIM Framework), блог BIM Think space http://www.bimthinkspace.com, а також BIM Framework Youtube channel, що є відеоблогом ініціативи.

Цей досконалий і прагматичний підхід, підкріплений високим професійним рівнем та перфекціонізмом, забезпечує сталий розвиток будівельного інформаційного моделювання у країнах, де можлива BIMe Initiative.

Упровадження BIM в окремій організації – це певний виклик як професійним навичкам архітекторів, інженерів інших будівельних профілів, так і менеджменту компанії. Це пов'язане зі складністю освоєння технології. Окремі проєктувальники не бажають виходити з уже встановленої зони комфорту і повірити в те, що нова технологія може скоротити час, витрачений на одну і ту ж роботу. Але ж колись проєктувальникам доводилося себе «ламати» переходячи на AutoCAD зі звичною їм системи з кульманом. Також важливим чинником, який діє на складність освоєння цих технологій, є майже відсутність BIM в освітніх програмах навчальних закладів і відсутність ініціативи держави у впровадженні BIM-технологій.

Також мають місце значні витрати. Дуже дороге програмне забезпечення, навчання

співробітників, консультації фахівців, а також зниження продуктивності на першому етапі впровадження (адаптація співробітників).

Деяка недосконаліть програмного забезпечення є головним аргументом критиків даної технології. Він не безпідставний. Існує багато проблем із випуском проєктної документації, яка б відповідала існуючим стандартам. Крім цього, програми видають різні помилки. Хоча велика їх частина виникає через неграмотне використання програмного забезпечення, а менша через використання зламаних неліцензійних версій програм.

Для керівників, власників організації ***цілями впровадження BIM-технологій можна назвати такі:***

підвищити дохід організації (за рахунок максимального усунення помилок, економії часу і трудових ресурсів);

підвищити конкурентоспроможність організації, закласти фундамент для стабільного розвитку організації.

Для проєктувальників:

полегшити працю проектувальників (скорочення рутинної частини роботи);

скоротити час, витрачений на варіативне проєктування (можливість вивчення кількох варіантів і вибір оптимального вже на етапі розробці попереднього проєкту);

усунути можливі помилки в проєкті за рахунок якісної координації між підрозділами і складання усіх розділів в єдиному просторі;

скоротити терміни розгляду проблемних місць проєкту і випуску проєктної документації;

підвищити свій професійний рівень.

Ініціатива BIM неприбуткова організація та ініціатива волонтерів-дослідників як із промисловості, так і з наукової спільноти. Ініціатива BIM надає спільно розроблену, науково обґрунтовану альтернативу «зверху вниз», керовану авторитетною та директивною політикою дистрибуції BIM. Підтримуючи чіткі структури знань, мережу експертів із міжнародних предметів і поширюючи модульну мову, візуальне програмування та параметризацію процесів, ініціатива BIMe забезпечує інноваційну, узгоджену та своєчасну відповідь на можливості та завдання, які виникають при впровадженні BIM у всіх організаційних масштабах.

Варто врахувати відгуки провідних фахівців галузі країн Заходу:

Кріс Тісдел, Genry Technologies:

«Раніше ми зважаючи на осмислення внутрішньої начинки будівлі, пробували проєктувати вичерпно технічними категоріями, і тим самим втратили поетику, музику, красу проєктування. BIM же дає змогу нам повернутися до цих понять. Зараз ми дивимося на форму будівлі і на тих, хто у ній житиме, і на меблі. BIM володіє надзвичайною потужністю, він повертає архітекторів на попередній рівень майстерності, знову дає змогу нам просто обміркувати».

Кевін Гільсон, Парсонс Брінкерхофф:

«Використання технологій BIM допомагає нашій компанії залишатися одною з провідних у галузі інфраструктурного проєктування. Завдяки цій технології ми вдосконалили комунікацію із замовниками, підрядниками та іншими учасниками проєкту, навчилися визначати й оперативно усувати колізії задовго до початку будівництва об'єктів, зменшити фінансові витрати та економію часу, зменшити ризик можливих конфліктів із місцевими жителями та муніципалітетами. Інколи при роботі над інфраструктурними проєктами виникає необхідність перекрити дороги. В BIM-моделі ми будуємо й оптимізуємо графіки будівельних робіт, максимально враховуючи інтереси більшої кількості сторін».

Цин Ге, Шанхайська башта розвитку:

«Економія, яка виникла тільки за можливості усунення помилок на етапі проєктування Шанхайської башти, склала не менш як 100 мільйонів юанів (16 мільйонів доларів). Завдяки BIM ми підвищили ефективність розміщення конструкцій, було розраховано розташування висотних кранів, які відіграють головну роль при створенні башти, зробили аналіз їх взаємного розташування, взаємодії. У рамках BIM-моделі були створені інженерні системи та конструкції для всіх поверхів будівлі. Коли на етапі проєктування було розглянуто планування стандартних поверхів, ми виявили й узгодили 200–300 будівельних конфліктів».

В Україні останні роки також спостерігається пожвавлення зацікавленості до інформаційного моделювання будівельних систем, однак цей процес притаманний лише окремим інтегрованим підприємствам або компаніям з іноземними інвестиціями. BIM застосовується у будівельній галузі України, де очевидна його ефективність: будівництво великих торговельно-розважальних центрів (наприклад Ocean Plaza, Республіка у Києві тощо), мультифункціональних об'єктів зі складною внутрішньою інфраструктурою (наприклад укриття над ЧАЕС). При цьому ***основними бар'єрами щодо впровадження BIM в Україні*** виступають такі:

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

Втім, можна зазначити чинники, які в сучасних умовах стимулюють упровадження BIM в Україні.

1. Орієнтація проєктування на зовнішні західні ринки, для яких BIM є сталим принципом розвитку галузі.
2. Імплементація європейських будівельних норм органічних для BIM програмних комплексів.
3. Зростання вартості енергоносіїв, що змушує девелоперів і власників переходити на інформаційні технології проєктування, будівництва та експлуатації із високим рівнем прогнозування та контролю.
4. Впровадження енергоощадних програм і реформ, що спонукає державу виступати ефективним ощадним власником.
5. Очікування закордонних інвестицій та програм і необхідність дієвого контролю за їх виконанням.

Які основні моменти треба врахувати, щоб вдало впровадити технологію в конкретну проєктну організацію?

На це запитання відповідає Володимир Савицький, спеціаліст по ArchiCad, блогер та автор унікальної бібліотеки BIM-елементів, які відповідають українським будівельним нормативам: «BIM – це технологія колективного проєктування, кінцевим продуктом, якої є складна, об'ємна, інтерактивна, інформаційна модель будівлі, інтегрована на основі диференційованої бази даних, створеної для даної країни, регіону, організації (рис.1.7).

Інформаційний зміст моделі спрямовано на використання її в процесі створення проєкту, будівництва та експлуатації будівлі. Ступінь інтерактивності, глибина взаємодії, динамічність зв'язків усіх елементів системи і повнота інформації залежать на сучасному етапі, від рівня розвитку апаратного забезпечення, операційних систем, самого програмного продукту і рівня технічної, інформаційної та психологічної підготовки фахівців.

Обов'язковою і невід'ємною умовою створення інформаційної моделі будь-якої складності є наявність інформаційно-технічної бази даних, адаптованої до обраних

програмних продуктів.

Необхідною організаційною умовою швидкості створення і якості проєктованого об’єкта, є колективна робота над одним об’єктом всіх учасників процесу, в одному робочому середовищі проєктування»



Рис.1.7. Укрупнена схема інформаційних зв’язків BIM [4]

В останні роки терміни «BIM-менеджер» (BIM Manager), «BIM-координатор» (BIM Coordinator) і навіть «Менеджер з питань інформації» (Information Officer) поповнили словниковий запас будівельної галузі.

У Великій Британії менеджер з питань інформації відповідає за управління без відповідальності за дизайн. Координатор BIM сприяє управлінню інформацією через встановлення стандартів для моделей та планів виконання.

Для багатьох компаній BIM менеджер є загальною роллю, пов'язаною з переходом у цифрові способи роботи. Ясно, що BIM-менеджер не може бути ідентифікований за допомогою єдиного набору завдань. Це роль, яка залежить від поставлених завдань проєкту, а також від компанії. Крім того, роль менеджера BIM постійно трансформується, оскільки робочі методи змінюються, щоб відповідати постійно зростаючим вимогам цифрової революції у будівництві.

Незважаючи на складність знайти загальнодоступний опис посадових інструкцій для BIM-менеджера, існують деякі загальні риси. BIM-менеджер повинен бути сприйнятий як людина, відповідальна за планування, розробку, доставку та експлуатацію об’єкта. Це – робота «керувати», але це не є керівною роллю у традиційному сенсі.

Значна частина ролі полягає в управлінні змінами, максимальному використанні технології, людей та процесів, які є основою для забезпечення результатів, необхідних для спільного будівництва.

У багатьох компаніях роль BIM-менеджера з’являлася у відповідь на необхідність впровадження нових технологій.

Менеджери BIM приходять на допомогу з упровадженням технології, її політики та процесу а також більш широкої бізнес-сприйнятливості. Вони налагоджують програмні зв’язки між учасниками проєкту, щоб інформація вчасно досягала адресатів та оновлювалась.

Необхідні менеджеру BIM знання взагалі можна описати як поглиблений варіант кожної частини цього розділу та вміння працювати принаймні в одній з програм, які мають можливості інформаційно-будівельного моделювання. Це і ArhiCAD, і Revit, і Allplan – найрозповсюдженіші платформи. Існує кілька платних онлайн-курсів, зокрема на сайті компанії Autodesk та Graphisoft. Є перспективи, що для дизайнерів, інженерів, підрядників з

часом BIM стане звичайним діловим інструментом. Тому, ймовірно, навички BIM-менеджера будуть входити в конструкторську, інженерну та контрактну роль без необхідності спеціальної етикетки «BIM менеджер», або навіть окремої ролі менеджера.

Але з такою різноманітною картиною розвитку BIM від компанії до компанії та між дисциплінами, для менеджера ще дуже багато справ. Необхідність координації процесів та обміну інформацією різних форматів, навчання персоналу та контроль строків доводить, що в найближчому майбутньому роль BIM-менеджера залишається ключовою.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Що таке інформаційна модель?
2. Коли з'явилося поняття «система»?
3. Що таке BIM з позиції системного аналізу?
4. Як називаються файли, де архітектор створює типові напрацювання системних елементів?
5. Які інженерні розрахунки можна проводити на основі BIM?
6. У яких випадках окрім нового будівництва можна використовувати інформаційні моделі будівель?
7. Яка з концепцій BIM лягла в основу об'єктно зорієнтованого програмування (ООП)?
8. Що таке LOD як рівень деталізації і як рівень опрацювання? У чому різниця?
9. Опишіть концепцію n-вимірів.
10. У чому полягає одна з головних проблем BIM-моделювання?
11. Яка роль IFC-формату?
12. Хто такий BIM-менеджер?

Література

1. Richard Reed, A Comparison of International Sustainable Building Tools, The 17th Annual Pacific Rim Real Estate Society Conference, Gold Coast, 16-19 January 2011.
2. The American Institute of Architects Guide, Instructions and Commentary to the 2013 AIA Digital Practice Documents.
3. Білик А.С., Беляєв М.А. BIM-моделювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні // «Промислове будівництво та інженерні споруди». – 2015. – № 2. – С. 9-15.
4. http ://www. archimatika .com/en ... архітектура, інженерія, дизайн, структурна інженерія, технології BIM , MEP, структурне проектування та управління проектами ....
5. National BIM Guide for Owners. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.nibs.org/page/nbgo.
6. What is BIM? [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://8dbim.weebly.com/bim.html.
7. David J. Gerber, Burcin Becerik-Gerber and Alex Kunz, Building information modeling and lean construction: technology, methodology and advances from practice, "Lean Construction: Technology, Methodology and Advances from Practice". – Technion, Haifa, Israel, p.683-693.
8. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston, The BIM Handbook. [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://books.google.com.ua/books/about/BIM_Handbook.html?id=IioygN0nY zMC&redir_esc=y.
9. Ніколаєв В.П., Ніколаєва Т.В., Інформаційне моделювання будівель: імперативи оптимізації будівельно-експлуатаційного процесу // Будівельне виробництво. – 2015. – № 59. – С. 17-26.
10. Інформаційне моделювання будівель: Імперативи оптимізації вартості будівельно-експлуатаційного процесу. Актуальні питання сучасного стану та подальшого розвитку будівельної галузі. [Електронний ресурс] // Режим доступу:

http://www.infobud.com.ua/aktualnye- voprosy-sovremennogo-sostoyaniya-i-dalnejshego-razvitiya-stroitelnoj- otrasli/informacijne-modelyuvannya-budivel-imperativi-optimizaci%D1%97-vartosti-budivelno-ekspluatacijnogo-procesu-2/.

11. Concept for implenting BIM in Ukraine by Yurii Kryvokhatko - Issuu issuu › easaukraine › docs › eng_conc..(26 лист. 2022 р. **...** ... **погляд** на впровадження **BIM-** технологій та реформування будівельної галузі в цілому; ... **зовні** . Ця модель стосується всіх). Режим доступу: http://tech.archimatika.com/bim-view-outside/
12. BSI Standards Ltd International guide bim-level2 chapter 1 introduction. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://bim- level2.org/globalassets/pdfs/international-guide-chapter-1-introduction.pdf.
13. Marzia Bolpagni, The Many Faces of 'LOD'. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many- faces-of-lod.html.
14. ZukunftBAU BIM Guide for Germany. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.aec3.de/downloads/BIM-Guide-Germany.pdf.
15. National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance National BIM Standard - United States®Version 3, 2015. [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS- US_V3_4.2_COBie.pdf.
16. BIM forum Level of development specification guide. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://bimforum.org/wp- content/uploads/2017/11/LOD-Spec-2017-Guide_2017-11-06-1.pdf.
17. BIM dictionary BIM Execution Plan (BEP). [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://bimdictionary.com/en/bim-execution-plan/1/.
18. Richard McPartland,What is a BIM Manager and what do they do? [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-a-bim-manager-and-what-do-they-do.

АВТОР РОЗДІЛУ 2 – ЛІРА-САПР



Левченко Олексій Вікторович

Кандидат архітектури, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі архітектурного факультету Київського національного університету будівництва і архітектури.
Сфера наукових і практичних інтересів – BIM, інформаційні технології в архітектурі та будівництві, моделювання і розрахунок будівельних конструкцій на засадах методу скінченних елементів (МСЕ), OpenBIM інтероперабельність, стандартифікація та уніфікація на базі Industry Foundation Classes (IFC).

Розділ 2. ПК ЛІРА-САПР

Це пакет програм для комплексних рішень в архітектурно-конструкторському проєктуванні будівель і споруд різного призначення. Програмний комплекс містить повний набір засобів для розробки проєктної документації від моделі BIM (Building Information Model) до альбому робочої документації. Актуальна версія на офіційному сайті https://www.liraland.ua

2.1. Структура та призначення програми

Програмний комплекс «ЛІРА-САПР» складається з ряду систем і підсистем (рис.2.1), зокрема програмного продукту САПФІР 3D, який можна використовувати як самостійну архітектурну програму, так і як препроцесор ЛІРА-САПР. Програмний комплекс ЛІРА-САПР (ПК ЛІРА-САПР) – це багатофункціональний програмний комплекс для розрахунку, дослідження і проєктування конструкцій різного призначення. Крім загального розрахунку моделі об'єкта на всі можливі види статичних навантажень (силових, деформаційних) і динамічних дій (вітер з урахуванням пульсації, сейсмічні впливи за різними нормами, гармонійні коливання тощо) ПК ЛІРА–САПР автоматизує ряд процесів проєктування: визначення розрахункових поєднань навантажень і зусиль, призначення конструктивних елементів, добір і перевірка перерізів сталевих та залізобетонних конструкцій із формуванням ескізів і робочих креслень.

ЛІРА-САПР – комплекс для проєктування і розрахунку будівельних і машинобудівних конструкцій різного призначення.

САПФІР (Система архітектурного проєктування, формоутворення і розрахунків) – це архітектурна підсистема інформаційного моделювання в складі програмного комплексу ЛІРА-САПР.

Крім ПК ЛІРА-САПР розробники представляють лінійку програмних продуктів для розв'язання різного класу задач.

МОНОМАХ-САПР – комплекс для автоматизованого розрахунку і проєктування залізобетонних і армокам'яних конструкцій висотних будівель, автоматичне створення частини проєктної документації.

ЕСПРІ (Електронний СПРавочник Інженера) – для автоматизації невеликих конструкторських завдань, необхідних інженеру в повсякденній роботі, об'єднаних в розділи за тематичними ознаками: залізобетонні, сталеві, армокам'яні, дерев'яні конструкції, навантаження і впливи та ін.

Суть інформаційного моделювання викладена в ряді праць, тенденції зв’язуються зі створенням інформаційних моделей, які застосовуються на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, і це дає змогу сформувати адекватну аналітичну модель будь-якого будівельного об'єкта.

2.2. Історія виникнення, автори

Коли наприкінці 50-х років ЕОМ стали доступні цивільним інженерам, першими, хто оцінив перспективу їх застосування в практиці проєктування конструкцій, стали інженери-проєктувальники будівельних конструкцій.

В 1963 р. О.С. Городецьким була розроблена програма «МОДЕЛЬ» для розрахунку стрижневих систем у нелінійній постановці (фізична і геометрична нелінійність). Ця програма багато в чому мала ознаки сучасної програми і спиралася на такі основні методи:
метод скінченних елементів в переміщеннях, як найбільш зручний для алгоритмізації;
дискретизація безпосередньо пластинчастих систем на основі стрижневих апроксимацій;
покроковий метод для розв’язання нелінійних задач.

По суті, ці концепції є основою всіх сучасних програмних комплексів, з тією лише різницею, що дискретизація пластинчастих і масивних тіл проводиться на основі більш доцільніших ідей методу скінченних елементів. Інженерам і дослідникам вперше випала нагода моделювати процес навантаження конструкцій, а для залізобетонних конструкцій моделювати процеси розвитку тріщин, повзучості, зміну схеми конструкції аж до миттєво-змінної, тобто до руйнування.

В 1969 році О.С. Городецьким розроблена програма «МІРАЖ», яка зорієнтована на масове застосування (в подальшому такі програми отримали назву «Програмні Комплекси»). У програмі був реалізований МКЕ (Метод Скінченних Елементів) в його сучасному вигляді.

У наступних розробках, присвячених розвитку методів комп’ютерного, можна виділити чотири напрямки:
пошук альтернативних МСЕ чисельних методів;
удосконалення МСЕ;
удосконалення програмних комплексів, які реалізують МСЕ;
моделювання процесів зміни НДС в конструкціях і конструктивних системах на всіх стадіях життєвого циклу.

Удосконалення програмних комплексів базується на принципах інтеграції, універсалізації та інтелектуалізації САПР, які реалізують технологію BIM: САПФІР, ЕСПРІ, МОНОМАХ-САПР, ЛІРА-САПР. ПК ЛІРА-САПР нарощує моделювання процесів зведення, процесів навантаження на всіх стадіях експлуатації, тобто життєвого циклу конструкцій. Нині колективом керує академік Академії будівництва України, д.т.н., професор Марія Сергіївна Барабаш. Автори шанують пам’ять наукового керівника д.т.н., професора, академіка Академії будівництва України та РААСН Олександра Сергійовича Городецького (28.03.1935-04.01.2022).

2.3. Приклад задач, які вирішуються

2.3.1. Загальна схема функціонування ПК ЛІРА – САПР

ПК ЛІРА–САПР дозволяє досліджувати загальну стійкість моделі, яка вираховується, перевірити міцність перерізів елементів з різних теорій руйнування, надає можливість проводити розрахунки об’єктів з урахуванням фізичної, геометричної, фізико-геометричної і конструктивної нелінійності, моделювати процес зведення споруди з урахуванням монтажу-демонтажу елементів з відстеженням змін фізичних властивостей конструкцій.

Комплекс складається з кількох взаємопов’язаних інформаційних систем. Організація взаємозв’язків між цими системами забезпечує високу технологічність роботи з комплексом так, що комплекс наче сам веде користувача – від створення розрахункової моделі до конструювання елементів (рис.2.1).

Основною графічною системою є система ВІЗОР–САПР, єдине графічне середовище, яке має в своєму розпорядженні великий набір можливостей і функцій для формування адекватних кінцево-елементних і суперелементних об’єктів моделювання, що розраховуються.

ВІЗОР–САПР дає змогу зробити докладне візуальне обстеження створених моделей і їх коригування, описати фізико-механічні властивості матеріалів. У цьому ж середовищі задаються зв'язки, різноманітні навантаження, характеристики різних динамічних дій, а також призначаються взаємозв'язки між різними завантаженнями з метою визначення їх найнебезпечніших поєднань. (рис.2.1.)



Рис.2.1. Загальна схема функціонування ПК ЛІРА–САПР

В складі ПК ЛІРА–САПР є архітектурний модуль САПФІР, який реалізує ланцюжок *Архітектурна модель – Аналітична модель – Розрахункова схема*. На основі цього препроцесора користувач має можливість задавати вихідну інформацію, оперуючи архітектурно-конструктивними елементами. САПФІР також використовується для архітектурного проєктування багатоповерхових житлових і громадських будівель, споруд довільного призначення, малих архітектурних форм, котеджів і організації інтер'єрів, оскільки оперує зрозумілими сучасному користувачеві-архітекторові поняттями: стіна, плита, діафрагма, колона, сходи, пандус, вікно, двері та ін. Можлива і підготовка документації, за вимогами ГОСТ, СПДС, ДБН та ДСТУ на стадіях від проєктної пропозиції до робочої документації, але головне завдання програмного продукту – підготовка аналітичних моделей архітектурних об'єктів для подальшого розрахунку й аналізу конструкції за методом скінченних елементів в ПК Ліра-САПР і подальший аналіз результатів цих розрахунків.

Для архітекторів буде цікавий вбудований механізм візуальної параметризації конструкцій у САПФІР, порівняно з іншим ПО, концепція якого – просторова модель конструкції, складена з окремих об'єктів або примітивів, накреслених вручну інтерактивними засобами геометричних побудов. Можна згенерувати модель за допомогою процедур, керованих параметрами, а можна організувати процес формування моделі у вигляді ланцюжка процедур, в якому результати виконання одних етапів служать вхідними параметрами (вихідними даними) для інших. Для зручності формування і редагування таких ланцюжків, вони представлені на полотні у вигляді «нодів», з'єднаних зв'язками.

Після створення аналітичної моделі САПФІР передає всю модель з характеристиками і навантаженнями для розрахунку. Для розрахунку створеної моделі може бути обраний відповідний розрахунковий процесор. До складу ПК ЛІРА-САПР входить кілька розрахункових ПРОЦЕСОРІВ. Всі вони призначені для визначення напружено-деформованого стану пластинчасто-стрижневої моделі (ПСМ) конструкції на основі методу скінченних елементів (МСЕ) в переміщеннях. Розрахункові процесори реалізують сучасні вдосконалені методи вирішення систем рівнянь, які мають високу швидкість дії і дозволяють розв'язувати

системи з великим числом змінних невідомих параметрів.

ЛІНІЙНИЙ ПРОЦЕСОР призначений для виконання завдань, які описують роботу матеріалу конструкцій в лінійно-пружній постановці.

НЕЛІНІЙНИЙ процесор дає змогу реалізувати завдання, пов'язані з фізичною нелінійністю матеріалу в рамках нелінійної теорії пружності і в пружно-пластичній постановці (бетон, залізобетон, сталебетон, метал, ґрунт). Рішення таких завдань проводиться крокoвим і крокoво-ітераційним методом. НЕЛІНІЙНИЙ процесор допомагає вирішувати завдання, пов'язані з геометричною нелінійністю (ванти, великопрогонні покриття, мембрани), а також і з конструктивною нелінійністю (контактні задачі, односторонні зв'язки, тертя). До складу бібліотеки нелінійних кінцевих елементів входять також елементи, які дають змогу моделювати одночасний стан фізичної та геометричної нелінійності. При розрахунках нелінійних задач крокoвим методом проводиться автоматичний вибір кроку навантаження з урахуванням його стану в конструкції.

Розрахункові процесори містять велику БІБЛІОТЕКУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, яка допомагає створювати адекватні розрахункові моделі практично без обмежень та опис реальних властивостей об'єктів, які обчислюються. При цьому можливі завдання лінійних та нелінійних законів деформування матеріалів, облік геометричної нелінійності з перетворенням форми змінюваних систем, а також облік конструктивної нелінійності. Допускається наявність абсолютно жорстких вставок, як у стрижневих, так і в площинних кінцевих елементах. Реалізовано закони деформування різних класів залізобетону. Допоміжні розрахункові процесори дають змогу проводити подальші дослідження розрахункової моделі за результатами основного розрахунку.

Система «РСУ» (Розрахункове Співставлення Зусиль) допомагає зробити вибір найнебезпечніших поєднань зусиль за критерієм екстремальних напружень відповідно до нормативних вимог багатьох країн.

Система «РСН» (Розрахункове Співставлення Навантажень) допомагає визначити переміщення зусилля і напруги від стандартних і довільних лінійних комбінацій завантажень. Під стандартними лінійними комбінаціями маються на увазі комбінації (поєднання), які встановлені нормативними документами.

Система СТІЙКІСТЬ дає можливість провести перевірку загальної стійкості, розраховуються споруди з визначенням коефіцієнта запасу і форми втрати стійкості.

Система ЛІТЕРА реалізує обчислення головних і еквівалентних напружень за різними теоріями міцності.

Система ФРАГМЕНТ допомагає визначити зусилля впливу одного фрагмента споруди, який розраховується, на інший як навантаження. Зокрема, можуть бути визначені навантаження, котрі передаються наземною частиною розрахункової схеми на фундаменти.

Процесор МЕТЕОР дає можливість комбінувати результати обчислень за топологічною ідентичністю розрахункових схем, варіюючи граничні умови, характеристики жорсткості, параметри пружної основи, жорсткості вузлів тощо.

Можливості системи ВІЗОР-САПР, які надаються при відображенні результатів розрахунку, допомагають зробити детальний аналіз напружено-деформованого стану моделі за ізополями переміщень і напружень, епюрами зусиль і прогинів, мозаїками руйнувань елементів, головними і еквівалентними напруженнями, за формами втрати стійкості, за анімацією коливань конструкції і за багатьма іншими параметрами. ВІЗОР-САПР дає вичерпну інформацію по всьому об'єкту і його елементах і дає можливість візуалізації схеми і її напружено-деформованого стану в графіку OpenGL.

Системи КС-САПР і КТС-САПР (Конструктори стандартних і тонкостінних перерізів) представляють спеціалізовані графічні середовища для формування перетинів довільної конфігурації. Ці системи забезпечені процесорами для обчислення осьових, згинальних, крутильних і зсувних характеристик. Обчислюються також секторальні характеристики перетинів, координати центрів вигину і крутіння, моменти опору і визначається форма ядра перетину. За наявності зусиль в заданому перерізі проводиться відображення картини розподілу поточних, головних і еквівалентних напружень, які відповідають різним теоріям міцності, відображаються епюри секторальних характеристик.

Після проведення основних і допоміжних розрахунків ПК ЛІРА-САПР дає можливість провести конструювання сталевих і залізобетонних елементів об'єкта, який вираховується. Конструкторська система АРМ-САПР реалізує вибір площ перерізу арматури колон, балок, плит і оболонок за першим та другим граничними станами відповідно до нормативів України, країн СНД, ЄС та США. Всі програмні продукти лінійки мають відповідні сертифікати.

При розрахунку армування існує можливість задавання довільних характеристик бетону та арматури, що має велике значення при розрахунках, пов'язаних з реконструкцією споруд. Система дає можливість об'єднувати кілька однотипних елементів в конструктивний елемент, що допомагає формувати ув'язку арматури по довжині всього конструктивного елемента. Система може функціонувати в локальному режимі (ЛАРМ-САПР), здійснюючи як підбір арматури, так і перевірку заданого армування для одного елемента. За результатами розрахунку формуються креслення балок і колон, так само проводиться створення dxf-файлів креслень.

Конструкторська система СТК-САПР працює в двох режимах – підбору перерізів елементів сталевих конструкцій, таких як ферми, колони і балки, і перевірки заданих перетинів відповідно до нормативів України, країн СНД, ЄС та США. Допускається об'єднання кількох однотипних елементів в конструктивний елемент. Система може функціонувати в локальному режимі, допомагаючи перевірити кілька варіантів при конструюванні необхідного елемента.

Система РС-САПР, яка інформаційними важелями пов'язана з системою СТК-САПР, дає змогу редагувати сортаментні бази прокатних і зварювальних профілів та створювати власні набори перетинів.

Формування звітів за результатами роботи з комплексом проводиться за допомогою системи ДОКУМЕНТАТОР. Ця система допомагає представити всю отриману інформацію як в табличному, так і в графічному вигляді. Табличний і графічний розділи з необхідною для звіту інформацією можуть бути розміщені спільно на спеціально організованих для цієї мети листках і забезпечені коментарями та написами. Крім того, таблична інформація може бути передана в Microsoft Excel, а графічна у Microsoft Word. Реалізоване подання таблиць у форматі HTML, а також у спеціальному форматі, який дає змогу вести подальшу роботу з таблицями в програмі «Дизайнер таблиць».

На базі ПК ЛІРА-САПР розроблені розрахунково-графічні системи:

МОНТАЖ–плюс – реалізує моделювання роботи споруди в процесі зведення при багаторазовій зміні розрахункової схеми. Ця система допомагає також проводити комп'ютерне моделювання зведення висотних будівель з монолітного залізобетону з урахуванням змін жорсткості і міцності бетону, викликаних тимчасовим заморожуванням укладеної суміші і іншими факторами.

МІСТ – допомагає зробити побудову поверхонь і ліній впливу в мостових спорудах від рухомого навантаження.

ДИНАМІКА–плюс – реалізує метод прямого інтегрування рівнянь руху за часом, що дає змогу розробляти комп'ютерне моделювання вимушених коливань фізично і геометрично нелінійних систем.

КМ–САПР – дає змогу за даними розрахунку сталевих конструкцій (елементів і вузлів) отримати повний комплект креслень КМ в середовищі AutoCAD: монтажні схеми з маркуванням елементів і вузлів, відомості елементів, креслення вузлів з тривимірною візуалізацією, а також їх специфікації.

САПФІР–ЗБК – допомагає за результатами підібраної арматури в плитах перекриття і діафрагмах в автоматизованому режимі отримувати робочі креслення армування плит і діафрагм (розкладка арматури, специфікації, відомості деталей та ін.).

ҐРУНТ – реалізує побудову тривимірної моделі ґрунтового масиву за даними інженерно-геологічних вишукувань (положення і характеристики свердловин), а також визначення коефіцієнтів жорсткості ґрунтової основи в кожній точці проєктованої фундаментної плити.

ПК ЛІРА–САПР підтримує інформаційний зв'язок з такими системами як Allplan, Advance Steel, ArchiCAD, AutoCAD, BOCAD, REVIT, а також STARK ES (технологія

розрахунку за двома незалежними програмами), ПК МОНОМАХ–САПР та ФОК–ПК на основі DXF и IFE файлів.

ПК ЛІРА–САПР допомагає вести спілкування з усіма системами комплексу українською та англійською мовами. Заміна мови може здійснюватися на будь-якій стадії роботи з комплексом. ПК ЛІРА-САПР дає можливість використовувати різні діючі системи одиниць вимірювання як при створенні моделі, так і при аналізі результатів розрахунку.

2.3.2. Загальна схема функціонування САПФІР

Програма САПФІР, як вже зазначалося, входить в загальний комплекс і значно розширює архітектурно-конструктивну частину роботи з проєктом. BIM-технології в реалізації ЛІРА-САПР отримали більш широке уявлення про архітектуру і конструювання, що і реалізовано в САПФІР. Тобто, почавши нову гілку розвитку вітчизняних BIM, по суті змінивши сам підхід до проєктування будівель, архітектори отримують гнучкий і універсальний інструмент для виконання проєктів будь-якої складності. Оперування звичними поняттями і термінами, такими як: поверх, перекриття, стіна, колона, балка, отвір, сходи, розріз, фасад і т.ін., дає змогу негайно включитися в роботу без освоєння додаткових формалізованих понять і визначень.

Архітектурна частина проєкту тісно пов’язана з конструктивною і відповідає за забезпечення об’ємно-планувальних рішень, відповідність об’єкта своїм призначенням, тобто за функціональність об’єкта. Конструктивна частина відповідає за забезпечення надійності і довговічності об’єкта будівництва. Найважливішим питанням САПР у будівництві стає перетворення складної архітектурної моделі, насиченої всілякими архітектурними деталями і елементами, які мають часто декоративний характер, у формалізовану розрахункову схему. Це виконує підсистема САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ, яка дозволяє максимально наблизити архітектурну модель, створену в будь-якому програмному комплексі, до розрахункової схеми повністю готової для розрахунку в програмному комплексі ЛІРА-САПР, в якому після невеликого доопрацювання виконується розрахунок і проєктування конструкцій.

Підтримується експорт моделей проєктованих об’єктів у форматах IFC, XML, DXF, POV, 3DS. Можна імпортувати архітектурні проєкти з файлів IFC, а також DWG та DXF файли. Використовуючи креслення які підкладинки, можна «підняти» їх в 3D. Для насичення проєкту елементами антуражу здійснюється імпорт моделей з файлів STL, 3DS, OBJ, MESH, MSH. У програмі є функція порівняння версій проєкту.

Наведемо деякі можливості, за якими САПФІР не поступається, а навіть перевершує широко відомі і поширені зарубіжні програмні комплекси. САПФІР побудований на базі потужного тривимірного параметричного ядра і поєднує основні функції:

- передбачений механізм шарів моделювання, які об’єднуються в характерні набори для різних видів. Зокрема, для видів документування. Це дає змогу на кожному виді показувати фіксовані певні набори конструктивних елементів;
- побудова планів, фасадів і розрізів відбувається на основі єдиної параметричної тривимірної моделі будівлі. Завдяки цьому забезпечується автоматичне узгодження видів, що виключає механічні помилки. Досить відредагувати об’єкт на одному з видів і його зображення на інших видах автоматично коригуються;
- в розпорядженні проєктувальника є безліч способів просторової прив’язки для прецизійних побудов, зручно керованих за допомогою інструментальних панелей, «гарячих» клавіш і команд контекстного меню. Елементи можуть точно позиціонуватися на характерні точки моделі, прив’язуватися до сітки координаційних осей, відстежувати дотичні, перпендикуляри, паралелі і допоміжні лінії із заданими кутами, враховувати поділ відрізка на рівні частини і в заданому відношенні; є контекстна підказка з чинних нормативів;
- різноманіття проєктованих форм забезпечується побудовами на базі дуг, кіл, еліпсів, кубічних сплайнів, кривих Безьє. В арсеналі проєктувальника також гіперболічні параболоїди, поверхні обертання і їх фрагменти, конуси, сфери і призми;
- При побудові стін відбувається автоматичне підрізування для досягнення точного стикування. Це сприяє отриманню коректної аналітичної моделі для подальшого

розрахунку на міцність і стійкість у програмному комплексі ЛІРА-САПР;

- як огороджувальні конструкції можуть бути використані багатошарові матеріали. На планах шари автоматично позначаються відповідним штрихуванням з урахуванням пріоритетів матеріалів. Автоматично визначається несучий шар, вісь якого використовується для формування аналітичного представлення моделі;
- розвинені засоби експорту-імпорту моделей дають змогу використовувати формати IFC, DWG, DXF і деякі інші, завдяки чому за допомогою САПФІР можна ефективно і якісно опрацьовувати моделі, виконані в інших програмах, і формування аналітичне уявлення для розрахунку будівельних конструкцій на міцність і стійкість;
- у програмний комплекс входить підсистема САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ, яка допомагає створити підоснову розрахункової схеми будівлі.

Програма САПФІР побудована за принципами відкритої архітектури. Досвідчені користувачі можуть самостійно дописувати модулі, які розширюють функціональність програми і адаптувати її до певних умов проєктування, продиктованих корпоративними стандартами організації або специфікою об'єкта, який проєктується. Для цього в програмі передбачені OLE-інтерфейси, котрі забезпечують доступ до параметричного ядра і додатково, динамічно приєднується бібліотека САПФІР API. САПФІР не просто є потужним засобом виконання спільних композиційних і графічних завдань, але ще і зміцнює зв'язок між творчим характером концептуального проєктування і детальною розробкою проєкту. За допомогою САПФІР проєктувальники можуть домогтися загального розуміння взаємозв'язку між композиційною формою і формою будівлі протягом усього робочого процесу. Працюючи в середовищі САПФІР, проєктувальник опрацьовує концептуальні моделі, створені архітектором, ставить їм у відповідність реальні компоненти будівлі, потім формує розрахункову схему. Паралельно існує архітектурне і конструктивне (у вигляді аналітичної моделі) представлення елементів будівлі.

Форми будівлі можна створювати, використовуючи базові 3D-формотворчі елементи. Середовище САПФІР дає набір необхідних інструментів для вільного формоутворення. Крім того, існуючі концептуальні напрацювання, виконані в популярних серед проєктувальників програмах 3D-моделювання, можна успішно використовувати, імпортуючи їх як тіла і поверхні, що імітують архітектурні оболонки в САПФІР. Архітектори можуть швидко виконувати розрахунки на основі концепцій і ефектно візуалізувати свої проєктні рішення. Навіть на ранній стадії проєктувальник може перевірити деякі деталі проєкту, поділяючи модель на поверхи і обчислюючи загальну площу і об'єм усієї будівлі.

Проєктувальник може в будь-який момент перетворити окремі грані формотворчих елементів в такі компоненти моделі, як стіни, дахи, перекриття, огорожі тощо. Хоча ці компоненти моделі в загальному випадку не повторюють розташування граней, САПФІР-Архітектура встановлює зв'язок між геометрією концептуальної моделі і будівельними компонентами, які з неї формуються. Отже, зміни концептуальної моделі можуть переходити в детальну проєктну модель і навіть у робочу документацію.

Тепер архітектор-проєктувальник може плавно переходити від композиції до моделі будівлі, приділяючи увагу і ідеї, і деталям ще на етапі вироблення концепції. САПФІР – це платформа параметричного моделювання з контекстним механізмом змін, яка підтримує залежності між елементами. САПФІР забезпечує оптимізацію процесу проєктування, дозволяючи архітектору вибрати найефективніше проєктне рішення, всі можливі варіанти якого зберігаються в одній моделі. Користувач може увімкнути або вимкнути візуалізацію, підготовку специфікацій і розрахунків для різних варіантів проєкту. Система підтримує взаємозв'язки всередині кожного варіанта проєкту і виконує автоматично узгоджені зміни елементів моделі.

Архітектор і інженер-конструктор моделюють будівлю і її елементи по-різному, оскільки їх кінцева мета вимагає різних методів моделювання. Вони намагаються побачити модель як первісний начерк (ескізна модель), проєктну пропозицію або остаточну модель у деталях. Однак вони створюють свою модель незалежно від загальних рекомендацій. Архітектор моделює колону візуально, як малюнок. Інженер-конструктор моделює ту ж колону з необхідними характеристиками для розрахунку (точні параметри перетину, модуль

пружності матеріалу), а потім і для зведення (розміщення поздовжньої і поперечної арматури, закладних деталей, облік товщини захисного шару бетону тощо). Архітектор зображує плиту перекриття, яка відокремлює поверхи в будівлі, а конструктор створює розрахункову схему плити, задаючи її товщину, характеристики матеріалу, умови закріплення, положення ребер, прихованих балок тощо, а потім, на основі результатів розрахунку міцності – формує креслення розкладки арматури й опалубки.

Архітектурна модель завжди повинна узгоджуватися з інженерами-проєктувальниками інших спеціальностей. Для зручності узгодження моделей вводиться поняття так званого інтелектуального фільтра BIM-моделі, яким служить інформаційна модель (рис. 2.2).

Інструментом створення BIM-моделі є програма САПФІР, яка дає можливість побудувати архітектурну модель або імпортувати її з іншої архітектурної програми, яка підтримує IFC-формат. САПФІР дає змогу доопрацювати модель, усунути помилки і неточності, скорегувати перетини і стикування конструктивних елементів.

Ефективність таких правок забезпечується завдяки концепції дуального представлення моделі: поряд з архітектурною підтримується аналітична модель конструкції. Аналітична модель є основою для побудови розрахункової схеми, котра використовується розрахунковим комплексом ЛІРА-САПР для розрахунку на міцність і аналіз напружено-деформованого стану.

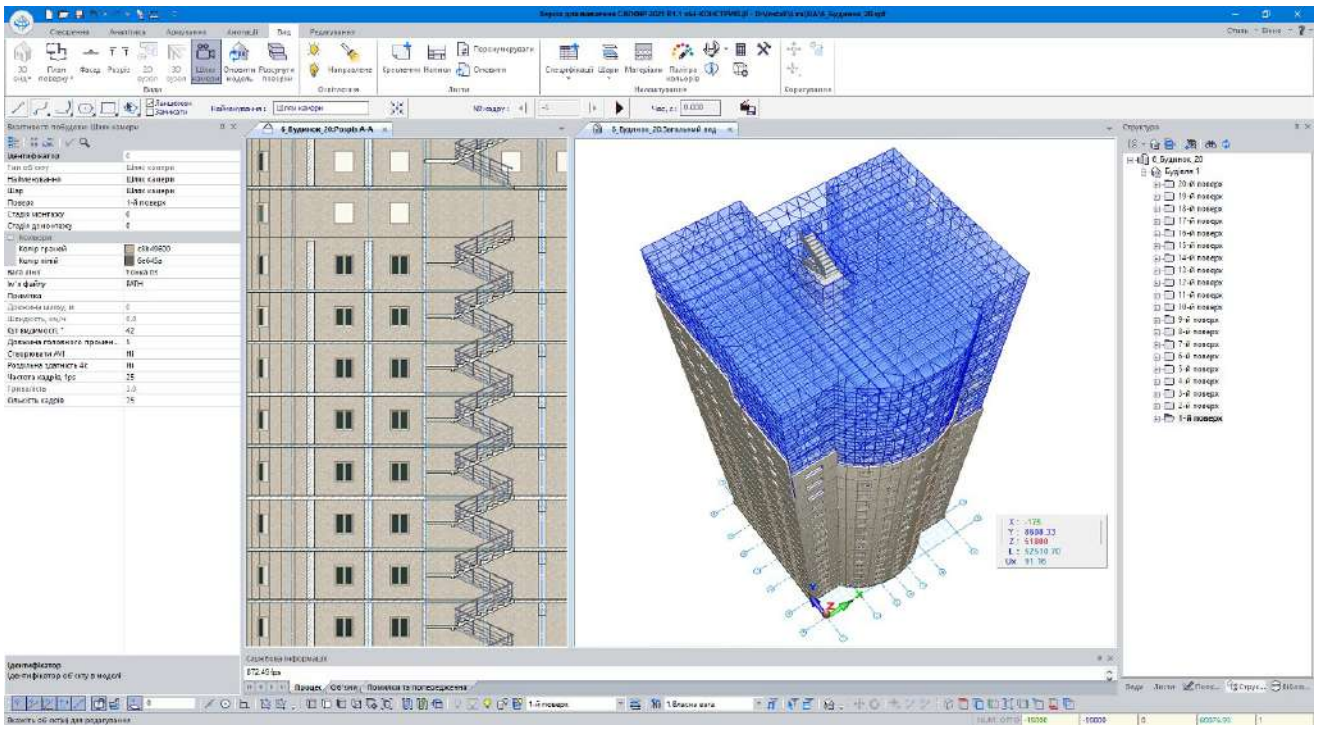


Рис.2.2. Поєднання архітектурної та аналітичної моделі

Аналітична модель містить несучі елементи конструкції. Колони і балки представлені одновимірними стрижнями. Плити перекриття і стіни представлені двовимірними пластинами. При використанні багатошарових огороджувальних конструкцій пластини формуються з урахуванням положення несучого шару.

На стадії розробки проєкту архітектор повинен пам’ятати про те, що модель потім надійде до інженера-проєктувальника (рис. 2.3). При виконанні архітектурно-конструкторських робіт потрібно постійно узгоджувати інформацію і коригувати модель при узгодженні інформації. На кожному етапі формування моделі необхідно забезпечити відповідний рівень деталізації.

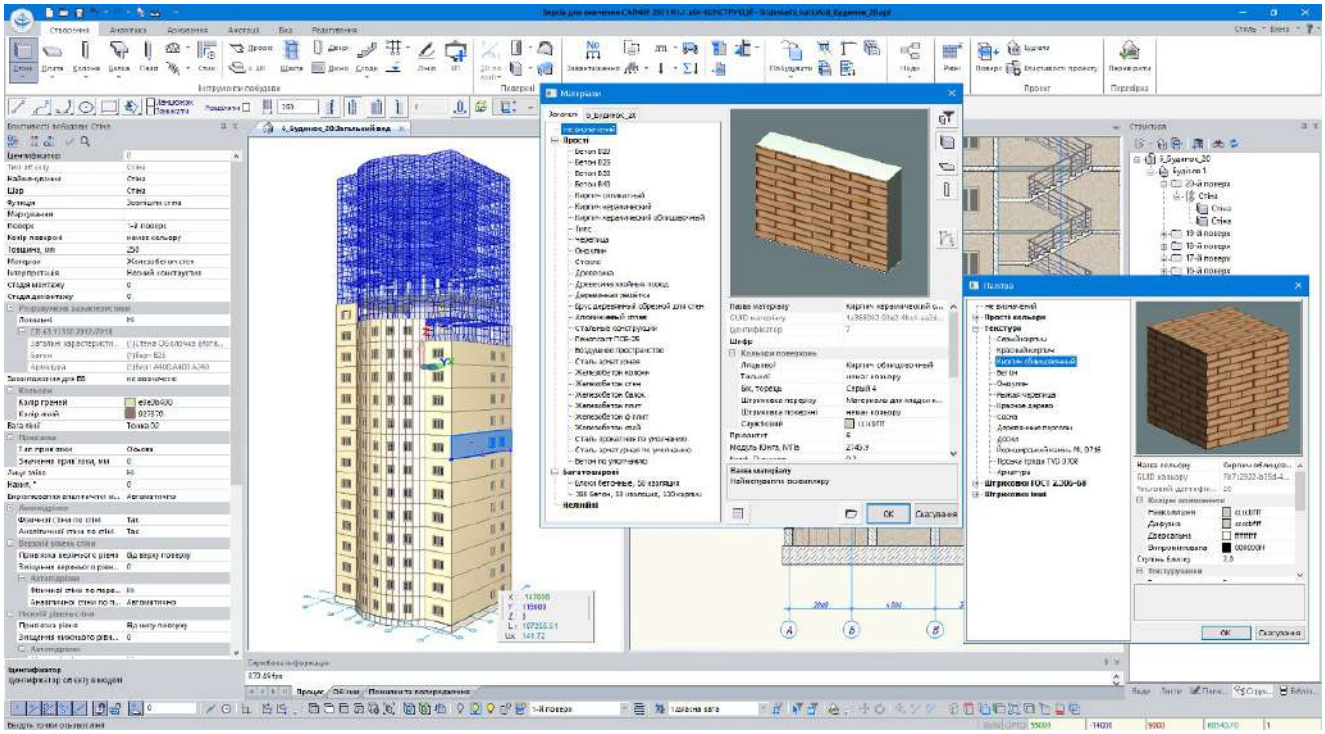


Рис.2.3. Налаштування властивостей параметричних матеріалів

Завдяки гнучкості в САПФІР, форми будівлі створюють, використовуючи базові 3D-формотворчі елементи. Крім того, існуючі концептуальні начерки, виконані в популярних серед проєктувальників програмах 3D-моделювання, успішно використовують, імпортуючи їх.

При використанні технології BIM більшість інформації, необхідної для виконання розрахунків, обліку нормативних вимог і підготовки до сертифікації, запозичуються із самої моделі, забезпечуючи тим самим економію часу і коштів, зменшення кількості втрат переданої інформації. Архітектори отримують доступ до надійної, узгодженої інформації про проєктований будинок.

При побудові моделі в САПФІР застосовуються матеріали з реальними фізико-механічними властивостями (для розрахунку на міцність), з реальними текстурами (для візуалізації) (рис.2.3), і вони можуть використовуватися при розрахунках фізичних обсягів робіт та при переході до складання кошторисів.

Тривимірна модель будівлі, або іншого будівельного об’єкта, пов’язана з інформаційною базою даних, у якій кожному елементу моделі можна присвоювати додаткові атрибути. Особливість такого підходу полягає в тому, що будівельний об’єкт проєктується фактично як єдине ціле. Одним із найважливіших моментів у функціонуванні BIM-технологій є тісний інформаційний взаємозв’язок між архітектурною та аналітичною моделями.

Архітектурна модель містить всі основні елементи, котрі визначають експлуатаційні якості і технологію функціонування об’єкта: призначення і взаємне розташування приміщень, стіни, колони, балки, вікна, двері, сходи та ін. (рис. 2.4).

Аналітична модель включає тільки конструктивні елементи: несучі стіни, колони, пілони, балки, плити перекриття, фундаментні плити тощо, елементи, які відповідають за міцність і стійкість споруди (рис. 2.5).

Так інформаційний взаємозв’язок не тільки визначає адекватну побудову аналітичної моделі, але і в процесі проєктування допомагає досягнути компромісу між архітектором і конструктором. Можливість інтеграції розрахунку та результатів перевірки підвищує рівень універсальності програмного додатка для повного циклу BIM-проєктування.

Якщо конструктору знадобиться введення додаткової колони або балки, то архітектор завжди на 3D-моделі може перевірити можливість таких змін з позиції експлуатаційних якостей об’єкта, а інженер – працювати з аналітичною моделлю.

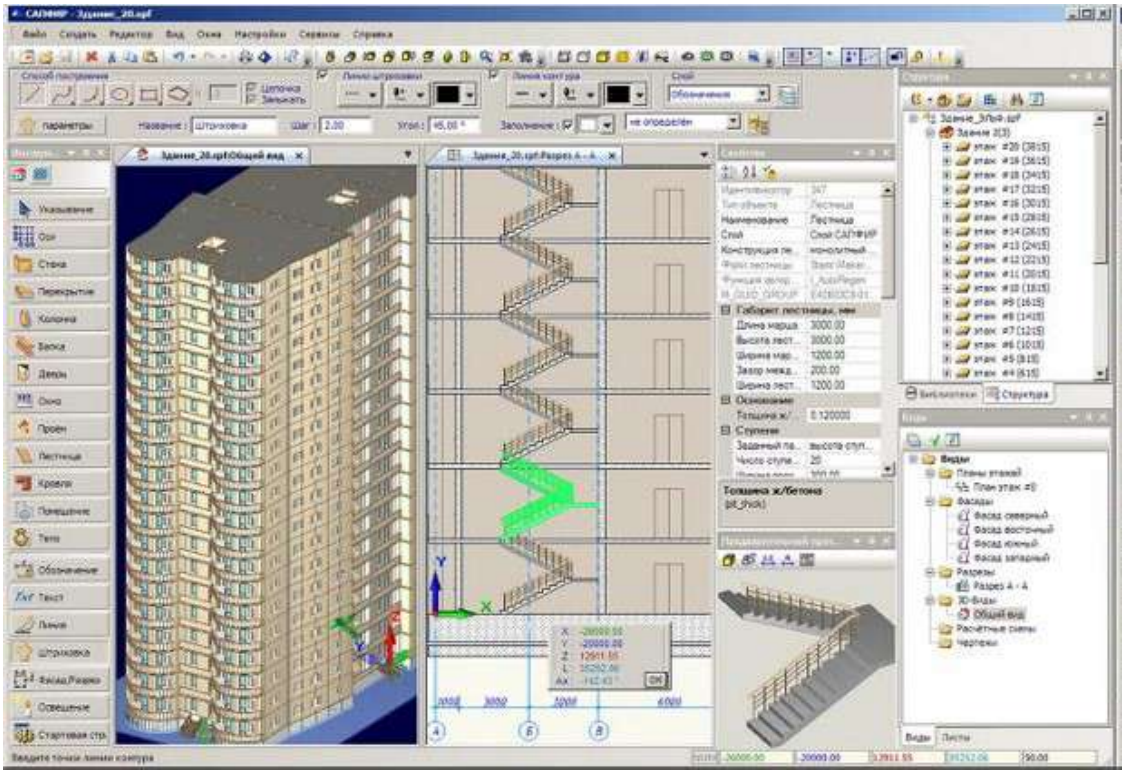


Рис. 2.4. Архітектурна модель

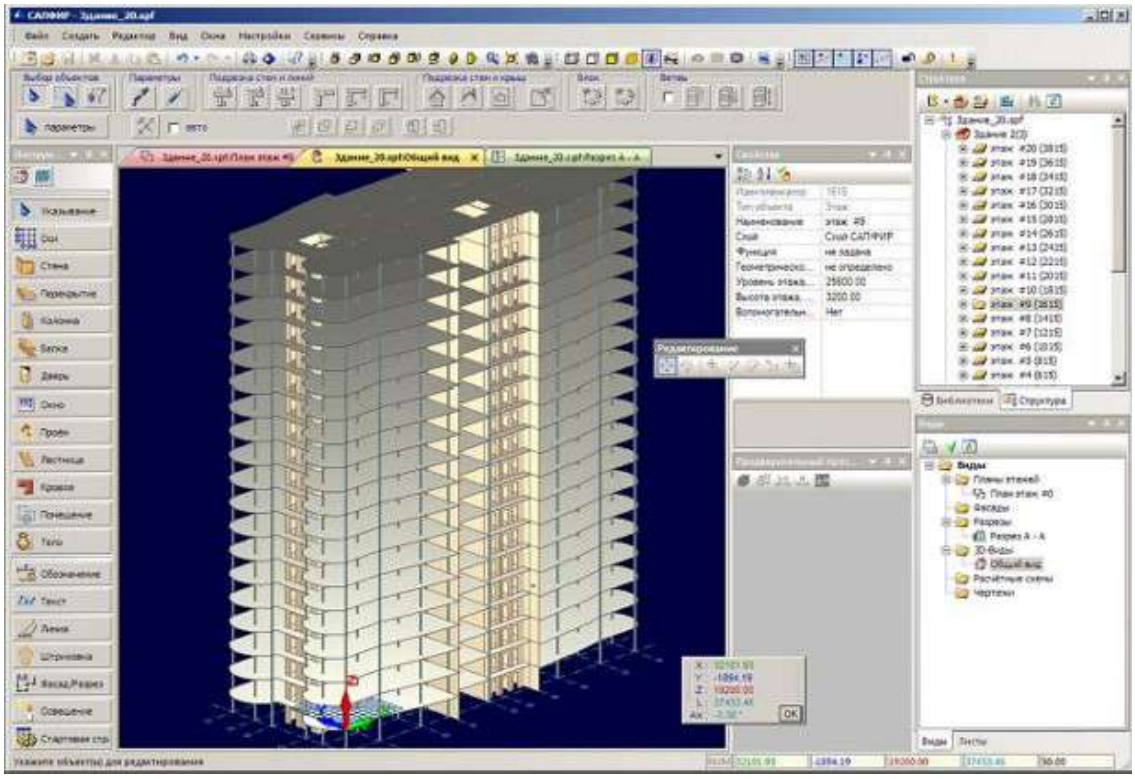


Рис. 2.5. Аналітична модель

Аналітична модель вирішує два важливі завдання:

по-перше, забезпечується адекватний зв'язок архітектурної та розрахункової моделі з розвиненою візуальною і змістовною діагностикою;

по-друге, аналітична модель передається в розрахунковий комплекс і доповнюється засобами розрахункового програмного комплексу.

Далі подана узагальнена схема перетворення архітектурної моделі на розрахункову схему і перелік найпоширеніших додатків для взаємодії з розрахунковим програмним забезпеченням (рис. 2.6).



Рис.2.6. Перетворення архітектурної моделі на розрахункову

Розглянемо основний перелік інформації, необхідної для розрахунку на міцність і стійкість, який можна зробити з архітектурної моделі:

розташування і перетин несучих елементів – просторовий каркас будівлі, який складається з колон, пілонів, балок, несучих стін, плит перекриття, фундаментних плит;

топологія несучих елементів – відстані між стінами, колонами, балками;

місцезнаходження та розміри віконних, дверних прорізів і технологічних прорізів в перекриттях. Інформація про отвори в несучих стінах і перекриттях необхідна для визначення їх жорсткості і міцності, а про отвори в несучих огороджувальних стінах і перегородках необхідна для визначення навантажень від власної ваги;

характеристика (призначення) приміщень для визначення величин корисних навантажень на відповідні ділянки перекриття;

конструкції огороджувальних зовнішніх стін, перегородок, підлог, сходових прогонів, що необхідно для визначення навантажень від власної ваги цих елементів.

Аналітична модель являє собою візуально спрощену і геометрично ідеалізовану модель конструкції, у якій колони і балки замінені стрижнями, а стіни і плити – пластинами. В аналітичній моделі присутні тільки несучі елементи будівлі. Інші елементи або замінюються навантаженнями, або ігноруються.

Підготовка аналітичної моделі містить процедури пошуку вузлів перетину просторових елементів і побудови зв'язків між ними. Процедура «дотягування» пов'язана з тим, що в архітектурній моделі всі елементи тривимірні (рис. 2.7а), а в аналітичній моделі, як правило, плити і стіни двовимірні (не мають товщини), а балки і колони одновимірні (рис. 2.7б)

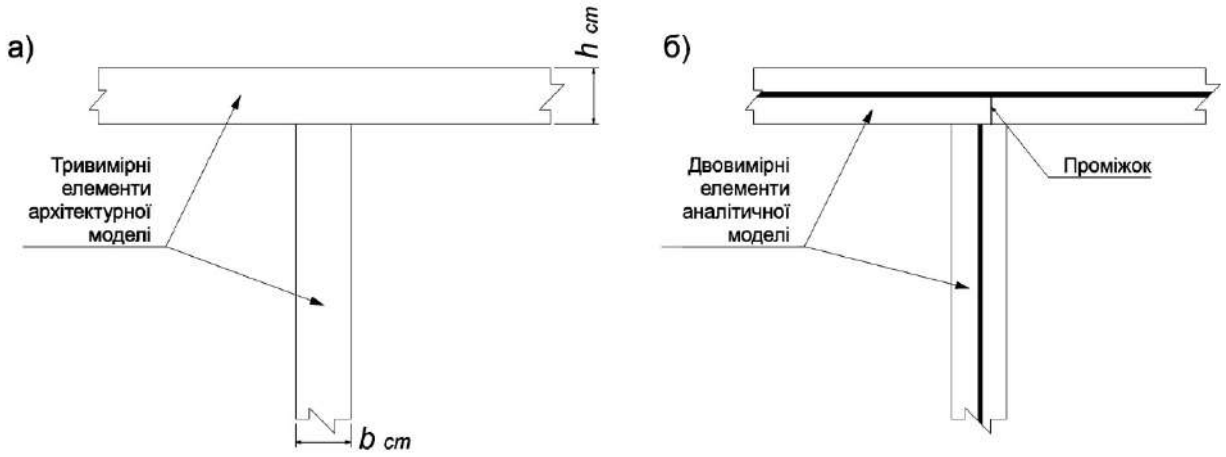


Рис.2.7. Аналітична модель на стику плити та колони

Процедура «дотягування» в автоматичному режимі усуває зазори, зумовлюючи лінію перетину конструктивних елементів. Процедура «пошук перетинів» знаходить лінії перетинів (стін із перекриттями) і точки (колони з перекриттями), що в подальшому буде необхідно при генерації кінцево-елементної сітки. Підготовка аналітичної моделі включає також визначення навантажень (величини і контури майданчиків) від власної ваги конструкцій підлог, перегородок, огорожі і корисних навантажень.

Створена аналітична модель слугує тільки основою для побудови розрахункової схеми. В аналітичній моделі немає різних, чисто розрахункових елементів, що моделюють ті чи інші конструктивні вузли (жорсткі вузли, шарнірні вузли, платформні стики тощо), немає кінцево-елементної сітки, необхідної інформація для підготовки розрахунку на сейсмічні і вітрові впливи, немає інформації для формування умов опору та інше. Однак аналітична модель

виконує два дуже важливі завдання (рис. 2.8 та рис. 2.9):
по-перше, забезпечується адекватний зв'язок архітектурної та розрахункової моделі з розвиненою візуальною і змістовною діагностикою;
по-друге, інформація, підготовлена в аналітичній моделі, становить приблизно 60-70 % необхідної повної інформації для розрахункової схеми.

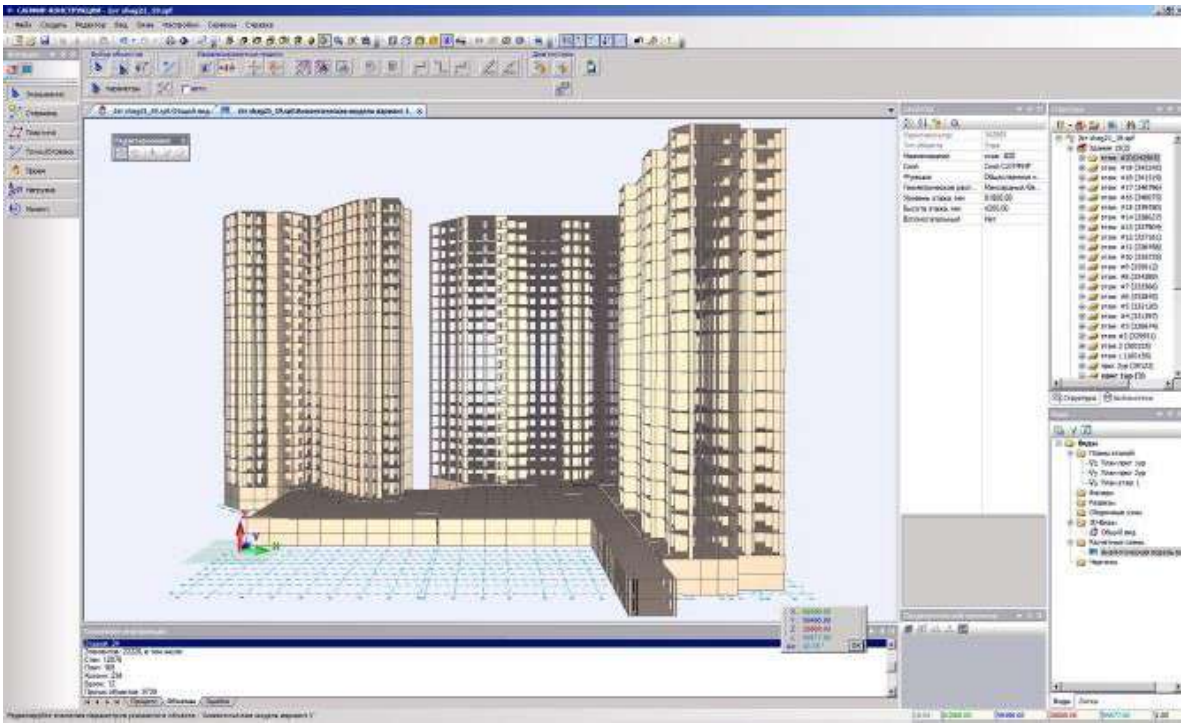


Рис.2.8. Аналітична модель (АР)

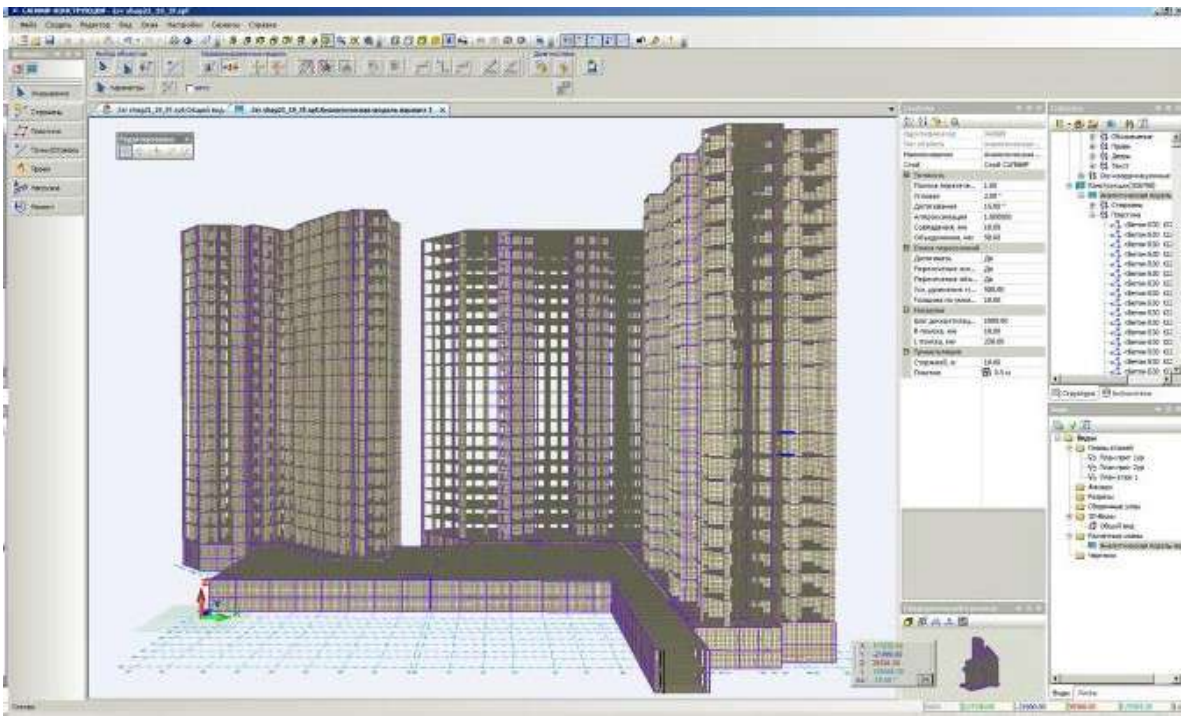


Рис.2.9. Аналітична модель (ПСМ)

За основними архітектурними напрямками роботи, САПФІР надає інструменти для здійснення розрахунків площ, об'ємів і мас елементів, отримання специфікацій і відомостей елементів і матеріалів.

Об'єкти будівництва та архітектури, які проєктуються за допомогою САПФІР, передбачають організацію проєктованого об'єкта з поверхів. Передбачається проєктування,

головним чином, багатоповерхових висотних будівель, але при цьому особлива гнучкість і при проєктуванні малоповерхової забудови: індивідуальні житлові будинки, котеджі, промислові будівлі, склади, цехи тощо. Найбільший ефект від використання програми досягається при проєктуванні багатоповерхових будинків: багатоквартирних житлових будинків, офісних центрів, будівель громадського призначення тощо.

Програма пропонує інструменти тривимірного моделювання і креслення, які допомагають розробити об'ємно-планувальні рішення, отримати плани поверхів, фасади, розрізи. Для проєктування багатоповерхових будівель надані інструменти тиражування поверхів, копіювання елементів конструкцій з поверху на поверх, виділення і редагування гілок, які об'єднують групи конструктивних елементів по вертикалі.

Для підвищення ефективності роботи над моделлю передбачені можливості об'єднання елементів в блоки і механізм шарів моделювання. Для забезпечення можливості повторного використання конструктивних, дизайнерських та об'ємно-планувальних рішень надані шаблони управління бібліотеками перетинів, текстур і просторових моделей об'ктів, а також фрагментів креслень. САПФІР оперує інтелектуальними параметричними об'єктами, котрі взаємодіють один з одним. Забезпечується автоматична регенерація видів документування, які містяться на кресленнях, а також неграфічна документація (відомості і специфікації), при редагуванні інформаційної моделі.

Залежно від розв'язуваної задачі і наявних вихідних даних можна виділити типові завдання. Виконуючи кожне з них, потрібно здійснити деяку кількість проєктних операцій у певній послідовності, тобто дотримати деяку технологію. Типові завдання:

1. Проєктування нових об'єктів будівництва та архітектури;
2. Інформаційне моделювання будівель і споруд в:

а) електронній формі у вигляді тривимірної геометричної моделі;

б) електронній формі у вигляді плоскої моделі у векторному вигляді;

в) електронній формі в растровому форматі;

г) у формі твердих копій (паперові креслення, ескізи, інше).

3. Адаптація інформаційних моделей, зокрема, створених за допомогою інших програм, до використання для статичного аналізу.

Розглянувши докладніше останній пункт – адаптація інформаційних моделей, отримуємо такі шляхи використання просторової архітектурної моделі у вигляді аналітичних даних (аналітична модель). Аналітична модель проєктованого об'єкта на будь-якому етапі проєктування може бути експортована у файл з розширенням LiraKM.

В ході імпорту в ПК ЛІРА-САПР модель піддається автоматичній тріангуляції. Цей варіант взаємодії з розрахунковими комплексами також може здійснюватися за допомогою експорту в форматі IFC (Industrial Foundation Classes). У файл IFC записується інформація про несучі елементи конструкцій: колон, балок, плит перекриття, стін. Цей формат дає змогу передати модель як в ПК ЛІРА-САПР, так і в інші програми для розрахунків на міцність (рис. 2.10).

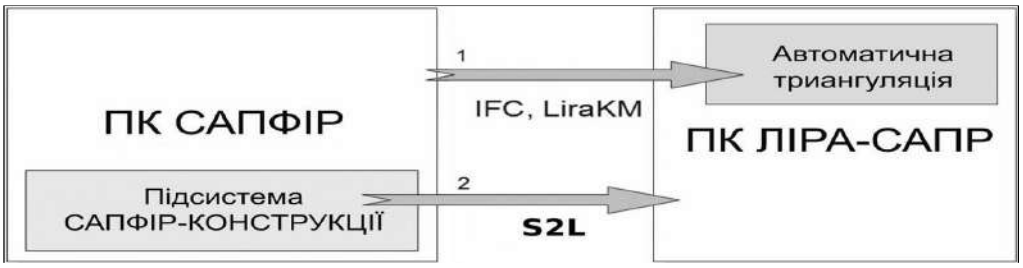


Рис.2.10. Варіанти передачі даних у розрахунковий комплекс

Якщо не використовувати файл IFC, а по завершенні формування архітектурної частини проєкту – перейти до етапу конструювання, у підсистемі САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ можна використовувати доступні інструменти для редагування аналітичної моделі з метою її доопрацювання і вдосконалення, надання їй стану найадекватнішого ідеалізованій конструкції проєктованого об'єкта будівництва (рис.2.8 та рис.2.9).

Пластини і стрижні аналітичної моделі можуть бути розбиті на кінцеві елементи відповідно до заданих параметрів тріангуляції. Можна виконати перевірку моделі на коректність за цілою низкою параметрів. На останньому етапі обробки аналітичної моделі відбувається формування розрахункової схеми у вигляді файлу, який містить інформацію для ПК ЛІРА-САПР про кінцеві елементи, навантаження і граничні умови.

Кожен із варіантів має свої переваги, тому обидва можуть застосовуватися в реальному проєктуванні на різних етапах. Завдяки тому, що аналітична модель завжди наявна і автоматично коригується паралельно з архітектурною моделлю, можна перейти до розрахунків на міцність на будь-якому етапі проєктування, включно з ескізною концепцією. Цей варіант може виявитися цілком достатнім для простих конструкцій або для перевірочного розрахунку.

Другий варіант передбачає кілька додаткових етапів ручної доробки аналітичної моделі. На кожному з цих етапів проєктувальнику доступно для редагування безліч параметрів, які значно впливають на результати. У коротких формулюваннях можна висловити такі основні переваги застосування підсистеми САПФІР-КОНСТРУКЦІЇ.

1. Вибір алгоритмів тріангуляції і індивідуальне налагоджування параметрів (це означає, що надається бібліотека алгоритмів розділу пластин на кінцеві елементи, причому для кожного алгоритму можуть бути задані свої специфічні параметри, котрі визначають специфіку його роботи і властивості результату. Алгоритми і параметри можуть бути обрані і налаштовані для кожної пластини індивідуально).

2. Здійснення дотягування контурів і перетину елементів з можливістю ручного управління і коригування (САПФІР забезпечує пошук пластин і стрижнів, які перетинаються або дуже близько розташовані в просторі, і допомагає з керованою точністю знаходити перетини таких елементів і коригувати місця їх зіткнення. Крім того, можливо ручне редагування аналітичної моделі, її вирівнювання і коригування, стикування і узгодження фрагментів із використанням інтерактивних графічних інструментів).

3. Багатокритеріальний контроль якості моделі з ітеративним звітом про помилки і некоректно задані елементи (бібліотека алгоритмів верифікації допомагає виявляти некоректність і потенційно проблемні місця в аналітичній моделі об’єкта. Помилки перераховуються в інтерактивному списку, що дає змогу оперативно знаходити проблемні місця на зображенні моделі в графічному вигляді).

4. Інтерактивне графічне завдання і редагування навантажень, формування завантажень (Проєктувальник отримує можливість наочного моделювання навантажень у просторі проєктованого об’єкта з використанням графічного інструментарію).

5. Варіативність розрахункових схем об’єкта (На основі однієї архітектурної моделі, можна сформувати кілька варіантів аналітичної моделі. У кожному з варіантів максимальну увагу може бути приділено деякому конструктивному нюансу. В результаті, його дослідження може бути проведено найоптимальнішим способом).

Отже, якщо перший варіант може виявитися цілком придатним тільки для найпростіших конструкцій, моделі яких підготовлені досить акуратно, то другий допомагає сформувати адекватну аналітичну модель для складніших об’єктів і для тих об’єктів, архітектурні моделі яких підготовлені зі значними погрішностями, як в геометричному поданні, так і в аналітичному задаванні осі елемента як центра ваги перерізу елемента.

2.3.3. Основні інструменти САПФІР

Стіни є криволінійні і похилі. Побудова стін, як і інших об’єктів, може відбуватися на плані і в 3D на будь-яких проєкціях, включно з перспективними зображеннями. Як матеріал стіни можуть використовуватися багатошарові конструкції. При цьому на планах виводяться відповідні штрихування, які наносяться автоматично з урахуванням масштабу. Стіни, за потребою, прив’язуються до висоти поверху і автоматично змінюють висоту зі зміною висоти поверху. Виконується автоматичне підрізування і «дотягування» стін, при цьому враховуються матеріали багатошарових конструкцій.

Перекриття можуть прив’язуватися до заданого рівня зміщенням до низу або до верху поверху. Як і для інших об’єктів, контур може бути викреслено «на льоту». Можна

використовувати раніше створену або імпортовану лінію або її фрагмент, або фрагмент контуру іншого об’єкта.

Колони і *балки* отримують профіль перетину з бібліотеки параметричних профілів, номенклатура яких і набір геометричних параметрів відповідають залізобетонним профілям в ПК ЛІРА-САПР. При розміщенні колон вони можуть автоматично запозичувати напрям радіальних координаційних осей.

Вікна та *двері* можуть бути виконані як у пласких, так і в криволінійних стінах, в схилах дахів, наприклад, отвори в перекриттях. Заповнення прорізів (рами, скло, полотна, відливи, підвіконня тощо) моделюється відповідно до заданих параметрів. На планах позначаються чверті.

Сходи генеруються автоматично, за параметрами, серед яких кількість сходин, висота підступені в матеріал косоурів, наявність і тип огорожі, профіль перил та ін. Усі позиції для сходів у моделі можуть бути вказані графічно або визначені в числовій формі.

Покрівлі можуть бути кількох типів: вальмова, напіввальмова, плоска, односхила, щипцева, шатрова або склепінна. Побудова покрівлі відбувається динамічно на основі довільно викресленої лінії. При цьому можна задати кут скату, величину схилу, товщину конструкції, рівень прив’язки. Модель покрівлі використовується для динамічного розрахунку форми стін, які обмежуються профілем покрівлі.

Приміщення визначає деяку зону з довільною назвою. Для приміщень розраховуються площі й обсяги, які відображаються в експлікації. Позначення приміщення наноситься на план поверху.

Освітлення може налаштовуватися для досягнення необхідного візуального ефекту. У проєкті можна розмістити кілька джерел світла, кожне з яких має налаштований колір світіння і регульовану інтенсивність. Джерело світла може бути: нескінченно віддалене, точкове, точкове спрямоване. Для спрямованого джерела можна регулювати розмір світлової плями.

Тіла і *поверхні* в просторі моделі проєктованого об’єкта можуть виконувати найрізноманітніші функції. Із призм, конусів, поверхонь обертання, сфер і гіперболічних параболоїдів може бути сформований довільний об’ємний образ. Поверхні опційно залучаються в аналітичну модель конструкції для розрахунку на міцність і стійкість будівельних конструкцій.

Координаційні осі позначаються на планах поверхів, візуалізуються в 3D на будь-яких проєкціях. В автоматизованому режимі виконується побудова прямокутних і радіальних сіток координаційних осей із довільним лінійним і кутовим кроком.

Розмір може бути позначений на плані, в розрізі, на фасаді і в 3D. Розміри можуть бути прив’язані до тих видів, у яких нанесені, і потрапляти на креслення при документуванні. Можуть бути нанесені лінійні і кутові розміри, проставлені ланцюжки розмірів, радіуси, діаметри, висотні позначки, текстові виноски, зокрема і багаторядкові.

Текст може бути задано на кресленні, прив’язаний до виду документування або розміщений в 3D у деякій довільній площині або у вигляді об'ємних літер.

Лінії і *штрихування* на кресленнях, в видах документування і в моделі можуть виконувати допоміжні (лінії побудови) і використовуватися як елементи, які мають образотворчі функції: визначати межі ділянок, газони, парковки, комунікації тощо.

Фасад / *Розріз* – інструмент, який допомагає задати положення площини перетину, керувати нею, отримати відповідні позначення розрізів і фасадів на плані. Розрізи і фасади можна побачити в окремих видах. Елементи в площині перетину заштриховані відповідно до матеріалів, які використовуються.

Бібліотека матеріалів зберігає описи візуальних і фізико-механічних властивостей матеріалів, які застосовуються для побудови конструктивних елементів. Допомагає додавати нові матеріали і редагувати властивості існуючих, формувати багатошарові конструкції.

Редактор дає змогу переносити, повертати, копіювати і видаляти об'єкти, переносити елементи з поверху на поверх. За його допомогою можна виконувати побудови еквідистанти з симетричних копій. Можна редагувати властивості елементів, коригувати значення параметрів, графічно змінювати форму контуру або осьової лінії, перетворювати прямолінійні ділянки в криволінійні, вставляти нові вершини і навпаки.

Засоби позиціонування у тривимірному просторі: напрямні лінії, які автоматично уловлюють характерні точки перетинів, продовження дуг і бісектрис, розбиття сегментів у заданих пропорціях, побудова дотичних, перпендикулярів тощо – забезпечують високу точність геометричних побудов. Підтримуються також кубічні сплайни, криві Безьє і еліптичні дуги.

Комбінації шарів моделювання, співвіднесені з певними видами, допомагають індивідуально керувати видимістю й ефективно працювати з важливими групами об'єктів.

Відомості та *специфікації* колон, балок та інших елементів, а також специфікації матеріалів автоматично форматуються в таблиці і вміщуються на листи креслень. Програма може розрахувати обсяги і масу матеріалів конструкцій, площі і об'єми приміщень і видати інформацію по поверхах і по проєкту в загалом. Можна також отримати приблизну вартість матеріалів на основі заданих орієнтовних цін і експлікації приміщень.

З виходом версії ЛІРА-САПР 2018 у САПФІР з'явився новий гнучкий інструмент – *система візуального програмування*, який допомагає виконувати параметричне моделювання будівель і споруд довільної форми. Система демонструє тренд розвитку технологій BIM: еволюція від завдання 2D-координат, графічного середовища і до візуального програмування (рис.2.11).

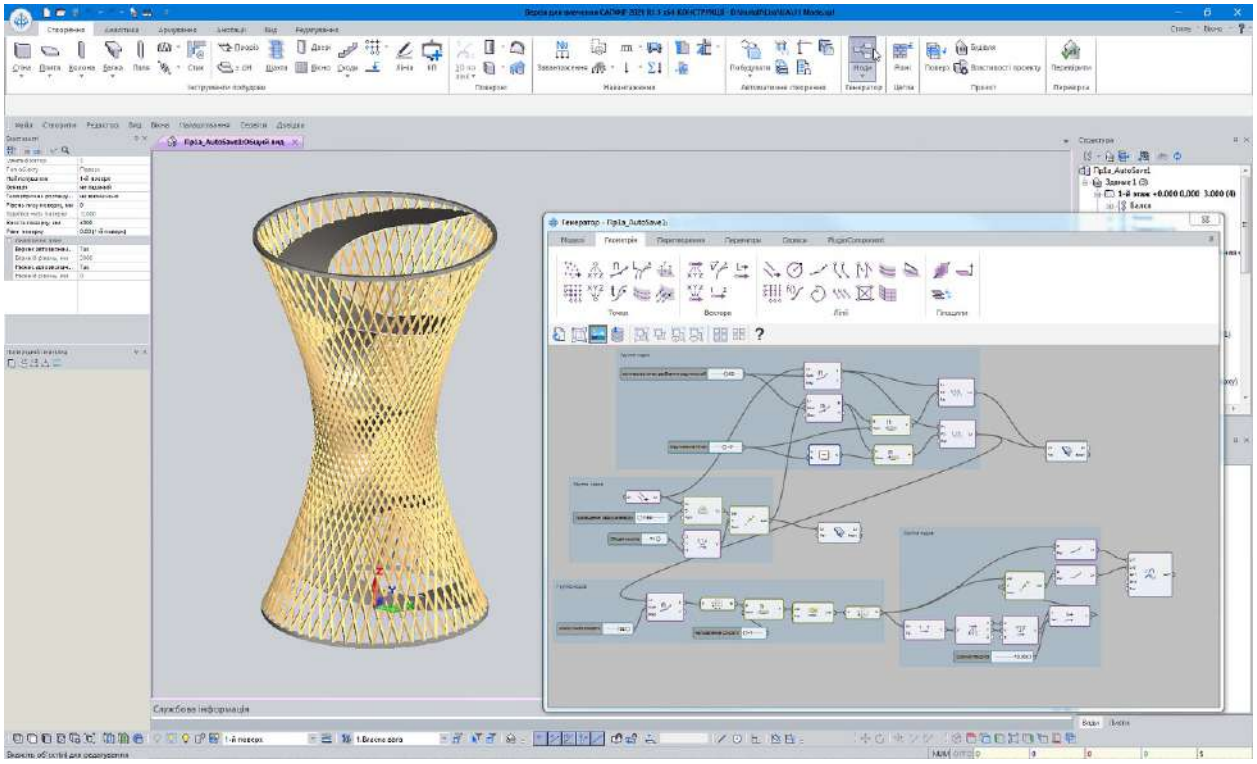


Рис.2.11. "Генератор" в САПФІР-3D

Візуальне програмування – це спосіб створення алгоритму через управління графічними об'єктами замість написання програмного коду. Графічні об'єкти в «Генератор» представлені у вигляді *нодів* (вузлів) і зв'язків між ними. Ноди зображуються у вигляді прямокутників і бувають двох типів: які зберігають дані і ті, які виконують дії. Поєднуючи ноди в складні схеми, архітектор отримує безліч варіантів будови просторової форми, як функції з великою кількістю змінних, що надає умови програмної оптимізації архітектурної форми.

Результатом роботи «Генератора» є готова 3D-модель, яка складається з базових об'єктів САПФІР-3D: колон, балок, стін, плит, навантажень та ін. Вихідними даними для алгоритмів можуть слугувати геометричні примітиви САПФІР-3D (точки, лінії, поверхні), а можуть використовуватися дані з інших САПР (3D-форми у форматі *.obj або геометричні примітиви в форматі *.dxf). При зміні вихідних даних в інших САПР (редагування поверхні або коригування *.dxf-файлу) автоматично оновлюються моделі в «Генераторі». Сценарій (набір нодів) можна зберігати в бібліотеку, а в рамках системи «САПФІР+Генератор»

реалізований редактор скриптів дає змогу писати свої ноди з певною специфікою роботи. Спільне використання "Генератор" і САПФІР-3D дає можливість використовувати точний параметричний контроль над моделлю з подальшим її експортом в ЛІРА-САПР (рис.2.12) для розрахунку й аналізу проєктного рішення.

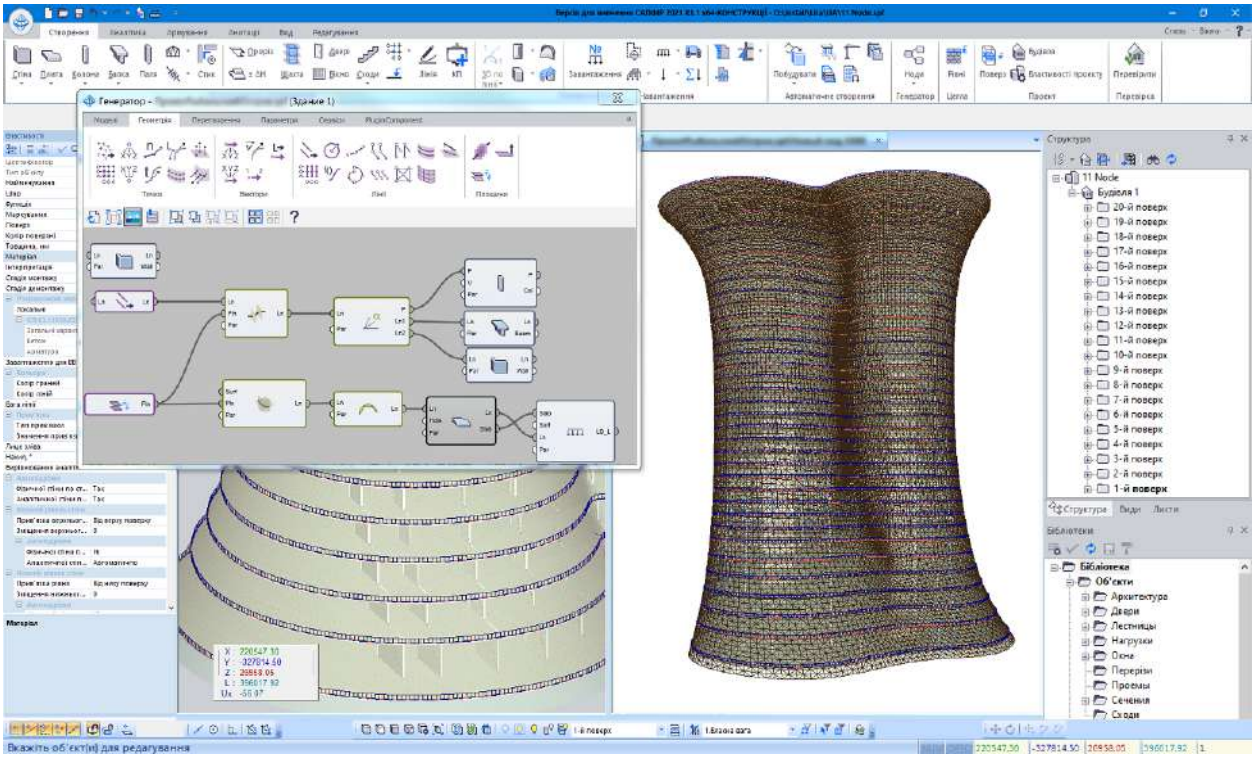


Рис.2.12. Триангуляційна оболонка за допомогою «Нодів»

З допомогою нодів виконується прив’язка об’єктів каркасу до координаційних осей (рис.2.13) та конструювання системи кроків (рис.2.14). Така наскрізна параметризація дозволяє зробити проєкт інтелектуальним.

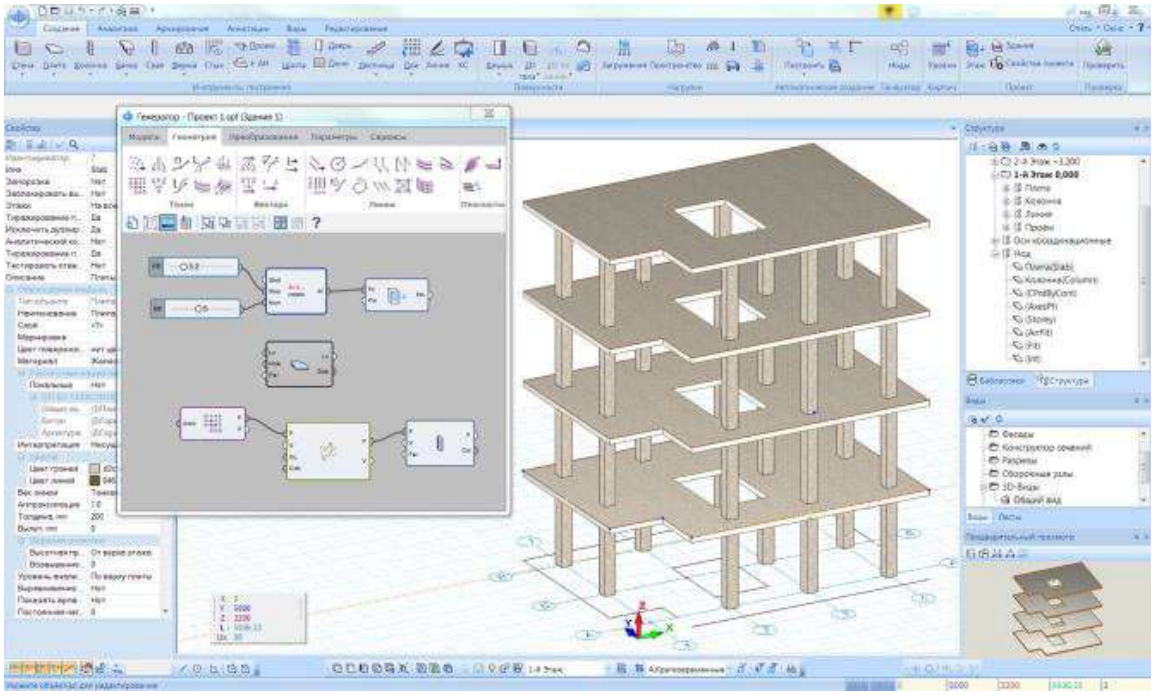


Рис.2.13. Будова каркасу з «Нодів»

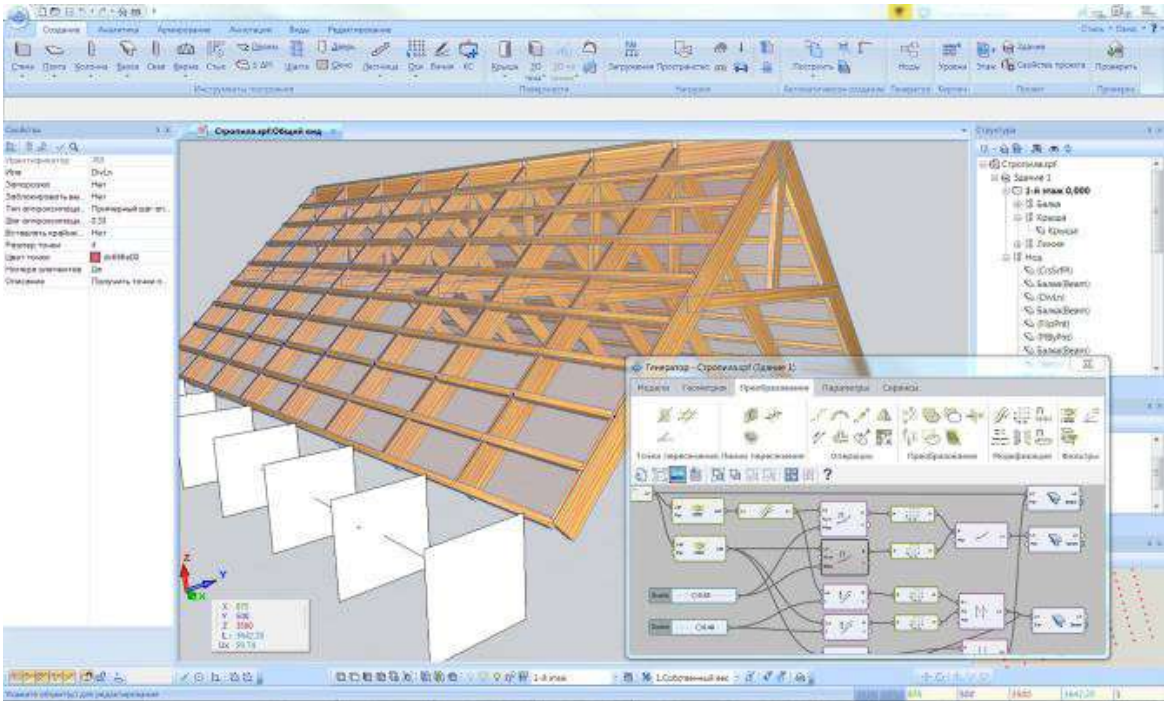


Рис.2.14. Система покрівлі з «Нодів»

2.4. Приклад вправи

Розглянемо приклад на версії ЛІРА-САПР_ACADEMIC set, яка вільно розповсюджується компанією (https://www.liraland.ua/services/university.php), для навчання, а найновішу (актуальну) версію для навчання студентам завжди можна завантажити за посиланням на офіційному сайті LIRA LAND (https://www.liraland.ua/services/forstudents.php).

САПФІР-3D «Версія для вивчення» – це безкоштовна версія програмного комплексу для широкого кола потенційних користувачів (архітекторів, конструкторів), а також студентів, які вивчають ці спеціальності, це втілення практики *безкоштовного* поширення програмного продукту, який має *повний* функціонал професійного комерційного комплексу для виконання архітектурних завдань. Основне призначення САПФІР-3D «Версії для вивчення» – дати потенційним користувачам і студентам можливість ознайомитися з програмним комплексом, а також вивчити його у всіх деталях, як у рамках університетського курсу, так і самостійно .

САПФІР-3D «Версія для вивчення» дає змогу зберігати результати проєктування в файли для використання в ході подальших сеансів роботи над проєктом, однак формат файлів сумісний тільки з *Академічною версією!* Принциповий порядок роботи САПФІР-3D «Версія для вивчення» в комплексі з «ЛІРА-САПР» (рис.2.15).

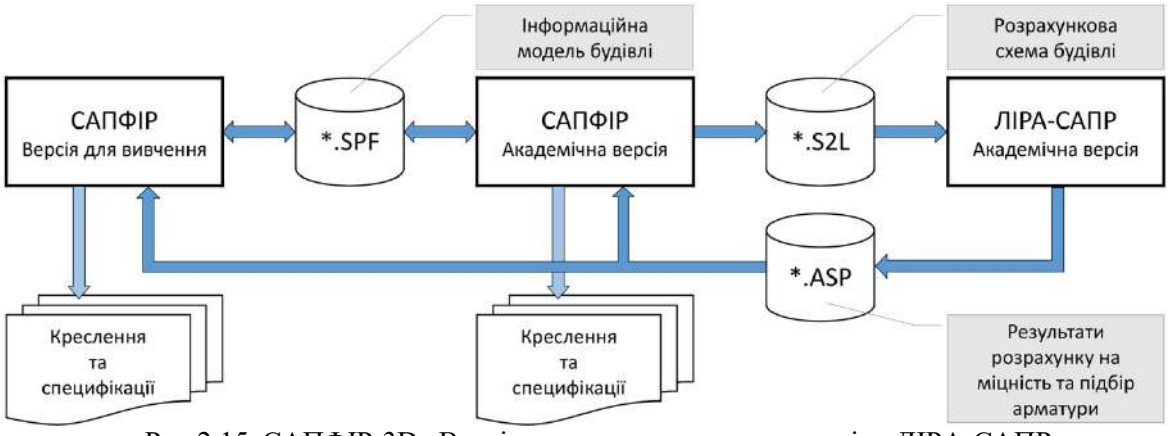


Рис.2.15. САПФІР-3D «Версія для вивчення» в комплексі з «ЛІРА-САПР»

У «САПФІР-3D» вбудований інтерфейс управління бібліотекою алгоритмів тріангуляції в режимі САПФІР-Конструкції, в якому дозволяється користувачеві підібрати

спосіб і параметри тріангуляції індивідуально для кожної пластини. При цьому можна налаштовувати крок розбиття і обмеження по куту, вибирати алгоритми, які забезпечують переважне використання чотирикутних елементів і регулярність мережі в зонах прольотів або в зонах спирання.

САПФІР-3D «Версія для вивчення» дає змогу вивести на друк проєктну документацію по об'єкту проєктування. Можна роздрукувати загальний вигляд будівлі, фасади, розрізи і плани поверхів, а також специфікації: відомості колон, балок, інших конструктивних елементів.

Результати просторового моделювання об'єктів дизайну, будівництва та архітектури можуть бути експортовані у файли популярних форматів: DXF, 3DS, IFC, POV. Це дає змогу передати моделі в популярні САПР, архітектурні програми і програми рендерингу: AutoCAD, ArchiCAD, Allplan, Revit тощо. Довільні зображення можуть бути експортовані в растрові файли з високою роздільною здатністю. Для демонстрації принципу роботи розглянемо створення і розрахунок, з подальшим аналізом, малої архітектурної форми (рис.2.16).

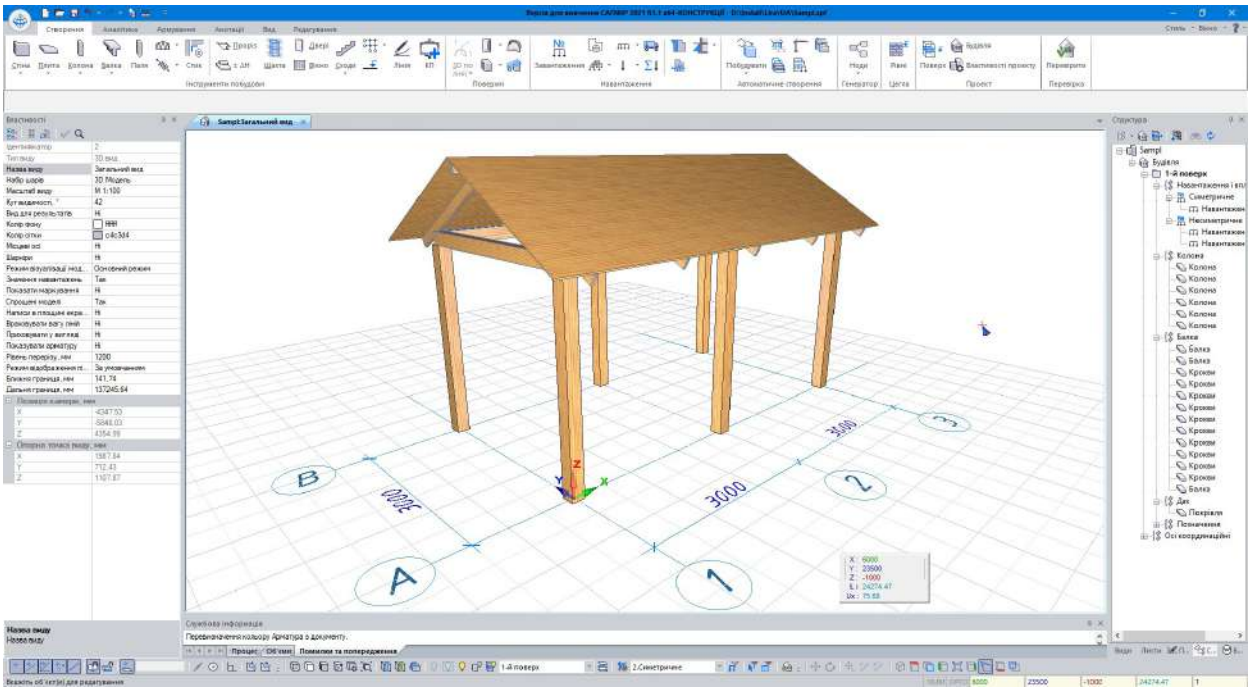


Рис.2.16. Загальний вигляд завдання

Принципова робота в САПФІР має той же алгоритм, що й більшість світових розробок програмного забезпечення в галузі BIM-проєктування. Це пов'язано і зі стандартами BIM, і з потребами розрахункової частини – Ліра-САПР. Окремим елементом в середовищі САПФІР є система координат. Основний принцип будови елементів з використанням системи координат, схожий на використання ЛСК (*Локальної системи координат*) в середовищі AutoCAD. На робочому полі постійно присутнє «*Вікно координат*» призначене для контролю просторового положення 3D-локатора в числовій формі. Під час написання точок можна натиснути одну з клавіш, які активують редактор, і перейти до введення відповідної координати в числовому вигляді. Положення ЛСК в просторі сцени відображається просторовим репером – трійкою векторів, для наочності забарвлених в різні кольори. Положення ЛСК в просторі моделі можна змінити за допомогою команд контекстного меню, яке виникає в 3D-вигляді після натискання правої кнопки «миші». Відповідно до ЛСК буде змінюватися й положення сітки, в площині якої, можна будувати архітектурні елементи. Зазначимо, що будова можлива, як і в AutoCAD, тільки в площині X0У. Для зміни будови необхідно змінювати положення ЛСК, що, відповідно, змінить площину X0У (рис.2.17). Решта налаштувань подібна до принципу середовища ArchiCAD, що дає змогу архітектору спростити пристосування методу роботи над моделлю до програмного середовища та алгоритму завдання параметрів будови об'єктів моделі. Основними елементами проєкту є послідовність в вікні «Структура» це: «Проєкт» – «Будівля» – «1-й поверх» (рис.2.17).

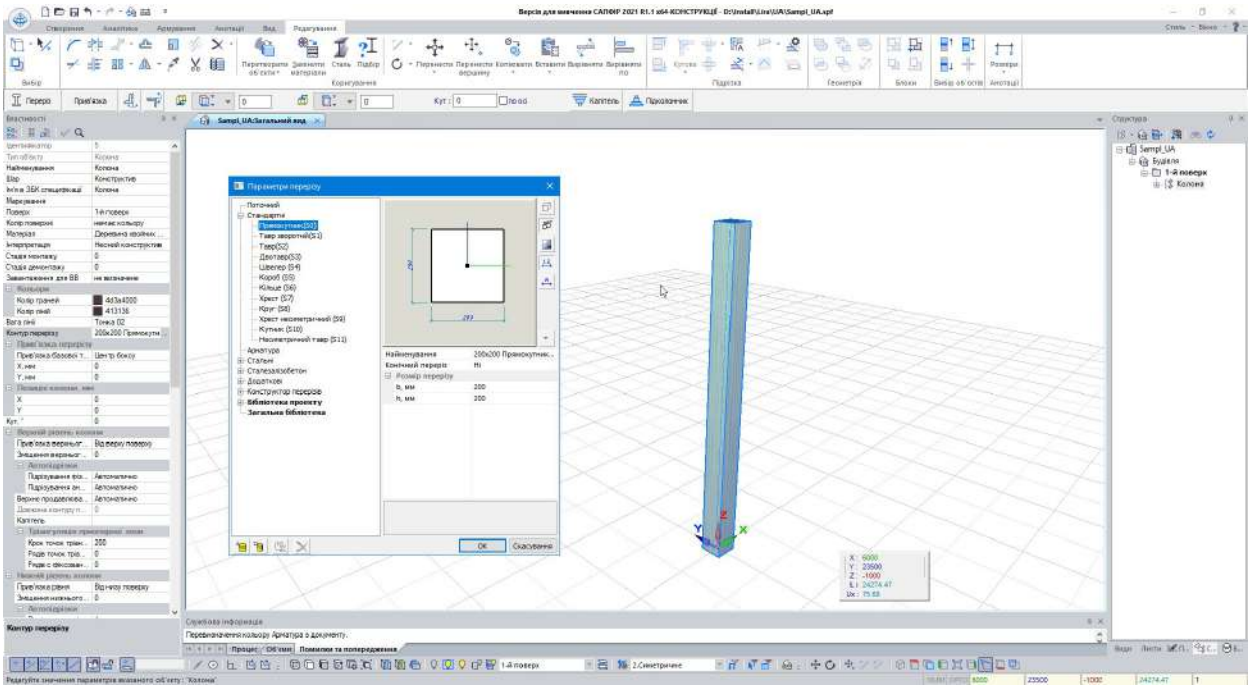


Рис.2.17. Структура BIM-проєкту

В залежності від завдання на побудову моделі – встановлюємо висоту поверху, надалі до цієї позначки можуть автоматично прив'язуватися позначки низу та верху колони (рис.2.18) та рівень мауерлатів (рис.2.19).

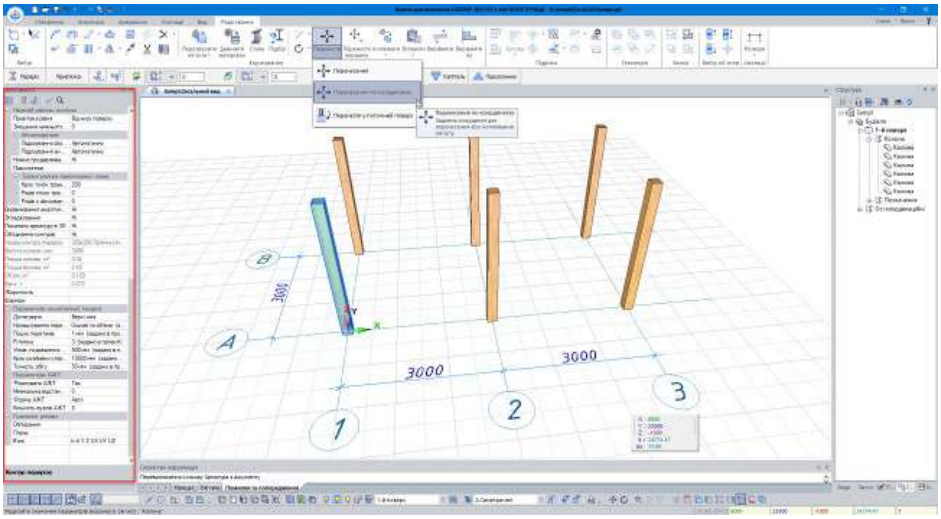


Рис.2.18. Схема колон

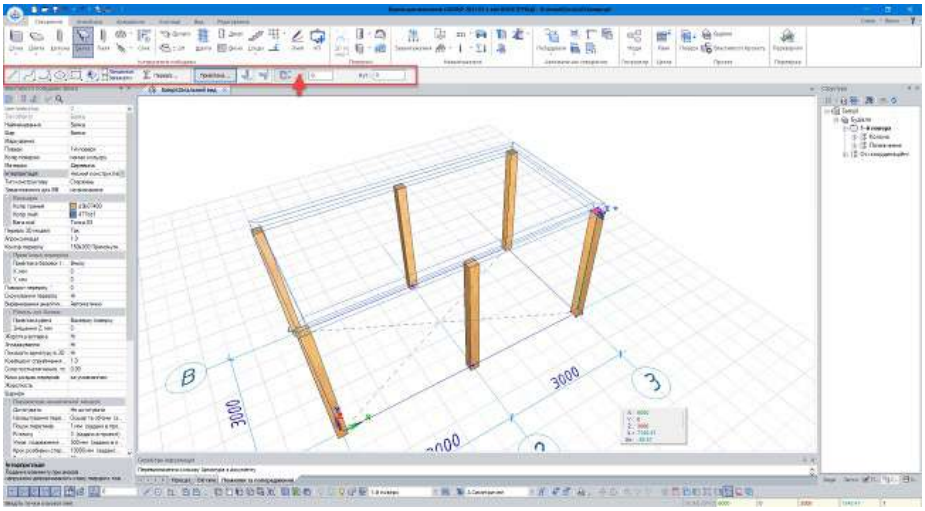


Рис.2.19. Схема мауерлату

Наступним кроком, за необхідності, є корегування властивостей перетинів та характеристик побудованих елементів. Для зміни характеристик переходимо до наступної панелі – «*Властивості*». Залежно від обраних елементів панель відображає певну інформацію. Перевіримо та встановимо параметри: «*Шар*» – Конструктив, «*Матеріал*» – Деревина хвойних порід, «*Інтерпретація*» – Конструктив, який несе навантаження (Несний конструктив) (рис.2.20) та мауерлатів (об'єкт – балка) (рис.2.21).

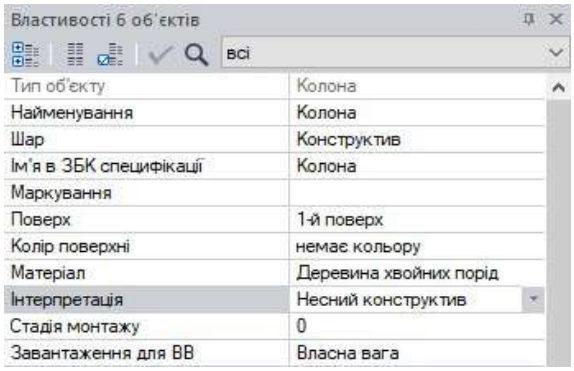


Рис.2.20. Властивості колони

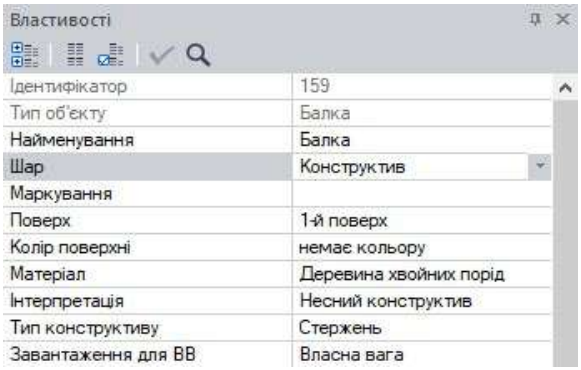


Рис.2.21. Властивості мауерлату

Параметр «*Інтерпретація*» може змінюватися залежно від характерних особливостей елементу та може мати такі параметри: «*Ігнорувати*», «*Навантаження*» та «*Несений конструктив (Конструктив, який несе навантаження)*». Таким чином конструктивні елементи розпізнаються та передаються в розрахункову програму як ті, які мають потребу в розрахунку (Несений конструктив), виходячи з матеріалу конструкції, або ті, котрі відтворюють навантаження від елементів (Навантаження) чи виконують декоративну функцію (Ігнорувати), тобто навіть не враховувати власну вагу.

Змінимо розташування та орієнтацію ЛСК для будови крокв. Зрозуміло, що конструктивним елементом для крокв буде (як і для мауерлатів) – балка. Для зміни положення ЛСК використовується контекстне меню з наступними функціями при виборі окремого елемента:

1. ЛСК на об'єкт – площина XOY локальної системи координат розташовується паралельно зазначеній межі об'єкта.
2. ЛСК по об'єкту – локальні координатні осі повертаються в просторі так, що площина XOY розташовується паралельно зазначеній межі об'єкта.
3. ЛСК по лінії – репер ЛСК повертається в просторі так, що вісь OX розташовується паралельно зазначеній лінії.
4. ЛСК в точку – виконується паралельний перенос, який поєднує початок координат із заданою точкою вказаного простору.
5. ЛСК в 0,0,0 – локальна система координат збігається з системою координат поточного поверху. Система координат поверху відрізняється від абсолютної системи координат висотною прив'язкою поверху.
6. ЛСК в абс. 0,0,0 – ЛСК збігається з абсолютною системою координат.
7. ЛСК вихідна – орієнтація ЛСК паралельна відповідним осям абсолютної системи координат моделі. В результаті операції положення точки початку ЛСК не змінюється.

У зміненій системі координат побудовано інструментом «Балка» дві крокви з протилежних країв мауерлатів під кутом 30º (рис.2.22). Для будови перетину в автоматичному режимі виберіть «*Перетин по бісектрисі*» (рис.2.23), а надалі тиражуємо кілька крокв уздовж мауерлату.

Тиражуючи крокви з проміжком 1500 мм отримуємо систему покрівлі. Для передачі снігового навантаження потрібно зв'язати крокви площиною покриття. Таким покриттям може бути настил з дошки або OSB-плити зі встановленою товщиною в 20 мм. САПФІР дає змогу створити сім видів даху. За периметром мауерлатів обрана будова двоскатної покрівлі (Щипцевий дах) з виступом звису 500 мм (рис.2.24).

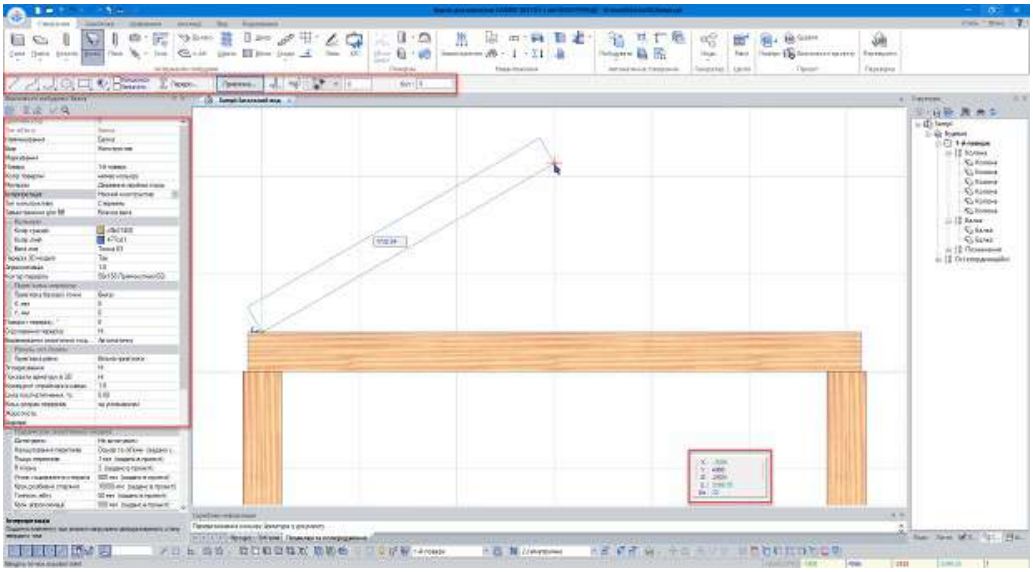


Рис.2.22. Будова крокв

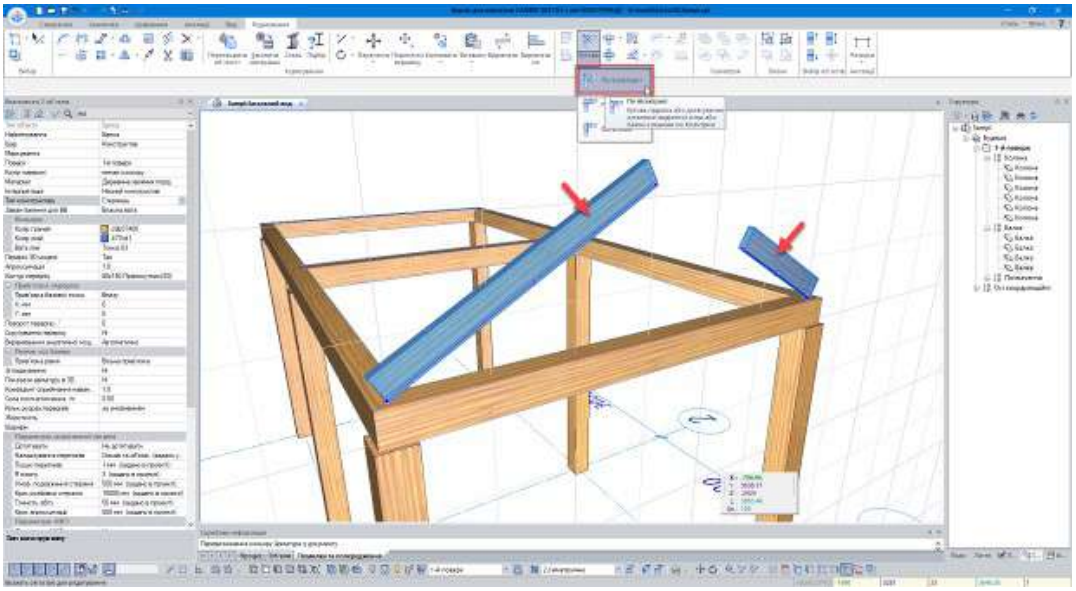


Рис.2.23. Перетин крокв

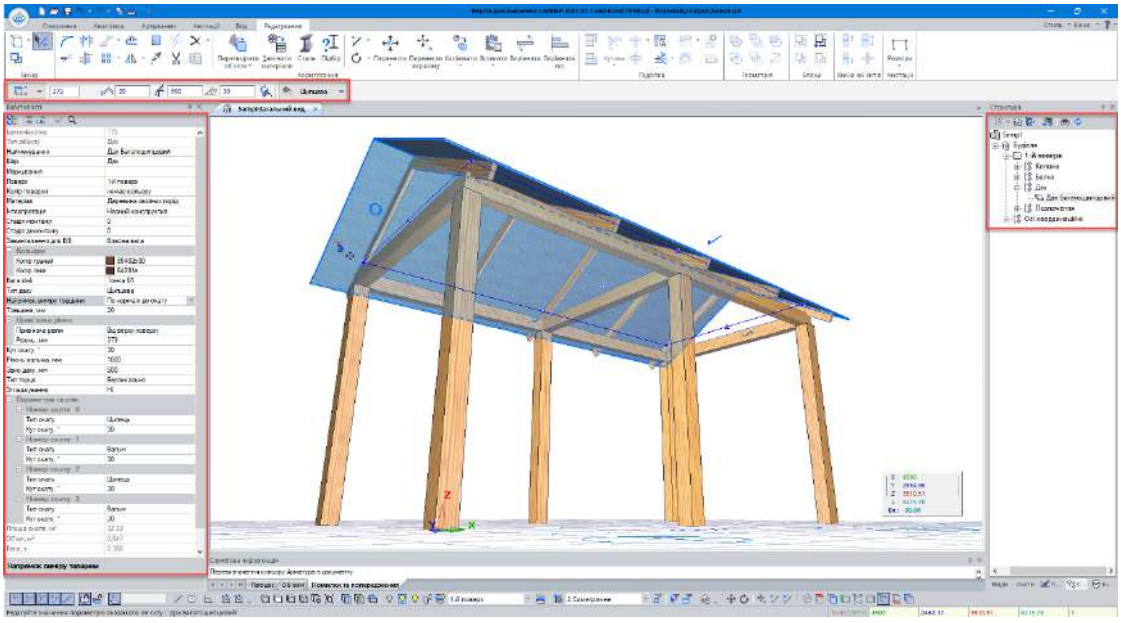


Рис.2.24. Конструкція покрівлі

Для подальшого підготування архітектурної моделі до розрахунку переключимо інтерфейс моделі на «Аналітична модель» , що допоможе проконтролювати конструктивні елементи, які підлягають розрахунку. На цьому етапі додаємо снігові навантаження. Залежно від кута нахилу покрівлі, складається одне або два снігові навантаження за ДБН В.1.2-2:2006 (Завантаження). У наведеному прикладі їх буде два: перше – симетричне (рис.2.25) навантаження (ліворуч і праворуч від коника), а друге – несиметричне (рис.2.26) навантаження (різні навантаження від коника уздовж площини покрівлі).

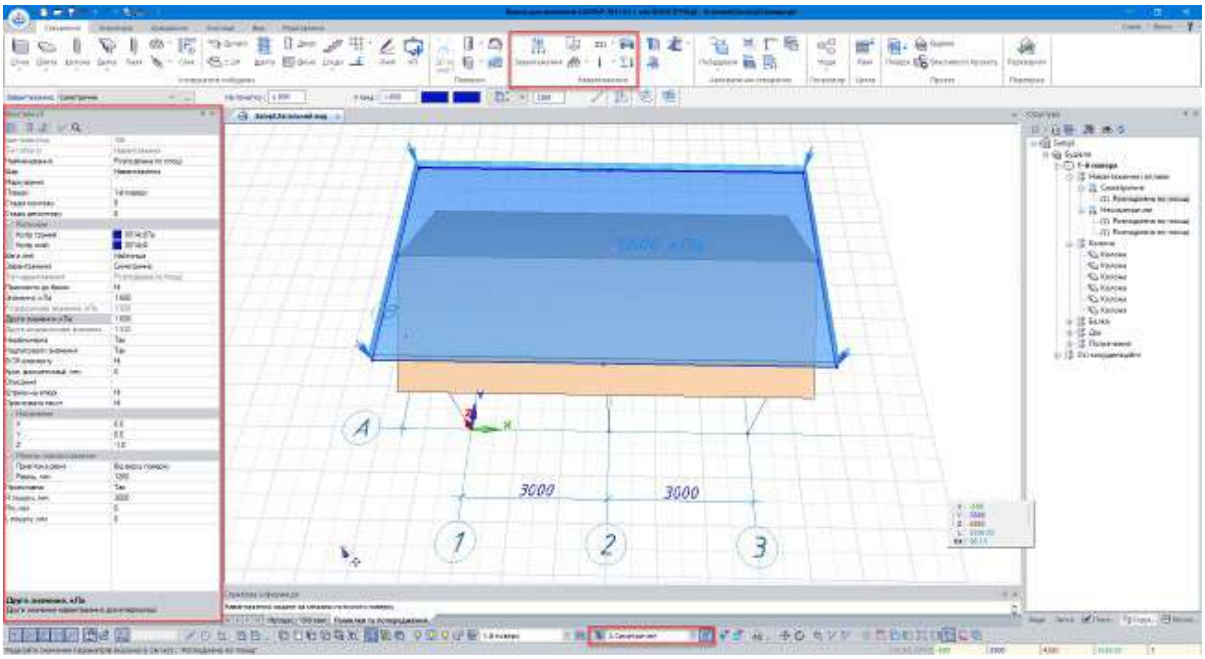


Рис.2.25. Симетричне завантаження

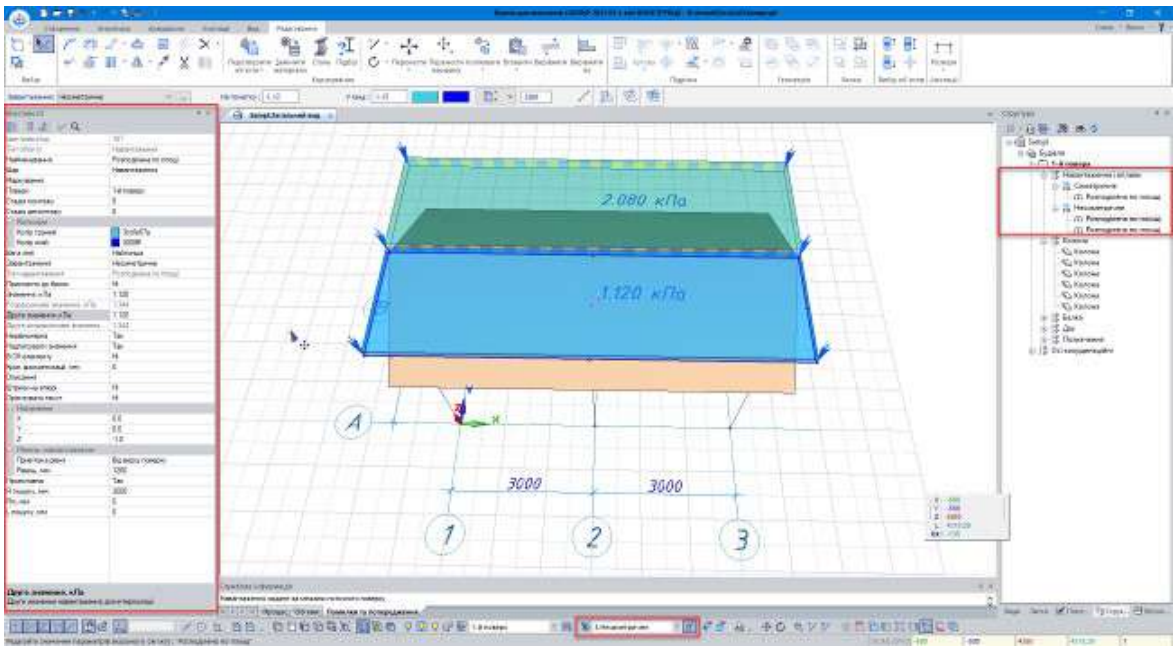


Рис.2.26. Несиметричне завантаження

Будь-яка конструкція повинна мати основу і її необхідно змоделювати. Якщо звернутися до реального будівництва, то побачимо, що для більшості конструкцій створюється жорсткий фундамент, і це не дає архітектурному об’єкту переміщуватися в площині поверхні ґрунту, а особливо перпендикулярно до поверхні землі. Таке закріплення називається «жорстке закріплення» (рис.2.27).

Після встановлення всіх необхідних закріплень, обмежень і навантажень можна переходити від аналітичної моделі до побудови розрахункової. В попередньому матеріалі вже

зверталася увага на те, що архітектурна, аналітична і розрахункова моделі мають певні відмінності.

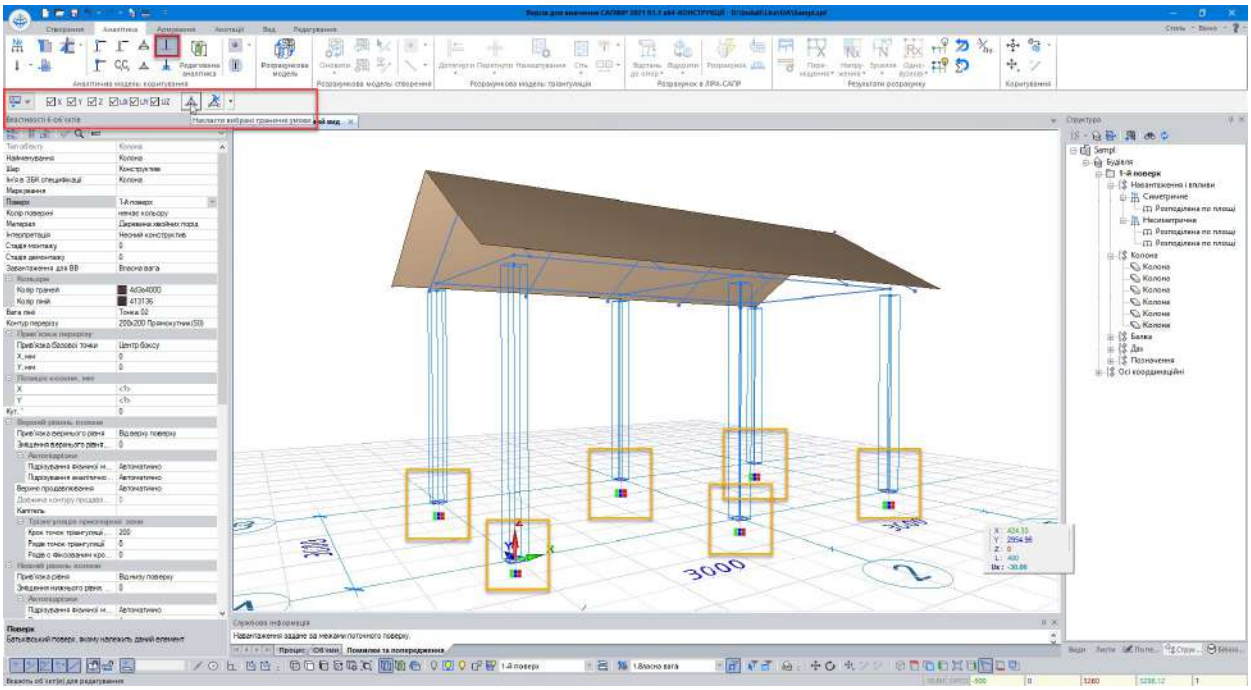


Рис.2.27. Жорстке закріплення

Розглянемо в більшому масштабі вузол кріплення колони, мауерлату та крокви. В архітектурному уявленні мауерлат спирається на колону, а потім на нього спирається кроква (рис.2.28).

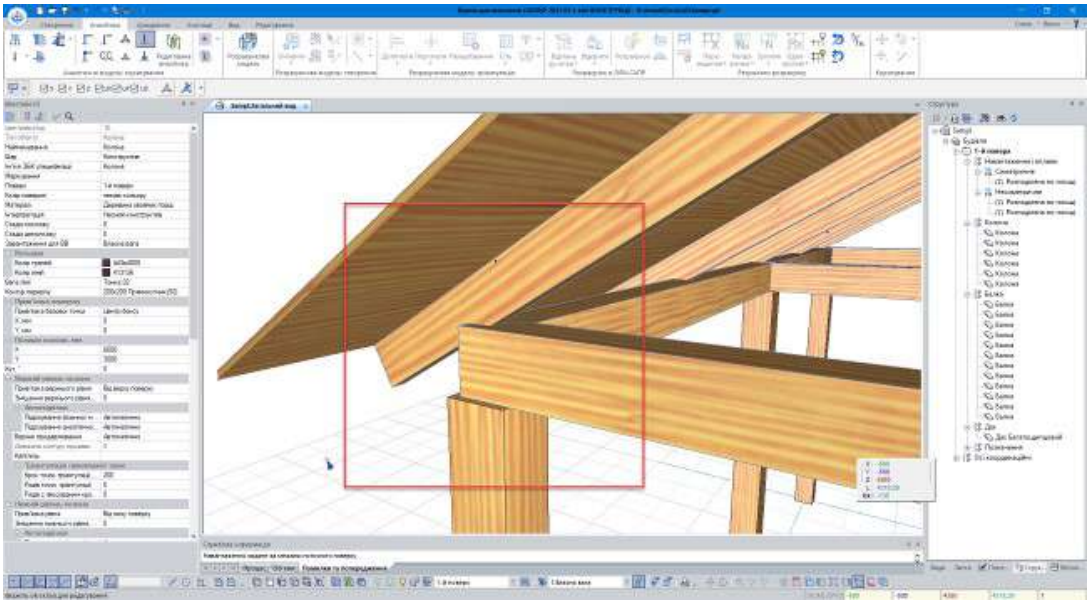


Рис.2.28. Архітектурна модель

В аналітичній моделі, як вже й відзначалося, всі елементи, вказані як конструктивні (будемо розраховувати і перевіряти чи проєктувати перетин), заміщуються їх представленням: колона або балка на лінію, а плита чи площина покрівлі на площину. Зрозуміло, що вісь елемента колона не перетинає вісь елемента мауерлат, а кроква теж віднесена від мауерлату, тобто в моделі з’являються проміжки між конструктивними елементами (рис.2.29).

Для усунення цих розбіжностей при формуванні розрахункової моделі потрібно зв’язати площину покрівлі з кроквами, крокви з мауерлатом, а мауерлат з колонами в одному вузлі.

По-перше, зробимо «Дотягнути» , ліпше коли вибрані елементи мають перетин в одному вузлі на конструктивній схемі. Так, довжина колони в результаті дотягування збільшилася на 100 мм і з'єдналася з перетином мауерлатів (рис.2.30).

По-друге, створимо додаткові вузли, які поєднають переміщення одного об'єкта з іншим, наприклад крокв із мауерлатом. Такий інструмент, як «Перетнути» , перевіряє перетин елементів, якщо об'єм одного елемента перетинається з іншим, то програма будує вузлову крапку (рис.2.30).

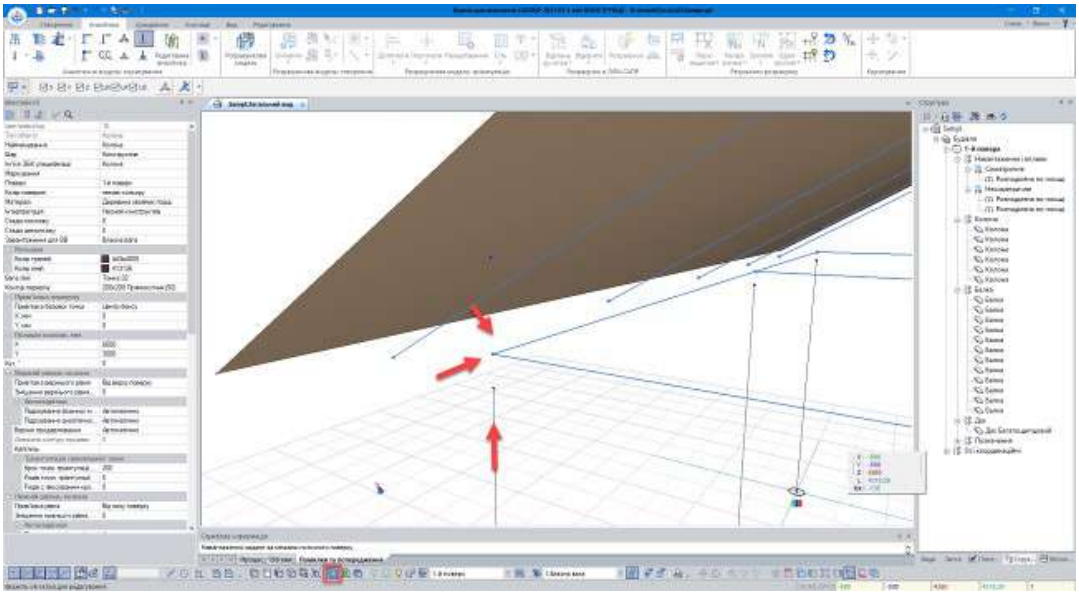


Рис.2.29. Аналітична модель

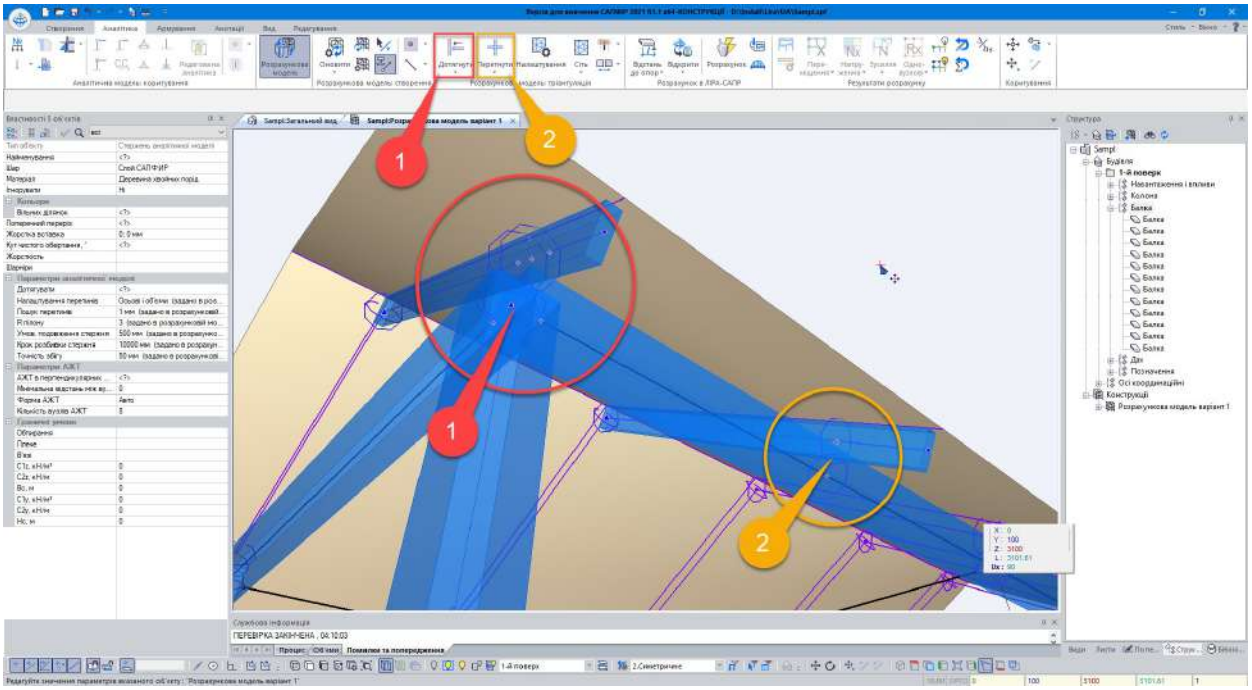


Рис.2.30. Розрахункова модель

Останні кроки дозволять оптимізувати пласкі елементи, виконати тріангуляцію та зв'язати ці вузли з елементами стрижнів (рис.2.31). За результатами тріангуляції сітка в площині покрівлі зв'яжеться з вузлами крокв, що дасть змогу передати навантаження з пласких елементів покрівлі на конструктивні стрижневі елементи, на крокви (рис.2.32).

Надалі можемо виконати перевірку моделі на похибки у «Перевірити розрахункову модель» , з налаштованих обмежень «Налаштування перевірки» , що допоможе виконати правильну передачу моделі та подальший розрахунок.

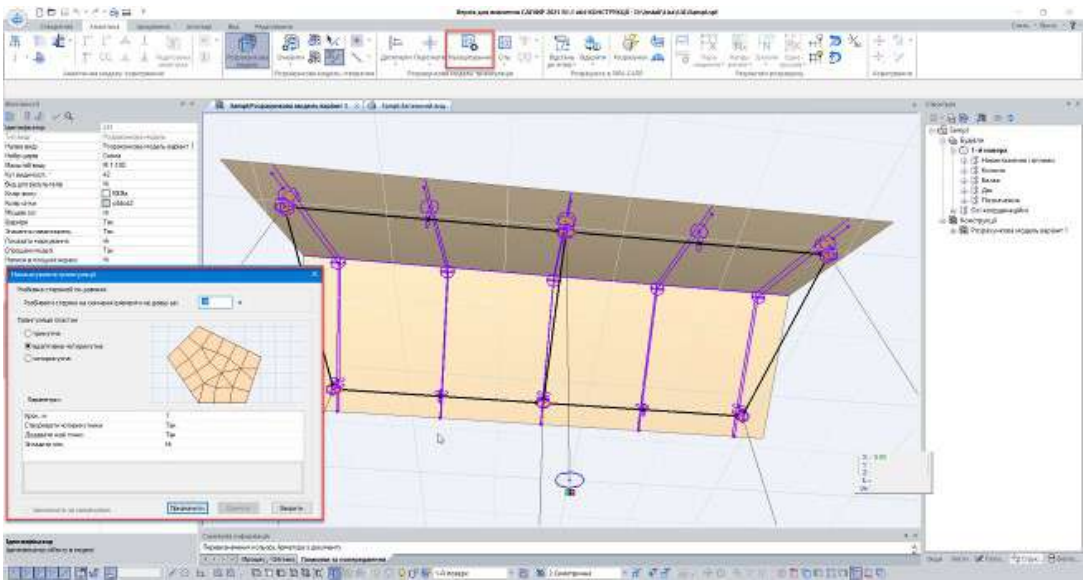


Рис.2.31. Налаштування тріангуляції

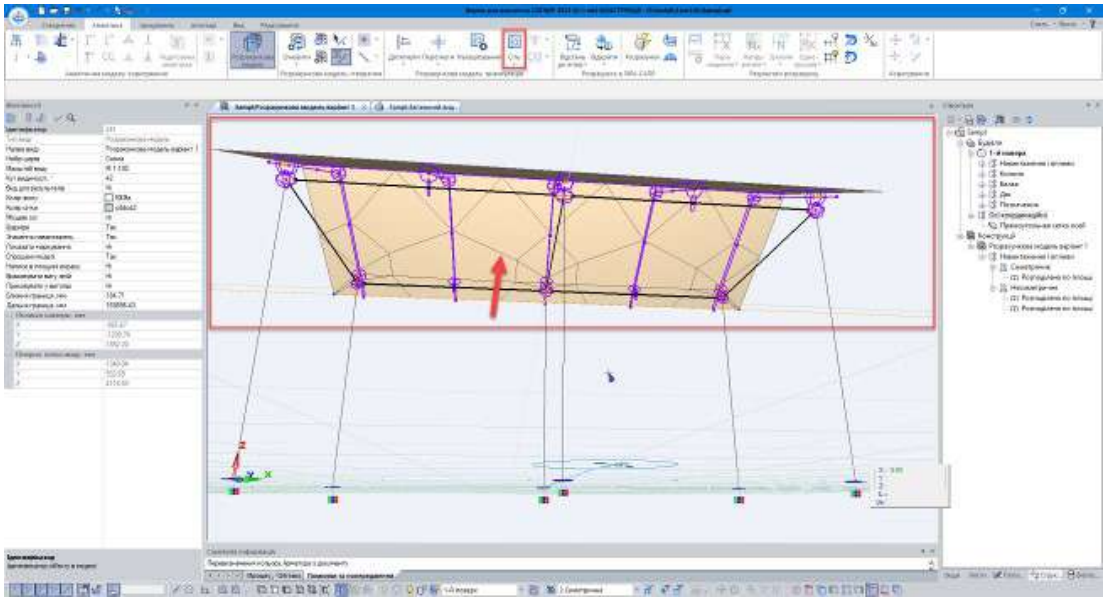


Рис.2.32. Аналітична модель

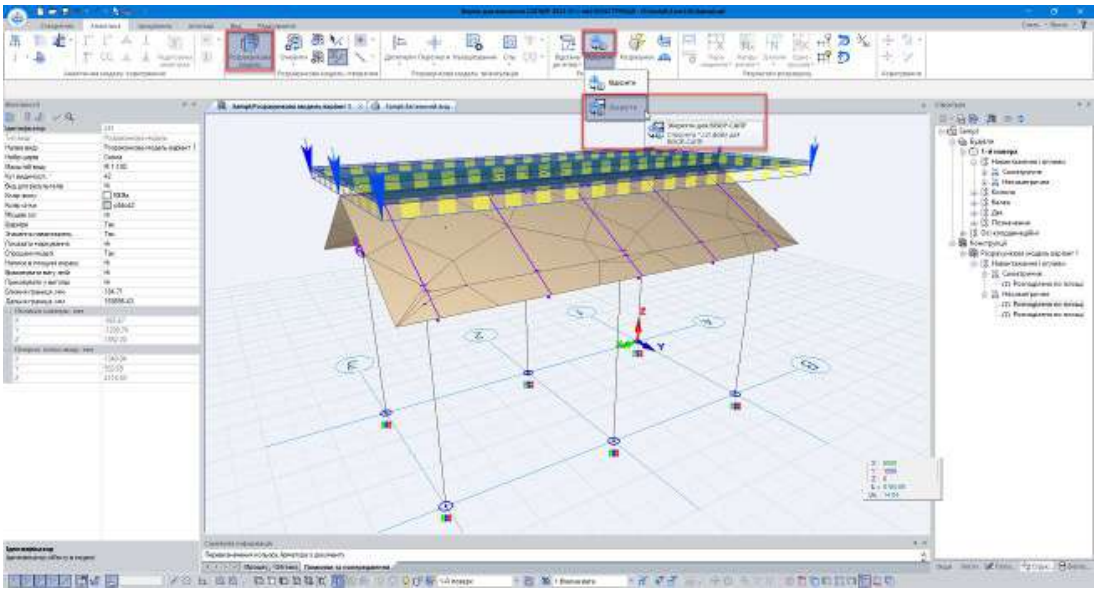


Рис.2.33. Експорт через S2L

Наступним кроком передаємо модель на розрахунок в Ліра-САПР, чи збережемо у форматі для Ліра-Візор (рис.2.33), а також можна виконати передачу через пункт меню «Експорт моделі» (рис.2.34).

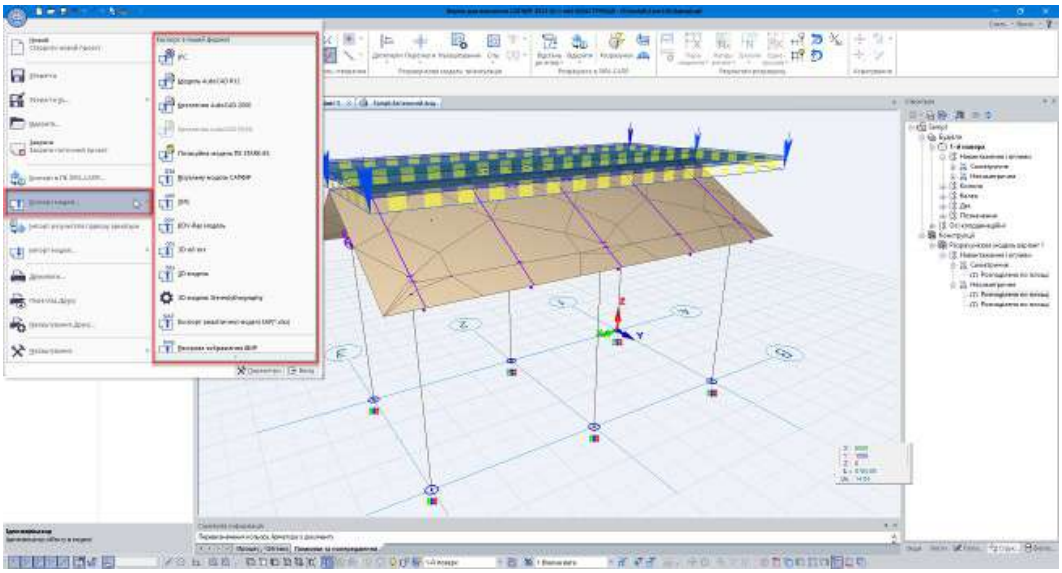


Рис.2.34. Експорт моделі загальний

Результатом експорту в Ліру-САПР буде розрахункова схема, в якій одразу в САПФІР налаштувати стандарт за «Правила сполучення навантажень» (рис.2.35), або треба створити комбінації завантажень (рис.2.36): 1-ше – Власна вага + Симетричне (Снігове навантаження) та 2-ге – Власна вага + Несиметричне (Снігове навантаження).

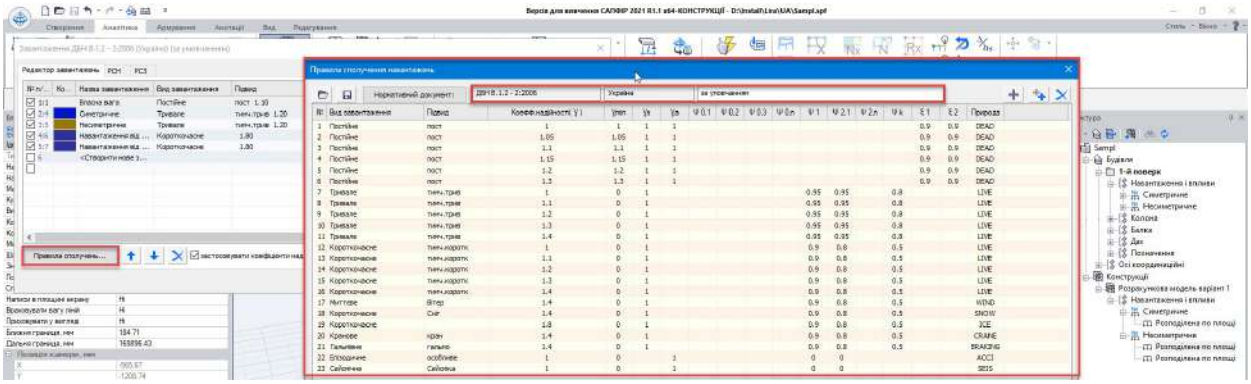


Рис.2.35. Правила сполучення навантажень

Якщо всі налаштування виконані та нема потреби редагувати розрахункову схему – розрахунок можна виконати зразу з САПФІР, результати можна повернути в САПФІР для подальшого аналізу.

Виконавши розрахунок, перевіримо, як виглядає схема з урахуванням комбінацій навантажень і від якої комбінації конструкція має найбільші прогини елементів. Симетрична комбінація має менші переміщення вузлів конструкції (рис.2.37) за несиметричну комбінацію (рис.2.38), можемо припустити, що напруження конструктивних елементів нашої моделі будуть більшими саме від несиметричного навантаження (рис.2.39 – 2.48).

Оскільки в комбінації навантажень РСН 2 – Несиметричне, найбільші зусилля в конструктивних елементах, які підтверджують наведені розрахунки (рис.2.39–2.48), наше припущення справдилося, а надалі підбір чи перевірку прийнятих перетинів конструкцій можна виконувати тільки за комбінацією РСН 2 – Несиметричне навантаження, для 1-го та 2-го граничного стану.

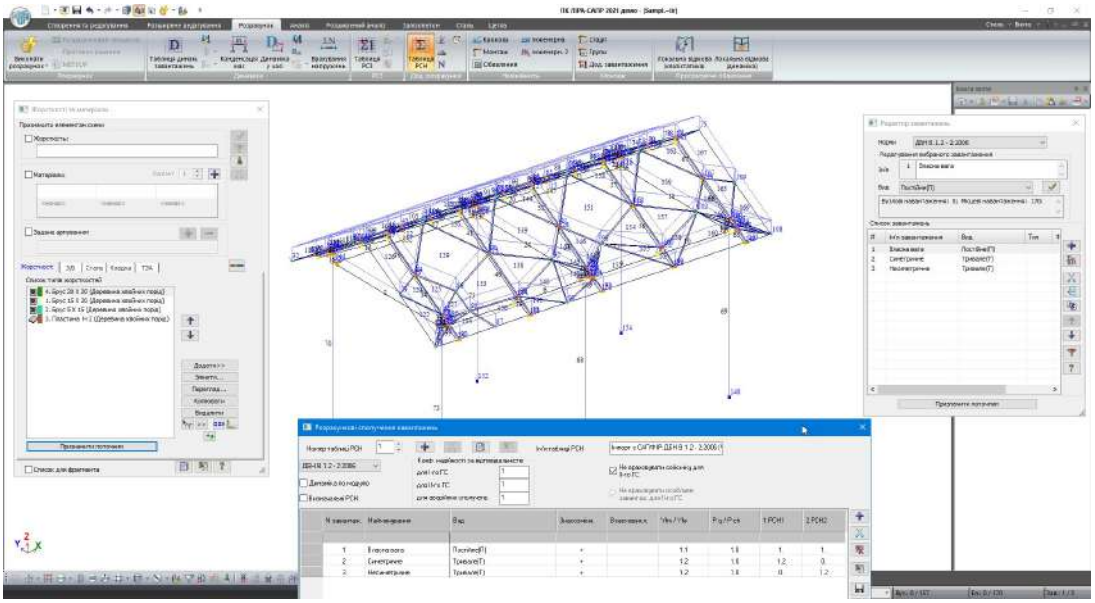


Рис.2.36. Комбінація навантажень

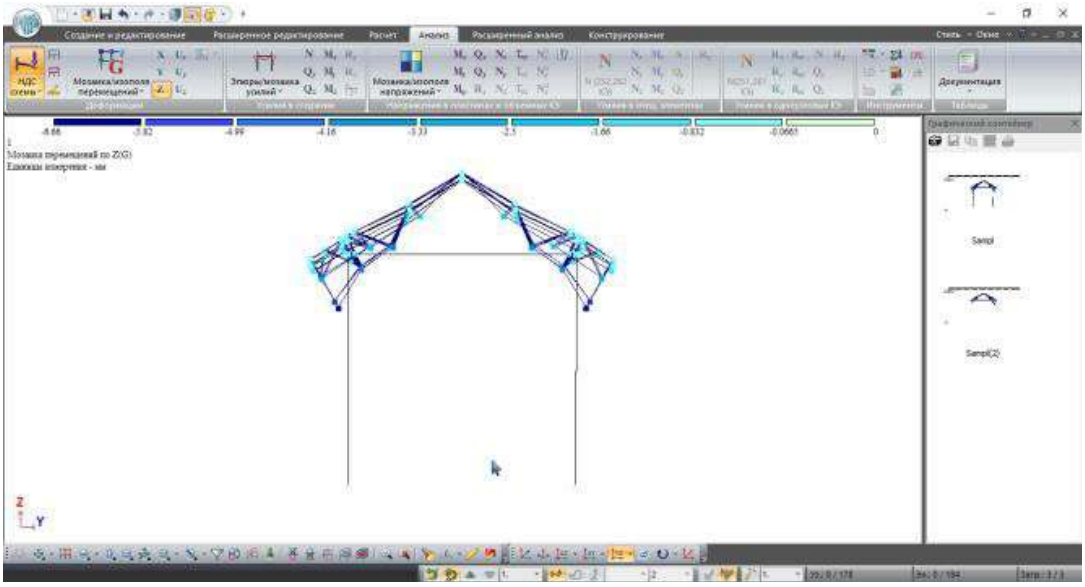


Рис.2.37. Симетрична комбінація (1

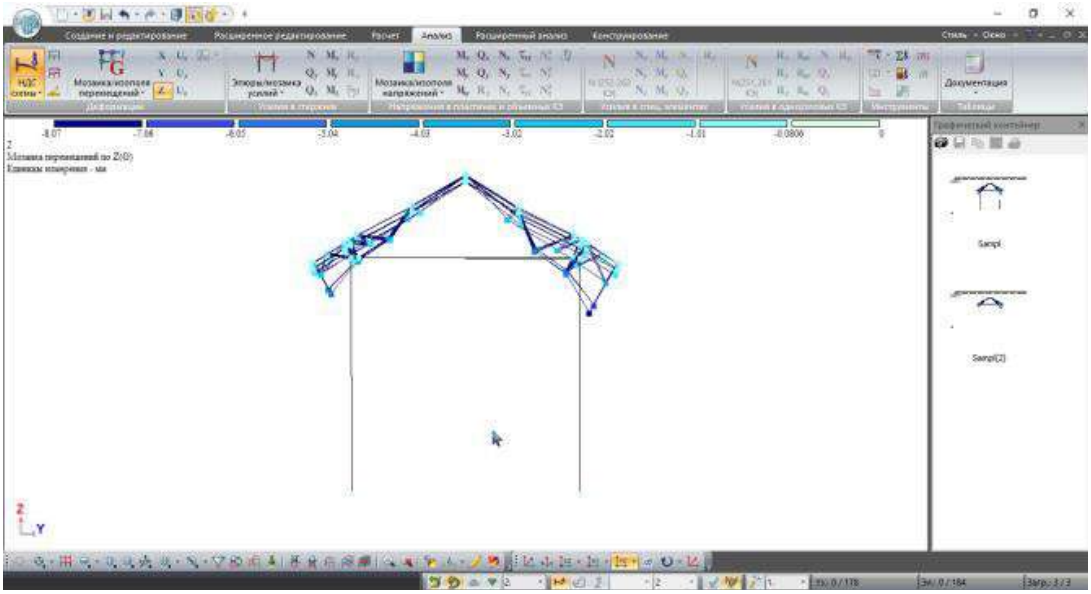


Рис.2.38. Несиметрична комбінація (2)

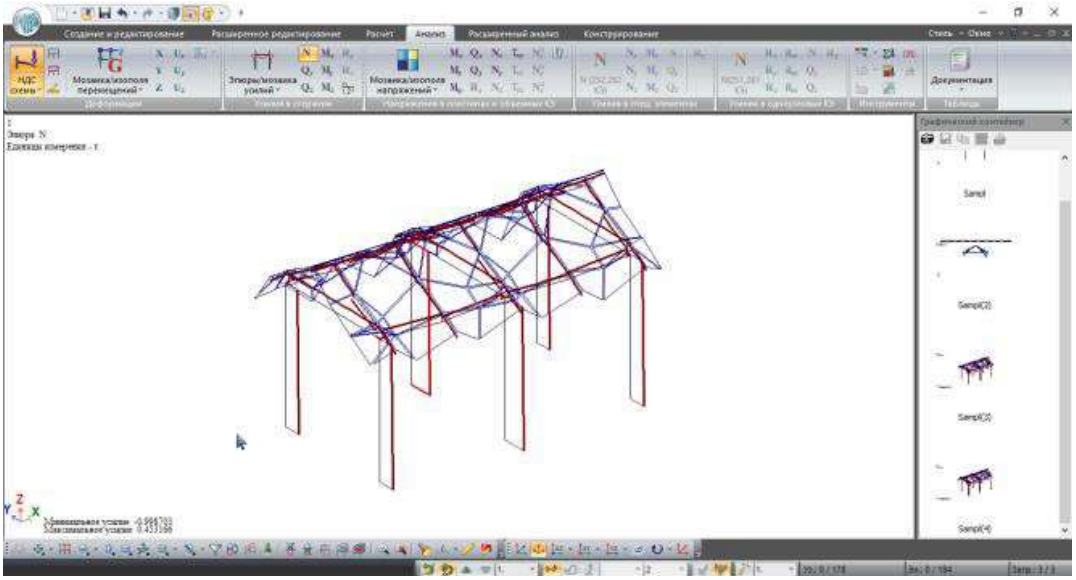


Рис.2.39. Епюра N (1) max= -0.999 т

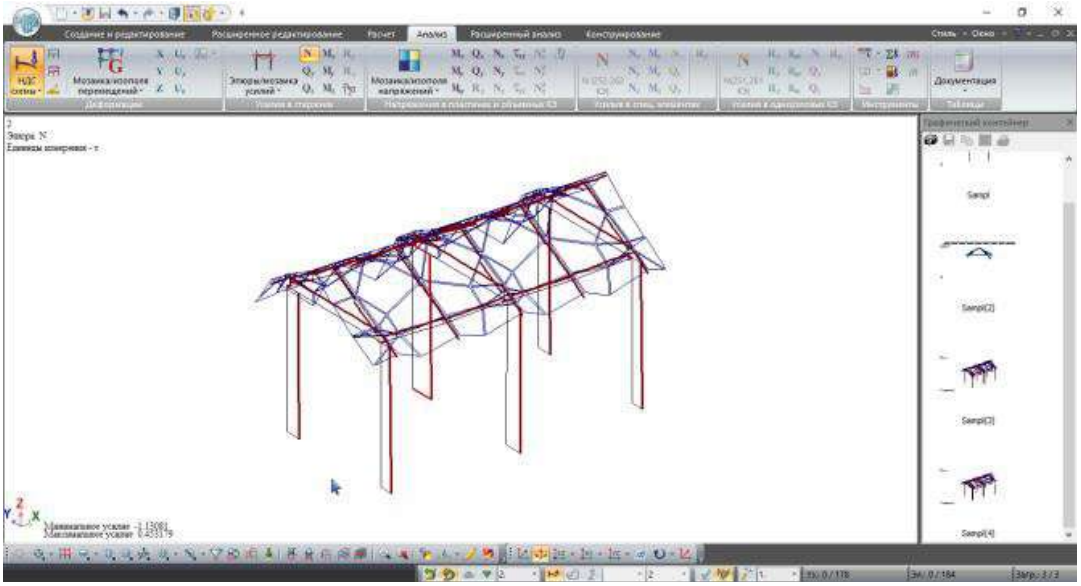


Рис.2.40. Епюра N (2) max= -1.131 т

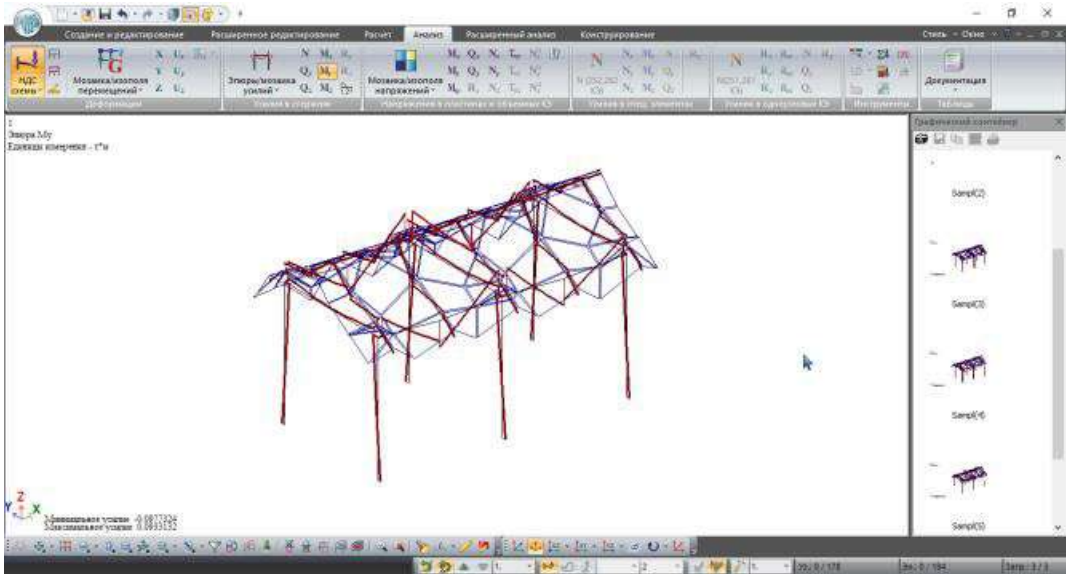


Рис.2.41. Епюра My (1) max=-0.098 тм

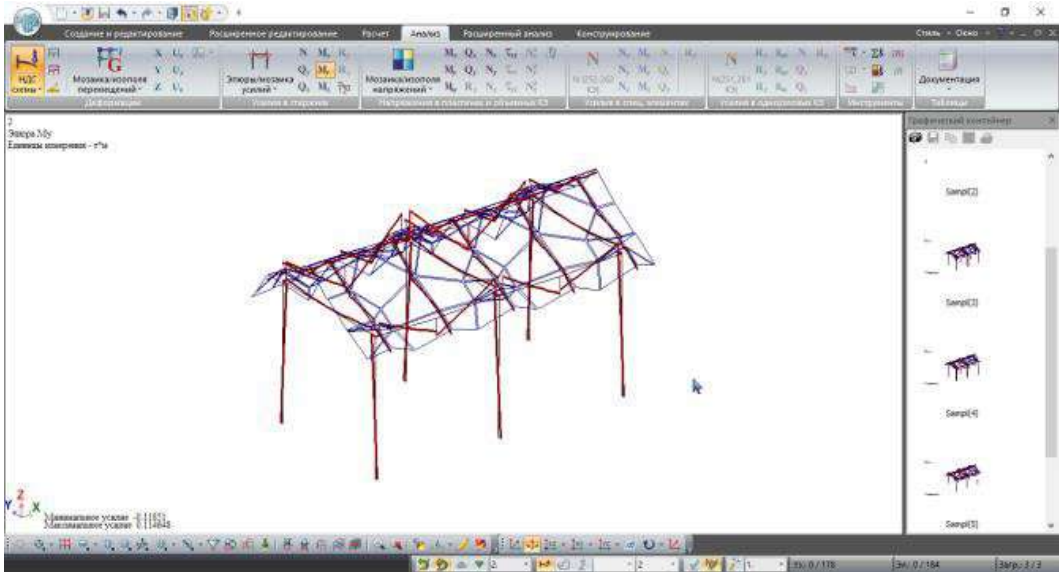


Рис.2.42. Епюра My (2) max=-0.119 тм

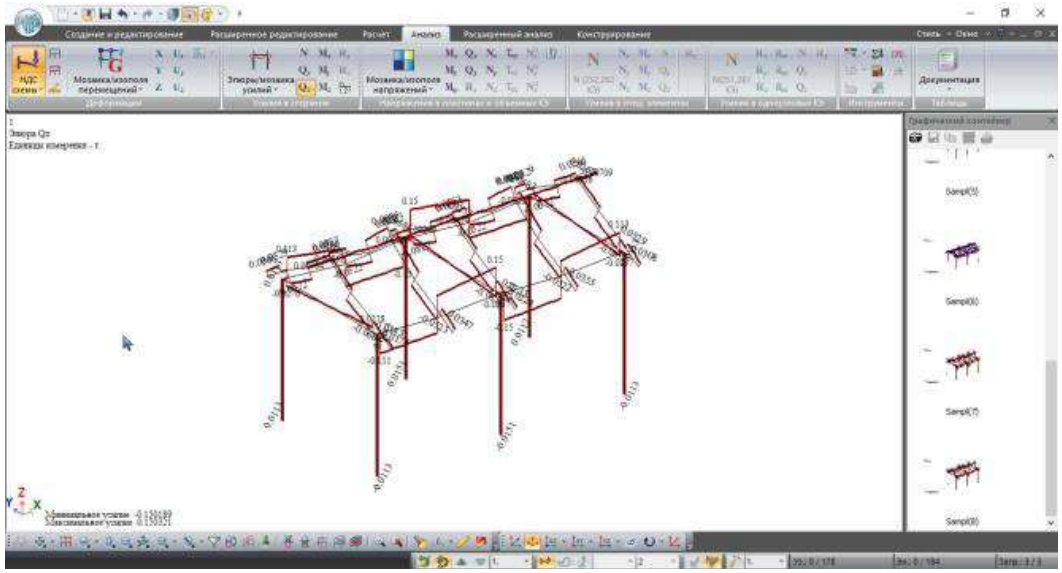


Рис.2.43. Епюра Qz (1) max=0.150 т

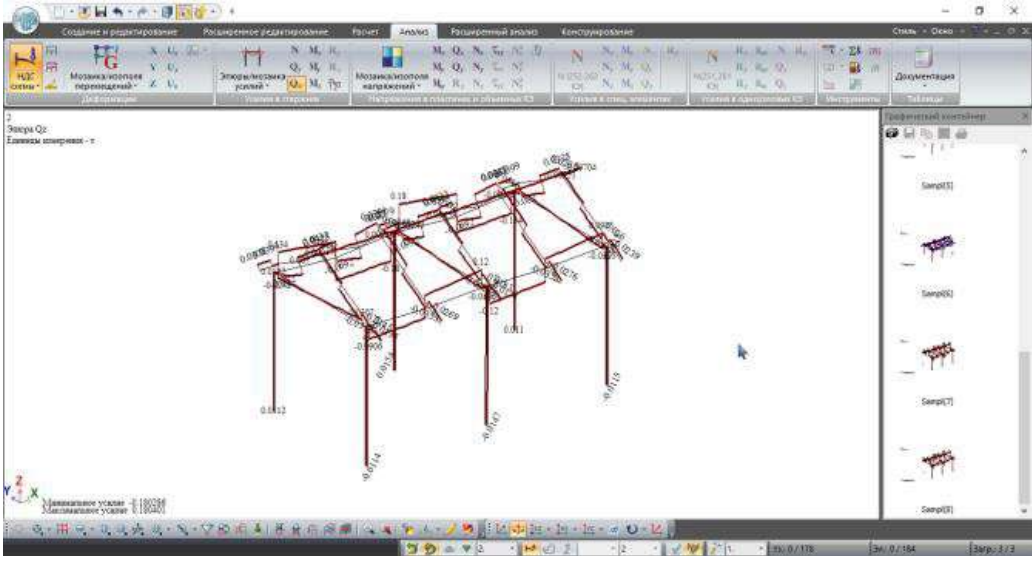


Рис.2.44. Епюра Qz (2) max=0.181 т

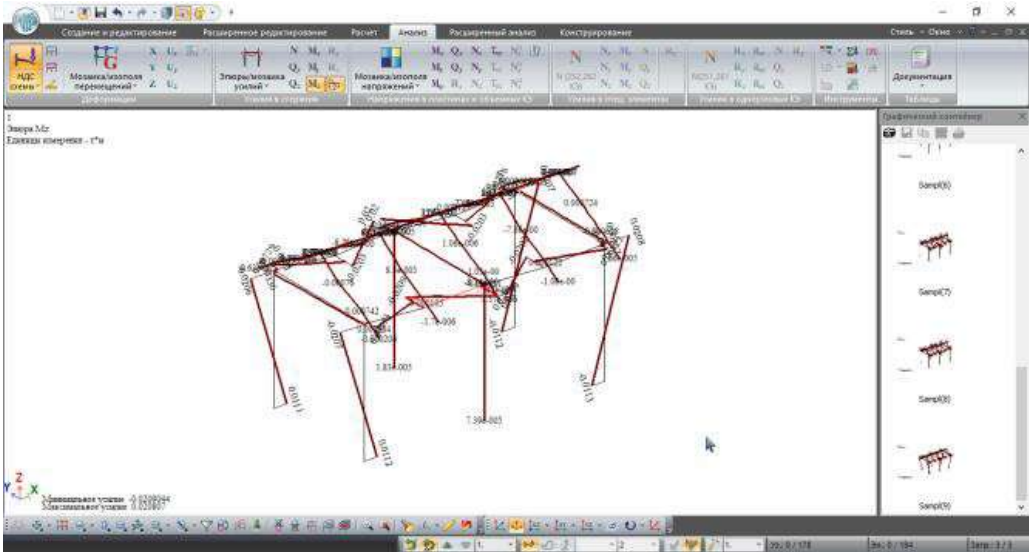


Рис.2.45. Епюра Mz (1) max=-0.021 т·м

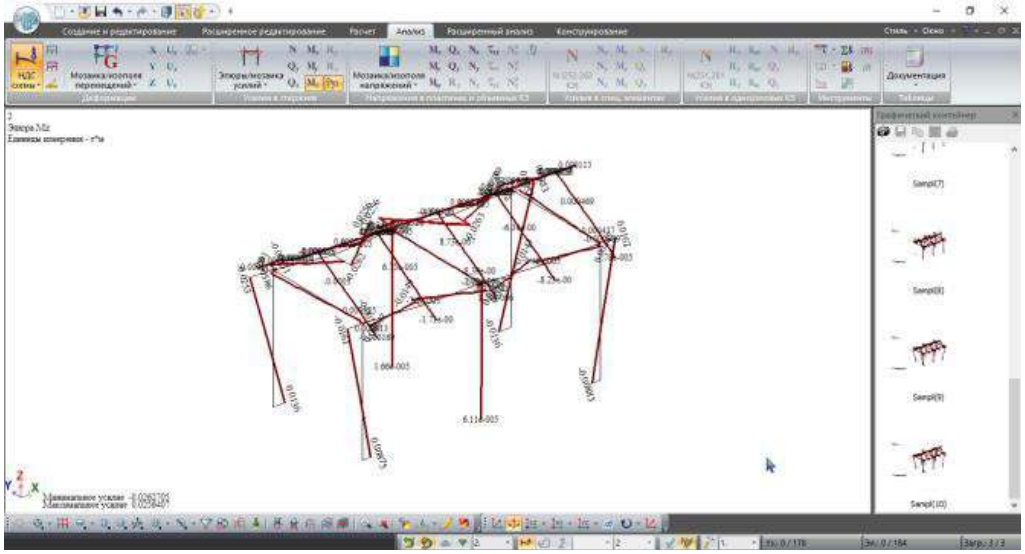


Рис.2.46. Епюра Mz (2) max=-0.026 т·м

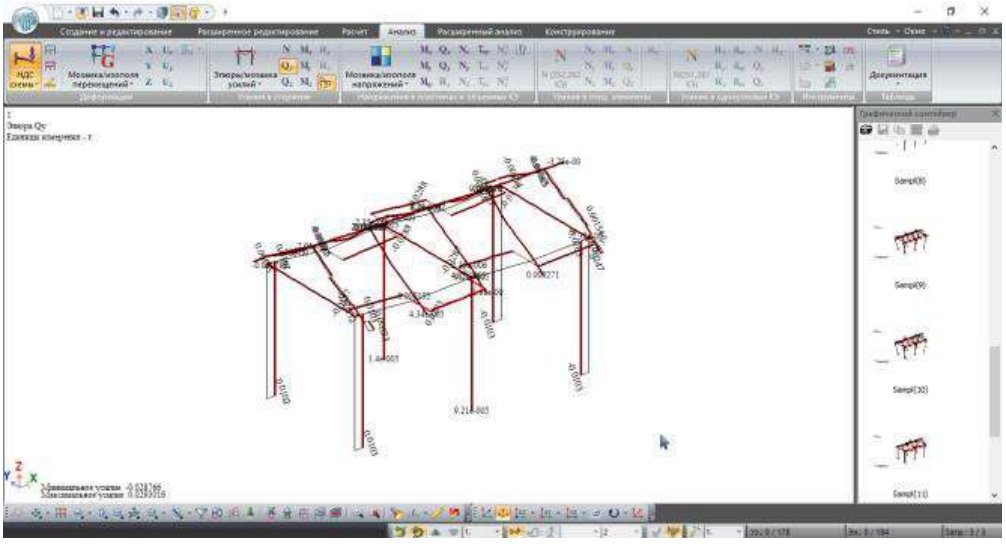


Рис.2.47. Епюра Qy (1) max=0.029 т

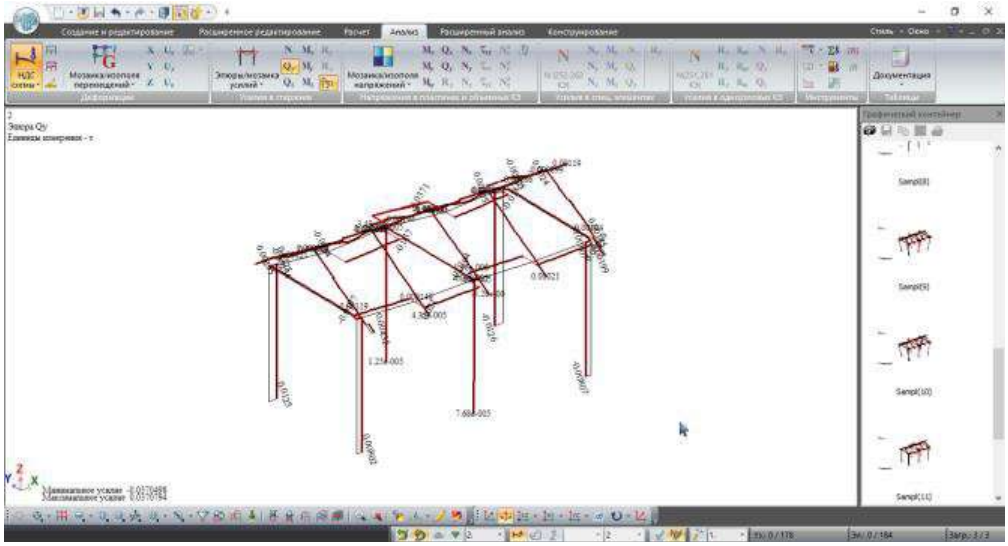


Рис.2.48. Епюра Qy (2) max=0.037 т

Цей приклад допоміг наочно відстежувати всі етапи створення та розрахунку будівельних конструкцій від архітектурної до конструктивної моделі та дає змогу архітектору, вже на етапі ескізного напрацювання своїх рішень, перевірити доцільність та функціонування обраних матеріалів, з яких виконуються певні конструктивні елементи. Саме архітектурні рішення формують подальший розвиток проєкту, як в формоутворюючому напрямку так і в виборі будівельних матеріалів, тому кожен архітектор обов'язково повинен пам'ятати формулу Марка Вітру́вія Полліо́ (лат. Marcus Vitruvius Pollio; I ст. до н.е.) – firmitas (міцність конструкції), utilitas (користь) та venustas (краса)!

Автор висловлює подяку за співробітництво над даним розділом колективу ООО "LIRA LAND" Україна, info@liraland.com.ua // www.liraland.com.ua

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Для яких завдань використовується ЛІРА-САПР?
2. В чому особливість застосування МОНОМАХ-САПР?
3. Чи доцільно використовувати САПФІР-3D як AutoCAD?
4. Які креслення можна виконати в ЕСПРІ?
5. Що таке «Архітектурна модель»?
6. Що таке «Аналітична модель»?
7. Що таке «Розрахункова схема»?
8. Що таке «Метод Скінченних Елементів»?
9. Що таке 1-й граничний стан матеріалу конструкції?
10. Що таке 2-й граничний стан матеріалу конструкції?
11. Яка суть використання формату даних IFC?
12. У чому відмінність передачі моделі на розрахунок через формат S2L, ніж формат даних IFC?
13. Де проводиться контроль результатів розрахунку?

Література

1. ЛІРА-САПР // www.liraland.ua / Книги : Електронні посібники (Ліра, Мономах, Сапфир, програми для розрахунку та проектування конструкцій, Программні комплекси ЛІРА-САПР.

2. ЛІРА-САПР - для студентів і самостійного вивчення //www.liraland.ua /services / forstudents/
3. Барабаш М.С., Сорока М.М., Сур'янінов М.Г. Нелінійна будівельна механіка з ПК ЛІРА САПР: Монографія. – Одеса: Екологія, 2018. – 248 с.
4. Нелінійна будівельна механіка з ПК ЛІРА-САПР/ Моделювання та розрахунок будівельних конструкцій // www.liraland.ua /
5. ЛІРА-САПР — BIM інтеграція (Технологія інформаційного моделювання в ПК ЛІРА-САПР) // www.liraland.ua /
6. Шкала армування. ЛІРА-САПР 2024 R1 // www.liraland.ua /
7. Городецький А.С. До розрахунку тонкостінних залізобетонних конструкцій в непружній стадії // Збірник праць НДІБК "Будівельні конструкції". – К.:Будівельник, 1965. – №3.
8. Барабаш М.С., Гензерський Ю.В. Комп'ютерне моделювання процесів життєвого циклу конструкцій // Містобудування та територіальне планування: наук. техн. зб. – К.: КНУБА, 2013. – № 47. – С. 83-89.
9. Левченко О.В., Барабаш М.С. Мета та завдання курсу "Інформаційні технології сучасного архітектурного конструювання" для студентів спеціальності "Архітектура будівель і споруд" // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.- техн. збірник. – К.: КНУБА, 2012. – Вип.29. – С.187-196.
10. Левченко О.В. Використання формату IFC в технології BIM "Інформаційні технології сучасного архітектурного конструювання" // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2015. – Вип.39. – С.106-111.
11. Левченко О.В. BIM – стандарт проєктної організації // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2018. – Вип.50. – С.65-69.
12. Вітрувій – Wiki: [Електронний ресурс]: https://wikipedia.org/wiki/Вітрувій

АВТОРИ РОЗДІЛУ 3 – ALLPLAN



Левченко Олексій Вікторович

Кандидат архітектури, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі Архітектурного факультету Київського національного університету будівництва і архітектури.
Сфера наукових та практичних інтересів – BIM, інформаційні технології в архітектурі та будівництві, моделювання і розрахунок будівельних конструкцій на засадах методу скінченних елементів (МСЕ), OpenBIM інтероперабельність, стандартифікація та уніфікація на базі Industry Foundation Classes (IFC).

Розділ 3. ALLPLAN

Система автоматизованого проєктування, створена компанією Nemetschek Allplan Systems GmbH, Nemetschek Group. Залежно від потреби кожного користувача в Allplan формується набір засобів та інструментів для розробки проєктної документації від BIM-моделі (Building Information Model) до альбому проєктної документації. Актуальна версія на офіційному сайті - https://www.allplan.com/en/ та http://www.allbau-software.de (Windows x64).

3.1. Функція та призначення програми

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій в архітектурному та будівельному проєктуванні, з позиції BIM-технологій (Building Information Modeling або Building Information Model), реалізований найкращим чином в Allplan (Nemetschek Group) у напрямку формування єдиного проєкту, який включає усі необхідні дані і графічні матеріали. Додатково програма формує набір даних для перевірки проєкту в експертних системах та поєднання з хмарним сервісом Bimplus для суміжного опрацювання та погодження проєктних рішень.

Allplan – програмне рішення для кожного з етапів життєвого циклу будівельного об’єкта: від початкового ескізу до готової проєктної документації і далі на весь життєвий цикл будівельного об’єкта. Функції програми Allplan надзвичайно широкі. Цільова аудиторія – фахівці в архітектурно-будівельному проєктуванні та дизайні, а також оцінці вартості та експлуатації об’єкта.

Один програмний продукт може забезпечити повністю роботу проєктної організації у всіх підрозділах: архітектурному, конструкторському, інженерних системах, генплані та інших, зокрема зв’язок з додатками створення кошторисів і розрахунку будівельних конструкцій.

Особливість продукту полягає в тому, що у загальне середовище програми (Ядро Allplan) підключається необхідна кількість модулів з їх функціональністю, завдяки чому немає потреби перетворювати або конвертувати проєкт і зберігається зворотний зв’язок між усіма розділами в процесі опрацювання BIM-моделі зі створення проєкту та розподілу завдань.

Ядро Allplan з модулями: Модулі загального призначення; Додаткові модулі; Архітектура; Конструювання; Види, Розрізи, Деталі; Енергія; Генплан; Візуалізація; Frilo Статика; Інженерні системи будівель; Вироби, виробники; Деталі доріг; Локалізація (Авторизований партнер Allplan – Allbau Software GmbH http://www.allbau-software.de).

Деякі напрямки виведені в додатки або модулі, які можуть використовуватися окремо, а працювати у прямій залежності із Allplan: Allplan BCM – будівельні об’єми і оцінка вартості в кошторисних програмах, сертифікованих у кожному регіоні; Allplan Allfa – керування нерухомістю; Allplan Planbar – проєктування пов’язане з виробництвом збірного залізобетону і логістикою.

3.2. Історія виникнення, автори

Заснована компанія у 1963 році професором Георгом Немечеком. У той час вона мала назву «Конструкторське бюро для будівельної галузі», основним напрямком діяльності якої було проєктування несучих конструкцій. Це бюро одним із перших серед підприємств даної галузі, почало використовувати ЕОМ у своїй діяльності і розробило програмне забезпечення для власних потреб. Кількість методів розрахунку постійно збільшувалась.

З 1984 року основним продуктом для архітекторів та інженерів стала система Allplan від Programmsystem GmbH. На ринку з'явилося перше рішення для САПР ALLPLAN 1.0, і вже за його допомогою проєктувальники змогли моделювати будівлі у тривимірному просторі. А з 1988 року Allplan, як преміальний продукт, стає назвою дочірнього підприємства Nemetschek Allplan GmbH. У 1997 році Nemetschek представляє платформу, керовану базою даних O.P.E.N., відомою нині як BIM-технологія.

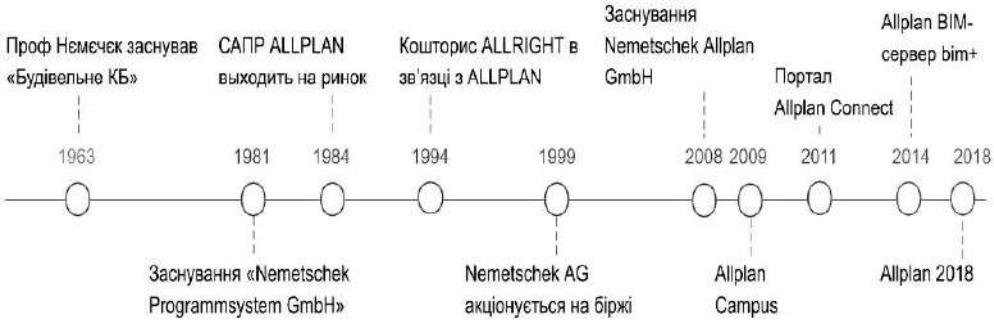
У 2005 році засновано Precast Software Engineering (Раніше Nemetschek Engineering), який зберігає лідерство серед додатків у використанні комплексних рішень по збірному залізобетону, проєктуванню та виробництву.

У 2006 році відбулося прогнозоване розширення в напрямку угорської Graphisoft і бельгійської SCIA International, що сприяло взаємному збагаченню продуктів, а група компаній Немечек (Nemetschek Group) стала провідним виробником програмного забезпечення для AEC (архітектури, будівництва, інженерії) в Європі. Нині, це провідний розробник програмного забезпечення для IAI (International Alliance for Interoperability). Цей альянс організацій спрямований на підвищення продуктивності й ефективності в будівельній індустрії та індустрії управління виробничими потужностями. Група компаній Немечек входить, крім того, у велику кількість професійних об'єднань, є членом союзу BuildingSMART і Німецького товариства екологічного будівництва (DGNB).

Тепер, Nemetschek Group – провідний світовий розробник програмного забезпечення для Open BIM і 4-7D-BIM проєктування.



Професор Георг Немечек



Розвиток комплексного рішення для усіх учасників проєктно-виробничого процесу в будівництві – Allplan

3.3. Приклад задач, які розв'язуються

Необхідно зазначити, що найбільш зручним для користувача буде адаптований інструмент для роботи відповідно до прийнятих норм і правил у заданому регіоні, державі, підприємстві або співтоваристві.

Так, перша локалізована версія Allplan з'явилася у 1998 році. При цьому програма була не тільки перекладена, але і максимально наближена до діючих нормативів, доповнена бібліотеками елементів, які відповідають стандартам в архітектурно-будівельної діяльності. І нині компанія Allbau Software GmbH (http://www.allbau-software.de), Німеччина, генеральний партнер Allplan GmbH, Precast Engineering Software GmbH (Nemetschek Group) і ESS EDV Software Service, під керівництвом Володимира Шкатова, постійно приймає локалізовані комплексні рішення для будівельної галузі, здійснює технічну підтримку користувачів і розробку програмного забезпечення як окремих продуктів, так і додатків до Allplan та інших продуктів Nemetschek Group.

Кількість програм, які входять до Nemetschek Group, постійно розширюється і охоплює всі види «дизайнерської» діяльності. З 2008 року Nemetschek Group функціонує як холдингова

компанія і здійснює діяльність в чотирьох сферах: планування (архітектурні та інженерні споруди), будівництво, експлуатація та мультимедіа. Під загальним керівництвом холдингу досить незалежно реалізуються 12 торгових марок продуктів, новаторські розробки кожної з них плавно перетікають у проривні рішення в кожному окремому продукті. Сучасна структура підрозділів Nemetschek Group включає:

Nemetschek Allplan GmbH
Nemetschek Bluebeam Software GmbH
Nemetschek Crem Solutions GmbH & Co. KG
Nemetschek Data Design System AS
Nemetschek Frilo Software GmbH
Nemetschek Graphisoft SE
Nemetschek Maxon Computer GmbH
Nemetschek Nevaris Bausoftware GmbH
Nemetschek Precast Software GmbH
Nemetschek Scia Software Inc.
Nemetschek Solibri Inc.
Nemetschek Vectorworks Inc.

Для зручності вивчення продуктів Nemetschek був створений Allplan Campus. На порталі Allplan Campus (https://campus.allplan.com/en.html) можна завантажити актуальну версію програми і зареєструвати її як студентську, а мережева студентська версія доступна тільки для навчальних закладів.

Студентська версія за функціональними можливостями нічим не відрізняється від комерційної, але немає можливості передати проєкт із студентської версії на комерційну версію і навпаки.

Взаємодія програмного додатка Allplan можлива з безліччю інших програм. Пакет підтримує велику кількість форматів файлів як для імпорту, так і експорту проєкту або його частини:

Імпорт: **.dwg; *.dwt; *.dxb; *.dxf; *.dgn; *.svg; *.ncb; *.ifc; 2d/3d-pdf; *.c4d; *.wrl; *.stl; *.skp; *.3dm*

Експорт: **.dwg; *.dw; *.dxb; *.dxf; *.dgn; *.hpgl2; *.ncb; *.ifc; 2d/3d-pdf; *.c4d; *.wrl; *.x3d; *.3ds; *.u3d; *.msx; *.stl; *.skp; *.3dm; *.dae*

Також до переваг системи Allplan необхідно віднести інтеграцію з «хмарним» сервісом безпосередньо з робочого простору моделі Allplan і таким сервісом є Bimplus (https://portal.bimplus.net/). Як відкрита платформа, Bimplus надає середовище для передових проєктувальників і забудовників, які бажають розширити програми та сервіси, пов'язані з BIM-технологіями у будівництві. Платформа Bimplus створювалася як основне місце зберігання будівельної інформації і центр управління будь-яким будівельним проєктом.

З Allplan Bimplus ви можете об'єднати фрагменти моделі від різних фахівців, а потім проаналізувати їх. Єдина група учасників забезпечує ефективне управління завданнями і легкий доступ до Allplan Bimplus за допомогою мобільних пристроїв, які дають змогу працювати незалежно від місця розташування. Користувачі отримують вигоду від економічної і поліпшеної якості даних, визначаючи розбіжності в проєкті на ранньому етапі і усуваючи їх до початку будівельних робіт. Перевага Bimplus допомагає включати дані з будь-якого програмного забезпечення для будівельної індустрії через інтерфейс для програмування. Інформація об'єднана в центральній координаційній моделі і представлена візуально.

Поступова зміна парадигми від 2D-креслення до об'єктно-орієнтованого інтелектуального 3D-моделювання будівель почалася з використання САПР для створення креслень за допомогою комп'ютерів і була посилена далі складнішими додатками. Тому обмін даними постійно збільшує свою значимість, а теми Інформаційного Моделювання Будівель (Building Information Modeling - BIM) і відкритості BIM для зведення всіх значних видів інформації в центральну координуючу модель будівлі в багатьох проєктах перетворилися на спеціалізовані стандарти.

BIM – це цифровий метод роботи для будівельної галузі. BIM створює додаткову

вартість в ході цілеспрямованої взаємодії людей, процесів та інструментів протягом усього життєвого циклу будівельного об'єкта. Отже, проєкт будівельного об'єкта виграє в прозорості, якості, надійності, скороченні витрат і термінів.

BIM – модель, яка являє собою певний тип бази даних (рис.3.1), котра містить всі пов'язані з проєктом або будівлею графічні, геометричні та алфавітно-цифрові параметри і коди, і доступний всім учасникам проєкту. Всі нововведення, зміни і подальший розвиток інтегрується в цю модель. Це досягається, по-перше, за рахунок графічного і геометричного створення і зміни конструктивних і архітектурних елементів, і, по-друге, за рахунок додавання і налаштування інформації у формі властивостей і атрибутів. Актуальним є автоматизація заповнення атрибутів з властивостей елемента.



Рис.3.1. BIM-модель взаємодії

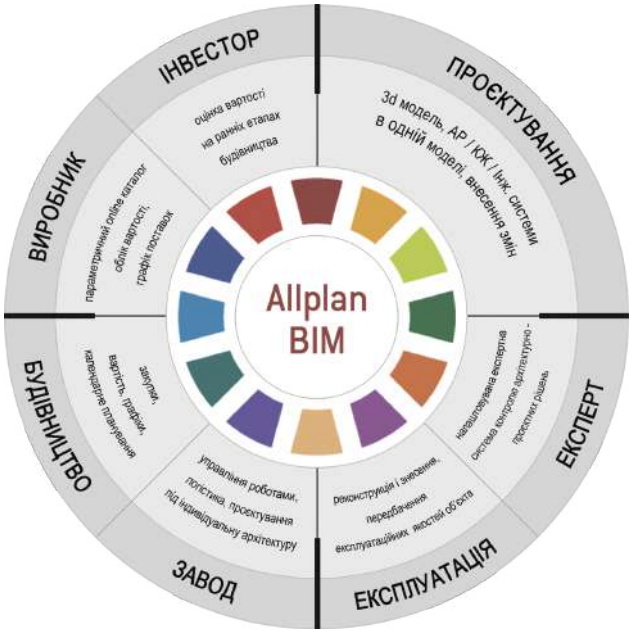


Рис.3.2. BIM 4-7D в Allplan

У своїй основній структурі BIM-модель створюється за допомогою проєктної роботи архітекторів. Надалі туди надходять за допомогою змін, налаштувань і розширень при моделюванні, орієнтованому на елементи, види інформації та об'єкти з різних сторін інженерних спеціальностей, які об'єднуються в загальний комплекс (рис.3.1):

- Архітектура;
- Статика (розрахунки на міцність);
- Інженерні системи;
- Будівництво;
- Управління нерухомістю, експлуатація

Allplan допускає багато шляхів виконання того чи іншого завдання, також, як і багато принципів роботи над проєктом: від роботи з інтелектуальними будівельними елементами, комплексної роботи різних розділів одночасно, віртуальною моделлю з урахуванням витрат і часу (BIM 4D та 5D), до повного життєвого циклу будівлі (BIM 6D та 7D). Різні способи роботи можна поєднувати будь-яким способом залежно від поставленої мети (рис.3.2).

Інтеграція на основі загальної моделі, в Bimplus (рис.3.3) або Allplan, також надає можливість значного спрощення будівельних процесів. Розділи в процесі проєктування працюють в Allplan злагоджено. Несуча спроможність, енергоефективність, витрати на будівництво і експлуатацію, календарні плани узгоджуються завдяки розробкам Nemetschek і Allbau Software за моделями проєктувальника, як і в реальному об'єкті, а календарний план візуалізується на моделі – в Allplan або в «хмарі» Bimplus.

Дані, отримані в Allplan і Precast (Planbar), керують роботизованими будівельними виробництвами – бетонним, арматурним тощо. Отже, відбувається інтеграція проєктування не тільки з виробництвом, а й логістикою й економікою індустріального будівництва.



Рис.3.3. Bimplus

Швидким індустріальним методом стає проєктування і будування параметризованої архітектури. Allplan є об'єктно-орієнтованою системою, як і сучасні підходи і методи в об'єктно-орієнтованому програмуванні в IT. Завдяки цьому кожен елемент моделі успадковує властивості, налаштовані в проєкті, його каталогах і решті специфікацій та бібліотек. Всі елементи мають ряд властивостей – атрибутів як для проєкту в цілому, так і для окремих елементів (Стіна, Колона, Балка, Перекриття...). Все оформлення креслень і основні написи заповнюються автоматично з атрибутів конкретного елемента або проєкта.

Розширені відомості, розрахунки об'ємів і специфікації з графічним представленням можуть генеруватися автоматично і розміщуватися на кресленнях або спрямовується для аналізу витрат в кошторисні системи, ERP системи (1С, MS Project тощо), в Excel і будь-які клієнтські програми (рис. 3.4). Allplan це одна з небагатьох BIM-систем, у якій ведеться підрахунок будівельних обсягів, сертифікований німецькою службою технічного контролю TÜV SÜD.

Завдяки вдосконаленим інструментам для адміністрування мережі і модулю управління роботою в групі, Allplan є ідеальним робочим середовищем як для індивідуального проєктувальника, так і для великої команди, зокрема розташованих в різних місцях світу. Наявність окремих елементів моделі дає змогу відокремити збирання звітності за атрибутивною частиною BIM-моделі, оновлення значень параметрів можливе тільки у випадку, коли BIM-компоненти в моделі впливають одне на одного.

Саме тестування BIM-додатків на відповідність отримання будівельних об'ємів допомагає визнати Allplan найкращим додатком не тільки для архітекторів, а й для інженерів, особливо для технологів із будівництва та кошторисників.

Основа колективної роботи – багатофайлова структура проєкту, в якій файли моделі різних розділів можуть бути відкриті одночасно, їх можна бачити «наскрізь», а на сервері можна зробити спільні налаштування:

- ієрархічний контроль доступу і перевірка інформації в групах за розділами;
- шаблони структур типових проєктів;
- оновлення інформації на всіх робочих місцях з мережевого проєкту;
- графічні корпоративні стандарти проєктування у вигляді асистентів.

Загальноприйняті архітектурні елементи Allplan вже давно мають інтелект, вони «знають» і «відчувають» один одного.

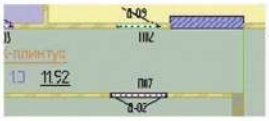
ALLPLAN

Room geometry

Project:
Created by:
Date / time:
Note:

Name	Function	Base area [m²]	Volume [m³]	Outline [m]
3.04	Коридор	12,136	33,737	21,270



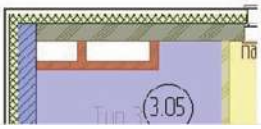


	Object name	Material	Quantity
Finish	Vertical surface	Декоративна штукатурка	45,420 м2
	Vertical surface	Фарбування	45,420 м2
	Vertical surface	Шпаклівка	45,420 м2
	Vertical surface	Штукатурка	15,220 м2
	Vertical surface	Шпаклівка	12,136 м2
	Vertical surface	Штукатурка	12,136 м2
	Floor surface	Ізоляція від ударного шуму	12,414 м2
	Floor surface	Маяки	12,414 м2
	Floor surface	Плитка	12,414 м2
	Floor surface	Теплоізоляція	12,414 м2

302	Лоджия



Санвузол	5,908	16,423	10,300



	Object name	Material	Quantity
Inventory	Window, smart symbol + SmartPart	FFC-F04\	-1,766 м2
Openings	Window opening	01.02	1,000

Рис.3.4. Звіт облаштування приміщень

Наприклад, при додаванні дверного чи віконного прорізу стіна автоматично пробиває для нього отвір, при зміні нахилу покрівлі стіни залишаються під неї підрізаними, мансардні вікна залишаться в площині покрівлі, а при стикуванні однієї стіни до іншої в кошторис автоматично додаються додаткові дані. Диспетчер поверхової моделі будівлі дозволяє збільшити висоту всіх поверхів висотного будинку або змінити товщину всіх перекриттів, при цьому висота стін, пов'язаних з висотою поверху, автоматично зміниться, а як наслідок – оновляться і всі специфікації.

Щоб коректно відображати цей мінливий світ архітектурно-будівельних елементів з його взаємодіями, Allplan пропонує спеціальні інструменти – SmartParts і PythonParts, це інтелектуальні об'єкти з програмованою поведінкою. Поведінка даних параметричних об'єктів Allplan програмується користувачем і зберігається як набір скриптів всередині самого об'єкта. За допомогою них можна створювати різні 2D- і 3D-об'єкти, які можна змінювати, задаючи передбачені скриптом параметри або потягнувши за «ручки». Скрипти базуються на поширених мовах програмування, наприклад Python. Об'єкти можуть включати армування і допускають підключення зовнішніх програм, наприклад розрахункових.

Інтелектуальне армування Allplan забезпечує різні способи отримання арматурних креслень. Можна використовувати об'ємне або пласке розташування арматури, залежно від основних даних, наявних у проєкті. Модуль «Види, Розрізи, Деталі» формує види і розрізи для автоматичного об'ємного введення арматури, досягаючи необхідних результатів, шляхом параметричне розташування арматурних стрижнів щодо опалубки (рис.3.5). Все армування виконано в 3D і в будь-який момент запозичується для редагування, а зміни відобразяться на кресленнях і специфікаціях автоматично.

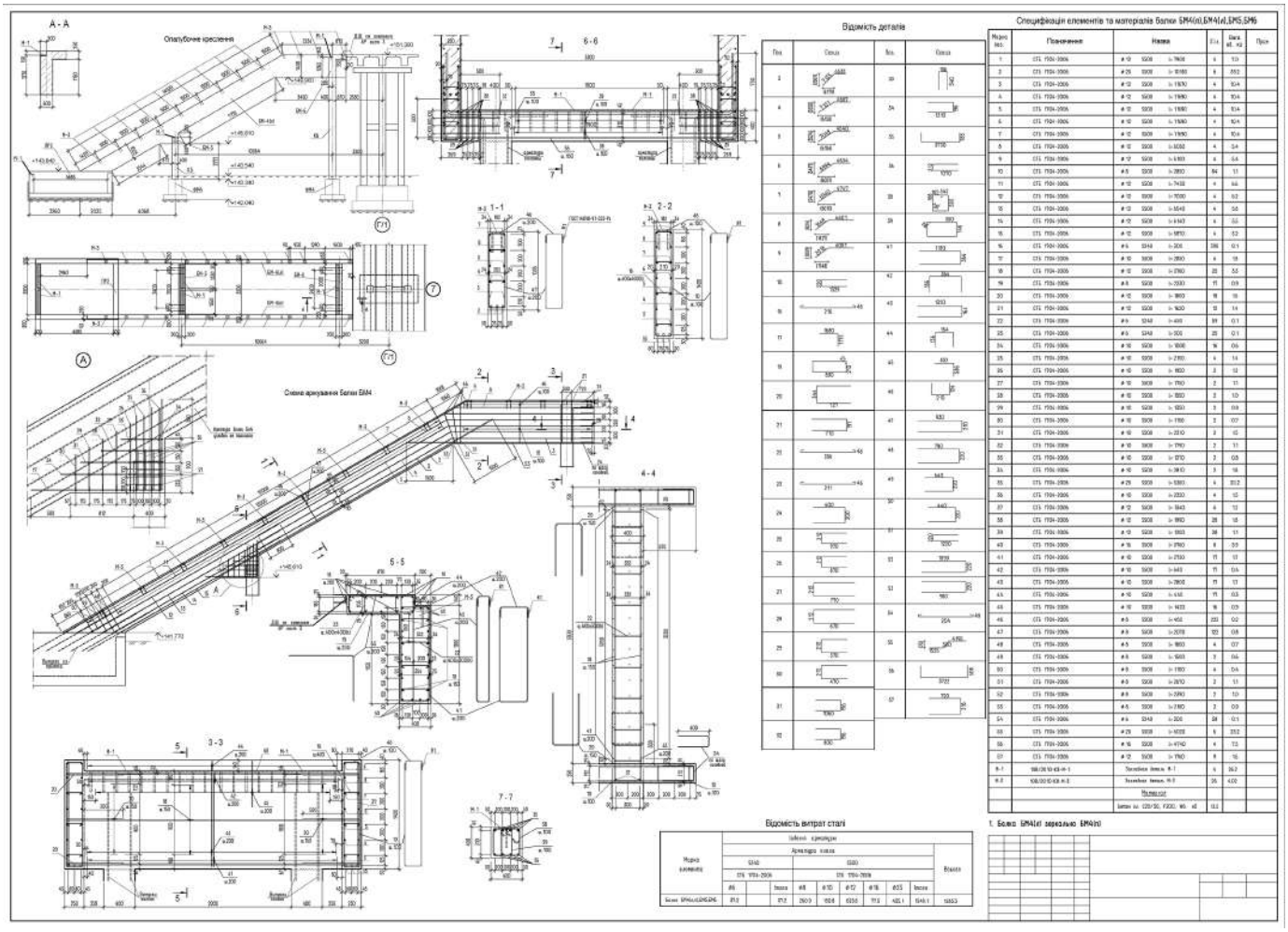


Рис.3.5. Компонування креслення з відомостями і експлікаціями

Основні переваги інтелектуального параметричного армування в середовищі Allplan (рис.3.6):

1. Наочне визначення будь-яких елементів інтелектуального армування;
2. Швидке армування стандартних деталей з мінімумом уведення даних;
3. Армування стрижнями, сітками і просторовими каркасами (які можуть складатися з стрижнів, сіток зі закладних деталей);
4. Автоматичне отримання специфікацій арматури згідно з нормативами (специфікації стрижнів і каркасів, відомість деталей, відомість витрати сталі, елементів гнутого армування);
5. Автоматичний облік конструктивних характеристик – вигини потрібної форми, анкерування та нахлисту стрижнів тощо, також згідно з нормами України;
6. Автоматична зміна арматури і всіх написів і розмірів на кресленнях при модифікаціях моделі;
7. Перевірка зіткнень арматури – колізії розміщення стрижнів;
8. Зручне введення і модифікація через панелі властивостей безпосередньо в плані або в 3D- вигляді (всі мають однаковий пріоритет);
9. Розміщення стрижнів і деталей уздовж довільного шляху, зокрема й зі зміною їх форми;
10. Автоматичне завдання однакових номерів позицій для елементів арматури з однаковими характеристиками;
11. Зручне 3D-розміщення закладних елементів з бібліотек нормованих деталей і каталогів виробника (рис.3.7).

Конструювання завдяки точним розрахункам – це скорочення витрат і термінів сучасного будівництва, поліпшення взаємодії розрізнених команд.

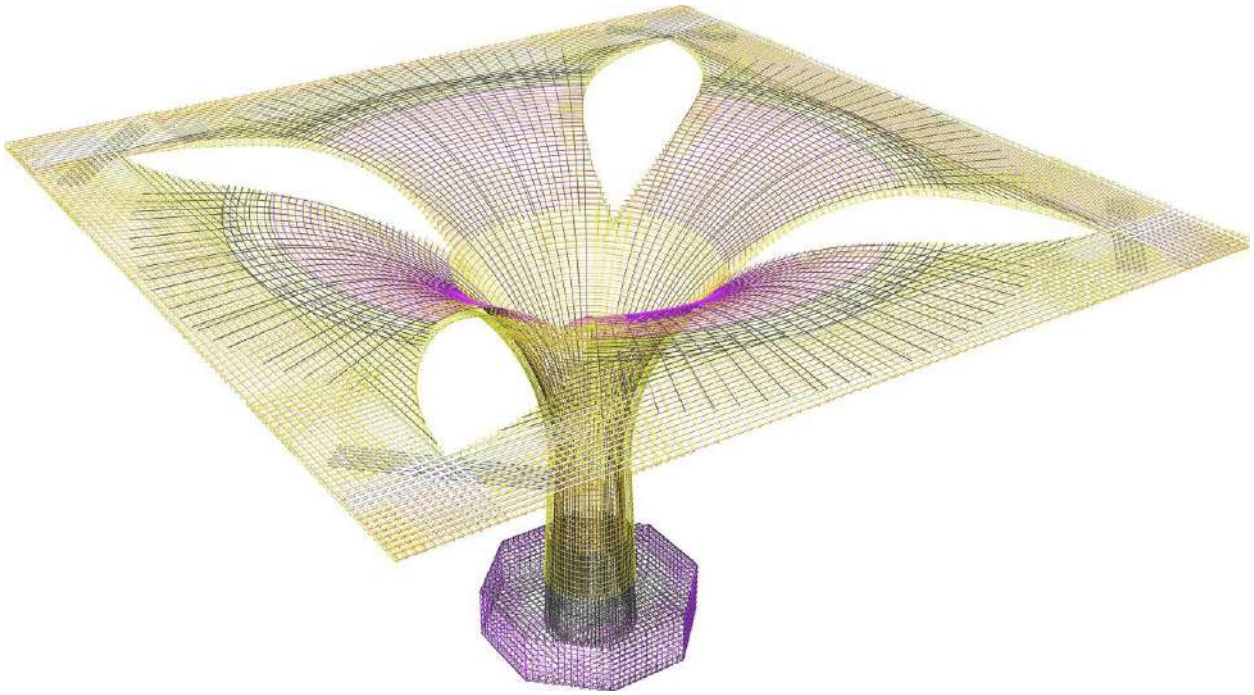


Рис.3.6. Інтелектуальне армування в середовищі Allplan

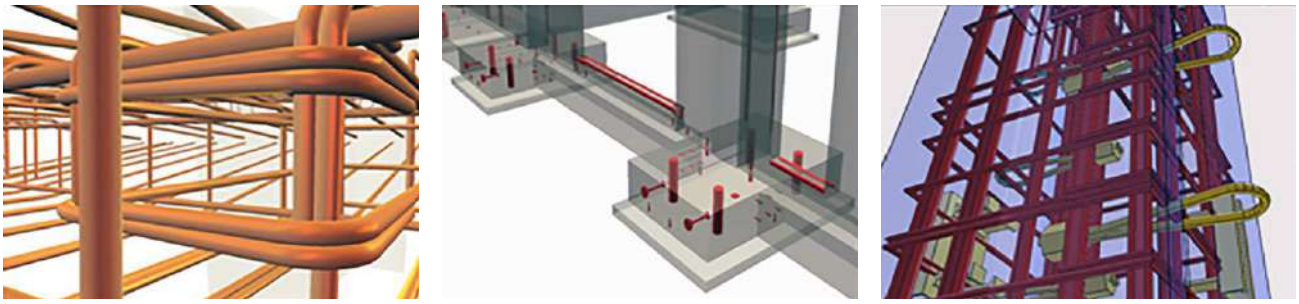


Рис.3.7. Розміщення арматури і закладних деталей в середовищі Allplan

У плагінах до Allplan від Allbau Software архітектурна модель автоматизовано перетворюється на розрахункову, формуючи пластинчасто-стрижневу систему з несучих елементів. Після цього розрахункова модель зі збереженням властивостей об'єктів автоматично передається в розрахункові програми, зокрема такі як SCAD, ЛІРА-САПР, САПФІР, STARK-ES тощо. За результатами розрахунку перекриттів і стін в Allplan може бути автоматично укладено армування, з хомутами та закладними елементами.

Allplan Інженерні системи будівель, являє собою інтегрований модуль для розрахунку і проєктування будь-яких інженерних систем: ОВ, ВК, ЕО. Енергоефективність проєкту розраховується в Allplan Інженерні системи безпосередньо по архітектурній моделі (рис.3.8). Енергетичний паспорт будівлі може видаватися безпосередньо з Allplan або «хмарної» платформи Bimplus.

Для цього з Allplan запозичуються приміщення. Буде створена відомість поверхів/приміщень, де збережені всі дані про приміщення (огороджувальні конструкції, їх орієнтація, температура в приміщенні та інше). Ця відомість необхідна для розрахунку тепловтрат через огороджувальні конструкції будівлі, а також використовується для передачі даних про розрахованих тепловтратах на друк і у формат таблиць Excel.

Автоматичне конструювання, гідравлічна ув'язка і визначення розмірів здійснюється автоматично, достатньо задати вісь траси і програма сама зв'яже точки навантаження з елементами траси, визначить перетини, фасонні частини і збалансує систему. Формування

прорізів в місцях проходження комунікацій здійснюються автоматично, завдяки плагінам.

Інтелектуальні об’єкти в бібліотеці Allplan надають швидкий і інтуїтивний доступ до елементів інженерного обладнання. Розміри радіаторів обираються з бази виробників автоматично, відповідно до енергетичних потреб, розрахованих за архітектурною моделлю, і розміщуються у всіх приміщеннях будівлі під зовнішніми вікнами. Будь-який об’єкт забезпечений інформацією, необхідною для розрахунків, використовується для отримання специфікацій та видачі даних на кошторисні системи.

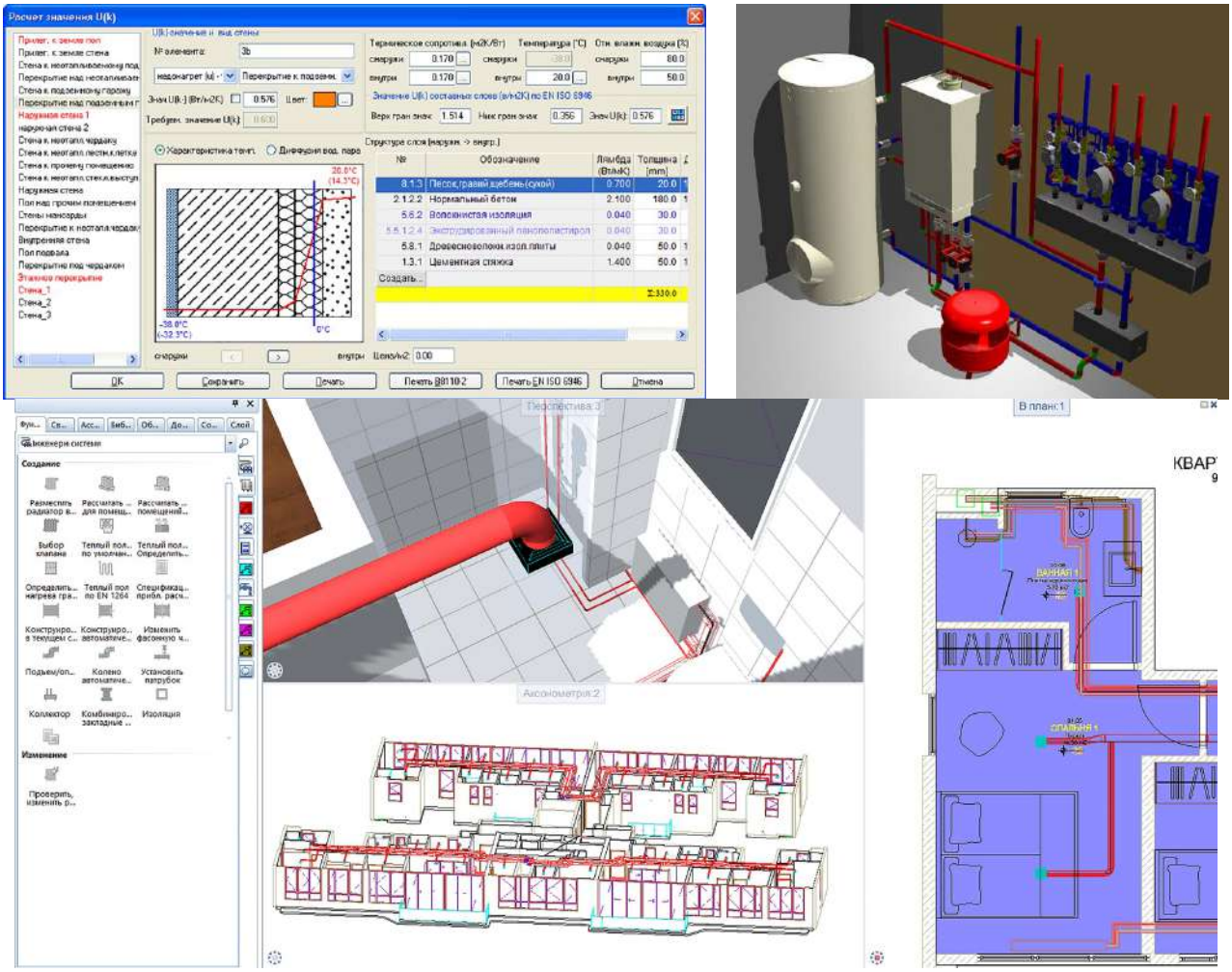


Рис.3.8. ОВ, ВК і ЕО

Модуль ГЕО в Allplan базується на алгоритмі ЦММ. Цифрова модель місцевості (ЦММ) є багатофункціональним інструментом, який є основою для всіх стадій вертикального планування ділянки, дорожньої мережі та благоустрою території, створення креслень, відображення і розрахунку котлованів і насипів, представлення рельєфу місцевості у тривимірному просторі. Основні можливості модуля ГЕО (рис.3.9):

1. Імпорт і експорт файлів з точками місцевості з тахеометрів будь-якого типу, координат журналу зйомки або в векторних форматах даних;
2. Автоматичне зв’язування точок у мережу тріангуляції, побудова горизонталей, розрахунок ухилів, котлованів і насипів;
3. Автоматичні розрізи, профілі місцевості поздовжні, поперечні, зокрема і за кривими – за центральною віссю траси;
4. Посадка будівель і об’єктів на рельєф;
5. Розрахунки «земляних мас» на базі «червоної» і «чорної» ЦММ;
6. Видача картограми земляних робіт;
7. Створення презентацій забудови на впорядкованому рельєфі;
8. Використовується для проєктування протяжних конструкцій (мости і тунелі).



Рис.3.9. Модуль ГЕО

Design2Cost від Nemetschek забезпечує прозорий зв’язок будівельних креслень і кошторисів, а за рахунок цього збільшується оперативність у підрахунку витрат. Програма, за допомогою структурованого опису, створює прямий зв'язок між будь-якою кошторисною системою та Allplan:

1. Інвестор з Design2Cost має можливість вибору проєктних рішень за економічними критеріями;
2. Проєктувальник отримує ефективне використання площ і моніторинг витрат;
3. Підрядник може калькулювати тендерні пропозиції швидше і точніше.

Будівельні об’єми, отримані швидко і надійно навіть із найкреативніших об’єктів, використовуються далі в специфікаціях, кошторисах, ТЕО, графіку фінансування та логістиці матеріалів, і ERP системах, наприклад 1С. Метод Design2Cost базується на трьох складових: метод, інструмент, локалізоване наповнення бази розцінок і фрагментів за країнами або регіонами. Вони включають формули для обчислень об'ємів відповідно до умов проєктно-кошторисного підрахунку, а також умови для підбору кодів обґрунтувань відповідно до кошторисних нормативів, і дає змогу виконати розрахунок одного проєкту для різних умов нормування (рис.3.10).

Уже на етапі ескізу можна оцінити витрати не тільки на загальнобудівельні та оздоблювальні роботи, а й на конструктив і інженерні системи – наприклад, для ТЕО і уточнення ціни перед тендером. Найдоцільніше заздалегідь, до початку проєктувальникам і кошторисникам домовитися про перелік основних конструкцій і робіт, але можливо і подальше доповнення моделі проєктувальника (зокрема, отриманої не з Allplan).



Рис.3.10. Підхід у проєктуванні Design2Cost

Зв’язок структури проєкту, узгодженої з Design2Cost і результатами календарного планування з MS Project, Primavera, АВС Акорд вноситься у BIM модель. Після цього засобами Allplan або в «хмаринці» Bimplus можна візуалізувати процес будівництва за результатами календарного планування, а також побачити розбіжність «план-факт» (рис.3.11).

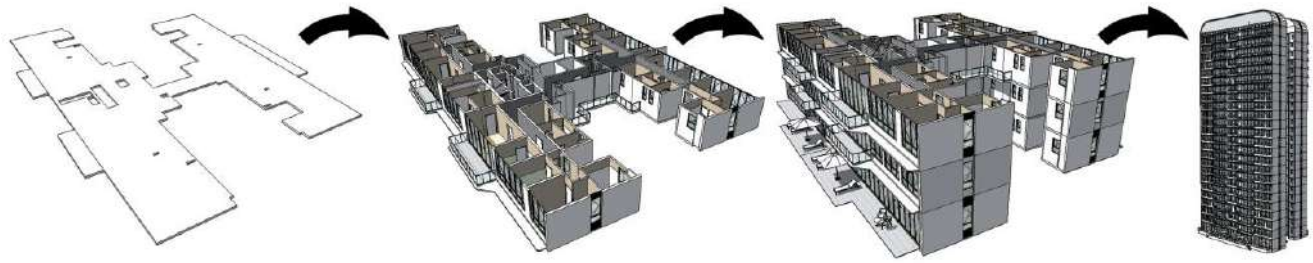


Рис.3.11. Етапи будівництва за календарним планом

Завдання розподілу отриманих із моделей обсягів за кошторисною структурою оптимально виконаною в Allplan, застосування методу Design2Cost може скоротити час розрахунків обсягів та вартості на 50 – 70 %, за рахунок автоматичного добору розцінок, розрахунку обсягів та введення даних у кошторисні системи або модуль ТЕО.

Зрозуміло, що для коректного використання типових рішень у використанні методу Design2Cost в програмному пакеті передбачено збереження шаблонних рішень, які розташовані на вкладці «Асистенти». За наявності достатньої кількості таких рішень, «Асистентів», формується особистий шаблон у програмі, який надалі виділяється в окремі налаштування – «Шаблон BIM», як стандарт проєктної організації.

Шаблон BIM проєктів в Allplan – це якість, точність, швидкість і правильна послідовність проєктування, використання «Асистентів» як уніфікованих вузлів і рішень (рис.3.12). Шаблон проєкту – це інсталяційний файл прикладів проєкту за кількома розділами, набору контенту, які пояснюють текстові та відеоматеріали до нього, які в майбутньому стануть основою для створення проєктів.

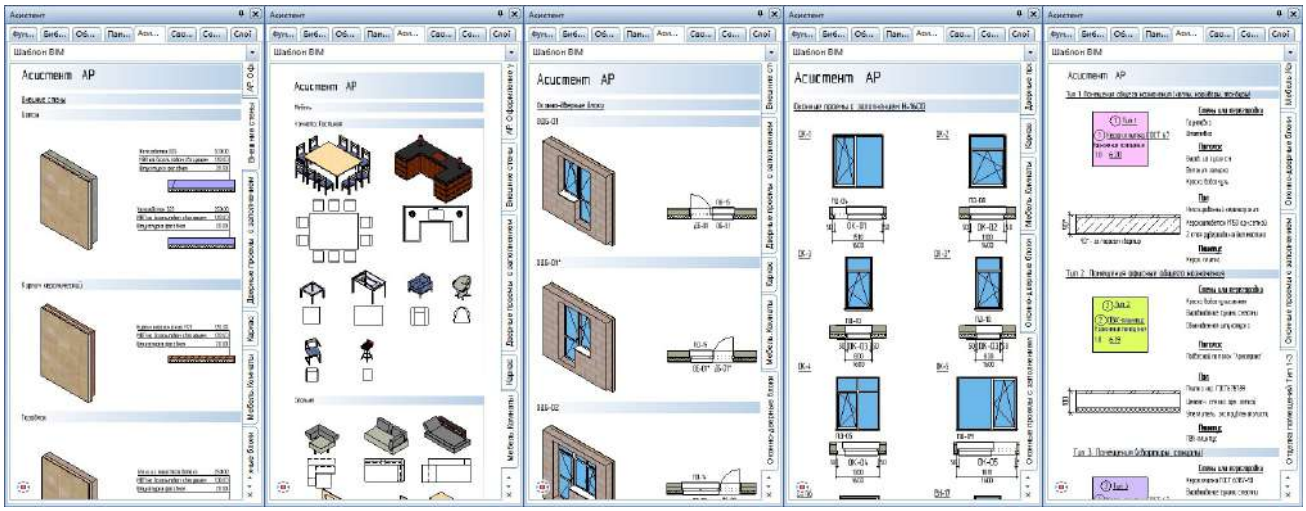


Рис.3.12. BIM-шаблон проєктної організації (Асистенти в Allplan)

Шаблон проєкту є невід'ємною частиною BIM-стандарту будь-якої проєктної організації. Кожен користувач може доопрацювати під свої індивідуальні вимоги шаблон, який поставляється з Allplan. Шаблон BIM – це швидкий старт (впровадження BIM-технологій без витрат на налаштування процесів проєктування), скорочення витрат за рахунок зменшення часу проєктування, автоматизація та уніфікація випуску креслень, погодження розділів проєкту і багато іншого як для проєктувальників, так і для інших учасників будівельної галузі та управління нерухомості (рис.3.13).

Поняття «Шаблон BIM» набагато ширше, ніж просто бібліотека елементів, вузлів, оформлення і матеріалів. Шаблон BIM містить правила сумісності проєкту на базі формату IFC (Industry Foundation Class), для взаємодії з іншими додатками, які використовують технологію BIM, сумісність задається у використанні структури проєкту і диспетчері площин (рис.3.14).

Фінальним етапом є створення готових креслень. У Allplan креслення – це те, що виводиться на папір, обсяг креслення і розмір аркуша можна не задавати заздалегідь. Файли моделі комбінуються на одному або кількох кресленнях, при цьому задається розмір аркуша, масштаб, рамка, кут і подібні налаштування. В одному проєкті можна створити до 9999 креслень і групувати їх за стадіями проєкту або типу інформації, яка відображається на аркуші.

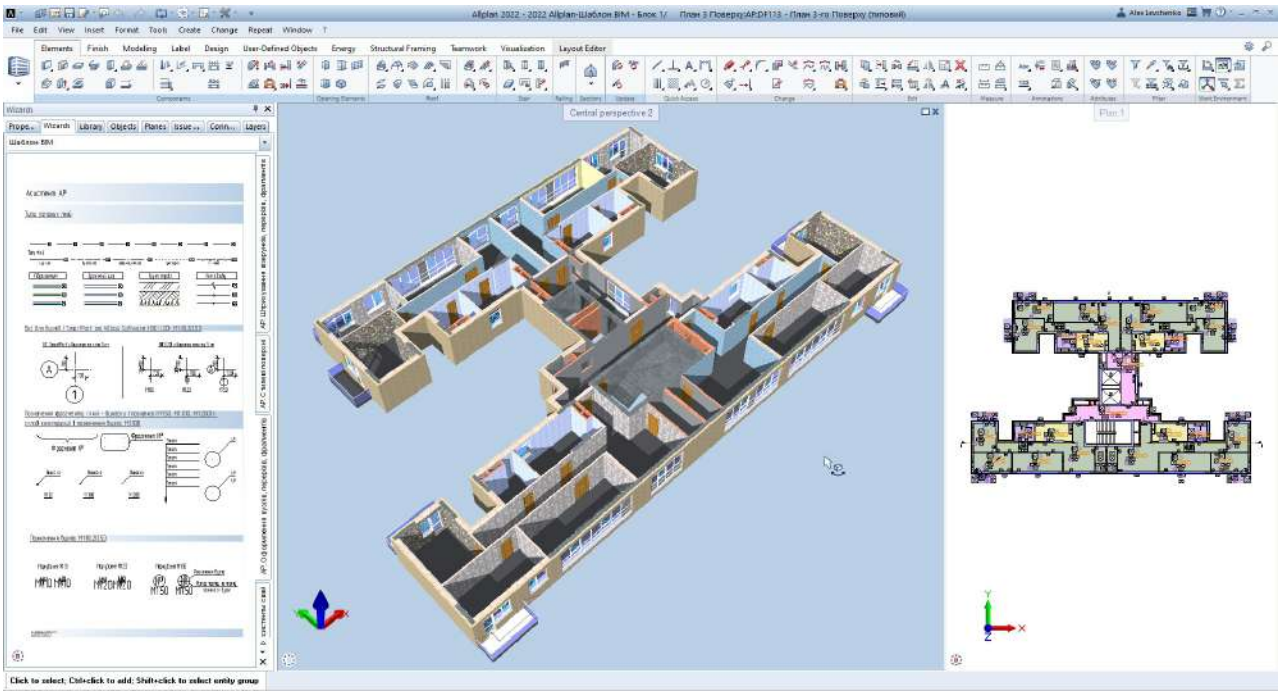


Рис.3.13. Шаблон BIM-проєкту

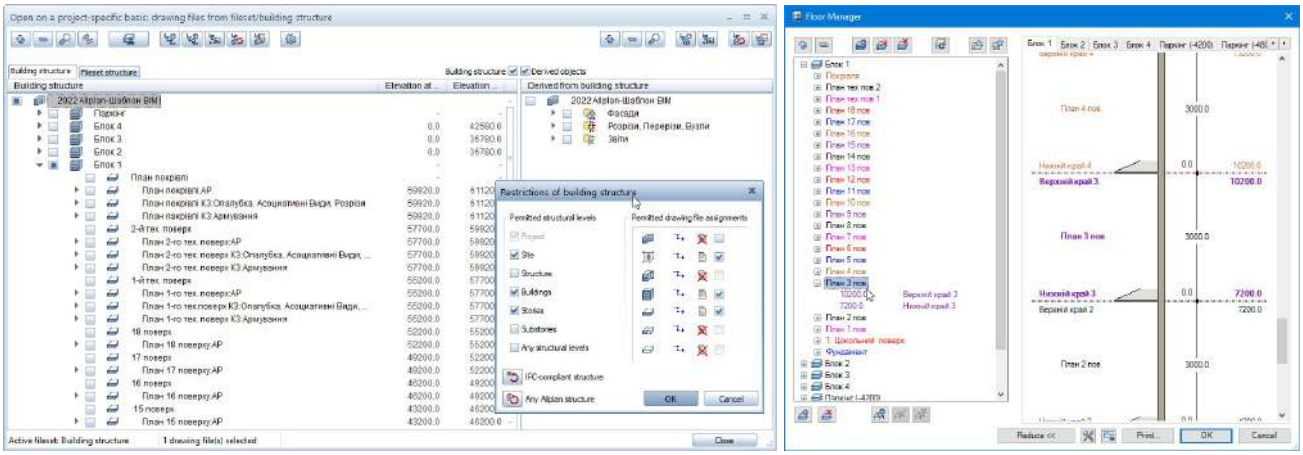


Рис.3.14. Шаблон BIM у структурі даних проєкту

Елементи креслення – це, перш за все, файли моделі, які розміщуються на кресленні (рис.3.15). Шари в цих файлах, видимі на друці, вибираються за допомогою класу відображення шару. Але саме на кресленні, а не в моделі, можливо швидко виконати графічну заміну елементів, яка використовується у загальній моделі. Саме так з одного відображення можна швидко створити додаткові види, користуючись умовними позначеннями та типом відображення елементів на кресленні.

Кожне креслення можна доповнити елементами 2D-примітивів саме на сформованому аркуші. Так само можливість додаткового оброзмірювання та анотативного оформлення дає змогу сформувати альбом креслень типових архітектурних і конструктивних рішень.

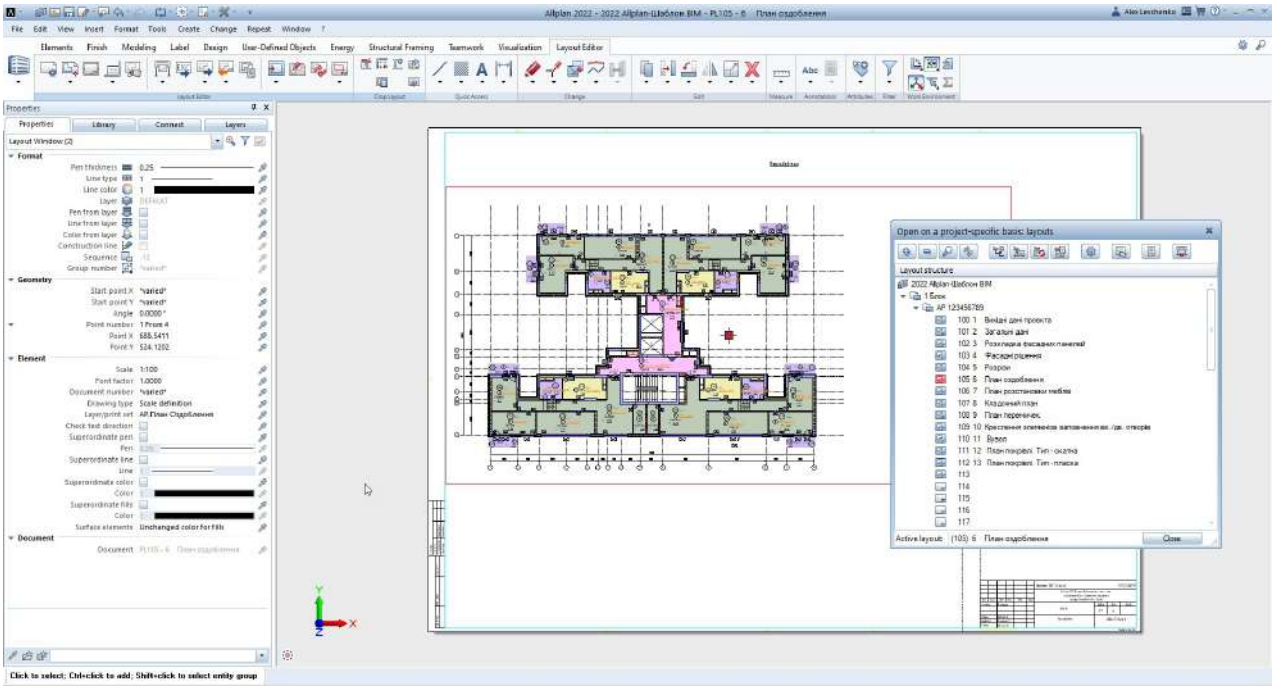


Рис.3.15. План оздоблення, креслення



Рис.3.16



Рис.3.17

• Деякі приклади проєктів в Allplan, реалізованих в Україні, демонструють гнучкість використання програмного додатка, це житловий комплекс «Тріумф» (ТММ, м. Київ) (рис.3.16) і цілий квартал житлової забудови (КВ2А, м. Миколаїв) (рис.3.17), що дають змогу сформувати загальне уявлення про можливості використання інструментарію програмного забезпечення.

3.4. Проєкт в Allplan

В Allplan передбачена можливість виконання проєктної роботи відповідно до технології BIM, яка допомагає регламентувати послідовність виконання певних операцій. Зважаючи на це, доцільно на першому етапі правильно сформувати *План реалізації BIM-проєкту* (BIM Execution Plan).

План реалізації BIM-проєкту BEP (BIM Execution Plan) – зумовлює вимоги, які визначають інформацію, подану з боку технічного замовника в процесі реалізації проєкту, а також передбачувані способи використання інформаційних моделей на різних стадіях, вимоги до інформаційних стандартів і регламентів, які повинні бути застосовані виконавцем у рамках процесу реалізації конкретного проєкту.

Сформувавши стандарт оформлення проєктної документації, технологію проєктування

та ін., проєктна організація отримує шаблон або документ (*BIM – стандарт*) принципової роботи проєктувальників у середовищі програмного забезпечення.

BIM – стандарт – документ, який містить опис і вимоги до організації проєктування на основі технології BIM, а також вимоги до інформаційної моделі, як результату процесу проєктування. Документ ураховує, що BIM-технологія це спільний процес створення і використання інформації про модель будівлі, яка формує надійну основу для всіляких рішень протягом усього життєвого циклу будівлі.

Основні структурні підрозділи *Плану реалізації BIM-проєкту* дають змогу сформувати універсальну структуру роботи і включають:

1. мету застосування технології BIM з урахуванням вимог замовника;
2. характеристики проєкту (ділянка, будівлі, секції, висотні рівні, розташування, матеріали, конструкції тощо);
3. учасників проєкту, їх ролі та розподіл завдань на всьому етапі реалізації і супроводу проєкту;
4. наради, періодичність проведення погоджень, регламенти щодо усунення колізій в моделі, узгодження в загальному вигляді і так далі;
5. періодичність і формат обміну даними, проєктними розділами;
6. прийняте програмне забезпечення, для реалізації конкретного проєкту або його розділу, зіставлення елементів моделі;
7. формат кінцевого проєкту, а також проміжних даних за проєктом.

Для повноцінної колективної роботи, кожен з учасників BIM-проєктування повинен чітко розуміти *Середовище Інформаційного Простору*, в якому він працює. Це середовище також називається *Середовищем Загальних Даних*. Основний принцип – це те, що вся збережена інформація в системі зрозуміла кожному учаснику інформаційного процесу і ця ж інформація завжди є актуальною на поточний момент часу (рис.3.18). Загальна структура BIM-проєкту універсальна та відповідає структурі даних IFC-класів за розподілом ієрархії складових елементів об’єкта.



Рис.3.18. Середовище інформаційного простору

Проєкт в Allplan складається з безлічі файлів, параметрів, компонентів, об'єднаних між собою оболонкою, структурою, зв'язками. Спираючись на наведені положення, сформуємо поняття *структура об'єкта*, зі створення якої починається BIM-проєктування в Allplan (рис.3.19).

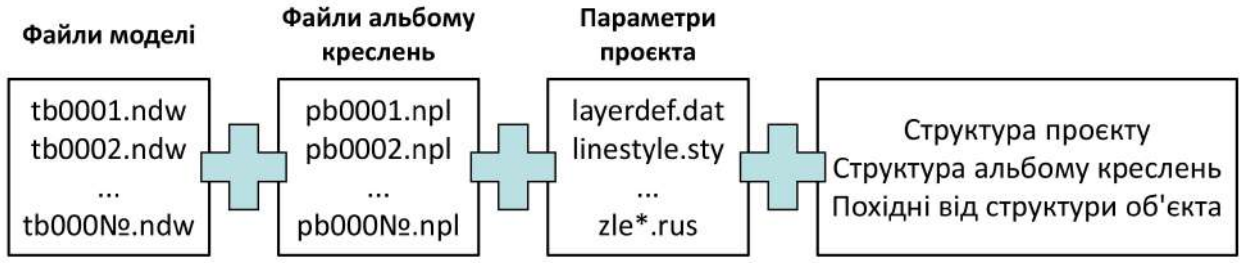


Рис.3.19. Інформаційна структура проєкту

Структура об'єкта – BWS (Bau Werks Struktur чи BWS) в Allplan є одним з двох можливих способів структурувати файли моделі і документи, і керувати ними. Вона пропонується користувачам, починаючи з Allplan 2008, додатково до структури набору файлів моделі і може використовуватися як паралельно з нею, так і окремо. Поділ відбувається при цьому аналогічно до реальної будівлі, на окремі ієрархічно організовані структурні рівні, яким призначаються документи і файли моделі (рис.3.18 та рис.3.19).

Структурі об'єкта можна підпорядкувати *модель площин*, в основі якої встановлюється принцип поділу висот реальної будівлі. Окремим структурним рівням можна тоді призначаються площини з цієї моделі, за допомогою яких визначають зв'язок висот окремих елементів. Для обміну даними через інтерфейс IFC обов'язкова наявність BWS, в іншому разі не можна створити файл IFC. Різні типи аналізу, розрізи, види і звіти генерують безпосередньо зі структури об'єкта. З Allplan поставляється кілька попередньо визначених структур об'єкта, які запозичують як приклад.

Оскільки *Структура об'єкта* складається з кількох ієрархічно організованих структурних рівнів, файл моделі може бути призначений певному структурному рівню. Кожному структурному рівню може бути призначена *Стандартна площина*. Всі файли моделі, які належать одному структурному рівню, можуть запозичувати свої стандартні площини зі структурного рівня, якщо змінити налаштування одного структурного рівня, то налаштування висот автоматично може бути узгоджене з відповідними файлами моделі.

Моделі площин керують стандартними площинами і геометрією даху. Модель площин містить пари *стандартних площин*. Пари *Стандартних площин* моделі відповідають поверхам будівлі і можуть бути призначені структурним рівням структури об'єкта або окремим файлам моделі. В одному проєкті можуть, незалежно один від одного, існувати кілька моделей площин. Усередині однієї моделі площин пари площин, висоти яких перекриваються, не дозволені, за винятком пари площин, які визначають мінімальну-максимальну висоту об'єкта.

Одному файлу моделі або одному структурному рівню структури об'єкта можна призначити висоту однієї пари площин, але можна також, використовувати нижню і верхню стандартну площину з різних пар площин. Отже, можна реалізувати елементи, які виходять за межі поверху (наприклад, фасадні рішення або зовнішнє опорядження).

Файлу моделі можна також призначити стандартні площини, котрі не залежать від моделі площин, так звані *Стандартні Площини Користувача*. Можливо також, наприклад, для нижньої стандартної площини вибрати довільну висоту чи *Площину Користувача*, а верхню *Стандартну площину* запозичити з моделі площин. Моделі площин можна використовувати також без структури об'єкта. За допомогою диспетчера площин можна спочатку задати кількість поверхів будівлі і призначити висоти всій будівлі і окремим поверхам.

Робота в Allplan зі *Структурою об'єкта* має безліч переваг:

1. в структуру об'єкта вбудована модель площин, за допомогою якої можна по всьому проєкту керувати стандартними площинами і площинами даху, безпосередньо призначати їх файлам моделі;

2. файли моделі можна розмножувати, використовуючи функції в структурі (наприклад, створювати нові поверхи, варіанти тощо);
3. можна швидко і просто генерувати види, розрізи і звіти;
4. вихідні файли моделі і цільові файли моделі постійно оновлюються і зберігаються, при кожному відкритті вікна «Відкрити з прив'язкою до проєкту...»;
5. надає полегшений обмін даними через IFC;
6. тип структурування даних аналогічно топологічній структурі будівлі, яка відповідає способу мислення проєктувальника.

Оскільки *Середовище загальних даних* (рис.3.18) у випадку спільної роботи над проєктом повинно бути єдиним для усіх проєктувальників і одночасно в проєкті можуть працювати різні спеціалісти – з'являється окреме, вилучене з проєкту, середовище збереження проєктів та їх даних. Деякі дані можуть зберігатися як у просторі зберігання «*БЮРО*», так і в просторі зберігання «*ПРОЄКТ*» (рис.3.20):

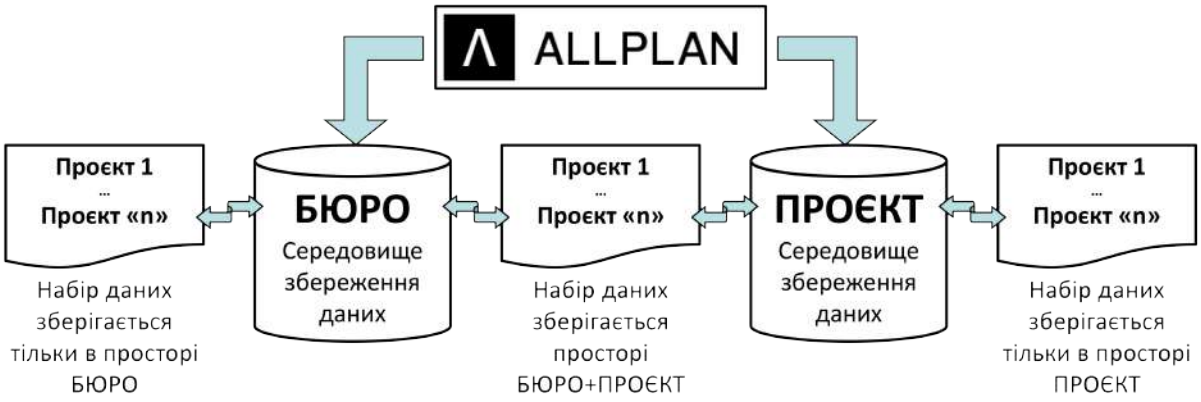


Рис.3.20. Структура *БЮРО-ПРОЄКТ*

ПРОЄКТ – простір, призначений для зберігання параметрів, файлів, штриховок, візерунків, стильових поверхонь, сортаменту арматури тощо, і використання даних файлів єдиним проєктом в Allplan. Тобто для конкретного проєкту створюється своє сховище даних та налаштувань, але користувач може залучати й інші ресурси в межах налаштувань програми.

БЮРО – простір, призначений для зберігання параметрів, файлів, штриховок, візерунків, стильових поверхонь, сортаменту арматури тощо, і використання даних файлів усіма проєктами, підключеними до даного простору. Місце збереження BIM-стандарту всієї проєктної організації.

При роботі в Allplan для кожного об'єкта створюється новий проєкт як організаційна одиниця. Оболонка Allplan як картотека до проєктів.

Технічно «Проєкт» – це папка, яка містить файли моделі. В Allplan проєктування ведеться у *Файлах моделі* (ФМ), які схожі на прозорі кальки в класичному будівельному проєктуванні. *Файли моделі* забезпечують диференційоване структурування проєкту. При створенні нового проєкту, формування структури, залежно від розбиття об'єкта на секції (за наявності), необхідно дотримуватися вимог щодо *Обмеження структури об'єкта* в налаштуваннях (вимоги щодо формату IFC).

У термінах інформаційних технологій файл моделі – це файл. На екрані можуть одночасно бути відображені і редагуватися до 128 файлів моделі, тобто одночасно відкрито кілька файлів.

Шари забезпечують додаткові можливості структурування всередині документів – *Файлів моделі*. Вони дійсні (ідентичні) для всіх файлів моделі проєкту. 2D-елементам і BIM-елементам можна автоматично призначати правильний шар відповідно до атрибутів проєкту (налаштування шарів).

Переваги організації даних з *Шарами*:

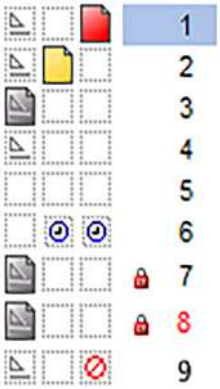
1. асоціативні елементи – такі, як розміри стін або написи висотних відміток підвіконь, знаходяться в тому самому файлі моделі, що й елементи оформлення, але можуть бути приховані;

2. завдяки класам відображення легше компонувати креслення. Класи відображення визначені користувачем комбінації шарів, які допомагають ефективно виконувати обробку і компонування креслень. При компонуванні креслення можна показати елементи в обраному класі відображення, при цьому перемикання масштабів 1:100 і 1:50 реалізується одним кліком;
3. передача файлів моделі в шари формату DXF/DWG стає простіша і ясніша, оскільки кожен шар файлу моделі можна автоматично перенести у власний шар формату DXF/DWG. При імпорті файлів формату DXF/DWG структура шарів DXF/DWG може бути автоматично інтегрована в ієрархію шарів;
4. можна швидко створити шар, відсутній у структурі шарів, і потім використовувати його у всіх файлах моделі проєкту. Шар елемента змінюється швидше, ніж належність до файлу моделі цього елемента;
5. визначити шар як той, що відображається або не відображається швидше;
6. властивості формату шару можуть бути швидко змінені, і всі елементи цього шару, з «Властивості формату з шару», не треба змінювати додатково;
7. властивості формату, включаючи шари, можна запозичувати подвійним клацанням правої кнопки миші (також з *Асистентів*), як і через опцію *Перенести формат* – перенести від одного елемента до іншого.

Операції з файлами моделі – невід'ємна частина роботи проєктувальника в середовищі Allplan. За допомогою «Відкрити за прив'язкою до проєкту: Файли моделі з структури набору файлів моделі/об'єкта» викликається діалогове вікно, в якому, наприклад, змінюється статус файлів моделі, а також можна створити структури об'єкта і структури набору файлів моделі.

Діалогове вікно складається з двох вкладок:

- Вкладка *Структура об'єкта*: тут створюється і змінюється структура об'єкта, призначаються файли моделі структурним рівням і обираються активні, фонові активні і фонові пасивні файли моделі, змінюючи статус ФМ.
- Вкладка *Структура набору файлів моделі*: тут користувач створює, змінює і видаляє набори файлів моделі, призначає файли моделі наборам файлів моделі і вибирає активні, фонові активні і фонові пасивні файли моделі, змінюючи статус файлу моделі.



Для створення нових елементів в проєкті *Файл моделі* (ФМ) потрібно зробити активним (відкрити). Використовуючи статус файлу моделі у вікні «Відкрити з прив'язкою до проєкту», встановлюєте, в якому файлі моделі ведеться креслення і які файли моделі видимі і (або) допускають редагування. Далі наведені відповідні пояснення до відображення *Статусу файлів моделі* (*Статусу* ФМ) в інтерфейсі програми:

Номер	Статус ФМ	Опис статусу ФМ
1	Активний	Активний файл моделі – це той, у якому виконується креслення. Може бути тільки один активний файл моделі.
2	Фоновий активний	Елементи в фоновому активному файлі моделі відображаються і їх можна редагувати. Одночасно можуть бути активними, фоновими активними і / або пасивними до 128 файлів моделі.
3	Пасивний	Елементи в пасивних файлах моделі відображаються, але їх не можна редагувати. У вікні «Параметри», сторінка «Показ» можна налаштувати, щоб всі елементи в пасивних файлах моделі відображалися однаковим кольором. Порожні файли моделі не можуть бути визначені пасивними.

4	Не обраний	Елементи не вибраних файлів моделі не відображаються.
5	Порожній	Порожні файли моделі поки не мають ідентифікатора файлу моделі.
6	Тимчасово призначені	Файл моделі призначається набору файлів моделі тимчасово, при зміні набору файлів моделі призначення скасовується.
7	Пасивний	Файл моделі в робочій групі відкритий іншим користувачем.
8	Пасивний	Файл моделі в робочій групі відкритий іншим користувачем, червоний колір показує, що він був змінений. За допомогою «Оновити файл моделі» в контекстному меню можна запозичувати зміни. У вікні «Параметри», сторінка «Налаштування робочого столу» Ви можете налаштувати, що при змінах в пасивних файлах моделі Вам повідомлять про це.

При розробці інформаційної моделі необхідно також урахувати якість і наповненість кінцевої моделі, з позиції графічних та інформаційних складових. Розроблено та регламентовано п’ять рівнів (LOD) деталізації інформаційної моделі (LOD 100 - 500). Як правило, вимоги замовника визначають рівень опрацювання, якщо таких немає, то необхідно вибрати LOD з урахуванням того, що модель буде мінімально, але достатньо наповнена інформацією для повноцінної роботи всіх учасників інформаційного процесу.

Елемент досягає певного рівня опрацювання в тому разі, якщо дотримані всі вимоги конкретного рівня (LOD). Рівень опрацювання залежить від кінцевого призначення об’єкта або проміжних вимог до інформаційної моделі та погоджених з усіма фахівцями, які працюють з проєктом (рис.3.21).

Невід’ємною частиною налаштування проєкту для оперативного виконання своєї діяльності є збереження та використання стандартизованих рішень в проєкті (Шаблон BIM) це – Асистенти до проєкту. *Асистенти* використовуються в роботі з попередньо заданим контентом, при цьому запозичуються всі атрибути і параметри елементів з Асистента.

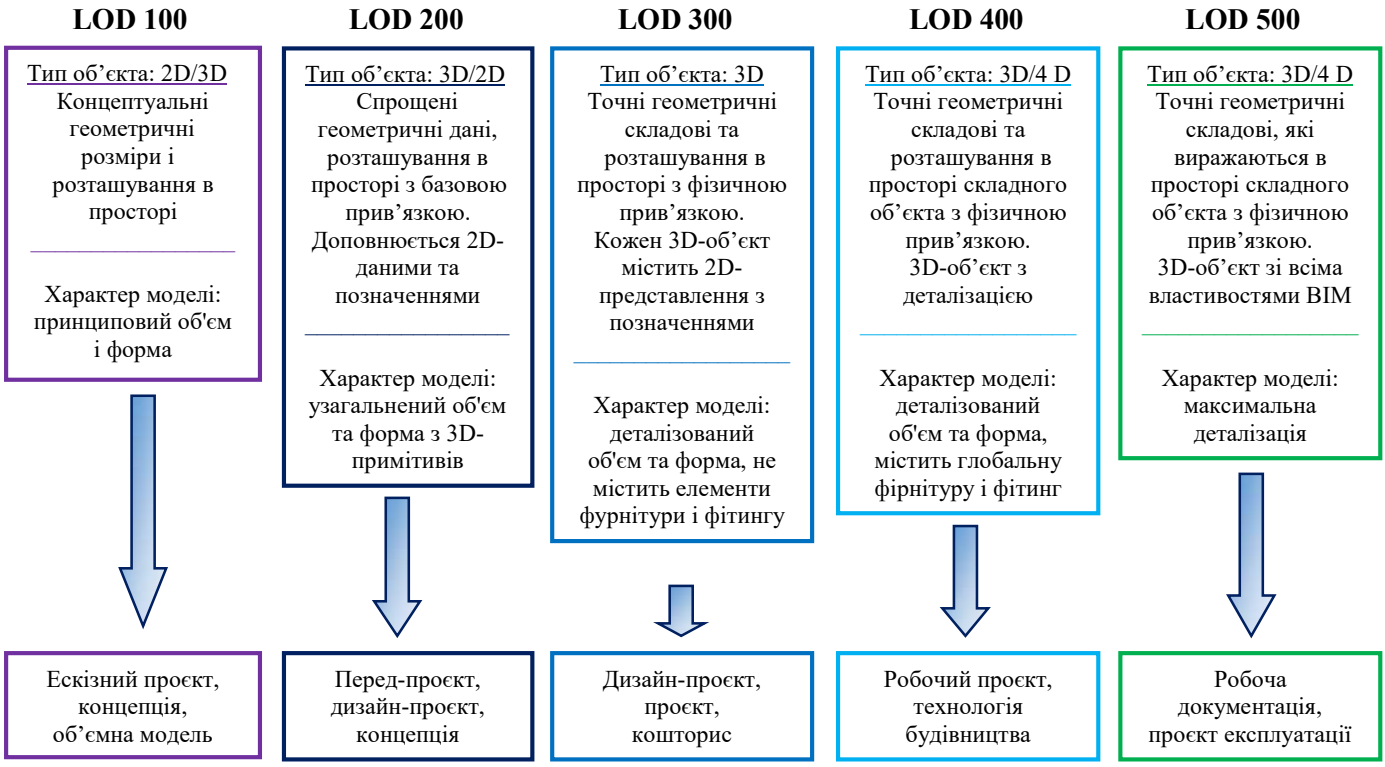


Рис.3.21. Стадії проєктування відповідно до концепції BIM

Асистент – це вікно, яке з’являється в панелі «Асистенти» і містить експлікацію в формі піктограми з функціями, які часто використовуються. Для роботи з асистентами користувачеві необхідно скопіювати дані з вікна асистента за допомогою комбінації клавіш

CTRL+C і вставити в робочий простір CTRL+V, після використання елементи можна видалити. Простим клацанням по елементу правою кнопкою «миші» відкривається контекстне меню з наступними можливостями:

1. на першому місці функція, за допомогою якої створений елемент. При цьому будується елемент з властивостями, налаштованими останніми, параметри й атрибути елемента в асистента не запозичуються.
2. за допомогою функції «Запозичувати» відкривається функція створення елемента, і запозичуються всі параметри і атрибути з Асистента. Це еквівалентно подвійному натисканню правою кнопкою «миші» по елементу.
3. для більшості архітектурних елементів пропонується також перетворення для реконструкції. При цьому запозичується налаштування категорії реконструкції, встановленої для елемента. Якщо категорії реконструкція немає, то автоматично використовується Нов. об'єкт.

Для формування нових баз асистентів, необхідно створити елементи в порожньому файлі моделі (ФМ), переважно в шаблонному проєкті Шаблон BIM проєкту, далі зберегти як асистенти з ресурсами і завантажити в існуючу базу асистентів для подальшого використання. У всіх користувачів необхідно перезавантажити базу з асистентами: видалити панель і завантажити знову у робоче вікно. Якщо існуючі асистенти змінилися, то після збереження (заміни), база оновиться у всіх користувачів автоматично. Нові бази асистентів, зазвичай, розробляються BIM-менеджером / BIM-координатором проєкту.

У кожному проєкті, основою якого є «Шаблон BIM» проєктів в системі Allplan, є розроблені варіанти оформлення всіх необхідних форматів креслень (аркушів). Перед компонуванням, користувач обирає необхідний формат креслення (аркуша) та змінює номер і найменування зображених креслень.

Всі креслення (макети аркушів) наповнені автоматичними «*Атрибутами*», які пов'язані з глобальними параметрами проєкту. Налаштований поділ усіх параметрів в штампі відобразить дані (атрибути), які беруться з глобальних параметрів проєкту, а також параметрів, які заповнюються з назви креслення (аркуша) (рис.3.22). Для того, щоб додати зміни в штамп, користувачеві необхідно перейти у властивості проєкту та змінити відповідні атрибути.



Рис.3.22. Оформлення штампу креслення з налаштованих «Атрибутів»

Як приклад, наведемо проєкт з документації для вивчення Allplan - FitforCAD-Архітектура (рис.3.23), з демонстрацією ключових елементів концепції BIM відповідно до технології розробки архітектурно-будівельної документації в Allplan. Створення проєкту починається з задання назви, при цьому програма створює на диску файлову структуру (Папку з файлами). Стандартні налаштування будуть запозичені зі структури «БЮРО», створеної при інсталяції програми та після встановлення All-addon20xx_vx.x.x.x (http://www.allbau-software.de/index.php/podderzka/download/dopolneniya.html).

Після запуску програми обираємо «Новий проєкт» (New Project) у вікні «привітання» чи на панелі «Стандарт» - «Новий проєкт, Відкрити» .

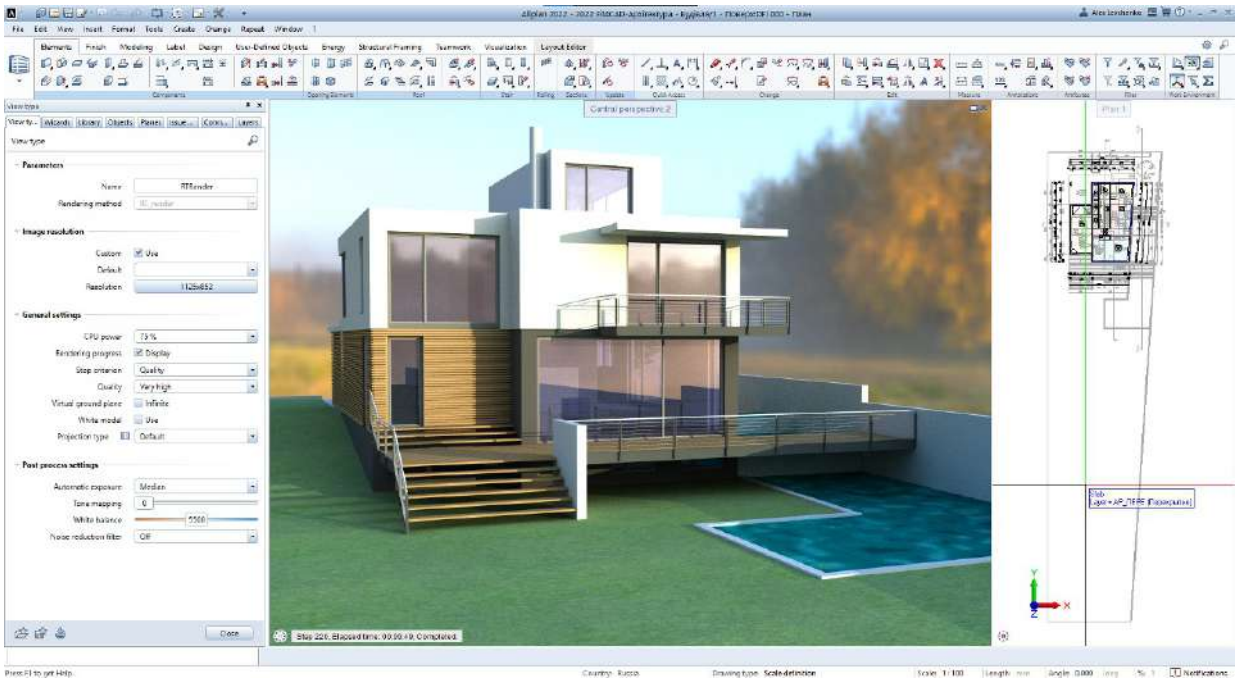
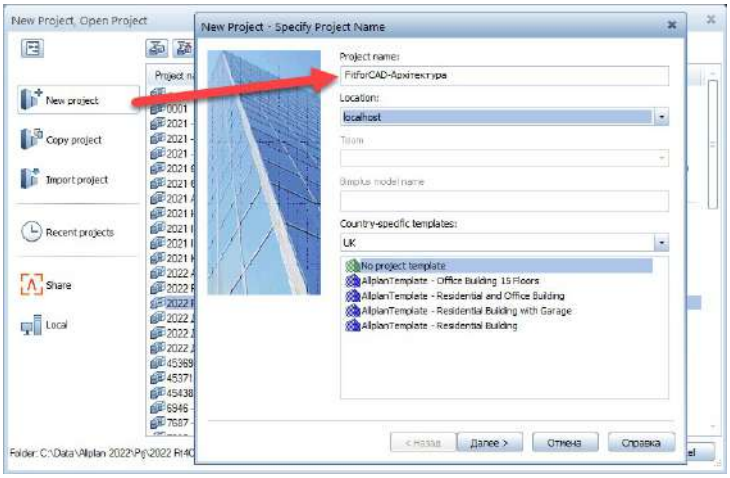


Рис.3.23. Приклад проєкту FitforCAD-Архітектура

Відкриється вікно зі списком проєктів, де можна обрати створення нового проєкту (рис.3.24) та надалі налаштувати, як буде запозичуватися та зберігатися налаштування в проєкті відповідних параметрів в «Додаткові установки» (Additional setting) (рис.3.25).



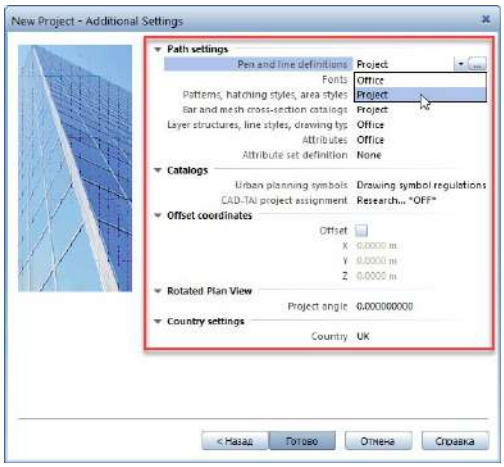


Рис.3.24. Створення FitforCAD-Архітектура Рис.3.25. Додаткові установки

Налаштовуємо середовище проєктування та задаємо *Структуру об'єкта* в опціях «Відкрити з прив'язкою до проєкту…» , обираємо можливість створення структури «Вручну…» та у вікні налаштувань додаємо структурні рівні об'єкта проєктування (рис.3.26).

Далеко не всі розробники програмного забезпечення розуміють складність структури процесу проєктування та концепції BIM, а от в Allplan найкраще поєднані багатобічні можливості налаштування *Структури об'єкта* з існуючими обмеженнями *Структури IFC* (рис.3.27).

До створеної структури об'єкта встановлюється належність (резервування) файлів моделі (ФМ), в яких буде виконуватися будова елементів проєкту інструментами з модуля Архітектура, Конструювання та ін. В ФМ50 побудована ділянка будівництва з використанням 2D-елементів, решта ФМ порожня, що підтверджується статусом ФМ ліворуч від номеру ФМ (рис.3.28). Наступним кроком створюється структура площин, яка розділить простір за

позначками поверхів будівлі – «Диспетчер поверхів» (Floor Manager), встановить товщину перекриття та багато інших параметрів (рис.3.29).

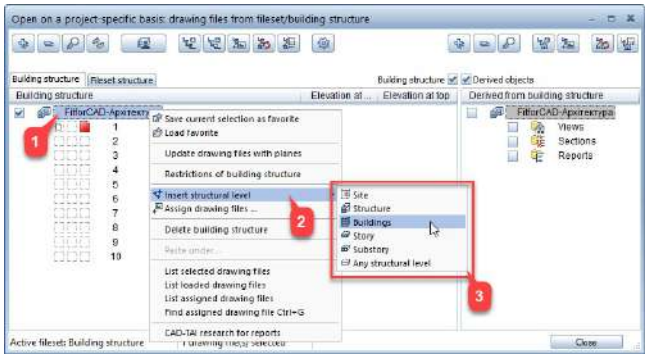


Рис.3.26. Створення Структури об'єкта



Рис.3.27. Узгоджена Структура IFC

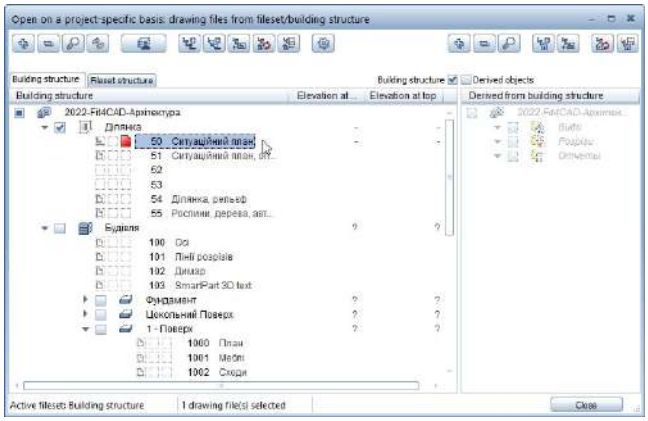


Рис.3.28. Структура об'єкта з ФМ

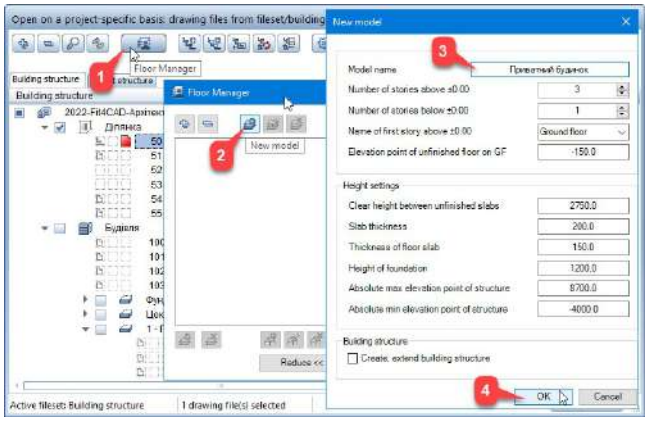


Рис.3.29. Диспетчер поверхів

Для будови плану першого поверху треба підготувати ділянку та відповідні налаштування (рис.3.30).

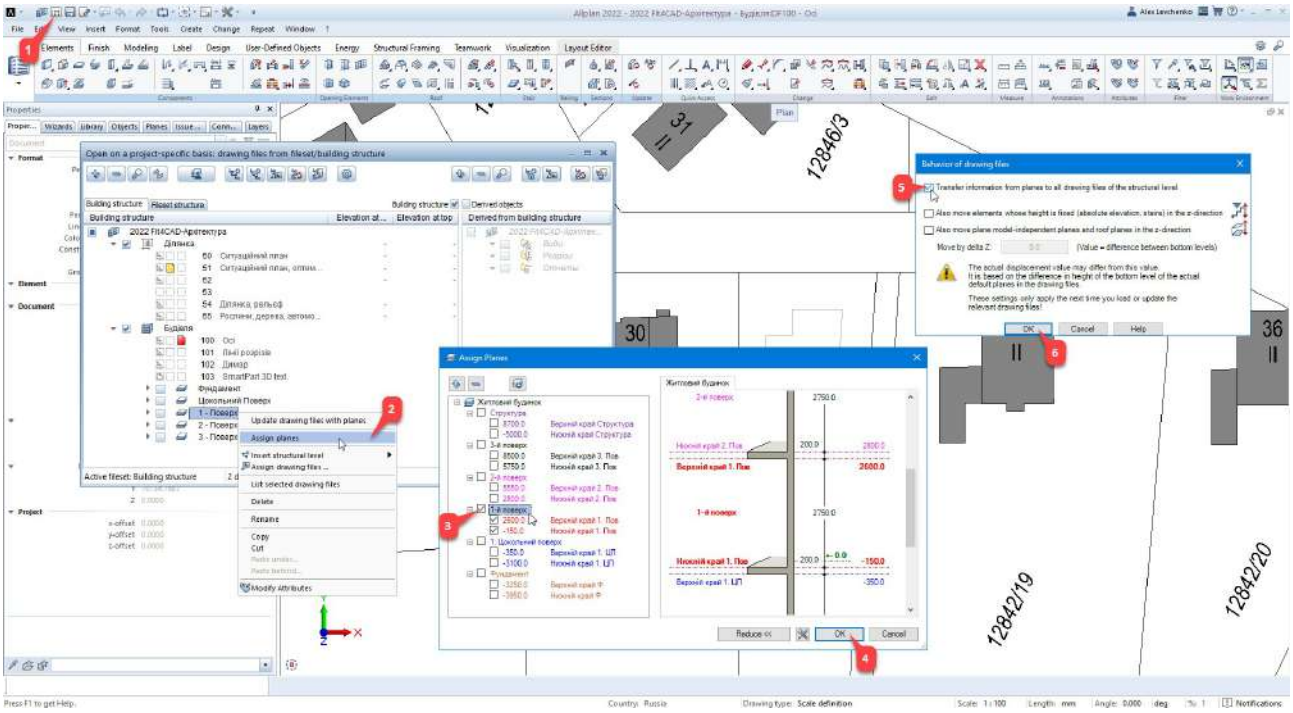


Рис.3.30. Структура об’єкта з налаштованими позначками поверхів для ФМ

При активному інструменті «Стіна» прив’язка до площини поверху запозичуватиметься з налаштувань ФМ. Налаштування прив’язки виконується для багатьох архітектурних елементів, розташованих в ФМ та структурують проєкт за висотними координатами (рис.3.31).

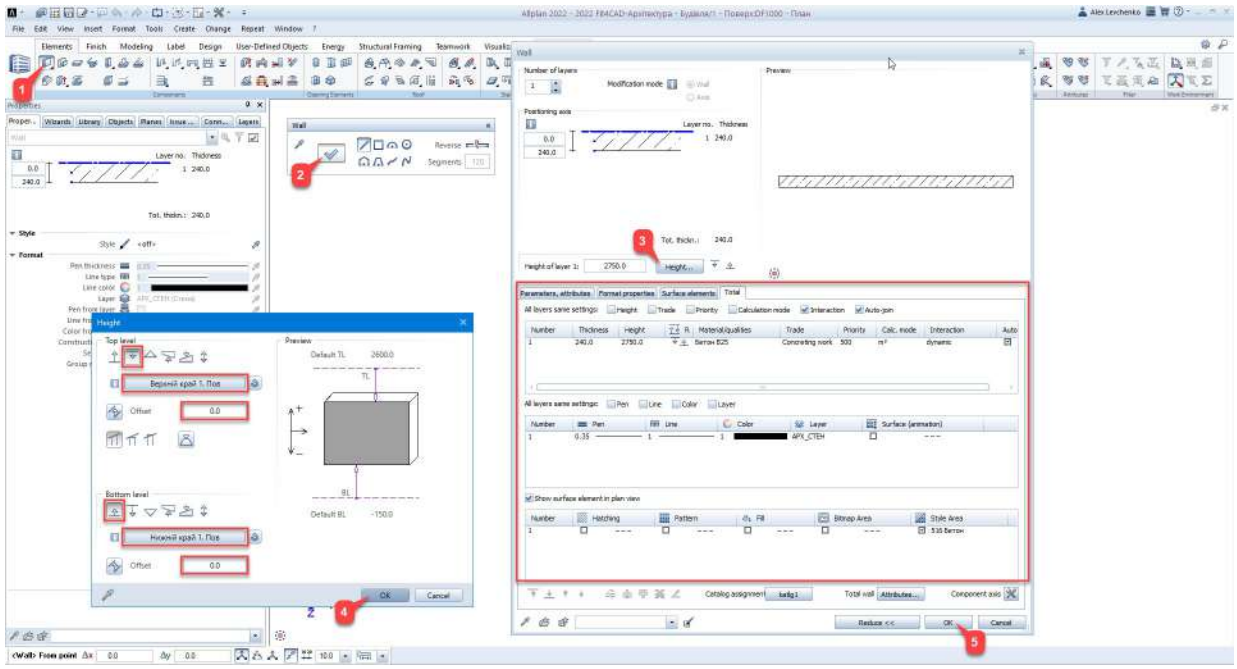


Рис.3.31. Прив’язка елементів до рівнів позначок ФМ

Якщо треба віднести рівень елемента, то вказується відстань від нижнього краю у відповідному полі цифровим параметром чи аналогічно відстань від верхнього краю. Праворуч від характеристичних налаштувань у графічному вікні відображаються налаштовані площини до активного файлу моделі.

Завдяки мультивіконному інтерфейсу (рис.3.32) програми можна одночасно працювати в будь-якому вікні програми, бо усі вони мають однаковий пріоритет та можуть змінюватися налаштуваннями відображення проєкції або функції Animation цього вікна. Залежно від налаштування середовища кожен може створити зручний для себе інтерфейс програми та працювати з кількома моніторами.

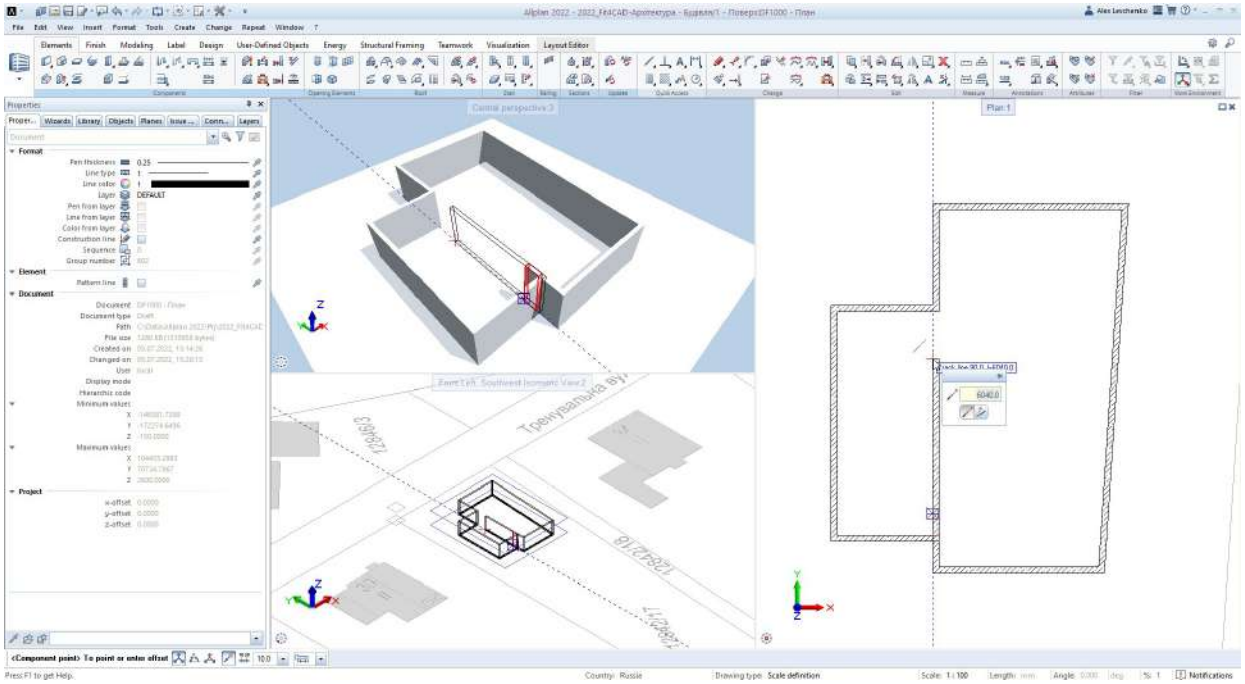


Рис.3.32. Середовище проєктування в Allplan

Після виконання будови плану можемо, за завданням, фрагментарно змінити висоти стін (рис.3.33). Звичайно можна поділити стіну на кілька сегментів та налаштувати окремі висоти для кожного сегмента, але в Allplan задіяна технологія доповнення стандартних площин, які створюють багатоповерхову структуру, додатковими площинами, до яких будуть прив'язуватися архітектурні елементи. Кожний такий інструмент має більший пріоритет за стандартні площини прив'язки, що дає змогу модифікувати простір моделі без редагування елементів моделі. Це інструменти «Пара площин користувача» (Custom Planes) та «Площина даху» (Roof Frame), при цьому пріоритет «Площини даху» більший за «Пара площин користувача», а в свою чергу обидва інструменти мають більший пріоритет за «Стандартну пару площин».

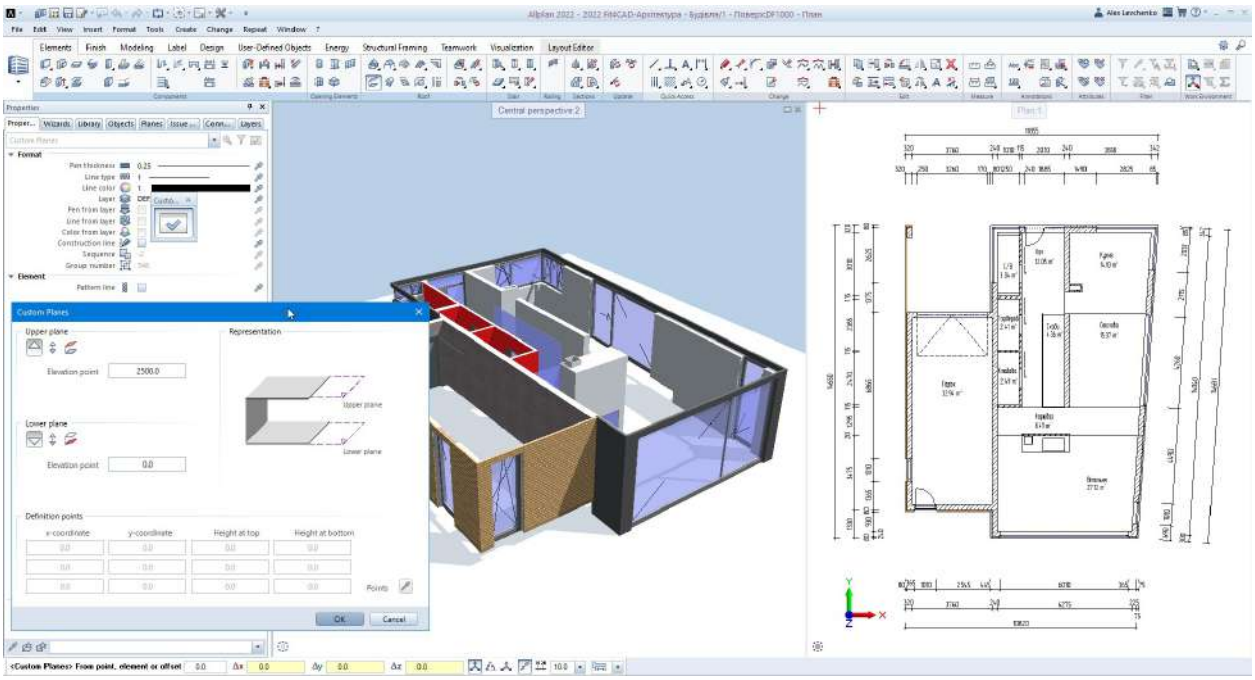


Рис.3.33. Додаткові площини прив'язування в фрагменті 1-го поверху

Для багатошарових конструкцій, таких як багатошарові стіни, які налаштовуються простим додаванням кількості шарів в редагуванні параметрів цього елемента Number of wall layers 1 to 20, можна встановлювати прив'язку окремих шарів стіни зі змінами до активної площини прив'язування.

Відмінною особливістю Allplan є інструмент «Приміщення» (Room), який допомагає моделювати внутрішнє оздоблення приміщень так само, як і в реальному будівництві. Відмінність логіки інструменту в тому, що інструмент взаємодіє з типом конструкцій, що формує габарит приміщення. Залежно від матеріалу стін та перекриття, в інструменті виконується автоматичний вибір типу оздоблення, яке вказане в інструменті «Приміщення» (Room) (рис.3.34).

Окремо можна модифікувати вказаними ділянками деякі зони на поверхні стін (Vertical Surface), стелі (Ceiling) та підлоги (Floor) в приміщенні та на інших поверхнях 3D-моделі. Сформувати документацію до запроєктованих приміщень можна двома операціями: «Експлікація» (Legend Selection) та «Звіт» (Reports). «Експлікація» – це інструмент, який може створювати, асоційований або ні, зв'язок з моделлю в активному ФМ. Натомість «Звіт» може звертатися до багатьох ФМ (поверхів, секцій, будівель) та розміщується як в Allplan так і в окрему звітність у форматах Excel, Word та PDF, з усіма зображеннями та поясненнями (рис.3.35, рис.3.36).

Налаштовані додаткові експлікації та звіти можна використовувати тільки після встановлення аддона-локалізації з сайту Allbau Software GmbH, (http://www.allbau-software.de/index.php/podderzka/download/dopolneniya.html).

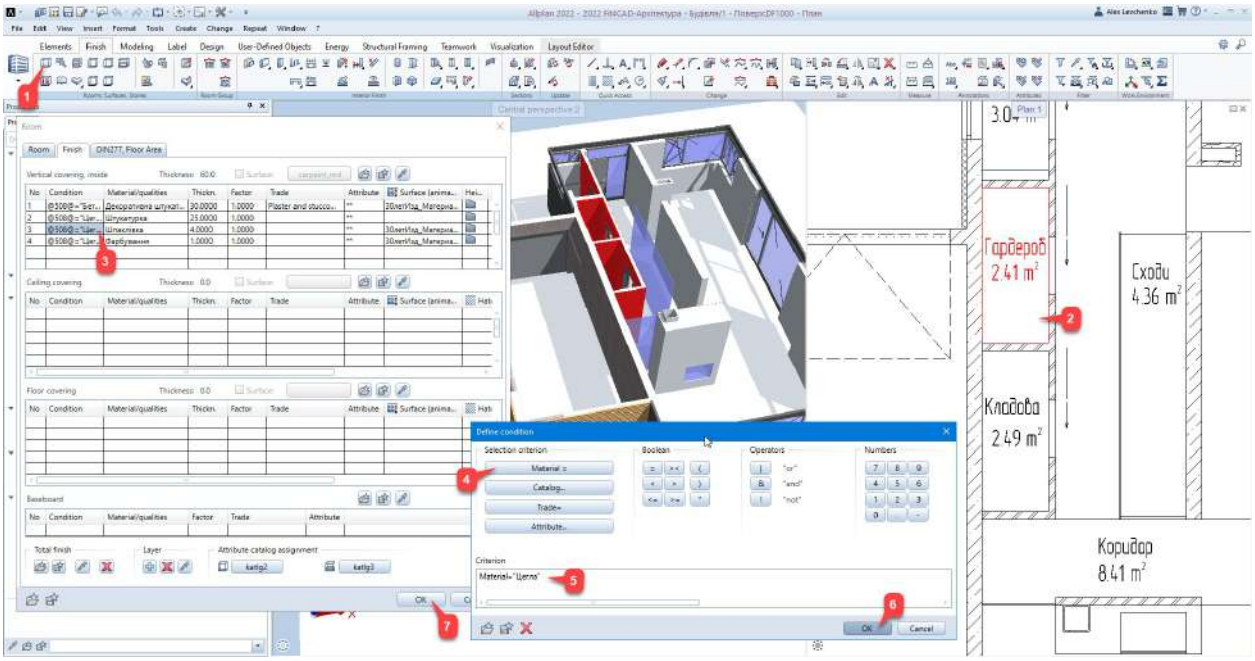


Рис.3.34. Програмне оздоблення приміщень

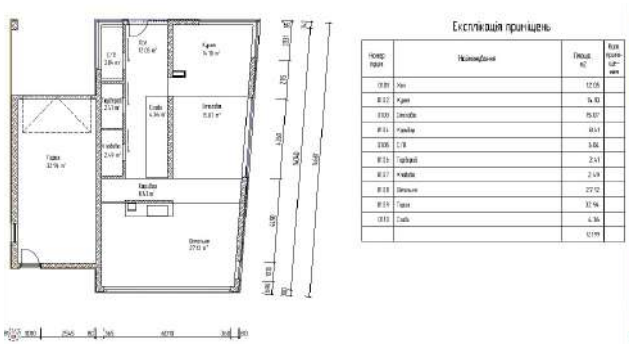


Рис.3.35. Експлікація

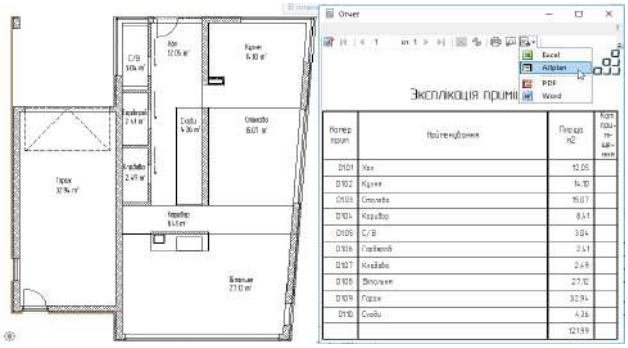


Рис.3.36. Звіт

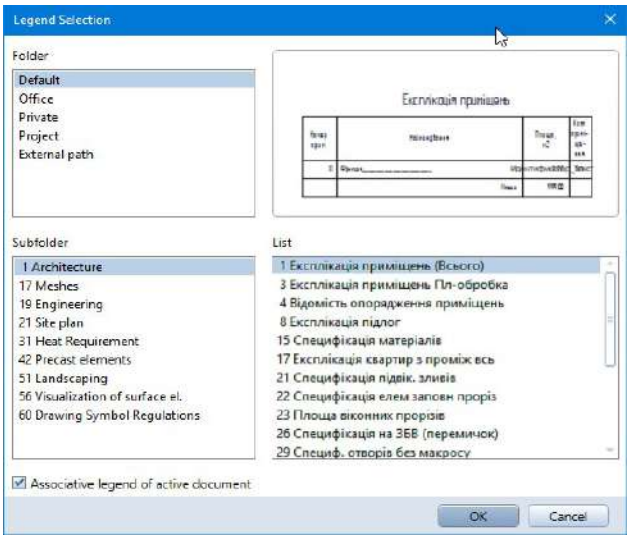


Рис.3.37. Експлікації за ДСТУ

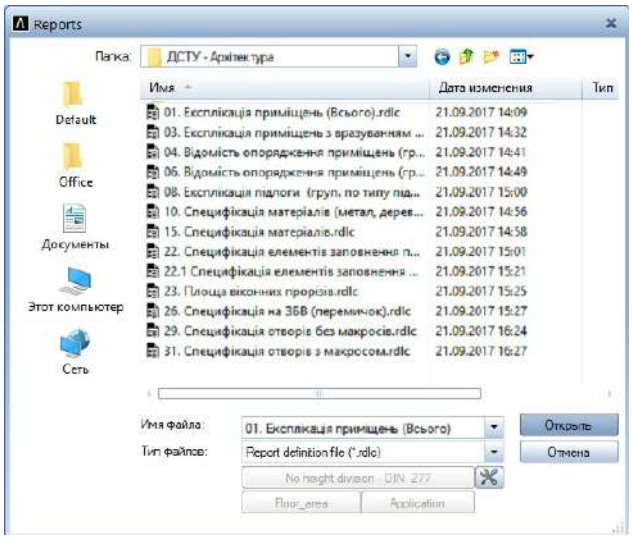


Рис.3.38. Звіти за ДСТУ

Перекриття поверху додається в окремий ФМ та налаштовується прив’язка до позначок верху 1-го поверху та низу 2-го поверху. Це спрощує відокремлення елементів несучого каркасу для передачі до ПЗ з розрахунку будівельних конструкцій (рис.3.39). Будова виконується тільки в активному ФМ з прив’язками до стандартних площин так само як і для стін (рис.3.40).

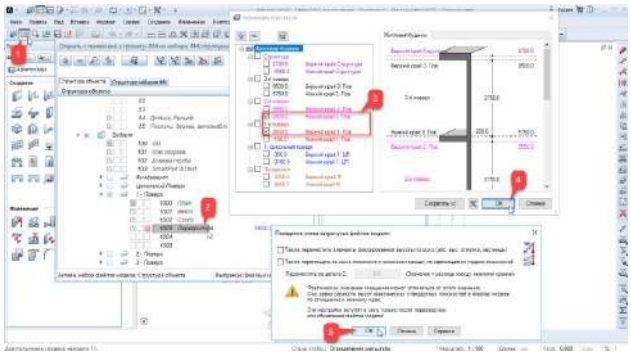


Рис.3.39. ФМ Перекриття

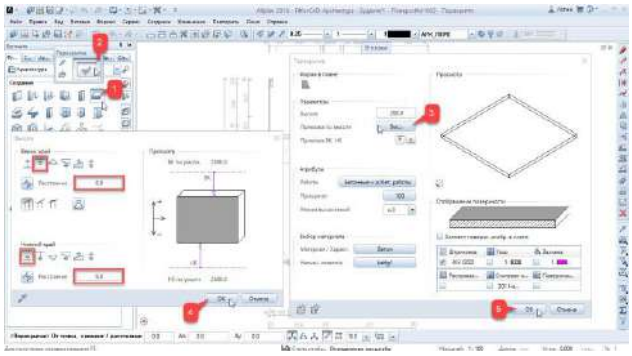


Рис.3.40. Позначки перекриття

Послідовно вказується контур перекриття, залежно від налаштувань його можна автоматично визначати за областю чи за іншим контуром. За завданням так само побудовано перекриття для балкону та навісу над парковочним місцем. Розташуємо позначки на перекриттях інструментом «Висотна позначка» (рис.3.41) (Elevation Point) для оформлення креслення. Для побудови прорізів в перекриттях бажано встановити інструмент «Заглиблення, отвір в перекритті, плиті» (Recess, Opening in Slab) , але можливо і вирізати отвір перекриття інструментами редагування.

Меблі й обладнання можуть бути розміщені в проєкті з бібліотеки, яка містить як 2D (для креслення), так і 3D (для візуалізації) елементи (рис.3.42).

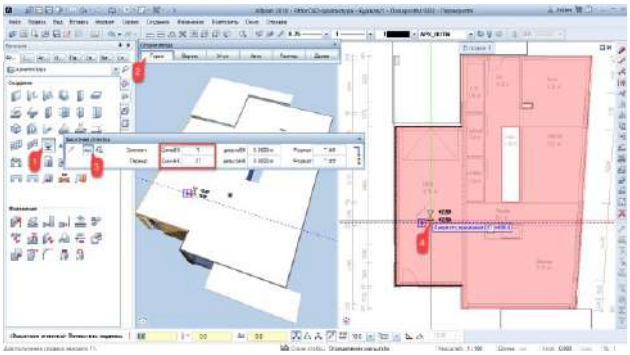


Рис.3.41. План перекриття

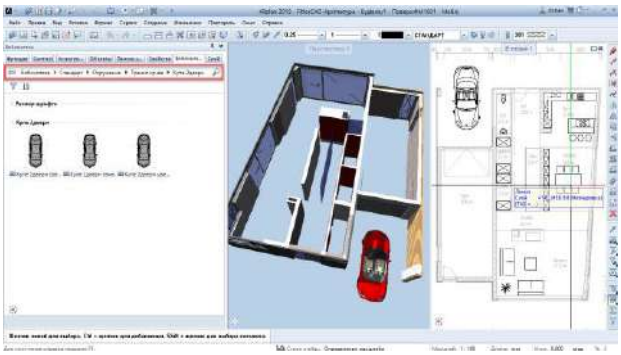


Рис.3.42. Меблі та обладнання

Окрема група інструментів відведена конструюванню сходів, тут можливий вибір функцій та оформлення на плані та 3D (рис.3.43). Для створення другого поверху краще запозичити план першого поверху та відредагувати положення стін та інших елементів. Оскільки проєкт – це група файлів (ФМ), то копіювання даних виконується окремим інструментом в головному меню – «Файл, Копіювати/перемістити елементи між документами…»  (File, Copy, Move Elements between Documents…), вибрати операцію та вказати, в який ФМ і що необхідно скопіювати (рис.3.44).

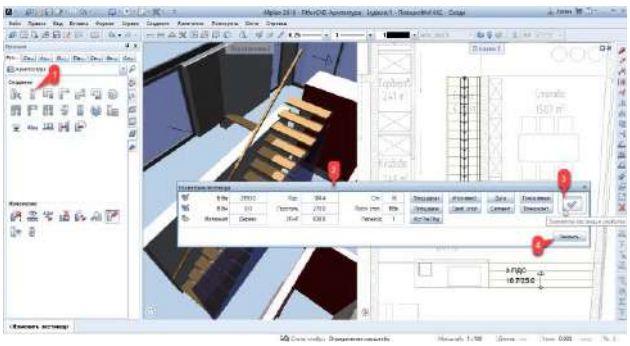


Рис.3.43. Сходи

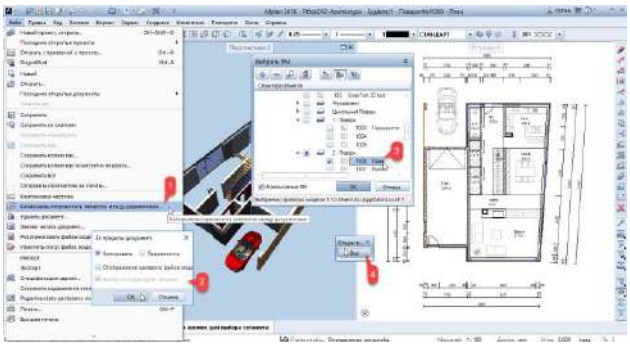


Рис.3.44. Копія ФМ

Для ФМ встановити прив'язку до площин поверху та відредагувати елементи для другого поверху (рис.3.45) та цокольного поверху (рис.3.46).

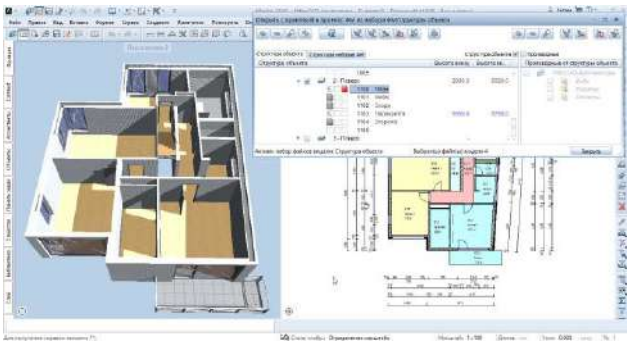


Рис.3.45. 2-й поверх

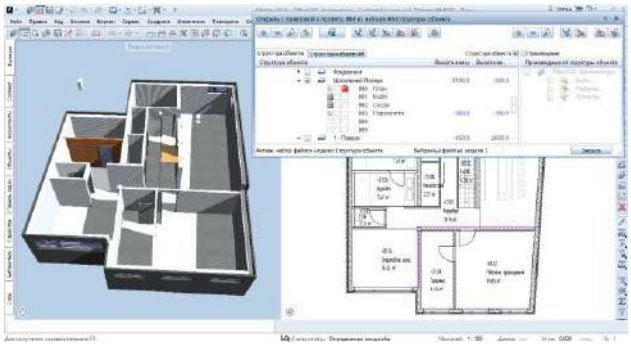


Рис.3.46. Цокольний поверх

Аналогічно побудовано третій поверх, який може містити площини користувача (для будови ухилів покрівлі) чи площину даху (для будови складної конструкції багатоскатної покрівлі) (рис.3.47). Цокольний поверх – це плита, яка є фундаментом, а стіни цоколя вирівнюються до перекриття першого поверху (до стандартних площин та площин користувача) (рис.3.48).

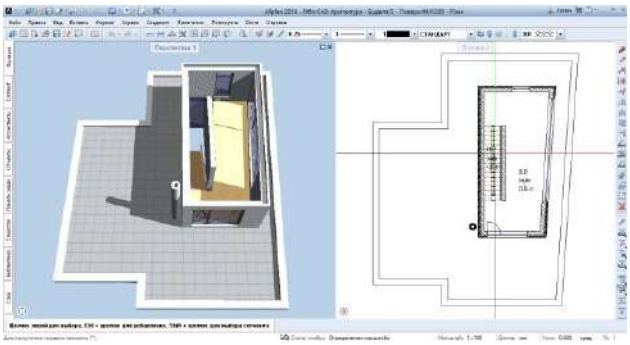


Рис.3.47. 3-й поверх

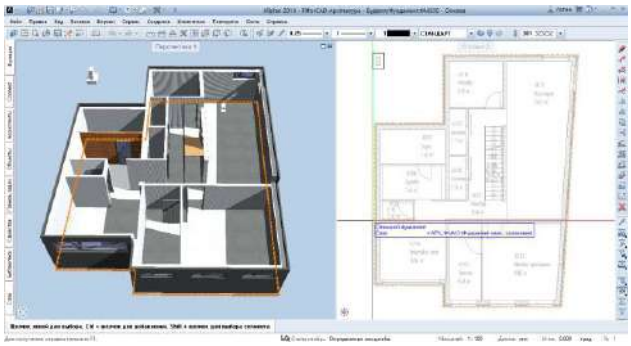


Рис.3.48. Цокольний поверх

Для створення довільних видів фасадів та розрізів використовується права частина вікна «Похідна від структури об’єкта» (Derived from building structure), також в цій частині створюються «Звіти» (Reports). Для будови розрізів в модулі «Архітектура» обирають вкладку «Будівельні конструкції, Розрізи» (Elements, Sections), «Створити новий розріз» (Generate Section) , де обирається тип  та налаштування параметрів розрізу. Побудувавши лінії розрізу маємо швидкий доступ до відображення розрізу у вікні проєкту (рис.3.49), де можна продовжувати проєктування.

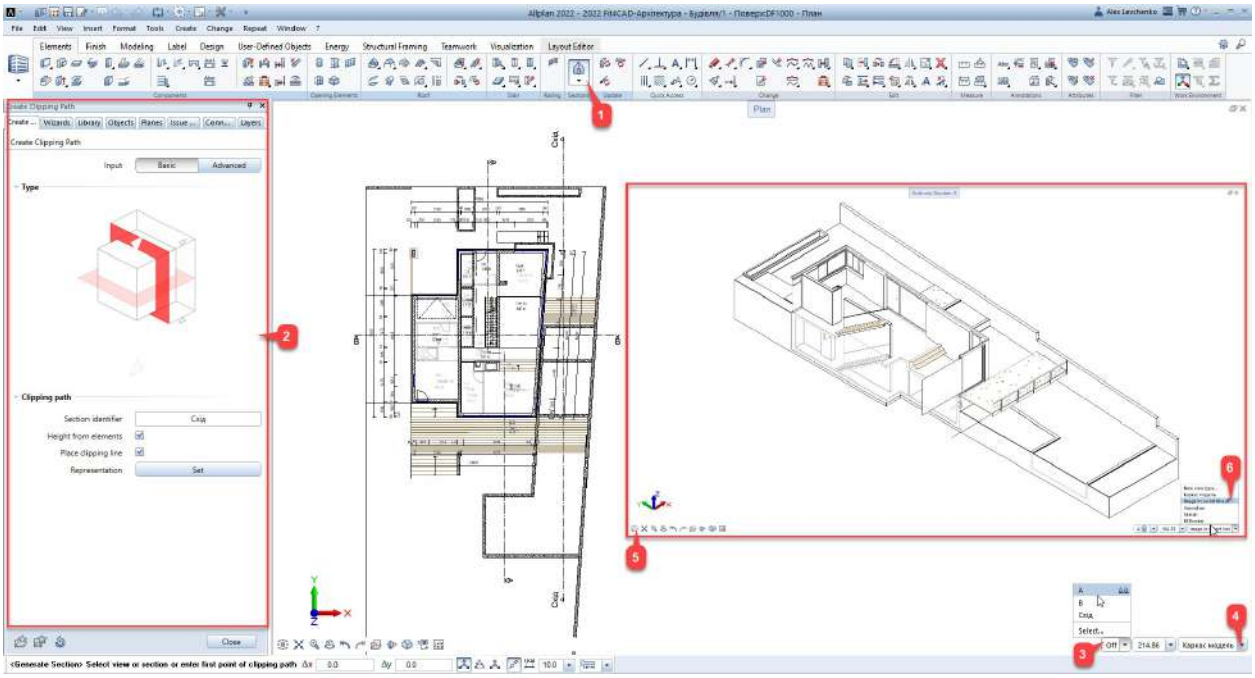


Рис.3.49. Налаштування розрізу

Для зручності різноманітна інформація зберігається в різних файлах моделі (ФМ) та формує загальну модель із файлів лівої частини вікна «Структура об’єкта» (Building structure). Таким способом можна обмежити діапазон елементів для побудови фасаду чи розрізу, відключити елементи інтер’єру та внутрішнього обладнання, але й налаштувати вигляд елементів (рис.3.50). Розрізи та фасади можуть бути асоціативні та неасоціативні, в залежності від налаштувань, але мають можливість оперативно змінюватися та оновлюватися з ФМ (файлів моделі) в розділ «Структура об’єкта» (рис.3.51). Оскільки розріз – це тривимірна модель з прихованою часткою фрагменту будівлі (рис.3.49), стає можливим зберегти таке зображення в форматі розрахунку прихованих ліній та зберегти результат в окремому файлі моделі. Така можливість розширює палітру презентації проєктних рішень та формує деталізовану структуру збереження інформації в проєкті (рис.3.52).

Оформлення фасадів може вестися в окремому ФМ але зв’язок між елементами креслення та оформленням буде зберігатися доки фасад чи розріз будуть асоціативними до моделі з розділу «Структура об’єкта».

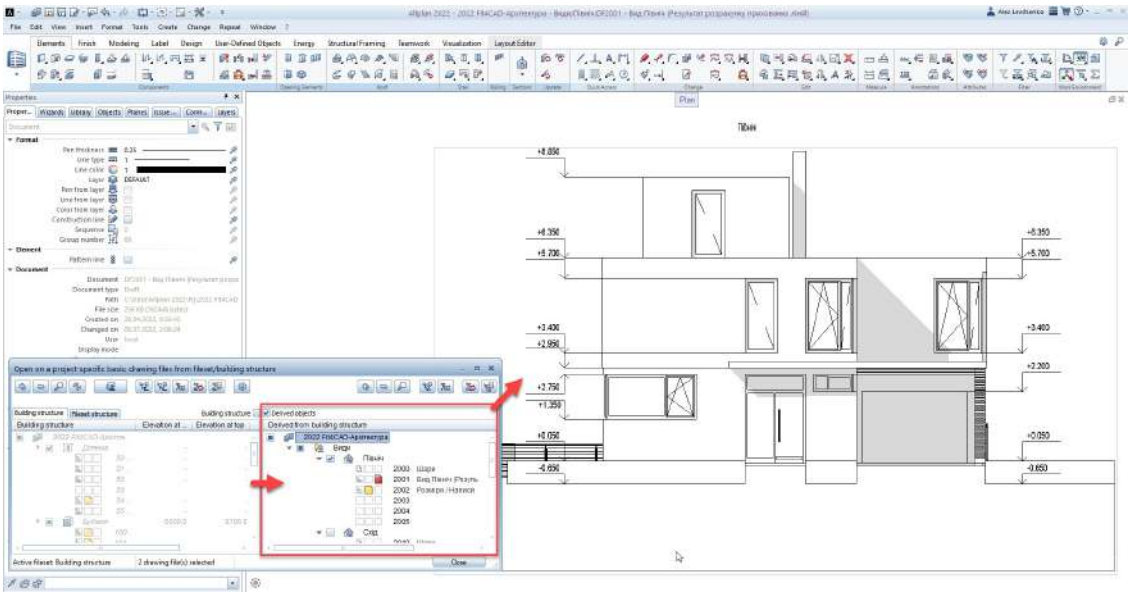


Рис.3.50. Асоціативний фасад (Північний)

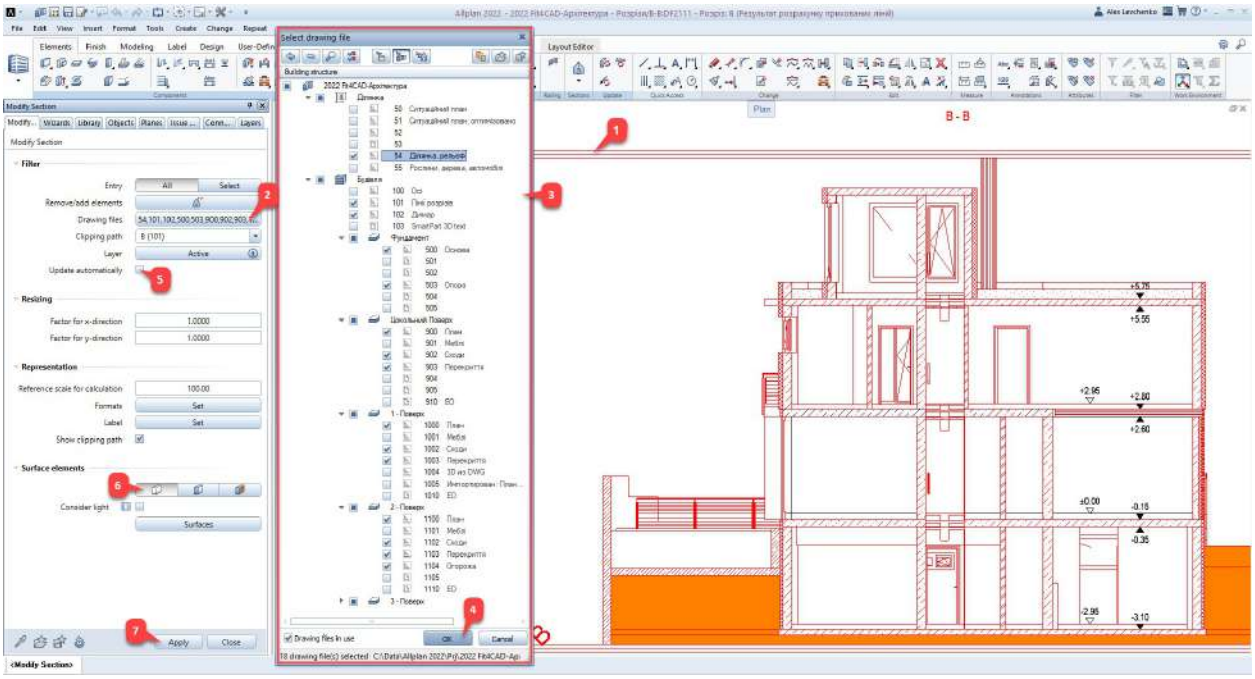


Рис.3.51. Асоціативний розріз (В-В)

Інформація з панелі «Похідні об’єкти» (Derived objects), як і «Структура об’єкта» (Building structure) однаково розміщуються на аркуші креслення у вигляді посилання на відповідний файл моделі, що створює асоціативний зв’язок моделі та альбому креслень. Невід’ємною частиною проєкту в архітектурній діяльності є створення візуалізацій і анімацій. Можливості функцій в Allplan забезпечує набір налаштувань для цих операцій.

Використовуючи різні алгоритми рендеру моделі – створюється зображення як для оперативного рендеру (RTRender) (рис.3.53), так і високоякісного, завдяки CINERENDER by MAXON (рис.3.54).

При цьому, якщо працює CINERENDER, архітектор може продовжувати роботу над проєктом. Рендер за алгоритмом CINERENDER by MAXON ведеться в окремому вікні та за налаштуваннями, забезпечує усі можливості використання рендеру, як і в програмі Cinema 4D (https://www.maxon.net) (рис.3.54).

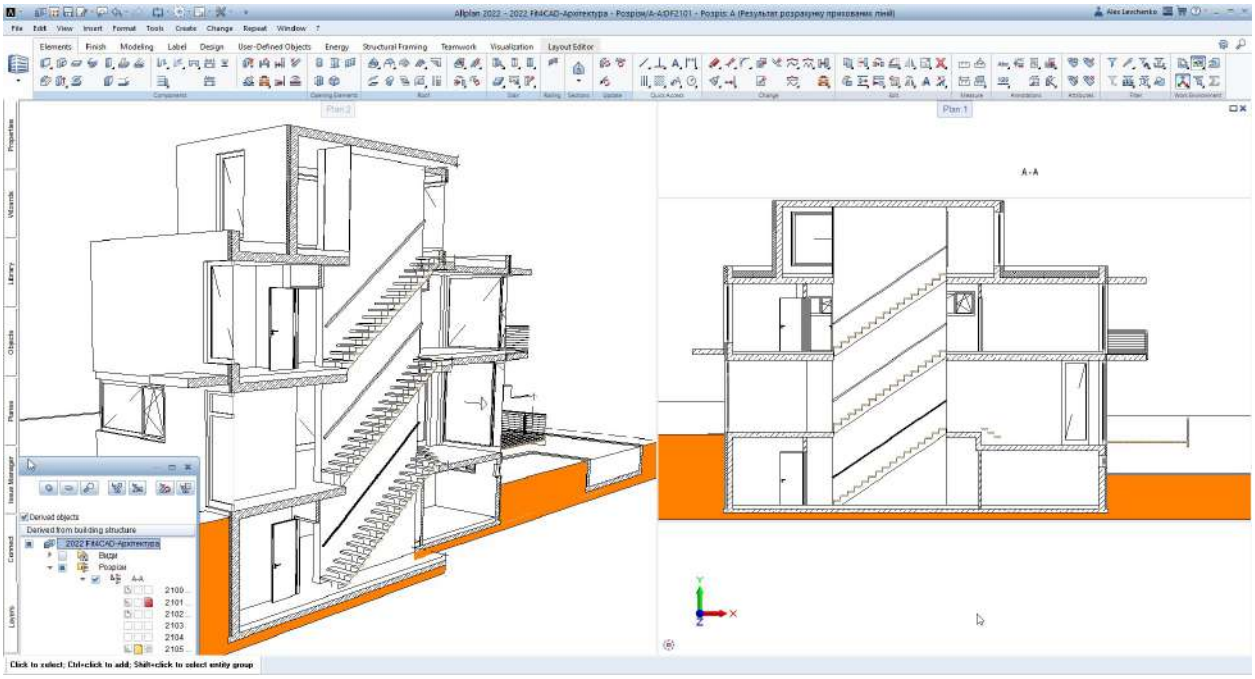


Рис.3.52. Асоціативний розріз (А-А) та 3D-розріз

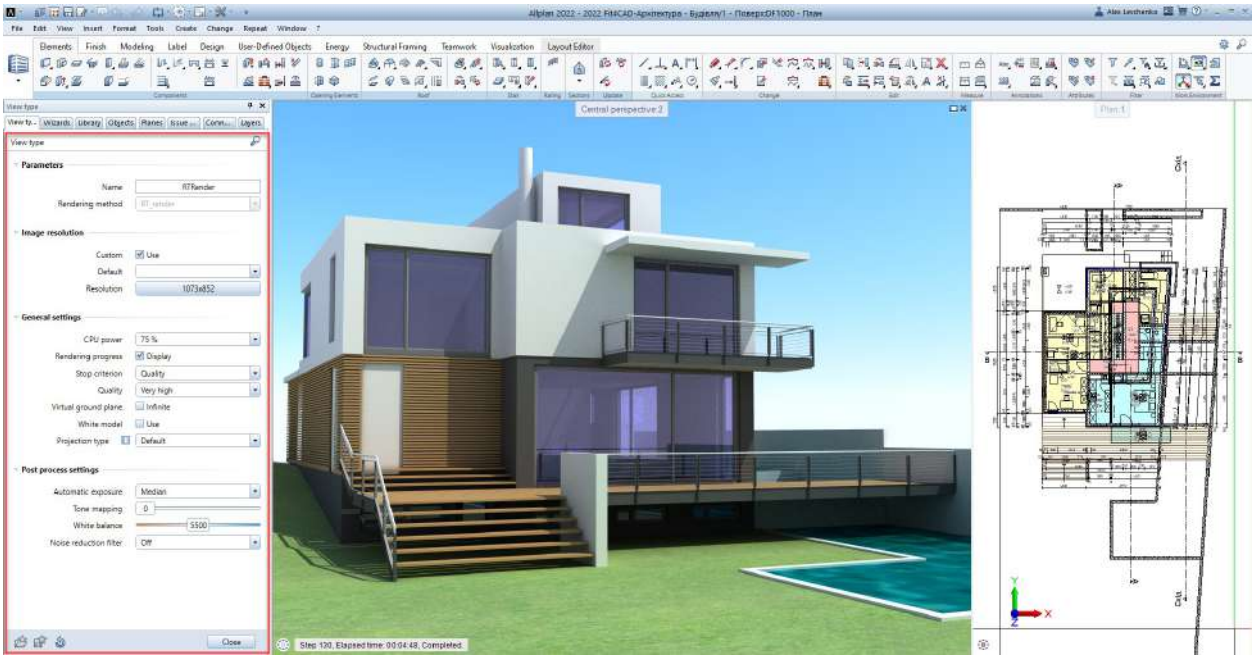


Рис.3.53. Рендер в режимі RTRender

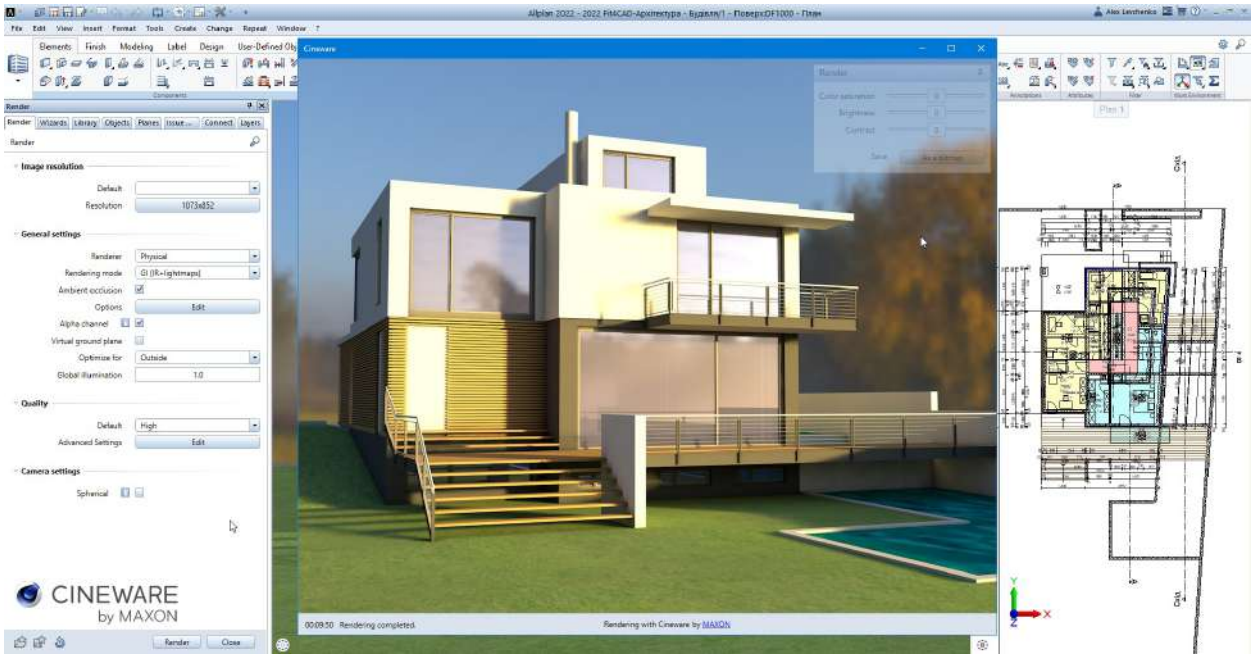


Рис.3.54. Рендер в режимі CINERENDER by MAXON

Особливо треба зазначити, що для студентської версії автоматично доступний безкоштовний план для групової командної роботи із сервісом BIMPlus (https://portal.bimplus.net), реєстрація автоматична з ліцензуванням Allplan та може бути розширена за потребою. Для інтеграції в командну роботу ввійдіть в Allplan в особистий обліковий запис та натисніть на клавішу «Вивантажити модель у Bimplus» (Upload Model to Bimplus) (рис.3.55). Кожен студент має 2 гігабайти для проєктів та команду з 5 осіб для одночасної роботи та запросити викладача для консультацій.

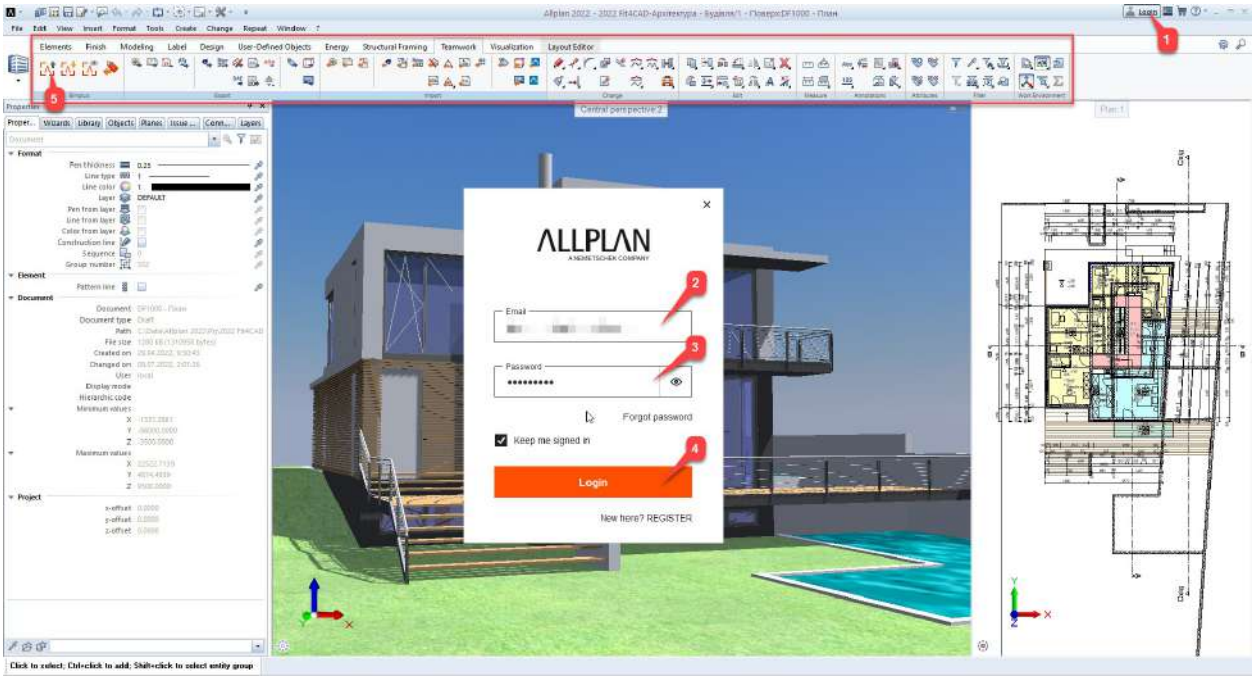


Рис.3.55. Teamwork – з'єднання Allplan з хмарним порталом BIMPlus

Перевірка або консультація за проєктом можлива на будь-якому пристрої та в будь-якому інтернет-браузері, що не обмежує можливості використання хмарного сервісу. Модель залишається інтелектуальною з усіма параметрами та властивостями елементів як і в самому Allplan (рис.3.56).



Рис.3.56. BIMPlus – перевірка, анотування, ревізії та додаткові модулі.

Командна робота (Teamwork) в Allplan за допомогою BIMPlus дає зиогу й імпортувати проєкт на іншому робочому місці з хмари в середовище Allplan для подальшого редагування. Оскільки Allplan є єдиним BIM-додатком, який зразу визначає проєкт як багатофайлову систему, програма не дозволить редагувати дані в одному файлі, тобто робота кожного учасника ніколи не буде заважати іншим. Ніколи не виникне конфліктів через втрату даних, коли над одною ділянкою проєкту будуть здійснені зміни одночасно кількома учасниками.

Наявність додаткових можливостей в самому сервісі BIMPlus допомагає створити презентацію проєкта, зберегти всю проєктну документацію, робити додаткові перетини за моделлю для роз'яснення та показу додаткових вузлів, фільтрувати та робити показ обраних елементів з подальшою зміною властивостей на групу та багато іншого за допомогою додаткових модулів.

Для викладача та студента, BIMPlus дає неосяжні можливості коментування та консультування і не тільки з проєктами зі середовища Allplan! Так само можна експортувати проєкт з Autodesk Revit, завдяки плагіну, який встановлюється на Revit, або імпортувати проєкт як файл IFC, якщо BIM-додаток ще не має вбудованого коннекту з BIMPlus.

Докладну інформацію про використання інших модулів, які не розглянуті в цьому розділі, проілюстровано в окремій технічній документації, котра розміщена на сайті Центру Компетенції «Allbau Software GmbH» в Україні, http://www.allbau-software.de/index.php/podderzka/download/dokumentatsiya/, та запитати в фахівця www.allbau-software.de // hotline@allbau-software.de.

Автор висловлює подяку колективу "Allbau Software GmbH"!

3.5. Запитання та завдання для самоконтролю

1. Що таке модулі в Allplan?
2. Який модуль в Allplan призначений для функцій 2D-креслення?
3. Що таке «Bimplus»?
4. Яка принципова відмінність у використанні «Специфікація» та «Звіт»?
5. Що розуміють під терміном «Файл моделі»?
6. Яке визначення поняття «Асистенти» в Allplan?
7. Що дозпомагає створювати «Структура об'єкта»?
8. Для чого використовується «Модель площин»?
9. Що означає поняття «Бюро» в Allplan?
10. Що означає поняття «Проєкт» в Allplan?

11. Активний файл моделі – це?
12. Фоновий активний файл моделі – це?
13. Пасивний файл моделі –це?

Список використаних джерел

1. https://www.nemetschek.com
2. http://www.allbau-software.de
3. https://connect.allplan.com
4. https://connect.allplan.com/en/content/smartparts.html
5. https://campus.allplan.com
6. Додаток А "Опис роботи зі Штампом Шаблона BIM" [Електроний ресурс] //Режим доступу: http://www.allbau-software.de/ index.php/podderzka/download/dokumentatsiya/file/185-prilozhenie-a-opisanie-raboty-so-shtampom-shablona-bim-pdf.html
7. Посібник "BIM Компендіум (на базі IFC4)" [Електроний ресурс] // Режим доступу: http://www.allbau-software.de/index.php/podderzka/download/dokumentatsiya/file/166-posobie-bim-kompendium-r3-na-baze-ifc4.html
8. Heike Dietzmann, Stefanie Hetzler, Michael Kronz. Allplan 2D/3D. Computerpraxis – Schritt für Schritt. - Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten, 2005. – 176p.
9. Методика вертикального планування територій в BIM Allplan //reposit.nupp.edu.ua / bitstream / PoltNTU (Література ДБН В.2.3-5: 2018 «Вулиці та дороги населених пунктів ..» Особливості проектування об'єктів дорожньої інфраструктури в САПР **Allplan)**

АВТОРИ РОЗДІЛУ 4 – ARCHICAD



Михайленко Андрій Всеволодович

Доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі КНУБА, кандидат архітектури. Сфера інтересів – засоби комп'ютерних технологій, інформаційне моделювання, BIM, створення гармонійного середовища проживання в стані техногенного суспільства (НТП).

Розділ 4. ARCHICAD

4.1. Програмне забезпечення в архітектурній діяльності

Визнаним новатором у світі серед систем повноцінного архітектурного проєктування (BIM) є програма ARCHICAD, яка синтезує єдину 3D-модель будівлі для розробки, візуалізації, взаємодії в команді і випуску комплексної будівельної документації.

В основі ARCHICAD побудова та використання єдиної об'ємної віртуальної моделі будівлі як основи подальшого вилучення з неї всієї необхідної інформації. Причому всі розділи і додатки цієї цифрової інформаційної моделі в корені взаємопов'язані, а розвинені технології спільного використання даних сприяють ефективній взаємодії, яка зводиться до співпраці внутрішньої та зовнішньої.

Для цієї програми не існує обмежень за типом, розміром або характером проєктованих об'єктів, хоча найбільша результативність проявляється в архітектурно-будівельній галузі або розробці дизайну архітектурного середовища. Швидкість просування і масштабність проєктів, які розробляються, більше визначається навичками користувачів, технічними можливостями апаратної бази, поточною версією програмного продукту. Крім універсальності та самодостатності можна відзначити певну інтелектуальність та постійне вдосконалення засобів програми.

Програмне середовище ARCHICAD надає практично всі засоби для повноцінного проєктування і отримання результатів за кожною із стадій або етапів архітектурного проєктування об'єктів і здатне акумулювати результати співпраці всіх учасників проєктного та будівельного процесів формування будівель.

Відкрита платформа програми створює основу для локалізації та адаптації проєктної та нормативної бази проєктування, бібліотечної бази, залучення автономних розробників для реалізації нових розширень інструментальних засобів ARCHICAD, для підключення програмних додатків суміжних спеціальностей, сучасних будівельних технологій тощо.

4.2. Виникнення ARCHICAD та основні етапи його розвитку

Єдиним розробником ARCHICAD з моменту свого зародження і до теперішнього часу є компанія GRAPHISOFT.

Компанія GRAPHISOFT заснована в 1982 році в Угорщині. Габор Бояр (Gábor Bojár) зміг створити власний програмний код, який визначав видимі і невидимі елементи моделі і мав відносно невеликі вимоги до продуктивності. У 1982 р. 30-річний математик зі своїми колегами відкрив одну з перших приватних компаній у ще соціалістичній країні.

Перша публічна демонстрація програмного забезпечення (1983 р.) на Мюнхенській виставці допомогла Graphisoft налагодити контакти з різними виробниками комп'ютерів (Apple, Sony, Mitsubishi, Commodore). На початку 1984 року компанія Apple передала GRAPHISOFT новітні тоді комп'ютери Apple Lisa і профінансувала їх діяльність. Незважаючи на дії ембарго розвинених західних країн, введеним COCOM (Координаційний комітет з

експортного контролю), роботу вдалося продовжити і втілити в досягненнях ПЗ RADAR на прикладах моделей трубопроводів електростанції, містобудівних рішень, будівель, дизайну кухні і навіть взуття. З 1984 року компанія GRAPHISOFT поступово почала створювати глобальну мережу дистриб'ютерів для просування своїх продуктів практично у всіх європейських країнах і в Америці [8].

Версія ArchiCAD 2.0, яка вийшла у 1986 році для комп'ютерів Macintosh, стала потужним проривом для Graphisoft. Це була перша «інтегрована» версія архітектурної програми, в якій редагування 2D-планів та створення 3D-моделі відбувалося в одному середовищі.

З появою у 1987 р. адекватної для розв'язку задач платформи – Macintosh II справи компанії різко пішли вгору. Випущена в 1988 році версія ArchiCAD 3.1, отримала новий призначений для користувача інтерфейс, розроблений під керівництвом Гюрі Юхаса (Gyuri Juhász) – першого професійного архітектора, який розпочав працювати в GRAPHISOFT.

Зміна політичного устрою, яка відбулася в 1989 році, призвела до скасування ембарго COCOM щодо Угорщини. Це дало змогу компанії GRAPHISOFT стати на кілька років дистриб'ютором продукції Apple в країнах Східної Європи. На початку 1990-х рр. GRAPHISOFT контролювала вже 40% західноєвропейського ринку ПЗ будівельного проєктування.

Восени 1993 року вийшла перша версія (ArchiCAD 4.16) для платформи Windows, яка нагадувала ранні версії для Macintosh, поступаючись версіями для Mac в швидкості та стабільності. Протягом кількох наступних років різниця в продуктивності версій для Mac і Windows скорочувалася, доки вони не стали практично ідентичні одна одній.

Версія ArchiCAD 4.55, яка вийшла в 1995 році, і наступна за нею версія для групового проєктування в 1997 р. (ArchiCAD for TeamWork) принесли компанії GRAPHISOFT велику кількість нагород (Eddy Prize, Codie, Computer Graphics World Award, нагороди Вибір редакції журналів CADENCE і CADALYST).

У лютому 1996 року GRAPHISOFT уклала угоди з японськими фірмами, які інвестували в компанію 7 500 000 доларів. Частина цих грошей була витрачена на будівництво офісного комплексу Graphisoft Park в Будапешті, в якому розмістилася нова штаб-квартира GRAPHISOFT (рис.4.1). GRAPHISOFT створила дочірні компанії (штаб-квартири) в Німеччині, США, Японії, Великій Британії, Бразилії, Сінг'апурі, Китаї, Мексиці та Італії. На території країн СНД з'явилося окреме представництво компанії.

Версія ArchiCAD 7.0 (2001 р.) вийшла вперше російською мовою і почалися роботи з локалізації бібліотеки з урахуванням регіональних норм для Східної Європи. Трохи раніше GRAPHISOFT приєдналася до діяльності IAI з підтримкою формату міжплатформного обміну даними IFC.



Рис.4.1. В'їзд до Graphisoft Park в Будапешті

У 2007 році компанія GRAPHISOFT (по акціях) була придбана концерном Nemetcschek AG (Німеччина). Відтоді Graphisoft SE – компанія, яка входить до складу концерну, займається розробкою архітектурного програмного забезпечення, заснованого на технології Інформаційного Моделювання Будівель (BIM). Тоді ж був видозмінений логотип і емблема ARCHICAD.

Нині існує 26 мовних версій – локалізацій програмного додатка, який продається в 102 країнах світу. Активно підтримується програма лояльності для навчальних закладів, безкоштовне надання навчальних версій для студентів і викладачів усіх архітектурних шкіл (понад 300 в США і Канаді, 800 в Європі, 160 в Японії). Проводяться щорічні конкурси на кращі студентські архітектурні проєкти з ARCHICAD.

З ARCHICAD 24 з'явилась можливість користуватися всіма загальними засобами програми і в україномовній версії!

Протягом років еволюції флагманський продукт GRAPHISOFT – система ARCHICAD, одночасно і трансформувалася, і зберегла свої фундаментальні властивості. У такій системі здійснюється проєктування повноцінної тривимірної моделі майбутньої будівлі, а традиційна робоча документація генерується автоматично. Так що те, що сьогодні називається терміном «Віртуальна Будівля», в комерційному продукті угорські програмісти реалізували майже 36 років тому.

4.3. Основні особливості програмного забезпечення, головні переваги та недоліки

ARCHICAD – програма для архітекторів і створена самими архітекторами. Тільки постійний контакт розробників з діючими архітекторами-практиками зі своєї компанії та професіоналами з усього світу дає змогу оперативно реагувати на потреби користувачів та новітні досягнення технологій будівельно-промислової галузі.

До основних аспектів роботи з ARCHICAD відносять: знайомі та звичні для архітекторів об'єктно зорієнтовані інструменти 2D-креслення та 3D-моделювання, гнучкість робочого середовища та способів побудови примітивів, простоту та обмеженість систем подання інформації на екрані при одночасному доступі до заглиблених специфічних даних тощо. Важливими властивостями САПР вважається комплекс невід'ємних рис-ознак (рис.4.2).

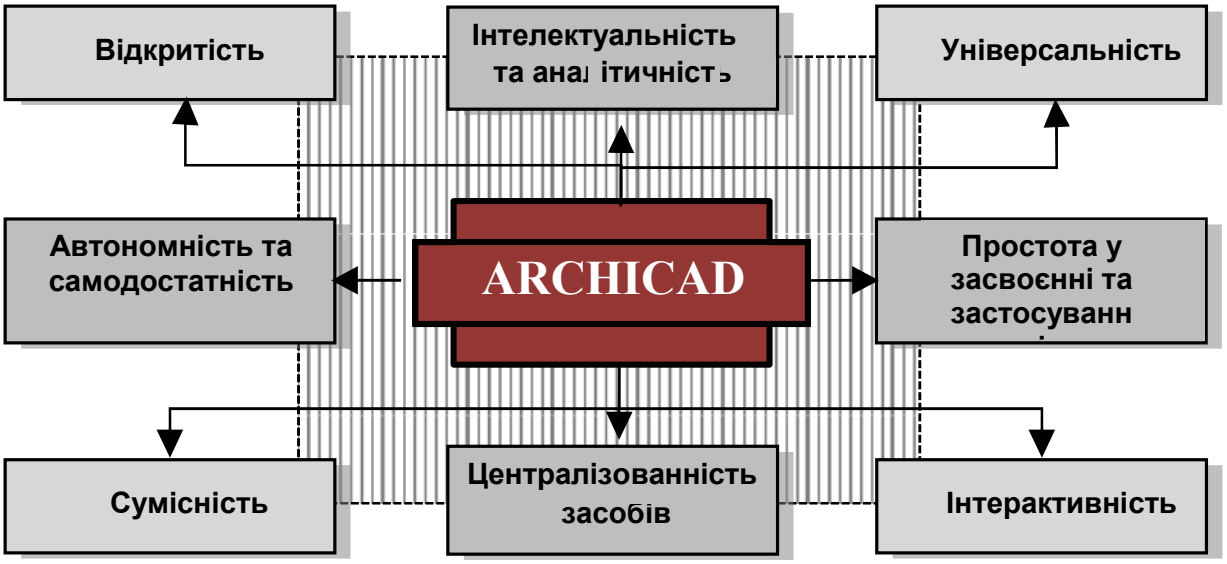


Рис.4.2. Головні властивості ARCHICAD

Згідно з основним принципом BIM, архітектори можуть використовувати 3D-модель будівлі для вилучення з неї всіх необхідних креслень проєкта та зображень, включно з планами, розрізами, фасадами, презентаційними матеріалами, реалістичними фотозображеннями, деталізованими кресленнями конструктивних елементів, а також

результатами проведення кількісних розрахунків і вартісної оцінки. Зміни, які здійснюються в моделі, безпосередньо відображаються на всіх проєкціях і кресленнях. Але запорукою успіху стає тільки дотримання ретельного, точного та детального об'ємно-просторового моделювання об'єкта.

Найважливіші аспекти методу BIM з ARCHICAD наведені на рисунку(рис.4.3), а нижче сформульовані його **головні переваги**.

концепція єдиного файлу: модель будівлі і всі її додаткові подання містяться в одному файлі віртуальної будівлі.

для моделювання використовуються аналоги реальних архітектурних елементів: стіни, балки, дах, колони, перекриття, сходи, вікна, двері, меблі (архітектурний сенс-контент) тощо.

вироблені в моделі зміни впливають на всі креслення (часом і навпаки).

автоматизований технологічний процес створення документації.

рівень деталізації моделювання відповідає вимогам точності інасиченості подання креслень.

приписувана елементам будівлі інформація (текстова, кількісна).

автозгенерована додаткова інформація (візуалізація, анімація, проведення розрахунків, побудова каталогів, специфікацій).

координація з іншими програмами та розділами, зокрема, з програмами структурного та енергетичного аналізу, кошторису, ековпливу будівлі і ін.

До **тимчасових недоліків** або складнощів можна віднести:

підвищені вимоги до процесу навчання. Найважче вивчити підхід BIM для людей, які раніше були користувачами 2D-додатків.

значні фінансові витрати на впровадження BIM-технології.

збереження великої бази даних та постійне коригування їх складу, описів, показників.

обмежені можливості зі створення об'єктів зі складною, нестандартною геометрією (наприклад, поверхні NURBS, скульптурне моделювання, параметрика), що ускладнює реалізацію ідей повною мірою.



Рис.4.3. BIM – віртуальна основа архітектурного проєкта з ARCHICAD

Базовий комплект ARCHICAD оновлюється кожного року з виходом нової версії програми, що розширює її можливості. На додаток до перекладу інтерфейсу та документації, ці версії мають набір параметричних об'єктів (Бібліотек об'єктів), розроблених з урахуванням специфічних вимог регіонального ринку, а також різні значення за замовчуванням для властивостей об'єктів, меню механізмів і т. ін.

Адаптація вже знайомого інструментарію та середовища для розв'язання локальних задач проявилась через появу низки окремих бібліотек, розширень, модулів, та зручних автономних програмних додатків, які поглиблюють функціонал базової програми і доповнюють її різними можливостями. На ринку існує кілька десятків окремих тематичних збірок бібліотечних 2D- та 3D-елементів у власному форматі ARCHICAD та мови опису GDL. Пропонований додаток **EcoDesigner** спрямований на проведення оперативного енергетичного аналізу будівлі, яка проєктується в ARCHICAD. Запропонований пакет **ArchiSuite** дає набір додаткових модулів для моделювання, документування, удосконалення зображень, поповнення бібліотеки матеріалів, розрахунку та аналізу ресурсів будівлі. **BIMx Viewer** для настільних комп'ютерів та мобільних пристроїв, допомагає здійснювати інтерактивний перегляд у реальному часі та контроль3D-моделей будівель з ARCHICAD. Вкладений додаток **MEP Modeler** призначений для детальної побудови та координації розташування інженерних мереж будівлі. Розроблено **Шаблон UA** (Template) для зручності роботи та випуску нормованої проєктної документації з ARCHICAD 22, згідно з ДБН та ДСТУ. **ARTLANTIS Studio** (розробник ABVENT) та **Twinmotion** (Epic Games) – високопродуктивні автономні генератори презентаційного матеріалу з можливістю створення статистичних і анімаційних картинок, QuickTime VR панорам тощо. Як правило, це додаткові окремі комерційні продукти, частково розглянуті далі.

Основна перевага підходу ARCHICAD до візуалізації полягає в тому, що немає необхідності в імпорті та експорті даних 3D-моделі між різними програмами візуалізації та моделювання. Всі зображення можна отримати за допомогою вмонтованих механізмів, природного інтерфейсу і добре знайомих для архітекторів інструментів.

Процес побудови моделі триваліший, ніж при використанні традиційних підходів CAD-систем, і зазвичай перманентний для всього життєвого циклу існування будівлі. Модель BIM будується з реальних архітектурних елементів, які коректно представляються згідно з місцевими архітектурними стандартами у всіх виглядух. Крім того, з конструктивними елементами можна асоціювати неграфічну інформацію (кількісні характеристики, склад, описи) про будівлю, яка буде використовуватися для проведення різних розрахунків.

Програми BIM підтримують автоматичну побудову креслень з 3D-моделі,що дає змогу проєктувальникам більше часу витрачати на проєктування і менше – на створення робочої документації.

Індустрія архітектурно-будівельного проєктування йде шляхом інтеграції різних дисциплін. Співпраця стає стандартним механізмом та запорукою швидкого комплексного вирішення (рис.4.4).



Рис.4.4. Взаємодія учасників проєктування і будівництва об'єкта

Включення тимчасових і вартісних характеристик у модель BIM є одним з підходів на шляху автоматизації такої кооперації. Моделі координації будівництва (5D) або, як ще кажуть, «Модель віртуального будівництва ARCHICAD», є основою для управління проєктами, включаючи аналіз виконання будівельних робіт, оцінку фінансових витрат, підготовку документації. Подібний технологічний процес координації – ефективний засіб взаємодії між архітекторами, конструкторами та іншими фахівцями будівельної галузі. Окремі об'єкти моделі пов'язуються з оціночними методиками, що описують методи їх будівництва, витрати і використані ресурси (рис.4.5).

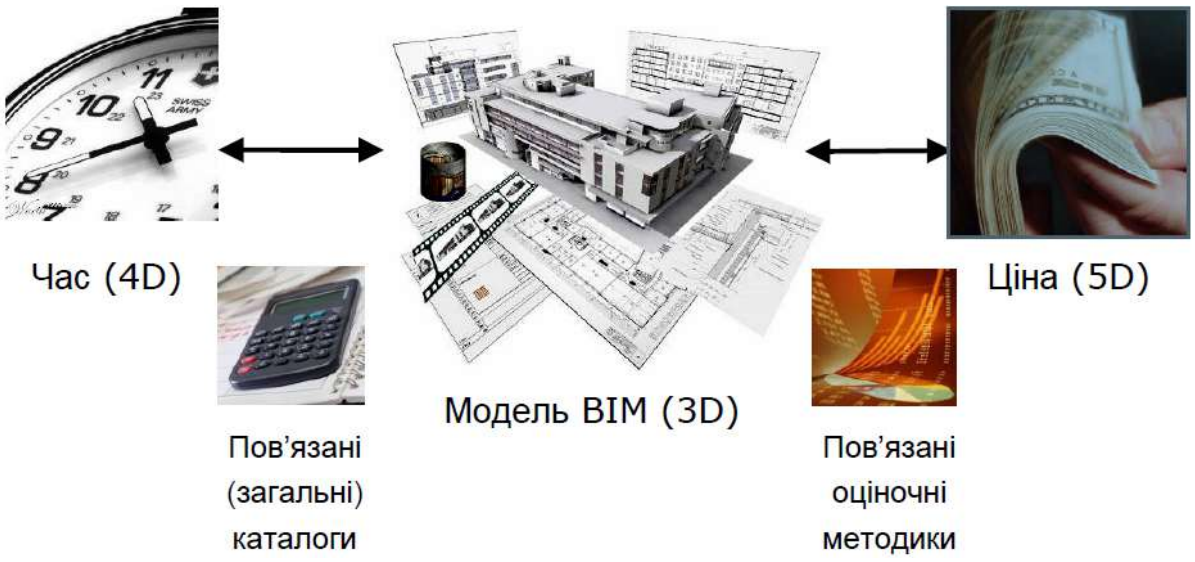


Рис.4.5. Сучасні тенденції в автоматизації будівельної індустрії

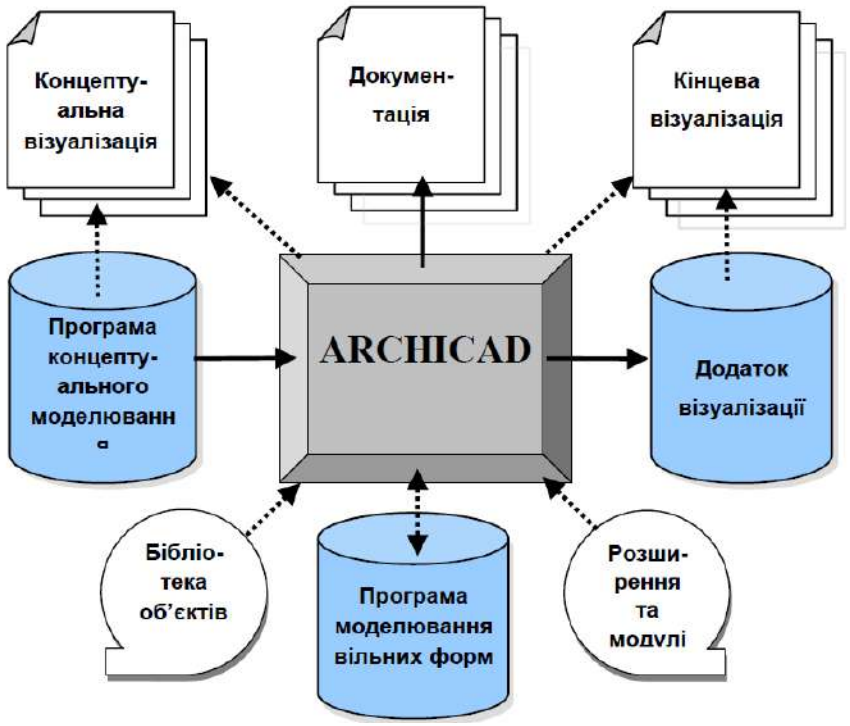


Рис.4.6. Програмна підтримка віртуального будівництва з ARCHICAD

Пошук найкращого підходу до моделювання вимагає глибокого і всебічного розуміння можливостей програмного забезпечення та чіткого визначення цілей моделювання. Кілька загальних правил допомагають досягнути найбільшої ефективності та зберегти обсяг моделі ARCHICAD в прийнятних розмірах:

Утримання простоти. Рівень деталізації не повинен перевищувати висунутих вимог.

Поділ на частини. Поділ проєкту на невеликі відносно самостійні логічно пов'язані частини і

поширення їх серед розробників проєкту.

Використання відповідного програмного забезпечення. Для досягнення найкращих результатів зазвичай необхідно використовувати кілька спеціалізованих комп'ютерних програм.

Загалом в архітектурній практиці використовується кілька видів комп'ютерних моделей, які можна звести до таких: концептуальна модель, модель візуалізації, BIM і модель координації будівництва (5D). Кожна з них може розроблятися ресурсами ARCHICAD, або навіть частиною її, а також із застосуванням комплексу з кількох вузькоспрямованих програмних додатків (рис.4.6).

4.4. Основний інструментарій та функціонал програми ARCHICAD. Налаштування робочого середовища

Віртуальна будівля (ARCHICAD Virtual Building) – це цифрова тривимірна імітаційна модель проєкту, яка містить всю необхідну для роботи інформацію і вдосконалюється протягом усього часу проєктування і функціонування. Крім того, ARCHICAD це багатофункціональний інструмент, призначений для підготовки і організації будівництва, а також управління ним. Алгоритм процесу проєктування з ARCHICAD наведено на схемі (рис.4.7).

Деякі з проєктних процесів ідуть послідовно один за одним, інші – паралельно з отриманням результатів в автоматичному режимі, а часом вручну. Залежно від встановлених цілей та задач деякі з процесів можуть минатись, а інші впроваджуватись з поглибленою розробкою.

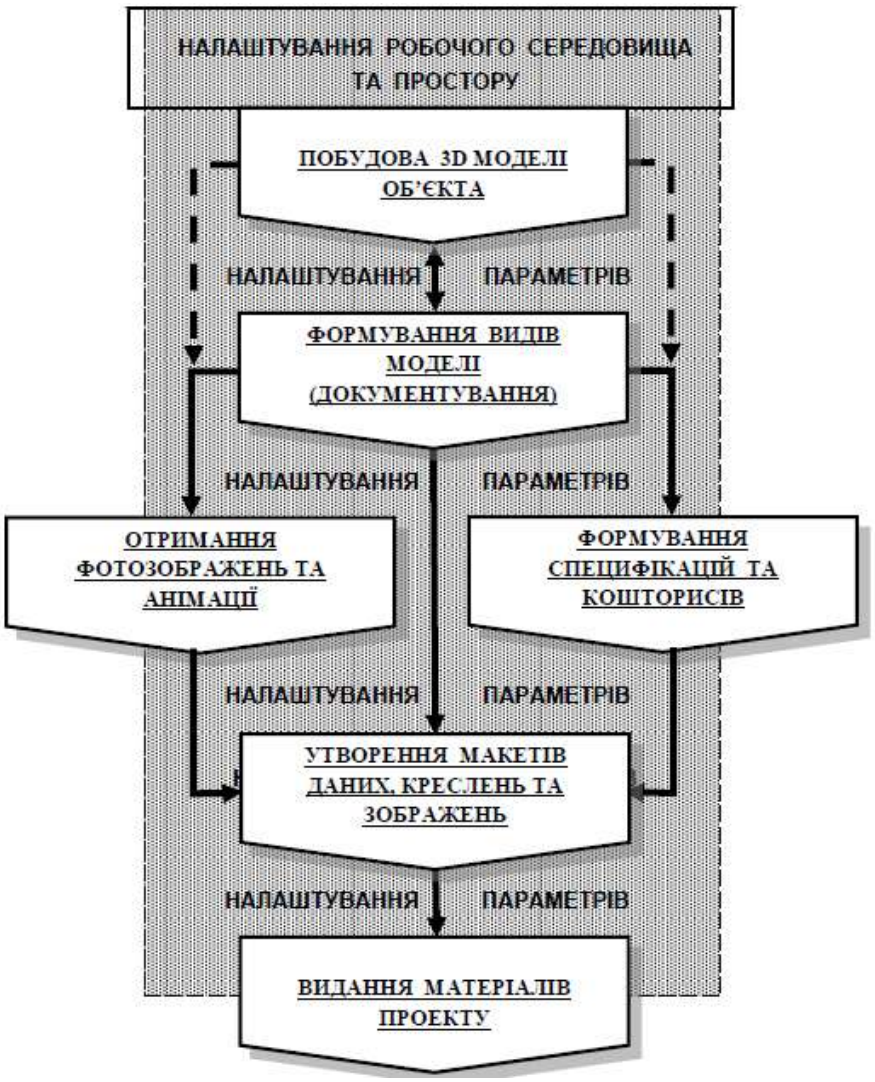


Рис.4.7. Алгоритм процесу проєктування з ARCHICAD

При роботі з ARCHICAD працюють з єдиною моделлю в різних її проявах, зображеннях і фрагментах, з одним і тим самим файлом, який являє собою варіант проєктного рішення. Крім звичайного файлу проєкту **-.***pln*, можливе збереження архівного файлу з включенням всіх бібліотечних елементів і специфікацій -.*pla*, а також резервної копії -.*bpn*.

Робочий простір містить робочі вікна, поля введення, які лають змогу не тільки задавати параметри і здійснювати налаштування елементів, але і розраховувати показники, формувати кошториси і специфікації, налаштовувати формати зображень. Інтерфейс програми об'єднує головні і допоміжні діалогові вікна, головне і контекстне меню, стандартні і плаваючі панелі, довідкові посилання.

Склад бібліотечних елементів (2D-символи та 3D-блоки), які можуть бути використані при побудові об'єктної моделі, обирається з переліку бібліотек, завантажених для поточної роботи у пам'ять ПК (ARCHICAD Library, тощо). Тільки в цьому разі всі використані в проєкті об'єкти будуть коректно відображатися програмою в будь-який момент роботи через *Library Manager* (*Менеджер Бібліотек*).

За замовчуванням, кожен наступний проєкт успадковує робоче середовище попереднього. За необхідності, на початку роботи можна надати зразок проєкту – *Template* (*Шаблон*), порожній файл з раніше налаштованим набором параметрів проєкту, модельних видів, специфічним налаштуванням робочого середовища, інструментарію, зокрема в розділі *Favorites* (*Вибране*).

Налаштування параметрів робочого середовища має на увазі уточнення одиниць виміру, розрахунків, розмірних чисел, координат розташування об'єкта, параметрів зон, макетів тощо – різних характеристик з розділу *Project Preferences* (*Рабочая среда*). Перелік інших суттєвих режимів роботи програми зібрано у розділі *Work Environment* (*Навколишнє середовище*). Тут усі налаштування та параметри інтерфейсу будуть збережені у вигляді поточного профілю, побудованого з 5 схем: *User Preference Schemes* (*Параметри користувача*); *Shortcut Schemes* (*Клавішні команди*); *Tool Schemes* (*Інструменти*); *Palette Schemes* (*Панелі*); *Command Layout Schemes* (*Розташування команд*).

Поточний профіль користувача в ARCHICAD легко налаштувати: створити свої типи ліній і штриховок, нові покриття, будівельні матеріали, багатошарові конструкції, стилі заміни для реконструкції, бібліотеку елементів, шаблони для нових проєктів і багато іншого. Для наочності креслення всім його елементам надається певний колір, пов'язаний з конкретною товщиною лінії. Параметри пір'їв встановлюються в діалоговому вікні *Options / Attribute Settings / Pens & colors* (*Параметри / Реквізити елементів / Пір'я та Колір*). Поряд з ними редагується і комплекс різноманітних графічних атрибутів елементів проєкту – *Fill Types* (*Зразки Штрихування*), *Line Types* (*Типи Ліній*), *Composites* (*Багатошарові Конструкції*), *Materials* (*Покриття*), *Zone Categories* (*Категорії Зон*) та ін.

Збереження на початковій стадії базової інформації про проєкт в цілому, в розділі *Project Information* (*Інформація про Проєкт*) буде запорукою коректного ведення та оформлення випускної документації. Використання цих текстових чи числових даних в якості *Autotext* (*Автотекст*), який автоматично генерується програмою в межах проєкту, спростять роботу з тиражування написів і підписів.

Невід'ємним елементом налаштування робочого середовища є вибір масштабу зображення в поточному вікні (плану, розрізу, деталей і ін.) через розділ *Floor Plan Scale* (*Масштаб*). Крім цього, для зручності роботи необхідно встановити з меню *View* (*Вид*) режими та параметри прив'язки курсору до *Snap Points* (*Точки прив'язки*), до покрокової або конструктивної сітки прив'язки *Grid Options* (*Параметри сітки*), а також *Guide Lines* (*Напрямні Лінії*). Залучення *Tracker* (*Табло стеження*), що рухається услід за курсором, спрощує відстежування та здійснення кількісного введення значень змінних (*X, Y, Z, A, R*) з клавіатури.

Головні режими й способи перегляду зображення в робочому вікні, можливості збільшення, зменшення, зсуву, охоплення вибраного ареалу плану, регенерації зображення та ін. для розгляду в цілому або конкретних елементів проєкту відображуються у розділі *View / Zoom /...* (*Вид / Рівень збільшення /...*), а також у вигляді низки кнопок керування зображенням

в лівому нижньому куті кожного поточного вікна.

Ще два поняття тісно пов'язані з налаштуванням властивостей та структури робочого середовища конкретного об'єкта, хоча можуть бути задіяні пізніше за певною потреби в них (рис.4.8).

Так, для логічного поділу елементів проєкту на групи використовують поняття *Layer* (*Шар*). Це викликано необхідністю об'єднання за змістом ряду елементів одного типу та управління їх через спільне бачення, відображення чи блокування через *Layer Settings* (*Параметри Шарів*). Кожен елемент може належати тільки одному шару. Для оперативного ілюстрування окремих розділів проєкту (видів моделі) з різним набором відображених елементів доцільно застосовувати комбінації шарів за типом – подібно до з'єднаних комплектів аркушів кальки.

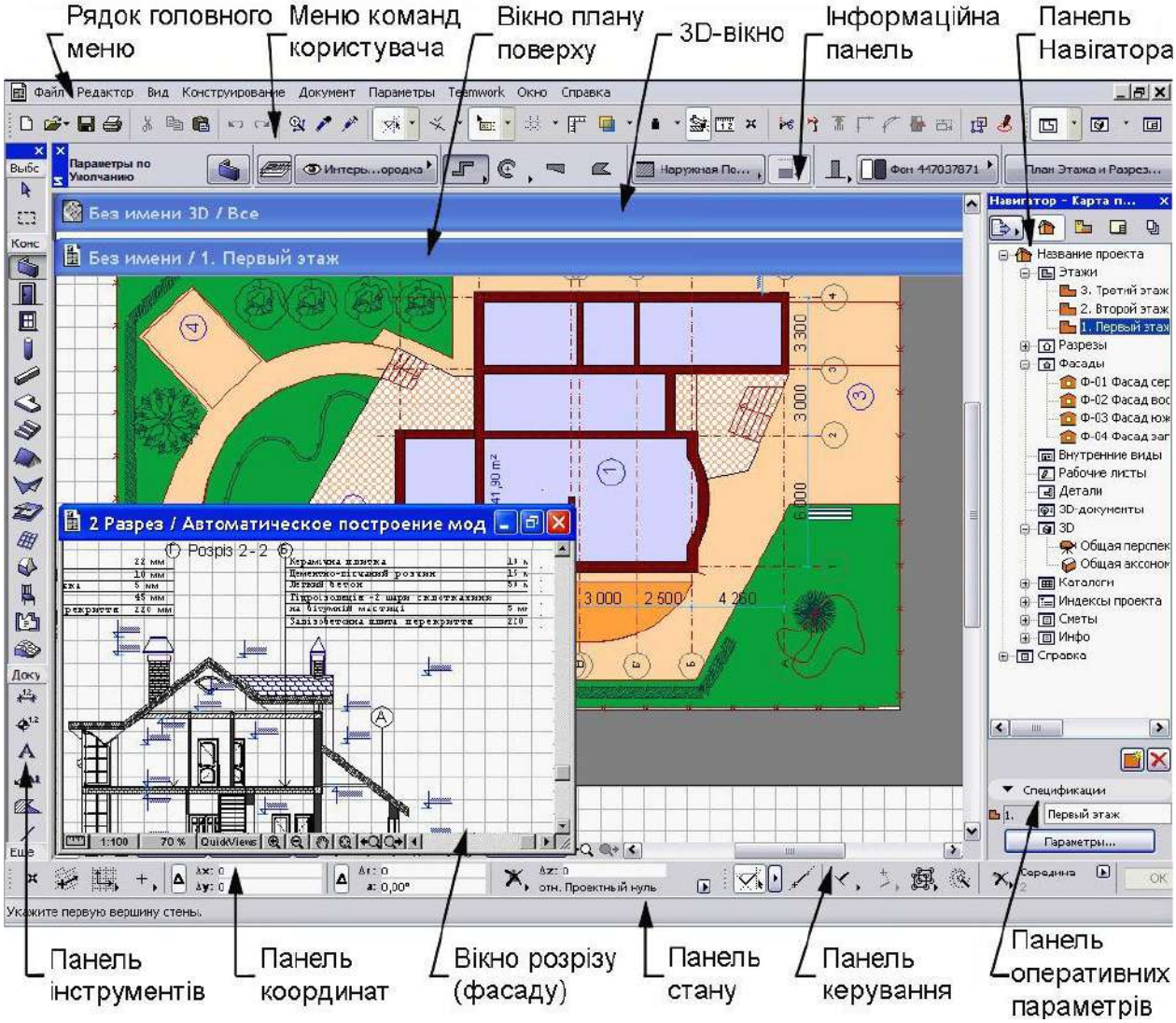


Рис.4.8. Складові інтерфейсу та робоче середовище ARCHICAD

Іншим важливим поняттям є *Story* (*Поверх*) – відокремлений простір по вертикалі для поділу елементів проєкту за їх вертикальним положенням, і послідовно з'єднаний один з одним. При цьому робота з кожним поверхом на плані відбувається окремо, на відміну від вікон розрізу/фасаду і тривимірної проєкції, в яких модель може відображатись та коригуватись з усіма поверхами разом. Параметри, призначення, побудова та видалення поверхів визначаються у панелі Навігатора або вікні *Story Settings* (*Налаштувати Поверхи*). Відображення елементів в проєкції поверху регулюється рівнем січної площини за підсумком параметрів діалогового вікна *Floor Plan Cut Plane* (*Плоскость Сечения Плана этажа*).

Значну користь в процесі роботи дає швидке налаштування режимів відображення моделі в робочих вікнах разом з *Model View Options (Модельний Вид)* та *Graphic Override Rule (Графічна Заміна)*, на основі обраних комбінацій Правил Заміни зображень та параметрів

Модельного Вигляду для різних розділів проєкту та стадій розробки.

Встановлені ознаки, елементи розрахунку чи режими роботи програми в подальшому можуть бути у будь-який час змінені в процесі роботи.

Багаторівнева довідкова система ARCHICAD включає: контекстні підказки, що вказують на назву або сутність кнопки (біля курсору); підказки, які з'являються в процесі виконання поточної операції (в Панелі стану); довідкув форматах *HTML* і *PDF*, доступну через головне меню розділу *Help* (*Довідка*).

4.5. Засоби 3D-моделювання

Будь-який об'єкт являтиме собою поверхову структуру, а багаторівневий об'єкт, зазвичай, має кілька поверхів. Як у більшості BIM, кожен планвизначає один поверх будівлі, на якому зосереджуються всі розташовані її елементи, частина котрих може належати й іншим поверхам. Побудову моделі краще починати з 1 поверху (рівень з позначкою 0,000), після чого вже переходити до формування нижче або вище розташованих.

Після налаштування робочого середовища варто переходити до просторового моделювання (рис.4.9). Робота над моделлю ведеться у віртуальному просторі, який віддзеркалюється у проєкційних 3D-вікнах, а саме Планах поверхів, Розрізах, Фасадах, Перспективі, Аксонометрії, Розгортках або 3D-документах. Саме для цих задач в ARCHICAD передбачено блок 3D-інструментів. З часом концепція існування цих інструментів дедалі більше походить на реальні конструктивні аналоги з будівництва. Одна частина з них уподібнює вільну побудову просторово-протяжних геометричних форм, інша виконує побудову на основі формування і розміщення параметричних бібліотечних елементів.

Так, для побудови конструктивних та огороджуючих елементів віртуальної будівлі зручно використовувати інструменти: *Wall* (*Стіна*), *Column* (*Колона*), *Curtain Wall* (*Навісна Стіна*); для побудови покриття/перекриття: *Beam* (*Балка*), *Slab* (*Перекриття*), *Roof* (*Дах*), *Shell* (*Оболонка*), *3D-Mesh* (*3D-сітка*); для побудови ділянки/рельєфу: *Mesh* (*3D-сітка*), *Slab* (*Перекриття*), *Roof* (*Дах*); для позначення просторових осередків *Zone* (*Зона*).

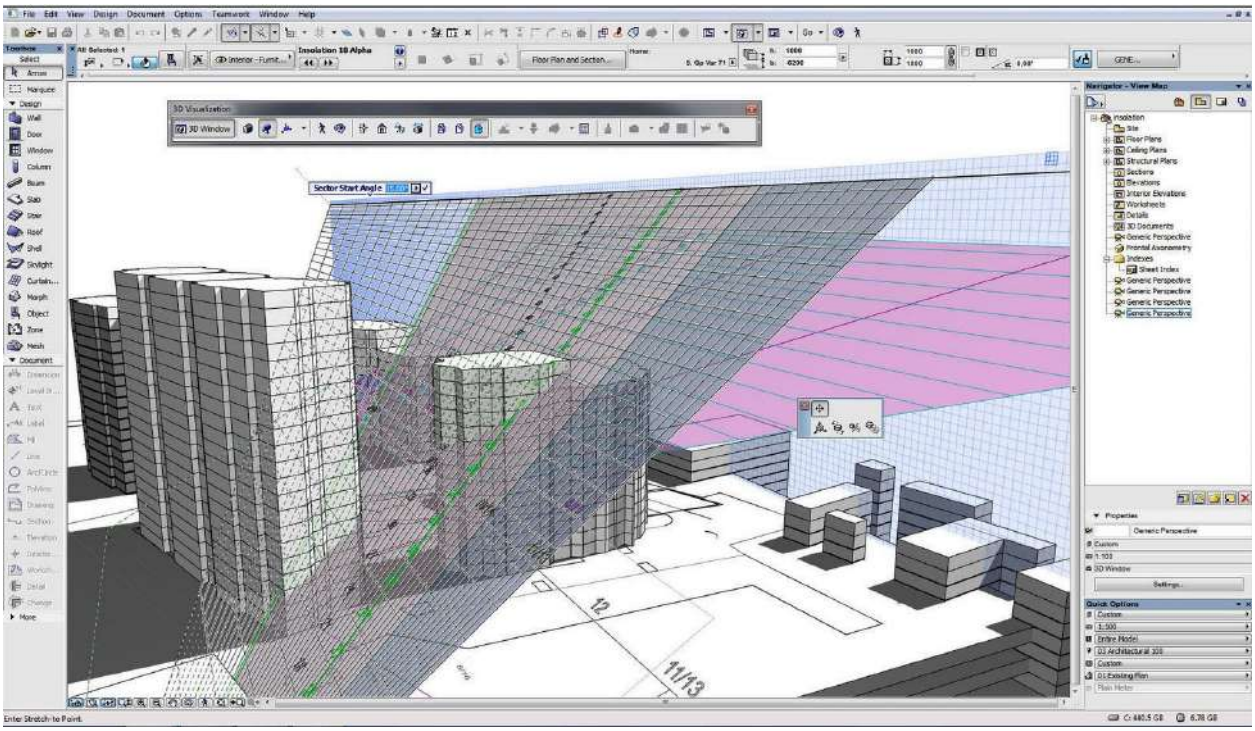


Рис.4.9. Редагування 3D-моделі в середовище ARCHICAD (аналіз інсоляції)

Принципової різниці між конструкціями несучими та не несучими, як і між зовнішніми або внутрішніми, не існує. Вся різниця полягає лише в розмірах, умовному позначенні, розміщенні в просторі, складі й т. ін., все що зібрано у *Tool Settings* (*Параметри*

Вибраного Інструмента). Необхідно звертати увагу на орієнтацію базової лінії прив'язки стіни та взаємне поєднання несучих та оздоблювальних шарів при стикуванні багатошарових елементів конструкцій між собою. Відмінною особливістю, наприклад, стін може бути можливість моделювання дерев'яних стін з окремих колод і брусів.

Елементи фасаду у вигляді самонесучої світлопрозорої конструкції – вітражів, структурного засклення фасадів, внутрішніх перегородок, зенітних ліхтарів та ін. – коректно вирішуються в моделі за допомогою інструменту *Curtain Wall* (*Навісна Стіна*).

Застосування інструменту *Magic Wand* (*Чарівна Паличка*) дає можливість миттєво перетворювати будь-яку ламану або сегментовану криву з плану на силует або базову лінію стіни, контуру перекриття, 3D-сітки, сегменту покрівлі, зони чи штриховки, які при цьому створюються.

Для отримання окремих або тих, котрі повторюються поштучних елементівз інтер'єру чи екстер'єру будівлі використовують заздалегідь сформовані параметричні об'єкти з *ARCHICAD Library* (*Бібліотека ARCHICAD*). Так, для формування прорізів та елементів їх заповнень існують інструменти: *Door* (*Двері*), *Window* (*Вікно*), *Skylight* (*Світловий Люк*), *Corner Window* (*Кутове вікно), Opening (Отвір)*; для побудови сходів та огороджень *Stair* (*Сходи*), *Railing* (*Огорожа*); для встановлення будь-яких елементів меблів, обладнання, декору, будівельних виробів, антуражу, світильників та ін., слід звернутись до інструментів *Object* (*Об'єкт*), *Equipment (Обладнання)*, *Wall End* (*Завершення Стіни*), *Lamp* (*Джерело Світла*). У разі, якщо асортимент об'єктів стандартної Бібліотеки ARCHICAD недостатній для відтворення повноцінної моделі, варто скористатися додатковими бібліотеками об'єктів GDL форматів (див. далі).

Існує й інструмент подвійного напрямку, що може використовуватись як в ролі конструктивних, так і об'єктно зорієнтованих елементів – *Morph* (*Морф*). Для цього інструменту скульптурного моделювання не існує геометричних обмежень: можна перемістити будь-яке ребро або точку, змінити будь-яку поверхню та покриття, положення. При цьому морфи – це повноцінні компоненти ARCHICAD з можливістю перетворення на двері, вікна чи об'єкти, які відображаються у всіх модельних виглядух, котрі враховуються в каталогах і специфікаціях.

При формуванні сходів і переходів будь-якої складності і типів використовують інструмент *Stair (Сходи)* з можливістю одночасного формування і її огорожі з інструментом *Railing* (*Огорожа*). Інтерактивний лінійний процес побудови сходів розширюється завдяки і можливості локального подетального редагування їх форми. Водночас для побудови прямих та криволінійних пандусів краще скористатись однойменними об'єктами зі стандартної бібліотеки.

Ряд панелей та табло меню інтерфейсу програми слугують для налаштування параметрів та управління інструментами ARCHICAD. Кожен з панелі інструментів, окрім інструментів позначення, характеризується діалоговим вікном *Tool Settings* (*Параметри Вибраного Інструмента*). Оскільки діалогові вікна працюють приблизно однаково, наведена їх типова структура.

Вікно параметрів поділено на кілька зон – закладок, у яких групуються подібні, на думку розробників програми, параметри. Користувач має встановити своє власне значення кожного з них, або погодитись із значеннями за замовчуванням. Послідовно ідуть: *Geometry and Positioning* (*Форма і Розташування*) де задаються параметри, які визначають геометричні розміри та розташування у просторі, *Floor Plan and Section* (*Подання на Плані і в Розрізі*), де задаються параметри, що визначають зображення на плані та у розрізах, *Model* (*Модель*), де визначається вигляд зовнішніх поверхонь у тривимірних зображеннях, *Listing and Labeling* (*Мітки і Категорії*), що дає можливості позначити елемент та включити його до Відомостей. Крім цих базових, можуть бути ще різновиди закладок з окремими спеціальними параметрами (*Параметри Світла*, *Параметри Сходів*, *Дод. Параметри* тощо).

Більшість елементів, які створюються, являють собою твердотілі моделі. При цьому, майже всі конструктивні елементи можуть мати як однорідну структуру, так і багатошарову. Конструктивні елементи, подібно до реальних, можуть бути різноманітної вертикальної,

похилої, криволінійної форми, складного поперечного перерізу (останні тільки для стін, балок та колон). Саме для утворення нестандартних профілів використовується *Profile Manager* (*Менеджер Профілів*).

Природно, що геометричні способи (варіанти) побудови та редагування конструктивних елементів будуть відрізнятись у різних інструментах. Ці дії, з деякими обмеженнями, можна виконувати як на Плані поверху, так і у вікнах Розрізу/Фасаду, чи 3D-вікні. Перелік команд редагування має схожі функції *Move*, *Rotate, Reflection, Multiply, Stretch* (*Переміщення, Поворот, Дзеркальне Відображення, Тиражування, Зміна Розмірів*) та своєрідні, залежно від окремого інструменту: зміна кута, зсув ребра, параметри торця, віднімання тощо.

Особлива увага приділена командам редагування, пов'язаним зі взаємним перетинанням елементів моделі. Коректний перетин між собою елементів стін, балок, колон, перекриттів організовується з вирізанням частин з меншим пріоритетом. Зазвичай усуванню підлягають шари саме пов'язані з ізоляцією або опорядженням. Радикальна підрізка та вилучення фрагментів стін, колон, балок тощо здійснюється і похилими елементами покриттів (дах, оболонка) з однойменними інструментами. Універсальні операції твердотільного редагування: додавання, віднімання, перетин можливі між будь-якими елементами з 3D-інструментарію як *Solid Elements Operations…* (*Операції над Об'ємними Елементами*).

Як додаток до конструювання – **TrussMaker** – підпрограма, яка допомагає створювати тривимірні площинні ферми, вітражі, грати різних типів і т. ін. із записом їх у вигляді бібліотечних елементів на основі визначених ліній креслення. **RoofMaker** – підпрограма, що автоматично створює несучу конструкцію даху, використовуючи геометрію дахів, побудованих в ARCHICAD, і детальних налаштувань користувача для її складових.

Наявність максимально сформованого першого поверху значно полегшить роботу (точність та швидкість) над усіма наступними, завдяки копіюванню та вставки подібних елементів моделі, можливостям графічної прив'язки. Вмикання видимості режиму *Trace* (*Фон и Ссылка*) висвітлює фонове зображення (тло) або зміст розташованих на інших поверхах або робочих вікнах елементів моделі. Забезпечує до них прив'язку.

4.6. Засоби розробки документації

Закінчення побудови 3D-моделі об'єкту, як правило, ініціює перехід до розділу формування основних її виглядів та зображень. Одна і та ж віртуальна модель зазвичай потрібна для використання в окремих цілях і різними фахівцями, що збумовлює варіації її виглядів. Саме *View Map* (*Карта Видов*) створена в ARCHICAD для налаштування потрібних виглядів моделі та управління відображення елементів в них.

Подвійність використання Модельних Виглядів полягає в можливості різного візуального відображення віртуальної моделі і в ролі основи для створення проєктних креслень у макетах. При цьому відображення віртуальної моделі може бути як 3D, так і 2D.

Вигляд – варіант зображення проекції моделі в будь-якому з робочих вікон, що налаштовується за допомогою параметрів згідно з відповідних критеріїв побудови об'єкта та його оформлення. Зміна параметрів у поточному вигляді не стосується параметрів інших виглядів, але змінює на останні налаштування зображення моделі в *Project Map* (*Карта Проєкта*).

З'ясування та додавання недостатніх параметрів та атрибутів для формування модельних виглядів здійснюється в однойменних розділах головного меню *Document* (*Документ*).

Саме параметри Модельного Вигляду впливають глобально на відтворення на екранах і при друку конструктивних елементів, штрихувань, зон, об'єктів, тощо, і не впливають на відтворення 3D-вікна. На формування поточного вигляду (з розділу *View Map*) впливає ще чимало характеристик, а саме: масштаб зображення, склад комбінації шарів, фільтр реконструкції, об'єм показу конструкцій, набір пер, режим нанесення розмірів, параметри зображень у 3D та ін. з меню *View Settings* (*Параметры Вида*). Отже, за рахунок обраних параметрів будуть відрізнятись стадії розробки проєкту, етапи реконструкції, розділи проєкту, набір поточних креслень. І все це в межах одного файлу, одної віртуальної моделі.

Маніпулювання з режимом видимості та приховування елементів моделей контексті їх поточного статусу і перетворення через належність до *Layers* (*Слои*) або *Renovation Filters* (*Фильтры Реконструкции*) дає змогу тримати розмір та деталізацію однієї віртуальної моделі в оптимальному розмірі, структурі, зручної доступності, та запобігає зайвому дублюванню креслень, копій моделі, файлів тощо. Перелік усіх доступних Виглядів після збереження з *Project Map* (*Карта Проєкта*) стає можливим у розділу *View Map* (*Карта Видів*) у панелі *Navigator* (*Навигатор*).

Подальша робота з оформлення необхідних креслень, зображень, специфікацій, на основі відібраних Виглядів, виконується за допомогою блоку 2D- інструментарію - документування. ARCHICAD має в своєму розпорядженні всі засоби для нанесення розмірів, написів, символів, розрахункових показників та інших позначень робочих креслень (рис.4.10).

Стандартний блок документування містить групи окремих інструментів із нанесення розмірів (лінійних, радіальних, кутових, дугоподібних розмірних ланцюжків, позначок рівня, висот); формування написів та текстових блоків; нанесення ліній, дуг, сплайнів, штрихування, правок, картинок; позначення картинних площин фасадів, розрізів, розгорток; відокремлення фрагментів, деталей, креслень, тощо. Одноіменні інструменти доступні з розділу головного меню або панелі інструментів *Document /Documentation Tools* (*Документ / Інструменти Документування*).

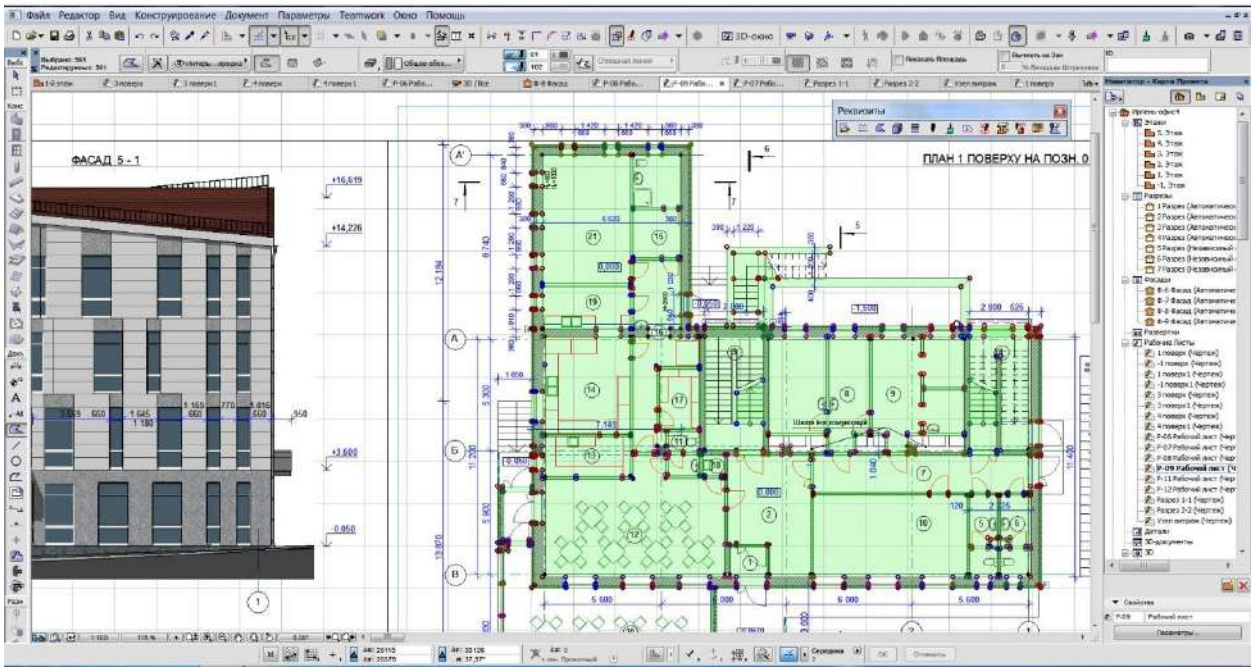


Рис.4.10. На шляху розробки проєктної документації

Природно, що налаштування кожного з цих інструментів проходить через вікно Info Box (Информационное Табло) або діалогове вікно Tool Settings (Параметры Выбранного Инструмента), де зібрані всі його характеристики.

Усі види нанесення розмірів Dimensions (Розмір) у вигляді Linear (Лінійний), Elevation (Висота), Level (Рівень), Radial (Радіальний), Angle (Кутовий) вимагають чіткої прив'язки до відповідних елементів моделі. Асоціативність розмірних ланцюжків та заштрихованих площ, позначених зон полягає в автоматичному перерахуванні розмірів при внесенні змін до елементів проєкту. Можливе редагування розмірних написів і вручну, що відбувається в діалоговому вікні Dimension Text Settings (Параметри Розмірного Тексту) після вибору саме цифрового напису. Окрім відредагованого числа, може додаватися короткий супровідний літерний напис.

В програмі існує можливість для автоматичного нанесення розмірів та виносних написів до виділених елементів моделі на плані, розрізі/фасаді за допомогою команд підменю Document /…/ Automatic Dimensioning (Документ /…/ Автопроставлення розмірів).

Для нанесення різного роду написів, підписів, текстових блоків із інструментом *Text*

(*Текст*) передбачено і режим *Autotext* (*Автотекст*), який допомагає наносити заздалегідь сформовані написи, наприклад, з розділу *File / Project Info* (*Файл / Інформація про Проєкт*), чи перевіряти правопис з однойменного меню *Document* (*Документ*). Споріднений інструмент *Label* (*Виносний Надпис*) допоможе наносити на креслення позначення, пояснення, текстові коментарі, спеціальні символи й маркери деталей з лінією вказівки прив'язки.

Способи побудови та редагування «лінійно-протяжних» 2D-інструментів (*Линия, Дуга*) загалом схожі на способи формування подібних «лінійно-протяжних» 3D-інструментів (*Стіна, Балка*), а «площинно-просторових» (*Штриховка*) до подібних багатокутних 3D-інструментів (*Перекриття, Дах*).

Також принаймі два засоби з арсеналу 3D-інструментарію варто використовувати при оформленні документації, а саме *Object* (*Об'єкт*) та *Zone* (*Зона*). За допомогою інструмента *Object* маємо змогу користуватись значним переліком стандартних параметричних 2D-символів, позначень, штампів, таблиць з *ARCHICAD Library* (*Бібліотека ARCHICAD*). Крім того, будь-який просторовий об'єкт чи 3D-елемент моделі за бажанням може бути трансформованим у 2D-елемент з простих примітивів за однією командою *Explode into Current View* (*Декомпозувати в Поточному Вигляді*).

Інструмент *Zone* (*Зона*) використовується для позначення певного 3D-простору на плані й формування 3D-інформації, що йому властива. Значна кількість корисних розрахункових показників та встановлених позначень, отриманих за допомогою цього інструменту, у вигляді 2D-паспортів чи таблиць буде доповнювати плани поверхів, розрізи, 3D та інші робочі документи (експлікації приміщень, специфікації матеріалів, ТЕП).

Із наданням всіх параметрів у відповідному діалоговому вікні проєктувальник має змогу розмістити *Grid System* (*Система Осей*) на плані. Вісі, як елементи сітки, є складовими частинами моделі і призначені для просторової прив'язки конструкції багатьох елементів, яка є основою для ідентифікації їх місця розташування в моделі. Доступним є коригування окремих осей і характерних рис наскрізних осьових ліній, єдиних для всіх робочих вікон плану, фасаду, розрізу, 3D-вигляду.

Для кращого подання матеріалів покриттів у 2D- і 3D-вікнах при позначенні зовнішніх поверхонь, у перетинах, в кресленнях ARCHICAD використовується растрове та векторне штрихування *Fill* (*Штриховка*) з однойменним інструментом. При цьому завжди вимірюється і площа заштрихованої ділянки.

Вкладання і маніпулювання в проєкті ARCHICAD файлами згенерованих зображень можливе за допомогою інструмента *Figures* (*Рисунок*) та *Drawings* (*Малюнок*). Імпортовані растрові зображення кількох форматів можуть розміщуватись в будь-якому з 2D-вікон (план, фасад, розріз, розгортка, 3D- документ, робочий лист, макет). Для розташування в проєкті зовнішніх файлів у векторних форматах *DWG*, *DXF*, *PDF*, *DWF*, тощо у будь-яких модельних 2D-виглядух та макетах слід використовувати інструмент *Drawings* (*Малюнок*).

ARCHICAD передбачає автоматичне формування зображень розрізів і фасадів в спеціальних робочих вікнах з панелі *Navigator* (*Навігатор*) на основі попередньо згенерованої моделі. Ці вікна знаходяться в інтерактивному зв'язку з іншими робочими вікнами, але можливості роботи в них трохи обмежені порівняно з іншими, наприклад, з планом поверху. Окрім позначення на плані, різниця між розрізом і фасадом зводиться до розташування січної картинної площини - перетинає вона стіну будинку чи знаходиться перед ним. За допомогою інструментів *Section* (*Розріз*) та *Elevation* (*Фасад*) і визначається положення січної площини або коригується розташування вже існуючої.

До особливостей налаштування розрізів, фасадів можна віднести можливість завдання розрізів обмеженої глибини, висоти. Ще однією перевагою є наявність налаштування на розрізах та фасадах режимів візуалізації: 3D-штрихування, варіантів розфарбовування видимих граней тарозсічених елементів, параметрів прозорості, векторної побудови тіні та ін.

Для побудови розгорток внутрішнього простору об'єкту існує споріднений інструмент *Interior Elevation* (*Розгортка*) зі схожими до попередніх параметрами налаштування з діалогового вікна. Хоча інтер'єрна розгортка може будуватися і як окремий вигляд, зазвичай вони утворюються групами з послідовною нумерацією та сумісним

маніпулюванням. Існує можливість видалення проміжних стін, що закривають картинну площину, та елементів, які виявилися в площині перерізу.

Як доповнення до засобів детальної розробки робочої документації, але вже не з елементом інтерактивної моделі, а з цілком плоским кресленням, використовують інструмент *Work Sheet* (*Рабочий Лист*) з отриманням окремого робочого вікна в *Project Map* (*Карта Проєкта*). У новому зображенні площинного креслення всі попередні просторові та конструктивні елементи перетворюються на 2D-примітиви: лінії та штрихування. Наступна робота з такимпланом, розрізом, фасадом чи окремим вузлом ведеться усіма наявними засобами 2D-креслення, редагування і оформлення документації. Можна зосередитись над виносними написами, розмірними ланцюгами, позначками рівня, прапорцями складу конструкції, коментарями, тощо.

Як варіант подібної роботи, окремі фрагменти об'єкта у вигляді вузлів та деталей розробляються в спеціальних вікнах, що визначаються інструментом *Detail* (*Деталь*). Залишається позначити фрагмент, окресливши межі подальшої розробки в незалежному робочому вікні 2D-креслення з власним обраним масштабом.

4.7. Засоби отримання специфікацій і кошторисних розрахунків

В ARCHICAD різноманіття інтегрованих даних про склад, кількість, просторове розташування елементів можна отримати на основі віртуальної проєктної моделі об'єкта завдяки реалізованої BIM-технології. Тож, використання в проєкті будь-якого елемента передбачає автоматичний облік усіх властивих йому даних у цій моделі.

Повну притаманну інформацію про кількісні характеристики обраних на плані елементів можна отримати з панелі, яка викликається за командою *Window/Palettes/Element Information* (*Вікно/Панелі/Інформація про Елемент*). Відповідно до встановленого користувачем набору розділів і будуть виведені необхідні дані.

Проєкт ARCHICAD - це не просто модель, а й всеохопна база даних, за допомогою якої можна створювати наступні звіти:

- розрахункову відомість потреби в матеріальних ресурсах;
- специфікацію виробів, каталоги (вікон, дверей, об'єктів, перемичок);
- експлікацію приміщень;
- кошторисний розрахунок вартості.

Встановивши розрахункові одиничні кількісні характеристики до конструктивних елементів моделі у вигляді компонент і текстових описів, можна отримати сумарні кількісні показники, в обсязі всієї моделі або її частини, під виглядом різних специфікацій, каталогів, відомостей та кошторисів. Можна скористатися специфікаціями (описом специфічної структури) вже закладеними в ARCHICAD, або настроїти їх індивідуально для будь-якого елементу з розділу *Listing and Labeling* (*Мітки і Категорії*) та *Parameters* (*Параметри*) діалогового вікна налаштування параметрів елемента [3].

Об'єкти специфікацій можуть містити такі дані:

- опис бази даних для проведення розрахунків (розмір, об'єм, ціна тощо);
- опис компонентів, включених у багатошарові конструкції;
- додаткові текстові описи (правила використання або техніки безпеки).

Сортування та аналіз даних, необхідні обчислення і характер форматування звітів проводиться згідно з попереднього встановленими інструкціями – кошторисними завданнями.

Якщо на плані немає обраних елементів, то всі вони братимуть участь при фільтрації елементів. Багато кошторисних завдань надають можливість фільтрувати чи групувати елементи по ID. Процес складання кошторисного розрахунку здійснюється за командою *Document / Schedules and Lists* (*Документ / Каталоги і Відомості*). При цьому на основі *Element Lists/...* (*Відомості Елементів/...*) можна отримати каталог або реєстр з відтворенням параметрів конструктивних елементів проєкту. А ось *Component Lists/...* (*Відомості Компонентів/...*) будуть формуватися, якщо є необхідна інформація про детальні складові

конструктивних елементів або їх кошториси. Звернення до *Zone Lists/...* (*Відомості Зон/…*) відтворює список приміщень або зон проєкту з інформацією про їх параметри, а також включених до них елементів. Всі подібні розділи можна знайти і в панелі *Navigator* (*Навігатор*) у складі *Project Map* (*Карта Проєкта*).

На відміну від простих кошторисів (відомостей), інтерактивний каталог елементів не тільки відтворює кількісні та інші характеристики елементів, але і дозволяє їх редагувати. Більшість *Interactive Schedule* (*Інтерактивний Каталог*) формуються з моделі ARCHICAD і будь-які зміни в моделі приводять до відповідних автоматичних змін в них, а головне - навпаки. Вміст кожного з каталогів – *Element Listing* (*Елемент*), *Component Listing* (*Компонент*) та *Schedule of Surfaces* (*Покриття*) - налаштовується у діалозі *Scheme Settings* (*Параметри Схеми*). При цьому Каталог з покриття оптимізується для побудови специфікацій опорядження та врахування їх площ у різних форматах.

Формування фрагмента інтерактивного каталогу дверей та зведеної відомості зон і приміщень будинку по категоріях відображено на рисунку (рис.4.11). Одержані кількісні дані у вигляді таблиць і каталогів можна перемістити до макета, зберегти в форматі текстового редактора або електронних таблиць, опублікувати у форматі *PDF*, *HTML*.

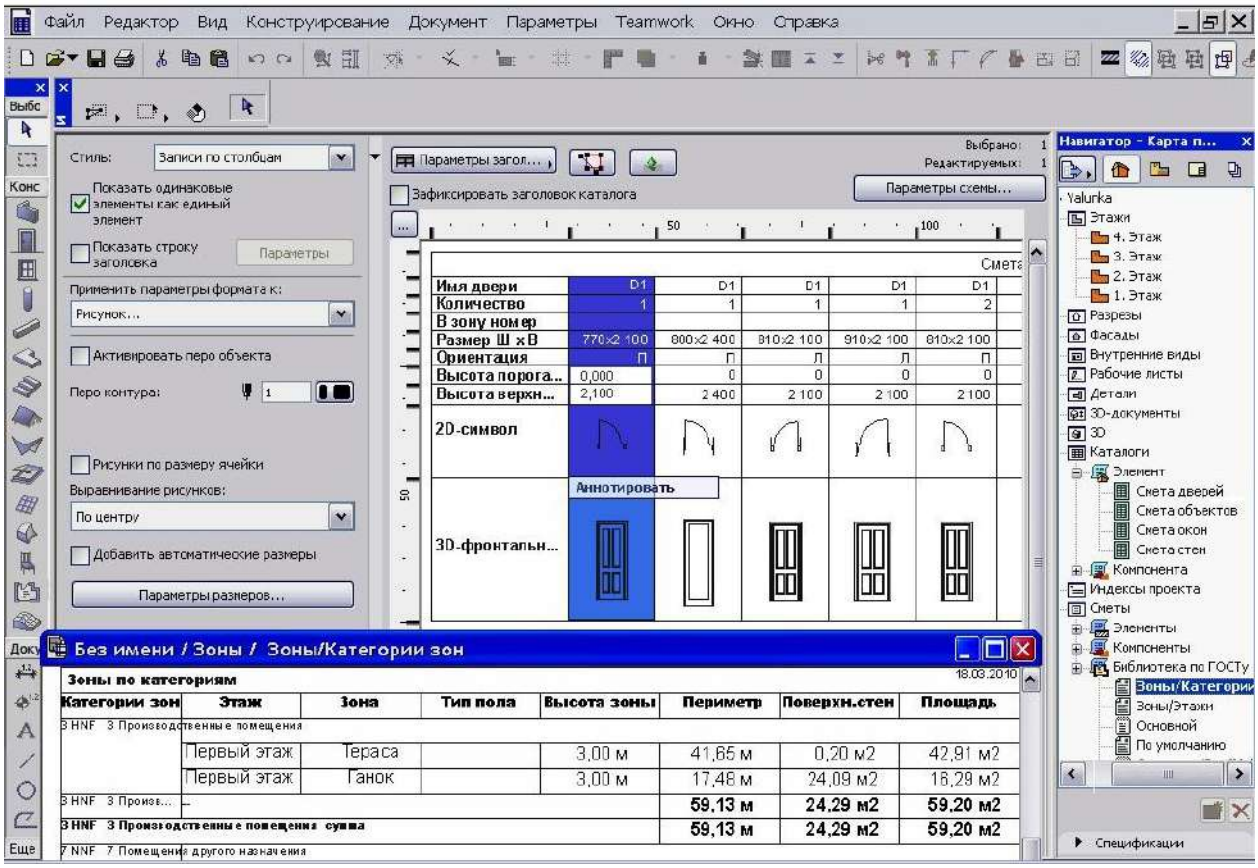


Рис.4.11. Формування розрахунково-статистичних даних проєкту

4.8. Засоби візуалізації об’єктів

Будь-який етап розробки проєкту потребує якісного наочного відтворення зображень об’єкта в різних видах (проєкціях) та ситуаціях. ARCHICAD задовольняє найвищі вимоги в цих потребах і містить усі інструменти та методи, що забезпечують найкращу презентацію рішень, а саме: отримання реалістичних та художніх фотозображень, анімаційних роликів, VR об’єктів, моделі BIMx.

З отриманням 3D-моделі будівлі і елементів навколишнього середовища, що супроводжують її, можна переходити до формування сцени – налаштування покриттів, установку освітленості сцени і розташування камер.

В додатку повноцінно реалізовано отримання будь-яких паралельних і перспективних проекцій і видів за допомогою камер, які встановлюються. Їх кількість та конфігурація не

обмежена. Спеціальні інструменти *Marquee* (*Бегущая Рамка*) та *Cutting Planes* (*Площини Перетинів*) дають можливість візуалізувати відокремлені 3D-фрагменти поточного об'єкта.

Особливу увагу в ARCHICAD приділено реалістичному відтворенню матеріалів покриттів. Бібліотека покриттів об'єднує великий перелік базових та тих, які налаштовуються, матеріалів опорядження. Окрім векторного штрихування та кольору передбачається значний перелік зразків растрових текстур, фактур, світлопрозорих та світловіддзеркалюючих параметрів налаштувань. Важливо враховувати, що вибір опоряджувальних матеріалів моделі *Element Attributes/ Surfaces…* (*Реквізити Елементів*/*Покриття…*) має узгоджуватись з обраним механізмом візуалізації, внаслідок різних уявлень матеріалів різними алгоритмами відображення.

В ARCHICAD використовуються аналоги фізичних джерел світла. Різноманіття освітлення сцени зводиться до задіяння джерел світла природного, штучного, або їх обох. Характеристики сонячного світла доступні з *Sunlight Settings* (*Сонце*) з інструменту *Camera* (*Камера*), а різновиди штучного освітлення при застосуванні інструменту *Lamp* (Джерело *Світла*). Кожне з них характеризується великою кількістю налаштованих параметрів: силою, кольором, дальністю, розміром, інтенсивністю, спрямованістю, кутами і радіусами розсіювання тощо.

Аналогом рівномірного світлового фону служить розсіяне світло, і характеризується кольором та інтенсивністю. Сонячне освітлення (паралельний світловий потік) - імітує реальне середовище освітлення об'єкта з вбудованою бібліотекою координат для різних населених пунктів світу, налаштування календаря дати і часу доби. Глобальне освітлення враховує не тільки пряме світло від джерела, а й відбите світло від різних наявних поверхонь.

Із типів штучних джерел світла в додатку є точкове, з випромінюванням світла в усіх напрямах і також характеризується координатами свого положення в просторі і силою; спрямоване, яке характеризується координатами, напрямом світлового потоку і кутом конуса світла; поверхневе джерело, розташоване в певному положенні і яке випромінює світло в заданому напрямі. Природно, при створенні реальних сцен перелічені джерела світла можуть бути одночасно і в будь-яких комбінаціях. Фізичне тіло джерела світла (для світильників) може як існувати, так і бути відсутнім.

Налаштування джерел світла стає визначальним для напряму, розміру, контрастності і прозорості тіней. Причому якщо власні тіні зазвичай присутні в сцені, то падаючі регулюються за бажанням користувача. Існує і можливість окремої побудови тіней від сонця та штучних джерел, хоча це опція тільки для фотозображення.

На основі сформованого зображення 3D-моделі і сцени складаються всі умови для побудови фотозображення (візуалізації). Як результат – отримання растрового зображення певного розміру із запланованим розфарбуванням, освітленістю, віддзеркаленням, тінями, антуражем, ефектом повітряної перспективи, з урахуванням натурного середовища і т. ін. (рис.4.12).

Процес *PhotoRendering* (*Почати Візуалізацію*) виконується на основі налаштування значень параметрів з діалогового вікна *PhotoRendering Settings* (*Параметри Візуалізації*), в якому визначаються:

механізм візуалізації, ступінь якості побудови зображення, різні візуальні спецефекти,
джерело світла і побудова тіней;
навколишнє середовище і фон;
яскравість зображення і неповна (фрагментарна) зйомка;
ефекти та стилі художньої подачі;
розміри та якість зображення.

Певні відмінності в налаштуваннях і візуальних ефектах притаманні саме трьом різним механізмам побудови фотозображень, таким як *Internal* (*Внутрішній*), *CineRender* от *MAXON* та *Sketch* (*Ескіз*).

Internal (*Внутрішній*) – оригінальний, традиційний механізм від розробників ARCHICAD з давньою історією. Характеризується легким спрощеним налаштуванням, відносною швидкістю побудови, але і менш тонкими візуальними ефектами (аналог *OpenGL*) -

простими тінями та прозорістю, без віддзеркалення.

Найякіснішим та повноціннішим вважається механізм *CineRender* від **MAXON Cinema 4D**, як з основними, так і детальними настройками візуалізації. Певну зручність і ефективність надає вибір варіантів *Scene* (*Сцена*) – попередньо визначеними параметрами візуалізації з врахуванням особливостей природного середовища, часу, погоди, фона. Багатство відтінків є для індивідуального корегування сцени, починаючи від вікна *Preview* (*Попередній Перегляд*). Головна перевага цього механізму – отримання результатів правдоподібного (справжнього) освітлення, затінення та віддзеркалення природного середовища.

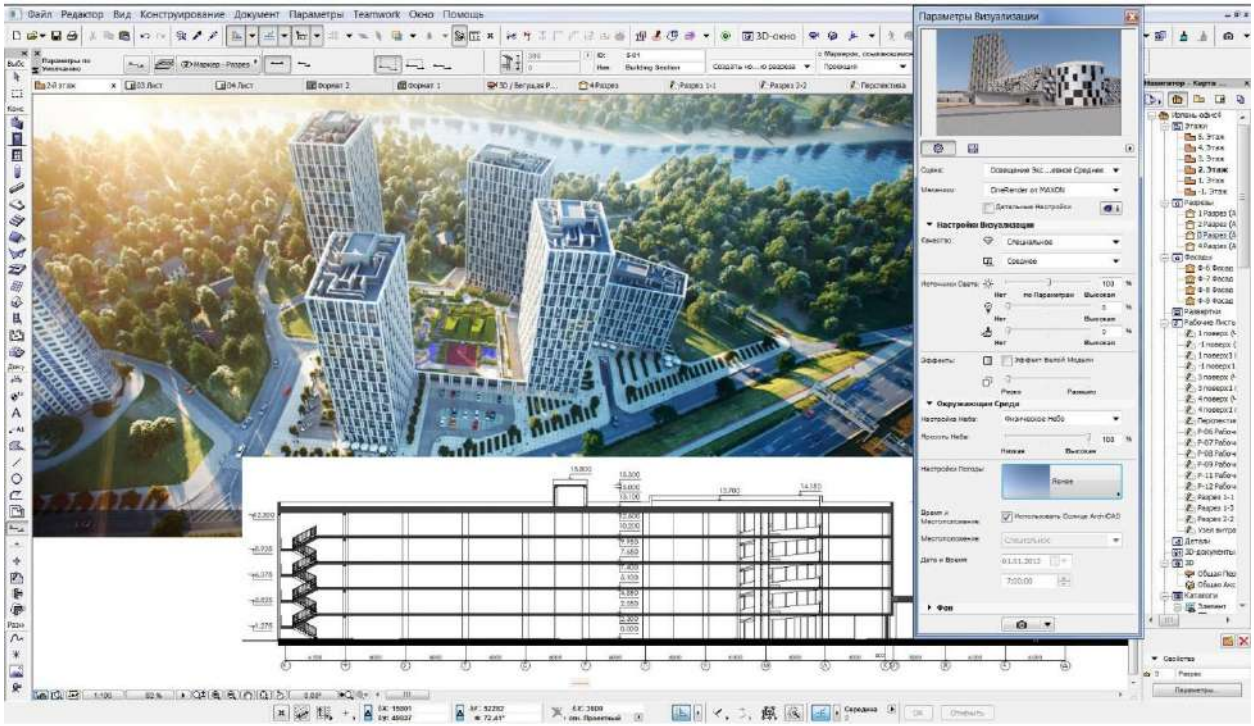


Рис.4.12. Формування фотозображень (*ЖК "Славутич", ТОВ "АРХІМАТИКА"*)

Не новою галуззю комп'ютерної візуалізації для ARCHICAD є підтримка не фотореалістичної або художньої візуалізації (*NPR*). Більшість цих механізмів реалізації, подібних *Sketch* (*Ескіз*) імітують різну техніку, художні стилі і манери письма картин художників "від руки", шляхом зменшення натуралістичних характеристик модельованих елементів, застосування фільтрів або додавання "розпливчастості" контурів об'єктів.

При бажанні процес побудови візуалізації в будь-який момент можна припинити. Результативне зображення виводиться на екран в своєму вікні, що не змозі редагуватися, і є двовимірною растровою картинкою, яка зберігається у форматі типу *jpeg, tiff, bmp, tga*.

Удосконалити візуальні враження з ARCHICAD можливо шляхом введення динаміки за допомогою так званих *Fly-Through* (Анімаційна Зйомка за Траєкторією) і віртуальної реальності (VR). Сприйняти і проаналізувати об'ємний простір будівлі та навколишнього середовища зручно за допомогою інструменту *Camera* (*Камера*). Щоб створити рух, автор визначає тільки ключові кадри тривимірної сцени (з розташуванням камер, налаштуванням точки цілі, освітлення, візуальних властивостей матеріалів і середовища тощо), а програмне забезпечення створює проміжні кадри (фотозображення) або інтерполює рух між ними.

Різновидом кінематичної анімації є *Construction Simulation* (*Імітація Конструювання*) об'єкта. Зазначивши послідовність складання елементів конструкцій, деталей опорядження тощо, запускається процес імітації зведення будівлі у відведений термін, – і весь процес будівництва поетапно з'являється на дисплеї у вигляді окремих слайдів, завдяки спеціальному програмному модулю (розширенню).

Sun Study (*Траєкторія Переміщення Сонця*) – це спеціальна комп'ютерна анімація, яка допомагає архітекторам аналізувати умови природного освітлення в заданій частині будівлі або містобудівній ситуації, в конкретний час пори року. На відміну від звичайної анімації

розташування камери зафіксовано, а положення сонця змінюється згідно з умовами.

Віртуальна реальність (VR) – це комп'ютерне моделююче інтерактивне середовище, яке дає змогу переміщуватися в просторі в реальному масштабі часу. Віртуальна реальність (об'єкт, панорама) надає чимало свободи при аналізі будівлі, порівнянно з комп'ютерною анімацією, тому що користувач змінює розташування камери та її напрям погляду простим переміщенням мишки і не обмежений точками певної траєкторії.

4.9. Інтерактивна демонстрація архітектурних 3D-проєктів з BIMx

Додаток **GRAPHISOFT BIMx Viewer** призначений для створення інтерактивних демонстраційних моделей безпосередньо з проєктів ARCHICADі доступних для перегляду і маніпулювання на комп'ютерах і мобільних пристроях. Він, на базі розвитку VR технології, допомагає здійснювати 3D-навігацію по «архітектурним» *i*- моделях у режимі реального часу, доповнену функціями прив'язки, управління шарами, режиму польоту, розпізнавання отворів, сходів і використання попередньо налаштованих траєкторій переміщення по моделі. Дані про опорядження поверхонь, склад, обсяги, розміри, тип, ім'я, параметри експлуатації та інші набори інформації про елементи моделі можна відобразити одним клацанням «миші». Вражають варіанти вибору режимів візуалізації з особливостями освітлення, відображення тіней тощо, з можливістю отримання стереорежиму відображення модельної сцени.

Ключова особливість програми – компонент *Hypermodel BIMx* (*Гіпермодель BIMx*) для навігації по кресленнях і 3D-моделям будівель, відображення інформації про компоненти. BIMx підтримує інтелектуальні маркери для моментального переходу до вибраних 2D-креслень з 3D-вікна, плавне анімоване перемикання між 2D- і 3D-просторами, отримання 3D-перетину в будь-якій площині, перегляд креслень в контексті моделі, відображення мапи, отримання знімка з екрану.

Відтворення *Publish Hypermodel BIMx* (*Опублікувати Гіпермодель BIMx*) вимагає значних апаратно-технічних ресурсів. Але завдяки своїй функціональності, простоті і зручності BIMx – найпотужніший професійний інструмент, який змінює уявлення про роботу архітекторів, завдяки можливості демонстрації проєктів з мобільного пристрою. Версія **BIM Pro** – платний додаток з розгорнутими функціями маніпуляції з моделлю, включаючи підтримку **Google Cloud Print**; можливість доступу до *Hyper*-елементів моделі ззовні, поза додатка.

4.10. Засоби верстки та публікації результатів

Важлива перевага ARCHICAD є – можливість одночасної роботи над різними фазами проєкту, виконуючи при цьому як проєктування, так і документування. Готові креслення та зображення необхідно збирати в альбом (комплект аркушів розділу) або у вигляді презентаційної експозиції. Для цього необхідно виконати верстку, надавши всі атрибути макета, після чого опублікувати або надрукувати обрані матеріали.

Всі готові матеріали проєкту мають знаходитись в робочих вікнах *ProjectMap* (*Карта Проєкта*) або *View Map* (*Карта Видів*) в панелі *Navigator* (*Навігатор*). Саме з цих вікон до листів макету переноситься весь необхідний матеріал.

Для початку необхідно отримати шаблон для макету *New Master Layout* (*Новий Основной Макет*) – типову заготовку, яка визначає розмір та параметри оформлення листів, які налаштовуються в однойменному діалоговому вікні параметрів, а також графічних і текстових елементів, прийнятих штампів. Цей шаблон оформлюється за допомогою інструментів 2D-позначень (тексти, лінії, штриховки, символи, фото тощо). Новий лист основного макету з'являється як новий рядок в ієрархічній структурі панелі навігатора на вкладці *Layout Book* (*Книга Макетів*).

Лист макета необхідного креслення *New Layout* (*Новий Макет*) формується вже на базі розробленого шаблона, який також з'явиться зі своїм ім'ям в *Layout Book* (*Книга Макетів*). ARCHICAD дає змогу ще налаштувати *Layouting Profile* (*Профіль Макетування*), з навколишнього середовища, засобами, що задовольняють побудову книги макетів. Книга макетів може складатись з окремих макетів, або з макетів, що будуть разом організовані у папки – *Subsets* (*Піднабори*).

Основний зміст макету – готові креслення або зображення. *Drawing* (*Креслення*) – це певний вигляд моделі ARCHICAD або зовнішній файл, котрі вкладені в макет, в межах якого з ними можна маніпулювати. Своєю чергою, креслення мають рамки, у межах яких можна відокремити фрагменти модельного вигляду. Для переносу вмісту елементів проєкту до макета на вкладці *Project Map* (*Карта Проєкта*) або з *View Map* (*Карта Видів*) обирають відповідне креслення (або його фрагмент в межах робочого вікна), після чого задають команду *Save View and Place on Layout* (*Зберегти Вид і Розмістити на Макеті*). Можливий також варіант перетягування (*Drag&Drop*) кожного окремого вигляду на обраний лист макета. Після цього на поле макета аркуша переходить поточне креслення. Саме така технологія формування альбому макетів креслень допомагає підтримувати постійний зв'язок між елементами моделі проєкту та вихідними матеріалами. Тобто усі зміни у видах проєкту в будь-який час можуть бути автоматично оновленими в макетах. А Книга макетів буде постійно синхронізуватися з процесом проєктування.

Подібні процедури здійснюються з усіма необхідними кресленнями (за поверховими планами, розрізами, фасадами, вузлами, специфікаціями тощо), акуратно розподіляючи креслення на аркуші макета (рис.4.13).

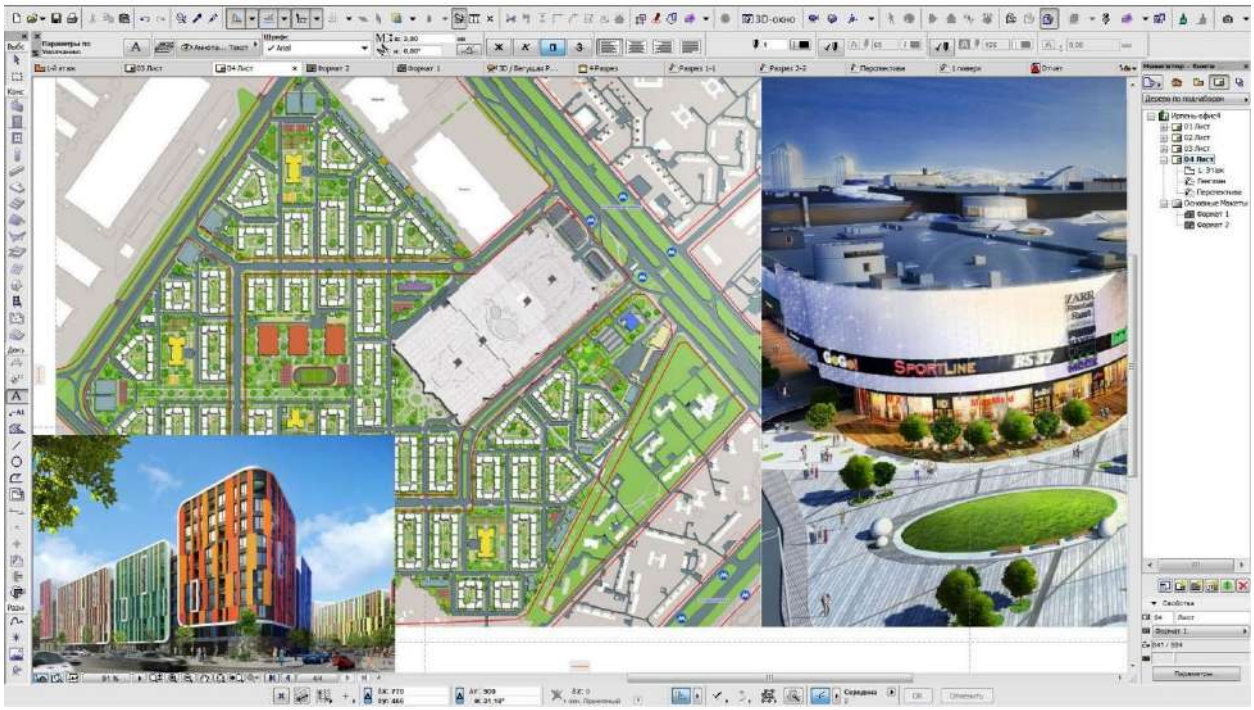


Рис.4.13. Складання макета експозиції проєкту (*ТРЦ, ЖК «Республіка», ТОВ «АРХІМАТИКА»*)

Для редагування загальних параметрів обраних креслень потрібно скористатися діалоговим вікном *Drawing Selection Settings* (*Параметри Креслень*), що викликається по команді з контекстного меню. Інформація, зібрана в чотирьох вкладках, відображає головні характеристики креслення: позначення, порядок оновлення, розміри, масштаб, прив'язку, колір, рамку, належність шару тощо.

Зміна зображення, встановленого в макеті, може здійснюватися за допомогою відомих операцій редагування з контекстного меню: копіювання, тиражування, переміщення, поворот, панорамування в межах рамки, зміни меж зображення. За допомогою активованих 2D-інструментів з однойменної панелі можна додавати необхідні позначення і пояснення на макеті (експлікації, назви, підписи, фонові підкладки тощо). Є можливість додавати в макет інші креслення у форматах *DWG* та *DXF* із застосуванням інструменту *Drawing* (*Креслення*).

Для автоматизації та спрощення випуску документів в ARCHICAD існує *Publisher Map* (*Набори Видавця*) у панелі Навігатора (четверта вкладка). Набори видавця містять колекцію з видів або макетів проєкту. Перенесення готових макетів у *Organizer-Publisher* (*Організатор-Видавець*) забезпечить збереження матеріалів проєкту за вказаними властивостями у великій кількості форматів (*PDF*-за замовчанням). Команда *Publish* (*Опублікувати*) завершить

процес налаштування та збереже файл журналу випуску.

Роздруковувати можна через налаштування розділів *Print Setup* (*Параметри Друку*) и *Print* (*Друк*) або *Publisher* (*Видавець*); або скористатись традиційним збереженням даних за допомогою команди *Save As*…(*Зберегти як*…).

4.11. Гармонійне «зелене» проєктування архітектурних об'єктів з EcoDesigner

Модель BIM допомагає проводити ретельний аналіз та імітацію більшості необхідних чинників процесу гармонійного розвитку. Безпосереднє оцінювання 3D-моделі є ключовим фактором у зменшенні споживання матеріалів і мінімізації витрат.

Можливість виконання різних варіантів-сценаріїв сприяє оптимізації процесу проєктування в ARCHICAD. Комп'ютерне моделювання споживання або накопичення енергії може бути використане для оцінки можливої економії енергії на всіх етапах процесу проєктування та експлуатації. Зниження енерговитрат на нагрівання або охолодження будинку можна досягти за рахунок альтернативних варіантів розташування, застосування ізоляційних матеріалів, типів засклення, типів освітлення, інших джерел енергії тощо. Отже, розрахунки ефективності використання енергії допомагають оптимізувати проєкт і збалансувати споживання енергії протягом всього життєвого циклу проєкту.

Дослідження траєкторії руху сонця допомагає проєктувальнику оцінити інсоляцію і нагрівання будівлі, удосконалити проєкт так, аби він ефективніше використовував денне світло, тепло, енергоресурси. Аналіз факторів, пов'язаних із місцем розташування об'єкта, вже на початковому етапі допомагає архітекторам у процесі прийняття рішень і сприяєприродній інтеграції проєкту ARCHICAD з його навколишнім середовищем.

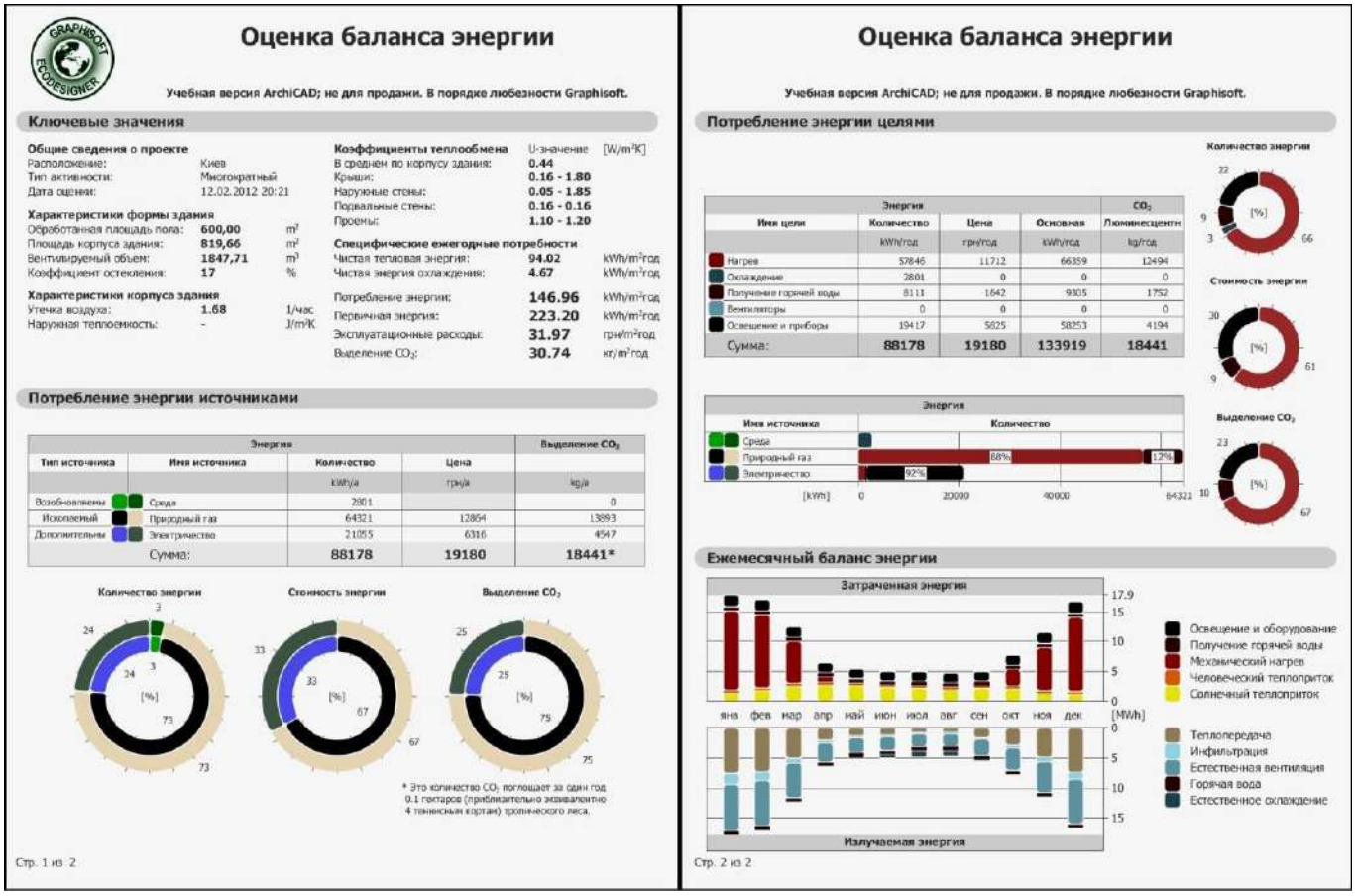


Рис.4.14. Приклад звіту Енергетичної оцінки котеджу з *EcoDesigner*

Спільно з додатком **EcoDesigner** віртуальне будівництво в ARCHICAD сприяє відтворенню ще цілісніших інтелектуальних моделей (рис.4.14). При цьому **EcoDesigner** надає набір функцій, які охоплюють три основні області:

- ресурси, які зумовлюють екологічність архітектурних рішень для будь- яких

кліматичних умов світу;

- механізм динамічного розрахунку, здатного точно оцінити будівліскладної конфігурації та вживані системи інженерного обладнання;
- детальні результати оцінки, які мають всю необхідну інформацію для створення енергетично ефективних систем.

Весь простір Віртуальної моделі будівлі складається з 3D-зон. Якщо в окремих зонах схожа орієнтація, профіль експлуатації та внутрішній температурний режим – вони поєднуються в один термоблок. Визначення всіх термоблоків перетворює архітектурну модель на Енергетичну Модель Будівлі (ЕМБ). Всі конструкції та пройоми, разом з їх реквізитами, складають просторові межі моделі, що і є суттєвим для енергетичної імітації.

Наступна енергетична оцінка, яка проводиться, спирається на такі дані:

- геометрію моделі будівлі при розподілі конструкцій на групи з виділенням елементів (зовнішні корпусні, основні внутрішні та підземні конструкції), визначення корисного об'єму термоблоків та площі просторових меж;
- кліматичні, геологічні та погодні характеристики, місце розташування будівлі на ділянці, розподіл всіх отворів за типом та орієнтацією;
- функціональне призначення будівлі, профіль експлуатації, системи інженерного устаткування (МЕР) та прийняті джерела енергії;
- призначення об'єму і теплових властивостей матеріалів і конструкцій (U, R).

Оперативний та широко спрямований інструмент, котрий надає динамічного порівняння енергозахищеності будівель, споживаної енергії та щомісячні баланси енергії, експлуатаційні витрати, обсяги викидів вуглецю та інші показники по об'єкту, стає невід'ємною частиною процесу проєктування і критерієм вибору варіантів у різних країнах. При цьому він характеризується:
простотою використання і дружнім технологічним процесом;
інтегрованим рішенням;
оцінкою альтернативних рішень на всіх етапах процесу проєктування.

Попри те, що частина вихідних даних для розрахунку може розглядатися з деякою приблизністю (наприклад, ступінь затіненості фасадів, реальні характеристики матеріалів і конструкцій тощо), розрахунковий показник витрат на експлуатацію та інші показники відображатимуться з деякими відхиленнями від реальних. Однак деякі неточності в отриманні абсолютних величин можуть значною мірою компенсуватися 100 % результатами відносних порівнянь проєктних рішень між собою. Особливу цінність для порівняльних варіантів дає виявлення та фіксування відхилень проти попередньо встановлених значень.

4.12. Технології взаємодії при розробці проєктів з ARCHICAD. Інтероперабільність

Індустрія AEC йде шляхом інтеграції різних дисциплін, і сучасні програми BIM пропонують чимало методів для спільної розробки проєктів. Двома найзагальнішими методами спільної розробки проєктів в ARCHICAD є *Teamwork* – колективна робота над проєктом з невеликими логічно обгрунтованими частинами, і використання *Hotlink Modules* (*Пов'язаний модуль*).

Підхід *Teamwork* надає інтегровану підтримку спільного використання моделі BIM усіма розробниками проєкту одночасно (рис.4.15) і передбачає наступне:

- центральний файл містить всю базу даних віртуального будинку;
- члени робочої групи працюють з локальними копіями;
- членам робочої групи виділяються робочі простори (а винятком взаємних перетинів);
- члени робочої групи регулярно надсилають і одержують зміни.

Членам робочої групи на час роботи надаються різні ролі й права. Надсилання і прийом коригувань щодо центрального файла можливі як по локальній мережі, так і за зовнішньою мережею за допомогою Інтернет.

Основу цієї концепції складає клієнт-серверна технологія. У ARCHICAD вона

представлена *BIMcloud* та *BIM Сервером GRAPHISOFT* і безпосередньо з ARCHICAD в ролі клієнта. Сервер забезпечує цілісність і актуальність BIM-моделі проєкту. При виконанні операцій надсилання та отримання змін по мережі пересилаються тільки змінені елементи, а не всі дані моделі. Це призводить до підвищення швидкості передачі даних і дає змогу всім членам робочої групи працювати одночасно.



Рис.4.15. Організація колективної роботи над проєктом (*Teamwork*)

BIMcloud – це «хмарне» рішення, яке допомагає організувати надійну BIM-взаємодію проєктних груп при роботі над будь-якими проєктами в будь-яких типах мереж і при будь-яких конфігураціях програмного або апаратного забезпечення. Безпосередньо до *BIMcloud* можуть підключатися тільки продукти GRAPHISOFT, такі як ARCHICAD, MEP Modeler і BIMx, а також ресурси з форматом *IFC*.

Другим ключовим моментом цієї концепції є гнучка система резервування. Можна оперативно резервувати і звільняти окремі елементи моделі й інші проєктні дані, такі, наприклад, як реквізити або вигляди, що забезпечує високу динамічність і гнучкість робочого процесу. Користувач резервує тільки потрібні йому в поточний момент часу елементи. Після завершення роботи з елементом він може бути дуже легко звільнений.

Менеджер *BIMcloud / BIM Server* допомагає менеджерам САПР дистанційно керувати проєктами, серверами, користувачами, ролями і правами доступу всієї компанії. Сторінка активності сервера, наявна в *Server Manager* (*Менеджер Сервера*), надає детальну інформацію про поточний стан сервера, що допомагає менеджеру у виявленні факторів ризику, які впливають на продуктивність сервера.

Інший метод співпраці – залучення пов'язаних модулів (Hotlink Modules), полягає в багаторазовому використанні в файлі проєкту типових модулів – частини основного файла проєкту, збережену під своїм ім'ям, та впроваджену в нього за допомогою встановлених посилань (зв'язків). Крім того, одні і ті ж конструкції можуть використовуватися в багатьох проєктах. Зміна змісту файлу модуля автоматично й одночасно поширюється на всі екземпляри пов'язаного модуля в головному файлі, але не навпаки.

Хоча *Hotlink Modules* можуть використовуватися як альтернативи технології *Teamwork*, однак вони не забезпечують такої ж гнучкості і безпеки. Основна мета використання пов'язаних модулів – це управління повторюваними конструкціями (наприклад, номери готелів або палати лікарень) і поділ дуже великих проєктів на невеликі і прості в управлінні складові частини.

ARCHICAD взаємодіє з іншими галузевими програмами через різні усталені й нові файлові формати типу – *DXF*, *DWG*, *PDF*, *DWF*, *Google Earth*, *XML*, *U3D*, і з підтримкою

універсального промислового стандарту *IFC*.

Побудова комп'ютерної моделі в ARCHICAD і збереження в форматі *IFC* (Industry Foundation Classes) – містить всю інформацію про частини будівлі, елементи та їх взаємозв'язок із метою забезпечення спільного доступу до моделі всім учасникам проєкту.

Всі структурні об'ємні елементи моделі зберігають свою суь іпризначення відповідно до класифікації будівельних елементів, які випливають з усіма оригінальними властивостями і параметрами, незалежно від задіяного програмного середовища і операцій. Після відкриття *IFC*-файла в іншому додатку, ARCHICAD забезпечує і оперативне відстеження змін, які вносяться (за допомогою кольору або інших описів).

OPEN BIM від ARCHICAD – це універсальний підхід до спільного проєктування, зведення та експлуатації будівель, оснований на відкритих робочих процесах і стандартах. З IFC САПР-менеджери можуть використовувати індивідуальний набір інструментів, який складається з найкращих у своїй сфері рішень і оптимально виконує поставлені проєктні завдання. Так завершується перехід від простої сумісності кількох файлів до автоматизованої безперешкодної інтеграції даних з одним файлом.

4.13. Бібліотека ARCHICAD та її параметричні складові

Перевагою при роботі з CAD та BIM додатками стає використання заздалегідь розроблених та налаштованих 2D- і 3D-об'єктів бібліотечних елементів. Значна економія часу при розробці моделей архітектурних споруд і середовищ зробила користувачів ARCHICAD активними споживачами подібних бібліотек. При застосуванні об'єкта з бібліотеки до проєкту у файлі запам'ятовується лише посилання на зовнішній елемент з бібліотеки, і кожний наступний об'єкт не додається до проєкту. Як варіант, існує можливість залучити і кожен об'єкт безпосередньо в проєкт ARCHICAD при збереженні даних у форматі *.pla*.

Підхід з використанням параметричних об'єктів в ARCHICAD має значні переваги порівняно з непараметричними для всіх учасників індустрії AEC, а саме:

- компактний формат об'єкта зменшує розмір файла проєкту та зменшується навантаження на апаратно-технічні засоби ПК, спрощується доступ через Інтернет;
- інтелектуальні конструктивні елементи можуть автоматично змінюватисязгідно з навколишнім середовищем проєкту (наприклад, згідно з масштабом);
- порівняно легко отримувати варіанти проєктних рішень;
- легко підтримувати бібліотеки об'єктів для *MacOS* і *Windows*-середовища, можливість 3D-експорту;
- для виробників надається ефективний спосіб публікації своїх продуктів та засіб конкретизуватись через опис об'єкта.

З початку створення, кожна версія ARCHICAD комплектується своєю індивідуальною бібліотекою параметричних об'єктів *ARCHICAD Library* (*Библиотека ARCHICAD*). Вони різняться набором, назвою та кодуванням елементів бібліотеки, тому присутність конкретної бібліотеки (завантаження в оперативну пам'ять ПК) для коректного відтворення проєкту – обов'язкова умова. Стандартна бібліотека нараховує більш ніж 1000 об'єктів. Суттєва деталь – адаптація та локалізація складових елементів бібліотеки до потреб та стандартів місцевих користувачів та нормативної бази проєктування. Подібно і до інших країн, ця потреба знаходить відбиття і в російсько-мовному додатку ARCHICAD (наприклад, *Библиотека по ГОСТ*).

Вбудована мова написання скриптів (описів мовою програмування) – основа та ефективний засіб розширення можливостей програм за рахунок сторонніх виробників додатків. В основі програми ARCHICAD технологія – *GDL* (*Geometric Description Language-Мова Геометричного Опису*). Саме ця мова стала основою для формування всіх розділів бібліотеки, що складають конструктивні елементи (вікна, двері, сходи, світові люки, різносторонні об'єкти, світильники, огорожу тощо), 2D-графічні символи та зображення, текстури та матеріали, фонові зображення, дані специфікацій та ін.. Дані бібліотеки (з розширенням файла *.gsm*) використовуються в ході роботи кількох інструментальних засобів

програми і легко інтерпретуються залежно від потреб.

GDL-об'єкти пропонують оптимальний спосіб опису/формат будь-яких будівельних компонентів і виробів, елементів середовища та декору, меблів та обладнання, антуражу та візуальних ефектів – всього необхідного для використання в додатках проєктування будинків та споруд. Об'єкти бібліотек структуровані по текам та підтекам для зручного їх пошуку. Для зовнішнього оперування саме *Library Manager* (*Менеджер Бібліотек*) призначає і координує склад та порядок відображення елементів з активованих бібліотек. Найважливішою характеристикою об'єктів є їх здатність містити параметри (рис.4.16).

Налаштування параметрів об'єкта з ділового вікна встановлення параметрів відповідного інструменту відбувається без фактичних змін зовнішнього файлу самого об'єкта. Параметри визначають значення, властивості й варіанти модифікацій продукту. Параметри використовуються для управління 2D- і 3D-уявою об'єкта, а також інтерфейсом користувача. Користувачі мають можливість самостійно визначати свої власні параметри різних типів для об'єктів *GDL* (до 100 шт.).

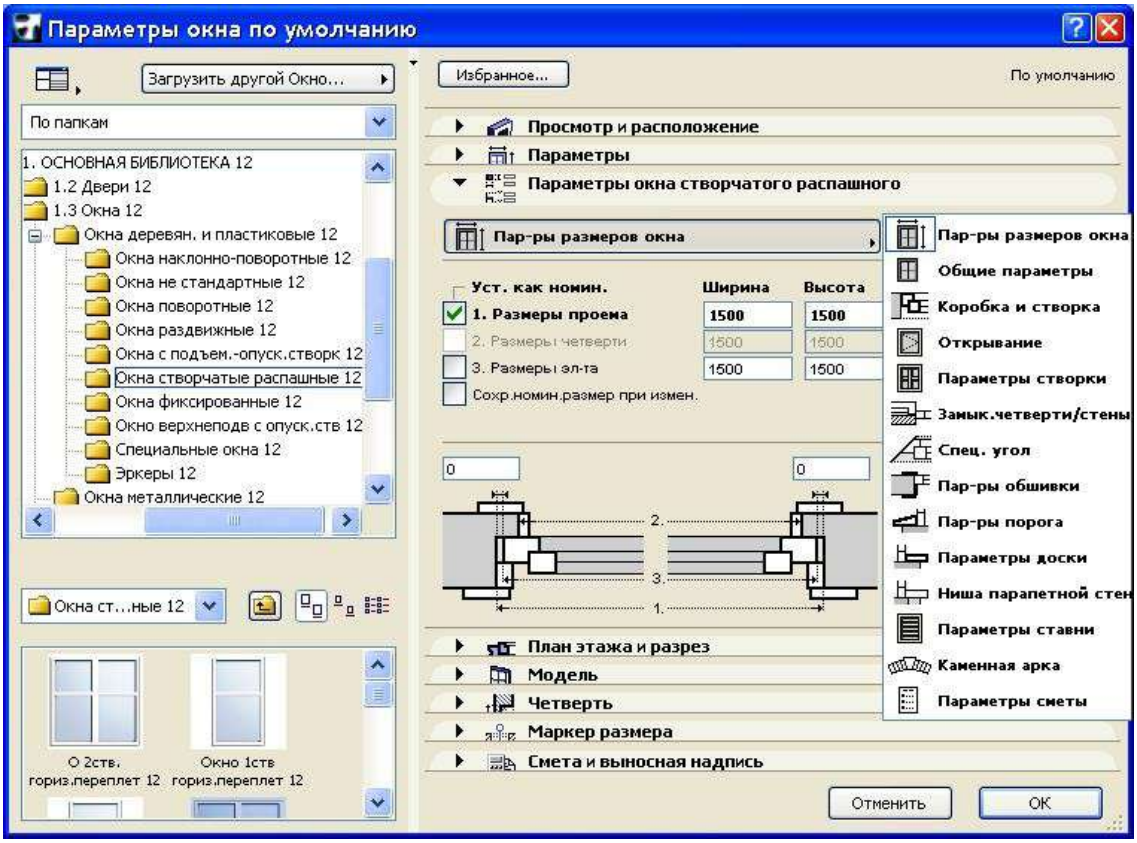


Рис.4.16. Діалогове вікно параметрів об'єкта ARCHICAD

Існує можливість редагувати назву параметра і його опис. Будь-який бібліотечний елемент містить кілька текстових скриптів, призначених для різних цілей, включаючи опис 2D-символа, 3D-моделі, емблеми-зразка об'єкта, його кількісних характеристик (специфікацій, коментарів) . Для користувачів існує можливість (за допомогою вузлових точок) змінювати вручну параметри лінійних і кутових розмірів бібліотечного елемента безпосередньо на плані поверху, розрізу/фасаду, а також в 3D-вікні.

Важлива перевага – «інтелектуальність» інструментарію – збереження коректних поєдань елементів та складу деталізації параметричного об'єкта залежно від обраного масштабу відтворення.

Активне ведення BIM- проєктування ініціює пошук варіантів оперативного отримання нових потрібних об'єктів. Залежно від завдань, користувачі можуть отримати бібліотеки *GDL* та окремі об'єкти з різних джерел(рис.4.17).



Рис.4.17. Приклади параметричних 3D-об’єктів *GDL*

Вільно доступні об’єкти можуть бути завантажені з кількох веб-сайтів з Інтернету, від виробників та розповсюджувачів, зокрема у форматі *GDL*. Передбачено веб-сайти, які пропонують велику кількість комерційних колекцій об’єктів для різних потреб. Механізм підтримки *GDL* може імпортувати готові 2D- і 3D-об’єкти з багатьох популярних форматів САПР, включаючи *DXF*, *DWG*, *3DS* тощо. Графічне моделювання за допомогою інструментарію ARCHICAD здійснюється із збереженням результату у форматі об’єкта або створення нового із безпосереднім програмуванням із скриптами мовою *GDL*.

4.14. Інтеграція ARCHICAD і технології CAM в будівництві

Інтеграція програм BIM з технологією CAM може значно скоротити витрати на будівництво, допоможе перейти до впровадження технологій автоматизованого будівництва та поліпшити якість будівель, які проєктуються. Машини з ЧПУ здатні виконувати найскладніші будівельні конструкції з великою точністю, яка досягається в проєктах за допомогою додатків ARCHICAD BIM.

Тісне поєднання технологій BIM і CAM, як правило, призводить до технологічного процесу, котрий складається з шести кроків переходу від проєктування до будівництва. За допомогою програми BIM створюється 3D-модель будівлі найповніше наближеної до бажаного образу та структури. 3D-дані необхідних конструктивних елементів експортуються в додаток CAM безпосередньо або з використанням формату *IFC*. Програма CAM обробляє інформацію та надсилає її в машину з ЧПУ в її власному форматі даних. Машина ЧПУ створює елементи згідно з прийнятим програмним кодом. Створені елементи маркуються, упаковуються і надсилаються на будівельний майданчик. Елементи об’єднуються в конструкції на будівельному майданчику згідно до будівельної документацією, створеною за допомогою програми BIM.

Кооперація BIM з CAM має сучасний технологічний підхід при проєктуванні, виробництві та застосуванні в будівництві металевих несучих конструкцій (рис.4.18). Зокрема, ARCHICAD кооперується з професійною програмою проєктування та аналізу сталевих конструкцій **Tekla**; при цьому як інтерфейс між ними використовується *IFC*. Крім можливостей з проєктування та аналізу сталевих конструкцій (всебічний структурний аналіз, уточнення конструкції, перерізів, профілю, вузлів), ця програма є безпосереднім зв’язком з машинами з ЧПУ при виробництві сталевих профілів. Докупи конструкція збирається на майданчику згідно з конструкторською документацією, підготовленою з використанням ARCHICAD

Розробку повного дерев'яного каркаса дерев'яних будинків та інших їх елементів можна отримати безпосередньо з моделі BIM з використанням стандартних інструментів ARCHICAD. Модель поділяється на окремі вироби, включно до стінових дерев'яних брусів. Всі елементи моделі ідентифікуються, а дані, необхідні для машин з ЧПУ, одержуються безпосередньо з BIM з високою точністю та мінімально можливими помилками (рис.4.19). Спеціальне розширення створює файл, який є вихідним для індустріального виробництва від ПО «HONKA». Деревообробні заводи з ЧПУ-обладнанням виробляють несучі дерев'яні конструкції (колоди, стійки, балки, крокви), а також деталі підлог і дахів, заповнення прорізів. Можливий автоматичний підбір матеріалу та розкрій.

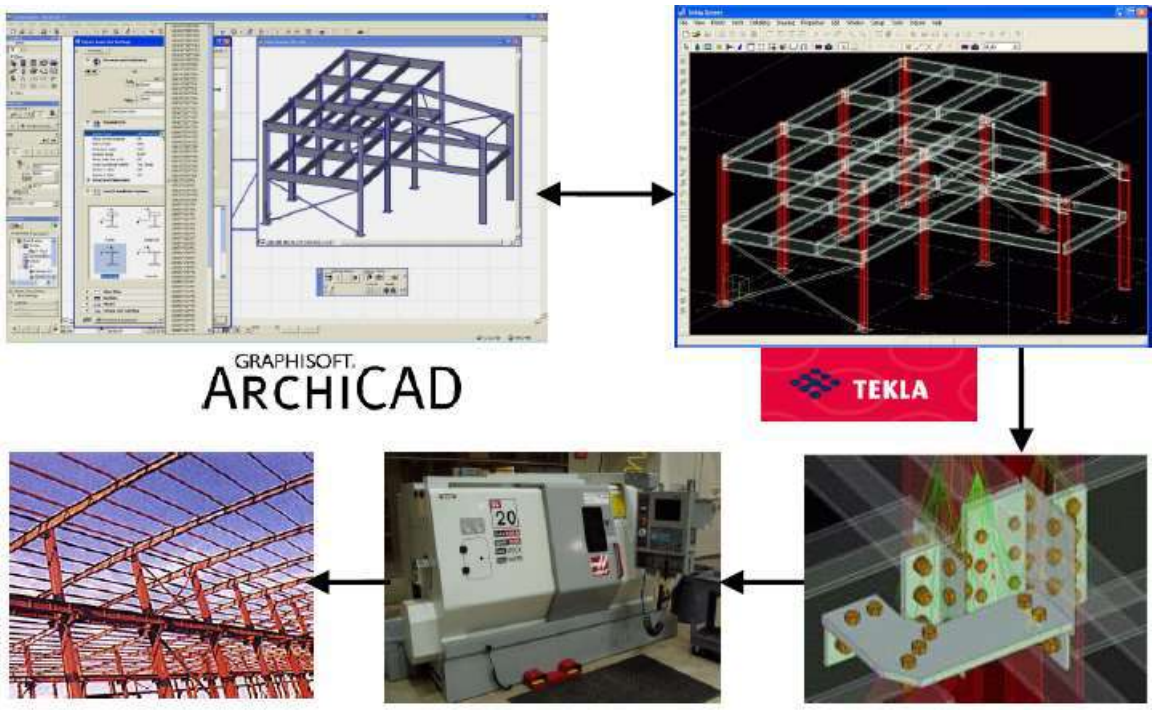


Рис.4.18. Технологічний процес виробництва металоконструкцій з BIM

Існують приклади стикування BIM-технології з виробництвом виробів із збірного залізобетону, які об'єднані на платформі ARCHICAD - Allplan Precast. На заводах з машинами з ЧПУ налагоджено виробництво навісних і несучих панелей стін, перекриття з розробкою необхідних елементів арматури, ізоляції, оздоблення, доставкою на будівельний майданчик і монтаж. ARCHICAD та 3D-принтер (як різновид верстата з ЧПУ) знаменує сучасну технологію відтворення деталей і виробів (рис.4.19).

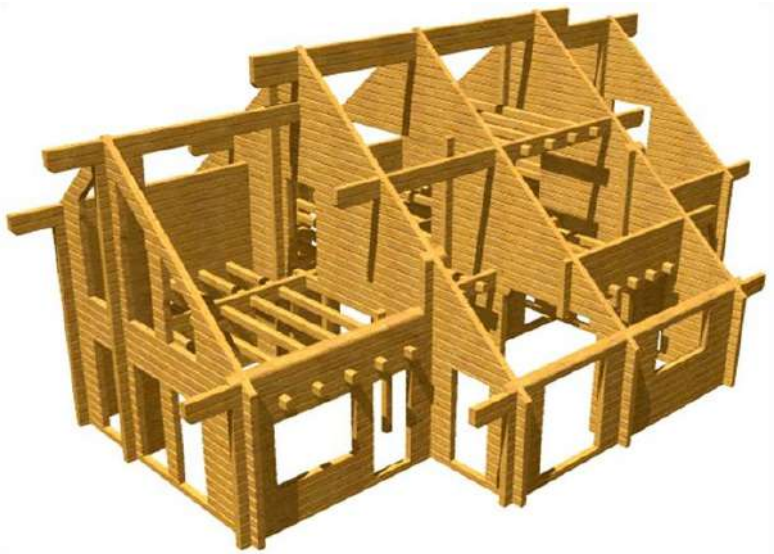


Рис.4.19. Розробка та виробництво дерев'яних будинків з ARCHICAD

Для отримання спрощеної однорідної моделі всі відібрані елементи об'єкта перетворюються на *Morph* (*Морф*), після чого об'єднуються. Після збереження 3D-зображення як файл у форматі *STL*, необхідно відкрити його за допомогою програмного забезпечення для тривимірних принтерів і уточнити параметри друку. Файли (**.stl*) описують геометрію поверхні 3D-моделі без додаткової інформації, такої як колір, матеріал тощо. У ARCHICAD можна вилучити всі елементи, які мають прозорі поверхні (наприклад, скляні панелі дверей і вікон, перила балконів). У деяких принтерах вбудований плагін створює *STL*-файл і автоматично править можливі помилки з геометричним представленням.

4.15. BIM – основа реалізації автоматичного документування в ARCHICAD

Сильною стороною параметричного моделювання є автоматичне керування залежностями при кожній зміні моделі. Зміни, вироблені в моделі, автоматично відображаються у всіх видах і кресленнях.

Переваги автоматичного документування ARCHICAD на основі 3D-моделі.

Відсутність суб'єктивних помилок.

Актуальна документація отримується одним клацанням мишки. Зміни в проєкціях автоматично відображаються на всіх кресленнях.

Ефективна взаємодія з підрядниками.

Кілька представлень (Виглядів) однієї моделі.

Партнери отримують проєкти, пристосовані до їхніх вимог.

Менше споживано паперу та витрат з господарсько-технічного обслуговування.

Менший обсяг архіву.

Сучасні формати передачі.

Відформатовані кошториси.

Використання різних новітніх файлових форматів.

Розвинені засоби розрахунку потреби в матеріальних і трудових ресурсах полегшують виконання аналізу витрат усередині системи і поза нею.

Автоматичне поширення оновлень будь-яких виконаних змін елементів.

Ефективне задавання розмірів.

Автоматичне поширення оновлень розмірів при виконанні змін елементів.

Автоматичне нанесення розмірів значно заощаджує час.

Вилученню з Віртуальної Будівлі (BIM) даних для створення проєктної документації сприяє інтелектуальний інтерфейс програми і розвинені засоби документування. Саме до цих специфічних засобів ARCHICAD відносять:

- віртуальний фон;
- набори видів, комплект параметрів представлення моделі;
- розпізнавання масштабу;
- основні макети й автоматичне присвоєння ID кресленням;
- заготівки для опрацювання деталей і вузлів, 3D документи;
- пріоритетні поєднання конструктивних елементів та інтелектуальні будівельні матеріали;
- різні типи вихідних результатів (виведення на друк, формати файлів САПР, формат *PDF*, візуалізація).

Асоціативність розмірів вказує, що розмірні лінії і позначки в ARCHICAD прив'язані до елементів будівлі і перераховуються за будь-яких змінах автоматично. Крім значень, змінюється також і положення розмірних ліній, щоб уникнути їх перекриття та "забруднення" креслення. Локалізовані версії підтримують місцеві стандарти нанесення розмірів і атрибути оформлення креслень.

Технологія віртуального фону допомагає розміщувати вибраний довідковий вигляд (з макету або креслення) як «віртуальне фонове зображення» над/під/поряд з поточним зображенням моделі. Фонове зображення (посилання) в робочому вікні може використовуватися як підґрунтя для редагування поточного активного виду.

Набори Видів дають змогу створювати різні варіанти представлення зображень на

основі однієї і тієї ж моделі. Комбінації шарів, параметри і режими показу моделі, параметри масштабування і рівня збільшення зображення, набір пір'їв та фільтр реконструкції, налаштування розмірних чисел та режиму 3D-зображень допомагають користувачам показувати на екрані тільки ті елементи і в тому вигляді, які в даний момент потрібні.

Завдяки «інтелектуальності» інструментарію, попередньому опрацюванню деталей елементів та "масштабочутливості" параметричного об'єкта, досягається економія сил та часу. Різні типи вихідних документів, такі як ескізні плани, конструкторська документація, креслення вузлів і деталей і т. ін. легко створювати без побудови будь-яких додаткових креслень. Головне – правильно задати потрібний режим відображення моделі.

Налаштування основного макета й автоматичне присвоєння ID-кресленнями сприяють швидшому створенню вихідної документації. Присвоєння ID не тільки макетам, а й кресленням, полегшує їх пошук, навігацію і видання. Виникає можливість посилатися на всі елементи, які породжуються в моделі.

Створення креслень деталей і вузлів відбувається в BIM набагато швидше і гнучкіше. Наочну перевагу надає отримання виробничих 3D-документів. Креслення деталей можуть бути доопрацьовані з допомогою 2D-інструментів або навіть замінені готовими типовими модулями або елементами у *DXF/DWG* форматах, завантажених з Інтернету.

Коректна інтеграція багатошарових конструкцій за допомогою однієї команди можлива завдяки попередньому призначенню пріоритету перетинів елементів. Передбаченість поєднання несучих і оздоблювальних шарів конструкції зі встановленням «чистого» сполучення елементів. Збереження сполучень при переміщенні перекриттів, зміні кутів покрівлі, збільшенні висоти поверхів тощо.

Інтелектуальний реквізит будівельних матеріалів забезпечує коректне графічне відображення матеріалів в перетинах (штрихування), покриттів елементів в 3D-видах, містить фізичні дані, необхідні для оцінки енергоефективності будівель.

Ефективним є розпізнавання і фіксування внесених змін в IFC-модель при поверненні в первинне BIM-середовище з інших інженерних додатків. При порівнянні версій моделей можуть імпортуватися тільки відмінності, що відображають останні зміни елементів в проєкті за допомогою кольору або інших описів.

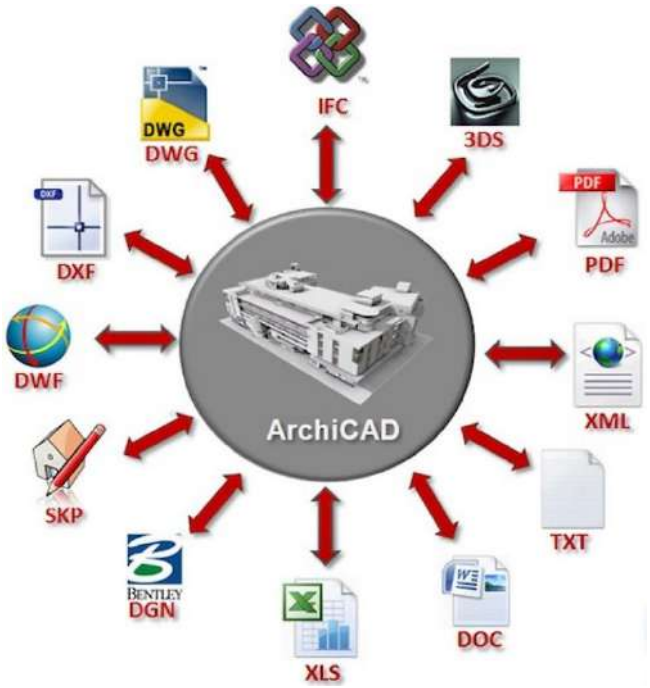


Рис.4.20. Варіанти експорту/імпорту файлів моделі ARCHICAD

ARCHICAD допомагає архітекторам експортувати свої проєкти у численну кількість форматі. Так модель BIM може відкриватися в різних програмах без втрати даних (рис.4.20).

4.16. MEP Modeler – інженерні мережі у віртуальній будівлі ArchiCAD

MEP Modeler дає змогу створювати, редагувати або імпортувати елементи інженерних мереж і виконувати пошук на виявлення колізії цих елементів з конструктивними елементами інформаційної моделі будівлі ARCHICAD. Абревіатура MEP, що означає Mechanical / Electrical / Plumbing (Вентиляція / Електрика / Водопостачання і Каналізація) вказує на галузь застосування.

За допомогою **GRAPHISOFT MEP Modeler** користувачі ARCHICAD можуть відпрацьовувати тривимірні моделі інженерних мереж (повітропроводи, трубопроводи та траси кабелю), формувати схеми-зображення, креслення, а також координувати їх розташування у віртуальному будинку (рис.4.21).

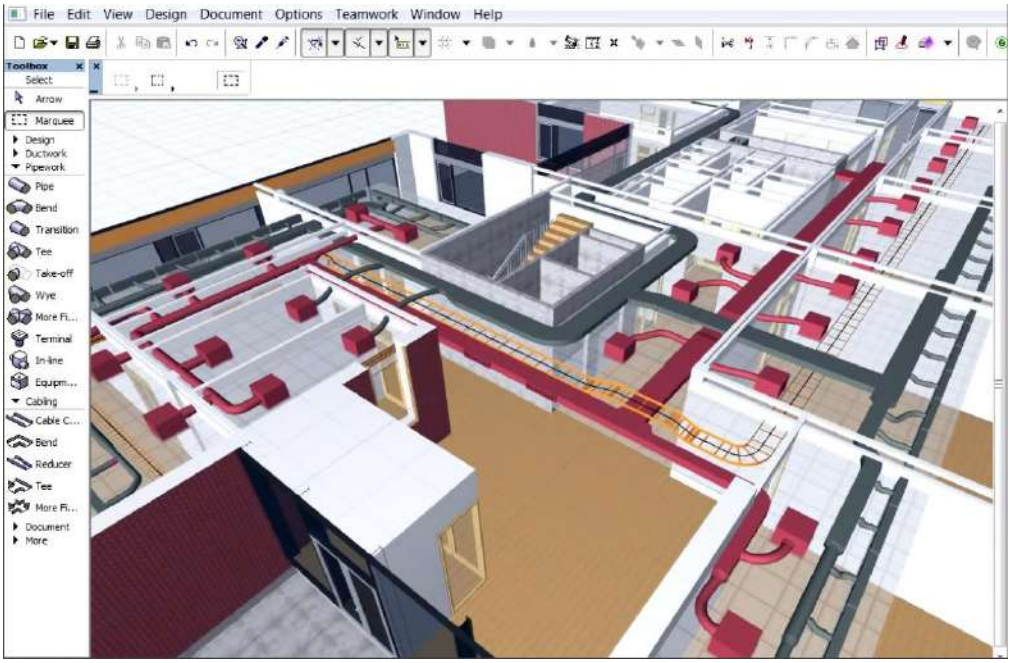


Рис.4.21. Варіант відтворення інженерних мереж з *MEP Modeler*

Робота з **MEP Modeler** здійснюється в добре знайомому інтерфейсі, а його панель інструментів, параметрична бібліотека об'єктів вбудовується безпосередньо в середовище ARCHICAD. Передбачено спеціалізований і детально розгалужений інструментарій, засоби трасування та редагування MEP-елементів, можливість наочної візуалізації моделі MEP у відповідному середовищі об'єкта. Бібліотека містить спеціально налаштовані елементи, які мають точки інтелектуального з'єднання складових. Інтелектуальне трасування нових трас MEP-систем і автоматичне розпізнавання параметрів вже існуючих – значно підвищують ефективність створення і редагування.

Значну ефективність при трасуванні надає використання інструменту *Opening (Отвір)* для формування відповідних отворів та ніш різноманітних форм у стінах, перекриттях, балках, 3D-сітці.

Забезпечується повністю автоматичний процес виявлення конфліктів між конструктивними елементами й елементами інженерних мереж з фіксацією на Плані поверху або в 3D-вікні. ARCHICAD допомагає імпортувати й експортувати в форматі *IFC* системи MEP, створені в різних інших MEP BIM-додатках.

4.17. Запитання та завдання для самоконтролю

1. Які фундаментальні віхи можна виділити в історії ARCHICAD?
2. Здійснення яких основних технологічних етапів передбачає процес проєктування з ARCHICAD 22?
3. У чому полягають основні переваги і недоліки програми?
4. Які етапи містить стандартна процедура візуалізації та анімації?

5. Назвіть основні розрахункові дані та типові види звітів, які формує програма ARCHICAD.
6. Які загальні методи та засоби сприяють спільній роботі над проєктами?
7. Як підтримується гармонійне проєктування в ARCHICAD?
8. Які переваги параметричного підходу до створення бібліотечних об'єктів?
9. В чому полягає ефективність створення документації на основі віртуальної моделі?
10. Наведіть приклади взаємозв'язку CAD-CAM у будівництві з ARCHICAD.

Список використаних джерел

1. Довідковий посібник ArchiCAD 20. – Graphisoft, 2016. – 682 с. [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://helpcenter.graphisoft.com/guides/archicad-20/
2. ArchiCAD Insights: Putting the I in BIM By: Kurt Ameringer [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.cadalyst.com/aec/archicad-insights-putting-i-bim-3143
3. Official Site of Graphisoft [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.graphisoft.com/products/archicad/
4. ArchiCad - книги / журнали// Режим доступу: https://m.olx.ua
5. ArchiCad 22 (шпаргалки з курсу комп'ютерного проектування). Режим доступу: https://danshop.prom.ua/
6. Курс проектування у Graphisoft ArchiCad (Оформлення проекту в ArchiCad. Нанесення розмірів. Друк креслень. Створення книги макетів. Виведення на друк. Формування друкованого аркуша з розміщенням)/ Режим доступу: https://basic4you.com.ua › course › designing-in-graph
7. Sustainable design [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Sustainable_design
8. Computer-aided manufacturing [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_manufacturing
9. Офіційний сайт TEKLA International [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.tekla.com/international/products/Pages/Default.aspx
10. Онлайн-курс ArchiCAD - Основи ArchiCAD 22 (проектування багатошарових елементів, складних фасадів, візуалізація у 3D. Створення 3D-моделей, оформлення проєктної документації та якісних візуалізацій). Режим доступу: https://www.skvot.io

АВТОРИ РОЗДІЛУ 5 – REVIT



Левченко Олексій Вікторович

Кандидат архітектури, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі архітектурного факультету Київського національного університету будівництва і архітектури.
Сфера наукових і практичних інтересів – BIM, інформаційні технології в архітектурі та будівництві, моделювання і розрахунок будівельних конструкцій на засадах методу скінченних елементів (МСЕ), OpenBIM інтероперабельність, стандартифікація та уніфікація на базі Industry Foundation Classes (IFC).



Літошенко Ганна Володимирівна

Кандидат архітектури, доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі Київського національного університету будівництва і архітектури.
Викладає дисципліни з комп'ютерної графіки, CAD та BIM-систем.
Сфери досліджень: житлова архітектура, комп'ютерна графіка, анімація та моделінг.



Гребенєва Ірина Володимирівна

Магістрантка архітектурного факультету кафедри інформаційних технологій в архітектурі та студентка будівельного факультету КНУБА.
Сфера наукових та практичних інтересів: інформаційні технології в архітектурі, моделювання і розрахунок будівельних конструкцій, архітектура та конструкції за межами Землі, зокрема у марсіанському середовищі, алгоритмічне проєктування, штучний інтелект в архітектурі та будівництві.

Розділ 5. REVIT

Autodesk Revit, або Revit – це програмний комплекс, який реалізує принцип інформаційного моделювання будівель (Building Information Modeling, BIM) для створення візуалізацій і креслень планів, розрізів, деталей та інших інструментів для проєктування будівлі. Призначений для архітектурного проєктування, проєктування несучих конструкцій та інженерних мереж. Підтримує методи екологічно раціонального проєктування, виявлення колізій, планування будівництва та виробництва.

5.1. Функції та призначення програми

Revit належить до пропрієтарних систем автоматизованого проєктування (САПР). Autodesk Revit призначений для проєктування і виконання документації (креслень, специфікацій), необхідної для створення інформаційної моделі будівлі. В інформаційній моделі будівлі містяться відомості про конструкції проєкту, його розміри, стадії, кількісні характеристики елементів. Креслення, створені за допомогою Revit, не є сукупністю 2D-ліній і форм. Будь-який вигляд, дво- чи тривимірний, деталь, специфікація – це частини однієї інформаційної моделі.

Програма містить прості у використанні засоби концептуального проєктування. У ній також можна виконувати візуалізацію моделі. Додатково AutodeskRevit пропонує такі необхідні при архітектурно-проєктувальній роботі функції, як розрахунок енергоспоживання і структурний аналіз з можливістю виконання статичного розрахунку в хмарі, особливо важливим є створення двостороннього зв'язку моделі з різними аналізами і автоматичне оновлення моделі за отриманими результатами.

Autodesk Revit, як і деякі інші системи автоматизованого проєктування, надає можливості організації спільної роботи над проєктом, починаючи від концепції і закінчуючи виконанням робочих креслень і специфікацій. Спільна робота над проєктом ведеться через використання учасниками процесу одного централізованого спільного файлу або перехресних посилань на різні файли з моделями за певним напрямком. В ході роботи використовуються параметричні компоненти, які передбачають встановлення зв'язку між елементами проєкту – будь-які зміни елемента ведуть до автоматичних змін всього проєкту. Під час роботи над проєктом створюється база даних, яка може містити інформацію про проєкт на різних етапах життєвого циклу будівлі, від розробки концепції і будівництва до експлуатації і зняття з експлуатації. З програмним продуктом постачається бібліотека елементів, при необхідності можна створювати і напрацьовувати свою бібліотеку зі своїми характеристиками і вимогами або редагувати стандартні сімейства.

5.2. Історія виникнення, автори

Основа програми Revit була закладена компанією Charles River Software. Charles River Software заснована в Ньютоні, штат Массачусетс (США), 31 жовтня 1997 року, Леонідом Райзом і Ірвіном Юнгреізом, ключовими розробниками PTC (Parametric Technology Corporation) Pro/Engineer, програмного забезпечення для механічного проєктування, з метою приведення потужності параметричного моделювання в будівельну промисловість (PTC раніше намагалися і не змогли продати своє програмне забезпечення Reflex у будівельному секторі).

За фінансової підтримки венчурних вкладень AtlasVenture і North Bridge Venture Partners, Райз і Юнгреіз найняли кілька розробників програмного забезпечення й архітекторів і почали розвивати Revit в C++ на платформі Microsoft Windows. У 1999 році вони найняли Дейва Леммонта, як головного виконавчого директора та обрали у члени правління Джона Кхірчика, засновника SolidWorks та Ароля Волфорда, засновника CMD Group.

Від початку Revit мав на меті допомагати архітекторам та іншим будівельним фахівцям проєктувати та документувати будівлю, створивши параметричну тривимірну модель BIM. У той час було кілька інших програмних пакетів, таких як ArchiCAD і Reflex, які давали змогу працювати з тривимірною віртуальною моделлю у галузі будівництва, і допомагали окремим компонентам управляти за допомогою налаштувань параметричними компонентами.



Рис.5.1. Ірвін Юнгреіз і Леонід Райз

Дві основні відмінності в Revit полягали у тому, що його параметричні компоненти були створені за допомогою графічного «сімейного редактора», а не мовою програмування, тобто всі співвідношення між компонентами, видами та анотаціями були зафіксовані моделлю, так що будь-який елемент автоматично доповнюється щоб модель була послідовною. Наприклад, переміщення стіни могло б оновлювати сусідні стіни, підлогу та дах, виправляти розміщення та значення розмірів і приміток, налаштовувати площини, зазначені в графіках, щоб модель могла залишатись зв'язаною і вся документація була скоординована. Поняття двонаправлена асоціативність між компонентами, видами та анотаціями була відмінною рисою Revit для багатьох релізів. Легкість внесення змін надихнула назву Revit, тобто «скорочення перетворення», «миттєво». В основі Revit – рушій розповсюдження параметричних змін, який спирався на нову технологію, контекстно-керовану параметрику, котра була більш масштабована, ніж варіаційні та керовані історично-параметричні движки, що використовуються в механічному програмному забезпеченні САПР. Термін «параметрична модель будівлі» був прийнятий, щоб відобразити той факт, що зміни параметрів призвели до повної зміни моделі будівлі та відповідної документації, а не лише до зміни окремих компонентів.

В 2000 році була представлена перша робоча версія Revit, одночасно з перейменуванням компанії на Revit Technology Corporation, яку в 2002 році за 133 мільйони доларів придбала компанія Autodesk.

З 2002 року Autodesk Revit почав розвиватися не тільки, як інструмент для проєктування архітектури, а й створення будівельних конструкцій, інженерних мереж і комунікацій, а також інтегруватися з іншими програмними засобами компанії Autodesk і активно позиціонуватися як система Інформаційного Моделювання Будівель (BIM, Building Information Modeling).

Далі почався період модифікацій Revit під протекцією Autodesk. З кожним новим роком версії дедалі більше вдосконалювались і програмному комплексу надавали більше можливостей і компонентів.

Починаючи з версії 2013-го року Revit Architecture, Revit Structure, Revit MEP об'єднали в один програмний комплекс Revit. Також з цієї версії доступний Revit LT. Це легка версія Revit з рядом функцій, таких як рендеринг і багатокористувацькі середовища, але з дещо урізаними можливостями 3D-моделювання.

Autodesk Revit 2017, створений у 2016 р., отримав значно поліпшену і модернізовану платформу, завдяки чому покращена продуктивність програми. В цій версії запроваджено попередній перегляд відображення сімейств і графічний інтерфейс програмування Dynamo. У розділі архітектурного проєктування додано затемнення, засіб візуалізації Autodesk Raytracer, а також Autodesk Insight 360, який має на меті оптимізацію експлуатаційних характеристик будівель. Найбільші зміни стосувалися проєктування будівельних конструкцій та виготовлення інженерних систем. Для цієї версії було розроблено і впроваджено з'єднувачі армування, розділення колон, поліпшені фундаменти, створено нові каталоги сталевих профілів і Autodesk Steel Connections. Для розробки інженерних систем було вдосконалено процес моделювання елементів бази даних виробника та інструменти проєктування. Як і раніше, програма підтримує всі сучасні їй операційні системи, має функцію експорту та імпорту різних об'єктів і бібліотек.

Навесні 2017 року компанія Autodesk випустила версію Revit 2018. Нові і удосконалені можливості Revit мають забезпечити узгоджене, скоординоване і повне моделювання для міжгалузевого проєкту, яке включає деталізацію і будівництво. З'явилися нові координаційні моделі – при використанні файла Navisworks, як спрощеного контексту, працювати над проєктом може група користувачів. Для ліпшого розуміння й аналізу проєкту можливе створення специфікації зв'язків і груп в моделі. Прискорено створення і редагування багатоповерхових будівель через з'єднання сходів з рівнями в проєкті. Запроваджено арматурний стрижень для складної геометрії і його графічне представлення в 3D-, для більш швидкого редагування моделі. Поліпшено моделювання, проєктування та аналіз MEP. Служба спільної роботи в хмарі в цій версії встановлюється разом із програмою. У вікні синхронізації з файлом сховища в даній версії відображається хід виконання операції. Було також поліпшено інтерфейс.

Версія Autodesk Revit 2019 видана в травні 2018 року. Нові і поліпшені можливості призначені для підтримки послідовного, скоординованого і комплексного моделювання для міждисциплінарних проєктів, включно з деталізацією і будівництвом. З оновлень можна згадати підтримку кількох моніторів і проєкцій із вкладками, відображення рівнів на 3D-видах, керування нульовими відмітками в проєкті, представлення видів в перспективі в повноекранному режимі без обрізування. Впроваджено також зразки подвійної заливки, зразки заливки для переднього і заднього плану на розрізах або поверхнях. Розширена докладність моделей металоконструкцій за рахунок власних сталевих з'єднань. Можливим стало виготовлення збірних перекриттів з використанням балок, виконання сегментації, додання армування з урахуванням визначених правил. Також розширено можливості зі створення складних трубопроводів.

Студенти можуть отримати безкоштовну студентську версію програми для некомерційного використання, зареєструвавшись на офіційному сайті Autodesk.

5.3. Задачі, які розв'язуються

Програмний комплекс містить інструменти для концептуального проєктування, яке полягає у створенні формоутворювальних елементів, особливо корисною є ця функція на ранніх стадіях проєктування. Архітектурне моделювання проводиться з використанням таких параметричних елементів, як стіна, двері, вікна, колони, дахи, перекриття, стелі, сходи, приміщення, прорізи тощо.

Особливість Revit, порівняно з найближчими конкурентами, такими як GRAPHISOFT a Nemetschek Group, Nemetschek Allplan, Bentley Microstation – це нова концепція структури елементів та використання ієрархічної будови проєкту. Щонайменше в ньому немає звичного засобу розподілу геометрії – Шарів (Layers), замість яких існує ціла ієрархія з Категорій, Сімейств, Типів і Елементів, а також кількох методів управління ними.

Категорії (Category) – системний розподіл даних Autodesk Revit за призначенням (Стіна, Вікно, Устаткування, тощо). Залежно від використання існують категорії: Моделей, Видів і Оформлення. Вони мають індивідуальний набір властивостей і параметрів, а також умов поводження і взаємодії. Категорії не можуть створюватися і редагуватися користувачами.

Категорії моделей містять, як правило, тривимірні елементи і умовно поділяються на *Основні* (Стіни, Перекриття, Покрівлі, Сходи, Огородження, тощо) і *Компоненти* (Двері, Вікна, Профілі, Устаткування тощо).

Категорії оформлень включають в себе, як правило, двовимірні елементи і умовно поділяються на *Розбивки* (Рівні, Осі, Опорні площини, Опорні лінії тощо) і *Умовні позначення* (Розміри, Текст, Маркування, Деталізація, Лінії тощо).

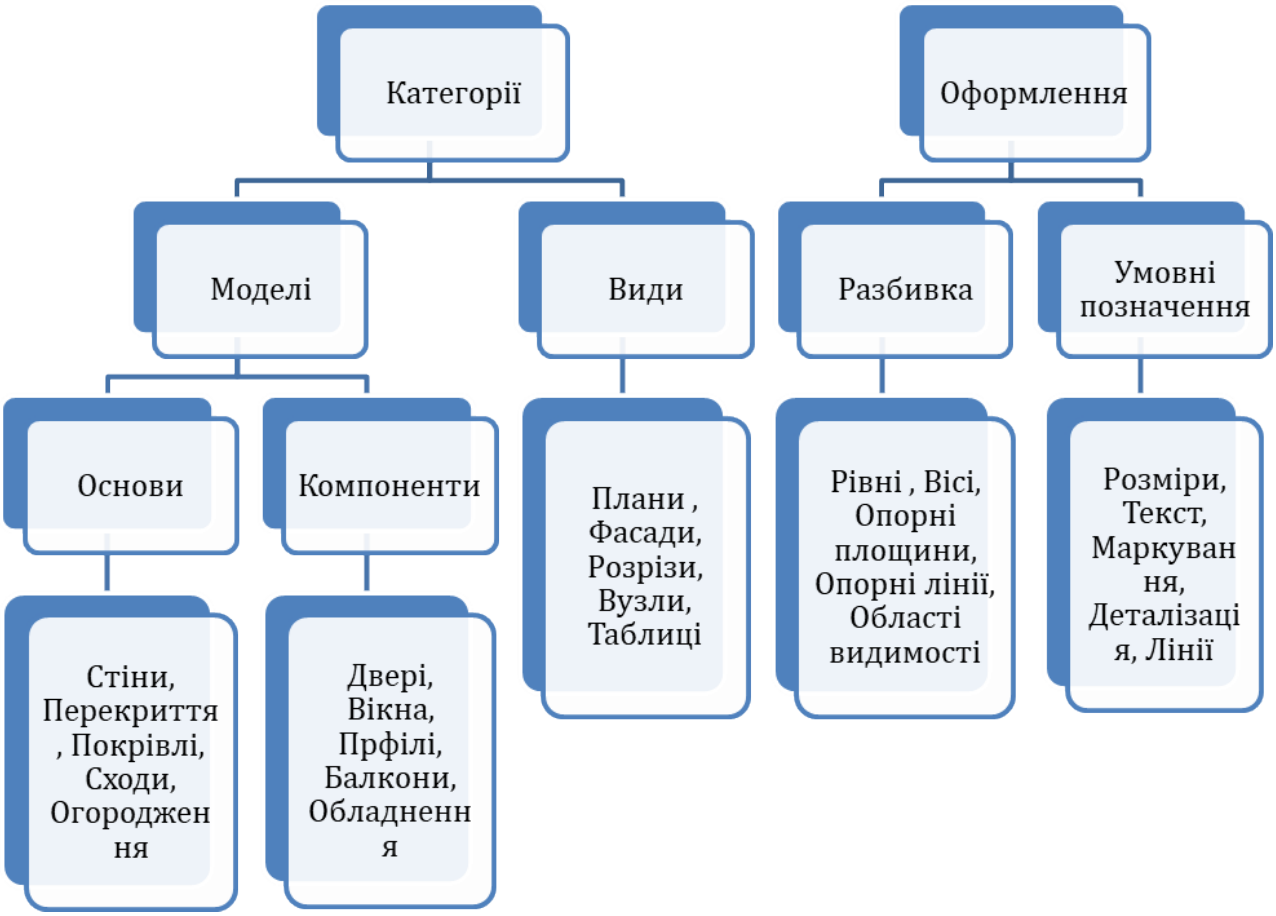


Рис.5.2. Категорії

Категорії видів включають в себе елементи відображення даних (Плани, Фасади, Розрізи, Вузли, Таблиці) в необхідному масштабі, тип відображення, графіка тощо.

Сімейства (Family) – це «проєкт» всередині проєкту або «розумна 3D-модель». Сімейство – група елементів, яка характеризується загальним набором властивостей (*параметрів*) і пов'язаним з ними графічним представленням. Для різних елементів сімейства значення параметрів можуть відрізнятися, але набір параметрів (їх імена та призначення) залишаються одними і тими же.

Сімействами можуть бути вікна, двері, шафи, світильники, колони, фасадний елемент, плитка і т.ін. Можуть бути сімейства в сімействі. Наприклад, сімейства профілю вікна підтягуються в сімейства вікна. Можна програмувати сімейства, які будуть поводитись по-різному в окремих ситуаціях. Наприклад, якщо подивитися на розетку в плані – у неї своє позначення, в розрізі інше позначення а в 3D-вигляді вона буде об'ємною моделлю. Сімейства – це «серце» Revit, саме сімейства допомагають робити «гумовий» проєкт, який дуже гнучкий до коригувань.

В Revit передбачені сімейства трьох видів:
системні сімейства,
сімейства стандартних компонентів (сімейства компонентів),
контекстні сімейства.

На основі *системних сімейств* створюються основні елементи будівлі, такі як стіни, дахи, стелі, підлоги та інші елементи, збірка яких виконується на будівельному майданчику.

Системні параметри, які впливають на середовище проєкту і включають типорозміри для рівнів, сіток, листів креслень і видових екранів, також являють собою системні сімейства.

На основі *сімейств стандартних компонентів* створюються як компоненти будівель, так і деякі елементи анотацій. Як правило, сімейства стандартних компонентів використовуються для створення тих компонентів будівель, які можна додати окремо, доставити і встановити в будівлю або навколо неї, наприклад, вікна, двері, шафи, прилади, предмети у меблювання і компоненти для озеленення. Ці сімейства можуть також містити ті елементи анотацій, для яких передбачена стандартна процедура адаптації, наприклад позначення і основні написи.

Контекстні сімейства є унікальними і служать для створення унікальних компонентів, призначених для конкретного проєкту. На основі контекстних сімейств можна створювати геометричні об'єкти, які мають посилання на геометричні об'єкти в іншому проєкті і при внесенні в них змін відповідно коригуються за розмірами й іншими параметрами.

Весь вміст у проєкті Revit має параметри, які є просто інформацією або даними про щось. Параметри можуть впливати на різні аспекти об'єкта, такі як видимість, поведінка, розмір, форма та матеріал.

Щоб зрозуміти фундаментальне поняття параметрів, варто зазначити, що існують два типи параметрів: тип і екземпляр. Параметри типу керують інформацією про кожен елемент одного типу. Наприклад, якщо матеріал предмету меблів позначається як параметр типу, змінивши його, матеріал для всіх меблів такого типу буде змінюватися. Параметри екземпляра керують лише тими випадками, які обрані. Отже, якщо матеріал обраних меблів є параметром екземпляра, редагуватися будуть лише вибрані елементи. Параметри екземпляра можуть постійно відображатися в палітрі властивостей. Вибір чогось спочатку відображає параметри екземпляра. На (рис.5.2) показуються параметри екземпляра стіни, які контролюють відносну висоту, обмеження та структурне використання. Натиснувши кнопку *Редагувати тип (EditType)*, відкриваються параметри типу (рис.5.3). Це такі параметри, як структура, графіка та код збірки.

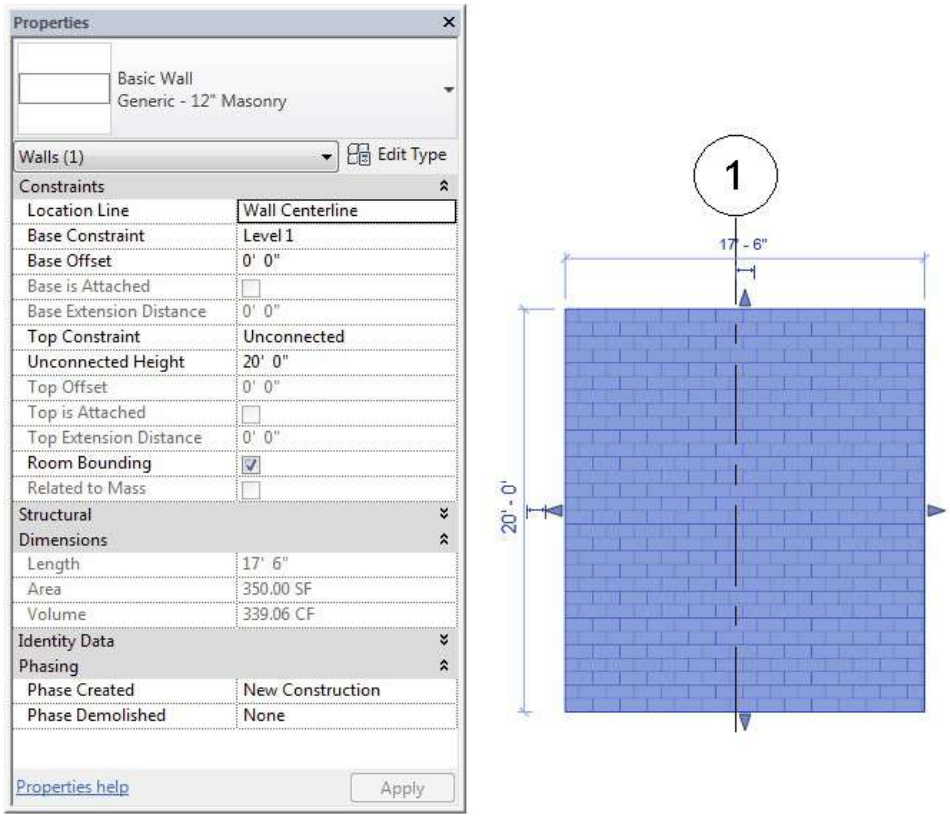


Рис.5.2. Параметри екземпляра стіни

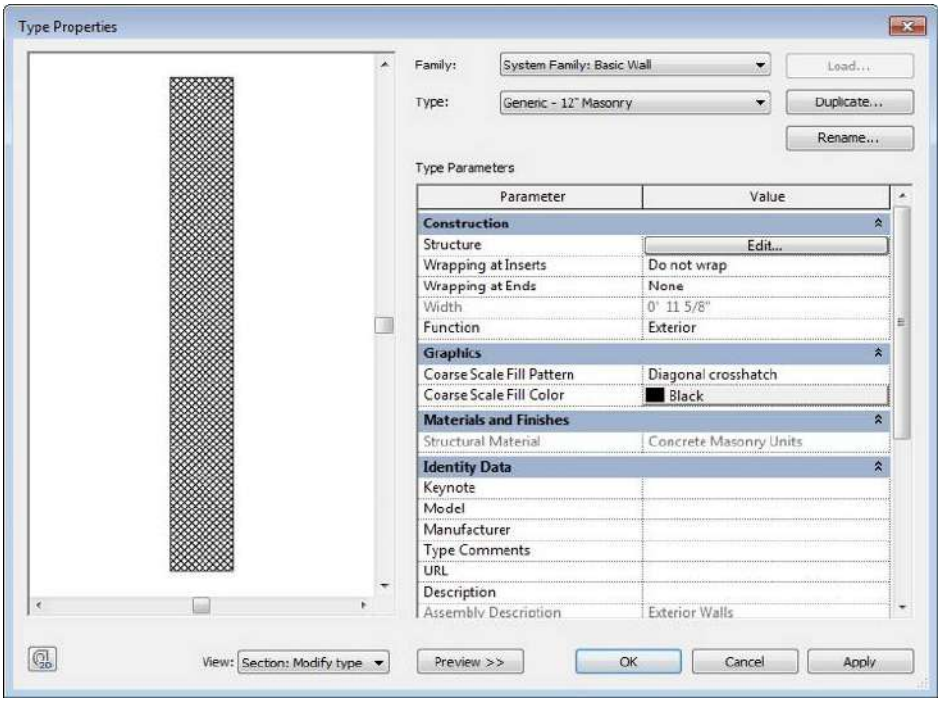


Рис.5.3. Параметри типу стіни

Тип елемента забезпечує додаткову класифікацію в категоріях сімейств і визначає поведінку сімейства в моделі.

Елементи поділяються на три основні типи:

елементи моделі;

базові елементи;

елементи певного виду.

При цьому елементи належать до сімейств, які визначають основні характеристики всіх екземплярів даних елементів.

До *елементів моделі* належать, власне, частини віртуальної будівлі – стіни, дахи, колони тощо. Ці елементи визначають геометрію будівлі.

До *базових елементів* належать частини уявного поділу віртуальної будівлі, що є засобами опису проєкту – рівні, сітки, опорні площини тощо.

Елементи, які належать до певного виду, ті частини проєкту, які прив'язані до певних видів, наприклад, розміри, надписи, – це засоби опису і документування проєкту. Відображаються вони лише на тих видах, до яких прив'язані.

Вказані типи елементів також розділяються на компоненти: *елементи моделі*, наприклад, поділяються на головні компоненти та компоненти моделей. До *головних компонентів* належать стіни, дахи, стелі та підлоги – те, що створюється безпосередньо на будмайданчику. До *компонентів моделей* належать як несучі, так і не несучі елементи моделей будівель, а також елементи MEP: балки, колони, розкоси, вікна, двері, меблі, котли, труби тощо.

Елементи виду також поділяються на *елементи анотацій* і *відомості*. До перших належать 2D-елементи документування і визначення масштабу для друку – розміри, марки; до других належать 2D-елементи деталізації й опису моделі-лінії деталізації, кольорові області, двовимірні креслення деталей.

Поведінка елементів буде залежати від контексту їх створення та залежно від того, встановлені вони автоматично чи вручну (рис.5.4).

Рендеринг. Після створення будівлі, моделі або будь-якого іншого об'єкта у Revit, можна використовувати рушій рендерингу Revit, щоб отримати більш реалістичне зображення. Це досягається за допомогою певного набору інструментів та матеріалів. Revit поставляється з безліччю заздалегідь визначених матеріалів, кожен з яких може бути змінений за бажанням користувача.

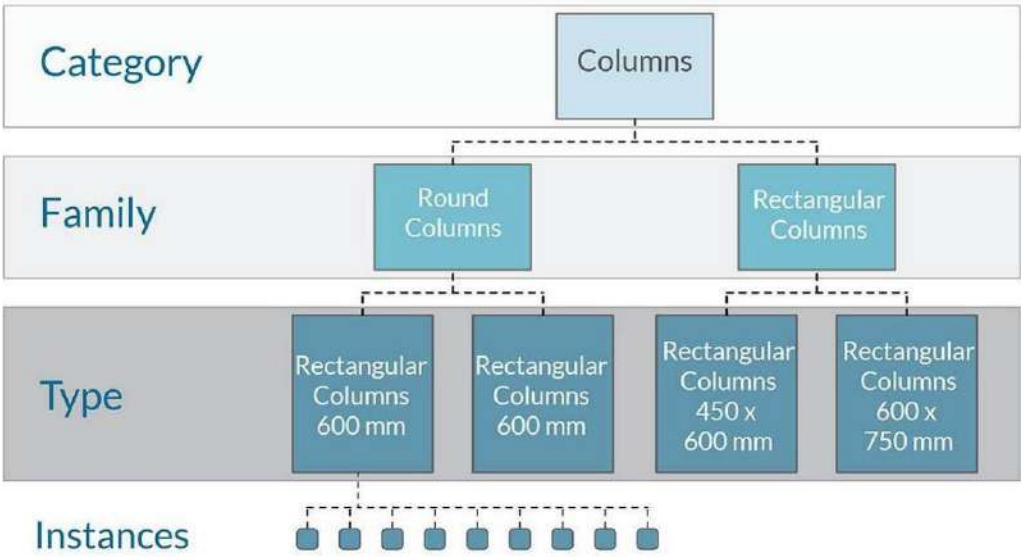


Рис.5.4. Елемент «колона» у структурі Revit

Можна починати із «Загального» матеріалу і встановити кут, розмір, яскравість та інтенсивність текстур, глянцеві карти (також відомі як shinemaps), карти прозорості, рефлекторні, зсувні та інші карти, чи просто використати слайдери для будь-якої з вищезгаданих особливостей текстур (рис.5.5).



Рис.5.5. Приклад рендеру у Revit

Обробка у хмарі за допомогою експериментального модуля під назвою Project Neon, розташованого в лабораторіях Autodesk, знаходиться в бета-фазах і дає змогу користувачеві здійснювати відтворення своїх зображень через їх обліковий запис Autodesk, а не локально через власні комп'ютери. Моделі Revit також можуть бути пов'язані безпосередньо з Autodesk 3Ds Max (випуск 2013 і пізніший) для більш просунутих проєктів візуалізації та анімації, з більшою частиною їх матеріальної та об'єктної інформації.

Стадії проєкту. При створенні проєкту в Revit має значення стадійність. Належність елементів до певних стадій може використовуватись для фільтрації видимості цих елементів;

стадійність також відображається на специфікаціях. Стадії є етапами роботи над проєктом і відображенням етапів створення і життєвого циклу всієї будівлі та/або її елементів. розбивка на стадії залежить від користувача – можна визначити стадії за номерами або назвами етапів («Зведення», «Існуюча будівля», «Знос» тощо). Види прив'язуються до певних стадій, і при використанні фільтрів стадій можна зробити частини проєкту видимими, невидимими або відповідно позначеними на різних стадіях проєкту.

Послідовність роботи. Загалом, послідовність дій зі створенню проєкту в Revit подібна до інших САПР, з поправками на особливості Revit. Після налаштування робочого середовища і створення базових елементів (наприклад, рівнів і т. ін.), а також створення будмайданчика (може включати креслення ділянки, топоповерхню місця забудови, орієнтацію по сторонах світу і т. ін.), створюється модель будівлі. Наступним етапом є оформлення документації проєкту.

Побудова моделі може бути розпочата одним із двох способів – створенням концептуальної моделі з наступним перетворенням її частин на елементи будівлі (стіни, дахи тощо), або створенням моделі з типових елементів. В обох випадках подальша робота над уточненням моделі включатиме додавання типових елементів – стін, перегородок, дахів, вікон, дверей і т.ін. Також робота над моделлю міститиме додавання і налаштування нових видів моделі (фасадів, розрізів, деталей). Крім того, в більшості випадків необхідно буде скористатися додатковими елементами – зонами, сходами, компонентами на зразок меблів і обладнання. При створенні моделі треба враховувати необхідність ведення одночасної роботи кількома фахівцями, як BIM-система, Revit призначений для ведення спільної роботи.

В ході створення фізичної моделі будівлі створюється також її аналітична модель – спрощене тривимірне представлення інженерно-конструкторського опису фізичної моделі несучих конструкцій. Аналітична модель містить несучі елементи, геометрію, властивості матеріалів і навантаження, які формують систему будівлі. Ці дані можливо використати, здійснюючи зв'язок проєкту з програмами аналізу і розрахунків для проєктування конструкцій. За допомогою розширення Advance Steel Extensionfor Revit можливо виконувати обмін даними BIM між Autodesk Revit і Autodesk Advance Steel, зокрема, можна передавати в обох напрямках такі елементи, як сталеві балки, пластини, дерев'яні і залізобетонні елементи, решітки, елементи з'єднань.

В Autodesk Revit передбачено також інструменти для проєктування інженерних систем будівель (MEP) – систем повітропроводів із системами механічної циркуляції повітря, опалення, охолодження, електричних систем, трубопроводів. Для створення більше скоординованих моделей можливе спільне використання з іншими продуктами Autodesk.

Інтерфейс. На головній сторінці Revit можна виконати такі дії:

За допомогою стрілки у верхній частині панелі (зліва) перейти на стрічку і в призначений для користувача інтерфейс Revit.

Відкрити модель Revit у хмарі за наявності відповідного доступу.

Відкрити або створити модель або сімейство.

У розділі «Останні файли» відкрити створену модель або сімейство.

У розділі «Навчання» отримати доступ до інтерактивних ресурсів для навчання.

Вкладка «Файл» забезпечує доступ до таких операцій з файлами, як «Створити», «Відкрити» та «Зберегти». Крім того, вона допомагає керувати файлами за допомогою удосконалених інструментів, таких як «Експорт» і «Публікація».

Панель «Швидкий доступ» містить набір інструментів, який використовується за замовчуванням. Можна адаптувати цю панель, щоб на ній відображалися найчастіше використовувані інструменти.

«Інфоцентр» надає набір інструментів для доступу до різних джерел інформації щодо програми.

У «Диспетчері проєкту» відображається логічна ієрархія всіх видів, специфікацій, листів, груп та інших елементів проєкту. Розгортаючи категорії, можна отримати доступ до вкладених в них елементів.

У рядку стану відображаються підказки та поради з виконуваних операцій. При

виділенні елемента або компонента в рядку стану відображається ім'я його сімейства і типорозмір.

В панелі параметрів, розташованій під стрічкою, відображаються умовні інструменти, які залежать від обраного на даний момент інструменту або елемента (рис.5.6).

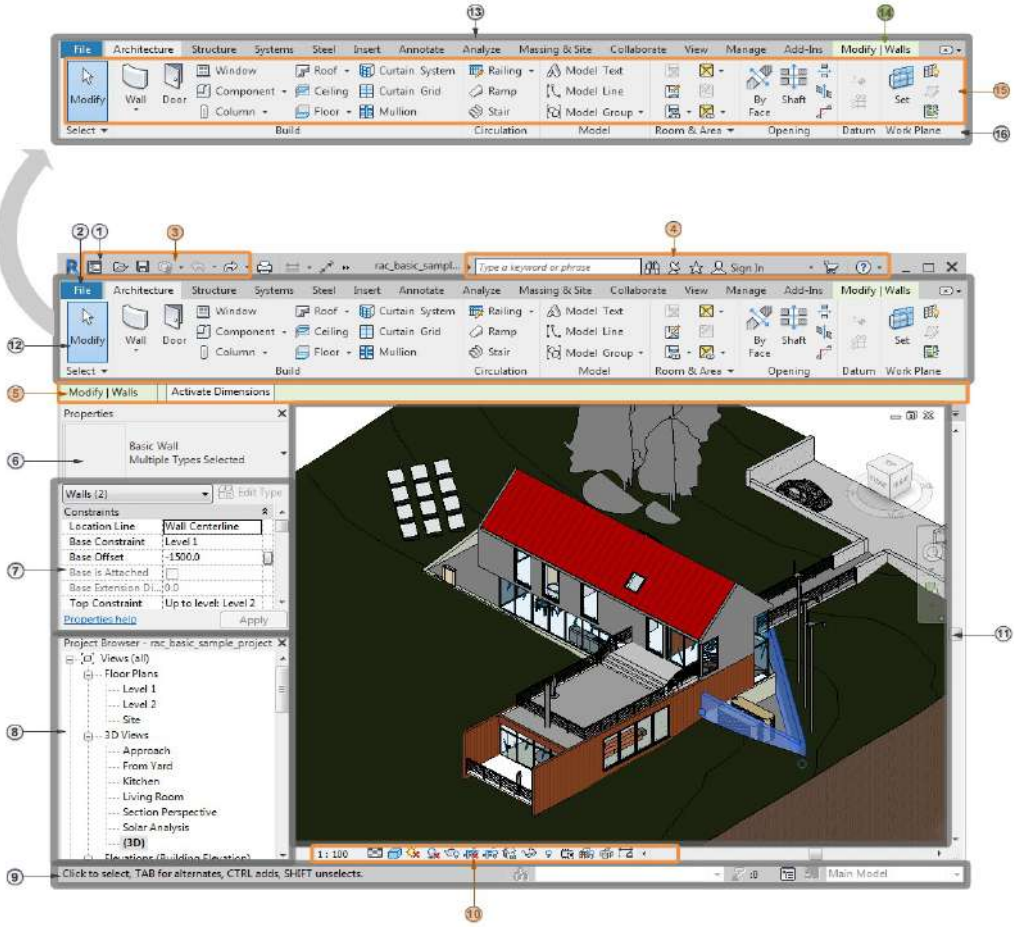


Рис.5.6. Елементи інтерфейсу Revit

1. Головна сторінка Revit (Revit Home). 2. Вкладка «Файл» (File Tab).
3. Панель інструментів швидкого доступу (Quick Access Toolbar).
4. Інфоцентр (InfoCenter). 5. Панель параметрів (OptionsBar).
6. Вибір типу (Type Selector). 7. Палітра властивостей (Properties Palette).
8. Диспетчер проєкту (Project Browser). 9.Рядок стану (Status Bar).
10. Панель управління видом (View Control Bar).
11. Область малювання (DrawingArea). 12. Стрічка (Ribbon).
13. Вкладки стрічки (Tabsontheribbon).
14. Контекстна вкладка стрічки, яка містить інструменти, які належать до вибраного об'єкта або поточної операції (Contextualtabontheribbon).
15. Інструменти на поточній вкладці стрічки (Tools). 16. Панелі на стрічці (Panels).

У списку «Вибір типу» відображається вибраний в даний момент типорозмір сімейства, в ньому можна також вибрати інший типорозмір (рис.5.7 – 5.9).

«Палітра властивостей» – це діалогове вікно, в якому можна переглядати і змінювати параметри, які визначають властивості елементів.

В області малювання відображаються види (а також листи і специфікації) моделі. При відкритті виду в моделі даний вид відображається в цій області.

При виборі елемента поблизу нього або безпосередньо на ньому з'являються різні ручки управління і форми. За допомогою ручок управління можна змінювати форму і розмір елементів.

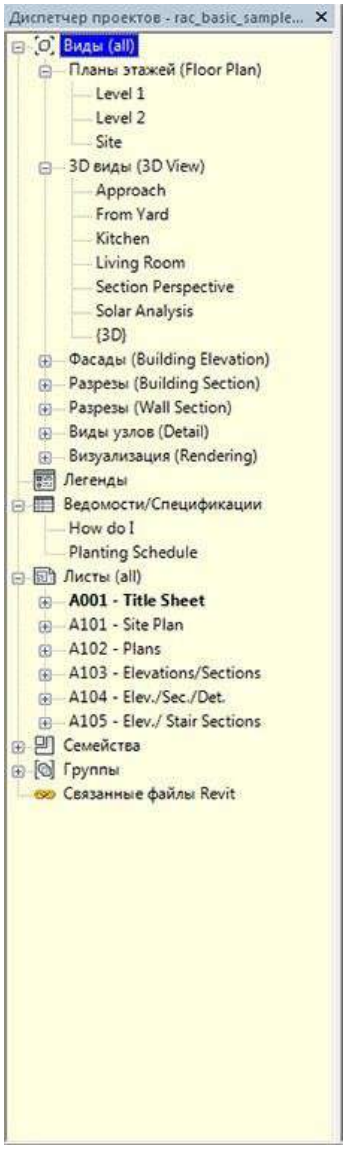


Рис.5.7. Диспетчер проєктів

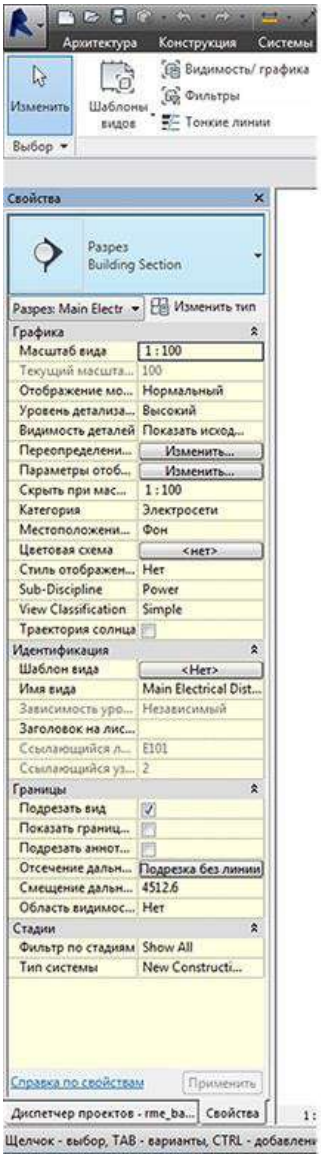


Рис.5.8. Палітра властивостей

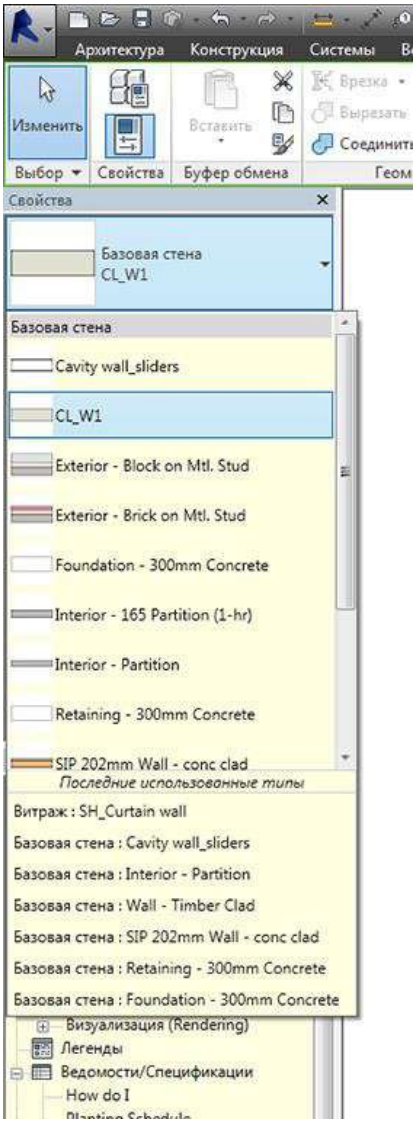


Рис.5.9. Список типорозмірів

Стрічка містить всі найважливіші інструменти, потрібні для роботи з цією програмою. Інструментальна база поділена за тематичними категоріями. Зокрема, в панелі інструментів представлені рубрики Архітектура, Конструкції, Системи, Вставка, Анотації. Вкладки можна умовно розділити на дві категорії: контекстні і статичні. Статичні закріплені на місці свого розташування і не піддаються змінам. Контекстні вкладки навпаки динамічні. Їх можна побачити тільки при роботі з певними інструментами. Ці вкладки включають операції, які належать до обраних інструментів і елементів. Вони закриваються після того, як буде завершено роботу з редагування або використання інструментів. Деякі панелі містять більше опцій, ніж їх можна вмістити, такі панелі можна розгорнути за допомогою лівої кнопки миші. Деякі з вкладок призначено для розгортання діалогового вікна з налаштуваннями, які відкриваються при активації кнопки-стрілочки, розташованої в правому нижньому кутку вкладки.

Вкладки поділяються на два типи: статичні та контекстні. Перші закріплені на своєму місці і не змінюються. Контекстні вкладки – динамічні. Вони з’являються на екрані тільки при використанні будь-якої інструменту (Стінка, Балка, Труба тощо) або при виборі елемента моделі (рис.5.6 – 5.9).

Системні вимоги Revit. Інформацію щодо системних вимог для Revit можна отримати на офіційному сайті Autodesk.

Формати файлів. Revit підтримує широкий діапазон галузевих стандартів і форматів файлів, зокрема:

власні формати Revit: RVT, RFA, RTE, RFT,
формати САПР: DGN, DWF, DWG, DXF, IFC, SAT та SKP,
формати зображень: BMP, PNG, JPG, JPEG і TIF,
інші формати: ODBC, HTML, TXT і gbXML.

Взаємодія з іншими програмами У модель Revit можна імпортувати дані з інших САПР. Підтримуються такі формати САПР: AutoCAD (DWG і DXF), MicroStation (DGN), SketchUp (SKP і DWG), SAT та 3DM (Rhinoceros).

Імпорт файлів САПР в модель Revit здійснюється за допомогою інструменту «Імпорт САПР» – при цьому імпортуються векторні дані з інших програм САПР. Можливий також імпорт файлів САПР за допомогою технології i-drop. Revit підтримує імпорт файлів з використанням точок завантаження (за технологією Autodesk i-drop). Технологія точок завантаження дає змогу імпортувати об'єкти з веб-сторінок. При цьому Revit виконує завантаження файла, які містить ці об'єкти.

Імпорт об'єктів ACIS. Об'єкти ACIS описують тіла або обмежені поверхні. Revit дозволяє імпортувати об'єкти ACIS з файлів DWG, DXF, DGN і SAT.

Імпорт файлів SketchUp. Як початкову точку для моделі будівлі можна включити проєкт TrimbleSketchUp до проєкту Revit. В Revit дані, імпортовані з TrimbleSketchUp, розглядаються як великий блок геометрії, що не піддається управлінню. Однак для поліпшення результатів можна змінити параметри шарів з TrimbleSketchUp.

Імпорт 3D-форм. Можна імпортувати 3D-геометрію з форматів файлів і додатків, які підтримуються. При імпорті файлу, який містить тривимірні об'єкти, його формат може підтримувати різну якість геометрії. Причиною цих варіацій є тип файлу, параметри експорту для оригінальної програми і параметри імпорту Revit.

У моделях Revit можна використовувати інформацію з файлів *IFC (IndustryFoundationClasses)*. Для використання файлів IFC в моделі можна скористатися такими способами:

1. Відкрити (імпортувати) файл IFC в Revit, щоб створити нову модель, в якій за початкову точку використовуються дані IFC. Наступні зміни вихідного файлу IFC не відбиватимуться на моделі Revit.

2. Зв'язати файл IFC з існуючою моделлю Revit, щоб посилатися на інформацію в ньому для додаткового проєктування. Модель можна оновити, при цьому в ній будуть відображені зміни у вихідному файлі IFC.

Revit підтримує імпорт файлів IFC на основі стандартів обміну даними International Alliance for Interoperability (IAI): IFC4, IFC2x3, IFC2x2 і IFC2x. Перед відкриттям або зв'язуванням файлу IFC можна задати шаблон, який потрібно використовувати, завантажити файл, який зіставляє класи IFC з категоріями Revit і вручну перевизначити категорії Revit для класів IFC.

Експорт з Revit. Revit підтримує експорт в кілька форматів автоматизованого проєктування (САПР).

1. Формат креслень *DWG* є форматом AutoCAD, а також інших додатків САПР.
2. Формат передачі даних *DXF* – відкритий формат, який підтримується багатьма додатками САПР. DXF-файл – текстовий файл, який описує 2D-креслення. Текст у таких файлах не є стислим, тому DXF-файли зазвичай мають великий розмір. При використанні формату DXF для експорту 3D-креслень для правильного відображення креслень може знадобитися підчищення.
3. *DGN* – формат файлів, який підтримується програмою MicroStation від компанії Bentley Systems, Inc.
4. *SAT* – формат ACIS (технології твердотілого моделювання, яка підтримується багатьма додатками САПР).

При використанні інструментів експорту під час роботи з 3D-виглядом, в програмі Revit виконується експорт поточної 3D-моделі, а не її 2D-представлення. Для експорту 2D-виду 3D-моделі варто додати 3D-вигляд на лист, після чого експортувати вид цього листа.

5.4. Приклад завдання

За замовчуванням при запуску Revit відкриється вікно Останні файли (рис.5.10). З правого боку розташована область *Ресурси*. Верхня область належить до проєктів, нижня – до сімейств. В обох областях відображаються посилання на чотири проєкти і чотири сімейства, які відкривалися останніми. Кожна область в лівій частині містить кнопки відкриття і створення проєктів та сімейств.

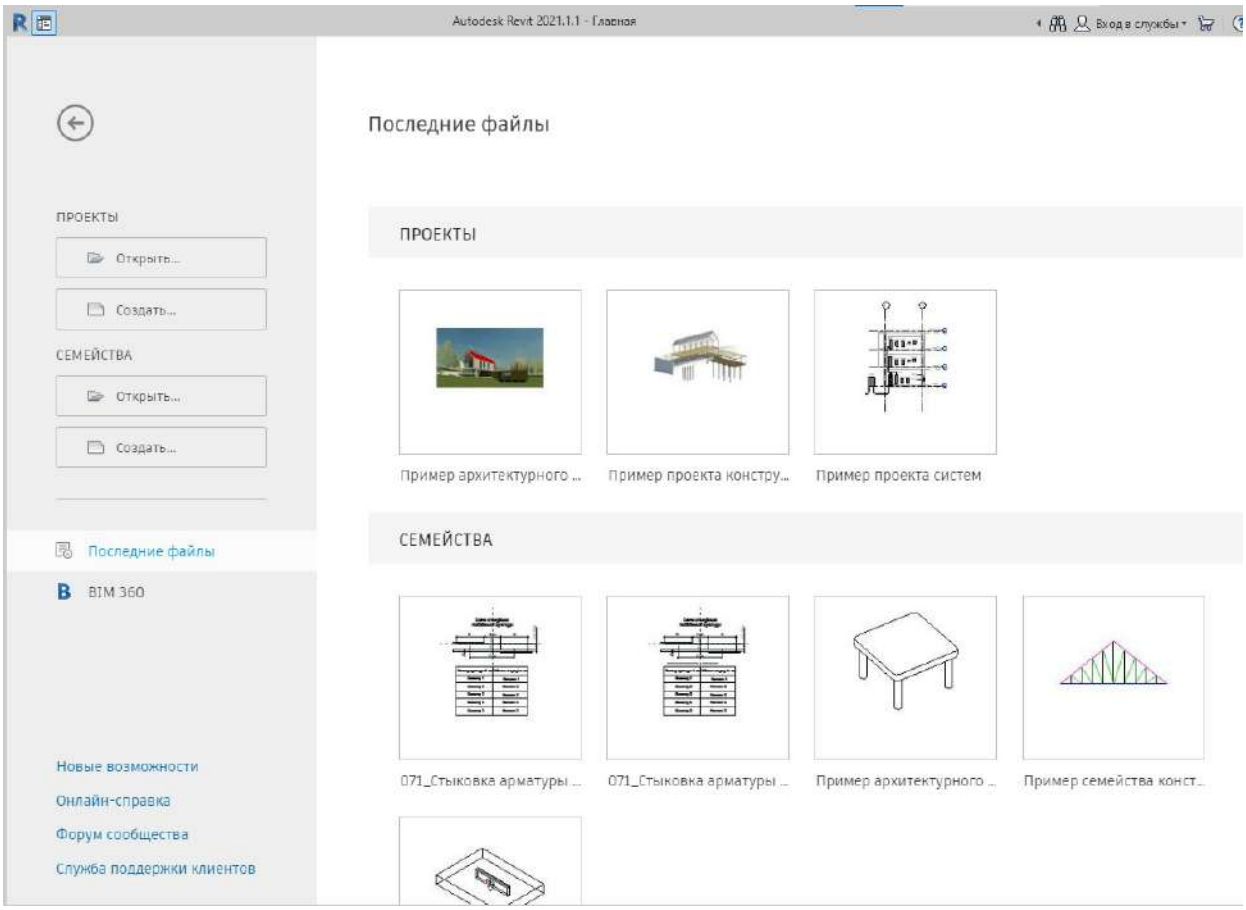


Рис.5.10. Початкове вікно Revit

Щоб створити новий проєкт, потрібно виконати команду *Створити (Create)→Проєкт (Project)*, розташовану в меню програми.

Подвійним кліком лівої кнопки миші в диспетчері проєктів переходимо на план *Майданчик* (рис.5.11). Перше, що потрібно зробити – це накреслити осі. Щоб накреслити осі, треба виконати команду *Архітектура (Architecture), Основа (Datum), Вісь* (Grid) (рис.5.12). У вкладці *Змінити, Координати Сітка (Modify, PlaceGrid)* можна обрати зручніший для певного проєкту спосіб нанесення осей (рис.5.13).

Щоб поміняти позначення осі, слід обрати потрібну вісь, а потім клікнути по марці і змінити її. По замовчуванню цифри йдуть по порядку, а букви у алфавітній послідовності.

Необхідно активувати команду *Анотації (Annotate) → Розмір (Dimenion) → Паралельний розмір (Aligned dimension)*, щоб поставити розміри. Послідовними кліками по осях і останнім кліком в будь-якому вільному місці можна додати розмірний ланцюжок. Щоб заблокувати отримані розміри, необхідно натиснути на іконку у вигляді відкритого замка (з'являється під час виділення осі).

Далі необхідно вирахувати, якої висоти буде поверх і, щоб позначити обрану висоту, перейти на вкладку *Диспетчер проєкту – Проєкт (Projectbrowser – Project)* на лівій панелі та обрати будь-який фасад, натиснувши на *Фасади.* Перетягуючи рівні, можна змінювати висоту, а натиснувши на назву рівня, можна його редагувати (рис.5.15). Також можна додавати рівні командою *Архітектура (Architecture) → Основа (Datum)→ Рівень (Level).*

Осі вже є, але не вистачає несучих елементів. Колони, як відомо, зручніше ставити на плані, тому у вкладці *Диспетчер проєкту – Проєкт (Projectbrowser – Project)* треба обрати рівень, на якому необхідно їх поставити. Для того, щоб поставити колони, переходимо на вкладку *Архітектура (Architecture)* → *Будівництво (Build)* і обираємо елемент *Колона (Column).* У даному елементі існує два піделементи: *Несуча колона (Structural column)* та *Архітектурна колона (Column: Architectural),* які можна побачити, натиснувши на стрілку біля елемента. Різниця між елементами очевидна, але, обравши будь-який з цих елементів і натиснувши на вкладці *Властивості (Properties)* → *Змінити тип (Edit Type)*, можна редагувати параметри, перейменовувати та завантажувати інші колони (рис.5.16).

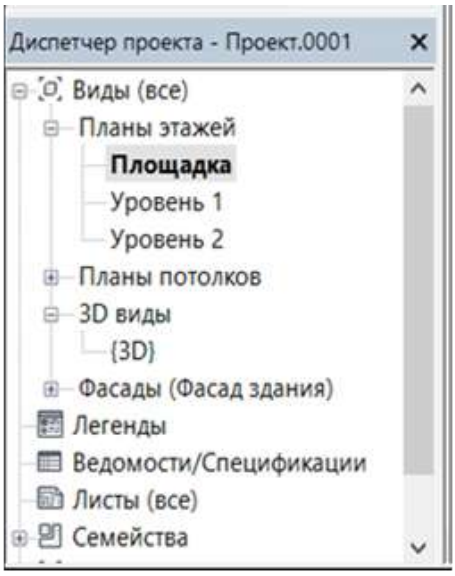


Рис.5.11. Диспетчер проєктів

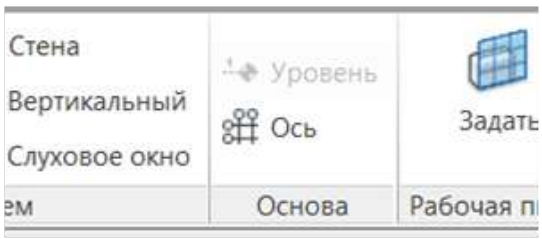


Рис.5.12. Команда "Вісь"

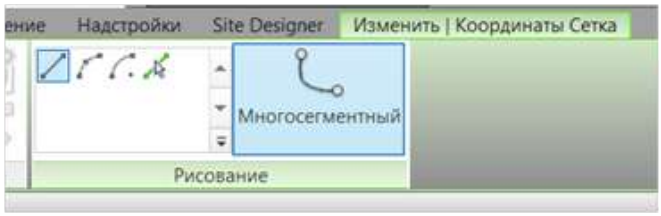


Рис.5.13. Вкладка Змінити | Координати Сітка

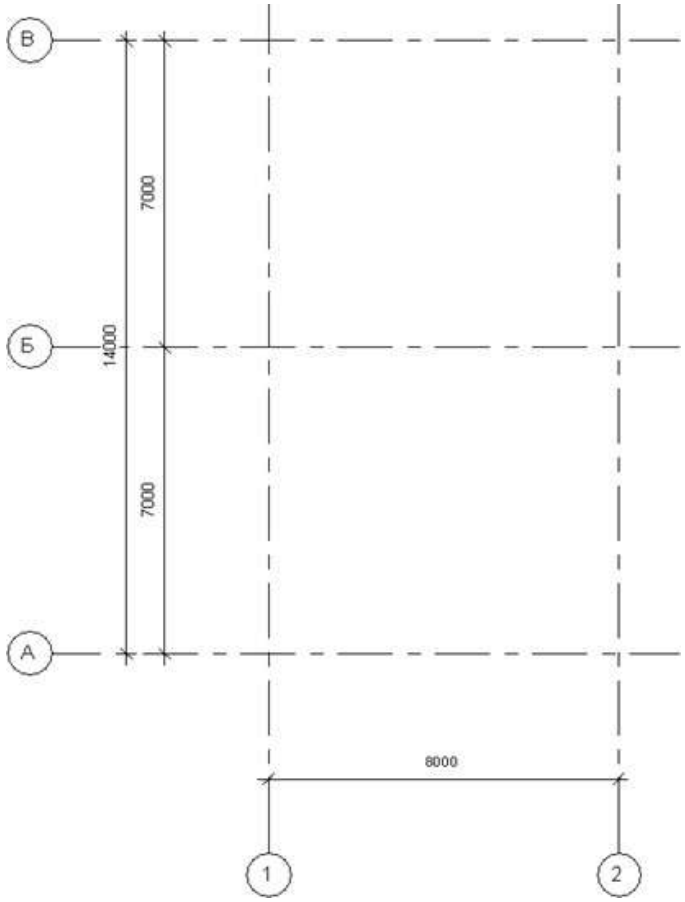


Рис.5.14. Накреслені осі, колони та проставлені розміри на плані

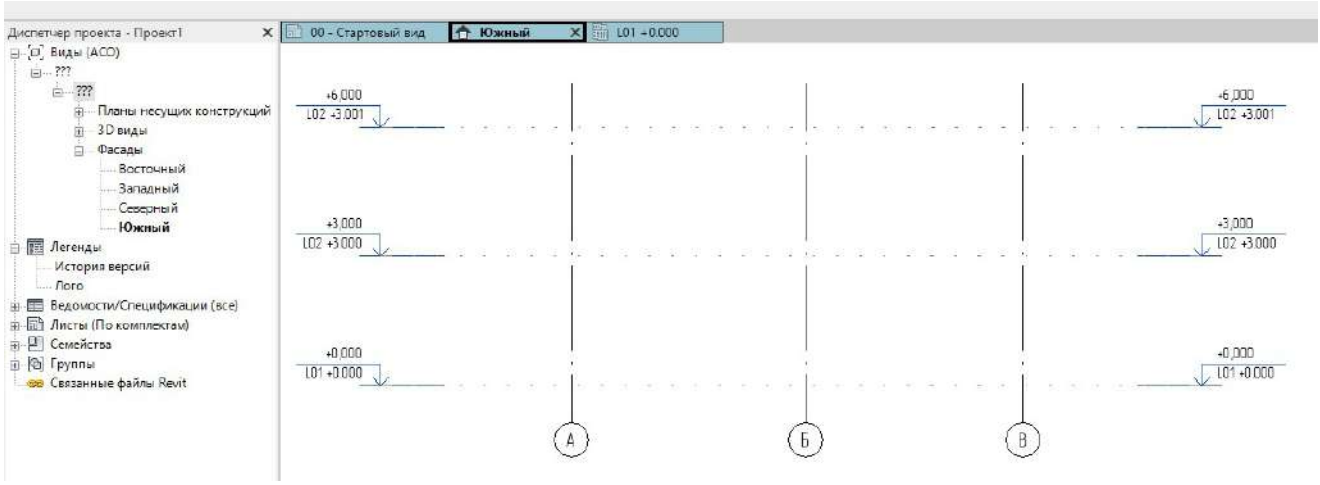


Рис.5.15. Рівні на вкладці Фасади

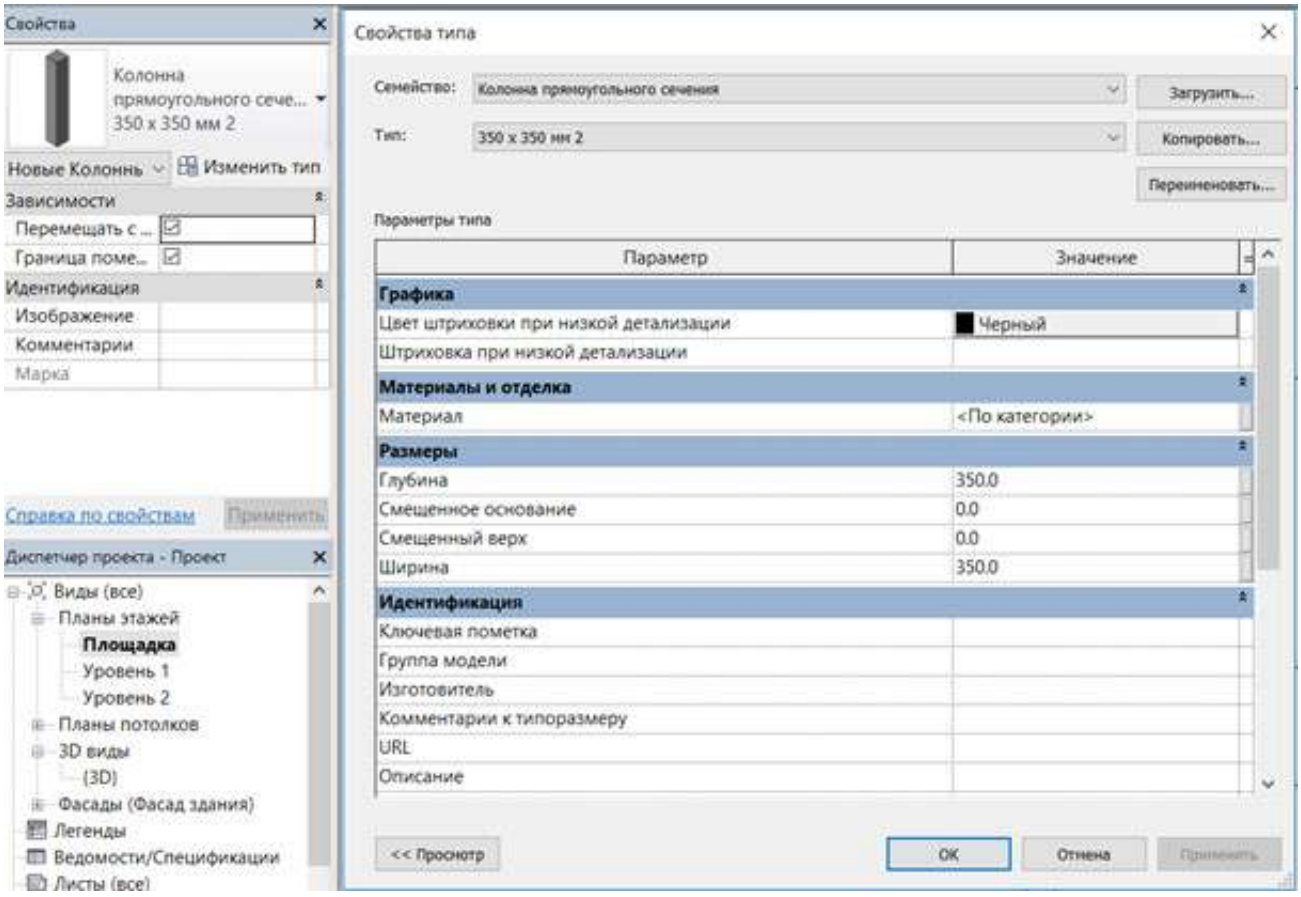


Рис.5.16. Властивості елементу «Колона»

Щоб накреслити стіни, необхідно активувати інструмент *Архітектура (Architecture)* → *Будівництво (Build)* → *Стіна (Wall)*. На лівій панелі властивостей, натиснувши на стіну, можна обрати ту, яка підходить, або змінити параметри стіни у *Властивості (Properties)* → *Змінити тип (EditType)* (рис.5.17).

Вікна та двері додаються так само зі вкладки *Архітектура (Architecture)* → *Будівництво (Build)* → *Вікно (Window) / Двері (Door)* відповідно. У властивостях можна обрати двері чи вікна серед запропонованих та додавати з бібліотеки, а також так само змінювати параметри (рис.5.18 – 5.19). Обираємо потрібний елемент, наводимо курсор на стіну та перетягуємо його у відповідне місце. Щоб додати сходи, потрібно у тій самій вкладці *Архітектура (Architecture)* обрати *Рух (Circulation)* → *Сходи (Stair)*. Серед запропонованих компонентів виберемо *Сходи із компонентів (Stairby Component)*. Відкриється контекстна вкладка, де можна створити сходи, використовуючи необхідні елементи.

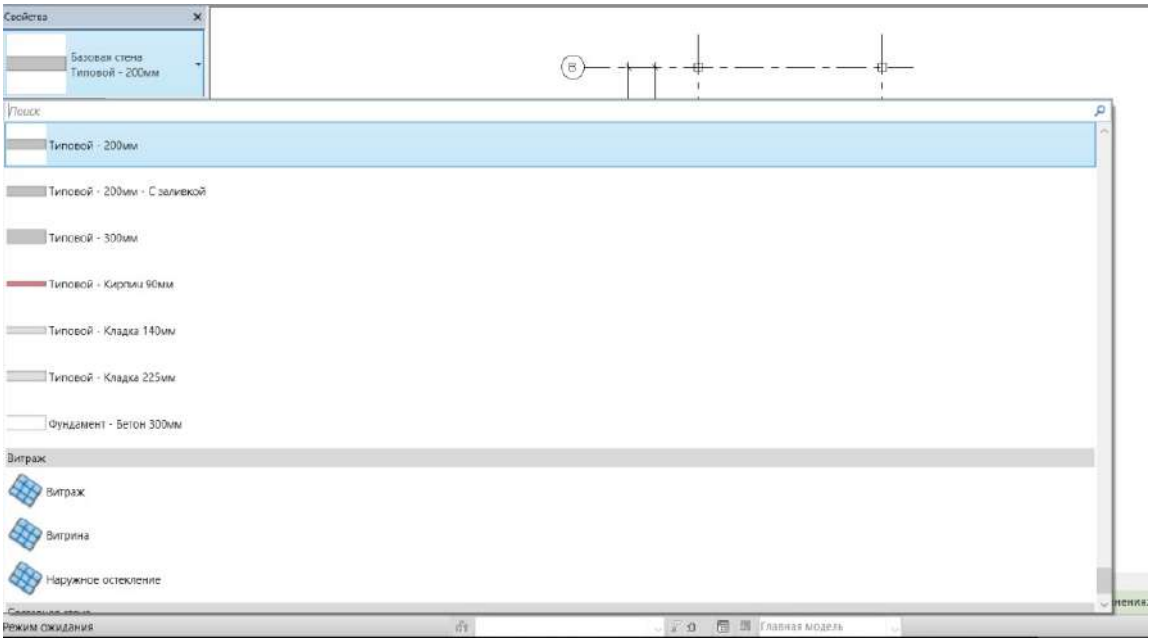


Рис.5.17. Типи елемента Стіни

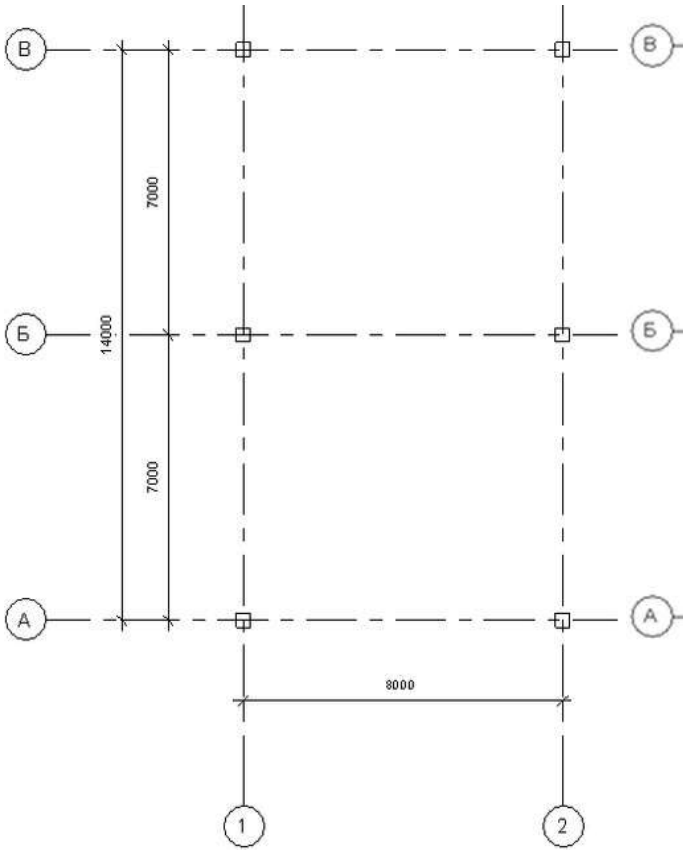


Рис.5.18. Колони та осі на плані

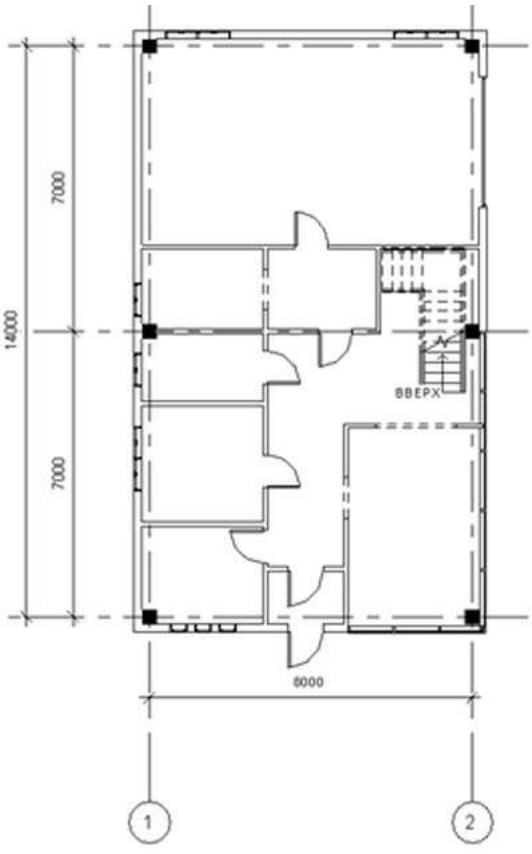


Рис.5.19. План першого поверху

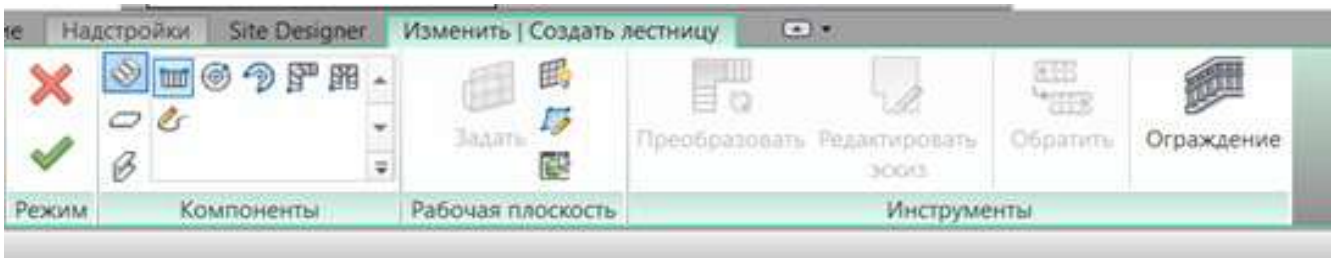


Рис.5.20. Контекстна вкладка редагування сходів

Так само можна створити стіни та поставити вікна і двері на інших поверхах, переміщуючись між ними за допомогою лівої панелі *Диспетчер проєкту – Проєкт (Projectbrowser – Project).* Для того, щоб між поверхами з'явилося перекриття, необхідно перейти до вкладки *Архітектура (Architecture)* → *Перекриття (Floor)* та обрати необхідне (рис.5.21). Відкриється контекстна вкладка, де можна обрати зручніший інструмент для встановлення перекриття (рис.5.22).

Для того, щоб зробити експлікацію всіх приміщень, треба обрати на вкладці *Приміщення і зони (Room and Area)* команду *Приміщення (Room).* Відкриється контекстна вкладка, де є інструменти, за допомогою яких можна створювати приміщення (рис.5.23). Назву та номер приміщення можна редагувати, натиснувши на них.

Далі треба перейти на вкладку Вигляд (Viev) → Створення (Create) і обрати команду Відомість / Специфікація (Schedules / Quantities) (рис.5.24). Відкриється вікно, де в розділі Категорія (Category) (рис.5.25) потрібно обрати Приміщення (Rooms) (рис.5.25).

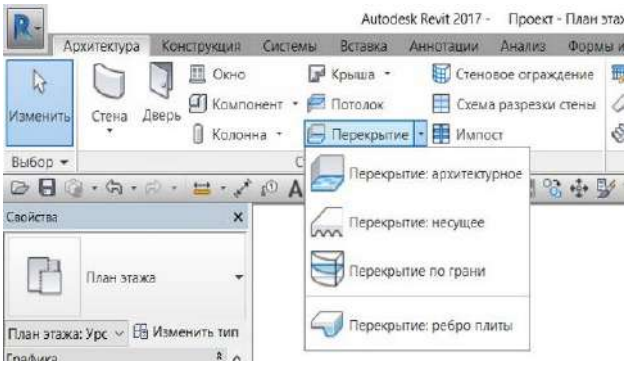


Рис.5.21. Команда «Перекриття»

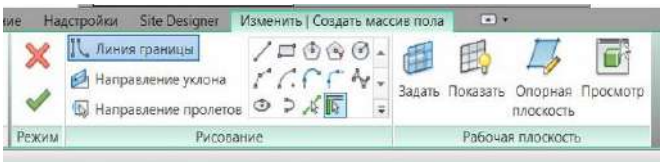


Рис.5.22. Контекстна вкладка редагування перекриття

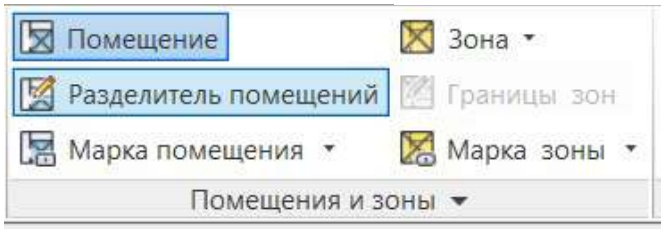


Рис.5.23. Приміщення

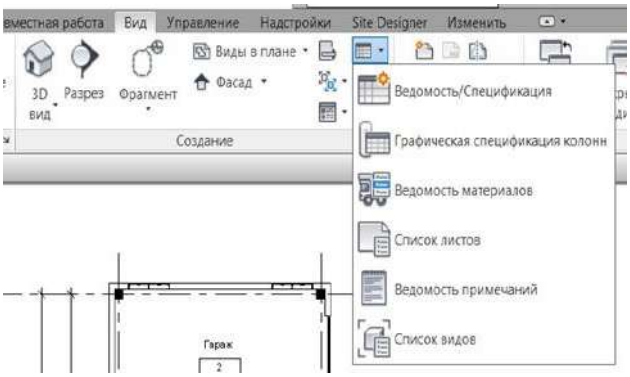


Рис.5.24. Відомість/Специфікація

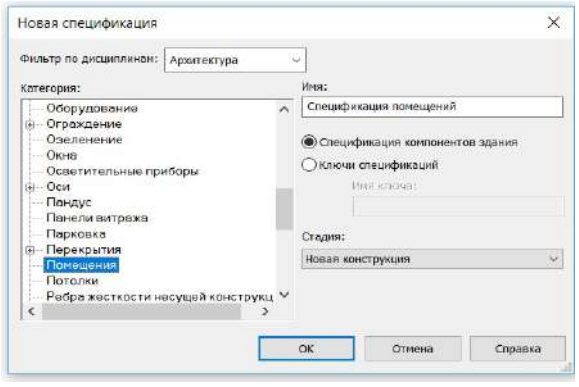


Рис.5.25. Властивості специфікації

З Доступних полів (Available fields) у Поля специфікації (Scheduled fields) перетягнути параметри, необхідні для відображення у специфікації (рис.5.26). Після того, як специфікація буде готова, її можна редагувати у вкладці *Властивості* (Properties) на лівій панелі (рис.5.27).

Якщо перейти на вкладку 3D на лівій вкладці *Диспетчер проєкту – Проєкт (Projectbrowser – Project),* можна побачити аксонометричний вигляд будівлі (рис.5.29)

Стилі відображення 3D-моделі можна змінювати на нижній панелі *Візуальний стиль (Visual Style* (рис.5.30-5.31*).*

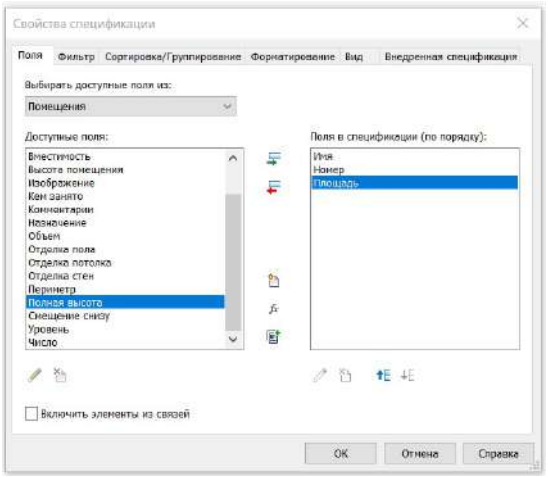


Рис.5.26. Властивості специфікації

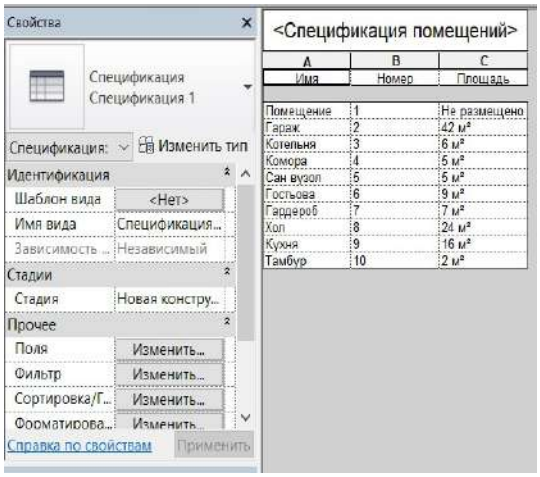


Рис.5.27. Специфікація приміщень

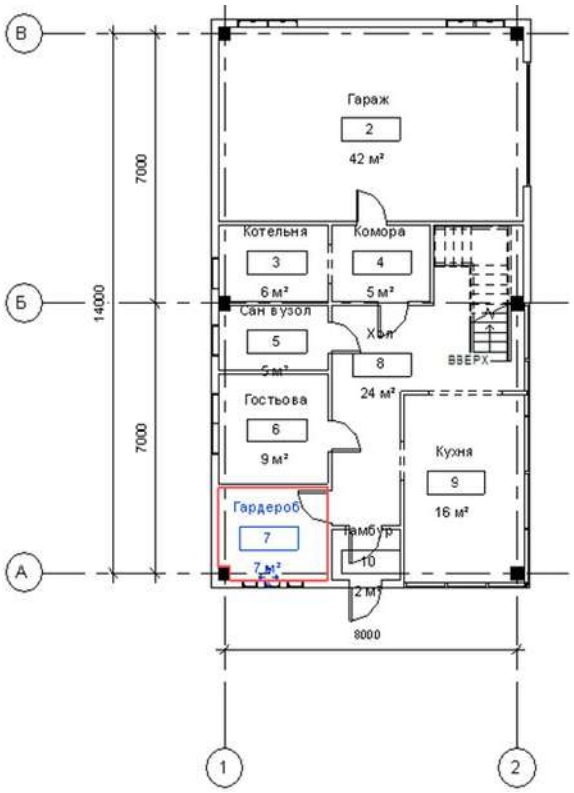


Рис.5.28. План першого поверху із специфікацією



Рис.5.29. 3D-вигляд

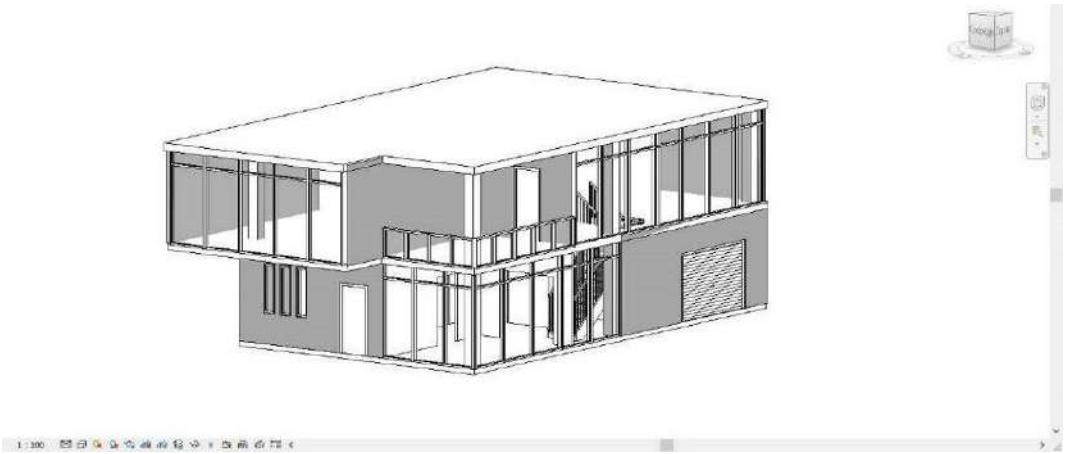


Рис.5.30. Стиль «Прихована лінія»



Рис.5.31. Стиль «Реалістичний»

Візуальний стиль «Трасування променів» – це фотореалістичний режим візуалізації (рис.5.32). Також можна налаштувати свій стиль. Для цього на нижній панелі «Візуальний стиль» (Visual Style) треба обрати «Параметри відображення графіки» (Graphic Display Options).



Рис.5.32. Стиль «Трасування променів»

Якщо необхідно змінити матеріали, потрібно виконати команду *Управління (Manage)* → *Параметри (Settings)* → *Матеріали (Materials)*. Відкриється вікно, де можна налаштувати матеріали моделі (рис.5.33).

Для того, щоб зробити рендер, потрібно створити камеру. Заходимо у вкладку *Вигляд (Viev)* → *Створення (Create)* і обираємо *3D-вигляд (3DView)* → *Камера (Camera)* (рис.5.34). На плані ставимо камеру у потрібному місці (рис.5.35)

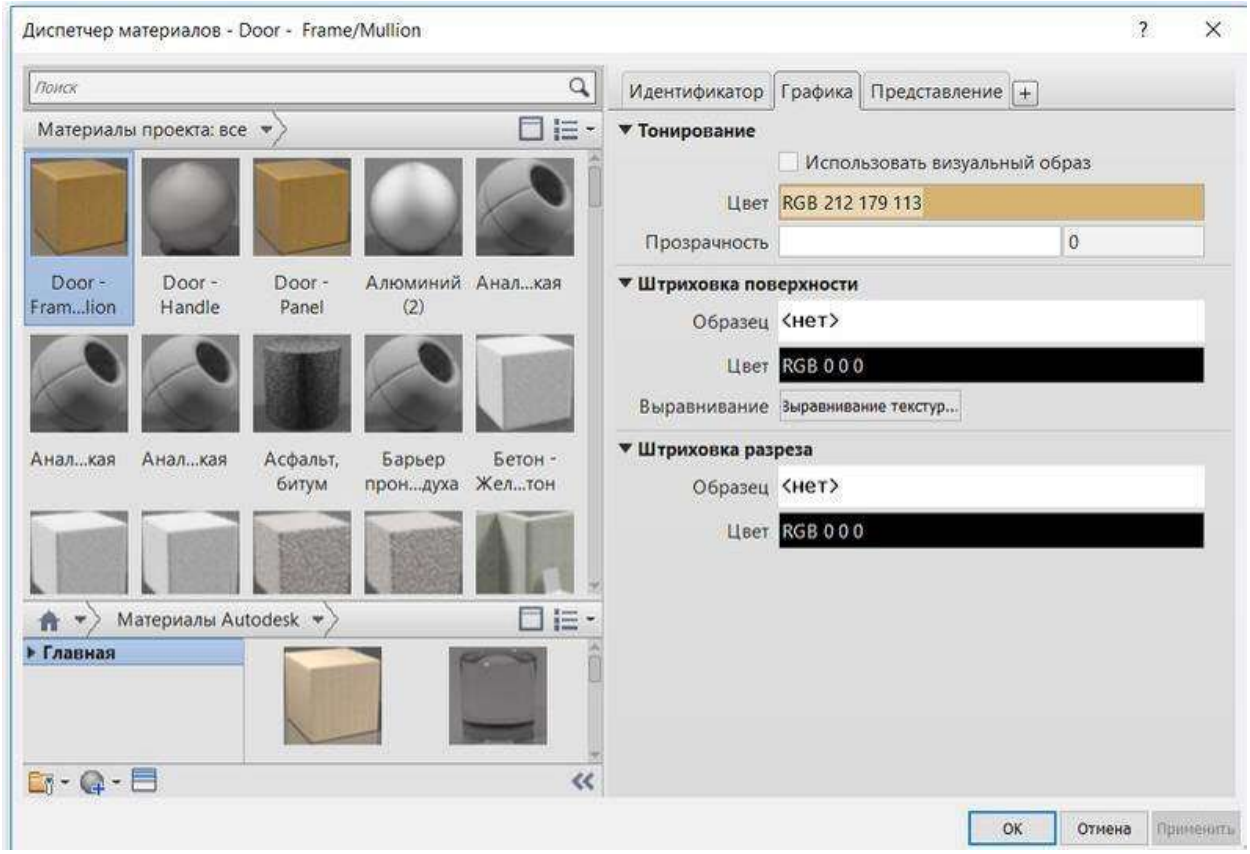
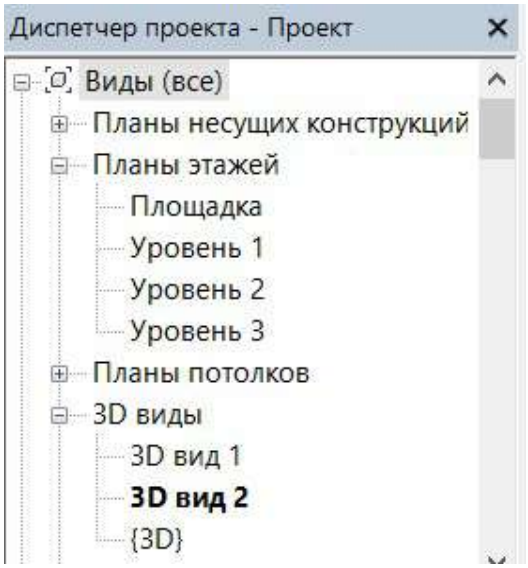


Рис.5.33. Вікно налаштування матеріалів



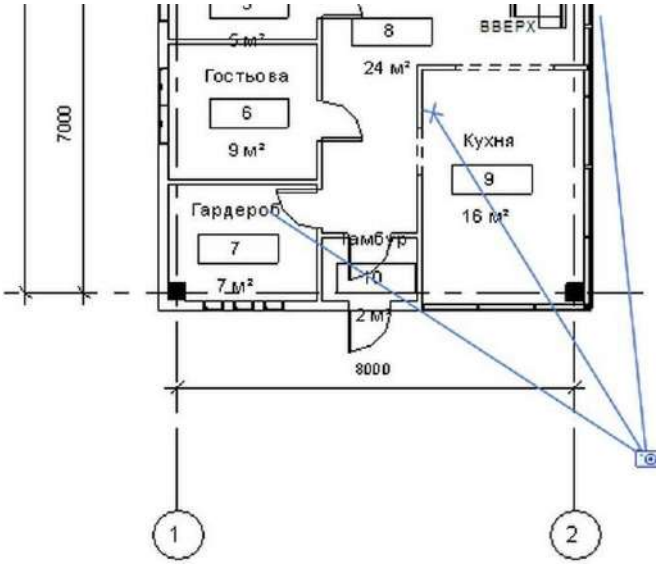


Рис.5.34. 3D-вигляди у диспетчері проєкту Рис.5.35. Встановлення камери на плані поверху

Надалі на лівій панелі *Диспетчер проєкту – Проєкт (Projectbrowser – Project)* у вкладці *3Д-вигляди (3DViews)* обираємо щойно створений вигляд (рис.5.36).

Якщо створити кілька камер, у цій вкладці з'являться відповідні вигляди. Після переходу до одного з виглядів можна побачити вигляд з відповідної камери. Рамки області видимості можна змінювати, перетягуючи їх у будь-який бік.

Коли вид обрано, треба натиснути на нижній панелі команду *Показати діалогове вікно «Візуалізація»* (Show Rendering Dialog) (рис.5.37).

Відкривається вікно з налаштуваннями рендеру. У ньому можна змінити якість, розширення, освітлення, фон. Щоб запустити візуалізацію, варто натиснути команду *Візуалізація (Render)* на панелі (рис.5.38).

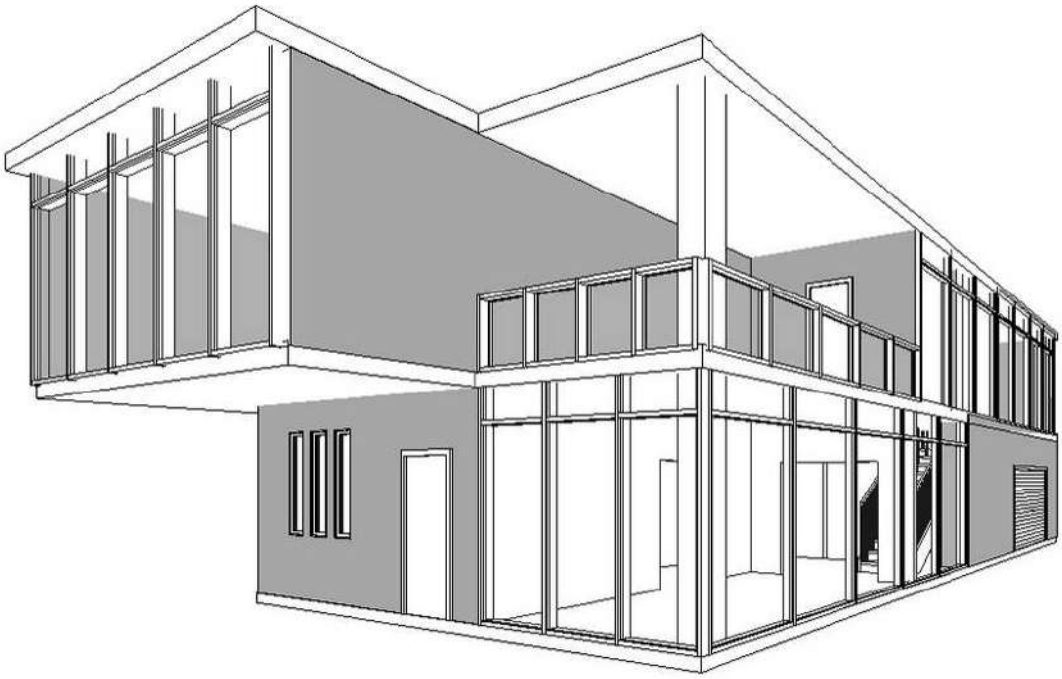


Рис.5.36. Вигляд з камери

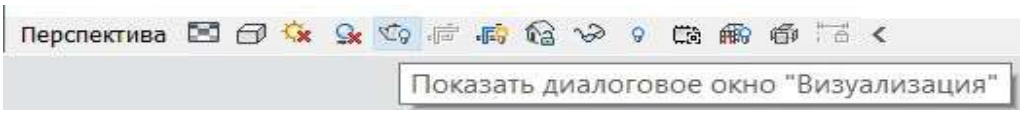


Рис.5.37. Команда Показати діалогове вікно «Візуалізація»

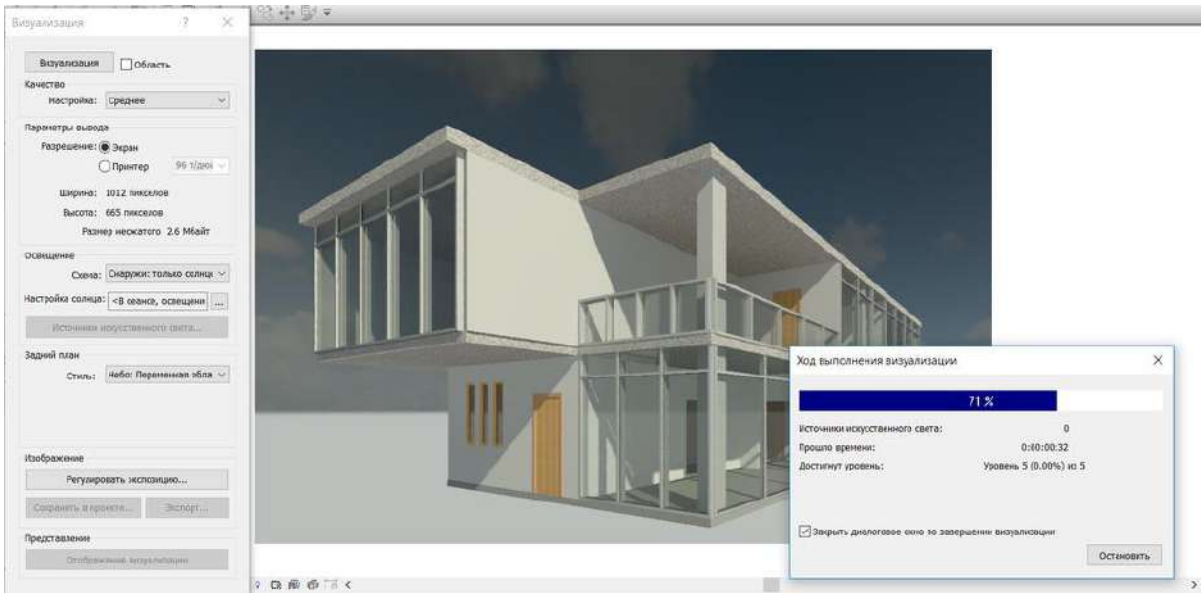


Рис.5.38. Процес рендерингу у Autodesk Revit

Після завершення рендеру можна експортувати картинку на комп'ютер чи зберегти у проєкті. Щоб перенести зроблені матеріали на аркуш, на лівій панелі *Диспетчер проєкту– Проєкт (Projectbrowser – Project)* правою кнопкою миші варто натиснути на вкладку *Аркуші (Sheets)* і обрати *Новий аркуш (New Sheet)* (рис.5.39) Відкривається вікно, де можна обрати потрібний розмір аркуша, або завантажити свій аркуш (рис 5.40).

У робочому просторі повинен відкритися обраний аркуш (рис.5.41).

Щоб додати на аркуш плани, фасади та перспективу, треба перетягнути відповідні елементи з панелі *Диспетчер проєкта – Проєкт (Project browser – Project)* на аркуш. Компонуємо матеріали на аркуші. Щоб відредагувати будь-який елемент, потрібно двічі натиснути на нього лівою кнопкою миші (рис.5.42).

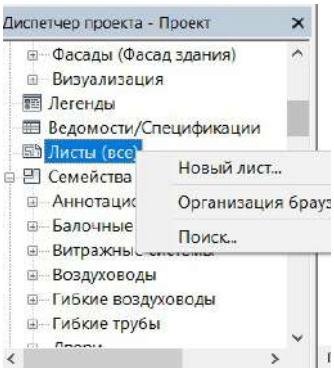


Рис.5.39. Вкладка *Аркуші*

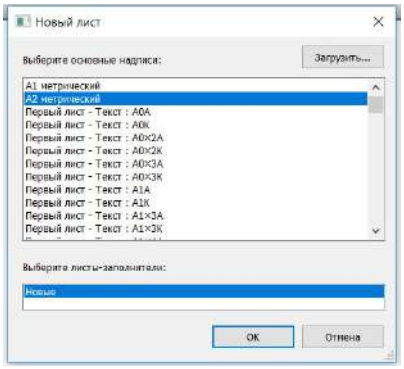


Рис.5.40. Вікно створення нового аркуша

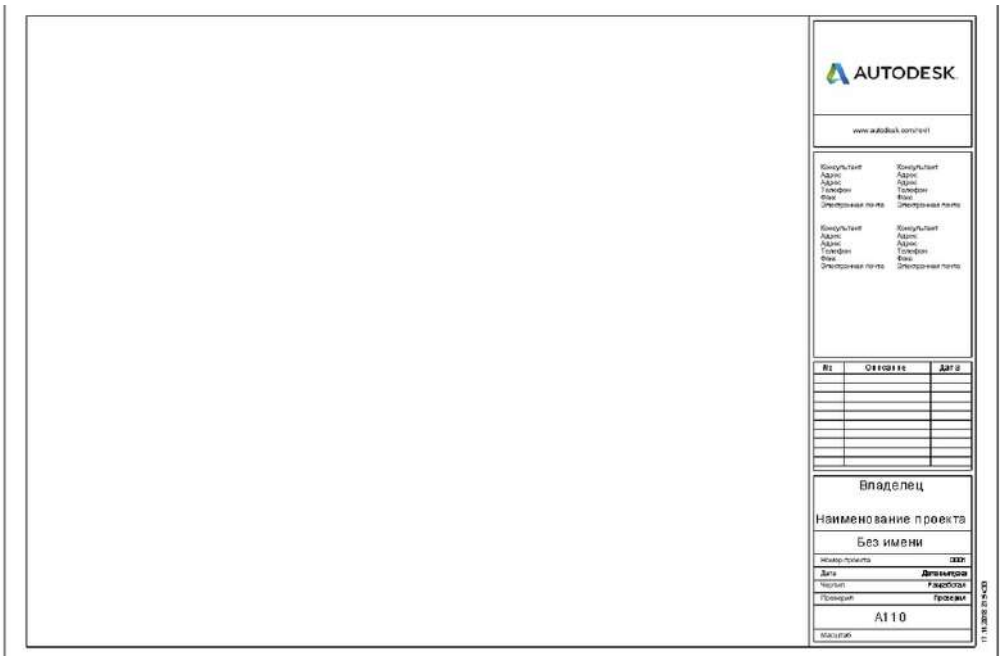


Рис.5.41. Чистий аркуш

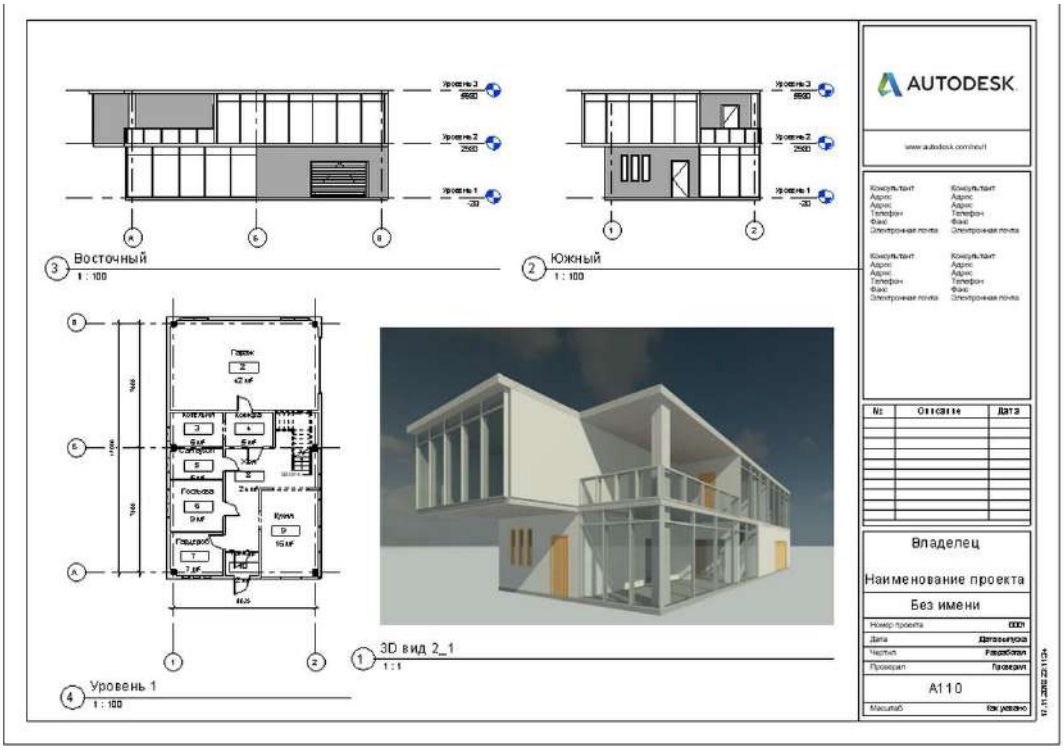


Рис.5.42. Аркуш

5.5. Приклади використання Autodesk Revit в проєктуванні



Рис.5.43. Shanghai Tower Construction and Development Co., при проєктуванні використані програми: Autodesk Revit, Autodesk Navisworks Manage, Autodesk Ecotect Analysis, AutoCAD



Рис.5.44. Botswana Innovation Hub, SHoP Architects, Нью-Йорк, при проєктуванні використані програми: Autodesk Building Design Suite Ultimate, Autodesk Revit Architecture, Autodesk Revit Structure, Autodesk 3Ds Max Design, Autodesk Ecotect Analysis



Рис.5.45. Трисекційний житловий будинок, ТзОВ «Арніка» Львів, при проєктуванні використано програму Autodesk Revit

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Для розв'язання яких задач призначений Autodesk Revit?
2. Які особливості відрізняють Autodesk Revit від інших САПР?
3. Які формати файлів можна відкрити в Autodesk Revit?
4. У яких програмах або системах автоматизованого проєктування створюються файли даних форматів?
5. Назвіть який основний формат файлу Autodesk Revit?
6. Які програмні комплекси (системи) реалізують принципи BIM?
7. Яке їх призначення і відмінності між ними?
8. Для виконання яких стадій проєкту використовується Autodesk Revit?

Список використаних джерел

1. Ревіт [Електронний ресурс] // Загальні відомості. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Revit
2. Revit [Електронний ресурс] // History. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Revit
3. Autodesk Knowledge Network [Електронний ресурс] // І порт файлів САПР. Режим доступу: https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/Revit-Model/files/GUID-E8705303-0610-4A82-9118-0C3A742706D2-htm.html
4. EddyKrygiel, JamesVandezande. MasteringAutodesk Revit Architecture 2015 – NJ: 2014 John Wiley & Sons, Inc

5. Autodesk Revit Architecture. Начальный курс. (Книга, написана сертифікованою компанією Autodesk американськими фахівцями). Режим доступу: https://www.bookovka.ua ›
6. AutodeskKnowledgeNetwork [Електронний ресурс] // Partsofthe User Interface. Режим доступу: https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-GetStarted/files/GUID-7793667D-5657-4382-9BEC-F7CB6AC8F53E-htm.html
7. Autodesk Revit MEP 2022 Beginner to Intermediate | Udemy (Find the right instructor for you. Choose from many topics, skill le vels, and languages. Download To Your Phone. Courses in 75 Languages. Learn ChatGPT. Stay Updated with AI. ChatGPT AI Course // https://www.udemy.com/
8. Курс будівельні конструкції в Autodesk Revit Structure. Київ. (Розробка ігор на Unity 3D. Програмування на Python ... Командний доступ до проєкту. Інтеграція Autodesk Revit і AutoCAD .... Режим доступу: https://itstolytsa.ua › ... › Курси › Інженерна графіка
9. Revit 2023 : Professional Revit Course | Udemy // https://www.udemy.com/
10. Элиза Мосс. «Autodesk Revit 2023 Architecture Basics: From the Ground Up». Режим доступу https://www.yakaboo.ua ›
11. Revit Autodesk - Проєктування в Revit. Для ОВ, ВК, ЕТР та ПГ, дизайнерів інтер'єру, конструкторів, діючих інженерів, архітекторів у BIM-середовищі . Режим доступу:https://www.parametric.center/revit/autodesk/
12. Autodesk Revit 2023 API: Mastering Dimensions | Udemy. Become indispensable to any company with the hottest IT skills. Object-Oriented. ChatGPT AI Course // htts://www.udemy.com

АВТОРИ РОЗДІЛУ 6 – AUTOCAD



Вишневська Олена Вячеславівна

Доцент кафедри дизайну інтер'єру і меблів Київського національного університету технологій і дизайну.
Викладає дисципліни з комп'ютерної графіки.
Сфери досліджень: комп'ютерне проєктування, тривимірне моделювання.

Розділ 6. AUTOCAD

Система AutoCAD є універсальною програмою для автоматизованого проєктування об'єктів з різною структурою та призначенням. До них належать об'єкти машинобудування, електричні схеми, архітектурні та дизайнерські проєкти тощо (рис.6.1).



Рис.6.1. Сучасний логотип програми AutoCAD

Програму AutoCAD широко використовують мільйони проєктувальників усього світу як інструмент зі створення проєктної документації у різних галузях. У зв'язку з перенесенням креслярської роботи у цифровий вигляд САПР (Система автоматизованого проєктування) програма отримала назву «Електронний кульман». Сучасні версії системи вийшли за межі можливостей простого «електронного кульмана». Нині вони здатні виконувати не лише звичайне малювання, а й параметричне креслення (починаючи з версії 2010); виконувати спеціалізовані завдання тривимірної побудови, зокрема на основі окремих динамічних блоків (з версії 2006); організовувати виведення інформації на промислові верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК), а за допомогою інструменту *Autodesk Print Studio* – на принтери тривимірного друку. Останні версії програми підтримують роботу з хмарами точок за допомогою спеціального додатку *ReCap.* З версії 2012 інструментарій доповнений функціями комплексного тривимірного моделювання з підтримкою твердотілих, поверхневих і полігональних побудов. Упроваджений у 2007 р. модуль візуалізації (рендерингу) на основі візуалізатора *Mental ray* доповнив програму AutoCAD можливістю створювати реалістичні зображення тривимірних сцен. Програму постійно удосконалюють, доповнюють новими можливостями, вона є необхідним і зручним засобом комп'ютерного проєктування.

6.1. Історія розвитку

Створення програми AutoCAD та історія фірми Autodesk розпочалися одночасно. Засновник фірми Autodesk Джон Волкер (John Walker) у січні 1982 р. розіслав листи кільком програмістам з пропозицією взяти участь у створенні фірми. Планувалося, що фірма розроблятиме програми для персональних комп'ютерів. Спочатку фірма мала назву *Desktop Solutions*. Її першим продуктом стала програма *MicroCAD*. Потім і фірму, і програму перейменували. Фірму Autodesk Inc було зареєстровано 26 квітня 1982 р. Перший логотип фірми Autodesk зображено на рис.6.2. Датою створення програми AutoCAD вважають 25 серпня 1982 р.

Випущена у грудні 1982 р. програма AutoCAD була однією із перших у САПР для роботи на персональних комп'ютерах, зокрема IBM PC.



Рис.6.2. Перший логотип фірми Autodesk

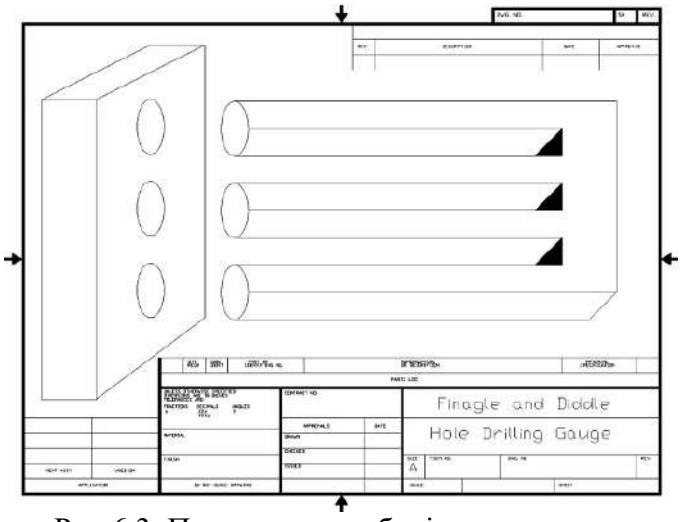


Рис.6.3. Перше машинобудівне креслення

У своїх перших версіях програма AutoCAD працювала з 12 примітивами за допомогою 42 команд. Наприклад, на рис.6.3 подано машинобудівне креслення, створене Джоном Уокером. У першій версії AutoCAD не було команди *Elips* (Еліпс), тому еліпси було намальовано вставкою кіл з різними масштабами по осях.

З кожною новою версією програми можливості проєктування розширювалися: у версії AutoCAD v 1.2 (R2) з'явилася функція проставлення розмірів; у версії AutoCAD v 2.1 (R6) додано мову для опису змінних і виразів, яку у наступних версіях перейменовано в *AutoLISP*. У версії AutoCAD (R11) з'явилося тривимірне моделювання. Перші версії AutoCAD було створено для роботи в операційній системі MS-DOS. Починаючи з версії AutoCAD (R14) запускати програму можна лише у системі Windows. У 1992 і 1994 р. побачили світ версії для операційної системи Mac.

Найсуттєвіше істотні зміни сталися у версії AutoCAD 2007, створеної у 2006 р. Нововведеннями були можливість вибору одного з варіантів інтерфейсу («Класичний», «Тривимірне моделювання»), об'єднана панель інструментів для створення 3D-об'єктів, нові функції редагування тривимірних об'єктів, можливість створення анімації. Розробка програми не зупиняється й нині, вона постійно розвивається. Станом на час написання цього підручника розроблено версію AutoCAD 2021.

На базі системи AutoCAD розроблено спеціалізовані програми:

– *AutoCAD Architecture* – версія, зорієнтована на архітекторів, містить спеціальні додаткові інструменти для архітектурного проєктування і креслення, а також засоби випуску будівельної документації.

– *AutoCAD Electrical* – версія для проєктувальників електричних систем управління, відзначається високим рівнем автоматизації стандартних завдань і наявністю великих бібліотек умовних позначень.

– *AutoCAD Civil 3D* – версія для проєктування об'єктів інфраструктури. Призначена для

землевпорядників, проєктувальників генерального плану і лінійних споруд. Крім основних можливостей, ця версія може виконувати такі види робіт, як геопросторовий аналіз для вибору відповідного будмайданчика, аналіз зливових стоків для забезпечення дотримання екологічних норм, складання кошторису і динамічний розрахунок обсягів земляних робіт.

– *AutoCAD MEP* – версія зорієнтована на проєктування інженерних систем об'єктів цивільного будівництва: систем сантехніки і каналізації, опалення та вентиляції, електрики і пожежної безпеки. Реалізовано побудову тривимірної параметричної моделі, отримання креслень і специфікацій на її основі.

– *AutoCAD Map 3D* – версія для фахівців, які виконують проєкти у сфері транспортного будівництва, енергопостачання, земле- і водокористування. Ця версія дає змогу створювати, обробляти й аналізувати проєктну та ГІС-інформацію.

– *AutoCAD Raster Design* – програма векторизації зображень, яка підтримує оптичне розпізнавання символів (OCR).

– *AutoCAD Structural Detailing* – засіб для проєктування та розрахунку сталевих і залізобетонних конструкцій, котрий підтримує технологію інформаційного моделювання будівель. Базовими об'єктами є балки, колони, пластини, арматурні стрижні тощо.

Студентські версії AutoCAD призначені тільки для використання студентами та викладачами в освітніх цілях. Вони доступні для безкоштовного завантаження із сайту Освітньої спільноти Autodesk.

6.2. Основи роботи в програмі AutoCAD

Для ефективної роботи з програмою AutoCAD необхідно ознайомитись з основними принципами її устрою, а саме інтерфейсом, введенням команд, інструментами керування екраном, використанням і створенням шаблонів.

Інтерфейс програми. Після завантаження програми відкривається робоче вікно, інтерфейс якого подано на рис.6.4.

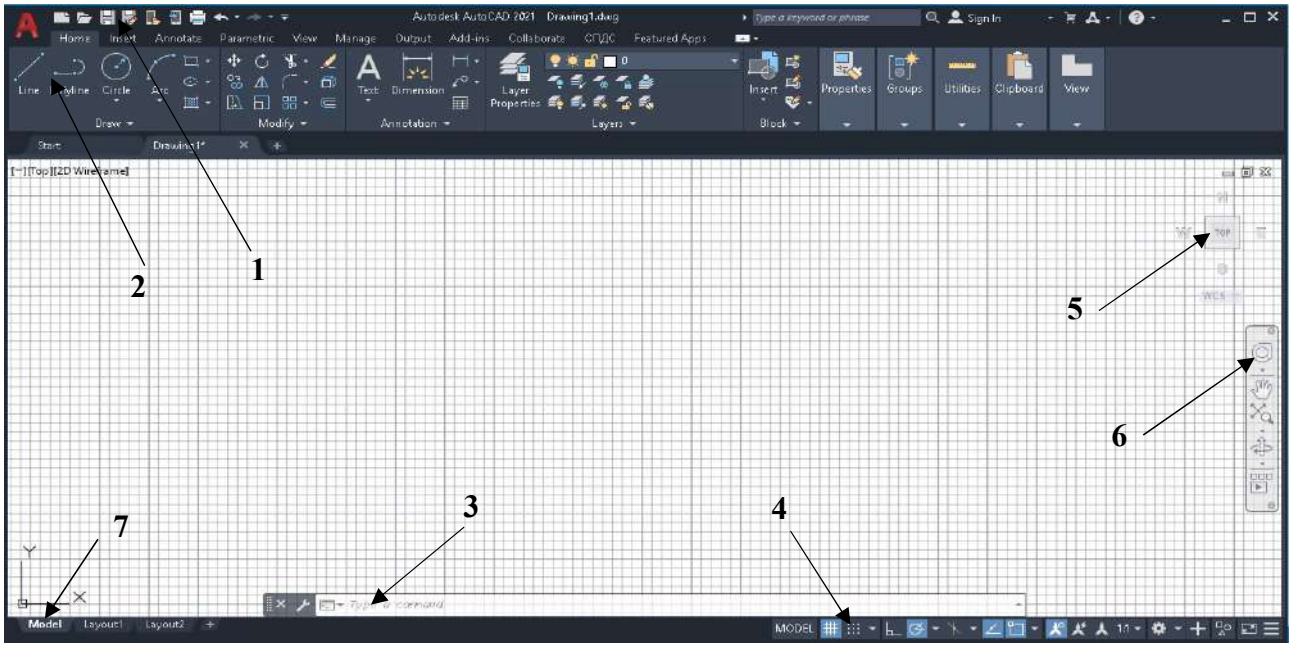


Рис.6.4. Інтерфейс програми AutoCAD

За замовчуванням *основна робоча зона* – це ортогональна проєкція – вигляд зверху, у лівому нижньому куті екрана розташована піктограма з орієнтацією осей координат. Для будь-якої ортогональної проєкції робочими є осі *X* і *Y*, вісь *Z* зорієнтована перпендикулярно до екрана.

У лівому верхньому куті розташована *панель швидкого доступу* (1) для виклику найпопулярніших команд: *New,* (Новий), *Open* (Відкрити), *Save* (Зберегти), *Plot* (Друк), *Undo* (Відміна) і т. ін.

При створенні нового креслення використовують готові шаблони (файли *DWT*) з певними налаштуваннями параметрів. Для створення креслень з метричними одиницями виміру (мм) необхідно використовувати шаблон *acadiso.dwt.* Будь-яке креслення (файл *DWG*) зі власними налаштуваннями параметрів можна зберегти як шаблон (*DWT)* за потреби частого використання.

Над зоною креслення розташована зі своїми вкладками *стандартна стрічка* (2). Вкладка *Home* (Головна) дає доступ до більшості команд. За потреби для зручності роботи можна додати рядок меню.

Вікно команд (3) – головний елемент програми, зазвичай розташований у нижній частині робочого вікна. У цьому вікні відображаються запитання, параметри та повідомлення. Команди можна обирати зі стандартної стрічки, панелей інструментів, меню або вводити безпосередньо у вікні команд. При введенні початку імені команди автоматично пропонуються можливі варіанти. Зручним є спосіб повтору попередньої команди натисненням клавіші *ENTER* або *ПРОБЕЛ*. Для закінчення дії команди застосовують клавішу *ENTER*, для відміни – *ESC*.

Для швидкого доступу до команд, які належать до поточних операцій, використовують контекстні меню. Як правило, контекстні меню пропонують такі дії: повтор останньої команди; переривання поточної команди; відображення списку останніх команд, уведених користувачем; вирізання, копіювання і вставка з буфера обміну тощо.

Рядок стану (4) містить допоміжні інструменти, які застосовують під час креслення: сітка, покрокова прив'язка, режим ортогонального креслення, полярне відстеження, об'єктна прив'язка тощо. Потрібні режими викликають увімкненням відповідної кнопки або використанням функціональної клавіші, наприклад *F4* (об'єктна прив'язка), *F9* (покрокова прив'язка), *F10* (режим *Орто*). Інструменти рядка стану мають додаткові налаштування своїх параметрів.

Для роботи у програмі AutoCAD як вказівний пристрій зазвичай застосовують маніпулятор «Миша». Його ліва клавіша слугує для вибору об'єкта та вказування положення курсора; права – для виклику контекстного меню; колесо – для керування екраном (прокручування колеса викликає режим зумування, натиснення – режим панорамування, натиснення з клавішею *Shift* – просторове обертання).

Більші можливості керування екраном надають *видовий куб* (5) і *панель навігації* (6). За допомогою інструменту видового куба (*ViewCube*) можна переключатися між різними ортогональними та ізометричними проєкціями. Залежно від поточної проєкції видовий куб на екрані має відповідний вигляд. Для встановлення необхідної проєкції достатньо вказати літеру відповідного вигляду. Якщо утримувати ліву кнопку миші і рухати її, активується компас для інтерактивного повороту моделі навколо точки обертання.

Панель навігації містить уніфіковані (видовий куб, штурвали, аніматор руху) та спеціалізовані інструменти (панорамування, інструменти зумування, інструменти орбіти).

Робота над кресленням на різних етапах ведеться у просторі моделі або у просторі аркуша. *Простір моделі* призначений для її створення у реальному масштабі. *Простір аркуша* є аналогом аркуша паперу, на якому створюють і розміщують види перед кресленням. *Вкладки Model/Layout* (7) розташовані у лівому нижньому куті екрана.

Термін «модель» належить до геометрії конструкції. Під терміном «креслення» розуміють геометрію моделі разом з її видами, розмірами, таблицями, поясненнями, які відображають на аркуші. Масштаб, у якому потрібно роздрукувати креслення на аркуші стандартного розміру, можна задавати пізніше при створенні аркуша.

Одиниці виміру. Їх задають у відповідному діалоговому вікні. Налаштування лінійних і кутових одиниць виміру містять кілька форматів і точність вимірів. Програма AutoCAD пропонує широкий спектр лінійних розмірів – від міліметрів до світлових років. Для кутових одиниць можна призначити кілька форматів (градуси, радіани, географічні координати, десяткові числа), задати напрямок і точку відліку додатних кутів.

Робочі простори. У сучасних версіях програми AutoCAD передбачено використання робочих просторів, зорієнтовані на певні завдання. Робочі простори – це набори меню,

панелей, палітр і панелей управління стандартної стрічки, згрупованих і впорядкованих для роботи в зорієнтованому на конкретне завдання середовищі креслення. Перемикання між робочими просторами можна здійснювати натисненням на кнопку *Workspace Switching* (Перемикання робочої зони) у рядку стану.

Властивості об'єктів. Кожен об'єкт, який створюють у програмі AutoCAD, має загальні властивості, які належать до відповідного шару, це колір, тип лінії, вага (товщина) лінії, прозорість, стиль друку. Крім того, об'єкти мають властивості, специфічні для їх типу. Наприклад, спеціальними властивостями кола є його радіус і площа.

Шари – дають змогу упорядкувати об'єкти в кресленні. Подібні об'єкти можна згрупувати для того, щоб включати або виключати необхідну інформацію, виводити на друк. Шари можна заблокувати для запобігання небажаної зміни креслення. Диспетчер властивостей шарів дає змогу створювати шари, налаштовувати їх параметри. Нові об'єкти додають на поточний шар і за замовчуванням наслідують його властивості: колір; тип ліній; лінії, вагу лінії, прозорість, стиль друку. У разі потреби на будь-якому етапі створення креслення властивості об'єктів можна змінити.

6.3. Способи побудов

Необхідною умовою для забезпечення точності побудов є завдання координат. Для побудов використовують дві системи відліку – декартову і полярну.

У декартовій системі відліку двовимірне положення точок задають двома координатами – *X* і *Y*. Значення координат треба уводити через кому, десяткові значення відокремлюють точкою, наприклад: *10.5, 20*. Координати уводять безпосередньо у командному рядку або використовують зручний режим динамічного уведення. Підказки біля курсора відображають інформацію, яка динамічно оновлюється. Задані на клавіатурі значення координат уводять у відповідне поле (рис.6.5).

Координати можуть бути абсолютні і відносні. Для абсолютних координат відлік здійснюють від початку координат – точки *(0,0),* для відносних координат – від останньої побудованої точки (рис.6.6). За замовчуванням установлено режим уведення відносних координат. Полярні координати задають двома параметрами: довжиною відрізка і кутом між ним і додатним положенням осі *X*. Форма запису полярних координат: *25<30* (рис.6.7)

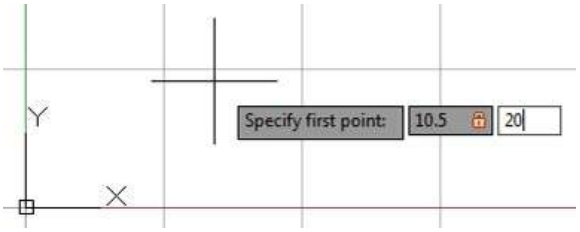


Рис.6.5. Поле уведення координат

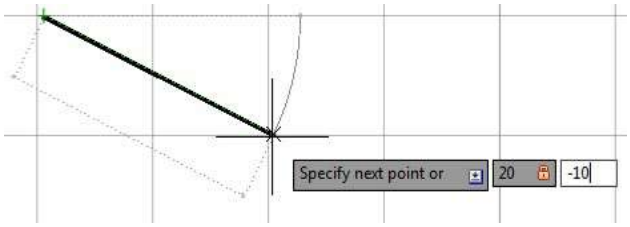


Рис.6.6. Уведення відносних координат

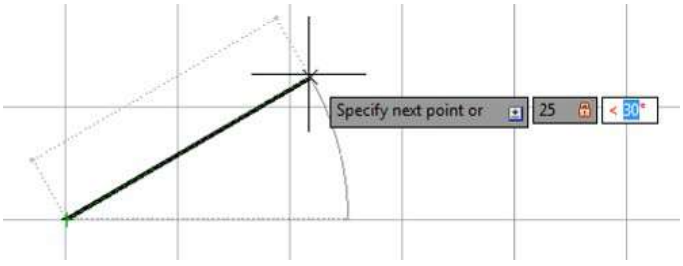


Рис.6.7. Уведення полярних координат

Тривимірні побудови здійснюються так само, як і двовимірні, але додають ще координату *Z*. У тривимірному просторі можна використовувати абсолютні та відносні координати, а також циліндричні та сферичні, котрі подібні до полярних у двовимірному просторі.

Для циліндричних координат задають параметри: відстань від початку координат або останньої створеної точки до точки у площині *XY*, кут відносно осі *X* у градусах і відстань від точки до площини *XY*. Форма запису циліндричних координат: *20<30,50* (рис.6.8).

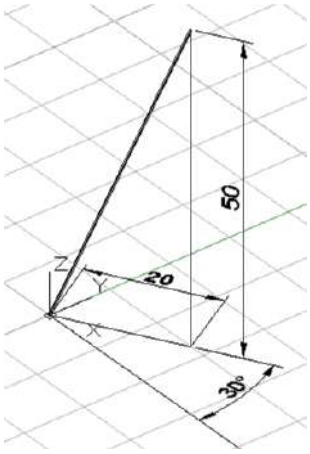


Рис.6.8. Циліндричні координати

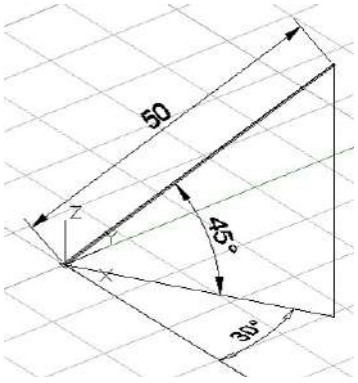


Рис.6.9. Сферичні координати

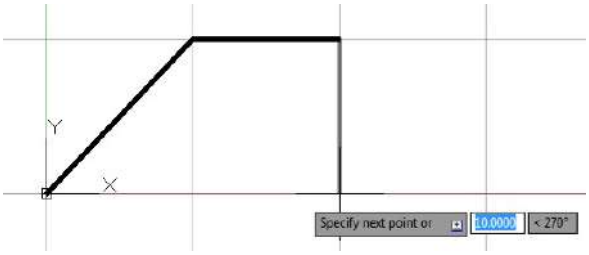


Рис.6.10. Покрокова прив'язка

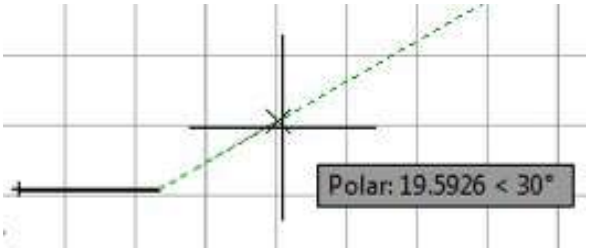


Рис.6.11. Полярне відстеження

Для сферичних координат задають відстань від початку координат або останньої точки, кут до осі *X* і кут нахилу відрізка відносно площини *XY*. Форма запису сферичних координат: *50<30<45* (рис.6.9).

Для зручності побудови зазвичай включено ортогональну сітку, яка покриває всю робочу площину *XY*. За потреби можна задіяти покрокову прив'язку до сітки (рис.6.10). Параметри сітки та покрокову прив'язку налаштовують відповідно до поставленого завдання. Увімкнення/вимкнення відображення сітки, покрокової прив'язки здійснюють у рядку стану, або клавішами: відповідно *F7*, *F9*.

Для точної побудови і зміни об'єктів можна обмежити переміщення курсора у горизонтальних і вертикальних напрямках. Для цього використовують режим *ORTHO* (ОРТО). Увімкнення/вимкнення режиму здійснюють відповідною кнопкою у рядку стану, або клавішею *F8*.

У разі створення і зміни об'єктів можна використовувати полярне відстеження для відображення тимчасових траєкторій вирівнювання під заданими полярними кутами (рис.6.11).

Для вказування точок на об'єкті при побудові та редагуванні використовують об'єктну прив'язку. Така прив'язка дає змогу точно вказати кінцеву точку незамкненої лінії; її середину, центр кола, дуги; точку перетину ліній; побудувати перпендикуляр або дотичну та ін. (рис.6.12). Об'єктну прив'язку активують двома способами: разовий режим – для однієї точки; поточний режим – якщо діє увімкнена налаштована прив'язка (рис.6.13). Вмикають/вимикають режим об'єктної прив'язки у рядку стану, або клавішею *F3*.

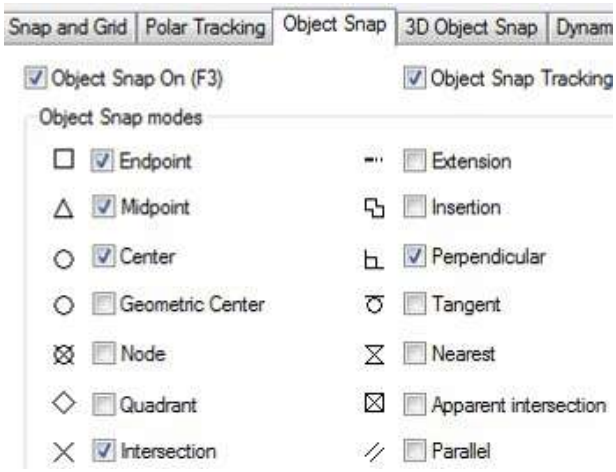


Рис.6.12. Варіанти об'єктної прив'язки

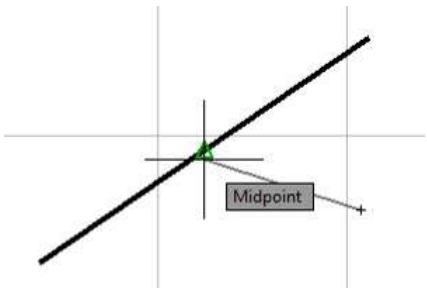


Рис.6.13. Відображення об'єктної прив'язки на кресленні

Об’єктну прив’язку розширює і доповнює об’єктне відстеження. Воно полегшує вибір точок, які лежать на лініях відстеження, що проходять через характерні точки об’єктів. Захоплені точки відображаються з невеликим знаком плюс (+). Після захоплення точки перетину ліній, кінцевої точки або середини об’єкта в міру пересування курсора з’являються вертикальні, горизонтальні або полярні лінії відстеження, які проходять через точку перетину (рис.6.14), на них і будують нову точку.

При роботі у двовимірному і тривимірному просторах значення координат указують відносно світової системи координат *World Coordinate System (WCS)* або системи координат користувача *User Coordinate System (UCS)*. Світова система координат одна, вона нерухома. Система координат користувача може бути розташована у будь-якій точці простору під будь-яким кутом до *WCS*, за її допомогою вводять координати, створюють 3D-об’єкти на 2D-робочих площинах і повертають об’єкти у тривимірному просторі. Для створення нової системи координат користувача програма AutoCAD пропонує широкий набір інструментів (рис.6.15).

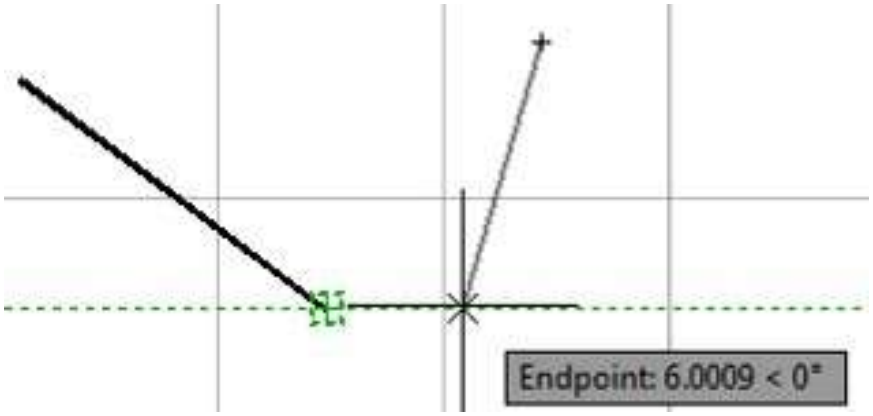


Рис.6.14 Об’єктне відстеження

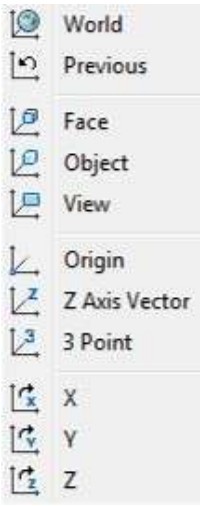


Рис.6.15. Системи координат

При роботі у двовимірному і тривимірному просторах значення координат указують відносно світової системи координат *World Coordinate System (WCS)* або системи координат користувача *User Coordinate System (UCS)*. Світова система координат одна, вона нерухома. Система координат користувача може бути розташована у будь-якій точці простору під будь-яким кутом до *WCS*, за її допомогою вводять координати, створюють 3D-об’єкти на 2D-робочих площинах і повертають об’єкти у тривимірному просторі. Для створення нової системи координат користувача програма AutoCAD пропонує широкий набір інструментів (рис.6.15).

6.4. Створення двовимірних об’єктів

Зображення в программі AutoCAD створюють з набору геометричних примітивів, які будують командами креслення *Draw*. Базові лінійні примітиви (рис.6.16) такі: *Line* (Відрізок) – лінія, яка може бути одиночним відрізком чи ламаною; *Polyline* (Полілінія) – ламана, яка складається з лінійних і дугових сегментів; *Construction Line* (Пряма) – лінійний об’єкт, який не має меж; *Ray* (Промінь) – має початкову точку і не має кінцевої; *Rectangle* (Прямокутник); *Polygon* (Багатокутник); *Multiline* (Мультилінія) – набір паралельних ліній з налаштованими параметрами відображення.

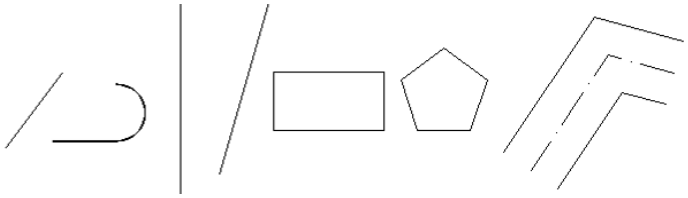


Рис.6.16. Базові лінійні примітиви

Створення відрізка. Для цього використовують команду *Line* (Відрізок). Відрізки можуть бути одиночними чи об'єднаними у ламану лінію. Кожен із сегментів ламаної є окремим об'єктом. Після виклику команди *Line* у командному рядку з'являються відповідні запити:

Specify first point: Введення першої точки;

Specify next point or [Undo]: Введення наступної точки або [Відміна попередньої];

Specify next point or [Close/Undo]: Введення наступної точки або [Замкнути/Відміна].

Структура запитів більшості команд створення геометричних примітивів складається з основного запиту та альтернативних команд, розміщених у квадратних дужках. Для вибору альтернативної опції у командному рядку треба указати курсором необхідну команду. Можна увести назву опції з клавіатури, при цьому достатньо увести великі літери, які є у назві. Крім того, можна викликати контекстне меню та обрати команду там. Уведення потрібного значення, як і остаточне закінчення побудови, підтверджується клавішею *Enter* (Введення). Клавішу *Esc* (Вихід) застосовують для відміни команди побудови.

Криволінійні двовимірні примітиви. До них належать: *Circle* (Коло), *Arc* (Дуга), *Ellipse* (Еліпс), *Donut* (Кільце), *Spline* (Сплайн) (рис.6.17). Кожна команда має широкий спектр можливостей створення цих геометричних примітивів.

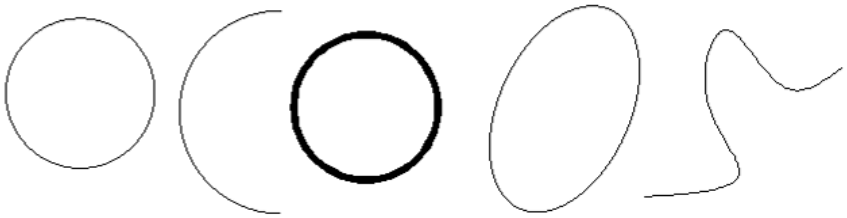


Рис.6.17. Криволінійні примітиви

Для створення *Circle* (Коло) програма *AutoCAD* пропонує різні способи: задавання центра і радіуса чи діаметра; побудова за двома чи трьома точками; використання дотичних двох ліній і радіуса або трьох дотичних ліній.

Командою *Arc* (Дуга) формують дугу за замовчуванням за трьома точками (початковою, проміжною та кінцевою). Інші варіанти створення дуги пропонують набори з трьох параметрів, якими можуть бути: *Center* (Центр) – точка центра дуги; *End* (Кінець) – кінцева точка дуги; *Angle* (Кут) – величина центрального кута; *chord Length* (Довжина хорди); *Direction* (Напрямок дотичної); *Radius* (Радіус). За замовчуванням дугу будують проти годинникової стрілки.

Командою *Ellipse* (Еліпс) формують еліпси та еліптичні дуги. За замовчуванням цей примітив будують задаванням початкової і кінцевої точок першої осі еліпса і половини другої осі. Можна також задати центральну точку та відстані до кінців великої і малої осей. Осі еліпса визначають у будь-якому порядку.

Команда *Donut* (Кільце) створює зафарбований кільцеподібний об'єкт, для якого задають значення внутрішнього, зовнішнього діаметрів і центральну точку.

Геометричний примітив *Spline* (Сплайн) є гладкою кривою, який проходить через заданий набір точок. Програма AutoCAD створює сплайни на базі неоднорідних раціональних *B*-спланових кривих *NURBS*.

Створення текстових написів. Будь-яке креслення доповнюють написами, які містять різну інформацію. Написи використовують для складної специфікації, елементів основного напису, заголовків тощо. Текстові написи створюють командою *Text* (Текст). З кожним написом пов'язаний текстовий стиль.

При створенні напису застосовують поточний стиль, для якого налаштовані шрифт, висота, кут нахилу, орієнтація та інші параметри (рис.6.18). Текстові стилі – це неграфічні об'єкти, які також зберігаються у файлі креслення.

Для коротких простих написів використовують команду *Single Line Text* (Однорядковий текст). Кожен рядок є окремим об'єктом, який можна переміщувати, форматувати або редагувати (рис.6.19). При створенні однорядкового тексту можна обрати такі опції:

необхідний текстовий стиль, початкову точку, нахил текстового рядка. Крім того, можна обрати різні режими вирівнювання текстового рядка.

Для довших написів або тексту зі спеціальним форматуванням використовують команду *Multiline Text* (Багаторядковий текст).

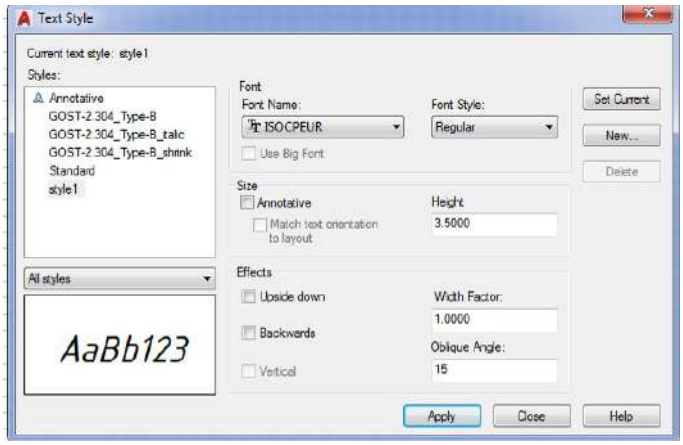


Рис.6.18. Діалогове вікно текстового стилю

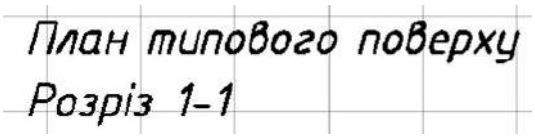


Рис.6.19. Приклад однорядкового тексту

Такий напис складається з текстових рядків, вписаних у задану користувачем ширину абзацу (рис.6.20). Можливості редагування багаторядкового тексту ширші: перенесення рядків; форматування окремих символів, слів; розташування тексту у стовпцях; відступи і табуляція; налаштування міжрядкового інтервалу тощо. Весь багаторядковий текст – це єдиний об’єкт, на який звичайні команди редагування креслення діють як єдине ціле.



Рис.6.20. Приклад багаторядкового тексту

Експлікація приміщень		
№ п/п	Назва приміщень	Площа, $м^2$
1	Коридор	9,45
2	Кухня	12,65
3	Вітальня	22,40

Рис.6.21. Приклад таблиці

Створення таблиць. Таблиця – це складний об’єкт, у якому інформація розподілена по рядках та стовпцях. Для створення таблиць використовують команду *Table* (Таблиця). Для таблиць налаштовують стилі, які складаються з таких параметрів, як стиль тексту, висота, колір, заливка фону, межі чарунок. Інформація може мати вигляд тексту, графіків, числових даних (рис.6.21). ***Створення блоків***. Блок – це сукупність геометричних примітивів, об’єднаних у єдиний об’єкт. Застосування блоків спрощує створення фрагментів креслення, які неодноразово затребувані у роботі. Блоки створюють для формування бібліотеки символів, вузлів, деталей, які часто використовують; для швидкого редагування креслення, а також економії пам’яті.

Для створення блока командою *Blok→Make* (Блок→ Зробити) треба задати його ім’я; обрати об’єкти, які складатимуть його; задати базову точку вставки блока. На рис.6.22 зображено блок, котрий складається з кола, відрізка штрих-пунктирної осі й тексту. Для вставки блока застосовують команду *Insert* (Вставити). Блоки можна вставляти у креслення з масштабуванням і поворотом, а за потреби редагування поділяти на складові частини.

Створення штрихування. Командою *Hatch* (Штрих) можна заповнити штрихуванням (рис.6.23), чистим кольором або градієнтом обмежену замкненою лінією ділянку через указування точки всередині контуру або шляхом обиранням об’єкта. AutoCAD пропонує широкий спектр стандартних зразків штрихування, а також надає можливість налаштовувати необхідні параметри для власного зразка *User* (Користувач). За замовчуванням об’єкт *Hatch* є асоціативним. Зміна контурів ділянки штрихування спричинює зміну об’єкта заповнення.

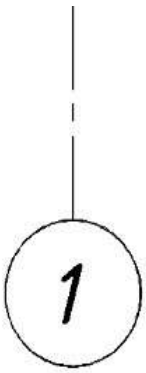


Рис.6.22. Зображення блока

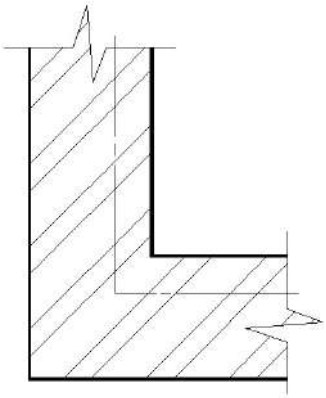


Рис.6.23. Створення штрихування

Створення розмірів. Розділ *Dimension* (Розміри) (рис.6.24) містить команди налаштування розмірних стилів, створення та редагування розмірів, виносок.

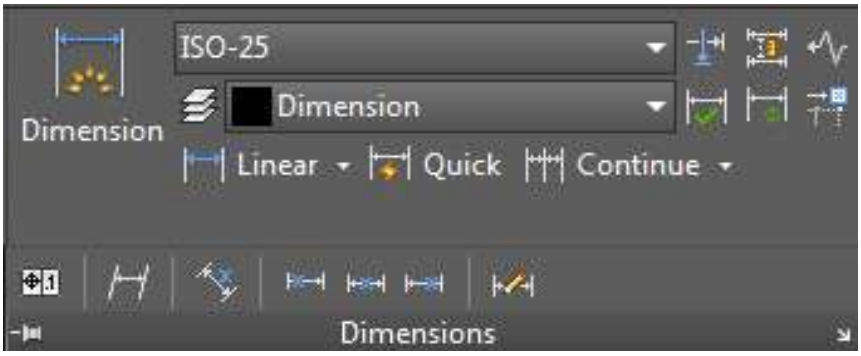


Рис.6.24. Розділ *Dimension* (Розміри)

Розмірний стиль – це сукупність значень розмірних параметрів. За замовчуванням застосовують розмірний стиль з ім'ям *Standard* (Стандарт), який використовує британські одиниці виміру (дюйми) або з ім'ям *ISO-25* з метричними одиницями. Стилю задають ім'я, його параметри налаштовують і редагують у диспетчері розмірних стилів (*Dimension Style Manager*). Розмірний стиль визначають такі характеристики (рис.6.25): формат і положення розмірних, виносних ліній, стрілок, маркерів центру; вигляд і положення розмірного тексту; глобальний масштаб розміру; формат і точність основних лінійних і кутових одиниць, а також альтернативних одиниць і значень допусків.

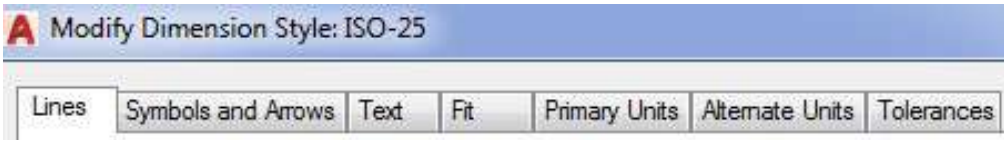


Рис.6.25. Параметри розмірного стилю

За замовчуванням розміри створюються асоціативними, тобто залежними від об'єктів. Редагування геометричного примітива приводить до автоматичної зміни розмірів, які з ним пов'язані. Для точності завдання розмірів застосовують об'єктну прив'язку.

Розміри поділяють на три основні типи: лінійні, радіальні, кутові.

Лінійні розміри можна створювати горизонтальними і вертикальними командами *Linear* (Лінійний); паралельними до похилих відрізків – командою *Aligned* (Паралельний); наносити розміри ланцюжком – командою *Continue* (Продовжити); від вказаної бази – командою *Baseline* (Базова лінія) (рис.6.26). Для лінійних розмірів указують початок виносних ліній, місце розташування розмірного тексту.

Радіальні розміри *Diameter* (Діаметер) і *Radius* (Радіус) створюють розмірний примітив з відповідними символами діаметра ∅ і радіуса *R* (рис.6.27). Для створення цих розмірів вказують лінію дуги чи кола і місце розташування розмірного числа.

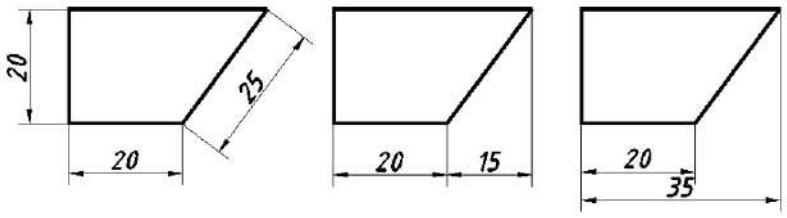


Рис.6.26. Різновиди лінійних розмірів

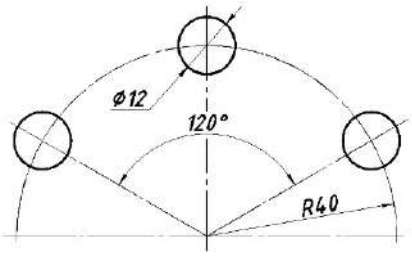


Рис.6.27. Кутовий та радіальні розміри

Команда *Angular* (Кутовий) призначена для нанесення кутових розмірів між указаними відрізками, кутового розміру вказаної дуги або частини кола між двома вказаними точками.

6.5. Редагування двовимірних об'єктів

Інструменти редагування розташовані у розділі *Modify* (Змінити) на стандартній стрічці у вкладці *Home* (Головна) (рис.6.28). Більшість команд працюють з набором попередньо обраних об'єктів. У разі відсутності такого набору першим буде запит *Select objects* (Вибрати об'єкти). Деякі команди запитують об'єкти для редагування у відповідний момент.

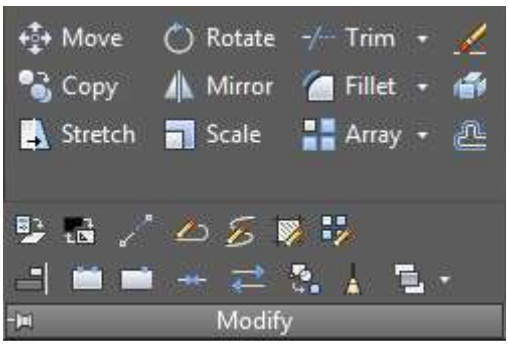


Рис.6.28. Розділ *Modify* (Змінити)

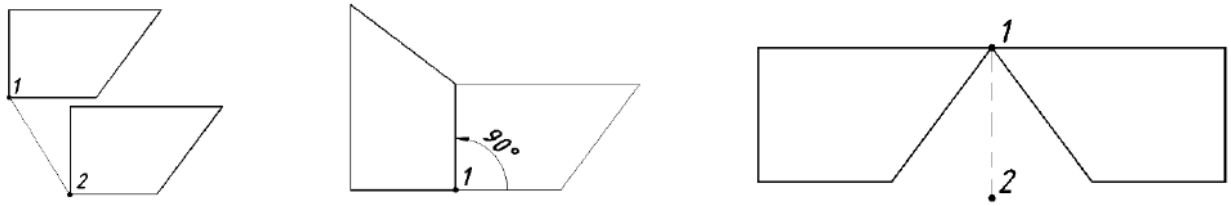
Результат будь-якої команди чи операції системи *AutoCAD* відмінюють командою *Undo* (Скасувати). Команда *Redo* (Повторити) дає змогу відновити дії, які були скасовані.

Командою *Erase* (Стерти) видаляють обрані об'єкти з креслення.

Команди *Move* (Перемістити) і *Copy* (Скопіювати) подібні за запитами (рис.6.29а): задають базову точку переміщення/копіювання (точка 1) і нове положення базової точки (точки *2*).

Для обертання виділених об'єктів командою *Rotate* (Повернути) вказують центр обертання (точка 1), кут обертання задають числовим значенням відносно додатного напряму осі *X* (рис.6.29б). Можна також застосувати опцію *Reference* (Опорний кут), яка задає кут обертання відносно положення указаного відрізка об'єкта.

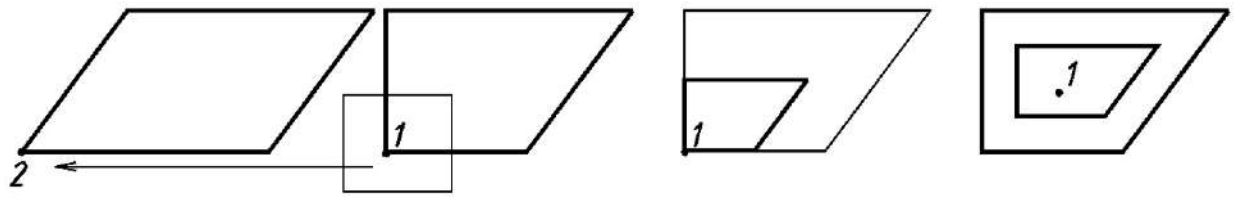
Команда *Mirror* (Дзеркало) відображає обрані об'єкти відносно осі, яку визначають двома точками (рис.6.29в), вихідний об'єкт за потреби залишають чи видаляють.



а б в

Рис.6.29. Дії команд редагування *Move, Copy*, *Rotate, Mirror*

Для зміни форми об'єкта методом розтягування слугує команда *Stretch* (Розтягнути). Прямокутною рамкою виділяють частину об'єкта, на яку діятиме команда (рис.6.30а), обирають базову точку (точка *1*), для якої задають нове положення (точка *2*).



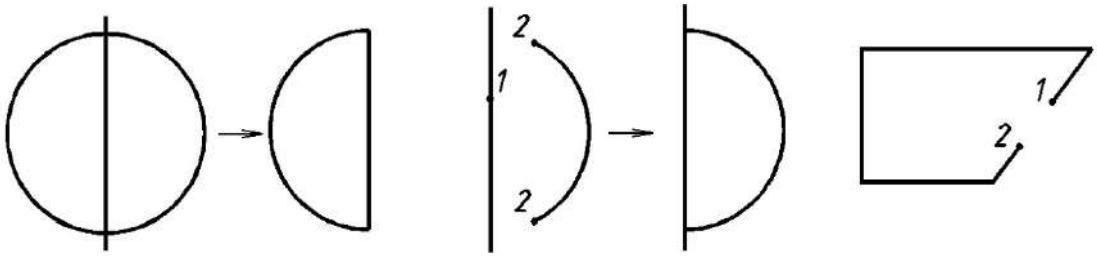
а б в

Рис.6.30. Дії команд редагування *Stretch, Scale, Offset*

Командою *Scale* (Масштаб) масштабують обрані об’єкти відносно базової точки (точка *1*), яка залишається на місці (рис.6.30б) із заданим коефіцієнтом масштабування. Можна скористатися опцією *Reference* (Опорний відрізок), яка здійснює масштабування через задавання необхідної довжини вказаному опорному відрізку.

Для створення подібного контуру на певній відстані від обраного об’єкта (рис.6.30в) застосовують команду *Offset* (Зміщення). Спочатку задають величину зміщення, після цього – його сторону (точка *1*).

Команди *Trim* (Обрізати) і *Extend* (Продовжити) спочатку запитують граничні крайки, до яких обрізатимуть (рис.6.31а) чи продовжуватимуть (рис.6.31б) необхідні частини інших об’єктів.



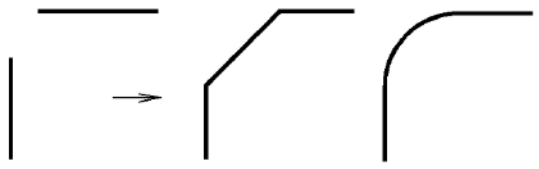
а б в

Рис.6.31. Дії команд редагування *Trim,* і *Extend*, *Break*

Команда *Break* (Розірвати) призначена для розриву об’єкта між двома вказаними точками (рис.6.31в). Місце вибору об’єкта зазвичай є першою точкою розриву. Для замкнених контурів розрив між 1-ю і 2-ю точками здійснюють проти годинникової стрілки.

Командою *Chamfer* (Фаска) виконують підрізування двох прямолінійних сегментів, які перетинаються (рис.6.32а). Дистанцію задають від точки перетину сегментів до початку підрізування за двома напрямками.

Командою *Fillet* (Сполучення) поєднують об’єкти дугою заданого радіуса (рис.6.32б).



а б

Рис.6.32. Дії команд редагування *Chamfer, Fillet*

Виділені об’єкти можна копіювати і формувати з них масиви (рис.6.33). Команда *Array* (Масив) надає три способи формування масивів: *Rectangular* (Прямокутний), *Path* (Шлях), *Polar* (Полярний). За замовчуванням формують асоціативні масиви. Елементи такого масиву зберігають у блоці, який можна за потреби редагувати – задавати інші параметри масиву. Неасоціативні масиви – це набір незалежних об’єктів.

При виділенні об’єктів на них з’являються «ручки» – невеликі сині квадратики, які розташовуються у характерних точках цих об’єктів (рис.6.34). Редагування за допомогою ручок дає змогу змінювати положення і форму геометричних примітивів.

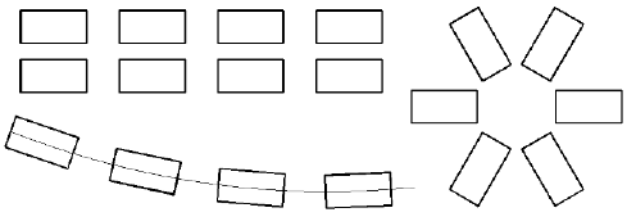


Рис.6.33. Створення масивів об’єктів

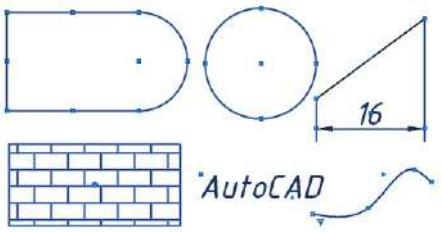


Рис.6.34. Ручки редагування об’єктів

Складні об’єкти *Hatch* (Штрихування), *Polyline* (Полілінія), *Spline* (Сплайн), *Array* (Масив), *Multiline* (Мультилінія), *Text* (Текст) та інші мають широкий спектр спеціальних команд редагування власної форми і параметрів.

6.6. Приклад побудови фрагмента архітектурного облому «Прямий каблучок»

Для двовимірних геометричних побудов (рис.6.35а) включено режими динамічного уведення координат. Послідовність побудови така:

1. Створення лінійного контуру (рис.6.35б). Обирають команду створення відрізків *Line* (Відрізок). Початкову точку *1 в*становлюють у довільному місці. Для наступних точок *2–4* застосовують режим *ORTHO*, указують напрямок побудови і відстань від попередньої точки: для точки *2* – праворуч, 25; точки *3* – вниз, 5; точки *4* – ліворуч, 5. Для точки *5* задають відносні координати (-25, -30). Побудова точок *6*–9 подібна до побудови точок *2–4*. Для точок *6* і *8* задають напрямок ліворуч, відстань 5; для точок *7* і *9* – вниз, 5.

2. Створення дугових сегментів. Вмикають режим об’єктної прив’язки *Object Snap* з прив’язкою до кінцевої точки *Endpoint*, середньої точки *Midpoint* і точки перетину ліній *Intersection*. Обирають команду *Circle* (Коло). Будують три допоміжні кола з центрами у кінцевих точках відрізка *1* і *2* та середньої точки *3* з радіусами, які дорівнюють половині відрізка *1–2* (рис.6.35в). Створюють ще два кола з центрами в точках *4* і *5* (перетин перших кіл). Радіуси цих кіл визначають відстанню від точки *4* до точки *2* та від точки *5* до точки *1* (рис.6.35г).

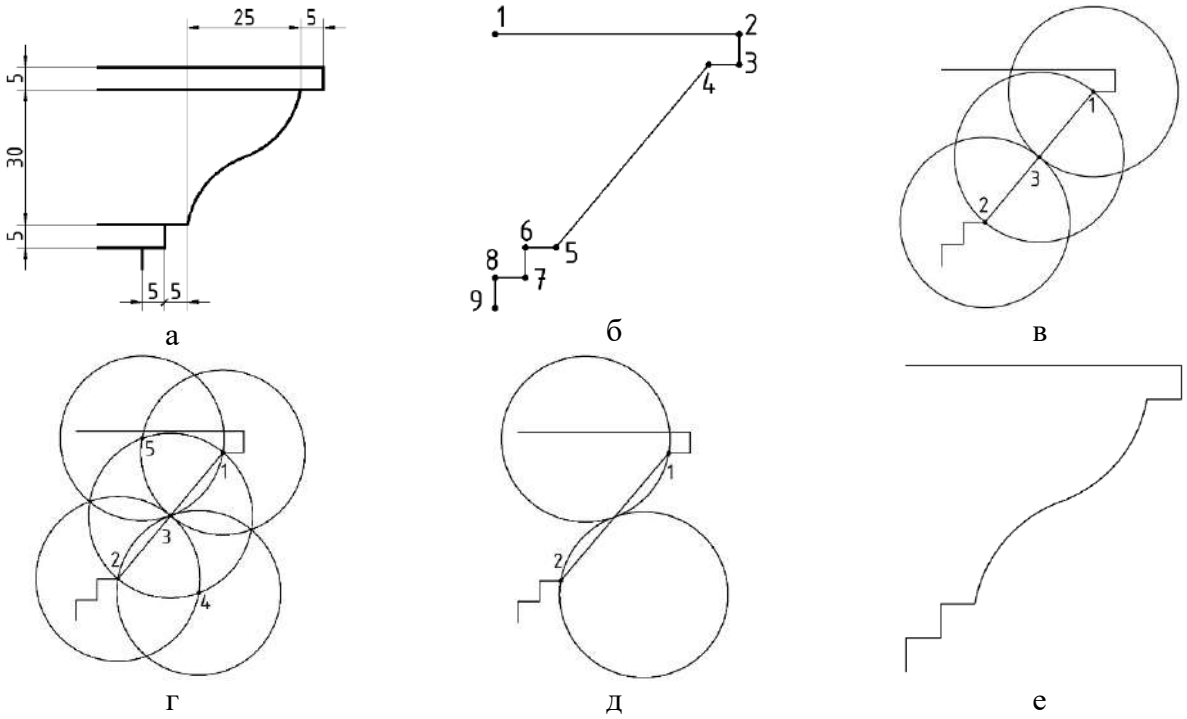
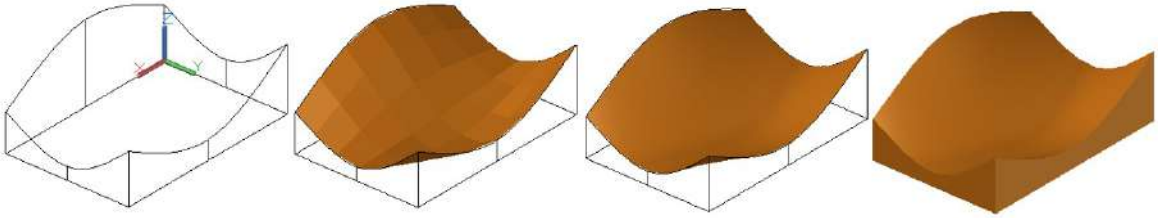


Рис.6.35. Етапи побудови контуру архітектурного облому «Прямий каблучок»

Перші три кола видаляють (рис.6.35д). Для того щоб видалити частину кіл, які залишились, обирають команду *Trim* (Обрізати). Спочатку вказують відрізок *1–2*, як межу для обрізування, потім – частини кіл, які слід видалити (рис.6.35е). Відрізок *1–2* видаляють.

6.7. Створення тривимірних об’єктів

Тривимірне моделювання у програмі AutoCAD охоплює моделювання каркасних об’єктів (рис.6.36а), сіток *Meshes* (рис.6.36б), поверхонь *Surfaces* (рис.6.36в), 3D-тіл (рис.6.36г).



а б в г

Рис.6.36. Різновиди тривимірних об’єктів

Каркасна модель складається з двовимірних об’єктів, 3D-поліліній, розміщених у просторі. Така модель не потребує великого обсягу пам’яті, її використовують на початкових етапах проєкту для подальшого моделювання на її основі сіток, поверхонь, тіл.

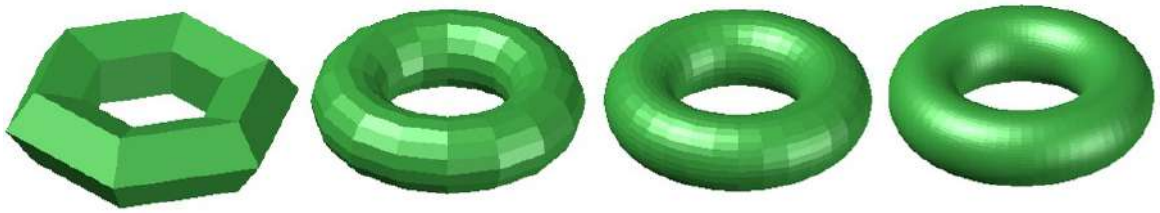


Рис.6.37. Залежність сітки *Mesh* від згладжування та кількості сегментів

Моделі сіток Meshes складаються з плоских трикутних або чотирикутних граней. Сітка не має властивостей маси тіла. Кількість вершин сітки залежить від типу відповідного примітиву, щільність сітки визначають значеннями системних змінних. Додавання нових опуклих багатокутників у сітку з метою підвищення її деталізації здійснюють збільшенням ступеня згладжування та уточненням кількості сегментів (рис.6.37).

Способи створення сіток:

1. Створення стандартних форм сітки (рис.6.38): *Box* (Паралелепіпед), *Wedge* (Клин), *Cone* (Конус), *Sphere* (Сфера), *Cylinder* (Циліндр), *Torus* (Тор), *Pyramid* (Піраміда).

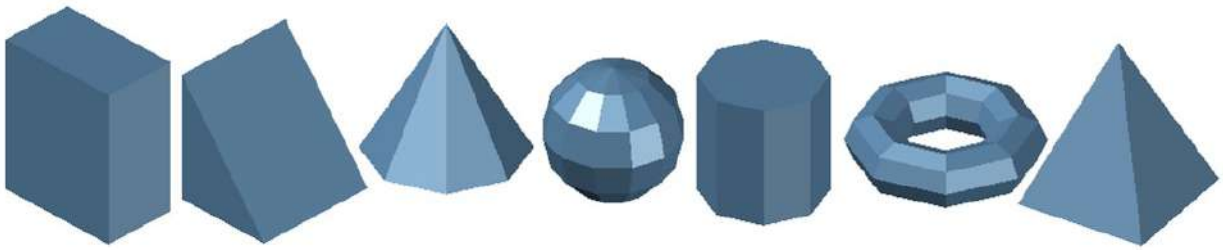


Рис.6.38. Стандартні форми сіток

2. Створення сітки на основі інших об’єктів з використанням двовимірних або тривимірних контурних примітивів.

Сітка тривимірної грані (*3D Face*) створює поверхню, яка будує трикутні або чотирикутні грані за заданими вершинами (рис.6.39а).

Сітка зсуву (*Tabulated Mesh*) – це набір паралельних багатокутників, розташованих уздовж указаної траєкторії. Для створення сітки переміщують двовимірний об’єкт уздовж відрізка (рис.6.39б). Твірною поверхні сітки можуть бути відрізок, дуга, коло, еліпс, полілінія, сплайн; напрямною – відрізок або лінійний сегмент полілінії.

Сітку обертання (*Revolved Mesh*) будують обертанням профілю відносно вказаної осі (рис.6.39). Профіль може бути створений з більшості двовимірних примітивів як замкнених, так і незамкнених.

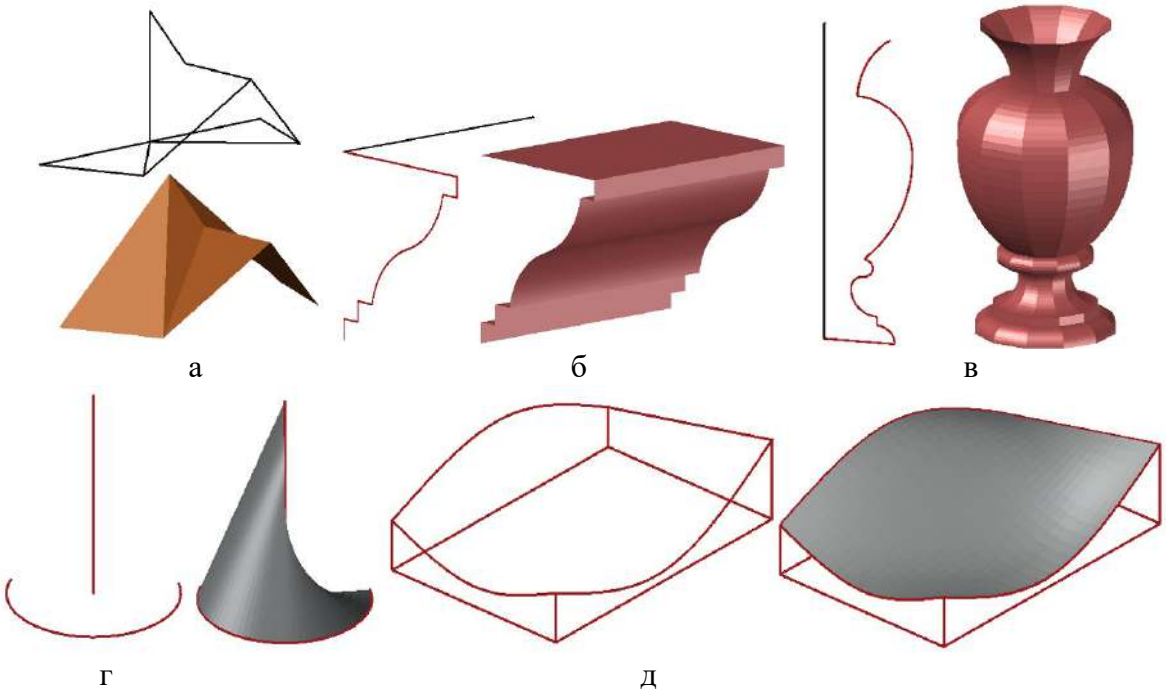


Рис.6.39. Створення сітки на основі дво- і тривимірних контурів

Сітку з'єднання (*Ruled Mesh*) утворюють сполученням лінійними твірними двох заданих контурів, які мають бути замкненими або незамкненими (рис.6.39г).

Сітка крайки (*Edge Mesh*) – це замкнена поверхня між чотирма криволінійними крайками (рис.6.39д). Просторові крайки можуть бути відрізками, дугами, еліптичними дугами, полілініями, сплайнами. Вони утворюють замкнений контур, попарно з'єднуються у кінцевих точках. Щільність поверхні задають у двох напрямах – *M* і *N*.

3. Створення сітки шляхом перетворенням тривимірних тіл поверхонь або сіток різного типу, створених у попередніх версіях, на об'єкти сітки поліпшеного типу (*Smooth Mesh*) використовують для згладжування, уточнення моделей.

Редагування сіток Meshes

Базовими елементами об'єкта сітки є грані. При перенесенні, повороті та масштабуванні окремих граней сітки навколишні грані розтягуються і деформуються, що перешкоджає уникненню зазорів. Якщо зазори виникають, їх можна закрити згладжуванням об'єкта або уточненням окремих граней. Ступінь згладжування сітки можна збільшувати (*Smooth More*) або зменшувати (*Smooth Less*). Уточнення сітки (*Refine Mesh*) відновлює найнижчий ступінь згладжування, який можна застосувати до об'єкта. Операції *Crease/Uncrease* (Створення/розростання) використовують для створення загострення ребер сітки та видалення згинів. Командою *Split Face* (Розбивка грані) виконують поділ грані сітки на окремі компоненти вздовж заданої траєкторії. Об'єднання двох або кількох граней зі створенням однієї грані здійснюють командою *Merge Face* (Об'єднання грані). Видавлювання граней сітки виконують командою *Extrude Face* (Видавлювання грані). Поворот спільного ребра суміжних трикутних граней для зміни форми та орієнтації граней здійснюють командою *Spin Triangle Face* (Обертання трикутної грані). Командою *Close Hole* (Закрити отвір) видаляють зазори між гранями сітки. Для зведення суміжних граней або ребер в одну точку використовують команду *Collapce Face or Edge* (Колапс грані або ребра).

Моделі поверхонь Surfaces – це 3D-об'єкти-оболонки з тонкими стінками. Існує два типи поверхонь: процедурні та NURBS-поверхні. Процедурні поверхні можуть бути асоціативними, вони підтримують взаємозв'язок з іншими об'єктами, з ними можна виконувати операції як з групою об'єктів. NURBS-поверхні не зберігають асоціативні зв'язки. Замість цього у них є керувальні вершини, які дають змогу створювати форми зручнішим способом. При створенні поверхонь використовують такі властивості, як безперервність поверхні і величина прогину. Ці властивості можна регулювати за допомогою спеціальних ручок. Неперервність є мірою плавності переходу однієї кривої або поверхні в іншу. Тип

неперервності може виявитися важливим, якщо потрібно виконати експорт поверхонь в інші програми. Розрізняють такі типи неперервності: положення – враховують тільки місце розташування крайок поверхонь; дотик – враховують неперервність відносно положення і збігу дотичних у кінцевих точках крайок поверхонь; кривина – враховують безперервність відносно положення, торкання і кривизни поверхонь. Величина прогину – це міра того, наскільки поверхня викривляється або «прогинається» під час переходу в іншу поверхню. Величину вимірюють у діапазоні від 0 до 1, де 0 відповідає плоскій поверхні, а 1 – максимальному викривленню.

Способи створення процедурних поверхонь

1. Поверхні на основі профілів будують за допомогою тих самих інструментів, що і твердотілі моделі: видавлювання, зсуву, повороту і лофту.

2. На основі інших поверхонь моделюють поверхні переходу, замикання, зміщення, сполучення і подовження поверхонь.

Плоскі поверхні (*Planer*) створюються на основі замкнених двовимірних або тривимірних примітивів, найпростішою є прямокутна площина, яку задають двома діагональними точками.

Неплоскі поверхні *Network* подібні до з лофт-поверхонь. Їх створюють у просторі між кількома кривими в напрямках осей *U* і *V*. Твірні криві можуть бути каймками поверхонь і тіл. При створенні поверхні можна задати дотик і величину прогину.

Поверхня плавного переходу (*Blend*) між двома вказаними крайками існуючих поверхонь створює безперервну поверхню із заданою величиною прогину.

Клаптикова поверхня *Patch* замикає замкнену криву або замкнений простір між суміжними ребрами поверхні. Можна також накреслити напрямну криву для визначення кривизни поверхні, яка утворюється.

Для створення поверхні зміщення *Offset* задають відстань від базової поверхні, вказують необхідність асоціативного зв’язку з вихідною поверхнею, можна змінити напрямок зміщення; виконати зміщення у двох напрямках; створити тіло між зміщеними поверхнями. У разі зміщення кількох поверхонь можна вказати, чи залишаються вони з’єднаними.

Поверхню сполучення *Fillet* утворюють між крайками поверхонь, котрі перетинаються. Для неї задають радіус сполучення та визначають можливість обрізування зайвих частин вихідних поверхонь.

3. Перетворення об’єктів у процедурні поверхні здійснюють командою *Convert to Surface*.

Способи створення NURBS-поверхонь

Поверхні NURBS використовують для моделювання довільної форми. Багато з команд, призначених для створення процедурних поверхонь, дають змогу створювати NURBS-поверхні за умови, що увімкнений відповідний режим створення. Можна також перетворювати існуючі процедурні поверхні в NURBS-поверхні. NURBS-поверхню будують на основі кривих Безьє або сплайнів. Тому при визначенні NURBS-поверхні або NURBS-кривої важливо задавати такі параметри, як порядок, визначальні точки, керувальні вершини, значення ваги та вузлову параметризацію. Для створення NURBS-поверхонь оптимальним є використання сплайнів. Це дає змогу керувати більшістю зазначених параметрів.

Передбачено два способи створення NURBS-поверхонь:

- встановлення необхідного значення для відповідної системної змінної дає змогу використовувати будь-яку команду для створення NURBS-поверхні;
- перетворення процедурних поверхонь у NURBS-поверхні командою *Convert to NURBS*.

Моделювання на основі NURBS-поверхонь потребує попереднього планування, оскільки зворотне перетворення NURBS-поверхонь на процедурні поверхні неможливе.

Редагування поверхонь

Процедурні поверхні можна редагувати за допомогою таких базових інструментів редагування, як обрізування, подовження і формування сполучень.

Важливим етапом моделювання поверхонь є їх обрізання (*Trim*). Можна обрізати поверхню по лінії, яка перетинає її іншим об’єктом, спроєктувати геометрію на поверхню і

використовувати останню як крайку для обрізання. Відновлюють обрізану поверхню командою *Untrim*.

Створення нової поверхні її подовженням (*Extend*) до крайки іншого об'єкта або на задану відстань має два режими. Об'єднана поверхня є продовженням вихідної поверхні без шва; доповнення поверхні подовжує поверхню додаванням іншої поверхні зі швом.

NURBS-поверхні можна змінювати і за допомогою цих інструментів. Їхню форму можуть також змінювати розтягуючі керувальні вершини у напрямах осей U і V; керувальні вершини можна додавати, видаляти.

Після завершення проєктування поверхні використовують інструменти аналізу поверхонь для забезпечення необхідного рівня якості моделі, після чого її, якщо потрібно, перебудовують. Інструменти аналізу поверхонь (*Analysis Options*) виконують перевірку безперервності, кривини і кутів нахилу поверхонь.

Моделі *3D-тіл* будують на основі базових примітивів, двовимірних тіл. Складні форми створюють за допомогою логічних операцій або редагування складових тривимірних тіл. Тверді тіла зберігають інформацію про власний об'єм, момент інерції, центр маси. Їх легше редагувати, на відміну від сіток і поверхонь.

Способи створення тривимірних тіл

1. Базові твердотілі примітиви створюють подібно до побудови сіток стандартних форм. Цей набір доповнень можливістю створення політіла (*Polysolid*), для якого задають висоту, товщину, прив'язку до траєкторії (рис.6.40а).

2. Тривимірні тіла на основі двовимірної геометрії створюють видавлюванням, зсувом, обертанням профілю або лофту. Як профілі і напрямні криві використовують розімкнені або замкнені плоскі чи просторові криві, крайки тіл і поверхонь.

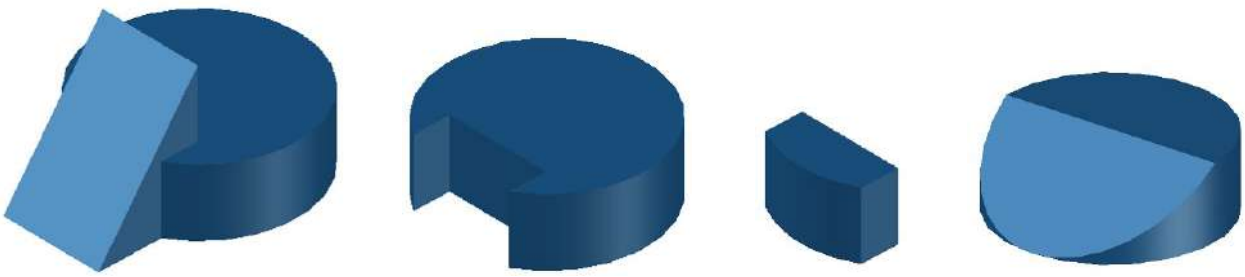
Видавлювання (*Extrude*) двовимірного контуру здійснюють по нормалі до площини, в якій розташовано контур, або за вказаною траєкторією (рис.6.40б). Створення тіла зсувом профілю за заданою траєкторією (*Sweep*) подібне за результатом до тіла видавлювання, але має власні налаштування (рис.6.40в). Тіло обертання (*Revolve)* обертає профіль відносно визначеної осі на заданий кут (рис.6.40г).

3D-тіло за допомогою лофтингу (*Loft)* будують двома або кількома профілями поперечного перерізу (рис.6.40д). Їх розташування у просторі визначає форму тривимірного об'єкта. Можна задавати режим проходження профілю поверхні за перерізами ламаний (*Ruled*) або згладжений *(Smooth);* задіяти додаткову траєкторію проходження поверхні за перерізами.



а б в г д

Рис.6.40. Способи створення тривимірних тіл



а б в г

Рис.6.41. Створення тіл за допомогою логічних операцій

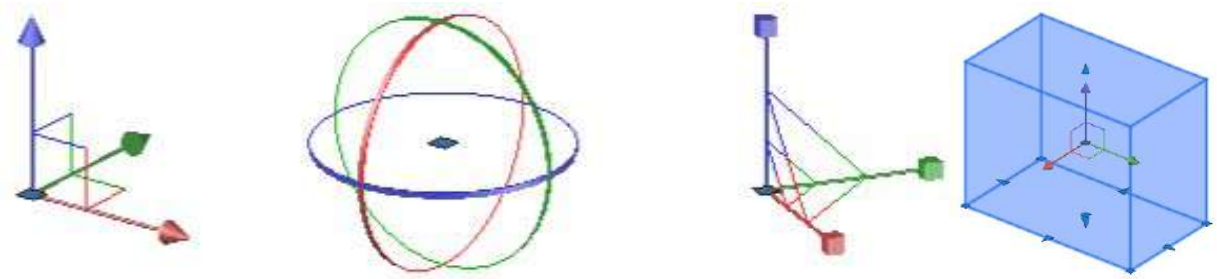
3. Складні 3D-об’єкти створюють через операції об’єднання, віднімання або перетину двох або кількох 3D-тіл, поверхонь або областей.

Операція об’єднання (*Union*) двох чи більшої кількості тіл створює спільну модель (рис.6.41а). Операція віднімання (*Subtract)* з указаного тіла віднімає спільні частини інших тіл (рис.6.41б). Спільну частину двох чи кількох тіл (рис.6.41в) можна отримати операцією їх перетину (*Intersect*). Поділити тіло на дві частини (рис.6.41г) можна за допомогою операції перерізу (*Slice*).

4. Створювати тривимірні тіла перетворенням поверхонь і сіток можна видавлюванням поверхні, яка додає їй товщини (*Thicken*). Ще один спосіб – рельєфоутворення (*Sculpt*). Він полягає в обрізуванні та перетворенні у твердотілий об’єкт групи поверхонь, які обмежують певний об’єм. Сітки та поверхні можна конвертувати у твердотілу модель командою *Convert to Solid*.

6.8. Редагування тривимірних об’єктів

Команди редагування двовимірних об’єктів повністю або з деякими обмеженнями використовують і для тривимірних об’єктів. Для зручності редагування у просторі є тривимірні аналоги команд перенесення, обертання, дзеркала (*3D Move, 3D Rotate, 3D Mirror)*. Ці команди виконують за допомогою зручних інструментів, так званих гізмо (рис.6.42а). Гізмо сприяють отриманню передбачуваніших результатів, оскільки за їх використання зміни виконують уздовж певних площин або осей.



а б

Рис. 4.42. Інструменти тривимірного редагування

Для створення тривимірного масиву та вирівнювання об’єктів у просторі застосовують команди *3D Array* і *3D Align.*

Для зміни розмірів і форми тривимірних об’єктів використовують «ручки» (рис.6.42б). Їх розташування, способи маніпуляції залежать від типу об’єкта та методу його створення. Існує можливість за допомогою «ручок» маніпулювати положенням підпорядкованих об’єктів тривимірного тіла (вершинами, ребрами, гранями). Для їх вибору натискають клавішу *Ctrl*.

Редагування 3d-тіл

Програма AutoCAD пропонує широкий вибір редагування підпорядкованих об’єктів 3D-тіла. Для ребер (*Edges*) можна застосувати сполучення (*Fillet edges*) і зняття фаски (*Chamfer edges*), копіювання (*Copy edges*) та зміну кольору (*Color edges*). Відбиток плоского об’єкта (відрізка, кола, дуги, полілінії та ін.) на поверхні тіла створюють за допомогою команди клеймування (*Imprint Edges*). Клеймувати можна й тверді тіла, які перетинаються зі штампованим тілом. Утворені відбитки стають частиною тіла, їх використовують для подальшого видавлювання граней.

Для редагування граней (*Faces*) твердих тіл передбачені команди видавлювання на задану глибину або вздовж траєкторії (*Extrude faces*), перенесення (*Move faces*), зміщення по нормалі (*Offset faces*), видалення (*Delete faces*), повороту (*Rotate faces*), зведення граней на конус під заданим кутом (*Taper faces*), створення копій граней у вигляді ділянок (*Color faces*) та зміна кольору (*Copy faces*).

Тривимірне моделювання треба закінчувати перевіркою: чи є створена модель допустимим 3D об’єктом. Для видалення надлишкових ребер або вершини застосовують команду очищення *Clean*, для перевірки цілісності моделі – команду *Check*.

6.9. Приклад створення плану приміщення

Креслення плану приміщення виконано в масштабі 1:1. Запропонований порядок виконання креслення плану приміщення у процесі можна корегувати, змінювати, доповнювати додатковими функціями.

1. Створення шарів (рис.6.43). Для розташування геометричних примітивів, різних за властивостями та призначенням, створено шари: «0» – для контурів зображення; «osi» – для координаційних осей, для штрих-пунктирних ліній призначено тип; «rozmir» – для розмірів; «3d» – для тривимірних побудов.



Рис.6.43. Створення шарів

Для шару «osi» призначено тип ліній ACAD ISO08W100, коефіцієнт масштабування параметрів лінії збільшено у 25 разів, оскільки заплановано побудову в натуральну величину. Для решти шарів залишився тип ліній за замовчуванням Continuous (Суцільна). Товщина ліній контурів задана вагою 0,3 мм для шару «0», для інших шарів – 0.00. Поточним призначено шар «osi».

2. Побудова сітки координаційних осей (рис.6.44). Для зручності побудови ортогональних ліній включено режим *ORTHO*, динамічний режим уведення відносних координат. Налаштовано об'єктні прив'язки до кінцевих і середніх точок, точок перетину, центрів і квадрантів кола/дуги, точок перетину, перпендикулярів.

Спочатку будують вертикальну (1) та горизонтальну (А) осі зі спільною початковою точкою завдовжки 8500 мм. Їх копіюють з перенесенням праворуч і вгору на відстані, які зазначені на плані приміщення. Осі А, В, Д продовжують ліворуч, осі 1, 2, 3 – вниз на 2000 мм; осі А, Б і Г – праворуч на 1200 мм.

Для позначення координаційних осей будують коло діаметром 600 мм.

Налаштовують текстовий стиль з висотою шрифту 350 мм. Текст («А») побудовано з вирівнюванням *Middle* (середина за висотою та шириною) з прив'язкою до центра кола. Коло з текстом і прив'язкою до квадранта кола перенесено до кінцевої точки відповідної осі. Інші позначення осей копіюють, текст редагують.

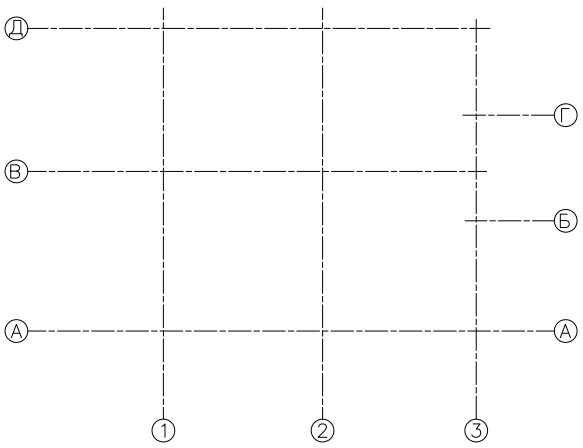


Рис.6.44. Побудова сітки координаційних осей

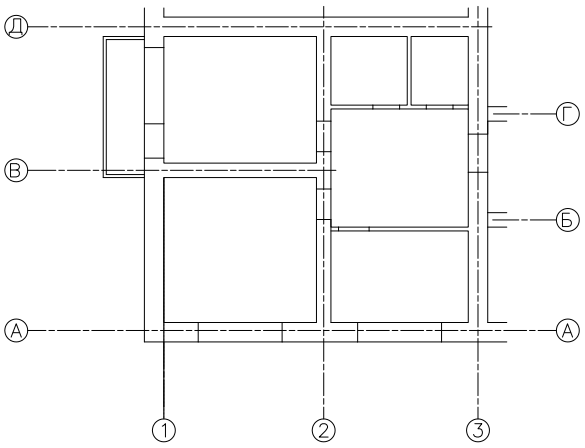


Рис.6.45. Побудова контурів стін

3. Побудова контурів стін. Поточним встановлюють шар «0». Для зручності побудови товщину ліній тимчасово виключають. Інструментами «Відрізок», «Прямокутник» будують лінії розташування стін із відповідною прив'язкою до координаційних осей, контури віконних та дверних прорізів, балкона (рис.6.45).

Зручним способом є побудова контурів на існуючих лініях з подальшим перенесенням/копіюванням на необхідну відстань. Кінцеві точки відрізків скорочують або подовжують зручними ручками редагування примітивів. Можна використати команди обрізування/продовження до існуючих ліній-меж. Для редагування побудованих контурів умикають відображення товщини контуру. Зайві частини контурів видаляють за допомогою команди *Trim* (Обрізати). Умовні зображення віконних і дверних прорізів будують відрізками, для яких задають нульову товщину лінії. Таку саму вагу лінії задають для контурів балкона. Додають лінії обриву стін (рис.6.46).

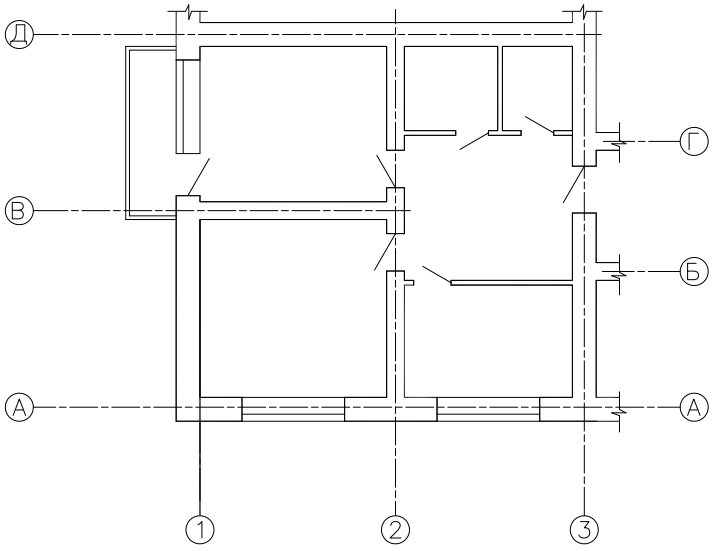


Рис.6.46. Основа плану приміщення

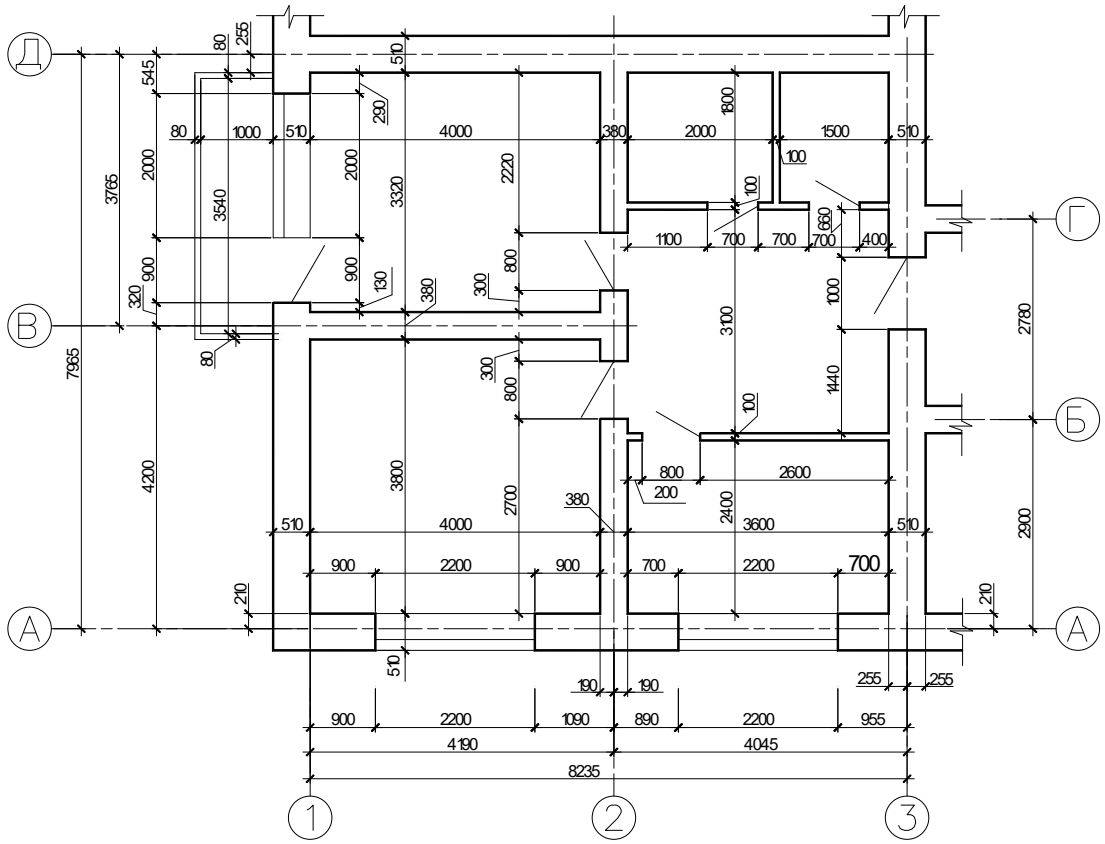


Рис.6.47. План приміщення з розмірами

4. Нанесення розмірів. Поточним установлюють шар «rozmir». Позначення координаційних осей переносять чимдалі від контурів стін приміщення для звільнення місця для розмірних ланцюжків.

Створюють новий розмірний стиль (Dimension Style), для якого задають відповідні параметри: замість стрілок обирають засічки завдовжки 2 мм, відступ розмірної лінії за виносну – 2 мм. Оскільки зображення плану будують у натуральну величину, то ці параметри потрібно збільшити. Для всіх цих параметрів задають коефіцієнт масштабування 50. Створюють текстовий стиль для розмірів з висотою шрифту 150 мм. Для нанесення розмірних ланцюжків використовують команди Linear (Лінійний) та Continue (Продовжити). План приміщення з розмірами подано на рис.6.47

6.10. Приклад створення тривимірної моделі приміщення

Для побудови тривимірної моделі стін, віконних, дверних прорізів поточним установлюють шар «3d». Шари «osi», «rozmir» виключають. Побудову зручно виконувати у тривимірному просторі, для цього обирають аксонометричну проєкцію (рис.6.48), візуальний стиль – каркасний (*Wierframe*).

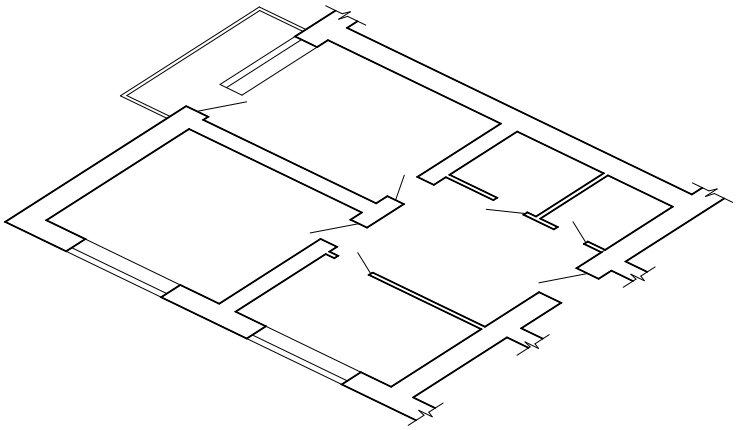


Рис.6.48. План приміщення у тривимірному просторі

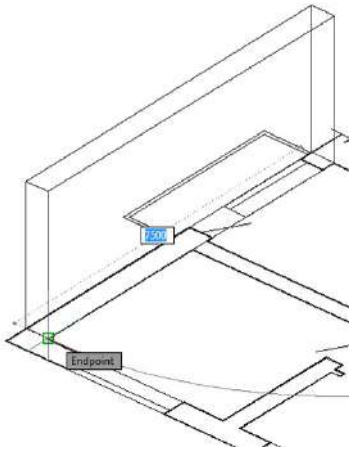


Рис.6.49. Побудова стін інструментом *Polysolid*

1. Моделі стін можна створювати командою видавлювання (*Extrude*) замкнених контурів. Для цього контури стін на плані потрібно поєднати у спільну полілінію. Іншим інструментом, який не потребує додаткових побудов, є політіло (*Polysolid*). Спочатку задають значення висоти політіла (*Height*), ширини (*Wight*) та прив'язки тіла до траєкторії побудови (*Justify)*. Зручною є прив'язка до лівої (*Left*) або правої (*Right*) сторони стіни, прив'язка *Center* є зручною у разі проходження координаційних осей через середину стін. Для цього прикладу задано: висота стін – 3000 мм, товщина – відповідно до конкретної стіни (510, 380, 100 мм), прив'язка – *Left* (Ліворуч) (рис.6.49). Зовнішні стіни будують по внутрішньому контуру приміщення. Для огорожі балкона висота стін дорівнює 900 мм, товщина – 80 мм (рис.6.50).

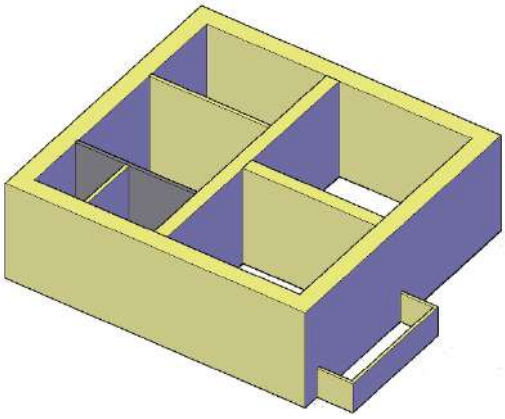


Рис.6.50. Створення моделей стін

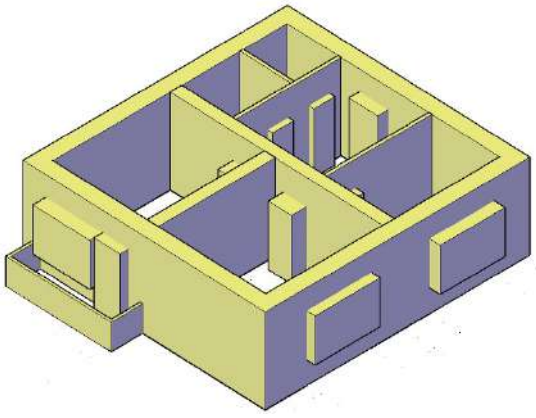


Рис.6.51. Заготовки для створення прорізів

2. Створення віконних і дверних прорізів. Будують паралелепіпеди (*Box*) з прив'язкою основи до місць розташування віконних і дверних прорізів на плані. Висота паралелепіпедів така: для вікон – 1500 або 1800 мм; дверей – 2100 або 2300 мм. Бокси, призначені для віконних прорізів, переносять на висоту підвіконня – 750–800 мм. Усі паралелепіпеди розтягують на довжину, більшу за товщину стін, в які їх врізають (рис.6.51).

Прорізи утворюють з використанням команди твердотілого редагування (*Solid Editing*), а саме віднімання (*Subtract*). Після обрання цієї команди виділяють моделі всіх стін, в яких потрібно створити отвір. Натиснення клавіші *Enter* викликає запит вибору об'єктів, які будуть віднімати. Вказують вставлені у стіни паралелепіпеди. Результатом операції віднімання є створення моделей стін із віконними та дверними прорізами (рис.6.52).

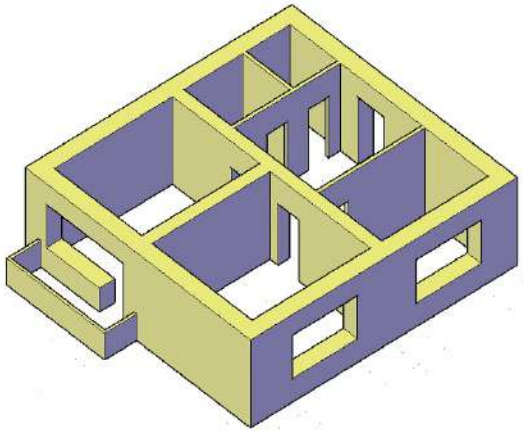


Рис.6.52. Модель стін приміщення з віконними та дверними прорізами

6.11. Візуалізація тривимірної сцени

Сучасні версії програми AutoCAD вийшли за межі можливостей простого «електронного кульмана» перших версій. Впроваджений у 2007 р. модуль візуалізації (рендерингу) на основі візуалізатора *Mental Ray* потребував великих ресурсів і вимагав досить копітке налаштування для отримання прийнятного результату. На рис.6.53 зображено чорновий рендеринг інтер'єрів до проєкту офісу, виконаний у версії AutoCAD 2015 з використанням механізму візуалізації *Mental Ray*. Автор зображень, репрезентованих у цьому розділі, – архітектор Сергій Ременніков.

У версії AutoCAD 2016 відбулася зміна *Mental Ray* на візуалізатор фотореалістичних зображень тривимірних сцен *Rapid RT* (скорочення від *Autodesk Raytracer*). Цей візуалізатор простий і зрозумілий у налаштуванні. Основна його перевага в тому, що для отримання якісного зображення не потрібно мати глибокі знання у сфері візуалізації. Це дає змогу швидко отримати досить прийнятні результати. Водночас, цей візуалізатор позбавлений багатьох тонких налаштувань *Mental Ray*, що обмежує можливості глибокого налаштування сцени і матеріалів. З версії AutoCAD 2017 *Mental Ray* усунений.

Технологія отримання фотореалістичних комп'ютерних зображень за допомогою AutoCAD зводиться до кількох традиційних етапів.

1.*Тривимірне моделювання сцени*. Зазвичай для архітектора актуальним завданням є отримання 3D-моделей з двовимірних креслень, що для програми AutoCAD не становить проблем. Всі об'єкти моделюють з дуже високою точністю за допомогою таких інструментів, як *3D-Polyline* (для трасування комунікацій, створення контурів для видавлювання форм), *Solid Object* (тривимірні графічні примітиви), *Extrude* (видавлювання контурів по нормалі або траєкторії), *Revolve* (обертання твірних контурів), *Loft* і *Sweep* (побудова поверхонь за опорними перерізами) та інших тривимірних графічних примітивів та їх модифікацій, включаючи булеві операції.

Процес проєктування в AutoCAD на етапі створення робочої документації не обмежується плоским кресленням (рис.6.54). Цю підоснову спочатку створюють за допомогою тривимірних елементів, що дає змогу на будь-якому етапі проєктування оцінювати та аналізувати об'ємне архітектурно-планувальне рішення.

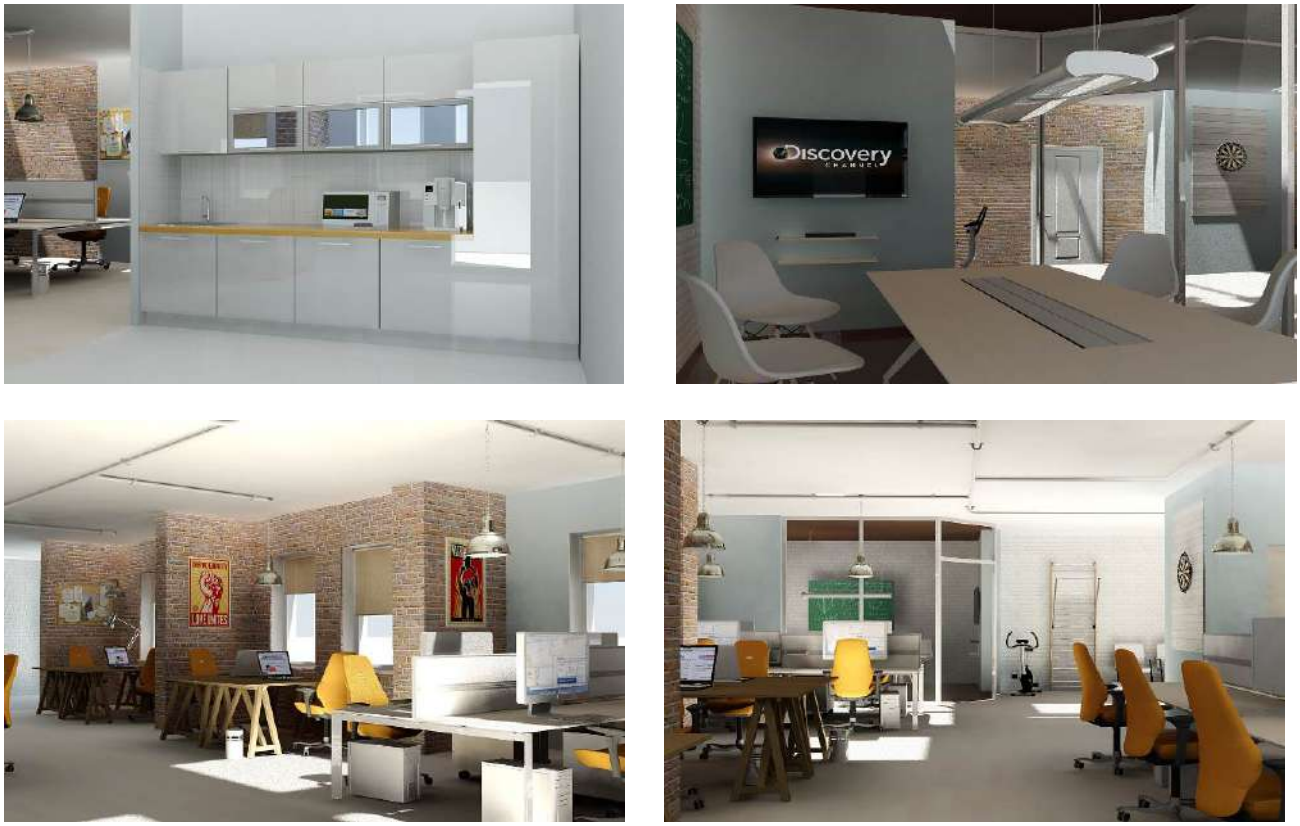


Рис.6.53. Чорновий рендеринг інтер’єрних сцен

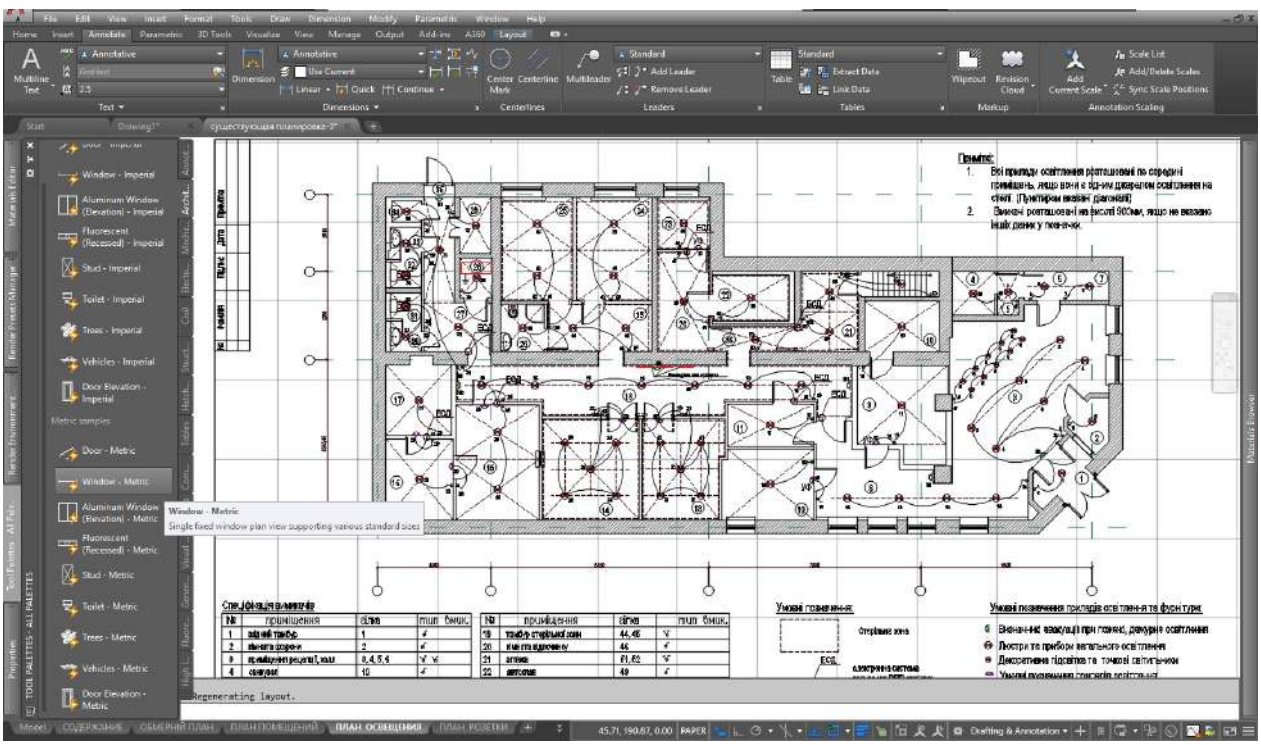


Рис.6.54. Створення робочої документації

Підготовка до візуалізації – розміщення фотометричних джерел світла, підготовка і нанесення матеріалів, підбір позицій. На рис.6.55 показано робочий процес, у якому зайві об’єкти для більшої зручності приховано.

2. *Освітлення сцени*. У програмі AutoCAD реалізовано механізм освітленості сцени двома типами джерел світла: природним (сонячне освітлення – розсіяне світло) і штучним (віддалений випромінювач, точкове джерело і прожектор). Налаштування сонця дає змогу

висвітлити сцену саме так, як вона буде освітлена в реальності, та отримати відповідні падаючі і власні тіні. Можна встановити конкретні координати розміщення об'єкта будівництва за географічними параметрами *GPS* або, завантаживши відповідну картографічну інформацію із зовнішнього файлу, а також встановити дату і положення сонця над рівнем горизонту для створення природної інсоляції ділянки або інтер'єру. Все це вплине на ступінь освітлення і затінення об'єктів. Існують налаштування кольору неба, розміру коронарного світіння сонця, його колірної температури і характеристик яскравості. Усе це гнучкий і повноцінний інструмент для отримання додаткового фотореалізму при створенні графічної презентації простору залежно від заданих у реальному житті умов.

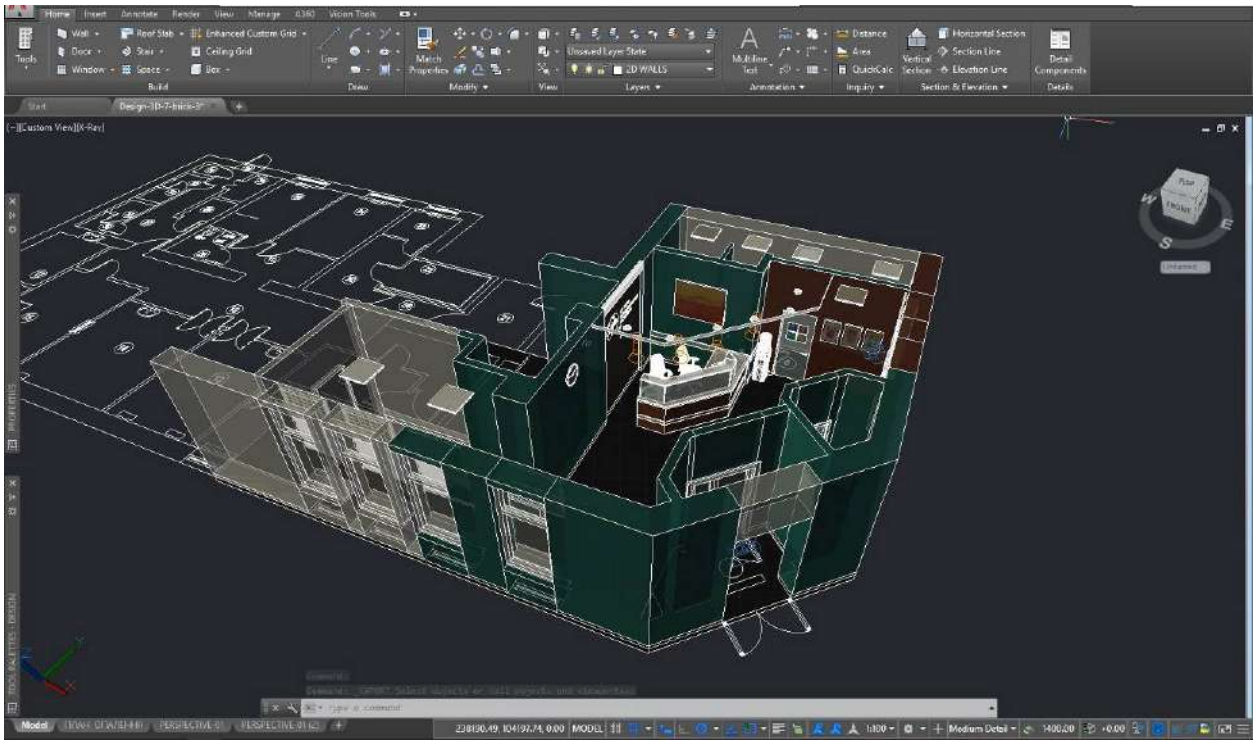


Рис.6.55. Підготовка сцени до візуалізації

Штучні джерела освітлення підтримують фотометричний принцип освітлення сцени. Кожне джерело має спеціальні фотометричні властивості, які враховують фізичні закони поширення світла і реальніше відображають освітлення моделі. При цьому враховується не лише колір джерел, а й колір навколишніх об'єктів, що дає змогу точно побудувати відблиски, рефлекси і врахувати особливості навколишніх матеріалів.

Комп'ютерна візуалізація проєкту складських приміщень (рис.6.56) виконана з урахуванням реальних координат розміщення об'єкта будівництва, дати і часу доби.

Крім вбудованих механізмів генерації паралаксних фонів, які впливають на освітлення сцени, можна встановити власне фонове зображення, яке так само впливатиме на загальну освітленість сцени (рис.6.57).

3. *Робота з кольорами матеріалів*. Як і всі сучасні системи візуалізації, програма AutoCAD підтримує процедурні та растрові текстурні карти, альфа-прозорість, бампінг і роботу з прозорістю та світінням матеріалів, застосовуваних до об'єктів. Для реалізації здатності матеріалу враховувати форму об'єкта та особливості його конструкції застосовують мепінг – проєкціювання текстури на модель або її окремі частини, грані. Допускається використання планарного (плоского) мепінгу – для роботи з плоскими поверхнями і сітками, сферичного мепінгу – для об'єктів, наближених до форми кулі, циліндричного і кубічного – для відповідних об'єктів (колони, пілястри, балки). Так само можна працювати з окремими гранями, розміщуючи текстуру, повертаючи і масштабуючи її за допомогою *Gizmo* – інструменту відображення осей координат, прив'язаних до об'єкта в результаті вписування його в куб. Кожен інструмент перетворення – переміщення (*Move*), обертання (*Rotate*) і масштабування (*Scale*)) має свій *Gizmo*.

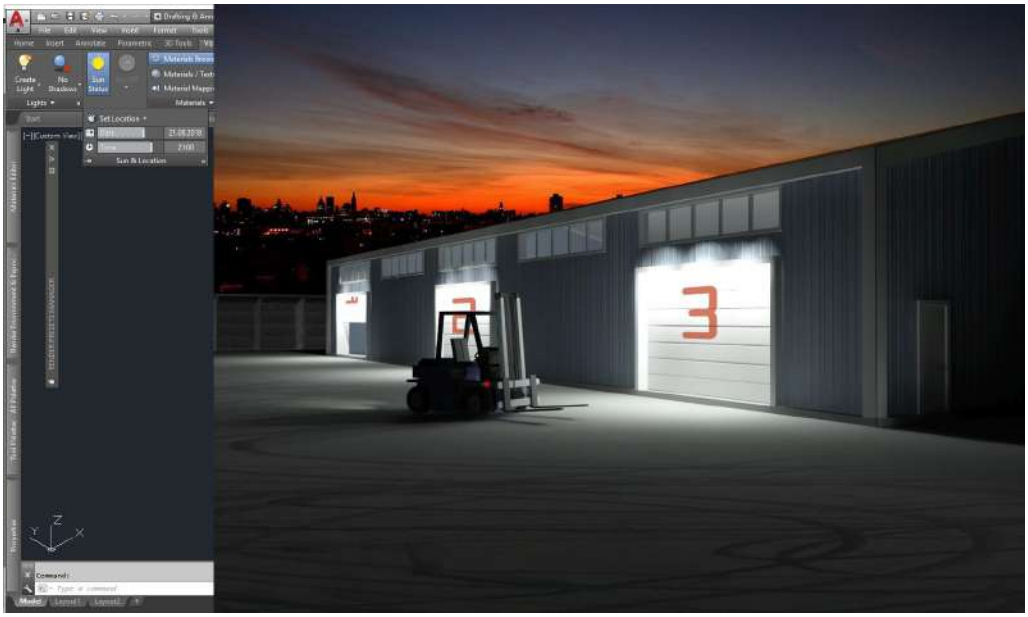


Рис.6.56. Візуалізація з урахуванням реальних координат розміщення об’єкта

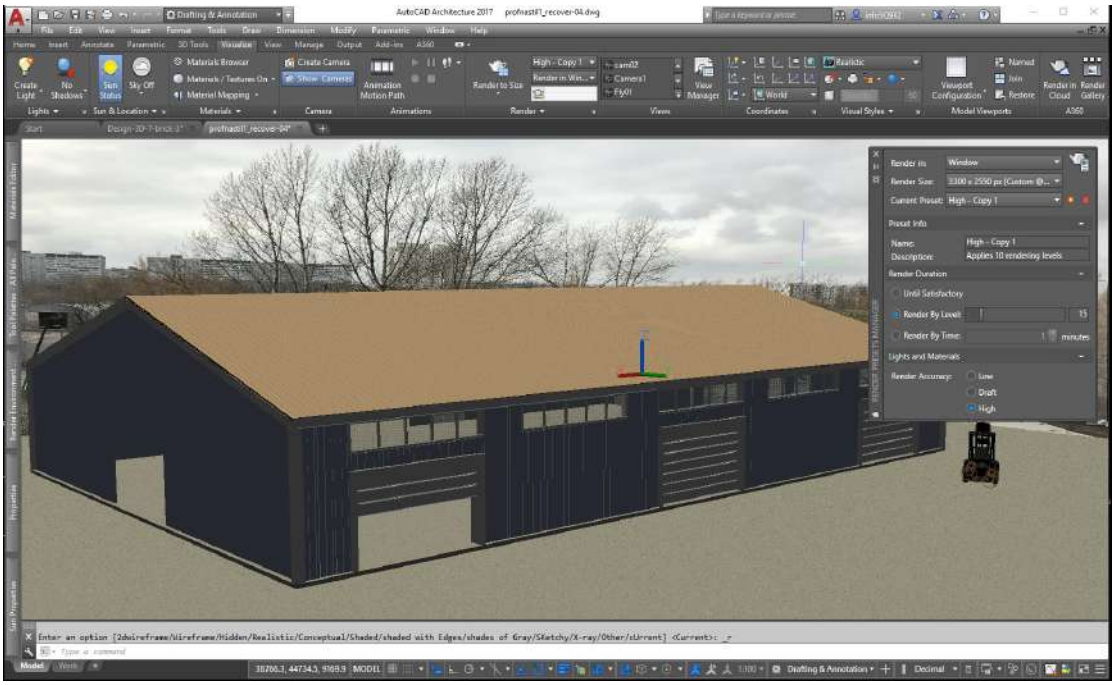


Рис.6.57. Установлення фонового зображення

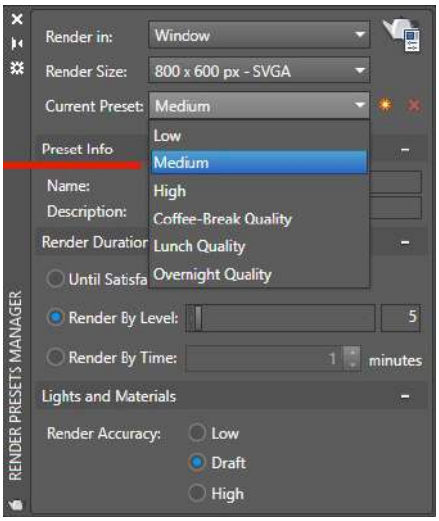


Рис.6.58. Діалог налаштувань і запуску рендерингу

4. *Процес візуалізації. (Рендеринг)*. До візуалізації у програмі AutoCAD можна віднести як анімацію, виконану по ключових кадрах, за допомогою руху камери за заздалегідь заданою траєкторією, так і отримання статичних зображень. У механізмі візуалізації *Rapid RT* немає тонких налаштувань якості, але базові налаштування досить збалансовані для отримання потрібного результату.

У діалозі налаштувань і запуску рендерингу (рис.6.58) (*Current Preset*) можна вибрати чорнове прорахування *Low* (низьке) для попереднього оцінювання картинки перед тривалим прорахуванням), *Medium* (середній), кілька проміжних режимів або режим максимальної якості *Overnight Quality* («Ніч безперервно»), коли прорахування фотонів і побудова карт тіней прораховуватимуться тривалий час. Рівень реалізму і тривалість підготовки візуалізації обирають відповідно до вимог поставленого завдання. Якість зображення можна відрегулювати також вручну: налаштовують параметр *RENDER DURATION* (тривалість прорахування) і RENDER ACCURACY (акуратність прорахування).

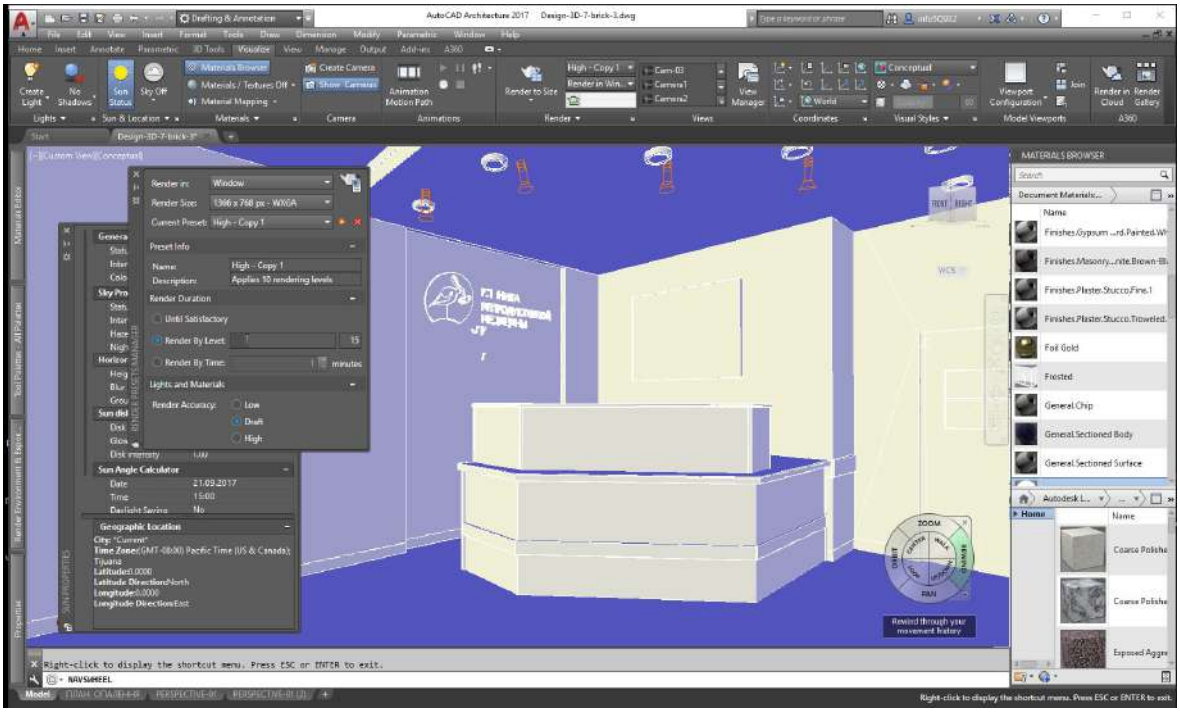


Рис.6.59. Підготовка тривимірної сцени до рендерингу



Рис.6.60. Результат роботи прискореного механізму візуалізації (з налаштуваннями *Render Accuracy – Draft, Levels* – 20) з подальшою обробкою зображення у програмі Adobe Photoshop





Рис.6.61. Рендеринг інтер’єрів офісу, отриманий засобами версії AutoCAD 2017

Приклад тривимірної сцени, готової для запуску рендерингу, подано на рис.6.59 (праворуч – діалог бібліотеки матеріалів, ліворуч – діалог настройки якості рендерингу), кінцевого результату візуалізації сцени – на рис.6.60.

Для отримання фотореалістичного зображення тривимірної сцени засобів візуалізації, вбудованих у програму AutoCAD, недостатньо. Зазвичай при роботі з інженерною графікою та архітектурними проєктами таке завдання не ставиться.

У разі потреби можна виконати експорт даних для подальшої роботи в програмі 3ds Max, при цьому підтримується експорт джерел світла і матеріалів.

6.12. Хмара точок

Великий набір точок, отриманих шляхом лазерним 3D-скануванням або іншими технологіями фізичних об’єктів (будівель, промислових підприємств, рельєфів поверхонь або об’єктів промислового виробництва), називають хмарою точок. Останні версії AutoCAD підтримують роботу з хмарами точок. Програма Autodesk ReCap перетворює необроблені дані у файли сканування (файли *RCS*) і файли проєкту (файли *RCP*), які можуть бути вставлені у креслення AutoCAD. Вставка точок у програму AutoCAD подібна до вставки зовнішніх посилань. Одиниці виміру хмари точок автоматично масштабуються на основі типу одиниць виміру в цільовому кресленні.

Застосування хмар точок дає змогу прискорити процес проєктування. Можна

регулювати продуктивність програми та усувати візуальні шуми, збільшуючи або зменшуючи кількість і розмір відображуваних точок. За допомогою стилізації кольору можна проаналізувати елементи в хмарі точок.

Для відображення необхідних частин хмари точок можна виконувати прямокутне, багатокутне або кругове підрізання. На основі сегментованої частини хмари точок можна вилучити геометрії кількох типів:

– лінію, яка відповідає крайці між двома виявленими плоскими сегментами у хмарі точок;
– точку на перетині між трьома виявленими плоскими сегментами у хмарі точок;
– осьову лінію виявленого циліндричного сегмента у хмарі точок;
– 2D-геометрію з розрізаної січною площиною сегментів хмари точок.

Редагують хмари точок стандартними операціями. Хмари точок можна вирізати, копіювати, вставляти, переносити, масштабувати, повертати і видаляти. Також можна змінювати загальні властивості, такі як колір і шар. Можна змінювати точку вставки, масштаб і кут повороту, блокувати і розблоковувати хмару точок, відображати або приховувати ділянки, які були підрізані, вибирати стилізації за кольором і колірні схеми.

6.13. Підтримка 3D-друку

З останніх нововведень у програмі AutoCAD важно зазначити можливість друку 3D-моделей через комерційні сервіси або за допомогою власних 3D-принтерів. Для цього у програмний пакет додано додатковий набір інструментів під назвою «*Print Studio*» (рис.6.62).

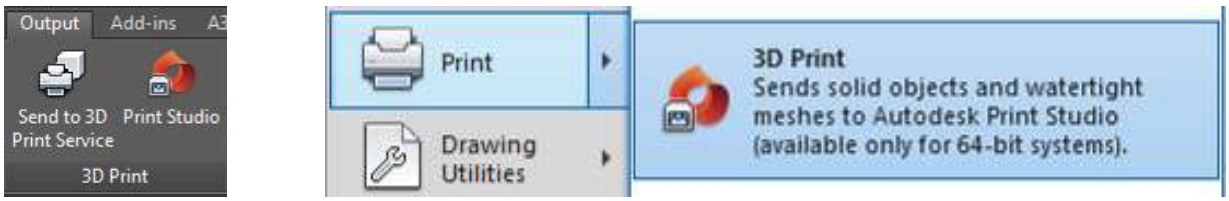


Рис.6.62. Набір інструментів «*Print Studio*»

Ця програма зручна у використанні і містить унікальний набір інструментів для генерації опорних структур. Цей набір розташований у безкоштовному додатку *Autodesk Meshmixer*. Програма дає змогу імпортувати 3D-моделі, здійснювати масштабування, обертання, копіювання, виправлення моделей перед 3D-друком.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Опишіть як організовано робочий простір програми AutoCAD?
2. Охарактеризуйте властивості графічних примітивів?
3. Які існують різновиди координат для побудов?
4. Якими є різновиди двовимірних примітивів та можливості їх редагування?
5. Як налаштувати параметри розмірного стилю, виконати команди нанесення розмірів.
6. Які різновиди тривимірних об’єктів моделює програма AutoCAD?
7. З яких етапів складається створення візуалізацій тривимірних сцен?

Список використаних джерел

1. Графічна система AutoCAD. Основи інженерно-будівельного креслення, моделювання та анімації (преставлено основи роботи в середовищі однієї з найпоширеніших у світовій інженерній практиці графічних систем AutoCAD. Режим доступу: https://rozetka.com.ua ›.
2. AutoCAD, AutoCAD Civil Книги. Режим доступу: https://booksit.com.ua › sistemi-proektuvannya-cadcam
3. AutoCAD 2023 for the Interior Designer. AutoCAD for Mac and PC. Режим доступу: https://profbook.com.ua/AutoCAD-for-the-Building-Environment.html

АВТОРИ РОЗДІЛУ 7 – 3D--STUDIO MAX



Суліменко Анна Геннадіївна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі КНУБА. У 1993 році закінчила архітектурний факультет Київського інженерно-будівельного інституту. В 2002 році захистила кандидатську дисертацію за темою «Автоматизована побудова викройок оббивки м'яких меблів».



Суліменко Степан Юрійович

Асистент кафедри інформаційних технологій в архітектурі КНУБА. У 2010 році закінчив будівельний факультет КНУБА. працює на кафедрі ІТА з 2017 року, пише дисертаційну роботу на тему «Лінія обрису поверхонь обертання в 3D-моделюванні об'єктів дизайну, автор 12 статей.

Розділ 7. 3D-STUDIO MAX

7.1. Функція та призначення програми

В нашу епоху бурхливого розвитку інформаційних і мультимедійних технологій практично в будь-якої людини є чітко сформоване уявлення про такі поняття, як тривимірне зображення, 3D-графіка, тривимірне моделювання. Цей процес, безумовно, ініційований надшвидким розвитком кіно- та ігрової індустрії, в яких широко використовуються реалістичні 3D-спецефекти. Ми стикаємося з ними в улюблених фільмах на екранах телевізорів, в кінотеатрах та в інтернет-просторі. Також комп'ютерні ігри останнього покоління вражають своєю красою та правдоподібністю.

Тут варто зазначити, що сфера кіно та ігрової індустрії – це далеко не єдині галузі застосування реалістичної тривимірної графіки. Невід'ємною складовою таких напрямів як архітектура та дизайн стало тривимірне моделювання та візуалізація. На даному етапі розвитку існує безліч програм 3D--моделювання. Даний розділ присвячений лише одному програмному продукту з цієї когорти, а саме 3D-Studio Max. Але перш ніж перейти безпосередньо до розгляду даного середовища, необхідно звернути увагу на те, що створення повноцінної тривимірної сцени (незалежно від вибору програмного продукту) виконується за загальним алгоритмом, який включає такі етапи, як: створення геометричної моделі; налаштування параметрів освітлення; робота з матеріалами; візуалізація сцени. І треба зауважити, що 3D-Studio Max блискуче справляється з усіма цими задачами.

Пакет 3D-Studio Max – ефективне рішення для 3D-моделювання, анімації та рендерингу, який застосовується в сфері комп'ютерних ігор, кіно, телебачення та цифрового друку, тобто це універсальний та високопрофесійний програмний пакет, створений компанією Autodesk для повноцінної роботи з 3D--графікою, який містить потужний інструментарій не тільки для створення тривимірних моделей будь-якої складності, але й для формування якісної анімації. Стандартний пакет містить також доволі потужну підсистему візуалізації Scanline та вбудований модуль Mental Ray, що допомагає отримувати якісні фотореалістичні зображення.

Сумісність з потужними програмами для візуалізації, такими як V-Ray, Corona, Arnold та ін. дає змогу отримувати фотореалістичні зображення високої якості. 3D-Max з успіхом сприяє реалізації на практиці всіх етапів створення тривимірної моделі, такі як отримання геометричної моделі, налаштування параметрів освітлення сцени, робота з матеріалами та безпосередньо візуалізація сцени. Програма має дружній до користувача та зрозумілий на інтуїтивному рівні інтерфейс, бібліотеки готових моделей і матеріалів та ін.

7.2. Історія виникнення та автори програми

Історія виникнення 3D-s max бере свій початок у 1986 році, коли компанія Autodesk вирішила займатися розробкою пакета комп'ютерної анімації AutoFix, основними розробниками якого були засновник Autodesk Джон Волкер (John Walker) та Джеймі Клей (Jamie Clay). Пізніше, у 1988 році, за ініціативою директора з нових проєктів Autodesk Еріка Лайонса (Eric Lyons) до роботи над проєктом було залучено Гері Йоста (Gary Yost), під керівництвом якого створено Yost Group, яка саме і вважається розробником Autodesk 3D-Studio.

У 1990 році група представила перший реліз програми (під DOS). Програма мала назву 3D--Studio DOS та проіснувала під цією назвою до 1994 року. За цей період створено чотири версії продукту (1990, 1992, 1993 та 1994 року випуску). В 1996 році пакет був переписаний під операційну систему MS Windows та отримав ім'я 3D-Studio Max. У новій версії були суттєво доопрацьовані редактор матеріалів та анімаційний інструментарій. Розробники програми забезпечили зручну та гнучку структуру програми за рахунок використання об'єктно зорієнтованого підходу, з детальнішим описом якого можна ознайомитись в п. 7.5. Саме з цього моменту будь-яку функцію стало можливо виконати за допомогою модуля, який підключається і створений незалежними розробниками. Особливе місце в контексті використання цієї функції належить підсистемам візуалізації, що значно перевищують стандартні рішення 3D--Studio Max. Отже, вбудована в 3D-Studio Max мова програмування C++ дала можливість створювати додаткові модулі, які можна з успіхом використовувати при роботі з програмою.

Наступний реліз програми побачив світ у 1997 році. Він отримав ім'я 3D-Studio Max R2. Ця версія програми, порівняно із попередніми, містила більш ніж 1000 нових можливостей та удосконалень. Найвагоміші з них – це реалізація методу трасування променів, що забезпечує можливість імітації дзеркальних і прозорих поверхонь, додавання інструментів NURBS-моделювання, підтримка OpenGL, застосування maxscript в ролі вбудованої мови програмування. У версії від 1999 року був удосконалений інтерфейс програми, з'явилися нові можливості розподілу часток, збільшено кількість і якість візуальних ефектів за рахунок удосконалення методу трасування променів.

У 2000 році зміна розробників призводить до зміни назви програми. З 2000 по 2004 були представлені продукти Discreet 3D--Studio Max 4 – Discreet 3D-Studio Max 7, в яких з'явилися нові інструменти анімації та моделювання, модифікаторів, удосконалення редактора матеріалів, та взагалі усебічний розвиток програми.

В Autodesk 3D--Studio Max 8, Autodesk 3D-Studio Max 9, які з'явилися в 2005, 2006 роках та Autodesk 3D- Studio Max 2008 (2007 рік) велика увага приділяється розробці спеціалізованих функцій, які допомагають реалізовувати об'єкти, описані доволі складними математичними моделями. Одним із таких рішень стає плагін для створення волосся, можливість текстурувати органічні об'єкти. Також в програмі продовжують удосконалюватися інструменти роботи з анімацією.

В наступних версіях програми – Autodesk 3D- Studio Max 2009/Autodesk 3D-Studio Max Design 2009 (2008 рік), Autodesk 3D- Studio Max 2010/Autodesk 3D-studio max Design 2010 (2009 рік) –виникає диференціація на версії для архітекторів і дизайнерів та версію для розробників ігор та інших проєктів сфери розваг. Розбіжності між цими версіями можна помітити в настройках інтерфейсу, а також до складу пакету для спеціалістів з графіки включений комплект для розробки програмного забезпечення Software Development Kit (SDK).

Autodesk 3D- Studio Max 2010/Autodesk 3D-studio max Design 2010 відрізняються від попередніх версій гамою інтерфейсу. Цю гаму збережено і по цей час, коли на ринку

представлені наступні версії програм, які виходили кожен рік з 2012 по 2018. Більш досконалими стають команди для управління відображенням об'єктів, з'являються нові елементи інтерфейсу, такі як панель доступу до інструментів моделювання, набір інструментів для роботи зі звуком. Також програма доповнена зручною системою підказок, які спливають, удосконаленими та новими модифікаторами. Зручнішою стає інтеграція файлів програми з іншими додатками. Працюючи в одній з останніх версій 3D-Studio Max, можна відчути на собі всі переваги тривимірного моделювання та переконатися в тому, що 3D-Studio Max є повноцінним професійним пакетом 3D--моделювання із грамотно продуманим інтерфейсом та широкими можливостями для реалізації будь-якого творчого задуму. Ці можливості забезпечуються гнучким інструментарієм для створення тривимірної моделі та подальшої роботи з нею. Саме про них йтиметься в наступному розділі.

7.3. Основні особливості 3D-Studio Max

Якщо мовиться про найпоширеніші та доступні можливості, запропоновані розробниками програми для створення власної тривимірної моделі то, насамперед, треба звернути увагу на велику бібліотеку тривимірних об'єктів. До них належать як стандартні, так і розширені примітиви. Побудова простих геометричних форм займає лічені секунди. Необхідно лише обрати необхідну модель та ввести її параметри (такі як довжина, ширина, висота, радіус – залежно від типу створюваного об'єкта). Також у програмі представлені інструменти для роботи зі сплайнами, котрі допомагають здійснювати моделювання на їхній основі. Створення та редагування сплайнів дуже зручне завдяки дружньому інтерфейсу програми.

Неймовірно зручною є робота з командами полігонального моделювання, а також з інструментарієм для створення поверхонь Без'є. Можливість редагування сітчастих поверхонь на різних рівнях редагування, (це можуть бути вершини, сегменти і т.ін.) полегшує роботу зі складними поверхнями та дає змогу домогтися максимальної наочності в ознайомленні з ними.

Велика кількість модифікаторів із параметрами, які легко задаються, для роботи із геометрією моделі, допоможуть втілити в реальність найсміливіші ідеї. Для створення та налаштування властивостей матеріалів служить простий і зручний у використанні модуль Material Editor (Редактор Матеріалів). Створення дзеркальних, металевих, прозорих поверхонь стає легким завданням при роботі з ним.

Схожість із об'єктами із реального світу при створенні фотореалістичних зображень досягається в процесі візуалізації. Є можливість використовувати як власні візуалізатори 3D-Max, що є менш досконалими, до них належать Scanline та Mental Ray, так і сторонні потужні візуалізатори, створені іншими розробниками. Так, із 3D-Studio Max, як це було вже зазначено вище, прекрасно працюють такі візуалізатори як V-Ray, Corona, Arnold.

Не перший, і напевно не останній раз у розділі, присвяченому програмі 3D--Studio Max потрібно відзначити дуже вдалий і дружній інтерфейс програми. На робочій панелі розміщено мінімальну кількість необхідних у роботі та інтуїтивно зрозумілих кнопок, для роботи з якими можна користуватися не тільки мишею, а й графічним планшетом. Від релізу до релізу вдосконалюються функціональні можливості програми, які допомагають чимраз із меншими витратами сил і часу, але з високою якістю втілювати найсміливіші ідеї. Розширюються стандартні бібліотеки. Функції полігонального моделювання, операції для створення складних об'єктів, точні засоби двовимірного моделювання, велика кількість модифікаторів для роботи з геометрією моделі, широкі можливості творчої роботи з текстурами роблять роботу в 3D-Studio Max найефективнім.

Велика увага приділяється розвитку інструментарію для створення анімації. Анімація за ключовими кадрами, процедурна анімація, обмежена анімація. Це неповний список усіх можливих способів змусити об'єкти рухатися. В арсеналі програми є можливості управління скелетною деформацією, формування поведінкової моделі натовпу, для реалізації анімації одночасно сотень об'єктів.

Можна також із впевненістю стверджувати, що останні версії програми містять абсолютно всі необхідні для роботи модифікатори. До них належать модифікатори вибору,

сіток, полігонів, оптимізації поверхонь та багато інших. А якщо враховувати, що застосування кожного модифікатора зумовлює встановлення деякої кількості користувацьких параметрів, стає ясно, що роботу в 3D--Studio Max можна порівняти зі справжньою творчістю, яка відкриває перед користувачем необмежену кількість можливостей для реалізації його задумок.

Також у програмі містяться модулі для роботи з системами часток, такими як сніг, бризки. В основу управління їхніми характеристиками та динамікою покладені реальні фізичні закони. Саме середовище програми 3D--Studio Max допомагає не тільки моделювати персонажів, але й створювати дуже реалістичні предмети одягу. Причому, окрім створення та дизайну одягу, спеціальні вбудовані модулі дозволяють створювати також анімацію будь-яких об'єктів одягу, відтворюючі при цьому різноманітні візуальні ефекти – від утворення складок та деформацій на згинах до ефекту мокрого або брудного одягу або різноманітних пошкоджень. Також програма має модифікатори для імітації волосяного та хутряного покриття. У програмі наявні можливості створення ефектів стрижки та розчісування, рухи відповідно із заданими параметрами жорсткості, вогкості та іншими фізичними параметрами. Крім того, кожну сцену при анімації можуть супроводжувати звукові ефекти. Через це програма підтримує різні звукові формати.

3D--Studio Max дає можливість отримувати зображення високої якості. Це досягається за допомогою різних засобів, зокрема завдяки методу трасування променів, про який вже було сказано і який допомагає створювати реалістичне відображення та заломлення променів. Можливо створення в програмі атмосферних ефектів, таких як, наприклад туман, вогонь, ефекти природного освітлення та можливості відтворення фотореалістичного освітлення.

Можна зробити висновок, що пакет тривимірного моделювання 3D-Max, який успішно почав свій розвиток з 90-х років минулого сторіччя, вже досягнув певної планки досконалості та популярність його використання в індустрії кіно, телебачення та комп'ютерних ігор лише підтверджують це.

Вражаючі 3D-спецефекти, що ми можемо побачити на екранах телевізорів, неймовірно реалістична віртуальна реальність тривимірних комп'ютерних світів, численні високоякісні архітектурні та дизайнерські проєкти, реалізовані за допомогою пакету 3D-Max, посіли своє гідне місце в нашому житті. При всьому цьому можливості програми продовжують активно розвиватися та далі актуальним стає підготування грамотних спеціалістів в цій галузі.

7.4. Формати збереження тривимірних моделей

Програма 3D-Studio Max зберігає свої сцени у власному унікальному форматі, файли якого мають розширення max. Між max-форматами різних версій існують певні відмінності, тому файли збережені у раннішніх версіях, необхідно перетворювати на формат поточної версії. При відкритті файлу більш ранньої версії це відбувається автоматично.

Стандартом для обміну креслень на ПК є формат DFX (DWG) – формат обміну даними. Насамперед формат пов'язаний із програмою AutoCAD. DFX-файли є звичайними текстовими файлами в коді ASCII. Вони можуть легко перетворюватись на формати інших систем автоматизованого проєктування або передаватися в інші програми для спеціальної обробки.

Останнім часом чим більше програм підтримують такі стандарти, як IGES – вихідний стандарт обміну графікою. Для переносу NURBS-моделей найкраще використовувати саме цей формат.

VRML-формат – мова моделювання віртуальної реальності, допомагає визначати тривимірні сцени для перегляду їх в мережі Інтернет. Це відкритий формат, який є міжнародним стандартом.

Формат AI – формат Adobe Illustrator. Він є векторним форматом та застосовується, здебільшого, для імпорту двовимірних рисунків, наприклад, ліній побудови та маршрутів для анімації.

Імпортування геометричних об'єктів у різноманітних форматах в 3D-Studio Max виконується за допомогою команди File/Import в головному меню програми. Далі, залежно від обраного формату, відкриваються діалогові вікна Import Settings (Параметри імпортування).

Експортування геометричних об'єктів в різноманітних форматах в 3D-Studio Max виконується за допомогою команди File/Export.

7.5. Об’єктно-орієнтована поведінка та поняття об’єкта в 3D-Studio Max

Основні поняття та методи, за допомогою яких 3D-Studio Max керує об’єктами та даними в сцені суттєво відрізняються від інших програм тривимірного моделювання і візуалізації. Саме тому для найпродуктивнішої роботи з 3D-Studio Max необхідно з’ясувати для себе кілька важливих питань:

3D-Studio Max є об’єктно зорієнтованою програмою. Все, що створюється в межах програми, є об’єктами. Це стосується всієї геометрії, форм, камер, модифікаторів та контролерів, елементів світла та ін. Саме тому поняття об’єкта є ключовим поняттям для цієї програми. Для багатьох об’єктів передбачена можливість керування на рівні підпорядкованих об’єктів. На рис.7.1 наведено приклад впливу на підпорядкований об’єкт Vertex (Вершина) об’єкту Box, який був переведений у редагований стан Editable Poly.

Коли кажуть, що 3D-Studio Max є об’єктно зорієнтованою програмою, мають на увазі, що об’єкти переміщують із собою інформацію про те, які функції можна виконувати щодо них, та що є дійсною поведінкою кожного з об’єктів. Ця інформація впливає на те, як виглядає інтерфейс програми, коли ми працюємо з різними об’єктами. Активними є тільки ті операції, які є дійсними до обраного об’єкта.

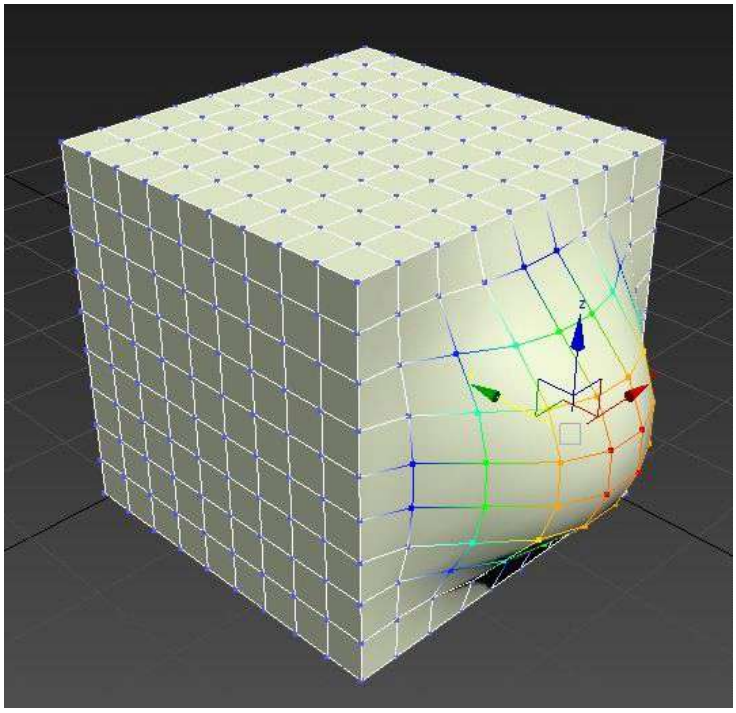


Рис.7.1. Приклад впливу на підпорядкований об’єкт Vertex (Вершина) об’єкта Box, який був переведений у редагований стан Editable Poly.

На рис.7.2а видно, що при приєднанні до сплайнової форми іншої сплайнової форми за допомогою функції Attach курсор змінює форму та, відповідно, відбувається приєднання. При наведенні курсора на геометричний об’єкт, в даному разі це сфера, курсор не змінює форми та приєднання не відбувається. На рис.7.2б показана дія модифікатора Cross Section на сплайнову форму. На рис.7.2в видно, що при роботі з геометричними об’єктами даний модифікатор не застосовується і тому не є активним.

В усіх цих випадках 3D-Studio Max запрошує об’єкти для визначення виборів та операцій, які є дійсними для поточного стану програми. Після цього 3D-Studio Max надає тільки дійсні варіанти вибору. Такий підхід значно прискорює роботу в програмі та є, безумовно, зручним для користувача.

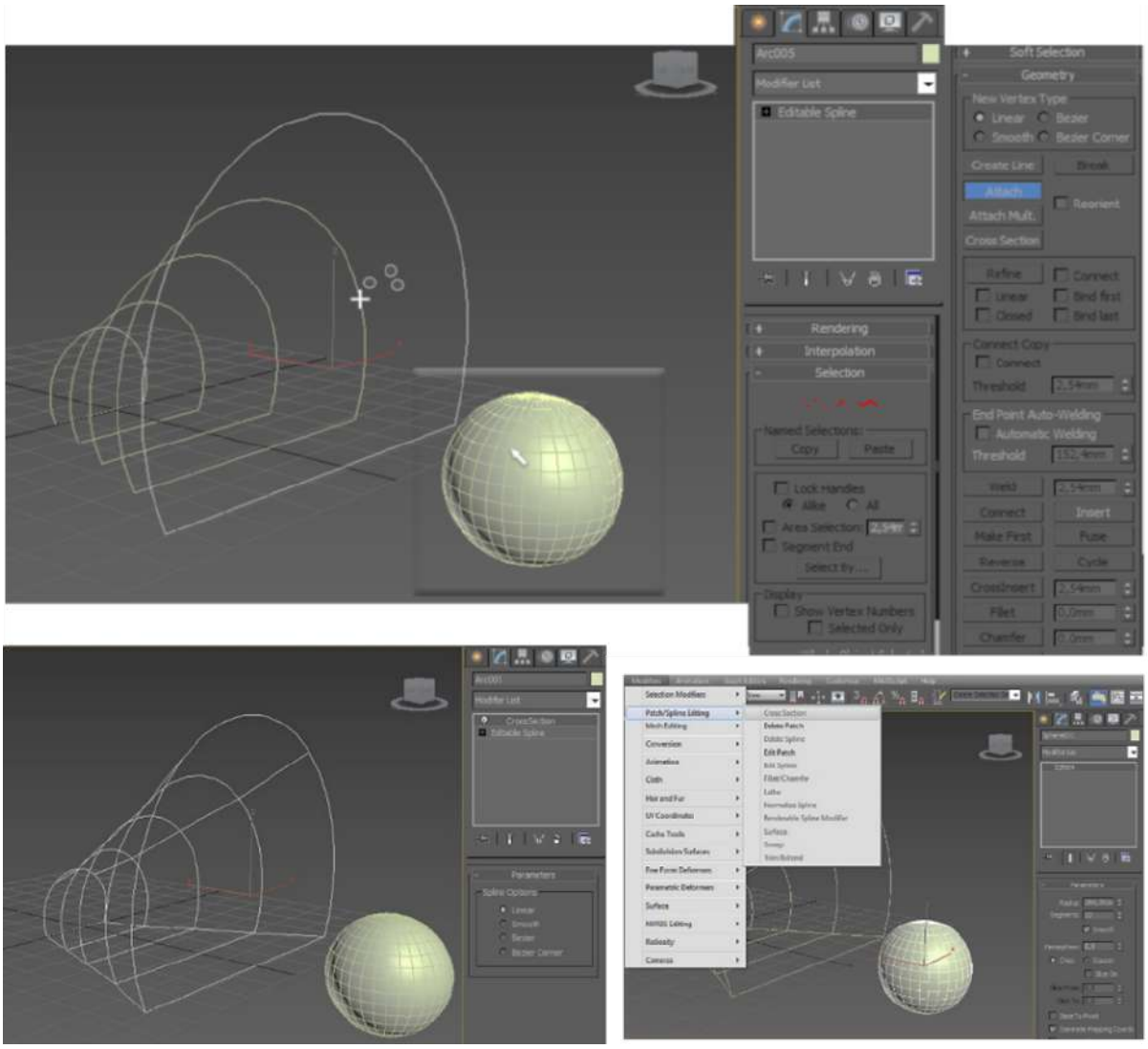
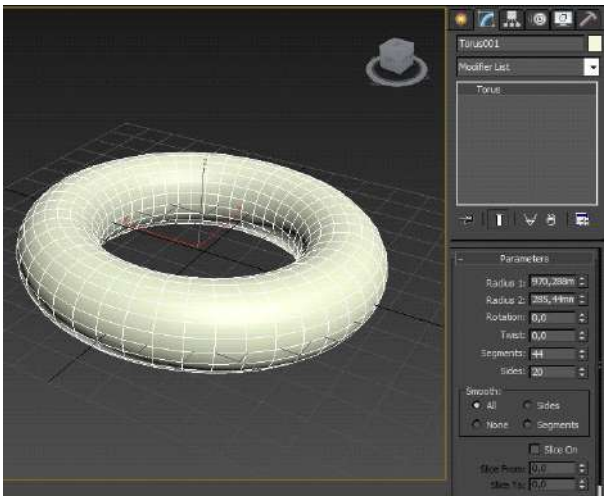


Рис.7.2. (а, б, в). Приклади об’єктно зорієнтованої поведінки 3D-S MAX

7.6. Параметричні об’єкти



Більшість об’єктів в 3D-Studio Max є формою **параметричного об’єкта**. Параметричний об’єкт визначається сукупністю установок або параметрів, а не прямим описом його форми. Наприклад, параметричне визначення тору зберігається у вигляді двох радіусів та кількості сегментів в різних напрямах (рис.7.3). Ці параметри можна змінювати, а також робити анімаційні ролики, які будуть записувати параметричні зміни.

Параметричний об’єкт забезпечує важливі операції моделювання та анімації. В загальному вигляді, чим довше ми зберігаємо параметричний стан об’єкта, який ми створюємо, тим більше можливостей для коректного формоутворення ми отримуємо. Ряд операцій в 3D-S MAX перетворює параметричний об’єкт у непараметричний, або явний об’єкт. Застосовувати ці операції варто тільки в тому разі, якщо користувач упевнений, що йому більше не доведеться змінювати об’єкт, який створюється за допомогою параметрів. До таких операцій належать операції пов’язані з переведенням об’єкта до будь-якого з редагованих станів, приєднання об’єкта до іншого, який вже є редагованим;

руйнування модифікатору, або групи модифікаторів, які були застосовані до об’єкта; експортування об’єктів в інший файловий формат.

7.7. Складені об’єкти

На вкладці Create панелі команд є можливість об’єднання одного, або кількох об’єктів з метою створення нового параметричного об’єкта, який є складеним. Його особливість в тому, що він зберігає інформацію про параметри тих об’єктів, з яких сам утворений. На рисунку 3 представлений результат створення складеного об’єкта за допомогою операції Boolean. Цей об’єкт утворився в результаті віднімання паралелепіпеда від сфери. Як ми бачимо, результатом цієї операції є проріз, який утворився в сфері, та параметри цього прорізу збігаються з параметрами паралелепіпеда в тій його частині, яка для сфери та паралелепіпеда є спільною. Як видно з рисунка, незважаючи на те, що паралелепіпед більше не візуалізується в сцені, його параметри все ще доступні для редагування та ми скористалися цими властивостями, щоб збільшити розмір прорізу. За необхідності, так само ми можемо впливати і на параметри сфери. В результаті створення складених об’єктів ми можемо працювати як з параметрами форми їх складових частин, так і з параметрами їх положення.

До складених об’єктів належать розглянуті вище бульові об’єкти (Boolean), об’єкти, що отримані в результаті морфінгу (Morph) та лофтінгу (Loft).

За допомогою лофтінгу створюються тривимірні об’єкти, в яких опорні перерізи форм переміщуються вдовж деякої направляючої. У цьому разі, за допомогою лофтінгу розставляються форми вздовж сплайна. При появі нових форм, на їх основі будується лофтінгова поверхня, або оболонка, яка підлаштовується під обриси кожної форми.

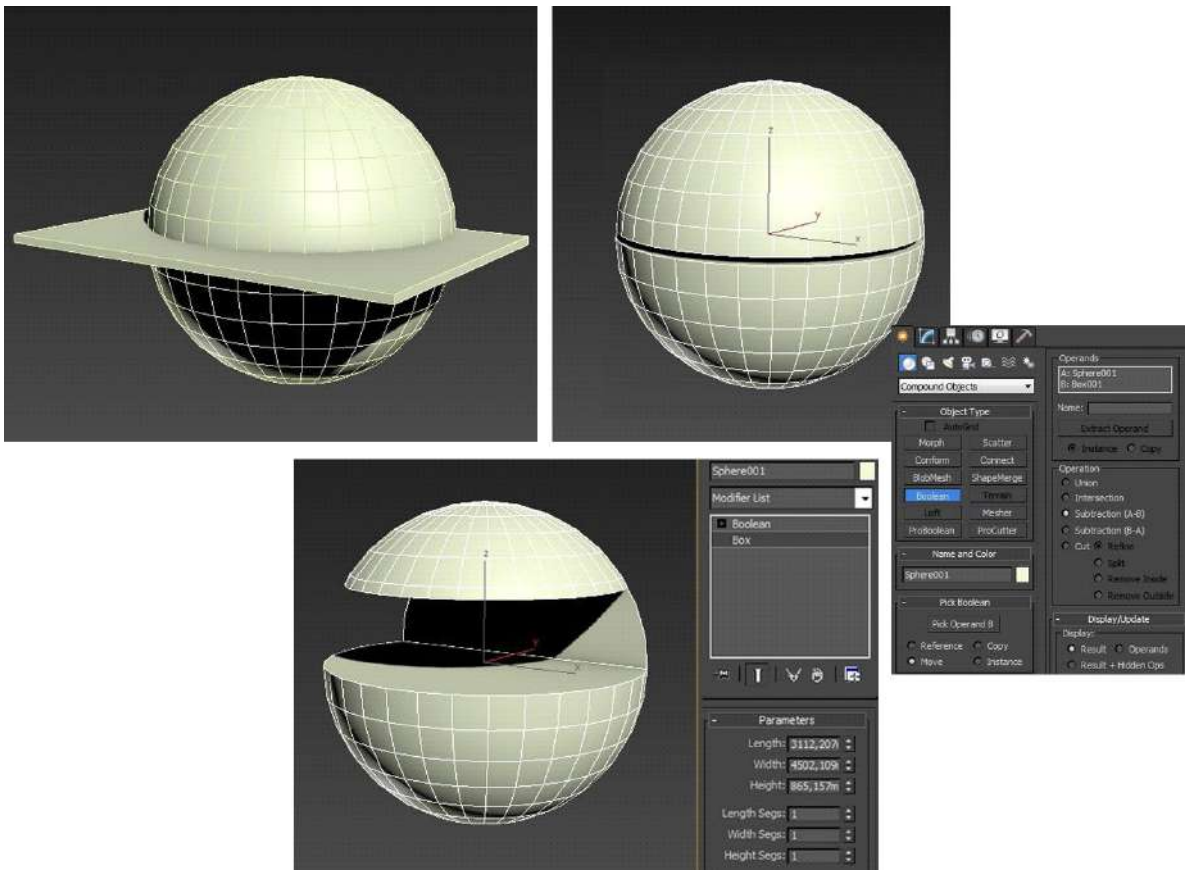


Рис.7.3. Приклад створення складених об’єктів за допомогою операції Boolean

Тривимірний морфінг (morphing) – це метод анімації, коли деякий об’єкт, що називаєьтся затравочним (seed object), змінює свою форму згідно з тим, як виглядають обєкти цілі (target). Цей метод здебільшого використовується в анімації.

7.8. Підпорядковані об’єкти

Термін підпорядкований об’єкт, або «підоб’єкт» належить до складових об’єкта, які можна обирати та за їхньою допомогою впливати безпосередньо на сам об’єкт. Наприклад, за допомогою модифікатора Edit Poly (редаговані полігони), можна маніпулювати такими підоб’єктами, як вершина об’єкта (Vertex), ребро (Edge), межа (Border), полігон (Poligon). Їх можна переміщувати, повертати, масштабувати, руйнувати та ін. В результаті впливу на ці підпорядковані об’єкти змінюється форма самого об’єкта.

Прикладами підпорядкованих об’єктів в 3D-Studio Max є вершини, сегменти та сплайни об’єктів форм, вершини, ребра та грані каркасних об’єктів, вершини ребра та грані патчових об’єктів, форми та шляхи лофтінгових об’єктів, операнди бульових об’єктів, цілі морф-об’єктів, гізмо та центри модифікаторів, ключі траєкторій руху.

7.9. Потокова схема об’єкту (Object Dataflow)

При роботі з 3D-Studio Max насамперед створюються об’єкти сцени, після чого, при потребі, виконується анімація і візуалізація. При побудові об’єкта сцени, здійснюється процес, який визначає, як параметри основного об’єкта модифікуються, трансформуються, спотворюються в просторі, як йому призначаються властивості і як він остаточно буде відображуватися в сцені. Цей процес називається потоковою схемою об’єкта і його розуміння критичне для розуміння поведінки об’єктів в 3D-Studio Max. Принцип дії схеми показано на рис.7.4.

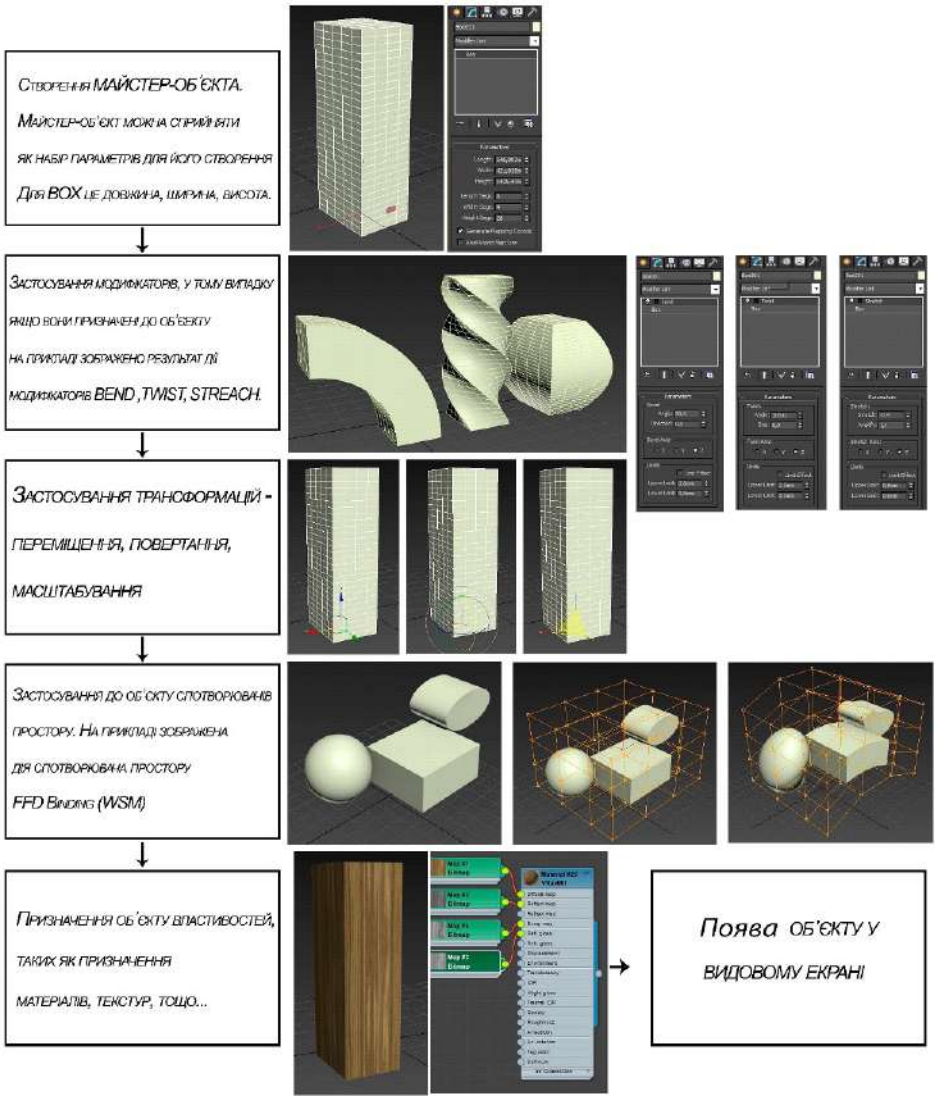


Рис.7.4. Потокова схема об’єкта

7.10. Принципи змінення об’єкту

Для коректної поведінки об’єкта під час його змінення необхідно враховувати послідовність, яка визначена потоковою схемою. Порушення принципу послідовності може привести до небажаних результатів. На рис.7.5 подано приклад того, як зміна послідовності в потоковій схемі об’єкту впливає на кінцевий результат. На прикладі показано два паралелепіпеди, до яких був застосований модифікатор вигину Bend. Перш ніж застосувати модифікатор до паралелепіпеда розміщеного ближче до глядача, йому було змінено параметр висоти, що збігається з потоковою схемою. До паралелепіпеда позаду спочатку була використана трансформація масштабування вздовж осі Z, а потім застосований модифікатор вигину з тими ж самими параметрами, що і в першому випадку. Але результат ми отримали зовсім різний, завдяки тому, що потокова схема об’єкта в другому разі була порушена.

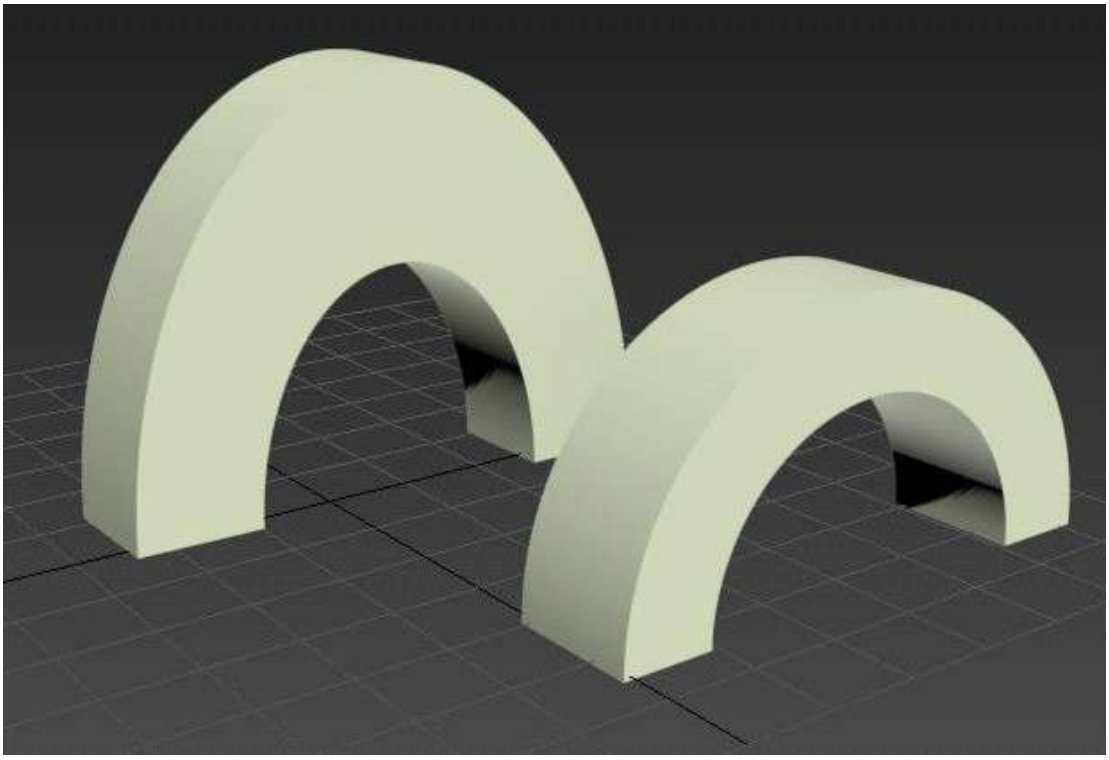


Рис.7.5. Результати застосування модифікатора Bend до примітивів

Тобто доречним при роботі з програмою буде зміна параметрів об’єкта в усіх випадках, коли необхідно зробити зміни при моделюванні, або зміни, які буде отримувати будь-який модифікатор. Трансформації об’єкту доречно застосовувати на остаточному етапі роботи з ним, крім випадків, коли ці трансформації не є такими, що впливають на розташування об’єкта в сцені.

Модифікування застосовується за необхідності явно змінити структуру об’єкта та отримати можливість максимального керування змінами. До багатьох можливостей моделювання та анімації в програмі доступ здійснюється за допомогою модифікаторів та їх організації в стеку модифікаторів. Параметри об’єкта та його трансформації впливають на весь об’єкт тільки на початку і в кінці його потокової схеми. Модифікатори можна використовувати для впливу на будь-яку частину об’єкта. Також їх можна застосовувати для взаємодії з іншими модифікаторами стека в межах одного об’єкта.

На рис.7.6 наведено приклад застосування до двох циліндрів з однаковими параметрами модифікаторів Bend та Stretch. Ми можемо бачити, що на лівому та правому зображеннях ми отримали зовсім різні результати. Цю різницю зумовлено послідовністю накладання модифікаторів на об’єкти. Отже, оскільки результат дії модифікаторів безпосередньо залежить від послідовності їх застосування, при роботі з програмою дуже важлива необхідність планування власної стратегії моделювання.

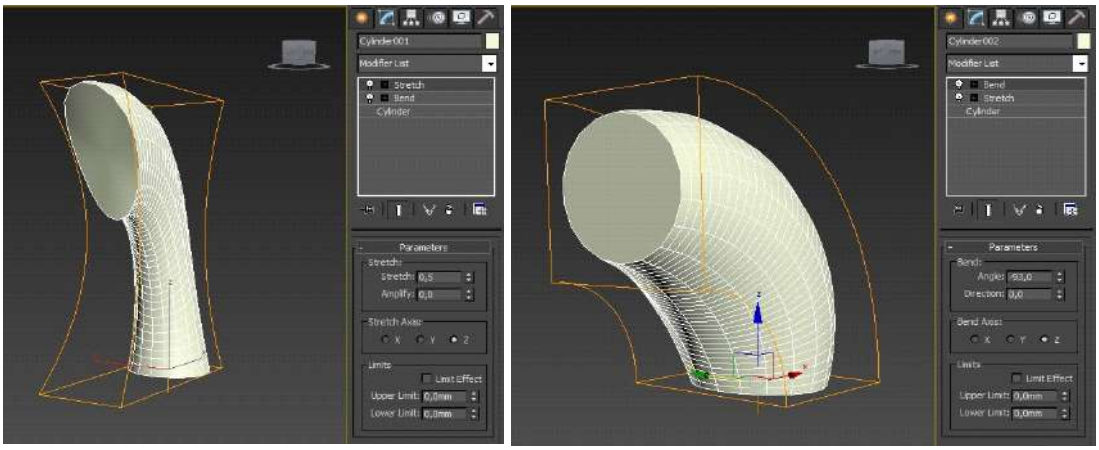


Рис.7.6. Застосування модифікаторів до об’єктів у різній послідовності

Для полегшення роботи в системі існують можливості застосування трансформацій за допомогою модифікаторів. Наприклад, модифікатори групи Edit забезпечують доступ до підоб’єктів об’єктів різних типів, що забезпечує можливість їх редагування при збереженні параметричного стану. Також значна кількість модифікаторів містять власні підпорядковані об’єкти, які називаються Gizmo та Center. Ще однією можливістю є використання спеціального модифікатора XForm. Даний модифікатор не має ніякого іншого ефекту, крім того, що забезпечує гізмо, який можна застосовувати для трансформування об’єктів та підоб’єктів усередині стека модифікаторів.

7.11. Принципи клонування об’єктів

Клонування можна застосовувати практично до всього наявного у 3D-S MAX. Клон є терміном загального призначення, який використовується для створення копії (Copy), екземпляра (Instance) або посилання (Reference). Більшість об’єктів, наприклад, геометричні об’єкти, модифікатори та контролери, можна скопіювати та створити їх екземпляри. В програмі є можливість створювати посилання об’єктів сцени, подібних до камер, джерел світла та геометрії. При клонуванні об’єктів у програмі дуже важливе розуміння того, за яким типом відбувається процес створення клонів. При копіюванні об’єктів (Copy) первинний об’єкт та його копія залишаються незалежними. На відміну від копій, екземпляри (Instance), описують метод використання одного об’єкта у кількох місцях. В рамках 3D-Studio Max можна створювати екземпляри практично будь-чого. Поодинокий об’єкт, контролер або модифікатор можна використовувати в сцені для розв’язання значної кількості задач. Що стосується посилань (Reference), то вони доступні лише для об’єктів сцени. Посилання переглядають параметри майстер-об’єкта та обрану кількість модифікаторів перед тим, як потокова схема розщеплюється, утворюючи два об’єкти, кожен з яких містить свій власний набір унікальних модифікаторів. Посилання можна застосовувати для побудови родини аналогічних об’єктів, які спільно використовують однакове базове визначення, але кожен з них має власні унікальні характеристики.

7.12. Поняття ієрархії. Ієрархія сцени

Практично все в 3D- Studio Max організовано в ієрархію. Всі ієрархії в програмі підпорядковані одним і тим же принципам. Більш високі рівні в ієрархії являють собою загальну інформацію та є рівнями найбільшого впливу. Нижчі рівні являють собою детальну інформацію та є рівнями меншого впливу.

Як бачимо з рис.7.7, структуру ієрархій дуже добре відображає Track View (Перегляд треків). Найвищим рівнем ієрархії завжди є World (Світ). Можна зробити глобальні зміни в усьому розміщеному в сцені, змінивши стежку World в Track View. Рівень, який безпосередньо розташовується за World, зберігає п’ять категорій, які організують всі об’єкти в сцені. Цими категоріями є Sound (Звук), Environment (Оточення), Material Editor (Редактор матеріалів), Scene Materials (Матеріали сцени) Objects (Об’єкти). Безліч рівнів, які розміщені нижче п’яти категорій, зберігають деталі всього, що є у сцені.

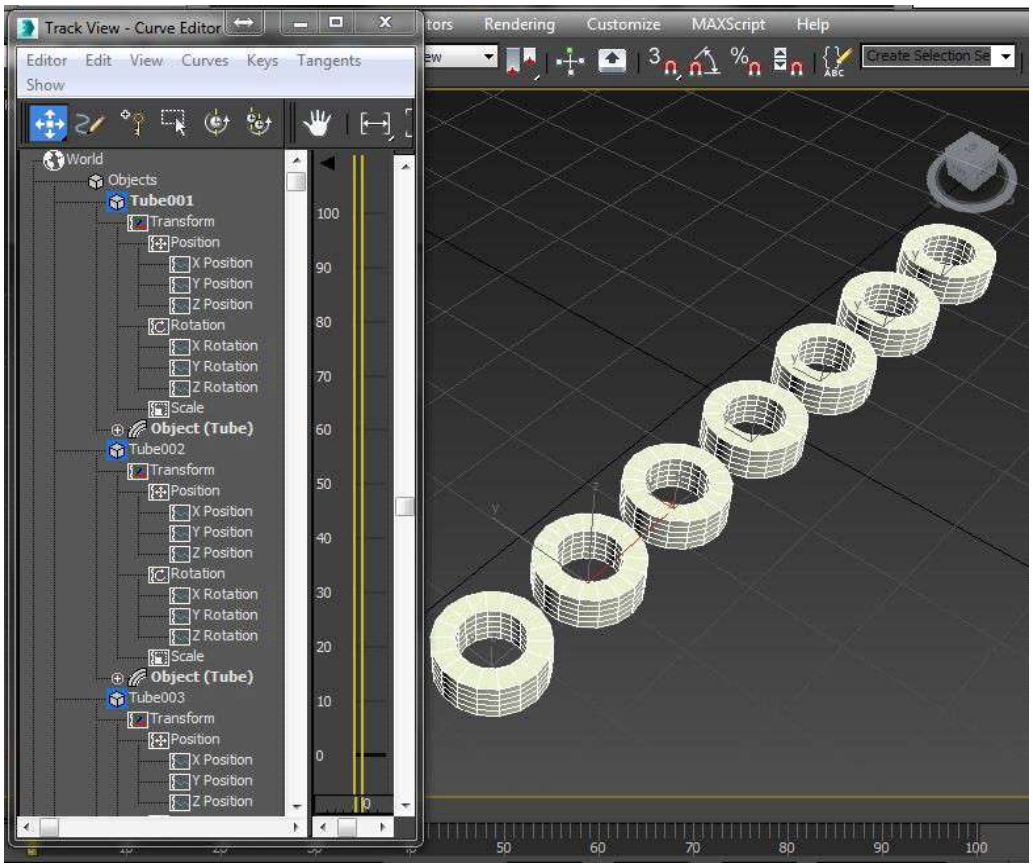


Рис.7.7. Приклад відображення структури ієрархій у сцені

7.13. Принципи анімації в 3D-S MAX

Анімація – це процес створення безлічі зображень, демонстрації змін об'єкта в часі та відтворення цих зображень з такою швидкістю, що вони зливаються в плавний рух. Для традиційної анімації необхідно зробити малюнок кожної дії, а потім сфотографувати його як один кадр для майбутнього відтворення. В системі 3D-Studio Max анімація відтворюєтеся в реальному часі, тобто розробляється віртуальний світ, у якому дії визначаються та відбуваються в реальному часі. Але перед переходом безпосередньо до візуалізації, необхідно прийняти рішення про поділ часу між кадрами.

Система вимірювання часу в 3D-Studio Max базується на інтервалах часу. Кожен інтервал триває 1/4800 секунди. І все, над чим виконується анімація в програмі зберігається в реальному часі з точністю до 1/4800 секунди. При створенні анімації необхідно обрати, як повинен відображатись час при роботі і як він поділиться по кадрах під час візуалізації. Метод відображення часу та частота кадрів візуалізації визначається в діалозі Time Configuration (Конфігурація часу).

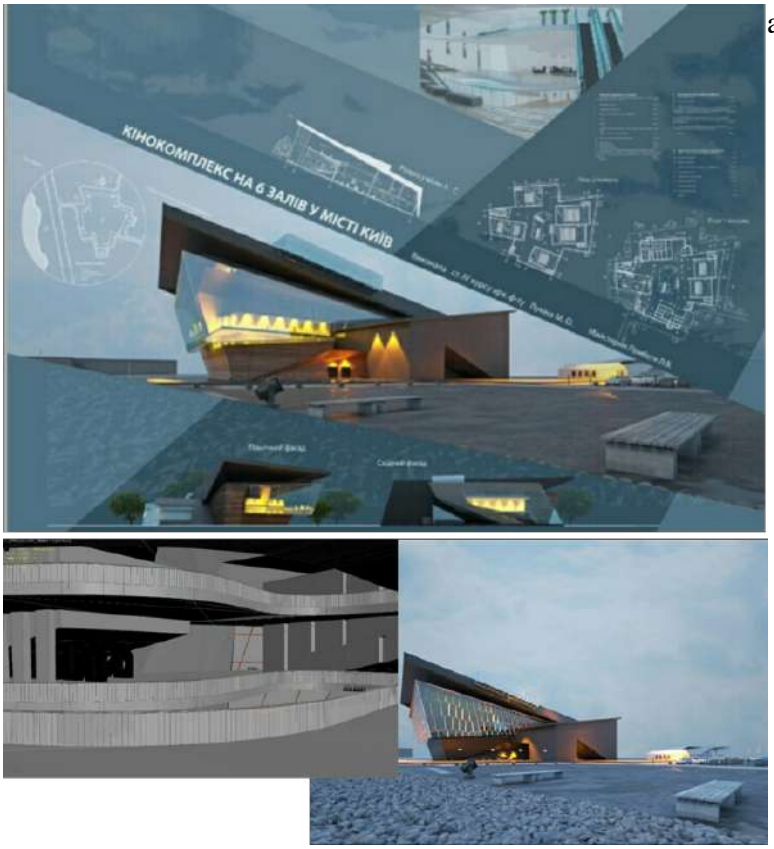
В традиційній анімації використовується метод створення ключових кадрів. Створення ключових кадрів це те, що в стандартній анімації робить аніматор, коли створює найважливіші кадри анімаційної послідовності (ключі), після чого можна завершити роботу над кадрами, які містяться між ключами. 3D-Studio Max у своїй основі працює так само. Користувач задає ключі, а 3D-Studio Max прораховує анімацію, яка знаходиться між ключами.

Іншим типом анімації є параметрична анімація. При створенні параметричної анімації немає необхідності встановлювати ключі, тому що вона є попередньо встановленим анімаційним ефектом. При роботі з анімацією такого типу необхідно вказати час початку та припинення ефекту, а програма самостійно прорахує анімацію.

Всі види анімації в 3D-Studio Max керуються контролерами анімації. Те, як анімація зберігається, чи використовуються ключі і параметри, як значення анімації інтерполюються від одного моменту часу до іншого, все це керується контролером анімації, або скорочено, контролером. Програма автоматично присвоює контролер будь-якому параметру, до якого

призначено анімацію, відповідно до технології, яка використовує кнопку Animation і Time Slider. При використанні параметричного контролера, його необхідно привласнити за допомогою інструментів в Track View або панелі Motion (Рух).

а)



б)



Рис.7.8. Роботи студенки НАОМА Лукіної Марії.
а) Проєкт кінокомплексу на 6 залів у м. Київ; б) Проєкт школи

7.14. Принципи розширення завдяки елементам, які підключаються

Багато програм підтримують принцип елементів, що підключаються з метою розширення основної функціональності. Простота використання та значення таких елементів залежить від побудови основного застосування та від того, наскільки добре вони підтримуються програмою. 3D-Studio Max має щільно інтегровану та надійну архітектуру елементів, які підключаються. Архітектура елементів забезпечує такі переваги:

- За допомогою плагінів легко корегується основна функціональність програми.
- Плагіни завантажуються автоматично і готові після запуску 3D-Studio Max.
- 3D-S MAX можна легко налаштовувати та розширювати шляхом копіювання нових плагінів в каталог 3D-smax\plugins.
- Розробники можуть інтегрувати нові плагіни настільки добре, що неможливо визначити, де закінчується 3D- Studio Max і починається елемент, який підключається.

7.15. Архітектура та дизайн інтер'єру як сфера використання 3D-S Max

Як вже було зазначено вище, 3D-Studio Max – це високопрофесійний програмний пакет для повноцінної роботи з 3D-графікою. Сферами його використання є кіно- та ігрова індустрія. Але є область, у якій 3D-Studio Max займає, без перебільшення, ключове місце. Це архітектурна візуалізація та дизайн інтер'єру. Для цієї галузі програма, яка допомагає створити тривимірні моделі ще не існуючих об'єктів та отримати на їхній основі фотореалістичні зображення стала справжнім проривом. Популярність 3Ds-Max в архітектурних бюро та студіях дизайну зумовлене наступними факторами: відносна простота та зручність моделювання неорганічних та органічних об'єктів; величезна кількість бібліотек з вже готовими текстурами та матеріалами, предметами меблів та елементами інтер'єру; сумісність із потужними програмами візуалізації. Саме тому програму 3D-Studio Max включено до переліку обов'язкових програм, які вивчаються у вищих навчальних закладах студентами, які опановують освіту в галузі архітектури будівель і споруд та інших спеціальностей, котрі викладаються на архітектурному факультеті.

Приклади застосування програми 3D-Studio Max для створення об'єктів архітектури та дизайну наведено на рис.7.8.

Запитання та завдання до самоперевірки

1. Для чого призначена програма 3D-Studio Max? Основні сфери застосування програми.
2. Які основні принципи роботи з параметричними об'єктами в 3D-Studio Max?
3. Які основні принципи зміни об'єктів в програмі 3D-Studio Max? В чому полягає
4. принцип роботи потокової схеми?
5. Що таке підпорядкований об'єкт в 3D-Studio Max?
6. Чим відрізняються та в яких випадках застосовуються принципи клонування об'єктів за
7. типами копії (Copy), екземпляра (Instance) або посилання (Reference)?
8. Що таке ієрархія сцени в 3D-Studio Max?
9. Назвіть основні формати збереження тривимірних моделей 3D-Studio Max.
10. Які основні принципи анімації моделей 3D-Studio Max?
11. Що таке складений об'єкт в програмі 3D-Studio Max?
12. Що таке об'єктно зорієнтована поведінка в 3D-Studio Max?

Список використаних джерел

1. 3Ds MAX і 3D-графіка Книги (Найкращі книги на 3ds MAX і 3D-графіка, Комп'ютерна література, Графіка, Дизайн, Фото). Режим доступу: https://booksit.com.ua ›
2. 3D-s Max Documentation Set. [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу http://docs.autodesk.com/3D-SMAX/15/ENU/3D-s-Max-Help/index.html?url=files/GUID-8677D7F6-B959-43E2-9E5D-78C3EA4F56FB.htm,topicNumber=d30e5351
3. Лотошинська Н.Д., Ізонін І.В. Технології 3D-моделювання в програмному середовищі 3ds Max з дисципліни 3D-графіка. Видавництво «Львівська політхніка», 2020, 216 с. Режим доступу: https://mybook.biz.ua › tehnologii-3d-modelyuvannya-v..

АВТОРИ РОЗДІЛУ 8 – SKETCHUP



Стецюк Ірина Ігорівна

Доцент КНУБА на кафедрі інформаційних технологій в архітектурі. Архітектор-дизайнер в архітектурному бюро «Modern house».
Сфера діяльності та інтересів – сучасна урбаністика, міждисциплінарні дослідження міського середовища.



Ковальчук Ксенія Костянтинівна

Доцент КНУБА на кафедрі інформаційних технологій в архітектурі. Архітектор в архітектурному бюро «Buro A24D».
Сфера діяльності та інтересів – архітектура житлових і громадських будівель та споруд.

Розділ 8. SKETCHUP

Програма комп'ютерного 3D-моделювання призначена для широкого спектра застосування: архітектура, дизайн інтер'єрів, ландшафтна архітектура, цивільне будівництво та машинобудування, дизайн відеоігор тощо.

SketchUp розроблений молодою компанією @Last Software, заснованою у 1999 році Бредом Шелом (Brad Schell) та Джо Ешем (Joe Esch). Уперше програма запущена у серпні 2000 року як універсальний інструмент створення 3D моделей. Загальний задум полягав у тому, що SketchUp (від англійської слово «sketch» означає «ескіз») має допомагати дизайнерам-професіоналам вільно формувати свою 3D-модель зручним для них способом, імітуючи відчуття свободи роботи ручкою на папері чи прикладного макетування. Ідея простого інтерфейсу та інтуїтивно зрозумілого алгоритму моделювання мала давати змогу дизайнерам «гратися» своїм дизайном, що неможливо у звичайному програмному забезпеченні для проєктування. У листопаді 2000 року програма виграла приз Community Choice (Вибір Громадськості) на своїй першій виставці. У березні 2006 року @Last Software була придбана компанією Google і вже у січні 2007 року вона оголошує про вихід безкоштовної версії Google SketchUp 6, що, окрім удосконалених інструментів моделювання, містила можливості завантаження моделей у Google Earth (сервіс, який розміщує у інтернеті супутникові зображення земної поверхні) та у Google 3D-Warehouse (безкоштовну інтернет-колекцію готових 3D-моделей). Google SketchUp 6 представила також LayOut – програму-додаток векторних інструментів для компонування і публікації презентацій та креслень. У 2008 році Google SketchUp 7 увперше представив інструмент динамічних компонентів, котрий значно спрощував роботу із однотипними групами об'єктів. У 2010 році була випущена версія Google SketchUp 8 із можливістю геолокації створених моделей за допомогою Google Maps та

зв’язком із інтернет-додатком Google Building Maker, за допомогою якого створюються 3D-моделі міст на картах сервісу Google Earth. У червні 2012 року програма SketchUp була придбана у Google компанією Trimble Navigation (тепер Trimble Inc.), яка займається картографічним, геодезичним та навігаційним обладнанням.

На сьогодні програма має безкоштовну онлайн-бібліотеку 3D-моделей (3D-Warehouse), яка містить як дрібні елементи інтер’єрів, так і невеликі містобудівні комплекси та до якої кожен користувач може додавати власноруч створені моделі. Програма включає також можливість компонування креслень і презентацій, допомагає робити візуалізацію моделі у різних стилях, підтримує можливість написання додаткових плагінів третіми особами та розміщує їх на сайті для розширення можливостей роботи програми, дає змогу розміщувати створені користувачами 3D-моделі на картах сервісу Google Earth.

8.1. Загальні особливості роботи у SketchUp

«Думайте в 3D. Малюйте в 3D». Під таким гаслом можна описати основні переваги програми. SketchUp здобув собі репутацію зручної та простої для розуміння будь-якого користувача комп’ютерної програми. Нею може оволодіти не лише професіонал, але й школяр саме за рахунок того, що вона допомагає швидко, легко і якісно створювати практично будь-які об’єкти різного рівня складності та подачі – від швидкого ескізу до готового проєкту. Інтуїтивно зрозумілий принцип роботи SketchUp дає змогу швидко і легко моделювати й редагувати тривимірні ескізи. Основою такого принципу є інструмент Push/Pull («Тягни/Штовхай»), який допомагає будь-яку площину «витягнути», перетворивши її на тривимірну форму, або "вдавити" її, тим самим створивши в міру її пересування нові бічні грані. За допомогою ще одного ключового інструменту Follow Me («Ведення») можна створити широкий спектр різних форм, просто рухаючи площину необхідного перерізу уздовж заздалегідь накресленої прямої, ламаної чи кривої лінії.

Ще одна ключова особливість роботи у SketchUp – це майже повна відсутність вікон попередніх налаштувань та здатність програми підказувати найзручніший наступний хід та спосіб дії. У будь-який момент побудови об’єкта програма виводить на екран графічні і текстові підказки, а всі геометричні характеристики під час або зразу після закінчення дії інструменту задаються з клавіатури в поле Value Control Box (поле контролю параметрів).

SketchUp Make та SketchUp Pro

Існує дві версії програми – безкоштовна для некомерційного використання з обмеженою функціональністю *SketchUp Make* (насамперед щодо експорту в інші формати) і платна *SketchUp Pro*.

SketchUp Make призначена для аматорів або студентів, які працюють над університетським проєктом. Ця безкоштовна версія позбавлена багатьох можливостей необхідних для створення професійних презентацій, а саме бракує здатності вільно експортувати 3D-моделі й не можна створювати зображення або анімації з високою роздільною здатністю. SketchUp Make не має версії: завжди можливий запуск найшвидшої та найновішої програми. При використанні Trimble Connect для розміщення власних моделей в Інтернеті проєкти зберігаються автоматично, і в разі збою можна відновити останню роботу, просто перезапускаючи SketchUp Make.

SketchUp Pro містить все, що потрібно професіоналам для створення цікавих презентацій проєктів, які точно передають їх задум і дизайн. Використовуючи версію Pro, можна зробити презентацію 3D-проєкту в програмі-додатку LayOut, використовувати різні варіанти експорту для обміну роботою (зокрема формат .dwg), а також створювати анімації HD та Rendering з високою роздільною здатністю.

Основні доповнення SketchUp:

LayOut – це програма-компаньйон для SketchUp Pro, що є інструментом компонування та публікації аркушів креслень, який дає змогу розташовувати інформацію про об’єкт (плани, фасади, перспективи тощо) у масштабі на аркуш заданого формату. Значною перевагою цього доповнення є те, що воно дає можливість не просто компонувати на листі заздалегідь збережені 2D-зображення та креслення, а й розміщувати вікно («viewport») у модель SketchUp. Це вікно зберігає зв’язок із моделлю (тобто, коли змінюється модель, то автоматично

змінюється і зображення у вікні) та слугує для того, щоб з аркуша компонування «зайти» у модель SketchUp та змінити її налаштування. Після завершення компонування вікон та 2D-зображень на листі можна розмістити специфікації, розміри, примітки, основні надписи, штампи та рамки на кресленнях, а також інформацію про автора. За допомогою набору інструментів креслення LayOut легко та швидко додаються штрихування та лінії будь-якої товщини, типу та кольору, яких бракує у моделі SketchUp. Користуючись досить великою бібліотекою LayOut, можна додати 2D-зображення людей, дерев чи машин різних проекцій та стилів.

StyleBuilder – це програма-компаньйон для SketchUp Pro, котра сприяє створювати авторський стиль ліній, якими відображається 3D-модель у SketchUp, при чому можна використовувати ескізи ліній, намальованих від руки. Програма дає змогу додавати до ліній певні растрові ефекти, як-от засічки, нерівність лінії, потовщення на кінцях тощо та контролювати деталізацію і вигляд ліній з наближенням чи віддаленням моделі. Налаштовані стилі ліній можуть додаватися до бібліотеки стилів SketchUp.

Ruby Scripts – це додаткові інструменти чи їх набори (плагіни), створені як розробниками, так і користувачами SketchUp. Вони дають можливість використовувати функції, яких немає у оригінальному наборі програми. Можна завантажити вже розроблені Ruby Scripts з інтернет-джерел: www.sketchup.com, www.smustard.com, www.sketchucation.com. Деякі з них безкоштовні, інші – платні. За роки існування програми накопичилася величезна кількість плагінів, які значно розширили можливості SketchUp у різних сферах застосування.

Сильні та слабкі сторони SketchUp

Основними сильнихм сторонами SketchUp при проєктній роботі вважають:

- при створенні 3D-моделі у SketchUp одночасно формується проєктна документація. Всі 2D-плани, розрізи та фасади можна отримати з головної 3D-моделі. SketchUp дозволяє думати у 3D, що більш звично для мозку. У цьому найбільша різниця між іншими програмами: в них спочатку робляться креслення, які потім перетворюються на 3D-модель. SketchUp дає змогу думати та проєктувати у 3D, а презентаційна та робоча документація є продуктом процесу проєктування;
- характерною рисою SketchUp є простота та інтуїтивність моделювання та організації роботи. Наприклад, аби додати стіну, у деяких інших програмах необхідно призначити кілька властивостей, таких як висота, товщина, матеріал, колір та утеплення. Щоб додати стіну у SketchUp необхідно просто накреслити прямокутник та підняти його на необхідну висоту;
- SketchUp постійно наочно показує вигляд об’єкта, що допомагає завжди контролювати поточний результат роботи. В SketchUp дерево виглядає як дерево, цегляна стіна – як цегляна стіна, бетон – як бетон. У інших програмах об’єкт виглядає здебільшого як набір кольорових ліній чи геометричних поверхонь. Чим репрезентативніше робоче поле програми, тим легше та швидше можна зрозуміти, як досягнути кращого кінцевого результату.

Проте SketchUp має певні слабкі сторони, котрі заважають повноцінно виконувати у ньому проєктну роботу, а саме:

- немає інструментарію для колективної роботи над проєктом, який би дозволяв кільком учасникам працювати одночасно над однією моделлю, не заважаючи одним одному та отримуючи інформацію про роботу колег;
- немає інструментарію для параметричного моделювання. Частково його можуть компенсувати динамічні компоненти, проте ними доволі складно оперувати;
- створення специфікацій у SketchUp організовано дуже застарілим способом. Специфікації елементів моделі (наприклад: дверей, вікон, огорож тощо) ніяк не пов’язані із самими елементами. Їх доводиться рахувати та заповнювати таблиці вручну;
- оформлення макетів у LayOut частково застаріло. Немає зв’язку між моделлю SketchUp та супутньою 2D-інформацією у LayOut. Наприклад, при пересуванні стіни у моделі SketchUp розміри на макеті LayOut не змінюються автоматично, їх доводиться змінювати окремо вручну;
- елементи у моделі SketchUp не можуть поєднуватися між собою. Наприклад, вікна та двері не поєднуються зі стіною, тож зі зміною положення стіни їх доводиться пересувати окремо.

Аби компенсувати ці прогалини, авторами та користувачами програми постійно розробляється велика кількість плагінів, котрі значно розширюють можливості SketchUp.

8.2. Особливості роботи у SketchUp на різних стадіях архітектурного проєктування

Як уже зазначалося вище, SketchUp від початку задумувався як програма ескізного 3D-моделювання, тому найрозвиненішим в ній інструментарій саме для роботи над ескізом архітектурного об'єкта. Проте з часом спектр можливостей програми значно розширився, з'явилося багато додаткових інструментів та методик роботи над проєктом у SketchUp на більш точніших та складніших стадіях розробки проєкту. Кожна зі стадій проєктування вимагає дещо особливого підходу до роботи у програмі та залучає різні набори базових інструментів і додаткових плагінів.

8.2.1. SketchUp для роботи із ландшафтом

Першим та важливим кроком проєктування є розуміння не тільки потреб клієнта, але також обмежень та потенціалу ділянки проєктування. Аналіз місця проєктування передає отримання географічної інформації, карт, аерофотозйомки, топографічних даних, інформація про навколишні споруди і т. ін. Така попередня інформація допомагає прийняти правильні та реалістичні рішення щодо того, що саме може бути споруджено на даній ділянці.

В цьому напрямку SketchUp надає такі можливості, як:

- встановлення достовірних тіней відповідно до заданих показників: широтою, довготою, часом доби і року (Geo-Location);
- інтеграція з Google Earth;
- додавання в модель поверхні землі і регулювання її форми – ландшафту.

Geo-Location (географічне розташування) – це процес визначення точного географічного розташування в реальному світі. Під час процесу географічного розташування імпортуються 2D- аерофотознімки, тривимірна місцевість, точні координати широти та довготи, а також точний напрямок сонця. За допомогою цих даних, доданих до моделі, можна приймати обґрунтовані рішення щодо наявних умов, топографії та кутів сонця.

При визначенні точного місця розташування моделі одночасно визначається точка Solar North (шлях сонця відносно моделі SketchUp) для створення надзвичайно точних тіней. Інструмент «Set North» та інструмент «Enter North Angle» дають змогу точно змінювати напрям сонця впродовж світлового дня та перевіряти, наприклад, виконання умов інсоляції у будинку

Плагіни для моделювання реалістичного ландшафту:

Plan Tools	*3D Tree Maker*
Цей набір інструментів був розроблений щоб зробити простішою роботу з імпортованими файлами в форматі DWG. За його допомогою, наприклад, можна взяти контури з імпортованого файлу та за кілька кроків створити у масах ціле місто. За допомогою ще одного інструменту можна позиціонувати всю виділену геометрію на землю (z=0) чи на початковий шар (Layer0).	Допомагає з легкістю створювати 3D-дерева, кущі, траву, сприяє налаштуванню всіх параметрів обраних шаблонів дерев та рослин під потреби проєкту за допомогою єдиного вікна налаштування. Також можна зберегти свої параметри як нові шаблони дерев, щоб повторно використовувати їх в інших моделях SketchUp.
Randor	*Skatter*
Цей плагін випадково повертає та масштабує вибрані компоненти. Він особливо корисний для об'єктів ландшафту, таких як дерева, кущі для того, щоб вони виглядали природніше, оскільки у базовому SketchUp вони зазвичай виглядають одного розміру та просторової орієнтації.	Допомагає швидко і без втрати ресурсів зробити якісний і реалістичний ландшафт із рослинністю. Він дає змогу розсіювати складові об'єкта у вигляді масиву або наносити їх на поверхню і площини об'єкта. Це дуже полегшує роботу з 3D-рослинністю, такими як трава, дерева, кущі тощо.

SketchUp Ivy	*Make Fur*
Плагін допомагає швидко додати озеленення в архітектурну сцену. За замовчуванням він створює стебло плюща, яка росте уздовж поверхні або кількох поверхонь. Можна налаштовувати розгалуженість, хаотичність та напрямок росту плюща, проте завдяки випадковій природі алгоритму, результат щороку буде різним.	Плагін дає змогу розташовувати велику кількість випадково розміщених об'єктів на поверхні, наприклад, для заповнення горизонтальної поверхні травою, деревами, створення «пухнастих» об'єктів, наприклад, килими. Можна налаштовувати щільність розташування об'єктів, їхню максимальну кількість, довільність розташування, поворот, ступінь «природної» деформації тощо.
Render In	*Key Frame Animation*
Плагін дає змогу роботи візуалізації моделі SketchUp у реальному часі, тобто одночасно із обертанням моделі. Це значно допомагає при оцінці текстур, тіней та подальшої візуалізації у серйозніших програмах рендера.	Допомагає створювати анімацію моделі додаванням руху до будь-якого об'єкта. Анімація буде переміщувати об'єкти вздовж прямої, обертати їх навколо будь-якої осі або навіть змінювати їх розмір, також можна переміщувати камеру.

Зв'язок із Google є однією з унікальних функцій, яку надає SketchUp. Він інтегрований із популярними продуктами Google, такими як карти (Maps), зображення вулиць (Street View), планета Земля (Earth) та «будівельник» (Building Maker). Ці додаткові продукти Google допомагають легко вибирати місце розташування, створювати моделі, враховуючи існуюче оточення, знаходити оптимізовані фактури для майбутньої споруди та переглядати проєкти у реальному середовищі.

Замість того, щоб витрачати час на побудову споруд, які оточують ділянку проєктування, можна завантажити вже готові їх моделі. Після того, як до моделі додано місце її розташування, можна знайти та завантажити інші споруди розташовані поруч із місцем проєктування, з колекції 3D Warehouse або завантажити їх з Google Earth через Components browser.

Також за допомогою SketchUp можна отримати дуже точні 3D-моделі рельєфу з Google Earth від роздільної здатності 90 м, 30 м та до роздільної здатності 10 м (рис.8.1).

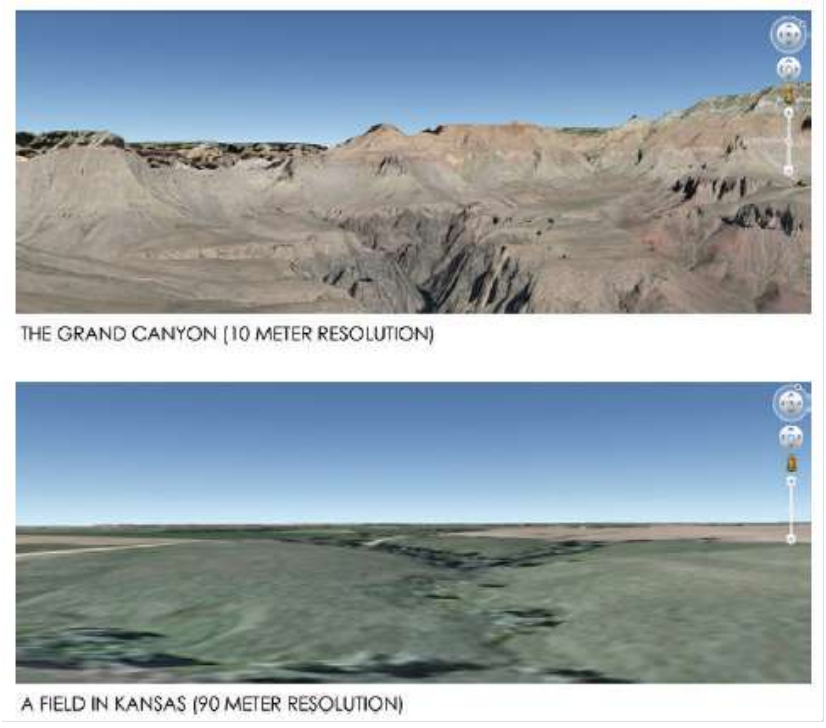


Рис.8.1 Великий каньйон з роздільною здатністю 10 метрів (зверху); поле в Канзасі на 90-метрову роздільну здатність (внизу)

8.2.2. SketchUp для роботи над ескізом

Для успішної роботи у SketchUp потрібно зрозуміти її основні принципи, які роблять її унікальною та швидкою програмою 3D-моделювання. По-перше, SketchUp моделює поверхнями, на відміну від більшості програм 3D-моделювання. Все в SketchUp складається з ребер і поверхонь, це основні будівельні блоки, які використовуються у програмі. Поверхня не може існувати без замкнутого контуру копланарних ребер (closed loop of coplanar edges), а найпростіша поверхня це – трикутник. По-друге, у SketchUp немає справжніх, досконалих векторних кривих, дуг або кругів. Тим не менш, можна представляти кола та криві із серією невеликих країв (ребер). По-третє, геометрія SketchUp має тенденцію до з'єднання («липкість геометрії»). Сусідні поверхні склеюються і рухаються разом. З'єднані кінцеві точки будуть рухатися одна з одною і розтягувати їх відповідні лінії. По-четверте, геометрія не складається в SketchUp. Може існувати лише один край (ребро) або поверхня між однією і тією ж серією точок. Навіть якщо накреслити кілька прямих одна над одною, ребра просто об'єднуються в одне ціле. Коли ребро так накреслене, що воно перетинає або частково збігається з існуючим ребром, то існуюче ребро буде розбито на дві частини. П'яте – це механізм логічного припущення, так званий «мозок» в SketchUp передбачає значимі зв'язки між точками, ребрами та поверхнями. Його не можна вимкнути, але ним можна керувати (Рис.8.2).

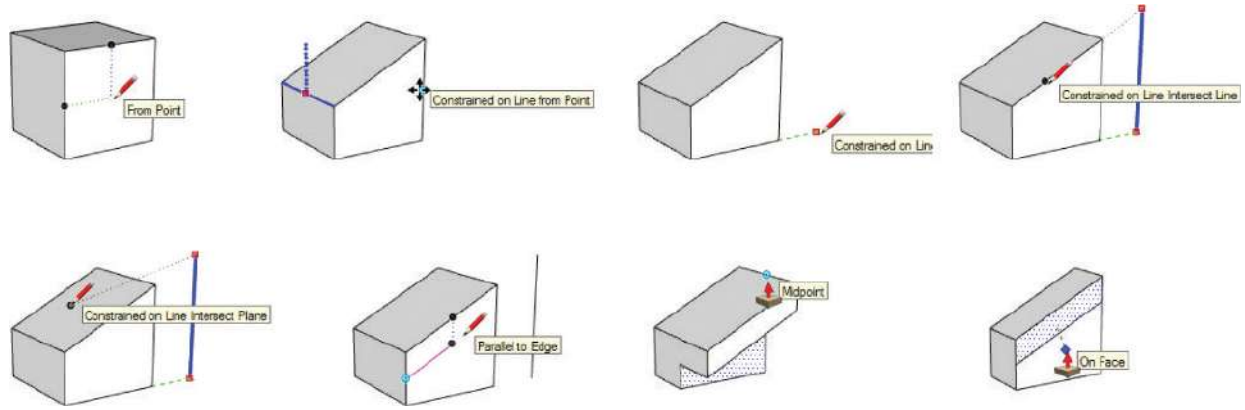


Рис.8.2 Кілька логічних припущень у SketchUp

Інструменти для створення геометрії в SketchUp можна поділити на дві групи: інструменти «Креслення» (Drawing) та інструменти «Модифікації» (Modification). Щоб розпочати роботу з будь-якою моделлю, спочатку потрібно створити геометрію за допомогою інструментів «Креслення» (інструменти Line, Rectangle, Circle, Arc, Polygon та Freehand). Створивши просту 2D-геометрію, можна перетворити цю геометрію у складнішу форму за допомогою інструментів модифікації (інструменти Move, Push/Pull, Rotate, Follow Me, Scale та Offset).

SketchUp має два основні контейнери для геометрії: групи та компоненти. Ці контейнери не тільки розділюють ребра для управління липкістю, але також організовують об'єкти та геометрію, щоб зробити моделі ефективнішими. Групи – «нерозумні» контейнери, які не мають зв'язку між копіями. Групи просто тримають геометрію. Компоненти є «розумними» контейнерами, які підтримують зв'язок між об'єктами. Якщо будь-який об'єкт компонента змінено, всі інші екземпляри того самого компоненту повторюють ці зміни.

Розріз площиною – це найкращий спосіб відкрити модель і зазирнути усередину. Розріз у SketchUp ніскільки не видаляє та не змінює геометрію об'єкта; він просто приховує частину об'єкта перед площиною розрізу.

Шари, стилі та сцени взаємопов'язані. Шари контролюють видимість об'єктів усередині SketchUp. Стилі контролюють спосіб, у який об'єкти відображаються в SketchUp. Шари та стилі прикріплюються до сцен. Отже, натискаючи на сцену, ви можете перейти до встановленого стану (preset state) шарів і стилів, а також кількох інших властивостей, які можна прикріпити до сцен.

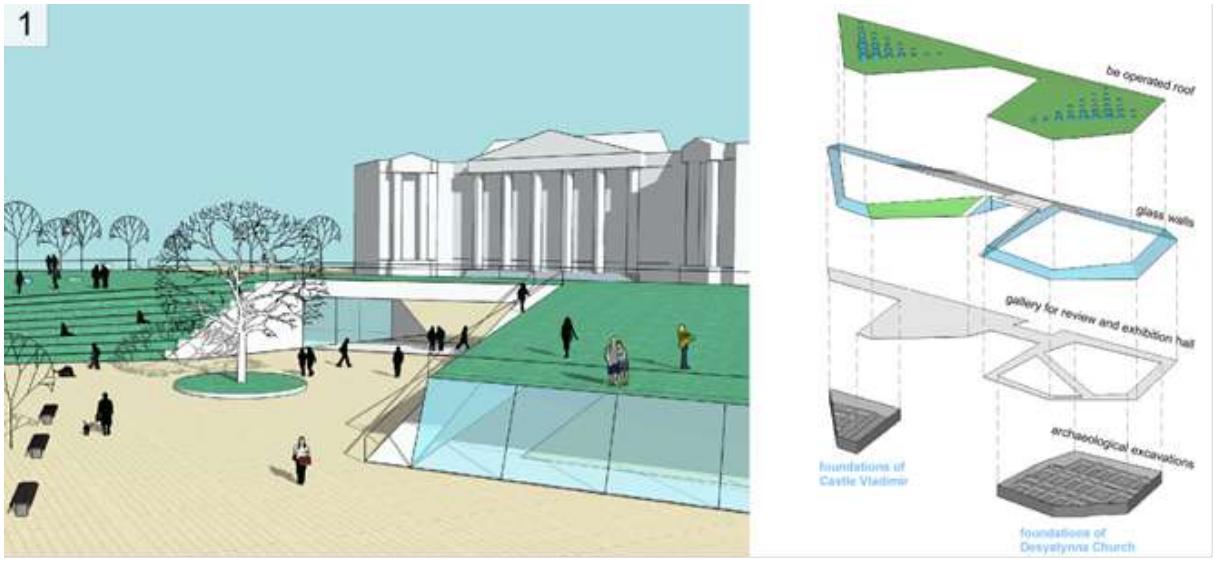


Рис.8.3. Приклад ескізного проєкту, створеного в програмі SketchUp.
Конкурс на кращий проєкт благоустрою центральної частини міста Києва
до Євро-2012 та на перспективу; (автори проєкту: Стецюк І. та Шмітько В.)

Плагіни для ескізування:

Joint Push Pull	*DXF Export*
Корисний плагін, коли необхідно втиснути або витиснути якісь елементи на складних поверхнях, наприклад, на колі або будь-якій іншій криволінійній поверхні. Оскільки стандартний інструмент «Push\Pull» не працює навіть з рівними поверхнями, якщо їх перетинають приховані лінії, плагін Joint Push Pull розв'язує цю проблему.	Створений для експорту ваших 3D-моделей в AutoCAD у форматі файлів DXF. Цей плагін розгруповує і перегруповує сегменти так, щоб спростити модель. Однак він не експортує поверхні, тільки грані і сегменти. І бувають випадки, коли змінюється орієнтація елементів. Проте плагін DXF Export дуже корисний при синхронізації проєктів з AutoCAD і іншими платформами.
CubicGrid	*CleanUpi*
Інструмент для роботи із сіткою, коли необхідно розмічати великий об'єкт або креслити модульну структуру. Він створює групу ліній для розмітки у вигляді сітки, якою можна задавати будь-який крок і кількість сегментів.	Створений для тих, хто не групує об'єкти в компоненти, неохайно креслить і тим самим перевантажує модель зайвим. Даний плагін чистить модель від граней, які дублюються, виправляє помилки, відновлює цілісність моделі, прибирає непотрібні лінії з поверхні.
Make Faces	*1001bit tools*
Інструмент для полегшення роботи з кресленнями і схемами, імпортованими з AutoCAD. Зазвичай для надання об'єму таким схемам або кресленням доводиться їх обводити зверху, утворюючи площини і поверхні, і працювати вже з ними. Розглянутий плагін робить цю роботу сам. Він автоматично створює поверхні з імпортованої схеми/креслення, тому можна зразу приступати до моделювання. Однак у складних кресленнях він не дуже чітко замикає межі і формує поверхні. А на сформованих поверхнях залишаються непотрібні грані, що ускладнює та робить важчою майбутню 3D-модель.	Дає можливість будувати що завгодно – від стін до сходів, паралельно задаючи необхідні параметри. Усього в набір входять 32 плагіна, розділені на логічні групи: «Setting Out» – налаштування положення об'єктів; «Draw» – малювання; «Edit and Modify» – редагування і зміна об'єктів; «Array» – створення масивів об'єктів; «Wall and Partition» – створення стін; «Staircase» – створення сходів; «Doors and Windows» – створення дверей і вікон; «Roof» – створення дахів.

Плагіни для формотворення:

Bezier Spline	*Extrusion Tools*
Це цілий набір інструментів для створення кривих Безьє. У базовому SketchUp немає можливості створювати криві Безьє, тому цей плагін значно полегшує роботу, надаючи 13 додаткових інструментів. «Класична крива Безьє» дає змогу встановлювати контрольні точки і керувати кривою. «Polyline Arc Corners» допомагає створювати криву з прямих сегментів, кути між якими будуть закруглені на вказаний радіус. «Polyline Dog-Bone Corners» (ламана крива з круглими виступами на кутах) і «Polyline T-Bone Corners» (ламана крива з напівкруглими виступами на кутах) дають змогу поміщувати окружність/півколо в кутах між сегментами кривої. Ще одна функція плагіна – це можливість редагування створених кривих та інструменти автоматичного замикання кривих.	Допомагає витискати лінії, як і поверхні, надаючи цілу серію нових опцій для моделювання, наприклад: Extrude Edges by Rails (витискання ребер направляючими), by Loft (вибираєте серію ліній та генеруєте поверхню з ними), by Rails to Lattice (дозволяє створити сітку з отриманої нової поверхні), by Edges (отримання поверхні витягуючи/ витискаючи одну групу граней відносно іншої групи), by Vector (витискання граней в будь-якому напрямку), by Vector to Object (дає змогу видавлювати кілька елементів і перетинати їх з площиною), by Lathe (обертає ребро по колу, витискаючи поверхню навколо круглої форми), by Face (витискає намальовану площину уздовж будь-якого обраного ребра).
Curviloft	*Artisan. Subdivide And Smooth*
Створює поверхні з контурів. Дає можливість екструдування одного 2D-профілю в інший (lofting) та здійснювати три основні операції: «Loft by Spline» – об'єднує поділені контури згладженою кривою (сплайном); «Loft along Path» – поєднує контури вздовж заданої кривої; «Skinning» – поєднує поверхні, обмежені чотирма або трьома сусідніми контурами.	Працює з геометрією, збільшуючи кількість сегментів для згладжування. Спочатку інструмент розподіляє всі обрані поверхні, а потім згладжує отриману сітку. Цей процес можна повторити кілька разів, отримуючи гладшу поверхню з більшою кількістю полігонів.
FredoScale	*Soap Skin & Bubble*
Призначений для інтерактивного трансформування об'єктів. Значно поліпшує масштабування, обертання, розтягування, а також допомагає згинати, скручувати і скошувати об'єкти.	Призначений для створення складних вигнутих поверхонь. Дає можливість легко створювати багатогранну поверхню всередині замкненої групи з трьох і більше ліній.

8.2.3. SketchUp для роботи над проєктом

На відміну від ескізу на стадії проєкту замість пошуку форми вся робота зосереджена на розробці конкретних об'ємно-просторових рішень. На цьому етапі важлива можливість організувати модель і перетворити її на набір архітектурних креслень, виконаний за державними стандартами.

Організовувати модель треба від початку проєктування та протягом усього процесу. Всі елементи об'єкта мають бути згруповані як самі собою, так і між собою. Наприклад, змоделювавши вікно, варто зробити з нього групу або компонент (залежно від повторюваності), а потім згрупувати його з іншими вікнами та додати до шару «Вікна». Логічний набір *шарів* допоможе контролювати всю модель. Так, розробник методики роботи у SketchUp Майкл Брайтмен пропонує розділити шари на три групи: Site («ділянка»), Architecture («архітектура») та Conceptual («концептуальні» чи «допоміжні»). Група шарів Site містить шари з елементами, які стосуються ділянки та оточення – рельєф, рослини, дороги, благоустрій тощо. Група шарів Architecture містить шари з елементами, котрі стосуються безпосередньо об'єкта проєктування – стіни, вікна, двері, перекриття тощо. Група шарів Conceptual містить шари з усією допоміжною, супутньою інформацією по об'єкту – написи,

розміри, підоснова тощо. На початку назви кожного з шарів пишеться відповідно SITE чи скорочення ARCH, CONC, шари розташовуються в алфавітному порядку і таким чином групуються за призначенням. При проєктній роботі можна розробити свою систему шарів в залежно від масштабу та характеру об'єкта. Наприклад, якщо об'єкт складається з кількох блоків, можна створити під кожен з них свою групу шарів.

Кожному шару можна призначити свій колір. Якщо увімкнути режим «Розмальовка по шарам» в меню шарів, об'єкти, які належать до різних шарів, будуть зображатися відповідними кольорами. Так можна отримати, наприклад, наочну схему, яка показує, які елементи необхідно демонтувати, які залишити на місці, а які звести нові. За допомогою цього режиму також можна швидко перевірити, чи всі елементи розміщені на правильних шарах.

При правильній організації шарів та сцен побудована 3D модель може легко перетворюватись на набір проєктних креслень. Утворення *робочих проекцій (планів, фасадів, розрізів)* виконується за допомогою інструменту Section Planes («Площина, яка перерізає»). Цей інструмент може використовуватися як для розрізів (вертикальна Section Plane), так і для планів (горизонтальна Section Plane) (Рис.8.4). Кілька площин перерізу допомагають контролювати, який із елементів буде перерізано на якій висоті. Наприклад, якщо ви хочете, щоб зовнішні стіни були перерізані вище, аніж внутрішні стіни, то ви додаєте одну площину перерізу до групи зовнішніх стін (площина перерізу, що розміщена в групі, перерізає тільки елементи цієї групи), а іншу площину перерізу – у групу з внутрішніми стінами. Для формування розрізів чи фасадів площину перерізу варто ставити поза групами, аби вона перерізала всі елементи в одній площині.

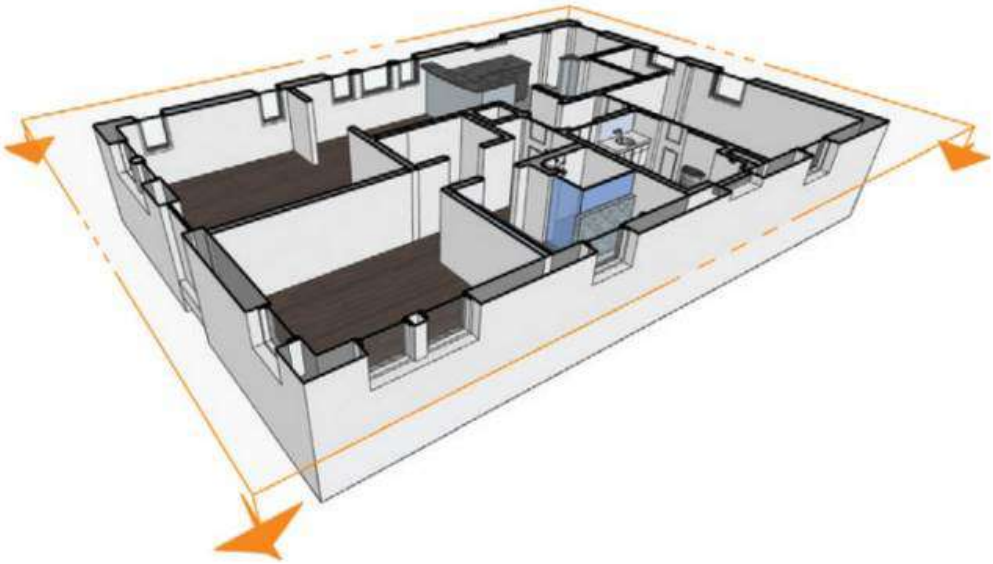


Рис.8.4. Створення плану інструментом Section Planes

Кожне креслення *плану* створюється у LayOut накладанням двох чи більше viewports («вікон») одне на одне. За кожним вікном стоїть збережена сцена із налаштуванням необхідних шарів і стилів. Всі плани повинні мати одну налаштовану камеру у SketchUp (як правило, ортогональний вид зверху) та один налаштований масштаб у LayOut. Щоб продемонструвати різні плани, необхідно використовувати вікна із різними налаштуваннями. Наприклад, щоб показати існуючий план квартири, потрібне вікно зі сценою, в якій камера налаштована ортогонально зверху, стиль зображення – із прихованими задніми ребрами та матеріалами поверхонь, включені тільки шари, які стосуються існуючих конструкцій. План демонтажу-монтажу перегородок має складатися із накладених існуючого плану та нового проєктного плану. Перегородки, які демонтуються, мають бути показані штрихованою лінією. Для цього зображення у вікні з існуючим планом має бути роз'єднане, а лінії змінені на штриховані у LayOut. Так само можна виділити стіни, які необхідно звести. Для існуючого плану з розстановкою меблів та обладнання необхідне одне вікно із включеними відповідними шарами меблів, стилем, який показує матеріали поверхонь та включеними тінями (за необхідності).

Для побудови *розрізу* необхідно розмістити площину перерізу в базовому шарі моделі та за допомогою команди Align View («Вирівняти зображення») поставити камеру перпендикулярно до площини перерізу. У SketchUp за допомогою правої клавіши мишки вибрати Create Group from Slice («Створити групу з перерізу»), вирізати цю групу із SketchUp та вставити її у LayOut. Після цього можна наносити штрихування, робити антураж, стафаж, ставити розміри та виноски, проте пам'ятати, що це зображення більше ніяк не пов'язане із моделлю у SketchUp (Рис.8.5). Так само у SketchUp можна робити і *3D-розрізи*, поставивши камеру не ортогонально, а там, де розріз вийде найінформативнішим.

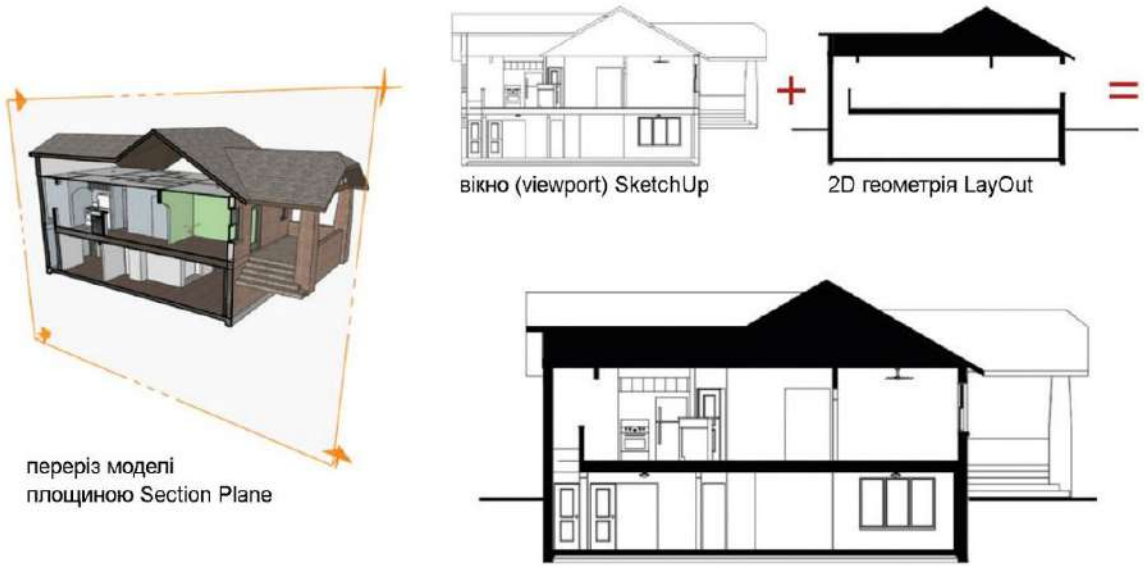


Рис.8.5. Створення розрізу у SketchUp та Layout

Для побудови *фасадів,* як правило, досить одного вікна без застосування площини перерізу. Якщо всі фасади будинку ортогональні, то можна використовувати бокові чи фронтальні паралельні проекції камери, якщо стіни розміщені під кутом, то необхідно за допомогою команди Align View («Вирівняти зображення») виставити камеру перпендикулярно до поверхні фасаду. Можна також використовувати площину перерізу, аби приховати передню частину оточення на моделі (дерева, огорожі тощо), які зайві на фасаді. У LayOut фасади переносяться через вікно, зв'язок із моделлю при цьому зберігається. Після цього можна коригувати стилі фасадів, робити їх графічними чи кольоровими, додавати необхідний антураж та стафаж.

Для створення *розгорток інтер'єру* необхідно скористатися площиною перерізу, встановивши її паралельно до стіни, розгортку якої треба зробити. Регулюючи шари, можна сховати всі зайві деталі геометрії. Після перенесення через вікно у LayOut можна застосувати інструмент Clipping Mask («Маску обрізки») аби приховати всю іншу частину креслення. Після цього залишається відкоригувати розгортку за допомогою штриховок, ліній та налаштування стилів.

Значною перевагою SketchUp є те, що на будь-якій стадії та при будь-якому опрацюванні модель виглядає стильно та презентабельно, хоча і не фотореалістично. Часто цього буває досить: зображення інформативне для замовника та суміжників, тіні та відображення текстур матеріалів дають уявлення про майбутній об'єкт. Проте за необхідності у SketchUp можна зробити фотореалістичну візуалізацію. SketchUp не має свого потужного рендера, але чудово працює спільно з популярними рендерами Maxwell, V-ray, Artlantis та іншими, а також, створивши модель в SketchUp, можна імпортувати її в 3d max, Arhicad та ін.

Плагіни для роботи над проєктом

Lines 2 Tubes	*Building Structure Tools*
Плагін необхідний для моделювання труб на основі прямих чи кривих ліній. На основі ліній, які розгалужуються, можна сформувати	Плагін допомагає у створенні балок, колон, перекриттів та подібних їм будівельних конструкцій. При моделюванні можна

цілі інженерні мережі. При цьому можна задавати параметри, такі як діаметр, точність побудови та матеріал.	використовувати основну запропоновану базу перерізів чи створювати власні профілі.
House Builder	*Profile Builder*
Плагін дає змогу моделювати всі конструктивні елементи у будинку з легким дерев'яним каркасом: на основі двох обраних точок плагін будує дерев'яний каркас стіни; при додаванні вікна чи дверей плагін сам моделює каркас навколо отвору. Щоб змоделювати конструктив даху, варто обрати дві точки на кінцях конька та одну точку на протилежному боці, і плагін сам змоделює крокви з підпилами та звисами.	Плагін є більш просунутою версією Інструменту «Followme». Він допомагає витягувати профілі без попереднього створення перетину, оскільки пропонує певний набір профілів, включно зі столярними виробами, придорожніми бордюрами, бетонними формами, сталевими профілями тощо. При цьому плагін сам моделює примикання профілів один до одного.
Roof	*Tools for Architect*
Плагін допомагає моделювати складні дахи, автоматично створюючи чисті ребра, мансарди, коньки та пірамідальні фрагменти даху. За його допомогою можна створювати дах, навіть якщо план має не ортогональну геометрію.	Цей набір інструментів дає змогу із моделюванням мас та текстур (матеріалів). Інструмент Massing Box допомагає креслити прямокутні форми з визначеною (зафіксованою) площею, інструмент Area Scale масштабує площину будь-якої форми до визначеної площі.
Windowizer	*Door Tool*
Плагін допомагає в моделюванні вітрин з великою кількістю віконних фрагментів, формуванні складних криволінійних поверхонь із віконних панелей, при цьому дає змогу визначати товщину імпостів та безліч інших параметрів.	Дає змогу створювати двері, рами та лиштву в різних стилях. Можливим стає створення дверей із жалюзі та різним типом відкривання. Також двері автоматично створюються на окремих шарах, що полегшує їх пошук або приховування.

8.2.4. SketchUp для робочого проєкту

Протягом створення стадії робочого проєкту документуються всі остаточні рішення з проєкту та перетворюються на набір робочих креслень.

Як і при роботі над стадією проєкту, при виконанні робочої документації вигідна правильна *організація шарів,* у які можна сховати всі деталі, які корисні, наприклад, під час формування сцен для візуалізацій, проте є зовсім зайвими на робочих кресленнях. Також в такі шари можна сховати елементи, котрі некоректно виглядають на робочих проекціях (наприклад, сходові перила на планах). Оскільки SketchUp – це програма з моделювання поверхонь, можуть виникати моменти, коли немає потреби у тих чи інших ребрах, котрі при цьому необхідні для завершеності поверхні. В такому разі можна перекинути такі ребра в окремий шар (наприклад, шар «невидимка») та вимкнути його.

Важлива складова мови робочих креслень – *товщина ліній,* яка створює візуальну диференціацію елементів, які перерізаються. Так, стіни та перекриття, котрі перерізаються на планах і розрізах, позначаються товстішою лінією, а вікна, двері, меблі тощо – тонкою. SketchUp по-іншому використовує товщину ліній, а саме різна товщина ліній призначається ребрам, які є контуром кожного окремого геометрично ізольованого об'єкта, внутрішніми ребрами цього об'єкта, та лініям, котрі утворюються внаслідок застосування площини перерізу. При застосуванні площини перерізу всі лінії утворювальної проекції мають одну товщину незалежно від того, чи вони належать до групи стін або вікон. Тому за допомогою застосування площин перерізу неможливо сформувати розріз, як того вимагають правила формування робочих креслень. Для коректного відображення товщини ліній при зображенні конструкцій необхідно створити кілька сцен: одну сцену – для товстих ліній (із стінами та перекриттями), а іншу – для тонких ліній (із вікнами, меблями тощо) чи з проміжними

товщинами при необхідності. Потім, при компоновці у LayOut види із цими сценами необхідно накласти один на один, аби вони утворили один план чи розріз. За необхідності зробити лінію, наприклад, штрих-пунктирною доведеться «підірвати» відповідне вікно («viewport») та коригувати вже безпосередньо окремі лінії. Зв'язок із моделлю SketchUp буде перервано, та у разі зміни моделі штрих-пунктирні лінії доведеться коригувати вручну.

Ще одним важливим елементом мови робочих креслень є *штрихування* елементів, які перерізаються. Штрихцвання можна задати у SketchUp, задавши будь-який колір внутрішнім граням, проте цей спосіб дасть можливість отримати тільки заливки, без штрихувань матеріалів, що, як правило, так важливі для робочих креслень. Досить великий набір штриховок матеріалів надає LayOut, в якому можна на основі прив'язаного із SketchUp виду зробити «аплікацію» із штриховок, настільки детальну, наскільки це потрібно. Проте на відміну від першого способу, де разом зі зміною моделі будуть автоматично змінюватися штрихування на закомпонованому кресленні, тут доведеться щоразу коригувати штрихуваннявручну. Значно розширити можливості штриховки у SketchUp можна із застосуванням відповідних плагінів.

Таблиці специфікацій у LayOut доволі примітивніта створюються вручну за допомогою інструментів таблиць і тексту. Також можна їх ускладнювати за допомогою інструментів креслення у LayOut. При цьому немає жодного зв'язку між елементами моделі у SketchUp та даними специфікацій – всі назви, параметри та кількість елементів вводяться вручну, тож при виникненні змін у проєкті ці специфікації теж необхідно коригувати. Проте можна створювати свій каталог специфікацій, аби застосовувати їх повторно у цьому чи інших проєктах.

Деталі пояснюють остаточну конструкцію у специфічних місцях будівлі. При створенні деталей у будь-яких інших програмах їх креслення не мають зв'язку із моделлю, оскільки майже неможливо побудувати модель із рівномірною деталізацією. Тому це нормально – від'єднувати деталі від основної моделі. В такому разі варто просто креслити вузли у 3D SketchUp так, як би це робилося у будь-якій 2D-програмі, використовуючи площину як аркуш креслення (рис.8.6). Після цього відповідний вид просто вставляється у LayOut та до оформлюється написами і розмірами. Проте при роботі над невеликим об'єктом можна моделювати всі вузли у 3D (рис.8.7). При цьому потрібно розташовувати різні елементи конструкцій на різних шарах, аби показувати чи експортувати їх відповідним суміжникам. Наприклад, металеві огородження чи підвісні стелі можуть належати до окремого шару та показуватися як в усій моделі, так і окремо, що дасть змогу точніше продемонструвати всі нюанси конструктиву. Для ефективнішої професійної роботи необхідно зберігати вузли у власний каталог.

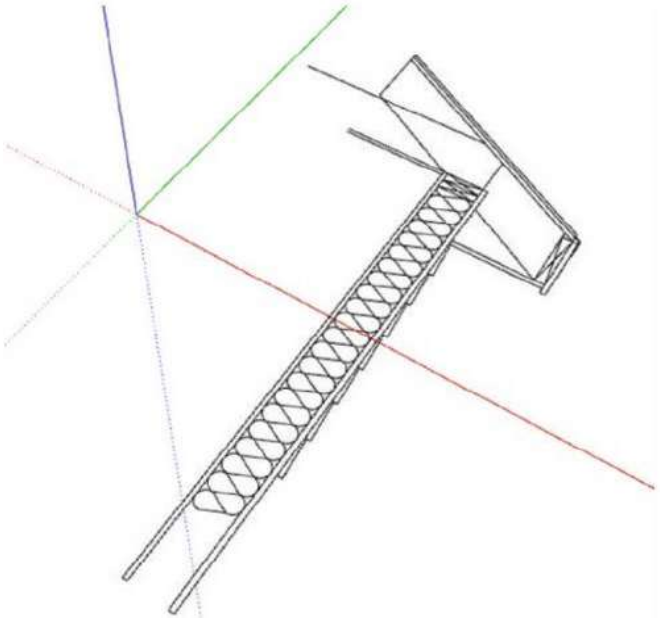


Рис.8.6. Деталювання у 2D

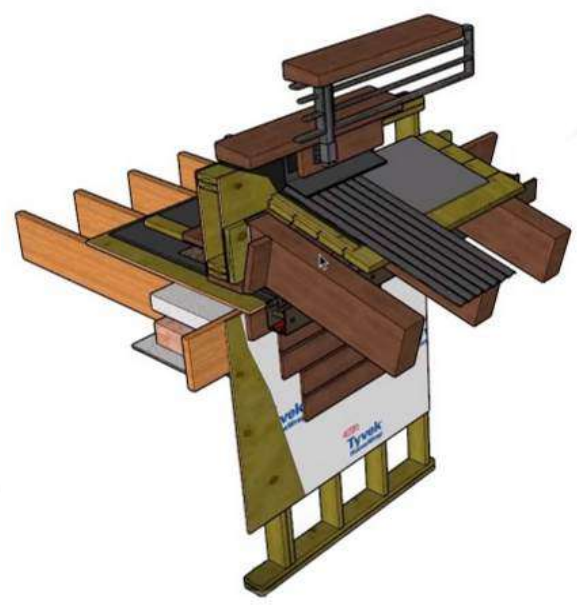


Рис.8.7. Деталювання у 3D

Плагіни, корисні для створення робочого проєкту:

Skalp	*ConDoc*
Плагін значно розширює можливості SketchUp при роботі із планами та розрізами. Він автоматично штрихує перерізи моделі при використанні Section Plane, при цьому зразки штриховки можна редагувати та створювати нові.	Плагін значно розширює можливості SketchUp при формуванні робочої документації: застосування різної товщини ліній, динамічні штриховки та інші атрибути креслень. Плагін також автоматично організовує шари та сцени відповідно до заданої кількості та параметрів планів, розрізів, деталей тощо.
Cutlist and Layout	*MakeOrthoViews*
Плагін допомагає формувати специфікації елементів об'єкта, котрий складається з окремих компонентів. Так, огородження, яке складається з окремих металевих профілів. Плагін створює таблиці, систематизуючи всі елементи.	Плагін автоматично створює стандартні проекції 3D-об'єкта (вид зверху, вид спереду, вид збоку) та створює з них додатковий 2D об'єкт у просторі моделі. Цей плагін є дуже корисним при необхідності експортувати модель у 2D-CAD-формат для інших програм.
Selection Toys	*The Toggle Units*
Плагін додає багато інструментів для вибору об'єктів у SketchUp. В основному вони працюють як фільтри вибору та дають змогу включаюти та виключати певні категорії (площини, грані, компоненти тощо) з поточної виборки.	Плагін дає змогу під час роботи у SketchUp переключатися між метричним, дюймовим та іншими режимами, переходити від метрів до сантиметрів та міліметрів, а також змінювати шлях задавання розмірів об'єктам (лініям, площинам тощо).
Purge All	*Layer Manager*
Плагін підтримує чистоту моделі SketchUp: прибирає грані, які дублюються, виправляє помилки, відновлює цілісність моделі, прибирає непотрібні лінії та поверхні. При цьому він надає інформацію про видалені об'єкти.	Плагін корисний при роботі імпортованими із CAD-програм файлами та допомагає легко організовувати шари: переміщувати об'єкти між шарами, створювати свої набори тощо.
Driving dimensions	*OpenStudio*
Плагін параметризує модель SketchUp: при додаванні розміру до певного елементу з використанням цього плагіна між ними утворюється динамічний зв'язок. При зміні значення розміру параметри елемента змінюються автоматично.	Це крос-платформна збірка (Windows, Mac та Linux) програмних інструментів, призначена для моделювання енергоефективності всієї будівлі (EnergyPlus) та розширеного аналізу денного світла (Radiance).

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Назвіть основні особливості програми SketchUp.
2. Які основні сильні та слабкі сторони програми SketchUp?
3. Охорактеризуйте основну особливість роботи доповнення LayOut?
4. Які можливості надає SketcUp для створення ландшафту?
5. Які плагіни корисно знати для створення ландшафту в програмі SketchUp?
6. Інструменти для створення геометрії в SketchUp?
7. Які плагіни корисні для створення об'єму в програмі SketchUp?
8. Опишіть, які основні особливості роботи в SketchUp на стадії проєкту?
9. Які плагіни знадобляться при формуванні об'єкту на стадії проєкту у SketchUp?
10. Які основні особливості роботи в SketchUp на стадії проєкту?

11. Які плагіни можуть значно розширити можливості формування робочої документації об’єкта в SketchUp?

Список використаних джерел

1. DigitalCAD [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.digitalcad.com/Htm/Articles/2000/11_00b/digicad.htm
2. Офіційний сайт компанії Trimble [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://archive.is/20120429140317/http://ww2.trimble.com/corporate/about_trimble.aspx.
3. Brightman M. The SketchUp workflow for architecture : modeling buildings, visualizing design, and creating construction documents with SketchUp Pro and LayOut. – Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013. – 388p.
4. Tal D. Google Sketchup for site design: a guide to modeling site plans, terrain, and architecture. – Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2009. – 362p.
5. Alexander C.Schreyer. Architectural Design with SketchUp. Component-based modeling, plugins, rendering, and scripting. – Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013. – 310p.
6. SketchUp for Construction Documentation: Details in SketchUp [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=iTKmwiTEdQ8
7. Тривимірна графіка. Класифікація програм для роботи з тривимірною графікою. Режим доступу: https://naurok.com.ua/test/trivimirna-grafika-klasifikaciya-program-dlya-roboti-z-trivimirnoyu-grafikoyu-860676.html
8. SketchUp. Базовий навчальний курс (унікальний 3D-редактор інструментів дизайну) https://magicbook.com.ua ›
9. Комп'ютерна інженерна графіка в SketchUP. Режим доступу: https://lib.lntu.edu.ua/
10. SketchUp. Лабораторний курс (Література, відеоуроки, збірки готових моделей) Література. Для новачків та професіоналів; Відеоуроки. Режим доступу:/ https://www.victoria.lviv.ua

АВТОР РОЗДІЛУ 9 – ADOBE PHOTOSHOP



Літошенко Ганна Володимирівна

Кандидат архітектури, доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі Київського національного університету будівництва і архітектури.
Викладає дисципліни з комп'ютерної графіки, CAD та BIM-систем.
Сфери досліджень: житлова архітектура, комп'ютерна графіка, анімація та моделінг.

Розділ 9. ADOBE PHOTOSHOP

9.1. Загальні відомості

Adobe Photoshop – визнаний лідер серед редакторів растрової графіки. Ще кілька років тому можна було б додати «двовимірний редактор», але нині до складу програми входить блок засобів роботи з тривимірними об'єктами. Зрештою, називати Adobe Photoshop редактором лише растрової графіки теж не зовсім точно, адже він містить досить значний перелік інструментів і засобів редагування векторних об'єктів.

Основні функції Adobe Photoshop – створення і редагування растрових зображень, створення елементів векторної графіки, підготовка зображень до друку. Відмінність растрової графіки полягає в тому, що зображення розглядається як набір пікселів, кожен з яких має певну кольорову характеристику. При високих художніх можливостях таких зображень вони мають деякі обмеження порівняно з векторною графікою, яка являє собою поєднання відрізків-кривих з контрольними точками і заливок. Так, зі збільшенням растрового зображення стає помітним його поділ на кольорові елементи-пікселі, натомість векторне зображення зі зміною розмірів не втрачає якості.

У цьому розділі розглядаються такі галузі використання Adobe Photoshop в архітектурній діяльності:

- обробка фотозображень;
- обробка зображень, отриманих через візуалізацію тривимірних моделей архітектурних об'єктів;
- створення і редагування текстур;
- оформлення і підготовка до друку демонстраційних матеріалів архітектурних проєктів.

Системні вимоги Adobe Photoshop (версія 23.0 і пізніші)

Windows:

- Процесор Intel або AMD з підтримкою 64-розрядних обчислень з тактовою частотою 2 ГГц або більше та SSE 4.2.
- Microsoft Windows 10 (64-розрядна) версії 1909 чи пізнішої; версії LTSC не підтримуються.
- Щонайменше 8 ГБ оперативної пам'яті (рекомендовано 16 ГБ).
- Відеокарта (мінімальні вимоги): графічний процесор з підтримкою DirectX 12; 1,5 ГБ відеопам'яті ГП.
- Щонайменше 4 ГБ вільного місця на жорсткому диску, а також додатковий вільний простір власне під час установлення.
- Роздільна здатність дисплея 1280x800 (рекомендовано 1920x1080).
- Для обов'язкової активації програмного забезпечення, підтвердження підписки та доступу до онлайн-служб потрібне інтернет-з'єднання та реєстрація у системі.

MacOS:

Процесор Intel із підтримкою 64-розрядних операційних систем.
MacOS версії Catalina (версія 10.15 та пізніша), або Big Sur (версія 11).
Щонайменше 8 ГБ оперативної пам'яті (рекомендовано 16 ГБ).
Відеокарта (мінімальні вимоги): графічний процесор з підтримкою Metal; 1,5 ГБ відеопам'яті ГП.
Щонайменше 4 ГБ вільного місця на жорсткому диску для встановлення, а також додатковий вільний простір власне під час установлення.
Роздільна здатність дисплея 1024 x 768 (рекомендовано 1280x800) із підтримкою 16-бітних кольорів і щонайменше 512 МБ відеопам'яті (рекомендовано 2 ГБ)
Система, яка підтримує Open GL 2.0
Для обов'язкової активації програмного забезпечення, підтвердження членства та доступу до онлайн-служб потрібне інтернет-з'єднання та реєстрація в системі.

Adobe Photoshop – платна програма. Для студентів, учнів і викладачів передбачені знижки. Ведеться розробка онлайн-сервісів, які в тестовий період можуть бути безкоштовні, але планується, принаймні частково, запровадження оплати за їх використання.

Adobe Photoshop – найвідоміший із продуктів фірми Adobe Systems, працює на платформах MacOC, Windows, мобільних пристроях з системами iOS, Android, Windows Phone. Крім звичного для широких кіл користувачів застосування у сфері обробки фотозображень, Adobe Photoshop застосовується в поліграфії, вебдизайні, анімації. Архітектори звикли використовувати Adobe Photoshop для обробки зображень, отриманих з програм, які виконують візуалізацію тривимірних моделей, фотозображень, а також для коригування і створення текстур.

9.2. Історія створення

Початком створення програми можна вважати її прототип, створений братами Нолл Джоном і Томасом. Ще з дитинства брати цікавилися мистецтвом фотографії і комп'ютерною технікою – Томас опрацьовував навички роботи з фототехнікою, кольором і контрастом в фотолабораторії свого батька, Джон набував досвіду роботи з комп'ютером – одним із перших виробів компанії Apple. Джон Нолл працював у ILM (Industrial Light and Magic), підрозділі, який створював спецефекти для «Зоряних воєн», водночас Томас писав дисертацію, темою якої була обробка зображень. Саме він почав роботу над програмою, яка мала на меті поліпшити обробку зображень на Apple, зокрема, створити напівтоновий режим. Джон, який також працював над удосконаленням обробки зображень, запропонував братові поєднати зусилля.

Результатом їх роботи стала програма Display, яка в процесі удосконалення набула функцій зі створення і обробки кольорових зображень, корекції гами, роботи з різними форматами файлів. Методи вибору ділянки зображення, набори додатків для роботи із зображеннями, котрі отримали назву Plug-ins, управління тоновим і кольоровим балансом – ось лише деякі з досягнень розробників програми Display. У 1988 році програма отримала назву ImagePro. Для використання програми як комерційного продукту потрібні були інвестори, одним із перших став виробник сканерів Barneyscan, який постачав Photoshop в комплекті зі своєю продукцією. Photoshop, наскільки відомо, вже на той час отримав свою назву з легкої руки одного з потенційних видавців. Врешті, видавцем програми стала компанія Adobe. Після численних удосконалень офіційна версія програми була видана у 1990 р.

Photoshop зразу показав високу конкурентоспроможність, потіснивши свого головного суперника – Letraset's ColorStudio, не в останню чергу завдяки ціні, яка у Photoshop була нижчою ледве не вдвічі.

Уже для наступної версії програми до команди програмістів, які розробляли Photoshop, було залучено спеціалістів з векторної графіки. Створено нові, векторні інструменти, підтримку режиму CMYK, растеризацію векторних зображень, що мало вирішальне значення для використання Photoshop у поліграфії. Розпочато роботу із пристосування програми для

роботи на платформі Windows – ця робота дала результат у 1993 р. Тоді ж упроваджено одне з найвизначніших нововведень – робота з шарами (Layers). Згодом Photoshop став однією з програм пакету CS (Creative Suite) – це версії CS, CS2, CS3. Розробники додавали щораз нові інструменти і можливості – інструменти ретуші, стилі шарів тощо, одночасно велися роботи з розробки й удосконалення інших продуктів Adobe. Серед удосконалень можна згадати Adobe Bridge (з версії CS2), котрий являє собою засіб комунікації між додатками Creative Suite (на зразок файлового менеджера), виконує також деякі функції Photoshop, має функцію обробки зображень в RAW-форматі, редагування XMP і IPTC. Інший вартий згадки додаток – Adobe Device Central, який дає змогу переглядати роботи в шаблонах мобільних пристроїв.

Adobe Photoshop 14 (2013 р.) отримав на додачу до назви абревіатуру CC, що означає, що він є частиною пакета програм Adobe Creative Cloud.

9.3. Формати файлів

Adobe Photoshop створений мовою C++, працює на операційних системах Windows, MacOSX, iOS, Android. Основний формат файлів, створюваних Adobe Photoshop – PSD. Підтримка цього формату існує в таких графічних програмах, як Macromedia Fireworks, CorelPHOTOPAINT, GIMP та ін. Проте це не єдиний формат, з яким можна працювати в Adobe Photoshop – у цій програмі можна відкривати і редагувати BMP, GIF, PNG, JPEG, TIFF, Raw. Формат PSD (Photoshop Document) – растровий формат, який підтримує стиснення без втрат. У цьому форматі зберігатимуться (звичайно, за рахунок збільшення обсягу інформації) дані про шари, ступінь прозорості шарів та окремих об'єктів, векторні об'єкти, такі як векторні контури і текст, а також контури обтравки та кольорові профілі. Інформацію про кольоровий простір, шари та прозорість містить також формат TIFF, натомість популярний через невеликий об'єм JPEG інформацію про шари і прозорість втрачає, отже, може бути лише кінцевим результатом роботи над зображенням, натомість основною робочою версією, до якої можливе внесення правок, має залишатись PSD. Популярний растровий формат, який також використовується у Adobe Photoshop, – GIF (Graphics Interchange Format). Він підтримує прозорість, але без використання альфа-каналу – за допомогою «прозорого» кольору. Найбільшого застосування набув завдяки можливості створення анімованих зображень, які, до речі часто створювалися в Image Ready – ще одному продукті фірми Adobe, який передав естафету Adobe Fireworks у 2007 році. Досить широко використовується також формат PNG, наприклад, при створенні зображень для текстур. Цей формат запроєктований для заміни формату GIF, проте не замінив його повністю через відсутність можливості збереження кількох зображень в одному файлі, а отже, неможливість створення анімації. Формат PNG підтримує напівтонові, індексовані та повнокольорові зображення, зберігає інформацію в стисненому (без втрат) вигляді. На відміну від JPEG, він підтримує альфа-канал, а також підтримує гамма-корекцію і кольорову корекцію. Raw – іще один формат, важливий для обробки фотозображень, який зберігає інформацію, отримувану безпосередньо з цифрового носія, наприклад, матриці цифрового фотоапарата, а також налаштування фотокамери. Як правило, є основою для наступної обробки зображень, особливо отриманих у складних умовах, наприклад, за недостатнього освітлення.

9.4. Кольорові моделі

Adobe Photoshop підтримує кілька кольорових моделей, які є математичними моделями описування кольорів у вигляді кортежів чисел (тобто набору з трьох або чотирьох значень, котрі характеризують колір). Кольорова модель потрібна для узгодження характеристик кольорів, які зберігаються у пам'яті, і кольорами, відображеними пристроями виводення. Відповідно до мети використання, створено такі основні моделі:

Bitmap – чорно-біла.

Grayscale – у відтінках сірого.

Duotone–двотоновий.

Indexed – палітра з 256 кольорів.

Multichannel – багатоканальна.

Lab – рівноконтрастний кольоровий простір, у якому відстань між кольорами

відповідає ступеню визначення їх відмінності. У цій моделі значення світлоти відокремлено від значення тону, тобто хроматичної складової. Модель можна уявити у вигляді тривимірного простору, де однією віссю є L – світлота, a і b – осі площини хроматичних складових. Ця модель, на відміну від апаратних RGB і CMYK, однозначно визначає колір і використовується як проміжний кольоровий простір для конвертації між іншими кольоровими моделями.

RGB (від англ. Red Green Blue) – адитивна модель, у якій колір отримується додаванням складових, перерахованих у назві, до чорного. Це модель екранного відображення кольорів на основі трьох кольорових каналів, які відповідають кольорам, утворюваним електронними пушками (світлодіодами) моніторів.

CMYK (від англ. Cyan, Magenta, Yellow, Key) – субтрактивна модель, у якій колір отримується «відніманням» фарби від білого аркуша – використовується в поліграфії для тріадного друку, де кольори відповідають кольорам відповідних фарб для друку.

HSV – від англ. Hue (тон), Saturation (насиченість), Value (міра, значення) – модель, в якій колір визначається координатами-показниками, перерахованими у його назві (Hue – власне колір, червоний, зелений або блакитний, Saturation – чистота кольору, віддаленість від нейтрального сірого, Value – значення, яскравість кольору). Ця модель є нелінійним перетворенням моделі RGB і також залежить від пристрою, на якому буде виведена.

Pantone (Pantone Matching System) – система, яка використовує цифрову ідентифікацію кольорів, утворюваних як змішуваними, так і тріадними фарбами. Каталоги зразків Pantone розраховані на різні види друку, для різних видів паперу, з використанням специфічних видів фарб, наприклад, металізованих.

Adobe Photoshop підтримує обробку зображень з глибиною 8 біт (256 градацій на один канал), 16 біт (32769 рівнів) і 32 біт (використовуються числа одинарної точності з плаваючою комою).

Є альтернативи Adobe Photoshop, які, навіть не маючи такого широкого спектра інструментів обробки зображень, знаходять своїх користувачів за рахунок нижчої ціни, наприклад GIMP.

9.5. Використання в архітектурному проєктуванні

Adobe Photoshop (або інший растровий редактор) використовується при виконанні майже кожного архітектурного проєкту, насамперед, при виконанні демонстраційних матеріалів. Різні аспекти застосування Adobe Photoshop в архітектурному проєктуванні можна поділити на такі групи:

– обробка фотоматеріалів з місця розташування майбутнього об’єкта. Такі фотоматеріали не лише використовуються як фон для «подачі» зображення об’єкта, але й виконують інформаційну функцію – дають уявлення про наявні будівлі, зелені насадження, транспортні шляхи, стан об’єктів, стилістику і композиційні характеристики оточення. За допомогою Adobe Photoshop вдається поліпшити якість фотозображень, а інколи повністю «реанімувати» знімки, виконані при невдалому освітленні або за несприятливих умов.

– обробка фотоматеріалів самого існуючого об’єкта, якщо йдеться про ремонтні, реставраційні, оздоблювальні роботи, дизайн. Такі матеріали дають можливість уточнити і доповнити результати обмірювальних робіт.

– обробка зображень моделі, виконаної у тривимірній програмі або CAD. Навіть найякісніший рендер (візуалізоване зображення) має вади, неточності, може містити зайві об’єкти або потребувати вставки додаткових елементів, особливо антуражу. Крім того, на цьому етапі не варто залишати «красиві картинки» без кольорової, тонової корекції, редагування чіткості зображення.

– виготовлення та редагування текстур для програм тривимірного моделювання та візуалізації. Крім звичайних «повторюваних» текстур, приміром цегляної стіни, керамічної плитки тощо, нерідко виникає потреба в текстуруванні складних багатокомпонентних, насичених неоднорідними деталями об’єктів – це може бути оббивка меблів, прикрашена вишивкою, китицями, тисненими візерунками; імітація складного ліпленого декору, кування; текстури спеціального призначення на зразок перфорованих панелей, у яких має бути

використаний альфа-канал, тощо.

– обробка фотозображень споруджених об’єктів. Такі фотознімки потрібні, наприклад, для спеціалізованих видань з архітектури, подання матеріалів на конкурси та ін. На цьому етапі особливо гостро постає питання етичності коректування і, особливо, ретушування фото – де межа, після якої фото перестає бути достовірним, і вже не передає дійсний вигляд архітектурних об’єктів. Надмірне застосування корекції у фотозображеннях такого типу подеколи викликають непорозуміння на архітектурних конкурсах і подібних їм заходах.

– оформлення і підготовка до друку демонстраційних матеріалів архітектурних проєктів. Окремо можна згадати також роботу зі створення таких матеріалів для перегляду за допомогою мультимедійних засобів (зокрема, презентацій) і використання в мережі (на сторінках сайтів тощо).

Розглянемо докладніше роботу з Adobe Photoshop при виконанні згаданих завдань.

Отже, перше знайомство майбутнього архітектора з Adobe Photoshop відбувається, як правило, ще до обрання архітектури як майбутньої спеціальності. І це знайомство, найчастіше, починається з першої роботи, зазначеної у вищенаведеному переліку – тобто з обробки фото. Можливості Adobe Photoshop у цій галузі чи не найширші з усіх наявних нині графічних редакторів. Зображення, отримане, як правило, за допомогою цифрової камери, можна змінити до невпізнання – за допомогою інструментів вибору, таких як Rectangular Marquee Tool (Прямоугольная область, Прямокутна область), Elliptical Marquee Tool (Овальная область, Овальна область) Lasso Tool (Лассо, Ласо) Polygonal Lasso Tool (Прямолинейное Лассо, Прямолінійне Ласо), Magnetic Lasso Tool (Магнитное лассо, Магнітне ласо), Quick Selection Tool (Быстрое выделение, Швидке виділення), Magic Wand Tool (Волшебная палочка, Чарівна паличка), а також з використанням маски Edit in quick mask mode (Быстрая маска, Швидка маска) можна вибирати частини зображення з метою копіювання, видалення, переміщення. Зображення та його частини можна редагувати або за допомогою інструментів панелі Tools (Инструменты, Інструменти), або за допомогою функцій Adjustments (Коррекция, Корекція) меню Image (Изображение, Зображення), а також численними можливостями фільтрації, властивостей і ефектів шарів. При обробці фото, отриманого з камери, найрозповсюдженішими проблемами є викривлення перспективи, необхідність коригування світлотонових співвідношень та кольорів зображення, наявність зайвих елементів зображення, які необхідно усунути. Для виправлення перспективних викривлень можна застосувати відповідний фільтр та функції трансформації (рис.9.1). Для усунення зайвих елементів та редагування розмірів, розташування інших частин фото незамінними є інструменти вибору та функції меню Edit (Редактировать). Дрібні деталі можна удосконалити за допомогою інструментів ретушування та малювання. Так, для усунення дрібних дефектів можна використати ретуш: інструменти Spot Healing Brush Tool (Точечная восстанавливающая кисть, Точковий пензель відновлення), Healing Brush Tool (Восстанавливающая кисть, Пензель відновлення), Patch Tool (Заплатка, Латка), Clone Stamp Tool (Штамп, Клонуючий штамп), Eraser Tool (Ластик, Гумка), Blur Tool (Размытие, Розмиття), Sharpen Tool (Резкость, Різкість), Smudge Tool (Палец, Палець), Dodge Tool (Осветлитель, Освітлювач), Burn Tool (Затемнитель, Випалювання), Sponge Tool (Губка, Губка). За допомогою цих інструментів можна додати падаючі тіні або висвітлені ділянки, приховати невдало розташовані елементи оточення, наприклад, прибрати не на місці припарковану машину. Приклади виправлення перспективних зображень:

У фотозображеннях здебільшого вистачає використання корекції тонів, кольорів і перспективи, але для створення фонової картинки для архітектурних об’єктів іноді виникає необхідність додати якісь елементи на зразок зовнішньої реклами, малих архітектурних форм, людей тощо. Частково це можна зробити, ставляючи окремим шаром вирізані об’єкти з інших фото, але іноді доводиться вдатися до малювання. Як приклад результату корекції тону та кольору зображення можна навести наступні фото (рис.9.2)



Рис.9.1. Виправлення перспективного зображення в Adobe Photoshop



Рис.9.2. Кольоротонова корекція зображення в Adobe Photoshop

При цьому на допомогу приходять такі інструменти: Brush Tool (Кисть, Пензель), Pencil Tool (Карандаш, Олівець), Color Replacement Tool (Замена цвета, Заміна кольору), History Brush Tool (Архивная кисть, Архівний пензель), Gradient Tool (Градиент, Градієнт), Paint Bucket Tool, він же Заливка). Ці ж інструменти можна використати і для корекції деталей фото – перефарбувати в інший колір якийсь об’єкт на фото тощо. Звичним завданням, яке вирішується за допомогою Adobe Photoshop, є суміщення різних частин зображення через накладання – колаж:

Окремої згадки заслуговують функції кольорової і тонової корекції. Ці завдання реалізуються багатьма способами, які можна умовно поділити на такі групи:

1) корекція за допомогою корегуючих шарів – так можна повністю змінити кольори

зображення або його частин, перетворити день на ніч, застосувати інші ефекти на зразок текстурованої поверхні, і при цьому ці зміни можна в будь-який момент скасувати, видаливши чи відключивши коректуючий шар; на дію коректуючих шарів можна також впливати, змінюючи властивості шарів – прозорість і режими накладання;



Рис.9.3. Колаж

2) за допомогою функцій меню Image (Изображение, Зображення); крім зміни власне кольорового режиму за допомогою підменю Mode (Режим, Режим), широкі можливості корекції тону і кольору надають функції підменю Adjustments (Коррекция, Корекція): Brightness/Contrast (Яркость/ Контрастность, Яскравість/ Контраст), Levels (Уровни, Рівні), Curves (Кривые, Криві), Exposure (Экспозиция, Експозиція), Hue/Saturation (Цветовой тон/ насыщенность, Кольоровий тон/ насиченість), Color Balance (Цветовой баланс, Кольоровий баланс), Replace Color (Заменить цвет, Замінити колір), Shadow/Highlight (Света/ тени, Світло/ тіні) – це лише частина функцій даного меню, які надають можливість редагувати як весь діапазон тону і кольору, так і окремі його частини – світлі, середні, темні ділянки. Крім того, зображення можна стилізувати, додаючи ефекту накладеної текстури або імітації художньої техніки – це робиться за допомогою ефектів шару або фільтрації.

Так, наприклад, виглядає знімок, відредагований за допомогою рівнів (у знімку підвищений контраст рис.9.4)

Розглянуті можливості редагування фотозображень використовуються також при вирішенні наступної з вищеперерахованих груп задач – для редагування зображень, отриманих з програм тривимірного моделювання і CAD-систем. Власне, такі зображення – результат роботи програм візуалізації – рендера, які можуть бути як вбудованими до 3d-програм і CAD (САПР), так і працювати окремо. Навіть при достатньо високій якості таких

зображень, вони, як правило, вимагають внесення коректив – найчастіше це підсилення контрастності і насиченості кольорів, прибирання випадкових затемнень, плям, додавання елементів антуражу. Враховуючи великі витрати часу на рендер високоякісних зображень, часто корекція в графічному редакторі є найкращим виходом за наявності дрібних недоліків. Крім того, додати такі складні за будовою об'єкти, як квіти на газоні чи людські постаті, набагато простіше і займає менше часу в Photoshop, ніж намагатися використати їх тривимірну модель.

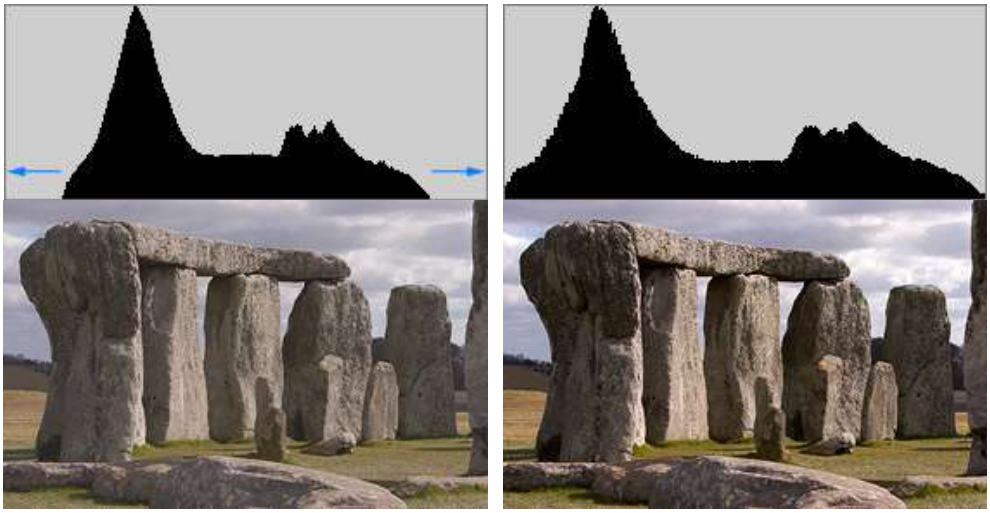


Рис.9.4. Підвищення контрасту за допомогою функції Levels (Рівні)

Для користувачів програм тривимірного моделювання одним із важливих завдань на етапі підготовки моделі до візуалізації є формування набору текстур – двовимірних зображень, здебільшого растрових, які надають поверхні об'єкту такого вигляду, наче він створений з певного матеріалу (цегли, деревини, керамічної плитки тощо). У розділах, присвячених 3d-програмам, детальніше розглянуто особливості формування матеріалів, тому далі лише в загальних рисах описано створення зображень для матеріалів.

Найперше, варто пам'ятати різницю між матеріалом і текстурою – для того, щоб уявляти, для чого власне текстурні зображення створюються. Так, матеріал має чимало параметрів, які стосуються характеру сприйняття і відбивання ним світла, він може бути більш чи менш прозорим, мати гладеньку чи шорстку поверхню, більш чи менш глибокий рельєф на поверхні, не кажучи вже про те, що матеріали можуть бути багатокомпонентні (складатися з кількох матеріалів, поєднаних різними способами) чи анімованими, тобто такими, які здатні змінюватися при прорахунку анімації. Якщо за певний набір характеристик матеріалів відповідають т.зв. шейдери (програми, які стосуються в основному опису особливостей відбиття і поглинання світла матеріалом, заломлення, зміщення поверхні, пост-обробки), то за малюнок на поверхні матеріалу відповідає текстурне зображення – власне, картинка, котра повторює малюнок на шпалерах, зображує фрагмент цегляної стіни або траву на газоні. Текстура, чи, в даному випадку, скоріше карта, може виконувати роль і у формуванні інших ознак матеріалу – наприклад, у створенні видимості рельєфу на поверхні, у визначенні, які ділянки матеріалу будуть прозорими тощо. Тобто у створенні одного матеріалу можуть брати участь досить багато текстурних зображень, деякі з яких створюватимуть рельєф і карту прозорих і непрозорих ділянок, інші – кольоровий малюнок на поверхні тощо.

Існують численні бібліотеки, набори, пакети як матеріалів, так і текстур, тобто власне «картинок» в растрових форматах для створення матеріалів. Але далеко не завжди вдається знайти саме той потрібний матеріал і саме ту потрібну текстуру, якої потребує тривимірна модель. Якщо створення потрібного матеріалу – завдання, яке виконується в 3d-програмі, чи, скоріше, є завданням, що входить до складу процедур візуалізації – рендеру, то підготовка текстурних зображень різного призначення – одна із задач для растрового редактора.

Приклади зображень для текстур легко знайти в мережі. Приклади текстур основного кольору для різних матеріалів наведені на рис.9.5.



Рис.9.5. Приклади текстурних зображень

Діяльність з підготовки текстурних зображень можна умовно поділити на кілька напрямків: а) створення і редагування текстурних зображень, які в деяких джерелах називають «бітовими» (певно, через те, що в 3dsmax цю групу текстурних карт названо Bitmap) – це і є малюнок на поверхні, скажімо, тканини або паркетної дошки; б) підготовка карт, як правило, у відтінках сірого, для створення ілюзії рельєфу (в 3ds max це карти Bump – без зміни геометрії, і Displace – зі зміною геометрії поверхні); в) створення карт прозорості, здебільшого чорно-білих, у відтінках сірого, можливо, з використанням альфа-каналу; г) створення карт нормалей; д) створення карт глянцевості; е) створення карт оточення; є) створення карт розгорток поверхні.

Для отримання якісного матеріалу необхідно створити зразу кілька зображень різного призначення: для основного кольору, карти глянцевості, за необхідності карти прозорості, витискання, нормалей, як у наступному прикладі (рис.9.6). Це допомагає значну частину роботи з моделювання замінити текстуруванням, що позитивно позначається на кількості полігонів і «полегшує» модель (рис.9.7).

Однією з типових задач є створення безшовної (seamless) текстури, яка при повторенні на поверхні об’єкта не створюватиме видимих швів. Як «сировина» для такої текстури може бути використане як фото якоїсь поверхні, так і векторний чи растровий малюнок. Ця задача включає в себе як ряд заходів по «зшиванню» країв зображення, так і по його кольорово-тоновій корекції з метою уникнення явного «тайлінгу» – повторюваності кольорових і тонових плям малюнка на поверхні при численних його повторах. Для створення безшовних текстур використовується фільтрація, наприклад, фільтр Offset (Смещение, Зміщення), а також інструменти ретуші і корекція тону і кольору.



Рис.9.6. Карти витискання, глянцевості, нормалей. Автор A.Klepczarek



Рис.9.7. Результат використання текстурних карт. Автор A.Klepczarek

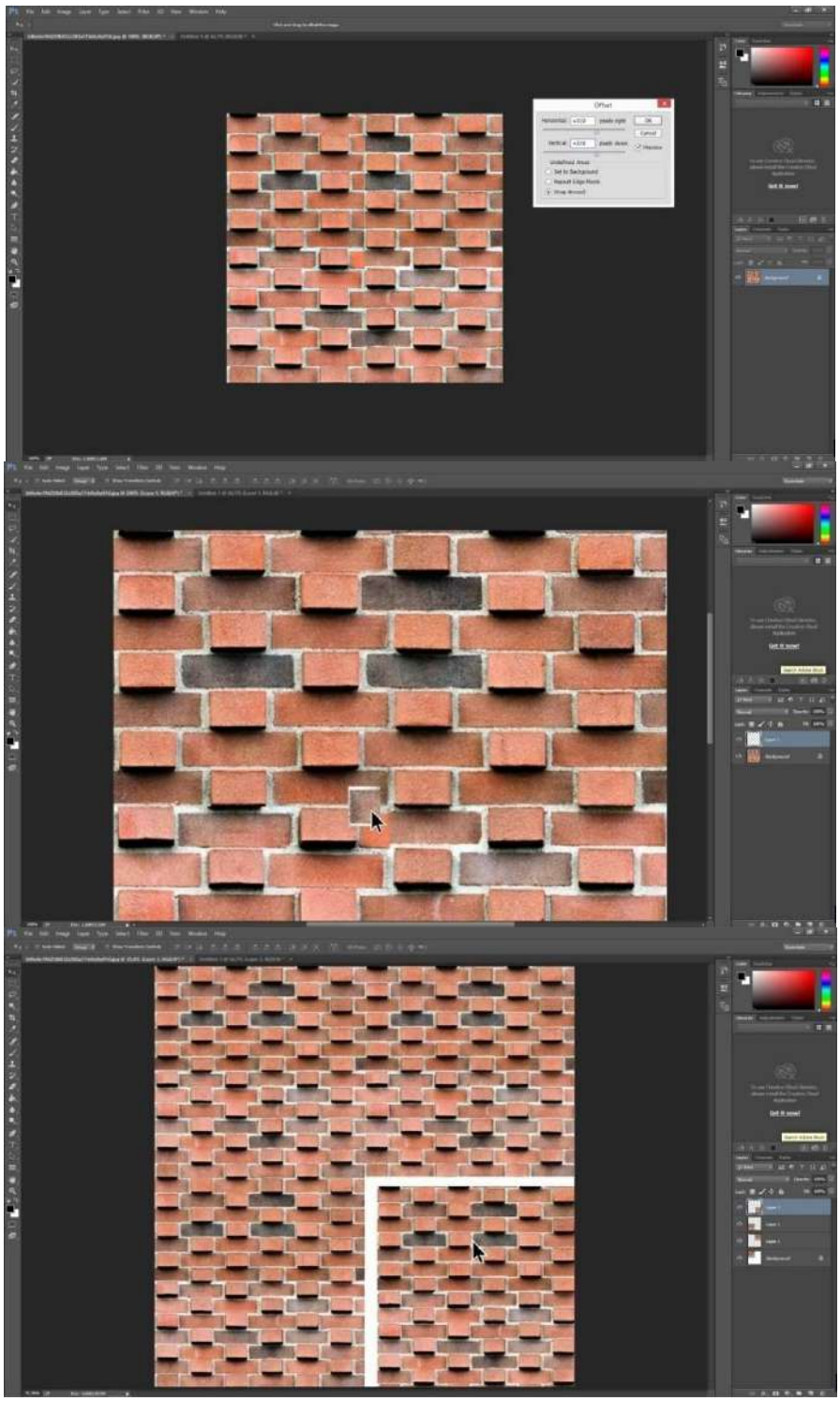


Рис.9.8. Деякі етапи створення безшовної текстури

Для створення текстур рельєфу здебільшого вживаються заходи з посилення контрастності, пом’якшення переходів на границях тонів, прибирання «шумів» зображень.

Створення розгорток поверхні вимагає від користувача досить глибоких знань як програми тривимірної графіки, так і графічного редактора, де створюється така розгортка. До цієї процедури в архітектурному проєктуванні вдаються, при створенні моделей елементів середовища зі складною будовою, яку не варто вирішувати виключно засобами моделювання, оскільки це призведе до перевантаження тривимірної сцени дрібними деталями і збільшить час рендера. Прикладом можуть бути матеріали для меблів зі складним матеріалом оббивки, китицями, поєднанням різних матеріалів, дрібними складками тканини тощо. Всі ці деталі простіше «намалювати» на поверхні, ніж створювати моделюванням, для чого і застосовується, зокрема, Photoshop.



Рис.9.9. Приклад використання карт різного призначення і розгортки поверхні при моделюванні меблів

Оформлення показових матеріалів охоплює також чимало завдань, які багато користувачів виконують у Photoshop. Текстові об’єкти, логотипи, елементи оформлення, які являють собою прості форми на зразок прямокутників, кіл тощо створюються за допомогою векторних інструментів, призначених для формування і редагування контурів із заливкою: Horizontal Type Tool (Горизонтальный текст, Горизонтальний текст), Rectangle Tool (Прямоугольник, Прямокутник), Ellipse Tool (Эллипс, Еліпс), Polygonal Tool (Многоугольник, Багатокутник), Line Tool (Линия, Лінія), Custom Shape Tool (Произвольная фигура, Довільна фігура), Path Selelction Tool (Выделение контура, Виділення контуру), Direct Selection Tool (Стрелка, Часткове виділення), Pen Tool (Перо, Перо), Freeform Path Selection Tool (Свободное перо, Вільне перо), Add Anchor Point Tool (Добавить опорную точку, Додати опорну точку), Delete Anchor Point Tool (Удалить опорную точку, Видалити опорну точку), Convert Point Tool (Угол, Перетворити точку) та ін. Текст і форми, утворені векторними контурами, можна перетворити на растрові об’єкти і редагувати як елементи растрового зображення.

Також в Photoshop активно впроваджується робота з тривимірними об’єктами – їх можна імпортувати з програм тривимірного моделювання, текстурувати і візуалізувати в Photoshop. Проте активні користувачі програм, де засоби візуалізації подані ширше, ніж у

Photoshop, рідко вдаються до цих можливостей. Їх застосування обмежується здебільшого елементами оформлення, такими як тривимірний текст, логотипи, інфографіка та ін. У деяких випадках до Photoshop вдаються при виконанні презентацій, хоча частіше для цього використовують Microsoft PowerPoint, а для створення анімованих елементів презентацій (заставок тощо) частіше використовують інший продукт Adobe – After Effects.

9.6. Взаємодія з іншими програмами

Оскільки основна функція Photoshop – обробка растрових зображень, то взаємодія з іншими програмами стосується насамперед імпорту і експорту відповідних файлів. Як уже згадувалося, джерелами, з яких до Photoshop надходять зображення, є: цифрові фотоапарати і камери; різноманітний контент, добутий користувачем у глобальній мережі – це оброблені і необроблені «фони», зокрема, HDRI для карт оточення, текстури, фрагменти антуражу; зображення, отримані з програм тривимірного моделювання і CAD-систем; зображення, виконані в інших графічних редакторах; зображення, виконані безпосередньо в Photoshop. Здебільшого імпортуються файли растрових форматів. Після робіт, виконаних у Photoshop, файли експортуються, переважно також у растрових форматах, з метою використання в 3d-програмах, програмах для створення презентацій, дообробки і додаткових ефектів (наприклад, у After Effects), для внесення до показових матеріалів і документації в CAD-системах.

Adobe Photoshop дає змогу відкривати і редагувати зображення, отримане з цифрового фотоапарата чи камери. При отриманні зображень у Raw-форматі, тобто у вигляді необробленого знімка з цифрового носія, Adobe Photoshop надає широкі можливості редагування зображення за допомогою вбудованого плагіна. Ці можливості допомагають значно більше відкоригувати зображення, ніж якщо йдеться, скажімо, про формат JPEG. Оброблене зображення можна зберігати у будь-якому растровому форматі.

Більшість зображень, які може знайти користувач у мережі, будуть у форматі JPEG. Можна знайти також PNG, BMP, WEBP та ін. При пошуку потрібного зображення варто враховувати, яка саме якість зображення потрібна, при виконанні яких завдань воно буде використане і не забувати про захист авторських прав, що в деяких випадках може завадити використанню зображень.

Деякі формати поступово виходять з ужитку, як, наприклад, BMP. Це, як правило, викликано невисокою якістю при великому обсязі файлу.

Натомість, формат JPEG широко використовується протягом багатьох років, і значна частина зображень має саме такий формат. При його використанні слід звертати увагу на розміри – цей формат застосовує ущільнення з втратами, відповідно, при спробах збільшити картинку можна буде зразу помітити «пікселізацію». Поєднання в одній роботі фрагментів з різною роздільною здатністю зразу помітне, тому його варто уникати. Формат JPEG також виявляється непридатним, якщо необхідно зберегти у файлі інформацію про шари і прозорі ділянки. Інформація про прозорість зберігається у форматах TIFF, GIF, PNG, останній із них, на відміну від двох попередніх, не зберігає інформацію про шари. Отже, шукаючи, наприклад, зображення дерева для антуражу, варто віддати перевагу формату PNG, що, на відміну від JPEG, міститиме інформацію про те, що навколо зображення існує прозора область, і тому не вимагатиме додаткової обробки. Картинку, яка формується через візуалізацію у тривимірних програмах, яку передбачається редагувати в Adobe Photoshop, треба зберігати у форматі TIFF. Зрештою, при візуалізації варто отримувати також додаткові зображення у колірних каналах для зручності їх наступної обробки.

Основний формат Adobe Photoshop, PSD, може бути використаний у дуже обмеженій кількості інших програм, але основний файл, у якому ведеться робота над зображенням, необхідно зберігати саме в цьому форматі – в ньому міститься інформація про шари, канали, векторні контури тощо. Результат роботи експортується залежно від мети використання. Наприклад, текстуру можна експортувати в JPEG чи PNG, натомість зверстаний лист для друку краще зберегти як PDF.

Найлегше, практично без втрат, відбувається обмін даними між Adobe Photoshop та іншими продуктами фірми Adobe. Обмін зображеннями між Adobe Photoshop та іншими графічними редакторами може викликати деякі ускладнення.



Рис.9.10. Приклад редагування зображення, отриманого за допомогою CAD-системи, доповненого елементами антуражу

Не завжди простим є обмін інформацією між програмами, де створюються креслення, і Adobe Photoshop. Якісні векторні зображення, які створюються в AutoCAD або ArchiCAD, не відкриються в Adobe Photoshop в незміненому вигляді. При спробі передати фрагменти креслень у вигляді растрової картинки користувача, здебільшого, очікує розчарування – цифри розмірів та дрібні деталі втрачаються, з'являються розмиті краї ліній. У таких випадках, знову ж таки, на допомогу приходить формат PDF.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Для чого призначений Adobe Photoshop?
2. Охарактеризуйте відмінність між растровою і векторною графікою.
3. Які є растрові формати файлів? Чим вони відрізняються?
4. Який основний формат файлу Adobe Photoshop? Чим він відмінний від інших форматів?
5. Які бувають кольорові моделі? Яке їх призначення і які відмінності між ними?
6. При виконанні яких завдань використовується Adobe Photoshop в архітектурному проєктуванні?

Список використаних джерел

1. Helpx.adobe.com. Вимоги до системи для програми Photoshop [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://helpx.adobe.com/ua/photoshop/system-requirements.html
2. Nickuliveryphotography.com [Електронний ресурс] // Режим доступу: Nick Ulivery Photography in Chicago http://www.nickulivieriphotography.com/blog/tag/keystoning/
3. Modifiedphoto.wordpress.com [Електронний ресурс] // Режим доступу: Modifiedphoto's blog. A blog for photographers. Color Correction in Lightroom & Photoshop – Video Tutorial https://modifiedphoto.wordpress.com/2009/12/15/color-correction-in-lightroom-photoshop-video-tutorial/
4. Photoshopsupport.com [Електронний ресурс] // Режим доступу: Photoshop Masking & Montage Tutorial - Using Masks To Improve Landscape Images. Adapted from «Photoshop CS3 Essential Skills« by Mark Galer and Philip Andrews http://www.photoshopsupport.com/tutorials/masking-and-montage/photoshop-masks.html
5. Cambrigeincolour.com [Електронний ресурс] // Режим доступу: Tutorials: Photoshop levels https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/levels.htm
6. Tone3d.blogpost.com.es com [Електронний ресурс] // Режим доступу: Tone3d. Antony Klepczarek Dishonored Environment Breakdown - Режим доступу до ресурсу - http://tone3d.blogspot.com.es/p/dishonored-environment-breakdown-i-will.html
7. Artstation.com [Електронний ресурс] // Режим доступу: Wai-Hung Wan. Sofa Low Poly - Режим доступу до ресурсу - https://www.artstation.com/artwork/w0w1V
8. CG Tutorial [Електронний ресурс] // Режим доступу: Architectural Visualization Tutorial - Inserting Trees in Post Production http://tutorials.cgrecord.net/2014/12/architectural-visualization-tutorial.html
9. Adobe Photoshop. Графічний редактор (растровий). Режим доступу: https://lavkababuin.com/ua
10. Книга "Adobe Photoshop CC. Офіційний навчальний курс". Режим доступу: https://bambooks.com.ua/

АВТОР РОЗДІЛУ 10 – CORELDRAW



Літошенко Ганна Володимирівна

Кандидат архітектури, доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі Київського національного університету будівництва і архітектури.
Викладає дисципліни з комп'ютерної графіки, CAD та BIM-систем.
Сфери досліджень: житлова архітектура, комп'ютерна графіка, анімація та моделінг.

Розділ 10. CORELDRAW

10.1. Загальні відомості

CorelDraw – це векторний графічний редактор, розроблений компанією Corel Corporation (Оттава, Канада). Входить до пакета програм CorelDraw Graphics Suite.

Як і інші графічні редактори, він призначений для перегляду, створення та обробки графічної інформації – цифрових зображень. На відміну від растрових графічних редакторів, які призначені передовсім для обробки растрової графіки, тобто визначення характеристик кожного пікселя, з яких складається растрове зображення, векторні редактори спрямовані на створення векторних об'єктів – кривих Безьє, заливок, тексту, геометричних примітивів. Векторна графіка характеризується високою якістю зображень – створені на основі відрізків і контрольних точок криві не втрачають чіткості при збільшенні в розмірах, але характеризується переважаючими локальними кольорами і, певною мірою, спрощеними формами, – векторна графіка не призначена для роботи з такими об'єктами, як, наприклад, цифрова фотографія, де кожен піксель – окремий об'єкт.

Поділ графічних редакторів на векторні і растрові, щоправда, певною мірою умовний, оскільки векторні редактори мають набір (більш обмежений, ніж у растрових редакторах) растрових інструментів і навпаки – у растрових редакторах присутні деякі можливості роботи з векторними об'єктами. CorelDraw призначений для роботи з двовимірним зображенням, хоча й включає деякі ефекти, які імітують 3d (тривимірний простір).

Поточну версію продукту – CorelDraw Graphics Suite X8 (доступна тільки для Microsoft Windows) було випущено в березні 2016 року.

На відміну від, приміром, Inkscape, CorelDraw – платний. Він належить до пропрієтарного програмного забезпечення, тобто такого, що є приватною власністю правовласника, який володіє монополією на його використання, копіювання і модифікацію. Компанія Corel надає знижки на т.зв. академічну ліцензію і безкоштовні пробні версії. На момент написання розділу вартість ліцензії для окремого користувача складала CorelDraw Graphics Suite 21623.5 – 23836 грн (~772-851 US$) (залежно від мови інтерфейсу), CorelDraw Home & Student Suite X8 4159,5 грн (~148 US$), крім того, ціна відрізнялася у різних точках продажу.

Системні вимоги останньої версії:

- Windows 10 з останніми пакетами оновлення;
- Intel Core i3/5/7/9 або AMD Ryzen 3/5/7/9, Threadripper, EPYC;
- Відеокарта з підтримкою OpenCL 1.2 і відеопам'яттю 3 ГБ або більше;
- 4 ГБ оперативної пам'яті (рекомендовано 8 ГБ);
- 4,3 ГБ місця на жорсткому диску;
- Миша, планшет або мультисенсорний монітор;

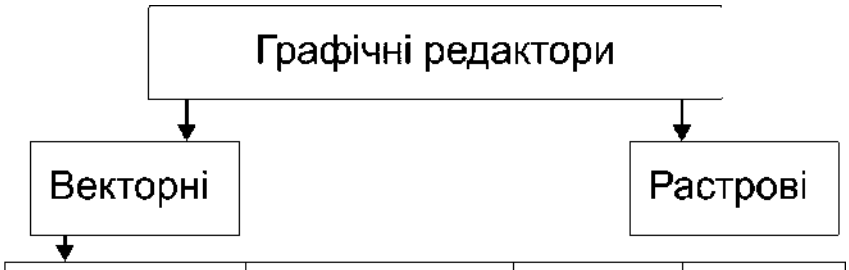
- Роздільна здатність монітора 1280 x 720 при 100 % (96 т/д) ;
- Microsoft .Net Framework 4.7.2;
- DVD-привід (для встановлення відповідної версії);
- Підключення до Інтернету для авторизації та оновлень.

10.2. Історія створення

Компанія Corel заснована Майклом Коуплендом у 1985 році. Основний напрям діяльності на той час – розробка систем для верстки друкованої продукції для комп'ютерів на основі процесорів Intel.

З 1987 року компанія Corel займається розробкою програмного забезпечення для створення векторних ілюстрацій (цю роботу, зокрема, проводили Майкл Буіллона і Пат Бейрн), яка б входила в пакет програм для верстки друкованої продукції. Ця програма вперше була випущена в 1989 році і отримала назву CorelDraw. Corel – звукова абревіатура англ. Cowpland research laboratory – дослідницька лабораторія Коупленда.

CorelDraw Graphics Suite (англ: «Інтегрований комплект програм CorelDraw») – маркетингове офіційне найменування пакета програмного забезпечення для роботи з графічною інформацією виробництва компанії Corel, починаючи з версії 12 пакета CorelDraw. До цієї версії комплект називався просто «CorelDraw», хоча слова «Suite» і «Graphics Suite» з'являються в документації 9-ї версії (рис.10.1).



Редактор	ОС	Основний формат файла	Мова програмування
Corel Draw	Windows (останні версії)	.cdr	C++, C Sharp
Adobe Illustrator	Windows, ОС X	.ai	C++
OpenOffice org.Draw	Windows, ОС X, Linux, Unix	.odt	C++ і Java
Xara Xtreme	Windows, Unix (Xara Xtreme LX)	.xar	C++

Рис.10.1. Графічні редактори

10.3. Основні функції

CorelDraw – пакет програм для роботи з графікою. Хоча основними є функції векторної графіки, користувач може редагувати й імпортовані растрові зображення за допомогою програми Corel PhotoPaint, яка входить до складу пакета програм. Основними конкурентами CorelDraw є програми Adobe Illustrator, OpenOffice org. Draw, Affinity Designer, Snappa, Inkscape, Xara Xtreme, Artboard, DesignEvo, RageSpline, GraphicsJS.

Хоча основні функції роботи з векторною графікою подібні в різних програмах, але набір інструментів, можливості редагування векторних і растрових елементів і деякі принципи роботи відрізняються, що формує розмежування груп користувачів, і отже, ринків збуту різних графічних редакторів. Ці програми здебільшого здатні розпізнавати типи файлів одна одної, однак при цьому досить часто виникають проблеми. В перші роки свого існування програма CorelDraw майже не мала конкурентів. Архітектори, зокрема на пост-радянському просторі, швидко оцінили переваги створення векторних зображень у CorelDraw – зрозумілий інтерфейс, зручна верстка, інструменти, що давали змогу створювати якісні, хоча й дуже спрощені векторні зображення, навіть можливості проставлення розмірів. В CorelDraw

виконували креслення фасадів і навіть подеколи планів, щоправда, здебільшого нескладних – плани квартир, малоповерхових будинків тощо. Згодом, отримавши пакети програм з більшим набором можливостей і пристосованіших до потреб саме архітекторів, від цієї практики почали відмовлятися, залишивши для CorelDraw переважно верстку. Окремої згадки вартий також той факт, що програма використовувалась для створення суто векторних контурів, які переносилися до програм тривимірної графіки, зокрема 3ds max, для подальшого створення тривимірних об'єктів.

10.4. Основні компоненти

З часом CorelDraw розробляла і додавала нові компоненти та інструменти. Є кілька основних програм, які зберігаються в цьому пакеті вже тривалий час. PowerTRACE (конвертер растрових зображень у векторні), PHOTO-PAINT (редактор растрової графіки) і CAPTURE (утиліта, яка допомагає робити знімок екрана). Остання версія CorelDRAW Graphic Suite містить такі програми:

- Corel PHOTO-PAINT – редагування зображень;
- Corel PowerTRACE – трасування растрових зображень у векторну графіку;
- Corel CONNECT – засіб пошуку контенту;
- Corel CAPTURE – засіб захоплення екрану;
- Corel Website Creator – дизайн веб-сайтів;
- PhotoZoom Pro 3 – модуль для збільшення цифрових зображень;
- ConceptShare – інструмент для інтерактивної спільної роботи.

Файли програми CorelDraw мають розширення .cdr. Формат забезпечує високу якість малюнків, але за багатьма параметрами не завжди сумісний з іншими програмами (наприклад, різні ефекти CorelDraw і градієнтна заливка можуть не передаватися в інші формати). Сплайни являють собою криві Безьє. Суть сплайна: будь-яку елементарну криву можна побудувати, знаючи чотири коефіцієнти P0, P1, P2 і P3, відповідні чотирьом точкам на площині. Переміщуючи ці точки, можна змінювати форму кривої. У файлі зберігається інформація не про кожну точку – піксель, а про елементи, з яких складається зображення. Вектор пластичний, що дає змогу відображати його на пристроях з різною роздільною здатністю однаково якісно.

10.5. Формати файлів

CorelDraw, зокрема, може відкривати файли Adobe PDF, Adobe PageMaker та InDesign, Microsoft Publisher і Word, а також деяких інших програм. CorelDraw може також відкривати презентації, створені за допомогою програми PowerPoint, щоправда, іноді з цим можуть виникати деякі труднощі.

Оскільки формат CDR пропрієтарний, він не підтримується багатьма сторонніми програмами, призначеними для редагування зображень. Corel DRAW Graphics Suite допомагає імпортувати файли таких форматів (для деяких форматів необхідна установка додаткових компонентів): Adobe Illustrator (AI), Шрифт Adobe Type 1 (PFB), растрове зображення Windows (BMP), Corel Presentation Exchange (CMX), Corel PHOTO-PAINT (CPT), бібліотека символів Corel (CSL), файли Microsoft Word (DOC, DOCX або RTF), Corel DESIGNER (DSF або DES), формат обміну кресленнями AutoCAD (DXF) і база даних зображень AutoCAD (DWG), інкапсульований PostScript (EPS), GIF, HTML, JPEG (JPG), формат переносного документа Adobe (PDF), портативна мережева графіка (PNG), Adobe Photoshop (PSD), масштабована векторна графіка (SVG), Macromedia Flash (SWF), растрове зображення TARGA (TGA), растрове зображення TIFF (TIF), Corel Paint Shop Pro (PSP), шрифт True Type (TTF), формати файлів камери Raw, формат Метафайл Windows (WMF).

10.6. Використання CorelDraw в архітектурному проєктуванні

Нині основний напрямок застосування CorelDraw в архітектурному проєктуванні – верстка демонстраційних матеріалів, а також виготовлення елементів векторних зображень, які є допоміжними при оформленні архітектурних проєктів – до таких можна віднести логотипи, інформаційні позначки, блок-схеми, графіки різних типів тощо.

З багаторічних суперечок користувачів векторних редакторів, наприклад, на тему «Що краще – CorelDraw чи Adobe Illustrator?» можна виокремити риси, які дають змогу CorelDraw утримуватись серед найпопулярніших редакторів – зручність компонування зображень на аркуші заданого формату і пакета аркушів-сторінок, зрозумілий інтерфейс, доступні, легкі для вивчення і досить зручні інструменти векторної графіки – базові фігури і об'єкти (прямокутники, кола, відрізки прямих, криві Безьє тощо), заливки, ефекти (Blend, Contour, Distort, Drop Shadow, Envelope, Extrude, Transparency). Серед переваг також варто згадати зручну роботу зі шрифтами, розмітку аркушів з використанням допоміжних ліній, можливість постійного контролю параметрів об'єктів (розмірів і координат розташування), а от переміщення із заданими відносними координатами вже викликає ускладнення.

До недоліків, як правило, відносять можливі проблеми з відображенням на друку растрових зображень, імпортованих у CorelDraw і складність редагування фрагментів растрової графіки, менший діапазон можливостей векторних інструментів, ніж в головного конкурента, обмеження при прийомі робіт до друкуванні, оскільки не всі поліграфічні організації погоджуються працювати з роботами, виконаними у CorelDraw.

В часи, коли ринок графічних редакторів і CAD-систем був набагато обмеженіший ніж зараз, CorelDraw знаходив значно ширше використання – можна знайти чимало текстових уроків і відеоуроків з виконання креслень різного призначення в CorelDraw. Більшість таких уроків датуються 2000 – 2014 роками. Також численні згадки такого використання CorelDraw можна знайти в підручниках з комп'ютерної графіки даного періоду. Приклади такого використання CorelDraw можна побачити у виданні, виданому Corel Corporation у 2014 р., підручнику.

Використання CorelDraw для створення двовимірних зображень і креслень, зокрема, допомагало уникнути тривимірного моделювання об'єктів – відповідно, використовувалось для створення креслень невеликих об'єктів нескладних форм, наприклад, малоповерхових житлових будинків, невеликих промислових і громадських споруд. При цьому архітектор, як правило, виконував роботу у CorelDraw, маючи чітке уявлення про те, яке планування має отримати будівля і як виглядати – розробляти задум, використовуючи CorelDraw для клаузурного етапу роботи було б досить нераціонально.

Переважно, у CorelDraw створювалися фасади. Технологія їх виконання була досить простою. Фасади формувалися за допомогою векторних форм із заливками (прямокутників, кіл тощо), які переводилися в криві і редагувалися. Викреслювання планів і розрізів вимагало більших витрат часу через складність контурів і необхідності проставляти розміри і створювати велику кількість додаткових об'єктів на зразок позначень вікон, дверей, меблів та обладнання, осей, внесення численних текстових об'єктів (позначення приміщень, площ, маркувань тощо) – без можливостей CAD-систем, які допомагають використовувати бібліотечні елементи та спеціальних інструментів для таких функцій, ця робота забирала значну кількість часу.

Далі на рис.10.2–10.8 наведено приклади використання CorelDraw для архітектурних проєктів.



Рис.10.2. Приклад фасаду котеджа, виконаного в CorelDraw



Рис.10.3. Приклад плану котеджу, виконаного в CorelDraw

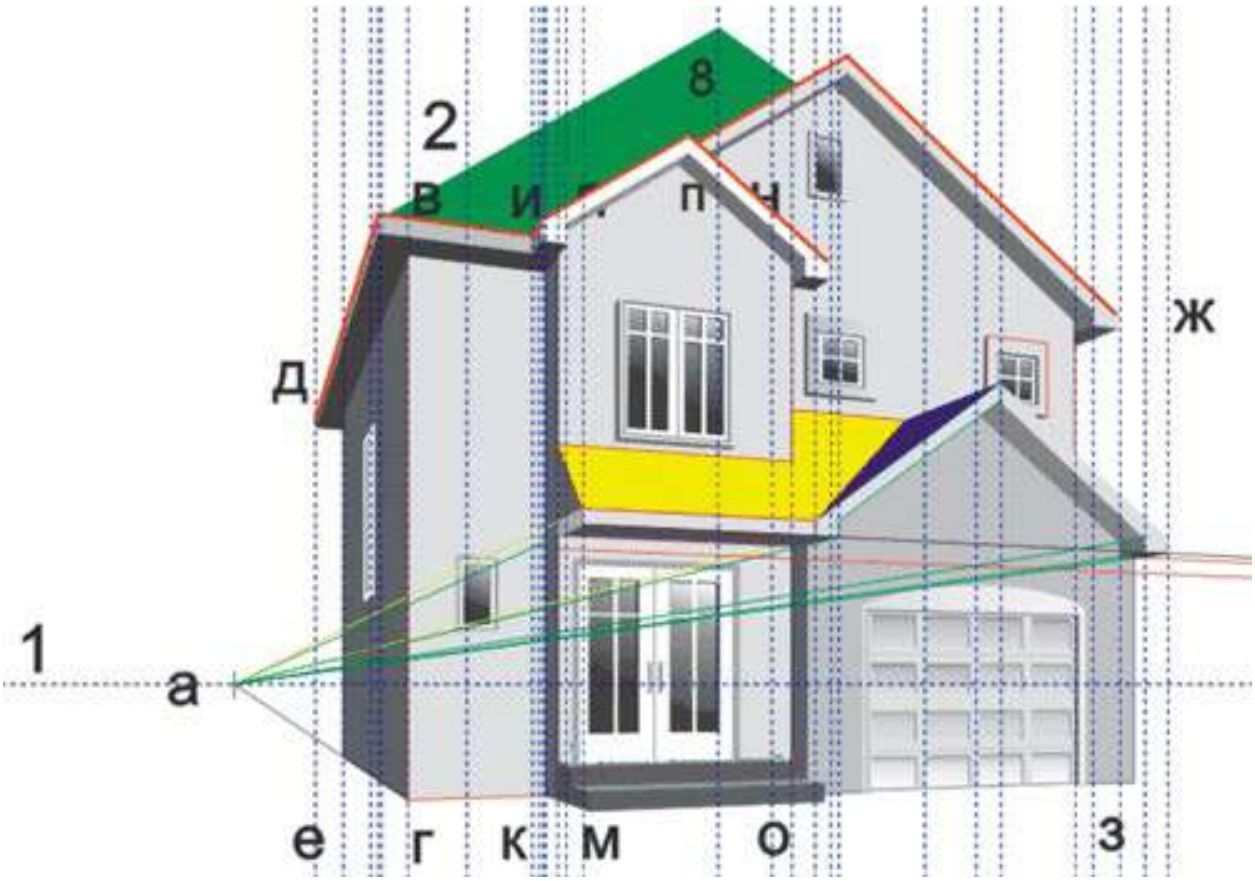


Рис.10.4. Створення перспективного зображення котеджу
з уроку в CorelDraw



Рис.10.5. Перспективне зображення котеджу, створене в CorelDraw

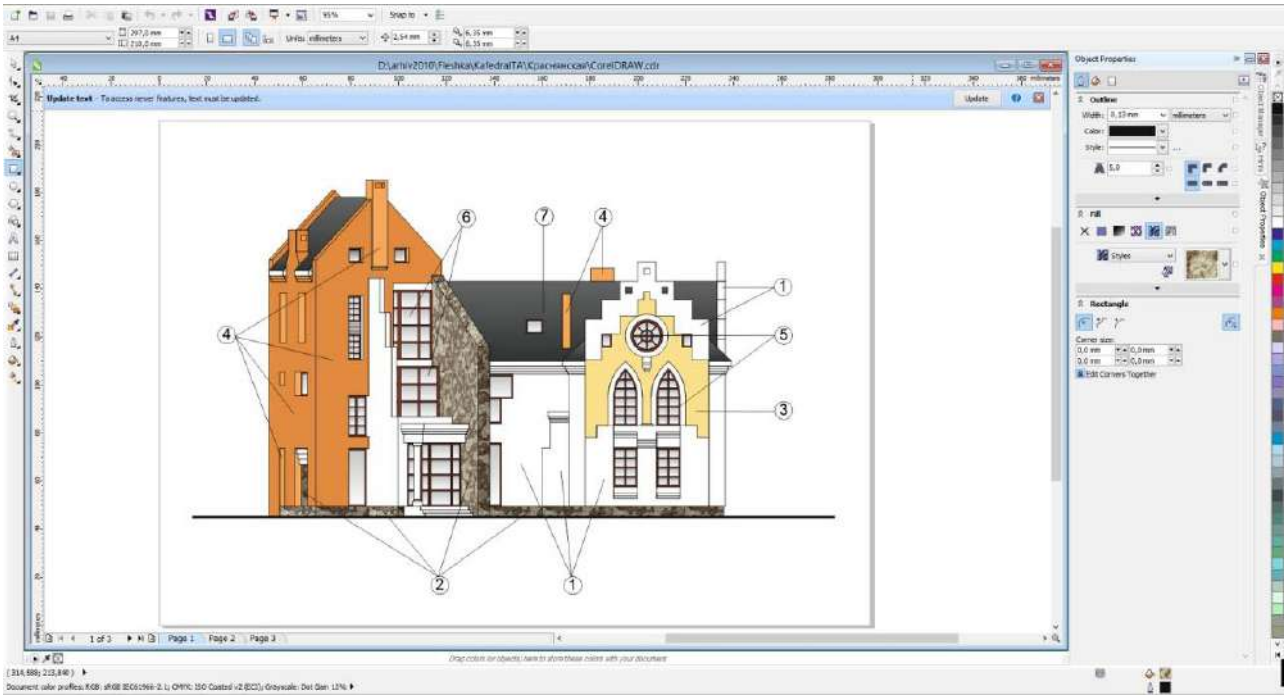


Рис.10.6. Опорядження фасадів малоповерхового будинку (фрагмент).
Робота студентки КНУБА Г.Краснянської

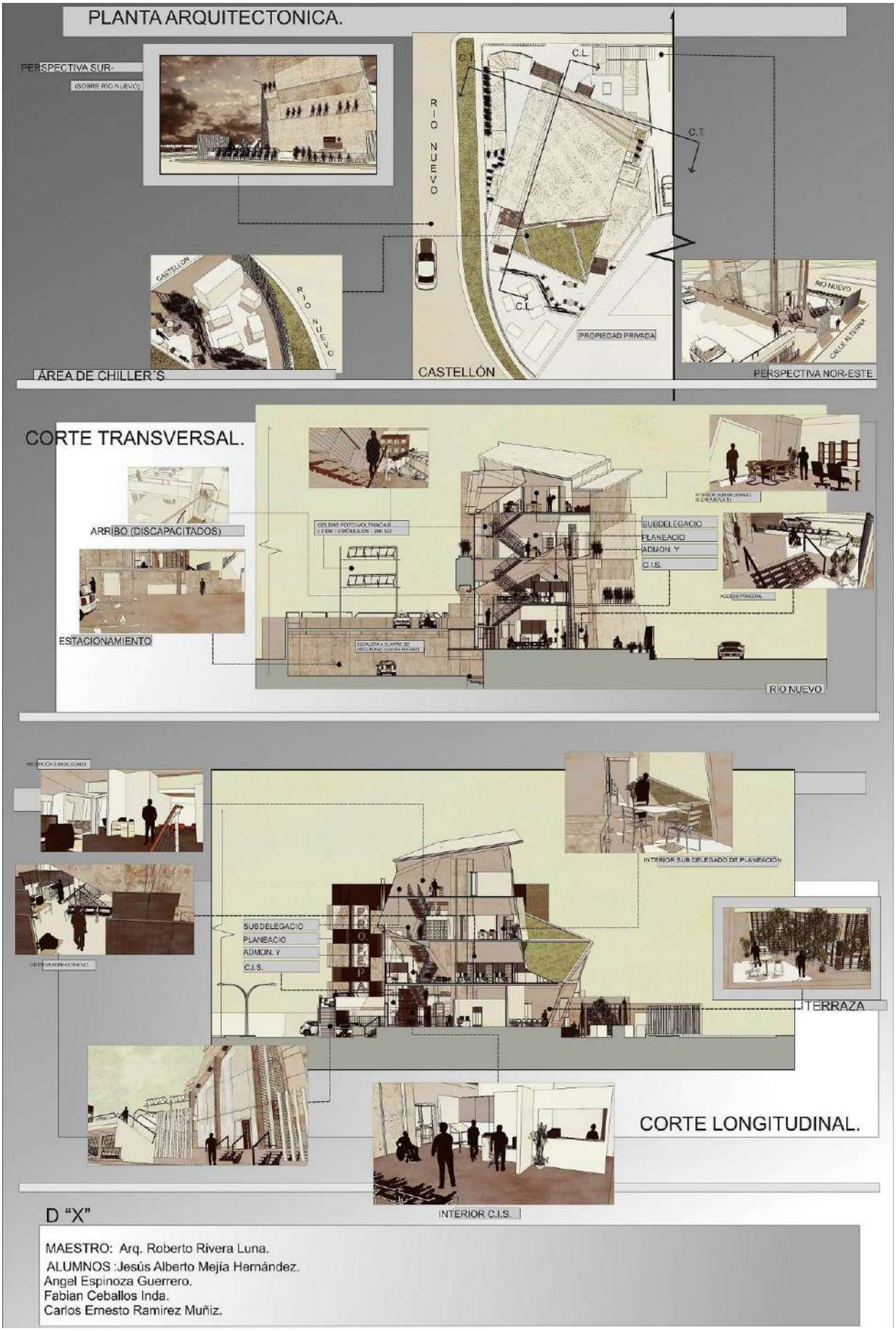


Рис.10.7. Демонстраційні матеріали (фрагмент), арх. Roberto Rivera Luna

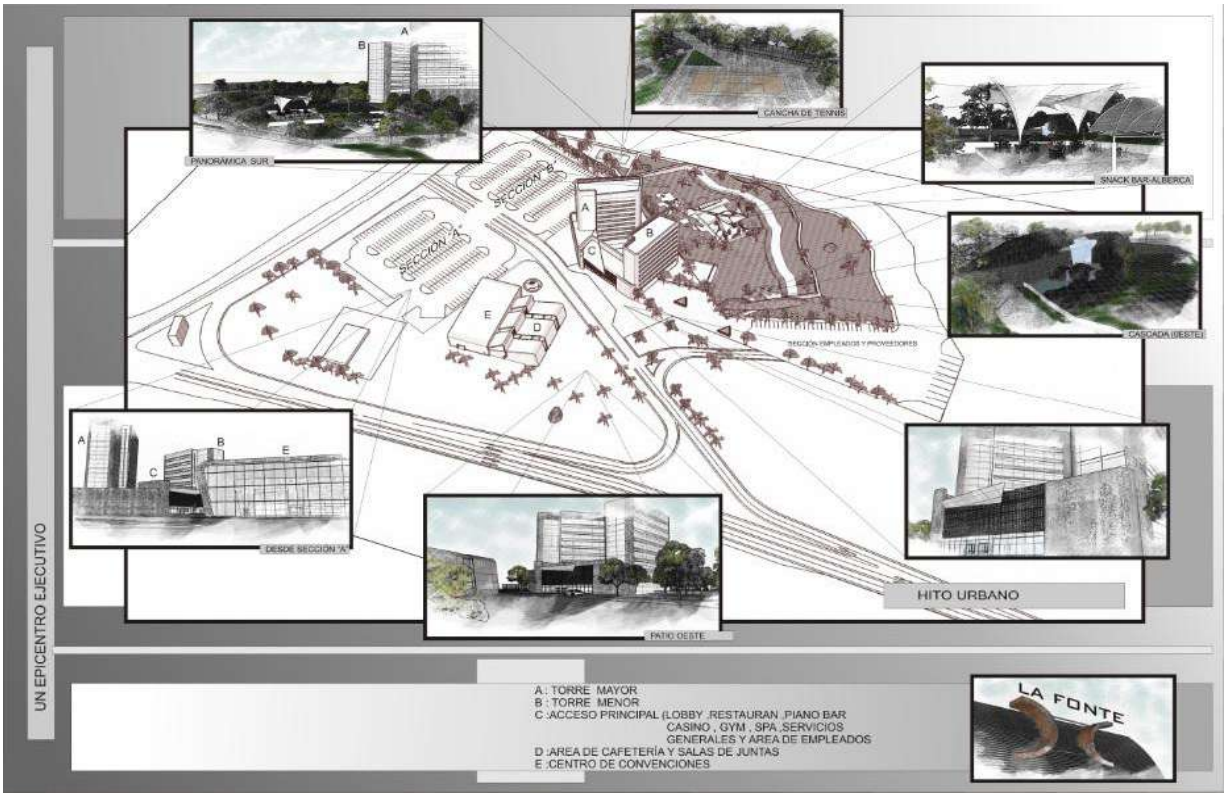


Рис.10.8. Демонстраційні матеріали (фрагмент), арх. Hesús Alberto Mejía Hernández

10.7. Взаємодія з іншими програмами

Як уже зазначалося, у CorelDraw можна відкривати файли формату DWG, який є, зокрема, основним форматом файлів AutoCAD. Щоправда, відкриваються такі файли у двовимірному відображенні, іноді можлива втрата якихось елементів, зокрема, текстових об'єктів, наприклад, через несумісність шрифтів, але загалом ці файли доступні для перегляду і редагування таких об'єктів, як криві, відрізки, кола тощо, як векторних елементів. Доступне також збереження файла в DWG. CorelDraw дає можливість проставляти розміри на елементах креслень. CorelDraw імпортує також формат AI, створюваний Adobe Illustrator, векторні об'єкти при цьому також доступні для редагування.

Ті користувачі, які віддають перевагу створенню векторних контурів у CorelDraw, замість утворення сплайнів у 3ds max, виконують їх у CorelDraw з наступним використанням цих контурів для формування тривимірних об'єктів у 3ds max. Варто, однак, зазначити, що доцільніше без крайньої необхідності уникати такого способу, натомість створювати контури для тривимірного моделювання безпосередньо у 3ds max, бо отримані з Corel Draw векторні контури можуть мати певні вади на зразок подвоєних вершин тощо.

Щодо текстових блоків, їх можна отримати звичайним копіюванням-вставкою з текстових редакторів, наприклад, з того ж Microsoft Word, або з Microsoft PowerPoint, з якого, до речі, можна отримувати і векторні контури. Для таких текстових блоків можна застосовувати таке редагування, як для Pragraph або Artistic Text, підбираючи відповідні шрифти і форматування. Для переведення файлу CorelDraw в інший формат, особливо, якщо його заплановано друкувати з використанням програм пакета Adobe Grafic Suite бажано тексти перевести в криві, щоб не втратити шрифт і форматування.

До файлів CorelDraw можна імпортувати растрові зображення. Краї цих зображень можна редагувати, підрізаючи їх з наданням контуру довільної форми. До цих зображень можна застосовувати також деякі ефекти CorelDraw, на зразок прозорості. За необхідності кольорової корекції можна автоматично перейти у Corel PHOTOPAINT. Необхідно звернути увагу на те, що такі зображення часто бувають у кольоровій моделі RGB, отже, варто подбати про те, щоб кольорові моделі імпортованих зображень та інших об'єктів, зокрема, створених у CorelDraw, збігались.

10.8. Нове у CorelDraw

Попри досить жорстку конкуренцію, яка існує нині на ринку графічних пакетів, Corel намагається покращити свій продукт, зокрема, додаючи функції, необхідні для роботи на пристроях, які із сенсорним екраном. Також компанією розроблено CorelCAD 2021 (Windows/Mac), програмне забезпечення САПР, котре обіцяє такі переваги:

- професійні інструменти для 2D-креслення и 3D-моделювання;
- продуктивна спільна робота і ефективний обмін даними;
- опціонні можливості кастомізації і автоматизації;
- удосконалені інструменти роботи з перспективними зображеннями;
- можливість створення коментарів у реальному часі;
- одночасний експорт у кількох форматах;
- робота із зображеннями, отриманими з мобільного телефона, зокрема, файлами у форматі HEIF.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Для чого призначений CorelDraw?
2. У чому переваги і недоліки растрової і векторної графіки?
3. Які існують векторні графічні об’єкти?
4. Який основний формат файла CorelDraw? Чим він відмінний від інших форматів?
5. Які формати файлів можна відкрити у CorelDraw? У яких форматах можливий експорт файлів з CorelDraw?
6. При виконанні яких завдань використовується CorelDraw в архітектурному проєктуванні?

Список використаних джерел

1. Ткач М.Р. Практичні заняття з комп'ютерної графіки (система Corel Draw). Видавництво-«Новий світ-2000», Львів, 2020, 212 с https://mybook.biz.ua/ua/kompyuterna-grafika-dizayn-animaciya.
2. CorelDRAW Graphics Suite 2024 Professionelle Grafikdesign-Softwarefür Mac/Windows// Режим доступу: https://www.coreldraw.com/de/product/coreldraw
3. Community.coreldraw.com [Електронний ресурс]: //Villa elevation. Bedroom Apartment space plan-1 – Режим доступу до ресурсу: https://community.coreldraw.com/show/m/zdesign/tags/TOP%2bVIEW
4. Конспект лекцій. Тема 5. Програма векторної графіки Corel Draw. Львівський національний університет імені Івана Франка. Режим доступу: https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/12/Lektsiia5.pdf
5. **Download Corel** Painter 2023 – Digital Painting Program/Turn Your Photo Into High Definition Works Of Art With **Corel** Painter 2023. **Download** Now! Full-Featured Painting Software With Realistic Brushes. Get **Corel** Painter 2023 today! **Free** Shipping. Photoshop Plugin. No Upgrade Required. Special Offers. Instant **Downloads**. Official Site. Режим доступу: https://www.painterartist.com/**corel**/painter

АВТОР РОЗДІЛУ 11 – WOODY



Сазонов Костянтин Олександрович

Доктор технічних наук, професор, академік. Працює професором кафедри інформаційних технологій в архітектурі КНУБА. Розробник теоретичних основ та першої у світі системи комп'ютерного графічного просторового 3D-проєктування.
Сфера наукових і практичних інтересів – створення комп'ютерних систем 3D-проєктування та симуляторів віртуальної реальності.

Розділ 11. WOODY

11.1. Система комп'ютерного дизайну корпусних меблів

Система Woody призначена для проєктування корпусних меблів, розсувних систем та шаф-купе. Вона забезпечує створення деталей меблевого виробу з використанням бази плитних матеріалів, розміщення кріплення і фурнітури з відповідної бази, розрахунки в процесі проєктування, візуалізацію, створення проєктної документації (креслення, специфікації та інше) для виробництва і подальшого складання виробу, формування керуючих програм для верстатів з ЧПУ.

Технологія проєктування базується на тому, що дизайнерська модель виробу легко та зручно створюється у просторі користувачем, а далі в автоматичному режимі система формує тривимірну конструктивну модель.

Розробник системи Woody – Наукова фірма ІНТЕАР. Вона створена в Києві в 1992 році за ініціативою Сазонова К.О. для прикладної реалізації інтерактивного графічного просторового проєктування. Цю технологію вперше в світі розробив та втілив у програму для ЕОМ у 70-х роках аспірант Київського інженерно-будівельного інституту Костянтин Сазонов.

У 1994 році Наукова фірма ІНТЕАР створила комп'ютерну систему Karer – моделювання геології та проєктування розробки залізорудних кар'єрів, яка базувалась на тривимірній геологічній моделі кар'єру. Модель формувалася системою за складом шурфів із розвідувальних свердловин. Система також допомагала створити просторову модель проєктної поверхні кар'єру і розрахувати об'єми та склад порід, які будуть видобувані на зазначеній ділянці.

У 1996 році Наукова фірма ІНТЕАР випустила на ринок систему комп'ютерного проєктування InteAr 3.0, а у 1997 році – InteAr 4.0. Вони призначались для проєктування котеджів, квартир, інтер'єрів, корпусних та м'яких меблів, об'єктів дизайну різноманітного призначення. При цьому забезпечувалось отримання фотореалістичних зображень модельованих об'єктів.

У лютому 1999 року була запропонована система Woody 1.1 для дизайну та конструктивного проєктування корпусних меблів із листових матеріалів (деревно-стружкові плити (ДСП), деревно-волокнисті плити (ДВП), скла та інше). Система оперує елементами моделі прикладної орієнтації для конструювання корпусних меблів. Цим забезпечується автоматизований підбір конструктивно-технологічних рішень та автоматичне формування проєктної документації. До неї належать і комплект креслень, специфікації деталей та матеріалів, інше.

У кінці 1999 року вийшли Woody 1.20 та програма розкрою листових матеріалів Sawyer, яка готує креслення мап розкрою. У 2002 році меблевим фірмам запропонована Woody 2.0. Вона додатково допомогла моделювати фасади з фрезеруванням, засклені і

фільончасті дверцята, стільниці, крайки фігурного профілю та фігурне фрезерування торців деталей.

Потім комплекс доповнився програмою Salon +3D. Вона дає змогу швидко реалізувати рішення інтер'єру замовника меблів, моделювати приміщення, наочно вибирати та розміщувати меблі, редагувати їх форму та розмір, отримувати специфікації та ілюстрації, вираховувати вартість.

У наступні роки розроблені програми керування верстатами з числовим програмним забезпеченням (ЧПЗ). Це допомогло автоматично виконувати розкрій листів різних матеріалів для одержання заготовки кожної деталі меблевого виробу та автоматично обробляти їх на відповідних верстатах з ЧПЗ.

Так, Наукова фірма ІНТЕАР створила програмний комплекс комп'ютеризації проєктування та виробництва корпусних меблів.

11.2. Основна частина

Система Woody стала першою частиною розробленого програмного комплексу, який забезпечує комп'ютеризацію меблевого виробництва: прийом замовлення в салоні зі створенням дизайнерської моделі меблевого виробу, автоматичне формування конструктивної моделі і карт розкрою, управління верстатами з ЧПУ для розкрою і подальшої обробки деталей. При цьому ведеться склад листових матеріалів і фурнітури, забезпечується інтерфейс із бухгалтерськими програмами тощо. Тобто, людина бере безпосередню участь тільки на етапі створення дизайнерського просторового образу виробу. Система, налаштована на конструктивно-технологічний стиль проєктованих меблів, автоматично створює конструктивну тривимірну модель і готує інформацію для інших програм комплексу які керують виготовленням виробів. В результаті після дизайнера до готового виробу все відбувається в автоматичному режимі. Робітник біля верстата тільки зчитує сканером штрих-код на бирці, яку формує програма, та друкує на кожну деталь після розкрою. Далі автоматично формується і передається на комп'ютер верстата керуюча програма обробки цієї деталі. Потім наступний верстат в технологічному ланцюжку і тощо. Програмний комплекс може управляти і сучасним обробним центром, який повністю забезпечує всі технологічні операції, починаючи з розкрою вихідної плити.

Вищевикладене допомагає уявити роль системи Woody в комп'ютеризації меблевого виробництва, а також усвідомити принципово зрослу відповідальність дизайнера в сучасному процесі створення якісних корпусних меблів. Для цього він звільнений від рутинних операцій і озброєний ефективною комп'ютерною технологією. Але, головне, для дизайнера відкрилися принципово нові і необмежені можливості втілення його творчого потенціалу.

Комп'ютеризації процесу дизайну корпусних меблів передувала розробка відповідної концепції. Вона базується на комп'ютерній моделі, яка достатньою мірою відображає конструкцію, характеристики і властивості меблевого виробу. Комп'ютерна модель містить елементи, чітко зорієнтовані на конструювання корпусних меблів. Це допомагає створювати перегородки, полиці, кришки, дверцята та інші конструктивні елементи виробу, а не оперувати з геометричними примітивами як паралелепіпед, призма тощо, якими можна моделювати тільки геометрію деталей в універсальних 3D-графічних системах.

Як відомо, характерна особливість конструкції корпусних меблів – переважання плоских деталей із листових матеріалів: ДСП, ДВП, скла тощо. При цьому, більшість виробів корпусних меблів складається з груп деталей, зорієнтованих в трьох взаємно перпендикулярних площинах.

Майстри Woody. Проєктування меблів в системі WOODY основане на застосуванні «майстрів» – керуючих діалогових елементів, які дають змогу ефективно реалізувати функції створення та модифікації моделі виробу. Кожен майстер працює з певною тематично обмеженою групою функцій, які можна застосувати на відповідному технологічному етапі проєктування.

Виклик майстрів може здійснюватися через команди меню «Инструменты» або за допомогою піктограм (рис.11.1).

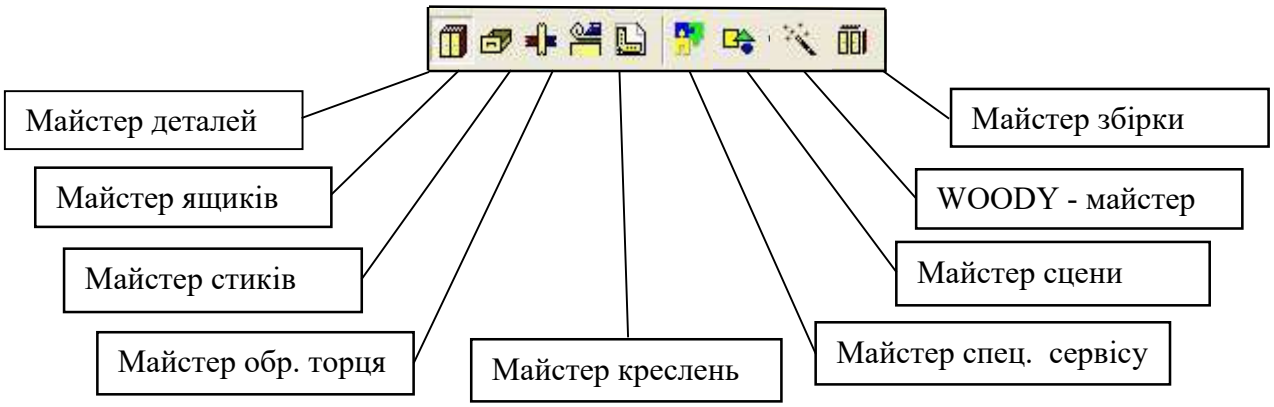


Рис.11.1. Майстри WOODY

Майстер деталей – для створення деталей, завдання і редагування їх властивостей: матеріалу, кольору, форми, товщини, розмірів і положення на осях.
Майстер ящиків – для створення моделей висувних ящиків, визначення та редагування їх властивостей: розмірів, застосовуваної фурнітури.
Майстер стиків – для управління способом з'єднання деталей, розміщення кріплень і фурнітури.
Майстер обробки торця – для призначення типів крайок і порядку крайкування торців деталей виробу. З його допомогою моделюється фігурне фрезерування, встановлюються профільні накладки (МДФ, металевий профіль тощо).
Майстер креслень – для формування комплекту креслень, перегляду, редагування і виведення креслень на друк, а також для креслення криволінійних довільних контурів, які використовуються як контури деталей, контури отворів у деталях або контури фрезерування торців деталей.
Майстер спеціального сервісу – для забезпечення можливості виклику спеціальних сервісних програм для виконання вузькоспеціалізованих приватних завдань, наприклад: встановлення особливої фурнітури, конструювання розсувних систем для шаф-купе, формування програм на Javascript для моделювання нових типів ящиків.
Майстер сцени – для розміщення кількох виробів у просторі єдиного проєкту, управління ієрархією проєкту, фарбування моделей аксесуарів і архітектурно-будівельної частини інтер'єру, а також для вибору і призначення поточного активного виробу. З поточним активним виробом працюють конструкторські майстри.
WOODY-майстер – для швидкого створення моделі виробу певного типу, яка задається параметрами, і здійснення операцій автоматичної обробки моделі.
Майстер збірки – для моделювання етапів складання виробу, підготовки зображень для складальних і габаритних креслень, схем монтажу, а також експлозивних зображень.

З'єднання деталей. У меблевому виробі суміжні деталі стикуються між собою певним способом (рис.11.2). Лінію перетину їх серединних площин назвемо віссю стику. Торцеві грані цих деталей не можуть одночасно належати осі стику без взаємного перетину деталей при збереженні їх форми. Тому торцева грань однієї з деталей паралельно переноситься всередину її на половину товщини іншої деталі. Змінена деталь буде називатися внутрішньою, а інша – зовнішньою. Змінюється і відповідний розмір внутрішньої деталі.

Існує кілька варіантів стикування деталей: дві, три або чотири деталі в різних комбінаціях стикуються між собою торцями або торець в пласть. Опис будь-якої з цих комбінацій назвемо схемою з'єднання. Схема з'єднання визначає взаємне положення і орієнтацію деталей відносно одна одної, наприклад: «Г-подібна», «Т-подібна».

За способом стикування з іншими деталями і за їх функціональним призначенням в різних виробах виділяються групи деталей, які мають подібні властивості. Отже, створюються набори типів прикладних деталей.

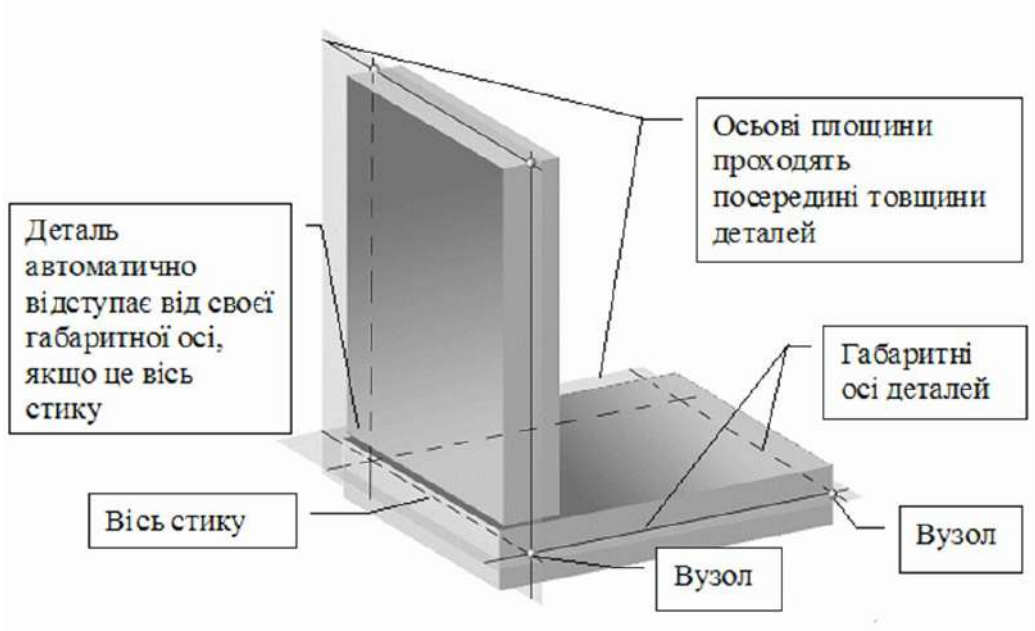


Рис.11.2. З'єднання деталей

Типи прикладних деталей. У попередньому розділі з'ясовано, що таке тип прикладної деталі і навіщо він потрібен. Тепер на прикладах різних виробів, характерних для Woody, можна навчитися вибирати тип прикладної деталі для своїх проєктів. Для деяких типів прикладних деталей залежно від виду стикування з іншими деталями (в торець або в пласть) розрізняються їх модифікації: зовнішні, внутрішні (рис.11.3). Такий поділ можна спостерігати для дверей, кришок, меблевого виробу, фасадів, висувних ящиків, тощо.

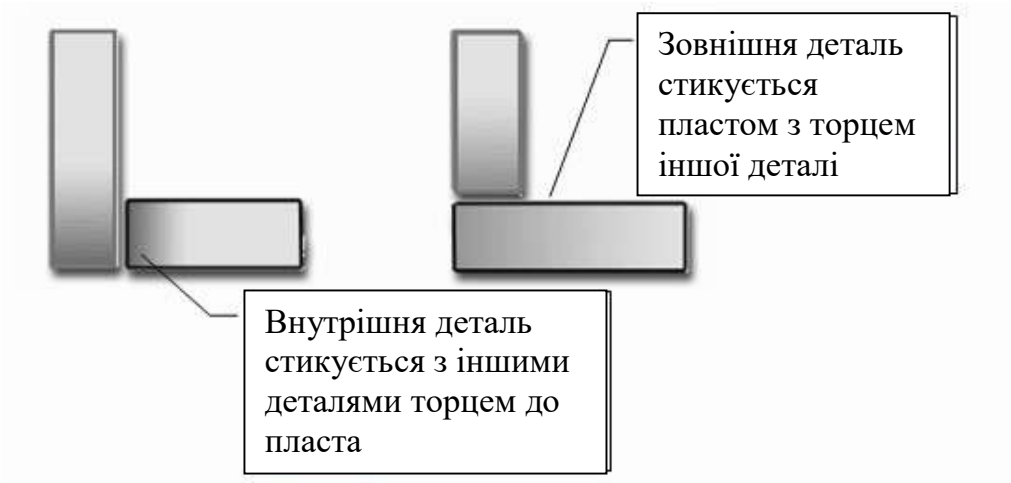


Рис. 11.3. Типи прикладних деталей

Інша властивість, регламентована за типом прикладної деталі, – просторова орієнтація (рис.11.4). Полиці, дена і кришки припускають горизонтальну орієнтацію. Перегородки, дверці, царги, лицьова і тильна дошки, фасади висувних ящиків, задні стінки орієнтуються вертикально. Більшість вертикальних деталей орієнтується пластом паралельно до фасаду виробу. Перегородки орієнтується торцем до фасаду виробу. Ще однією властивістю, пов'язаною з типом прикладної деталі, є категорія матеріалів, з яких деталі цього типу можуть виготовлятися. Наприклад, за типом деталі «Задняя стенка ДСП (Задня стінка ДСП)» закріплена категорія матеріалів «ДСП»; за типом деталі «Задняя стенка ДВП (Задня стінка ДВП)» – «ДВП», за типом деталі «Полка стекл. (Полиця скл.)» – «Скло». Тому, коли зі списку типів прикладних деталей обраний певний тип, список доступних матеріалів наповнюється з урахуванням рекомендованої категорії.

Майстер деталей дає змогу створювати деталі, призначати і перепризначати їх властивості, редагувати розміри, форму і положення на осях. Майстер працює з деталями поточного активного виробу.

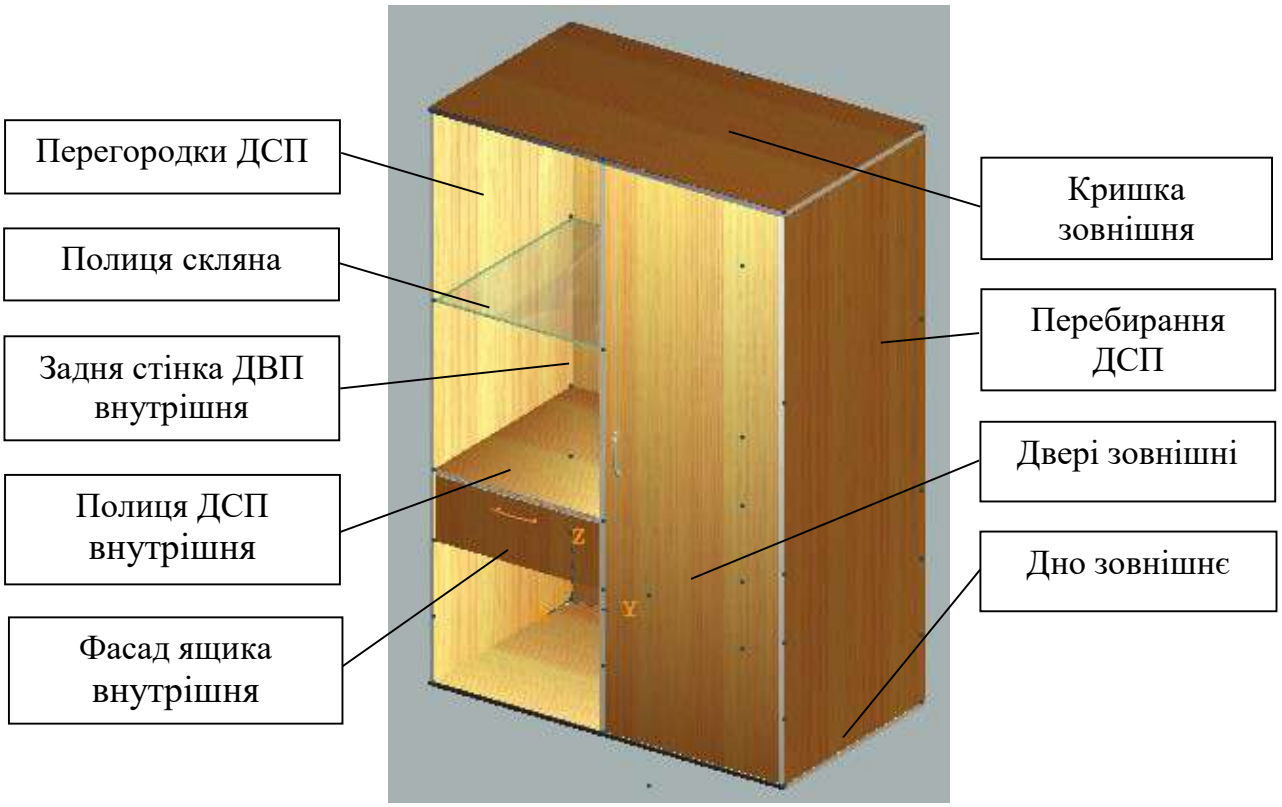


Рис.11.4. Типи прикладних деталей – просторова орієнтація

Зовнішній вигляд вікна майстра деталей показаний на рис.11.5. У вікні майстра розміщені кнопки і розкриваються списки, за допомогою яких здійснюється вибір режимів і управління властивостями. Деталі виробу можуть існувати в осьових площинах, спираючись на вузли сітки осей.

Функції майстра деталей

Створення деталі – за допомогою локатора, який «перестрибує» з вузла на вузол. Два вузла, задані по діагоналі створюваної деталі, визначають прямокутну деталь або габарит деталі з криволінійним контуром. Для додавання деталі похилого положення використовується режим перенесення одного торця деталі з осі на вісь. Створюються деталі обраного прикладного типу із встановленого матеріалу. Кожній із новостворених деталей присвоюється назва, введена у вікні редагування назви. Під цією назвою деталь буде фігурувати на кресленнях і в специфікаціях.

Створення деталі по вузлах – містить режим створення деталей, у якому нові деталі створюються через послідовне вказування кількох вузлів, розташованих в одній площині і визначають лінію контуру деталі. Після введення останнього вузла контуру створюється деталь обраного прикладного типу зі встановленого матеріалу.

Перенесення з осі на вісь – по цій команді включається режим виділення деталей для редагування за допомогою локатора. Зазначена локатором деталь стає виділеною, всі інші залишаються не виділеними. У режимі «Перенесення» треба скористатися керуючими точками, розташованими в центрі і по краях виділеної деталі. Для перенесення всієї деталі в паралельну її пласті площину маркером миші вказується керуюча точка в центрі деталі. Потім переміщується миша і деталь «перескакує» з однієї осьової площини на іншу.

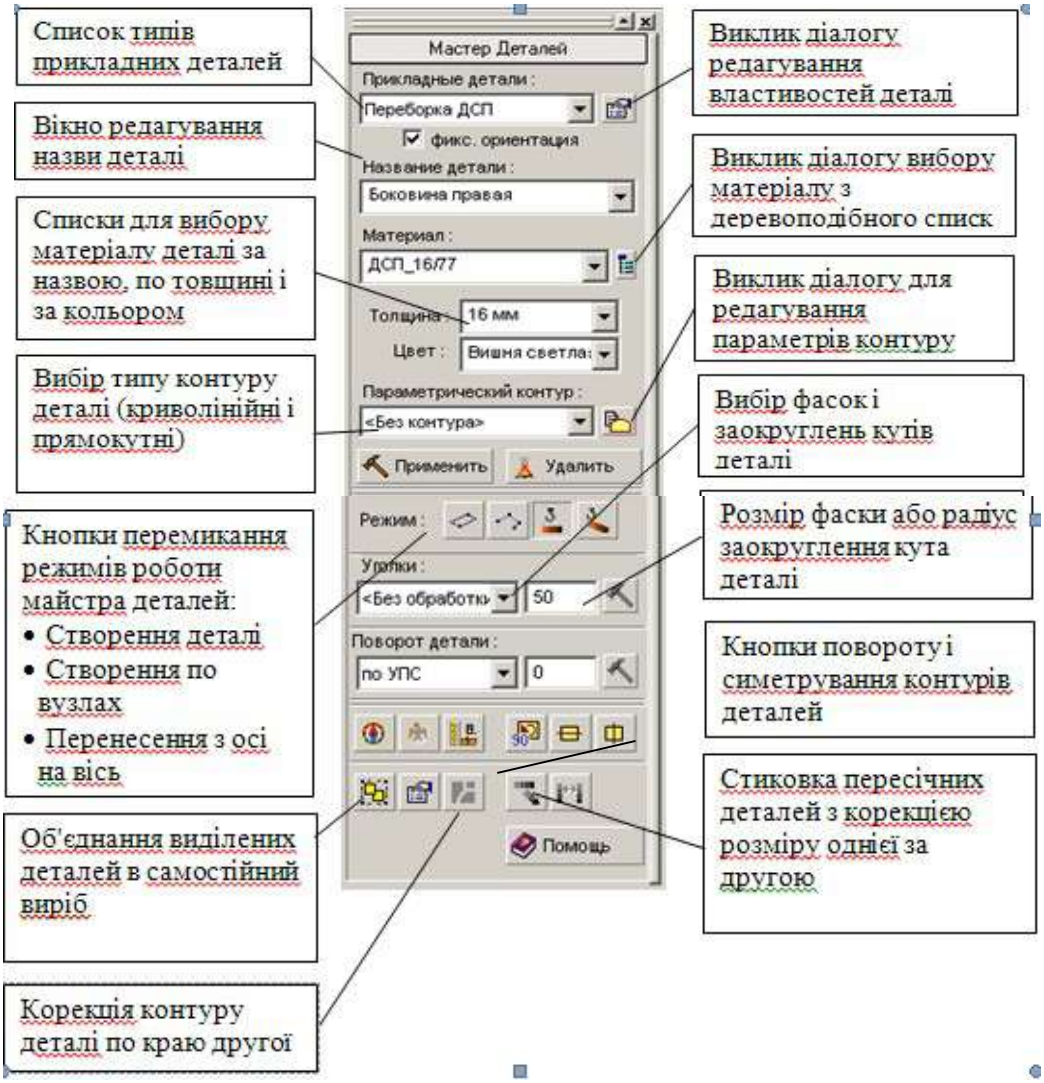


Рис.11.5. Керівні елементи майстра деталей

Таким способом, досягається необхідне положення деталі. Коли маркером миші вказується керуюча точка на краю деталі – переміщенням маркера досягається перенесення відповідного торця деталі на іншу вісь. Цей варіант режиму «Перенесення» використовується і для повороту деталей навколо осі її протилежного торця, тобто надання деталям виробу похилого (не ортогонального) положення.

*Удалить (*Видалити*)* – видалити виділені деталі з моделі виробу. При цьому будуть автоматично видалені і кріплення, які належать до цих деталей.

Текстура – повернути орієнтацію текстури деталі на 90°. Виконується над виділеними деталями.

Лицьова / тильна – кнопка, яка дає змогу поміняти місцями лицьову і тильну сторони деталі. Лицьова сторона для виділених деталей позначена вектором, перпендикулярним площині деталі.

Розмір деталі – редагування розміру (габариту) виділених деталей за допомогою діалогу «Размер детали (Розмір деталі)». Розмір групи деталей може редагуватися, якщо їх просторова орієнтація збігається.

Редактор контурів – вибір типу параметричного контуру деталі криволінійної форми і редагування його параметрів за допомогою діалогу «Параметрический контур (Параметричний контур)».

Поворот контуру деталі на 90 градусів – редагування орієнтації параметричного контуру деталі криволінійної форми щодо її габариту.

Групувати – команда призначена для відокремлення кількох деталей в окремий виріб. Формується новий виріб. Виділені деталі поточного активного виробу переносяться у знову

сформований виріб, який включається в наразі активний виріб як дочірній. З моделі поточного активного виробу виділені деталі видаляються.

Властивості – по цій команді ініціюється діалог «Свойства детали (Властивості деталі)» для редагування властивостей. З його допомогою можна проконтролювати і відредагувати деякі властивості останньої виділеної деталі поточного активного виробу.

Корекція контуру деталі – команда, яка дає змогу скорегувати контур однієї деталі по контуру краю іншої (рис.11.6).

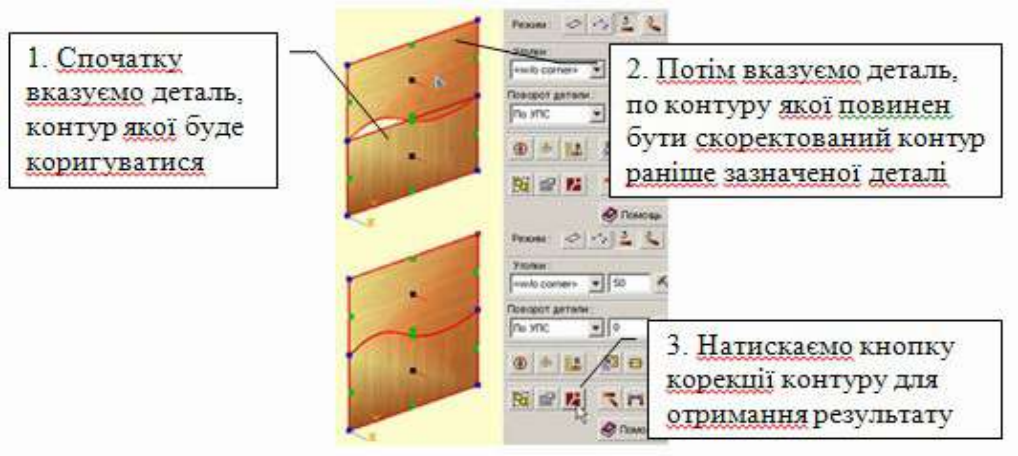


Рис.11.6. Корекція контуру деталі

«Помощь (Допомога)» – кнопка отримання довідкової інформації в окремому вікні системи допомоги.

Майстер крайок (обробка торців деталей) – призначений для завдання і редагування способу обробки торців окремих деталей, допомагає управляти порядком крайкування сторін деталі, призначати тип і матеріал крайок, вибирати тип фрезерування торців деталі.

Керівні елементи майстра обробки торця показані на рис.11.7.

Функції майстра крайок

Участки обработки торца (Ділянки обробки торця) – таблиця, в якій перераховані ділянки крайкування виділеної деталі і вказані властивості крайки в межах цих ділянок. Для кожної ділянки в таблиці вказується: порядковий номер, клас застосованої на ділянці крайки, черговість обробки ділянки, колір крайки, її ширина і товщина.

Выделение (Виділення) – радіокнопки, які визначають, що буде вибрано при вказуванні курсором миші в активному вигляді моделі.

Деталі – в цьому режимі виділяються деталі виробу. Виділена для крайкування деталь підсвічується зеленим кольором. Тільки одна деталь виробу може бути виділена для крайкування в даний момент часу.

Ділянки – вибір ділянок обробки торців виділеної для редагування деталі. Виділені ділянки підсвічуються на зображенні моделі червоним кольором. У таблиці ділянок підсвічуються відповідні їм рядки.

Кнопка «+ +» – виділити всі ділянки крайкування даної деталі.

Кнопка «- -» – розвидалити всі ділянки крайкування даної деталі.

Кнопка «+ -» – інверсія виділення ділянок крайкування даної деталі. Виділені ділянки деталі стають невиділеними, не виділені – виділеними.

Черговість – кнопки управління черговістю наклеювання крайок на суміжні ділянки деталі:

Опустити ділянку – черговість обробки виділеної ділянки крайкування коригується так, що вона повинна оброблятися раніше.

Підняти ділянку – черговість обробки виділеної ділянки крайкування коригується так, що вона повинна оброблятися пізніше. Тобто, на таку ділянку крайка буде наклеюватися поверх торців крайок суміжних ділянок.

На рис.11.8 ділянка 1 окрайкована раніше, ніж ділянка 2. У таблиці «Участки обработки торца (Ділянки обробки торця)» черга 1-ї ділянки – перша, 2-ї ділянки – друга.

На рис.11.9 навпаки: ділянка 1 окрайкована пізніше, ніж ділянка 2.



Рис.11.7. Керівні елементи майстра обробки торця



Рис.11.8

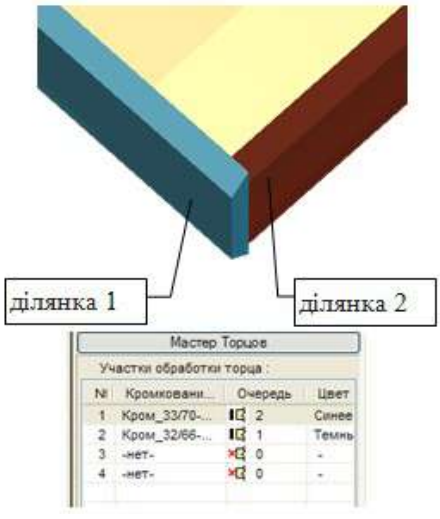


Рис.11.9

«*Підрізка по бісектрисі*» – при натисканні на цю кнопку передбачається стикування крайок не внахлест, а по бісектрисі кута між суміжними торцями деталі, в окремому випадку – під 45° (рис.11.10).

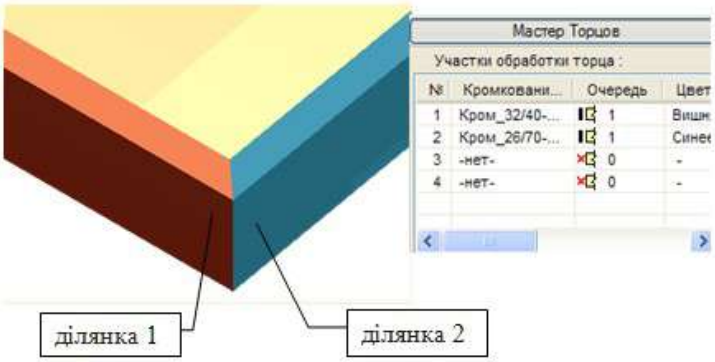


Рис.11.10. Підрізка по бісектрисі

Злити ділянки – команда об'єднує кілька ділянок оброблюваного торця в одну безперервну ділянку.
Розділити ділянки – команда дозволяє розділити попередньо злиті (об'єднані) ділянки торця на окремі частини.
Видалити крайки – видалення матеріалу обробки торця з виділених ділянок крайкування редагованої деталі.
Вікно огляду – призначене для відображення профілю поточного обраного типу кромки.
Тип крайки – список для вибору типу (товщини, профілю) крайки або призначення ознак її відсутності на визначених ділянках крайкування.
Вибрати фрезерування – команда служить для призначення типу і параметрів фрезерування виділених в списку ділянок контуру деталі. При натисканні кнопки розкривається діалог «Параметрический контур (Параметричний контур)» (рис.11.11).

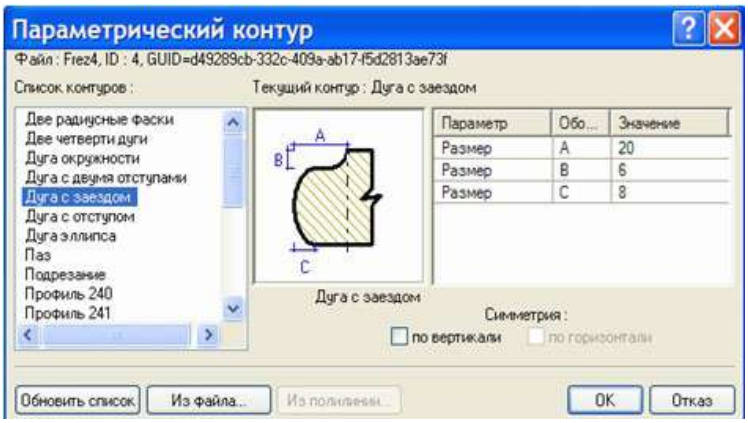


Рис.11.11 Діалог призначений для вибору типу торця деталі

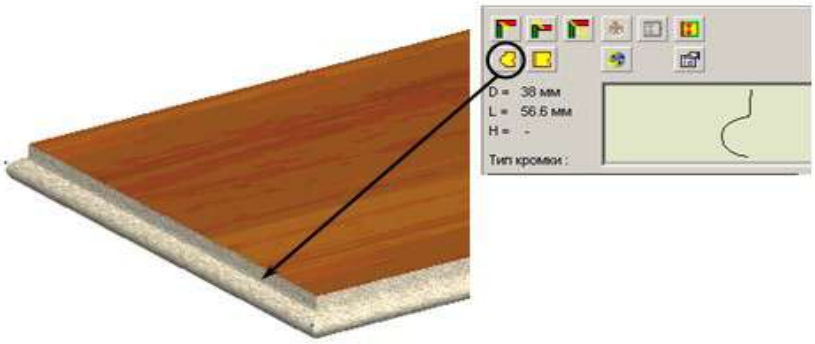


Рис.11.11 Діалог призначений для редагування типу торця деталі

Цей діалог призначений для вибору і редагування типу фрезерування торця деталі і задавання параметрів форми. Для автоматичного крайкування торців усіх деталей слід скористатися командою «Проставить кромки (Проставити крайки)», яка викликається з меню «Инструменты (Інструменти)» → «Автосервис (Автосервіс)».



Рис.11.12. Керівні елементи майстра стиків

Майстер стиків – призначений для налаштування параметрів схеми з'єднання деталей, встановлення кріплень (фурнітури) і редагування положення фурнітури в стиках на осі з'єднання деталей.

Вікно майстра стиків складається з двох частин (рис.11.12). У розділі «Схема (Схема)» знаходяться керівні елементи, які належать до параметрів схеми з'єднання. У розділі

«Крепления (Кріплення)» зібрані елементи управління процесом призначення кріплень і розміщення фурнітури.

Функції майстра стиків

Розділ «Схема (Схема)». Стик між деталями, виділений для редагування, поточний. Він виділяється зеленим кольором. Деталі, які стикуються, підсвічуються функціональними кольорами. Редагування поточного стику складається з уточнення схеми з'єднання деталей (рис.11.13).

Розділ «Крепления (Кріплення)». У схемі з'єднання можуть брати участь одна або кілька деталей. Кріплення може з'єднувати всі або тільки деякі з них.

Список відповідних кріплень містить кріплення, які придатні для даної схеми з'єднання. При цьому враховуються типи прикладних деталей, їх товщина, обмеження на товщину деталей для кожного типу фурнітури.

Список матеріалів служить для вибору типу матеріалу фурнітури, використовуваного для кріплення зі списку відповідних. У цьому списку подані матеріали, які можуть використовуватися в обраному кріпленні.

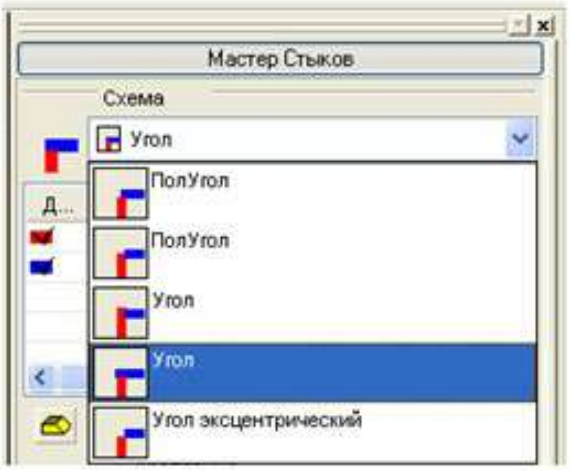


Рис.11.13. Редагування поточного стику

Список кріплень, вже встановлених на зазначеній осі, відсортований у порядку, відповідному їх позиції на осі. Вибір кріплень для редагування можна робити за допомогою цього списку або зазначенням конкретного кріплення на моделі.

«Властивості кріплення» – кнопка виклику діалогу «Свойства креплений (*Властивості кріплення*)». Він допомагає вивчити і відредагувати деякі властивості, котрі впливають на розміщення кріплень уздовж осі з'єднання деталей. Діалог викликається для типу кріплення, яке було обрано в списку відповідних кріплень. Зміни властивостей, вироблені в діалозі, знайдуть відображення при подальшому встановленні кріплень даного типу в модель виробу. Ці зміни не стосуються властивостей кріплень, уже встановлених у моделі.

Справка (Довідка) – отримання довідкової інформації по «Майстру стиків».

Для автоматичного встановлення кріплень на всіх деталях виробу треба скористатися командою «Расставить повсюду фурнітуру (Розставити всюди фурнітуру)», яка викликається з меню «Инструменты (Інструменти)» → «Автосервис (Автосервіс)».

Майстер ящиків призначений для створення і редагування моделей висувних ящиків. Для створення ящика виконується таке: 1. Вказується деталь (або кілька), яка повинна стати лицьовою дошкою ящика. Ці деталі повинні бути прикладного типу «Фасад ящика (Фасад ящика)». 2. Вибирається тип і задаються параметри ящика (рис.11.14). 3. Натискається кнопка «Создать ящик (Створити ящик)». Для кожної деталі ящика можна перепризначити матеріал, з якого вона повинна виготовлятися. Для цього вибирається ім'я деталі в списку «Детали ящика (Деталі ящика)», а потім в списку «Материал (Матеріал)» вибирається необхідний матеріал.

Функції майстра ящиків

Тип ящика (Тип ящика) – список, призначений для вибору типу створюваного ящика. Кожен тип ящика має свою конструкцію і свій набір типорозмірів (рис.11.15).

Глубина (Глибина) – список або однойменне вікно редагування – допомагають задати глибину створюваного ящика. Для одних типів ящиків глибини можуть бути обрані з кількох дискретних розмірів, визначених фурнітурою, яка використовується. Для інших типів ящиків можна задати будь-яку глибину в запропонованих межах. Ці межі визначаються відстанню до сусідніх деталей або до габариту виробу.
Высота (Висота) – вікно редагування, в якому треба задати висоту створюваного ящика.

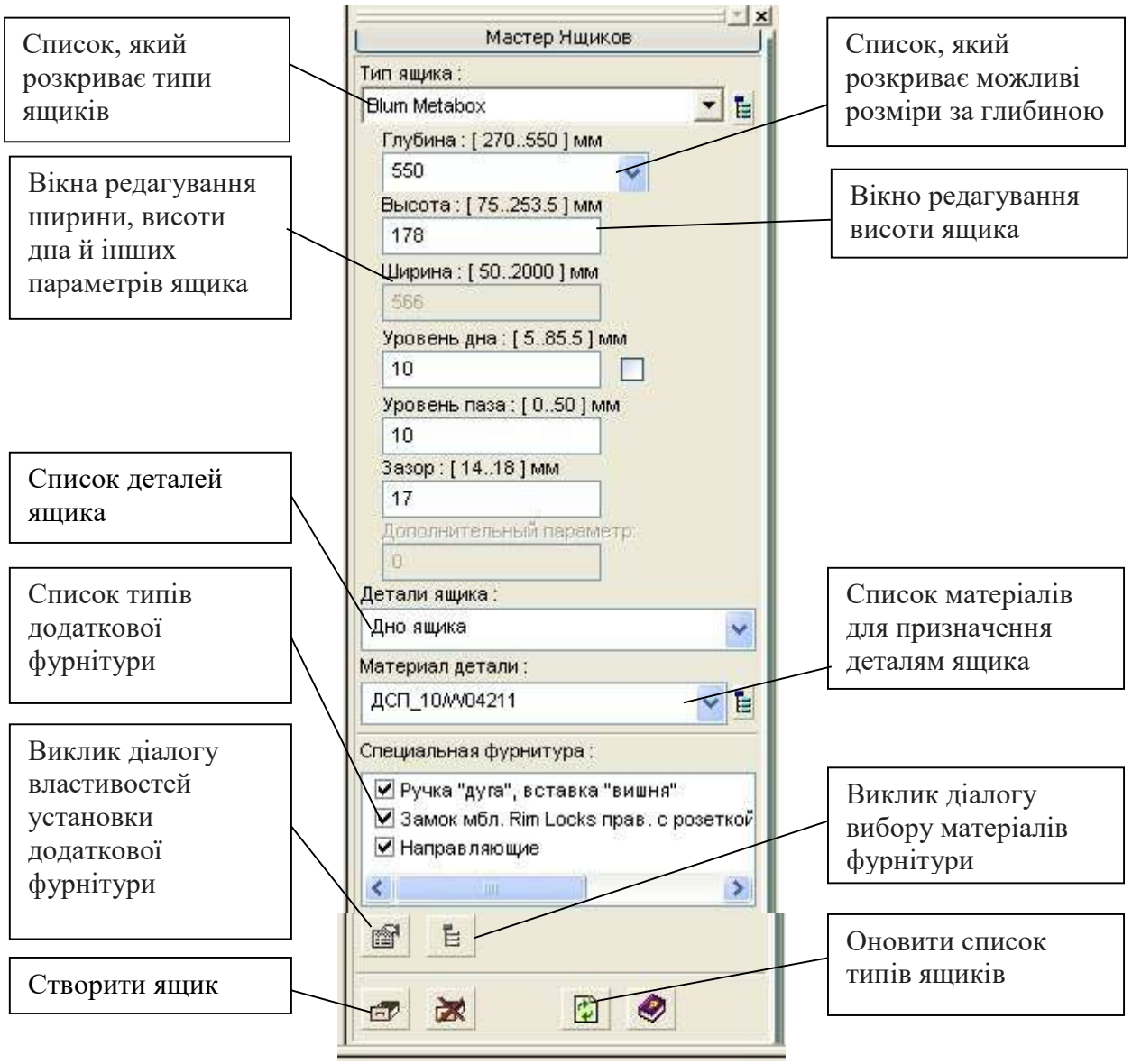


Рис.11.14. Керівні елементи майстра ящиків

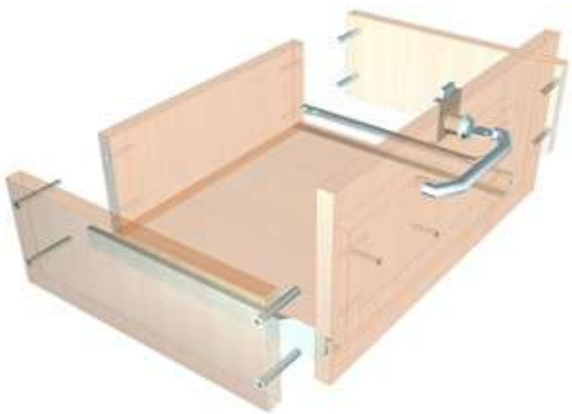


Рис.11.15. Вибір типу створюваного ящика

Ширина (Ширина) – вікно, в якому відображається значення ширини ящика з урахуванням сусідніх деталей.

Детали ящика (Деталі ящика) – механізм призначення матеріалів деталей ящика. Зі списку «Детали ящика (Деталі ящика)» вибирається за назвою деталь, якій призначається новий матеріал. Потім зі списку «Материал (Материал)» вибирається матеріал, з якого повинна виготовлятися дана деталь.

Спеціальна фурнітура – список типів фурнітури, які можуть додатково встановлюватися при створенні моделі ящика. Якщо потрібно змоделювати новий тип ящика, який раніше не передбачений у списку можливих конструкцій, треба скористатися «Мастером специального сервиса (Майстром спеціального сервісу)». Вибирається сервіс «Создание нового ящика (Створення нового ящика)» і з його допомогою визначається своя конструкція. Новий тип з'явиться в списку ящиків «Мастера ящиков (Майстра ящиків)».

Майстер спеціального сервісу – призначений для забезпечення можливості виклику спеціальних сервісних програм для виконання вузькоспеціалізованих приватних завдань, наприклад: встановлення особливої фурнітури, конструювання розсувних систем для шаф-купе, формування програм на Javascript для моделювання нових типів ящиків (рис.11.16).

«Спеціальний сервіс». Попередньо в «Мастере деталей (Майстрі деталей)» створюється деталь типу «Двери раздвижные (Двері розсувні)» з будь-якого матеріалу. Місцезнаходження і розміри цієї деталі будуть визначати положення, загальну ширину і висоту розсувної системи. Надалі необхідно вибрати відповідну розсувну систему зі списку в функції «Специальный сервис (Спеціальний сервіс)» (рис.11.16) і налаштувати необхідні параметри. Натисканням кнопки «Создать (Створити)» встановлюється обрана розсувна система (рис.11.17).

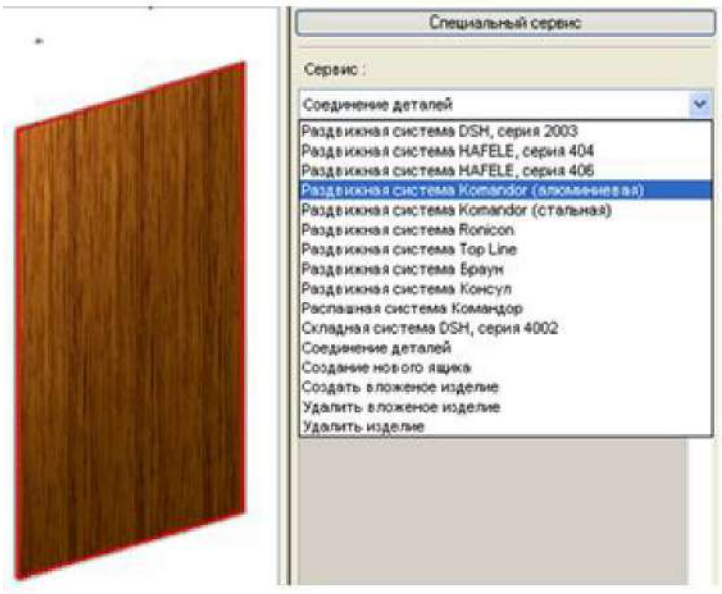


Рис.11.16 Вибір розсувної системи



Рис.11.17. Розсувна система

Функції майстра спеціального сервісу

Для моделювання системи розсувних дверей при проєктуванні шафи-купе варто скористатися прикладною функцією «Спеціальний сервіс».



Рис.11.18. Параметри розсувної системи «Komandor» (алюмінієва)

Параметри у вікні «Специального сервиса» залежать від типу обраної розсувної системи. На рис.11.18 показані параметри розсувної системи «Komandor» (алюмінієва).

Майстер креслень – призначений для створення, редагування і виведення на друк креслень проєктованого виробу. Для редагування поточного креслення існують спеціальні команди (рис.11.19).

Функції майстра креслень

Система Woody автоматично створює комплект креслень з виробу. Комплект креслень – це набір аркушів з кресленнями окремих деталей (деталювання) або зображенням усього виробу (складальне креслення). Перелік всіх креслень, які входять у комплект для поточного виробу, можна побачити на смузі прокрутки в нижній частині екрана під графічною зоною (рис.11.20).

Будь-яке креслення з комплекту можна відредагувати вручну, використовуючи інструменти піктографічного меню «Мастера чертежей (Майстра креслень)». Приклад використання «Мастера чертежей (Майстра креслень)» для задавання внутрішніх і зовнішніх контурів деталі показано на рис.11.21.

При роботі з поточним кресленням деталі є можливість додавати нові елементи креслення – наносити розміри, створювати текст і спеціальні символи креслення, будувати нові лінії (полілінії) (рис.11.22).



Рис.11.19. Керівні елементи майстра креслень

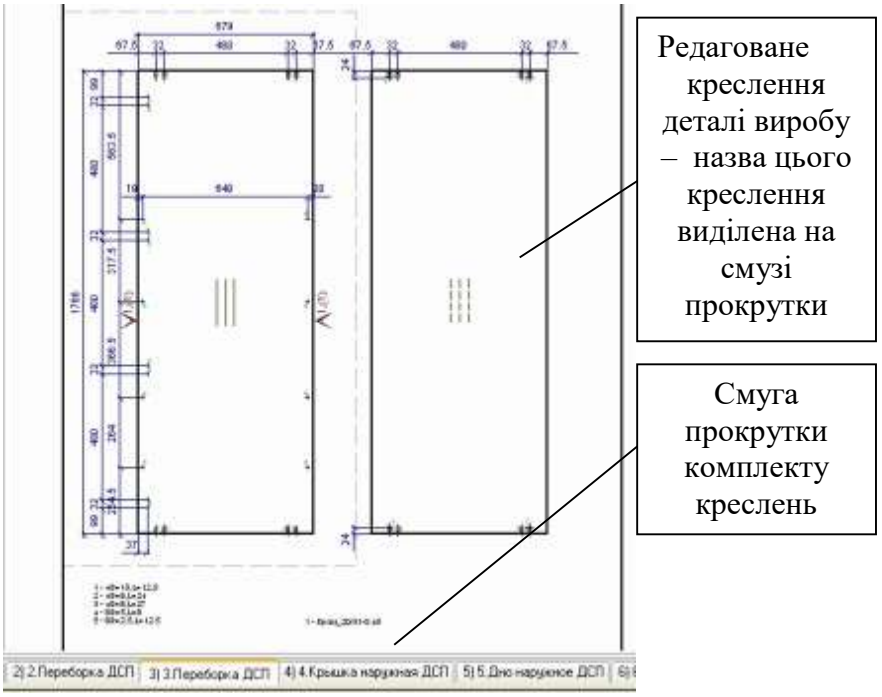


Рис.11.20. Вікно-перелік креслень, які входять у комплект для поточного виробу

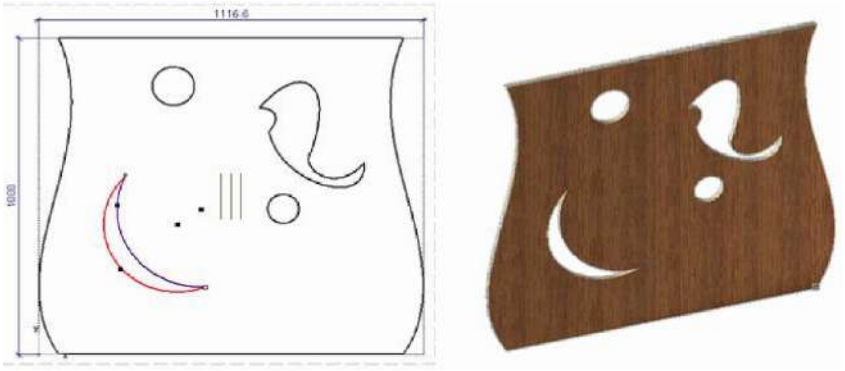


Рис.11.21. Приклад використання «Майстра креслень»

Майстер збірки використовується для моделювання процесу складання виробу. Він допомагає сформувати етапи складання і відредагувати видимість і стан деталей виробу на кожному етапі. Отримані зображення можуть використовуватися як схеми монтажу виробу.

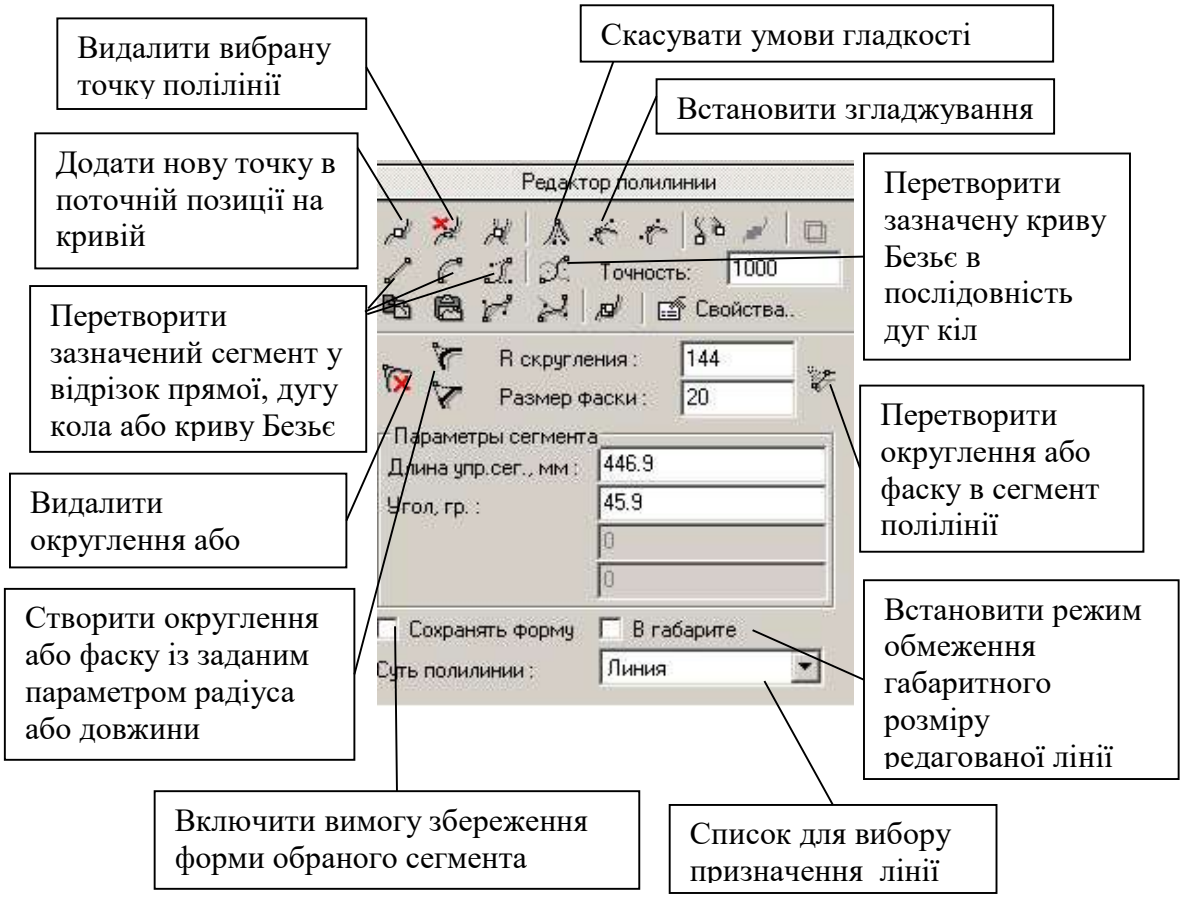


Рис.11.22. Керівні елементи редактора полілінії

Функції майстра збірки

Виріб може бути забезпечено інформацією про його складання. Збирання виробу відбувається за кілька етапів (або кроків). На кожному етапі показуються тільки ті деталі, які вже встановлені на свої місця або встановлюються в ході даного етапу. Деталі можуть бути зміщені і (або) повернені щодо їх робочого положення для підвищення наочності зображення. Майстер збирання дає змогу проводити маніпуляції над деталями і фурнітурою поточного активного виробу, обраного для редагування. Майстер містить деревоподібний список збірок і етапів кожною збірання.

Контекстне меню використовується для редагування моделі процесу складання і його етапів (рис.11.23). *К*нопка *Підірвати* включає режим формування експлозиційної картинки моделі (рис.11.24).

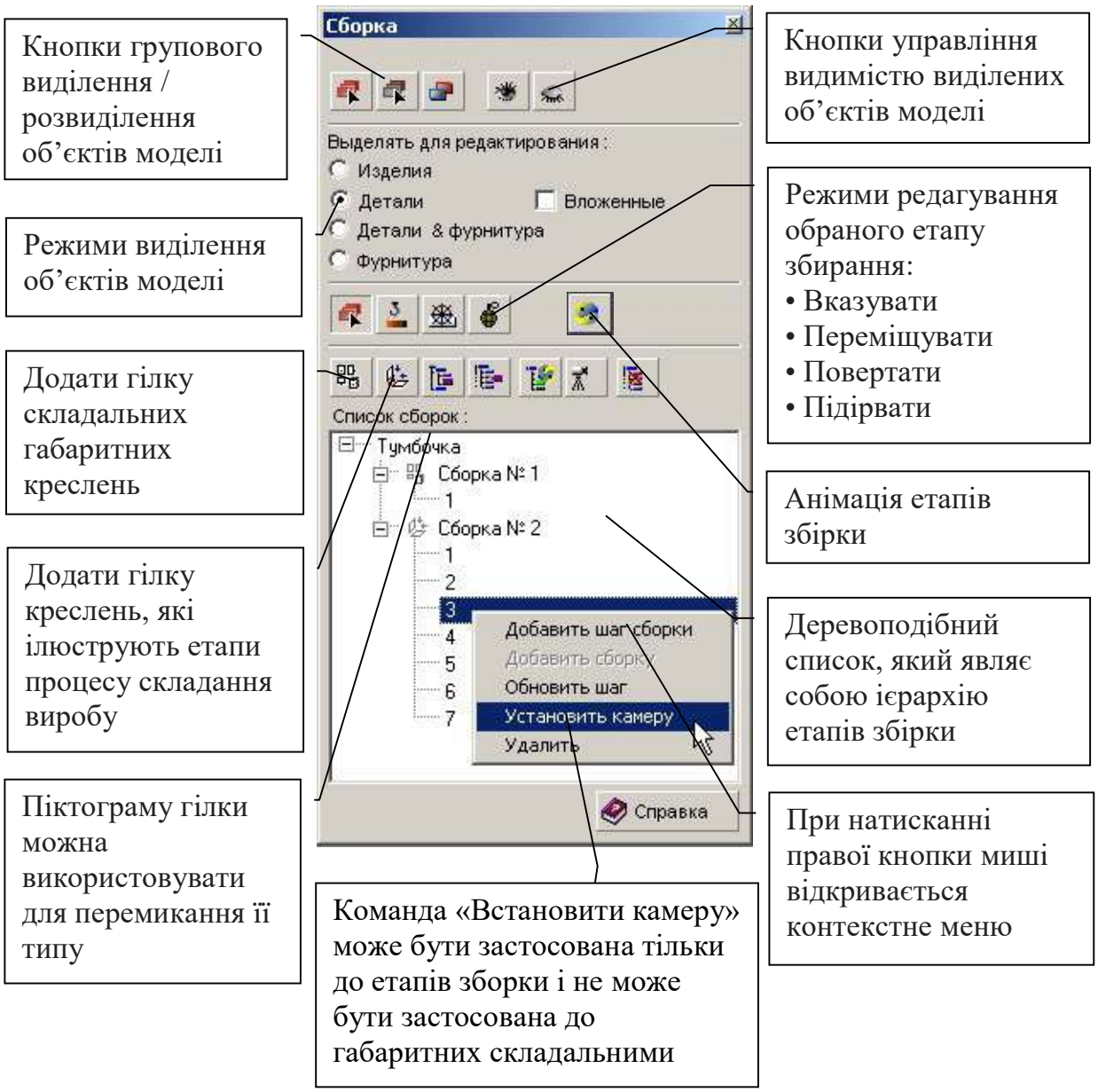


Рис.11.23. Керівні елементи майстра збирання

В цьому режимі виділені деталі виробу переміщуються в різні боки від геометричного центру моделі. Управління проводиться за допомогою графічного рушія, який переміщується за допомогою миші.

Woody-майстер призначений для швидкого створення виробів через виконання спеціальних програм параметричного проєктування, послідовного застосування операцій автоматичної обробки моделі і контролю параметрів їх виконання.

Функції Woody-майстра

Він може використовуватися для роботи з поточним активним виробом, призначеним для редагування, або застосовуватися для створення моделі нового виробу з заданими параметрами (рис.11.25).

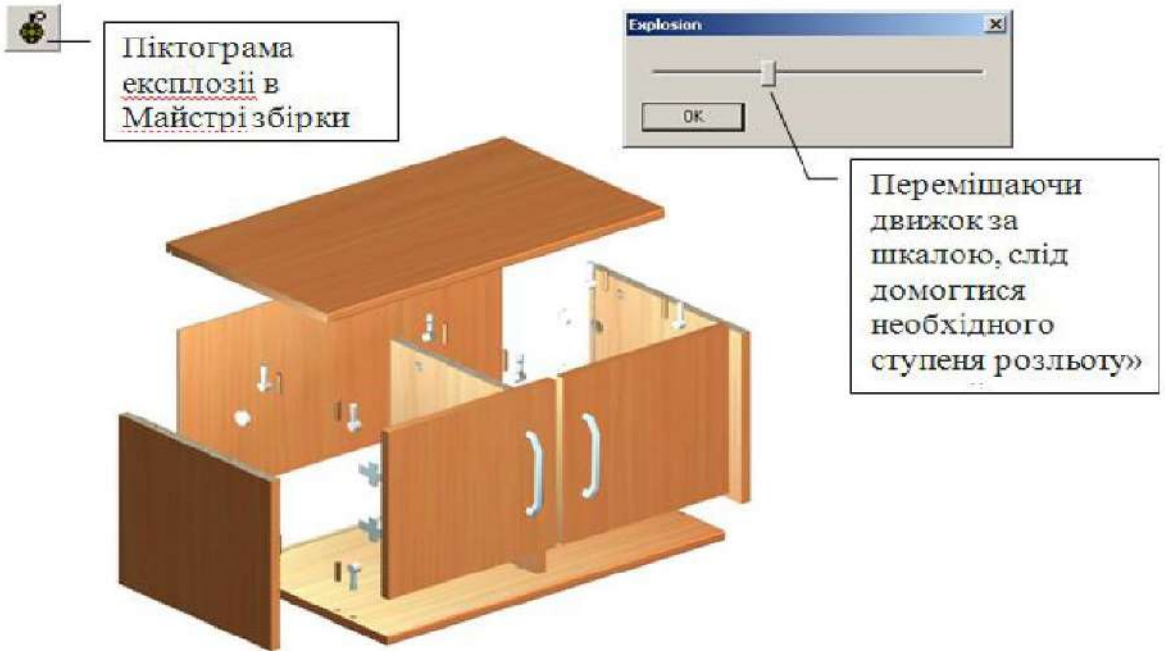


Рис.11.24. Формування експлозиційної картинки моделі

Використання Woody-майстра для створення моделі нового виробу.

1. За допомогою списку, який розкривається, «Тип изделия (Тип виробу)» вибирається тип виробу.
2. Включається чек-бокс «Создать оси и детали (Створити осі і деталі)».
3. Зі списку «Цвет изделия (Колір виробу)» обирається необхідний колір.
4. Необхідно проконтролювати і за необхідності скоригувати матеріал за замовчуванням. Цей матеріал буде застосовуватися для створюваних деталей у тому разі, якщо не вдалося знайти серед матеріалів поточного стилю відповідний матеріал заданого кольору.
5. За кнопкою «Параметры (Параметри)...» призначаються параметри виробу, скориставшись відповідним діалогом.
6. Призначаються дії автоматичного встановлення фурнітури і крайок на створюваний виріб завдяки встановленню галочок для режимів «Расставить фурнитуру (Розставити фурнітуру)», «Окромковать (Окрайкувати)» і «Скрыть торцы (Приховати торці)».
7. Натиснути кнопку «OK».

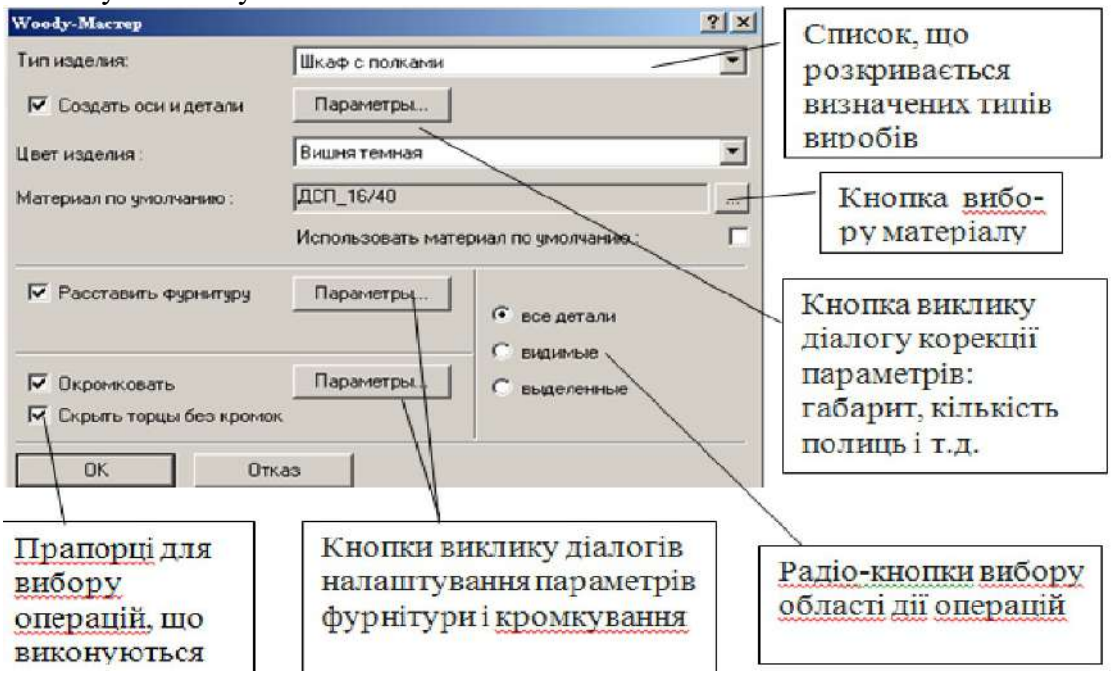


Рис.11.25. Функції Woody-майстра

Майстер сцени. При формуванні проєкту, який складається з кількох виробів, використовується «Майстер сцени», який викликається кнопкою на панелі інструментів. Засоби «Майстра сцени» дають змогу додавати, видаляти, розміщувати готові вироби в просторі, призначати їх активними і редагувати за допомогою інструментів інших майстрів, а також створювати новий виріб у сцені. Вікно майстра сцени з керівними елементами подано на рис.11.26.

Функції майстра сцени

Сцена – це частина простору, описана в деякій системі координат, у якій розташовані об'єкти. У сцені можуть бути об'єкти, представлені своїми моделями в різних форматах. Найперше, це об'єкти формату Woody: моделі виробів корпусних меблів, які складаються з деталей і кріплень (фурнітури), змодельовані на основі просторової сітки осей. Кожен з таких об'єктів можна перемістити, повернути, видалити і, крім того, призначити поточним активним і відредагувати його конструкцію засобами майстра деталей, майстра стиків, майстра обробки торця та інше.

Крім об'єктів формату Woody (* .wdm) у сцені можуть бути імпортовані тривимірні об'єкти, представлені своїми візуальними моделями формату (* .obn), (* .3ds.) InteAr і 3DStudio.



Рис.11.26. Керівні елементи майстра сцени

За допомогою майстра сцени їх можна переміщувати, повертати, видаляти, але їх не можна призначити активними і редагувати за допомогою прикладних майстрів Woody, зорієнтованих на роботу з конструкцією.

11.3. Моделювання комп'ютерного столу

Пропонований для моделювання комп'ютерний стіл (рис.11.27) складається з таких деталей: кришка-надбудова (1), кришка-стільниця (2), перегородка (3-9), фасад ящика (10), двері (11), висувна полиця (12), полиця (13), дно (14), цоколь (15, 16), кришка (17), царга (18), задня стінка (19). На зображенні столу невидимі полиця і дно всередині тумби, задня стінка тумби.

Порядок моделювання комп'ютерного столу такий:

1. Задавання габаритів виробу.

2. Створення осьових площин.
3. Створення деталей.
4. Встановлення кріплень.
5. Крайкування торців.

1. *Задавання габаритів виробу.*

У діалоговому вікні «Новое изделие» задається назва виробу: «Стол компьютерний» і встановлюються габаритні розміри: глибина по осі X=700 мм; довжина по осі Y=1300 мм; висота по осі Z=1350 мм. Натискання кнопки ОК завантажує робочі вікна програми Woody.

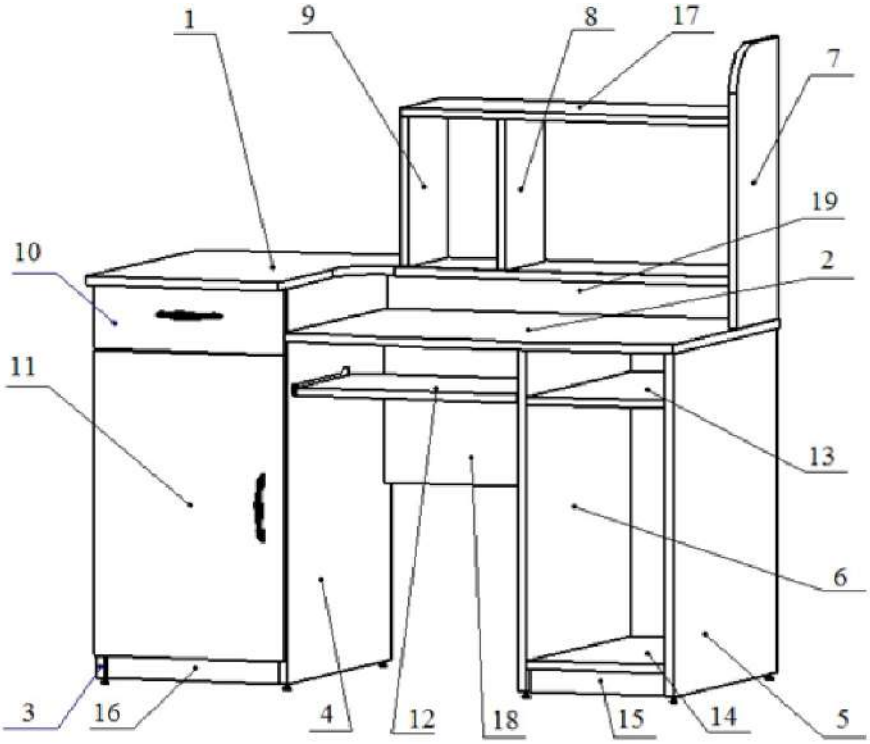


Рис.11.27. Пропонований для моделювання комп'ютерний стіл

2. *Створення осьових площин.*

При створенні осьових площин необхідно враховувати розташування деталей проєктованого виробу та їх товщину. Проєктований стіл пропонується створювати з плит ДСП товщиною 18 мм. У вікні робочих видів за допомогою кнопки «Создание осевых плоскостей» створюються осьові площини виробу для формування відповідних горизонтальних та вертикальних осей (рис.11.28).

3. *Створення деталей.*

На панелі інструментів викликається «Мастер деталей».

3.1. Для кришки-надбудови вибирається тип прикладної деталі «Кришка зовнішня ДСП», матеріал ДСП 18 / D 381SE – ДСП, колір «Бук D 381 PR», завтовшки 18 мм. Для деталі складної форми використовується режим «Деталь по точках». Створюється деталь Г-подібної форми в осьовій площині на рівні 851 мм у вікні наочного зображення. Для виконання заокруглення внутрішнього кута кришки вказується внутрішній кут для виділення.

Вибирається режим обробки «Скругление» (Округлення) та задається радіус округлення 100 мм. На рис.11.29 показана створена кришка-надбудова.

Для того, щоб усі наступні створювані деталі мали той же матеріал, що і кришка-надбудова, необхідно вказати команди «Цвет изделия (Колір виробу)» та «Материал для однотипных деталей (Матеріал для однотипних деталей)».

3.2. Для кришки-стільниці в «Мастере деталей (Майстрі деталей)» створюється деталь «Крышка внешняя ДСП (Кришка зовнішня ДСП)» прямокутної форми. Для зміни форми кришки-стільниці вибирається параметричний контур IC TM02.11 зі значенням параметра A, який дорівнює 40 мм. Побудовані кришки показані на рис.11.30

3.3. Для створення перегородок вибирається прикладна деталь «Переборка ДСП (Перебирання ДСП)». Створюються перегородок в режимі «Нова деталь» зазначенням діагональних точок прямокутника перегородок. Спочатку створюється крайня ліва перегородка. Потім за допомогою команди «Перенести деталь» вона копіюється на сусідні паралельні осьові площини (рис.11.31).

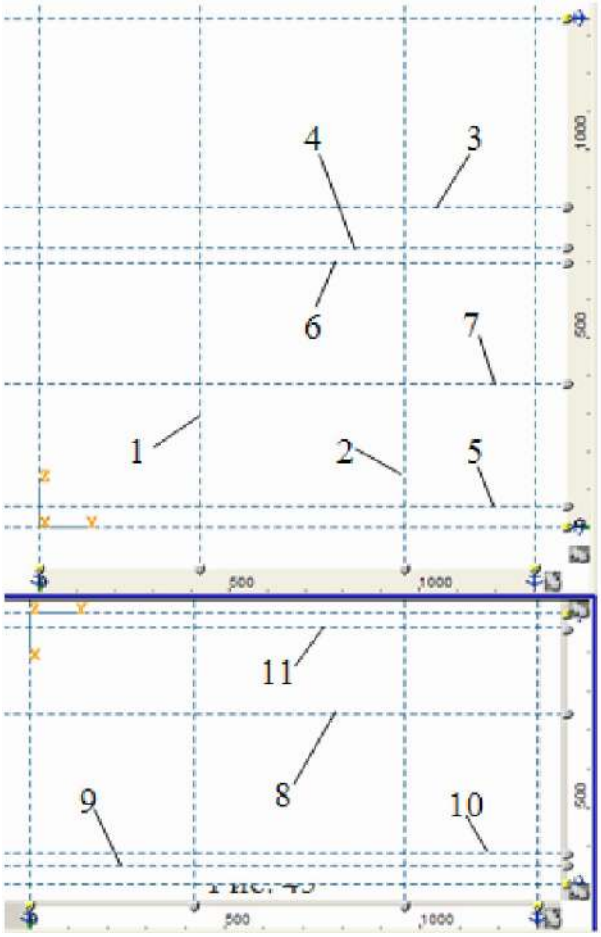


Рис.11.28. Створення осьових площин

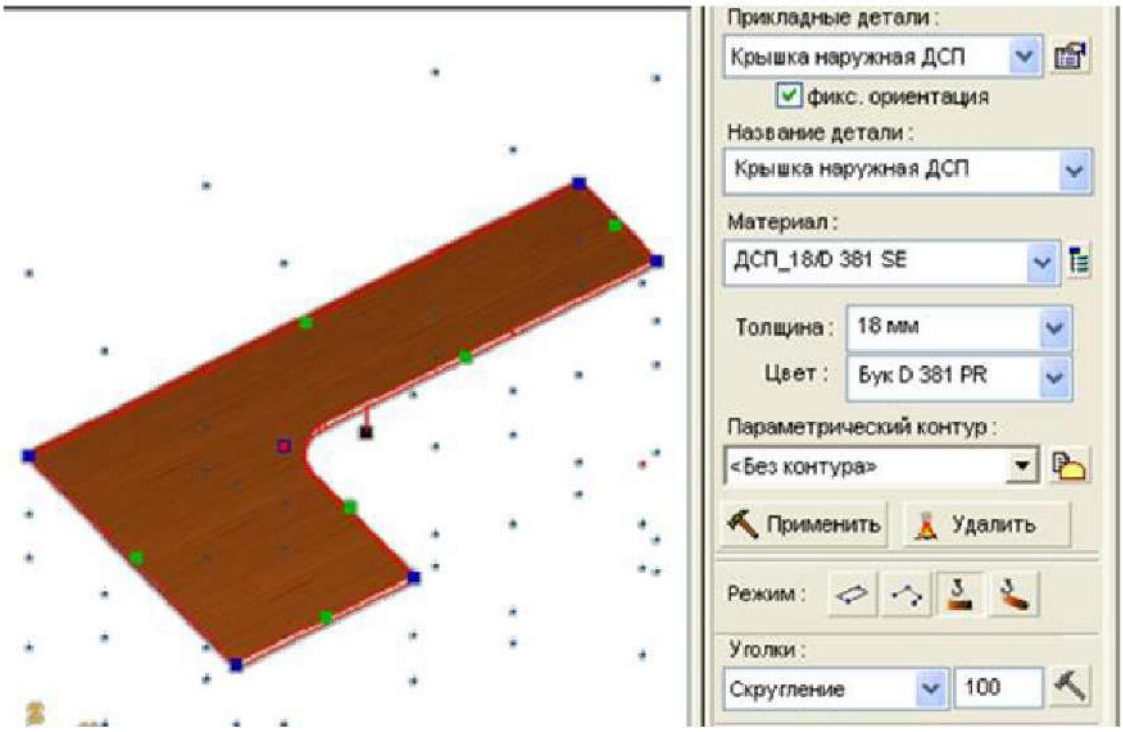


Рис.11.29. Створена кришка-надбудова

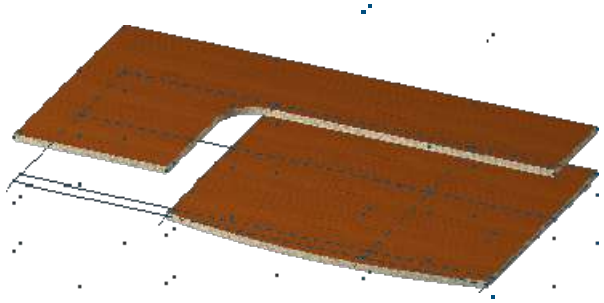


Рис. 11.30. Побудовані кришки

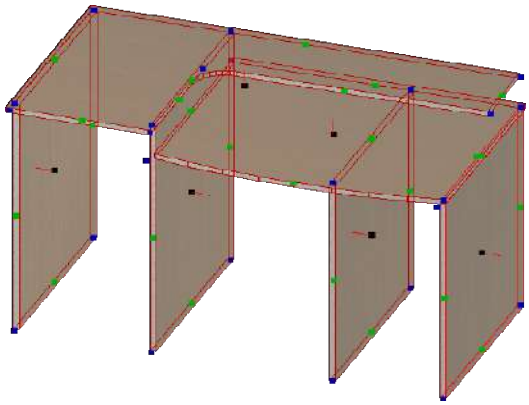


Рис.11.31.Копіювання перегородок на сусідні паралельні осьові площини

3.4. Для створення задніх стінок тумби модель для зручності повертається, щоб отримати доступ до тильної сторони виробу. Вибирається прикладна деталь «Задняя стенка ДСП (Задня стінка ДСП)». У режимі «Новая деталь (Нова деталь)» створюються дві задні стінки (рис.11.32).

3.5. Побудова царги. У середній частині виробу в площині з координатою X=39 мм формується деталь «Царга ДСП (Царга ДСП)» Лицьові сторони задніх стінок і царги мають бути орієнтовані всередину виробу (рис.11.32).

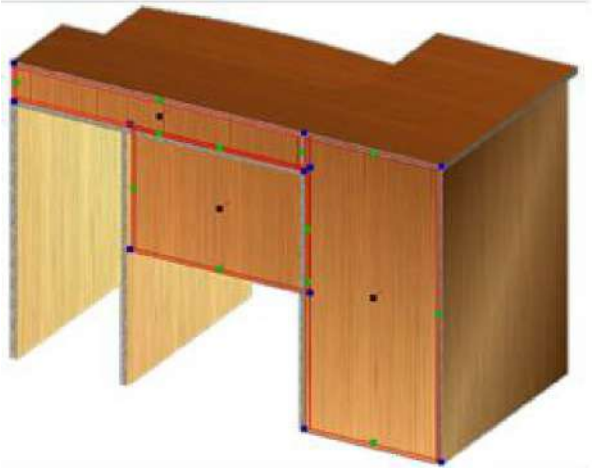


Рис.11.32. Створення задніх стінок і царги

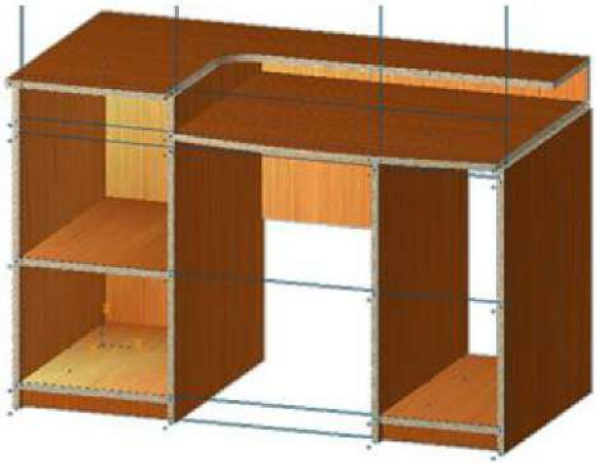


Рис.11.33. Моделювання полиці, дна, цоколя.



Рис.11.34. Моделювання полиці, дна, цоколя



Рис.11.35. Створення дверей і фасаду ящика

3.6. Моделювання полиці, дна, цоколя. Вибирається тип прикладної деталі «Полка ДСП (Полиця ДСП)» і створюється усередині тумби полиця. Для неї, за необхідності, змінюється напрям текстури вздовж довгої сторони натисканням кнопки «Поворот текстуры (Поворот текстури)». Для дна використовується тип прикладної деталі «Дно внутреннее ДСП (Дно внутрішнє ДСП)» та створюються дві деталі в площині з координатою Z=59 мм. Цоколі створюються прикладними деталями «Царга ДСП (Царга ДСП) (рис.11.33).

3.7. Створення додаткової осьової площини для полиць. На вигляді спереду створюється горизонтальна осьова площина з координатою Z=621 мм Будуються «Полки ДСП (Полиці ДСП)». Одна – для клавіатури в середньому відділенні, друга – у відсіку для системного блоку (рис.11.34).

3.8. Створення дверей і фасаду ящика. Застосовуються прикладні деталі «Дверь наружная ДСП (Двері зовнішні ДСП)» і «Фасад ящика наружный (Фасад ящика зовнішній)». Деталі будуються в площині з координатою X=651 мм (рис.11.35).

3.9. Ящик створюється в «Мастере ящиков (Майстрі ящиків)» (рис. 11.36.). Виділяється деталь «Фасад ящика (Фасад ящика)». Зі списку типів ящиків вибирається відповідний – BlumStandard230, Мебитекс, конфірмат

Задається глибина (600 мм) і висота (100 мм), інші параметри залишаються без зміни. У розділі «Специальная фурнитура (Спеціальна фурнітура)» вибирається відповідна за кольором ручка (Ручка L128148 mmбук+хром). Натиснення кнопки «Создать ящик (Створити ящик)» приводить до його породження і візуалізації (рис.11.37).

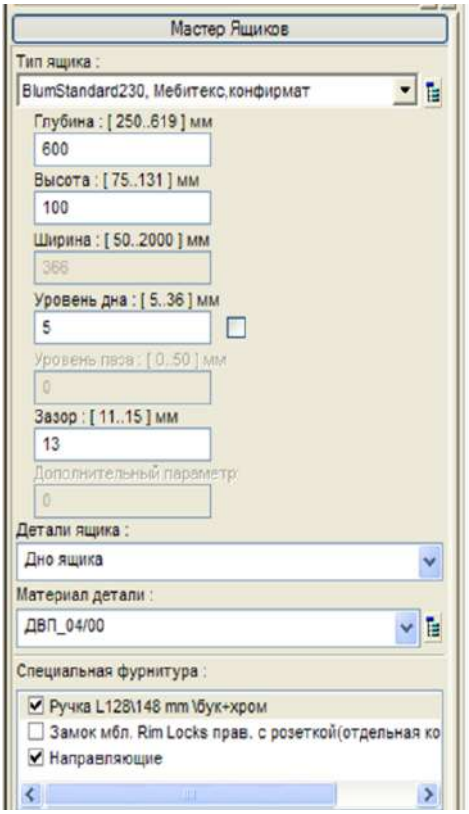


Рис. 11.36. Тип і параметри ящика

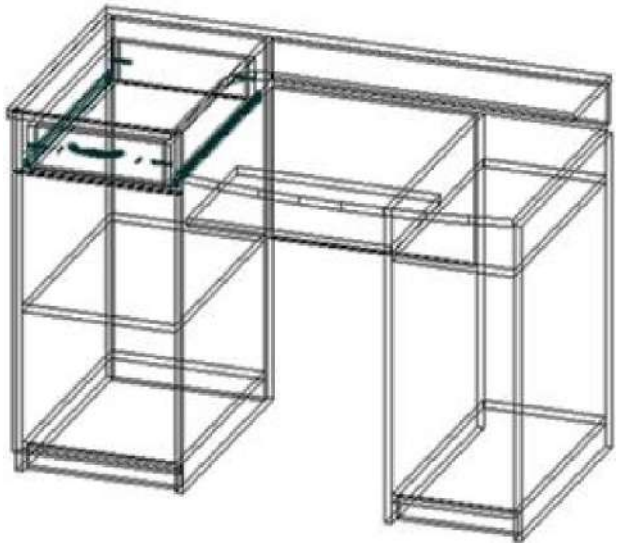


Рис.11.37. Вибрано – BlumStandard230, Мебитекс, конфірмат.

3.10. Осьові площини для верхньої надбудови створюються на вигляді спереду за допомогою кнопки «Создание нових осей (Створення нових осей)». Будуються дві вертикальні та одна горизонтальна осі у відповідних положеннях.

3.11. Моделювання деталей верхньої надбудови. У «Мастере деталей (Майстрі деталей)» створюється крайня права перебірка шириною 260 мм. Далі створюються копії перебірки, розташовані на відповідних осях. Для зміни форми першої створеної перебірки в режимі команди «Перенести деталь (Перенести деталь)» виділяється передній верхній куточок, а для режиму обробки «Уголки (Куточки)», обирається «Скругление (Округлення)» з радіусом 100 мм.



Рис.11.38. Моделювання деталей верхньої надбудови

Створюється остання деталь «Крышка внешняя ДСП (Кришка зовнішня ДСП)» (рис.11.38).

4. Встановлення кріплень.

Для автоматичного встановлення кріплень на всіх деталях виробу слід скористатися командою «Расставить повсюду фурнітуру (Розставити всюди фурнітуру)», яка викликається з меню «Инструменты (Інструменти)» → «Авто-сервис (Авто-сервіс)» (рис.11.39).

5. *Кромкування торців деталей*

Для автоматичного кромкування торців всіх деталей виробу варто скористатися командою «Проставить кромки (Проставити кромки)», яка викликається з меню «Инструменты (Інструменти)» → «Автосервис (Автосервіс)». Модель готового столу представлена на рис.11.40.



Рис.11.39. Автоматичне встановлення кріплень і фурнітури



Рис.11.40. Модель готового столу

Запитання і завдання для самоконтролю

1. Сформулюйте призначення комп'ютерної системи Woody.
2. Які функції майстрів Woody?
3. Що таке майстер деталей?
4. Що таке майстер стиків?
5. Що таке майстер обробки торця?
6. Що таке майстер ящиків?
7. Що таке майстер креслень?
8. Що таке майстер сцени?
9. Що таке майстер збірки?
10. Що таке майстер спеціального сервісу?
11. Визначте місце системи Woody в програмному комплексі комп'ютеризації меблевого виробництва?

Список використаних джерел

1. Система проектування корпусних меблів WOODY. Система підготовки карт роскрою Sawyer. Руководство по експлуатації. К.: Наукова фірма ІНТЕАР Лтд, 2004.
2. Сазонов К.А., Вишневська О.В., Донец О.В., Черняєва Л.В. Комп'ютерний дизайн корпусних меблів: – навчальний посібник. К.: КНУТД, 2011.
3. Фабрика WOODY. Режим доступу: https://goldenplaza.com.ua/manufacturers/woody/

АВТОР РОЗДІЛУ 12 – RHINOCEROS



Аранчій Дмитро Олександрович

Аспірант кафедри інформаційних технологій в архітектурі КНУБА. Архітектор, засновник та керівник майстерні Aranchii Architects.
Сфера досліджень – алгоритмічне формування простору, обчислювальні методи формотворення, штучний інтелект в архітектурі.

Розділ 12. RHINOCEROS

12.1. Історія виникнення, розвиток (Від вузькоспрямованого софту з проєктування яхт до архітектурної заміни 3ds max)

Додаток у сфері тривимірної комп'ютерної графіки та САПР (CAD) Rhinoceros 3D (або просто Rhino) від Robert McNeel & Associates виник як програмне забезпечення для моделювання яхт у Сіетлі у 1980 році. Цікаво, що і гігант роздрібної торгівлі в Інтернеті, компанія Амазон, обрала саме Сіетл, бо у штаті Вашинґтон були сприятливіші податкові умови для торгівлі книгами (товар, з якого починалась історія Амазону). Крім того, у місті також розташована штаб-квартира Майкрософт, звідси ж почалась і історія всесвітньо відомої мережі Старбакс, що також робить північно-західне місто осередком інновацій.

Серед іспанців є думка-напівжарт, що країни з похмурою погодою (а порівнянно з королівством Іспанія чи не кожна друга країна підпадає під цю класифікацію) мають сприятливіші умови для розвитку технологій, бо, мовляв, що робити, коли взимку майже немає сонця; звідси і, наприклад, досягнення України в ракетобудуванні. Сіетл відомий своєю дощовою похмурою погодою і згідно з попереднім визначенням є ідеальним місцем для концентрації на науці й техніці. Прикметно, що підрозділ з продажу МакНіла в Європі розташований саме в Іспанії.

Упродовж свого існування та розвитку Rhino здобував дедалі більше популярності серед ювелірів, промислових дизайнерів та архітекторів. Останнім настільки сильно полюбився софтверний продукт, що зараз вже важко уявити сучасний архітектурний ЗВО світового класу або потужну архітектурну майстерню, де б на численних дисплеях студентів/працівників не було би зображення навмисне лаконічних та зрозумілих іконок функціоналу Rhinoceros.

Останнім часом для Rhino з'явилися чи не усі найголовніші рушії візуалізації, триває інтеграція одного з них (RhinoCycles) у базову версію. Rhino використовується в дослідженнях пов'язаних з автоматизованим робототехнічним виготовленням, структурним аналізом, сталим розвитком / екологічністю / енергоефективністю та BIM-моделюванням. Відкритість коду програмного продукту зробило його застосування вкрай широким та зручним для багатьох спеціалістів проєктної сфери (AEC).

Проєктуй, моделюй, презентуй, аналізуй, реалізуй. Саме таке гасло гасло на момент написання цього розділу підручника на сайті rhino3d.com, що є досить точним описом глобальних можливостей продукту, які детальніше будуть розглянуті далі.

12.2. NURBS підхід, файлові формати, точність прив'язок. (Моделювання складних форм, універсальний конвертер, радість перфекціоніста)

Rhino базується на концепції NURBS, створення математично точних репрезентацій кривих і поверхонь вільного формування (free form surfaces). NURBS підхід полягає у задаванні геометрії рівняннями третього порядку на противагу полігонального/сіткового

(polygon mesh) моделювання, і їх подальшої (у разі завдання досягнути плавних форм) модифікації алгоритмами згладжування.

Rhino здатен імпортувати та експортувати понад 30 форматів файлів. У разі відкриття нерідного формату (власний – .3dm) Райно конвертує геометрію у власний формат. Варто відзначити чудовий імпорт/експорт і з 2d векторним редактором Adobe Illustrator, а також підтримку багатьох поколінь форматів Autodesk Autocad.

Це робить Райно сумісним з більшістю редакторів тривимірного моделювання. Відтак Rhino можна розглядати як універсальний конвертер тривимірної геометрії, а разом з тим і претендента на інтеграцію в численні проєкти, де різні задачі виконуються в різному софті, приміром підготовка та експорт складної та точної геометрії до програм BIM або певних візуалізаційних рушіїв, яких нема в самому Райно (хоча варто додати, що останнім часом більшість лідерів ринку вже випустили або розробляють версії для Rhinoceros).

Rhino також підтримує усі основні формати швидкого прототипування, придатні до друку на 3d-принтерах (зокрема .stl та .obj), або багатоосьового фрезерування. Безліч сторонніх плагінів, які надають змогу симулювати/ керувати роботу роборук чи інших автоматизованих пристроїв з числовим програмним керуванням (ЧПК) та працювати з g-code роблять з Rhinoceros програму, що здатна допомогти творцеві не лише зробити форму, а й довести її до фінальної стадії імплементації.

Багатьом, хто починав знайомство з тривимірним моделюванням з інших програм, приміром 3ds Max, вряди-годи не вистачало механізмів і точності прив’язок геометрії, адже відстань між вершинами, яка могла не дорівнювати нулю в будь-якому розряді після коми, здатна зруйнувати внутрішній «кришталевий палац» будь-якого перфекціоніста. В Райно прив’язки надзвичайно прості, розмаїті та точні, стосується це прив’язок вершин, дотичних чи середин ліній чи інших більш неочевидних.

12.3. Мультиплатформеність [win + mac + ios], відкритість. (Диктатура та демократія)

Деякі лідери ринку, а ринок редакторів тривимірного моделювання не виняток, роблять ставку лише на найпоширенішу платформу, як це відбувається, приміром, у випадку з Autodesk і 3ds Max. З одного боку, це сприяє спрощенню розробки ПЗ та, ймовірно, оптимізації пропорції прибутку/витрат. Проте користувач завжди прагне мати право вибору.

У 2000-х багато представників творчих спеціальностей, зокрема й архітекторів, здійснювали перехід на операційну систему Mac OS. І хоча у другій половині декади ще не було повноцінної версії Rhino для маку, з’явилась версія у процесі розробки, так звана WIP (work in progress), яка, втім, давала змогу виконувати більшість операцій, наявних в арсеналі «старшого брата» (Райно для Майкрософт Віндовз). Варто зазначити, що не в останню чергу через негнучку політику Аутодеску щодо підтримки операційних систем, Райно для великої кількості користувачів став не паралельним продуктом використання поруч з Максом, а повною його заміною в плані моделювання.

Водночас, з’явилась версія Райно під IOS під назвою iRhino, що стало дуже приємним доповненням для користувачів одновної версії, хоча і допомагало (і досі допомагає) лише переглядати тривимірні моделі, створені на ПК чи Маку на iPhone чи iPad (і навіть iPod touch). Цікаво те, що МкНіл спочатку продавав iRhino 3D за 2,99 доларів США (годі й казати, що це була одна з перших програм, яку купували проєктувальники навіть в таких країнах з засиллям піратського софту, як Україна), а потім зробив переглядач для мобільних пристроїв компанії Епл повністю безкоштовним, судячи з усього, для популяризації та масштабування продукту.

У першій половині 2010-х на Райно для Mac OS з’явився і Grasshopper, спочатку для WIP версії, а потім і для офіційного релізу версії 5.0. Незважаючи на те, що на початках маківська версія усе ж дещо відставала від віндоусівської, зараз релізи відбуваються паралельно і різниці між версіями можна вважати маргінальними.

І хоча Райно не присутній на Лінуксі для повноти демократичної картини, значною мірою (все ж більшість людей користуються Віндовз та Мак Ос на десктопних комп’ютерах) тоталітаризм Великого Брата подоланий і власники macBook, iMac, mac mini та macPro, серед яких є чимало представників творчих професій, більше не змушені мати окремий комп’ютер

на базі Віндовзу або встановлювати 2 системи водночас задля користування якісним редактором тривимірного моделювання, яким поза всяким сумнівом є Райно.

МакНіл також заснував ініціативу openNURBS, що ставить на меті надати розробникам графічного програмного забезпечення можливості точно обмінюватись тривимірною геометрією між додатками. Задля цього у відкритий доступ виставлено повну специфікацію формату .3dm, а також документацію та бібліотеки для читання/запису на платформах Windows, Mac та Linux.

12.4. Поява Rhino в КНУБА/ІТА

12.4.1 Точність прив'язок та NURBS підхід

Прикладом недоцільного використання іншого софту (у даному випадку 3ds Max) замість Rhinoceros постає проєкт бізнес центру 2007-8 рр. Задачею була побудова поточної, континуальної геометрії з точними прив'язками як елементів самих поверхонь, так і їх контрольних точок (ліній). Зокрема, важливим фактором була континуальність не лише за збігом позиції (R0), але й дотичної (R1) і, в окремих випадках – величини радіуса (R2).

За використання редактора 3-вимірного моделювання 3ds-Max було обрано інструментарій сплайнів, які допомагали надати формі оболонки плавності без алгоритмів згладжування (звичний спосіб створювати оптичні форми у полігональному моделюванні), які не давали змоги контролювати геометрію у бажаний спосіб, а саме – розташування поверхонь було вкрай складно відслідкувати та точно прив'язати.

І хоча сплайни надали змогу досягти досить великої візуальної схожості із задумом, неможливість точної прив'язки напрямних та контрольних точок кривих не дозволяли домогтися геометрично точної континуальності поверхонь. Очевидною стала гіпотеза про існування досконалішого інструменту тривимірного моделювання для роботи з поверхнями (Справедливості ради варто зазначити, що у 3ds Max була можливість NURBS-моделювання, але вона на той момент виявилась ще менш контрольованою за сплайни та згладжування).

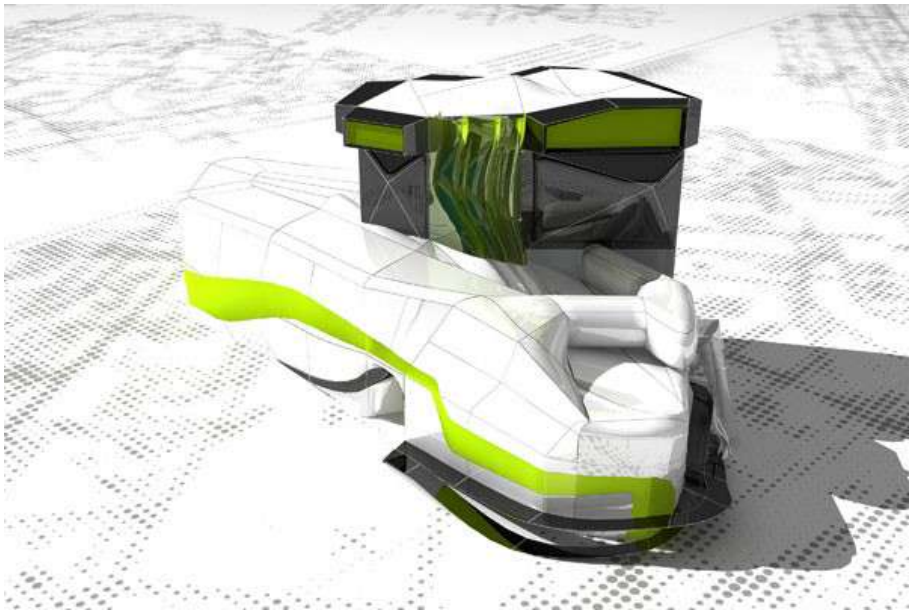


Рис. 12.1. Бізнес-центр, курсовий проєкт КНУБА, 2007-8, Дмитро Аранчій

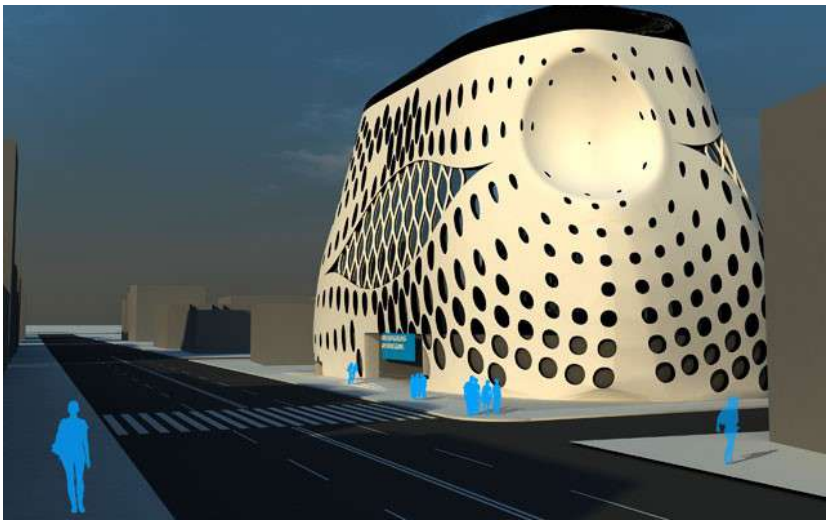


Рис. 12.2. Офіс Бенетону в Тегерані,
конкурсна пропозиція, 2008-9, Дмитро Аранчій

Натомість середовище Rhino дало змогу виконувати задум без компромісів з точністю тривимірної побудови. Конкурсний проєкт Бенетону в Тегерані є прикладом такого моделювання та одним із перших в Україні використань Rhino в архітектурному проєктуванні.

Важливим інструментом Rhinoceros для виконання проєкту за невикористання Grasshopper була розгортка поверхні у площину (з точками прив'язки), що уможливило розташування віконних отворів модифікованих притягувачами та подальшу зворотну операцію згортання площини на поверхню.

Основною ідеєю оболонки будівлі слугувала задача регулювання віконних отворів відповідно до потреб в освітленості/сонцезахисті. Перфорація оболонки віконними отворами виконувалась розгортанням поверхні (unroll), теселяцією прямокутної розгортки на площину та подальшою інверсною їй функцією обгортання. Афінні перетворення масштабу виконувались не автоматизовано на відміну від наступного проєкту фітнес-центру.

Варто завважити корисність ще однієї функції Rhinoceros – BlendSrf (логічне продовження функції BlendCrv). Загалом функція допомагає поєднувати поверхні між собою за 4 ознаками континуальності. На практиці це дозволяє, з-поміж іншого, виконати плавний перехід між поверхнями. У даному проєкті функція BlendSrf була використана передусім для плавності акцентованих геометричних тиснень у атракторних місцях зменшеної потреби інсоляції (епіцентрів перегріву та бажаної візуальної інтимізації), до яких зменшувались віконні отвори.

12.4.2. Rhinoscript: панелізація поверхні та фрактали

Інший проєкт – фітнес-центр у Борисполі продовжує методологію контрольованої побудови. І якщо у попередньому проєкті панелізація та варіювання чарунок фасаду була виконана «ручним» моделюванням, то у даній роботі було використане програмування (чи так званий скриптинг) у rhino script (на основі vb script) задля варіювання величини отворів при наближенні до атракторів, а також для створення щілин між панелями.

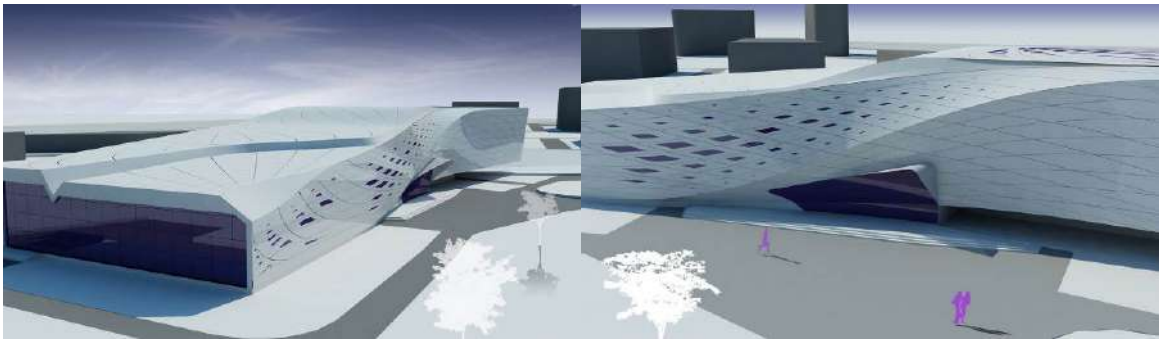


Рис. 12.3. Фітнес центр у Борисполі – бакалаврська робота, КНУБА, 2009-10, Дмитро Аранчій

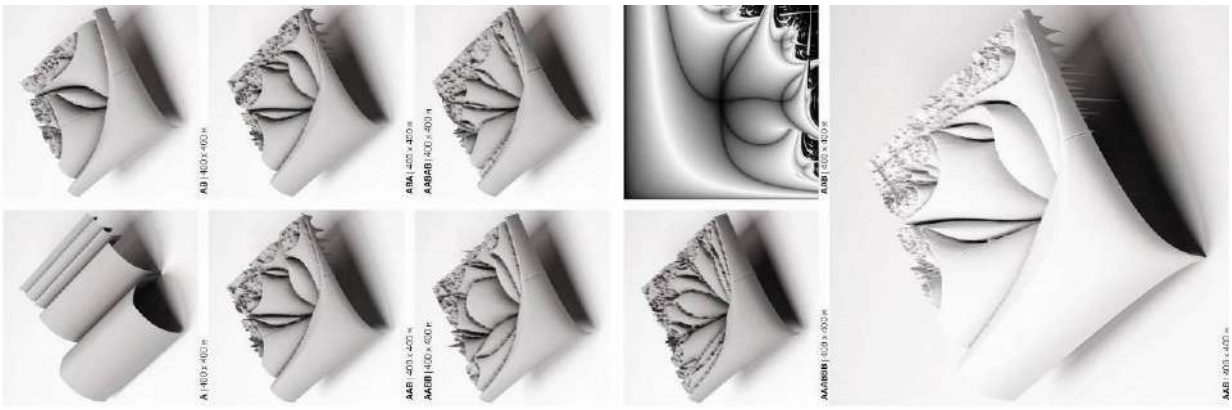


Рис .12.4. Фрактал Ляпунова (генерація оболонки) –
курсовий проєкт КНУБА, 2008-9. Дмитро Аранчій

Що стосується програмування, то воно у Rhinoceros дає змогу практично безмежно доповнювати функції тривимірного моделювання базової оболонки.

Приміром, фрактал Ляпунова – проєкт, що став можливим завдяки vb script у Rhinoceros. Рекурсивна функція уможливила фрактальну залежність та допомагала вперше розцінити цей відомий фрактал як об'єм, а не як двовимірну множину. Третьою координатою став параметр lambda – межа хаосу. З архітектурної точки зору було запропоновано використовувати генерацію фракталу задля будівель змішаної функції: дрібніші чарунки під роздрібну торгівлю, крупніші – під супермаркети та мультиплекси. Щодо геометрії та тривимірного моделювання, скриптинг дав змогу генерувати форму в залежності від вхідних параметрів, утворюючи масив точок, який, своєю чергою утворював поздовжні та поперечні лінії перерізу, які були твірними для поверхні. Матриця варіацій постала зручною для вибору тих чи інших функціональних конфігурацій архітектурного об'єму з огляду на його бажану топологію і типологію.

З погляду інструментарію Rhino алгоритм обчислював координати точок, які потім утворювали поверхню за допомогою або хмари точок або створення перерізів (InterpCrv) та подальше утворення поверхні з них (loft).

12.4.3. Параметричне нодове проєктування в Grasshopper

Використання візуального програмування в Грасхопері для побудов башт Комунікополісу на Троєщині – одне з перших використань цього плагіна для створення архітектурного об'єкта в Україні і перше у КНУБА на кафедрі ІТА.

Можливості Grasshopper були використані не лише для стандартного завдання параметризації архітектурної геометрії, варіювання плану, висоти поверху, кількості поверхів, але й для основної мети проєкту – сполучення башт заради створення спільного простору для спілкування.

Також параметризація стосувалася спіралеподібного зовнішнього несучого каркасу з параметрами перетину та кута «обгортання» оболонки.



Рис. 12.5. Комунікополіс (перспектива) – курсовий проєкт
КНУБА, 2010, Дмитро Аранчій

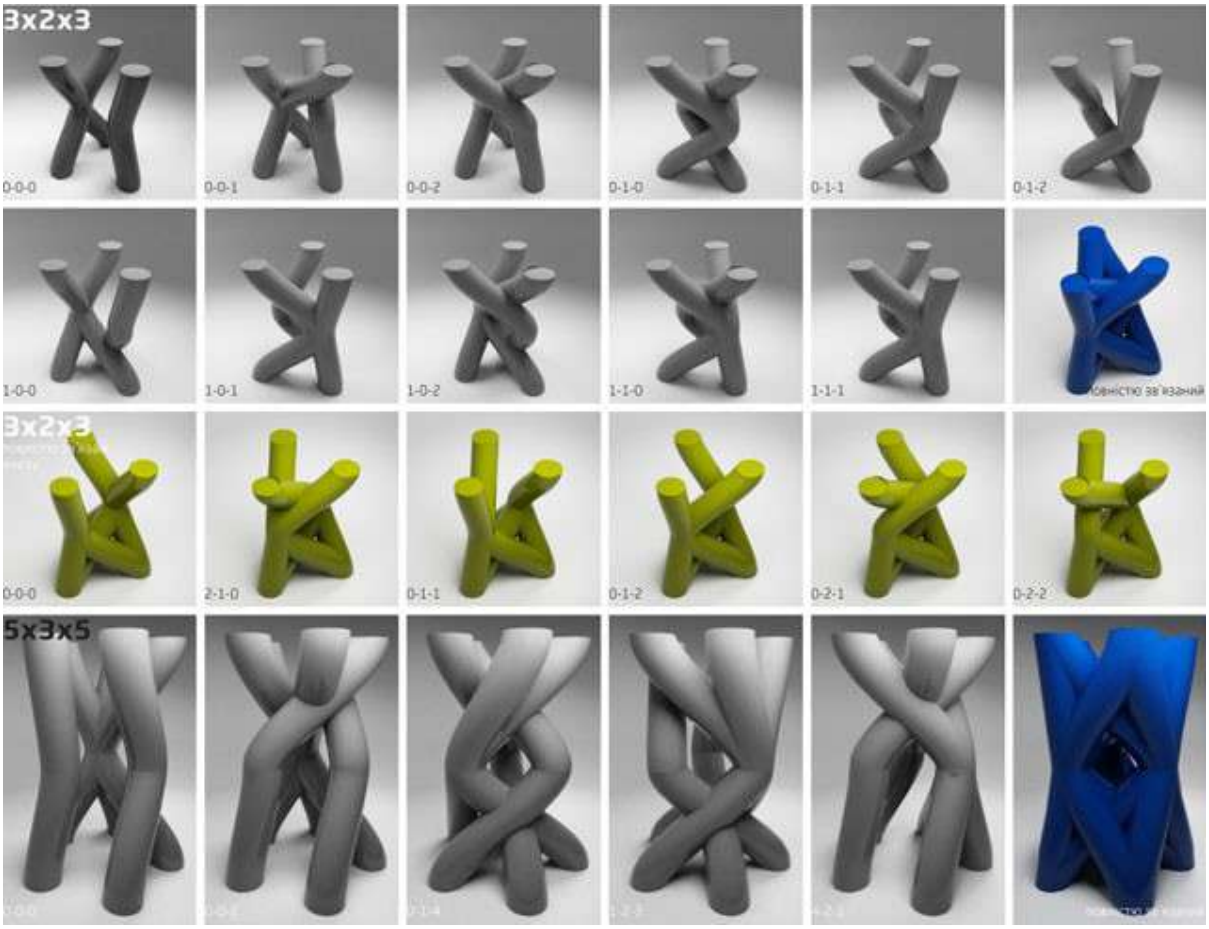


Рис. 12.6. Комунікополіс (матриця варіацій) – курсовий проєкт
КНУБА, 2010, Дмитро Аранчій

Сполучення було імплементоване використовуючи комбінаторику – 3 або 6 башт сполучались варіативно. Алгоритм надав змогу отримати матрицю варіацій, з яких можна було обирати оптимальніші за критеріями структурного аналізу, інсоляції тощо.

Комбінаторика була реалізована синтаксисом a-b-c (де a, b і c мали значення 0, 1 або 2) що давало змогу користувачеві легко вибудувати бажану варіацію сполучення башт.

12.5. Ціноутворення

Серед програмних продуктів з подібними можливостями Райно вигідно вирізняється політикою ціноутворення, приміром комерційна версія коштує 1000 умовних одиниць, що в три з лишком рази менше за ціни найбільших конкурентів.

Що ж стосується академічної версії, то вона платна, проте право користування придбаною ліцензією залишається у власника і після втрати ним академічного статусу. До того ж, враховуючи вартість (у 5 разів нижчу за комерційну), варто вважати це досить привабливою пропозицією.

МакНіл поки не вводить передплату на софт, незважаючи на тотальну тенденцію серед конкурентів, залишаючи право користуватись придбаною ліцензією користувачеві завжди, а також оновлюватись до нової версії, яка виходить раз на кілька років, за півціни нової ліцензії.

12.6. Плагіни, відкритість (BIM, енергоефективність, візуалізація, оупенсоурс)

Найбільшим проявом відкритості Rhinoceros 3d є навіть не мультиплатформеність, а відкритий SDK (набір засобів розробки), який дає змогу як МакНілу, так і стороннім розробникам створювати безліч додатків та модифікацій до Rhino в усіх областях застосування, як то: анімація, архітектура, суднобудівництво, ювелірний дизайн, інженерія, прототипування та інше. Далеко не в останню чергу цим можна пояснити стрімку криву популяризації Райно у світі. Для Райно існує багато різноманітних плагінів. Нижче наведена

невелика їх частина, яка не претендує на звання повного списку чи класифікації:

Autodesk T-splines пропонував альтернативний до NURBS-підхід запатентований у США Автодеском. Weaverbird забезпечує розширені можливості роботи з мешами (полігональним сітками) для альтернативного підходу створення складної геометрії. Варто зазначити, що на момент фінальної редакції розділу, необхідність у використанні Т-сплайнів повністю відпала, оскільки, починаючи з 6 версії, в Райно з'явився вбудований інструмент SubD.

Diva та LadyBug пропонують чималий набір модулів для роботи з кліматом та підрахунками енергоефективності. Зокрема, роботу з параметрами сонячної радіації, освітленості, вітрів, енергорозрахунків.

Говорячи про використання Rhino як BIM програмного забезпечення, варто згадати про колишній RhinoBIM та нинішній VisualArq, які може і не роблять Райно «вбивцею» Ревіту чи Архікаду, але дають чудову можливість задоволення базових потреб у BIM-технології користувачам, яким комфортніше працювати у софті МакНіла.

Millipede та Karamba дають можливість розраховувати конструкції не використовуючи сторонній софт. Моделювальник здатен перевірити модель на навантаження та оцінити напрямки структурної оптимізації.

Kangaroo physics – плагін створений для фізичних симуляцій та перевірки концепції в умовах, наближених до реальності, передусім з параметром гравітації та інших фізичних сил.

Galapagosus – реалізація методу еволюційних алгоритмів, виконує завдання оптимізації, пропонуючи оптимальні або близькі до оптимальних результати (зокрема і спектр результатів).

Існують також плагіни, такі як Helk, які працюють з GIS даними (топографією, забудовою), а також ті, котрі забезпечують дружній інтерфейс з користувачем (зокрема замовником чи підрядником), такі як Human UI. Існують плагіни, які спрощують панелізацію/теселяцію у Грасхопері (найчастіше використовуються для проєктування фасадів, оболонок/ огороджуювальних конструкцій будівель), хоча варто зазначити, що задля створення унікального рішення з розбиття на дискретні елементи часто-густо доцільно створювати алгоритм з нуля з більшим ступенем контролю як загального результату, так і локальних параметрів.

З'являється дедалі більше зв'язків між Грасхопером та іншими програмами, зокрема BIM-середовищами Archicad й Revit. Якщо ж користувача цікавить рендеринг та вирахунок реалістичних зображень, то Rhinoceros з набиранням популярності привернув увагу мало не усіх принципових розробників-рушіїв візуалізації, які створили візуалізаційні додатки до софту МакНіла.

До Райно увійшли такі відомі двигуни візуалізації як vRay, Maxwell, Octane Render, nVidia iRender, Radeon ProRender та інші. Ну і приємним сюрпризом для користувачів Rhinoceros стало впровадження двигуна Cycles, який є відкрито джерельним та розробляється як безкоштовний двигун до безкоштовного софту по роботі з 3d-графікою Blender. Останнім часом, особливо після появи шумопоглинача (denoiser) Сайклз, почав всерйоз конкурувати за швидкістю та якістю результуючої картинки з комерційними лідерами gpu рендерингу на кшталт Octane render від Otoy.

12.7 Grasshopper / програмування, теселяція / панелізація

Систематичне впровадження засад обчислювальної архітектури в дисципліну архітектурного проєктування, а разом з тим і в навчальний процес КНУБА, почалось на кафедрі інформаційних технологій в архітектурі навесні 2013 року.

Автором було поставлене завдання студентам 5 курсу КІТА розробити концепції павільйону України на ЕКСПО2015 у Мілані, використовуючи Grasshopper як інструмент теселяції (у разі розбиття поверхонь на однотипні пласкі елементи). І нехай однотипність елементів не мала на меті їх повну ідентичність, як вірив Гельмут Свічинськи та багато інноваційних архітекторів по всьому світу, асоціюють виготовлення індивідуальних архітектурних/конструкційних елементів з невідворотнім та оптимізовано-ефективним майбутнім, насиченим адаптивною архітектурою, яка задовольняє попит епохи масової кастомізації.



Рис. 12.7. Теселяція, концептуальне проєктування CA KNUCA,
2013, керівник Дмитро Аранчій

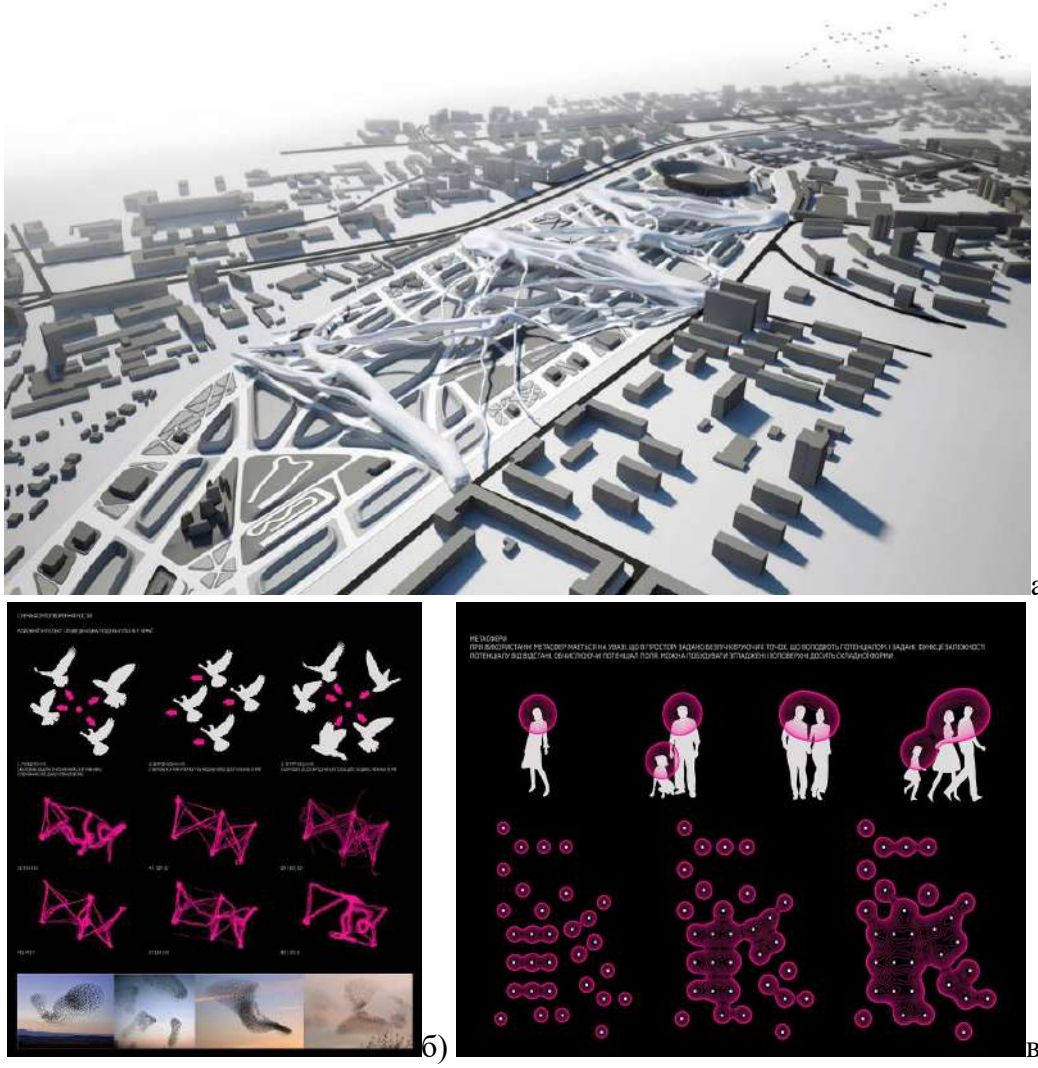
Важливо, що Grasshopper дав змогу не лише параметризувати теселяцію і змінювати такі параметри, як розмір або число елементів поверхні, але й мати миттєву та оптимізовану розкладку листових матеріалів, що допомогло, зокрема, і в прототипуванні ідеї, що певним чином сприяло реанімації створення фізичних властивостей.

12.8. Реновація вагонного депо Київ Пасажирський

Проєкт реновації ставить на меті об'єднання двох відрізаних одна від одної частин міста Києва – Політехнічний інститут і Чоколівку.

Замість занедбаних територій проєкт передбачає благоустрій на рівні землі та швидший транзит для пішоходів і велосипедистів на верхньому рівні. Проєкт був одночасною ініціативою Aranchii Architects та магістерською роботою в ІТА КНУБА під керівництвом Дмитра Аранчія. В основу формотворення проєкту покладено алгоритм ройового інтелекту мультиагентної системи зграї птахів, яка шукала оптимальні зв'язки між важливими вузлами обох мікрорайонів.

Алгоритм польоту птахів boids експлуатує 3 основні функції: alignment, separation та cohesion, які покликані відповідно: прямування до усередненого вектора усієї зграї, запобігання зіштовхуванню та усереднення напрямку польоту в периферійному полі зору. І хоча сам алгоритм було впроваджено у мові програмування Processing, те саме можна було виконати в Rhinoscript, python script, c++ чи c# у Grasshopper. Алгоритм апроксимував поведінку птахів на натовп людей.



а) б) в)

Рис. 12.8. Реновація вагонного депо Київ Пасажирський – дипломний проєкт КНУБА, 2012, В’ячеслав Кирпач, керівник Дмитро Аранчій:
а) вид згори, б) алгоритм траєкторій руху, в) метод сполучення траєкторій

Grasshopper же був використаний для формування оболонок навколо траєкторій польоту птахів на основі з’єднання метасфер, коли шляхи являли собою не неперервну лінію, а набір точок, які належали цій лінії для задавання центрів метасфер. Після об’єднання було отримано поперечні перетини 3D-геометрії, за якими побудовано полігональну модель оболонки. Окрім того, Grasshopper був застосований для створення чарунок парку на рівні землі, де точки тяжіння впливали на деформацію та акцентування головних функціональних зон проєкту (ландшафту, споруд для гніздування птахів тощо).

12.9. Павільйон України на ЕКСПО 2015

У проєкті павільйону України на ЕСПО 2015 Grasshopper був використаний на кожній стадії проєктування: генерації форми, геометричної уніфікації складових оболонки, емуляції механічної адаптації та створення анімації з транформацією елементів у реальному часі.

Генерацію оболонки уможливило використання скрипту, розглянутого раніше, фракталу Ляпунова пропонуючи матрицю варіацій. Далі оболонка була у Grasshopper розбита на дискретні елементи (трикутники, квадрати і правильні шестикутники), як складові базової уніфікованої геометрії – зрізаного восьмигранника, які розбивались на піраміди для плавнішого наслідування оболонки.

Кожна пласка грань оболонки мала еластичну мембрану, розтягнену між зовнішнім і внутрішнім контуром. Механізм на кшталт парасольки (рис.12.9) з сервомотором був відтворений у Грасхопері та зв’язаний з алгоритмом атрактора / репелера (притягувача /

відштовхувача), задля відтворення основної ідеї проєкту – реакції на сонце (закриття для захисту від перегріву або відкриття для до освітленості чи уможливлення спілкування між людьми з двох боків від чарунки).

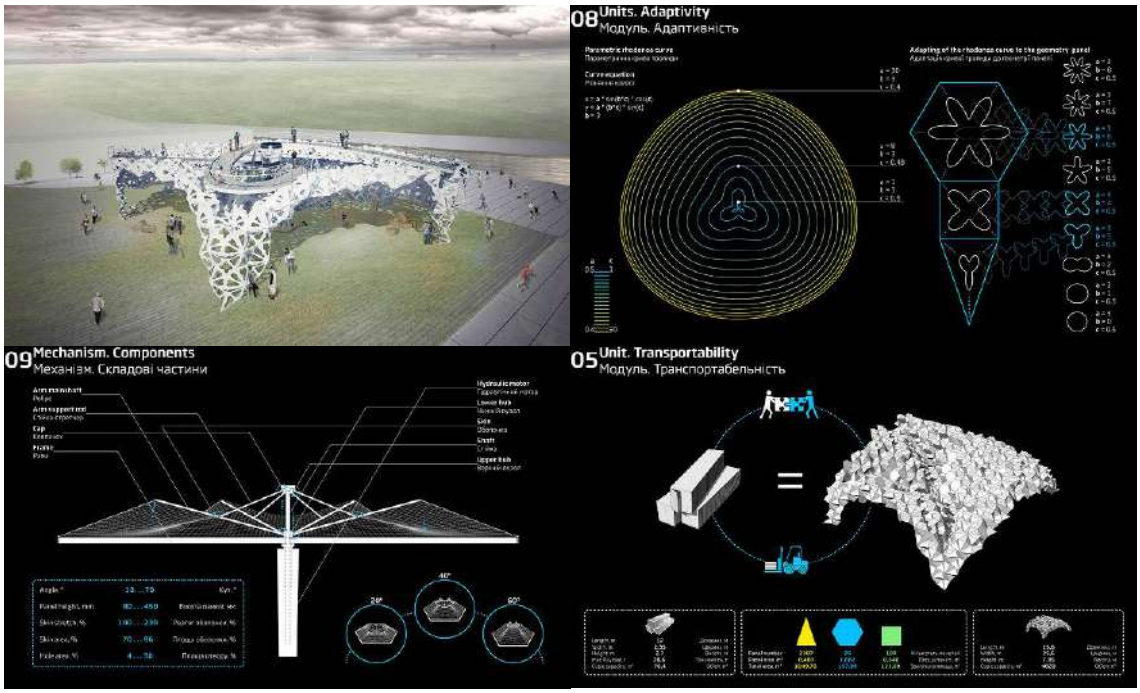


Рис. 12.9. Проєкт павільйону України на ЕКСПО 2015, 2013-14, Aranchii Architects

12.10. noMad. Архітектурна система поведінкової збірки (трансформація, кінетика, рекурсія у Грасхопері)

Проєкт noMad, мав на меті розробку автономної системи модульних елементів з характеристиками мобільності, самоструктурування, колективного інтелекту та адаптації до потреб середовища.



Рис. 12.10. noMad: архітектурна система поведінкової збірки (трансформація юніта), AA DRL, Лондон 2013-15, Дмитро Арачій, Пол Барт, Флавія Ґірото Сантос, Юк'ю Ц'ян, студія Теодора Спіруполуса

Визначну роль у проєкті відіграли Rhino з Grasshopper та Processing. У Rhino проєктувались усі тривимірні моделі модулів noMad, опрацьовувались механізми, з'єднання, готувались файли для порізки листових матеріалів на лазері, друку вузлових з'єднань та топографічних граней (для кращого щеплення модулів) на 3d-принтері тощо.

Grasshopper слугував цілям симуляції трансформації та автоматизованої побудови великих агрегацій. Відтак, була розроблена не лише трансформація одиничного юніта, але й за допомогою додатка Hoopsnake використана рекурсія, що уможливила генерацію фрактальних структур за простими правилами розвитку гілок із граней (базовий модуль у закритому стані – октаедр), з операціями перевірки та недопускання самоперетинів



Рис. 12.11. noMad: архітектурна система поведінкової збірки, AA DRL, Лондон 2013-15, Дмитро Арачій, Пол Барт, Флавія Ґірото Сантос, Юк'ю Ц'ян, студія Теодора Спіруполуса

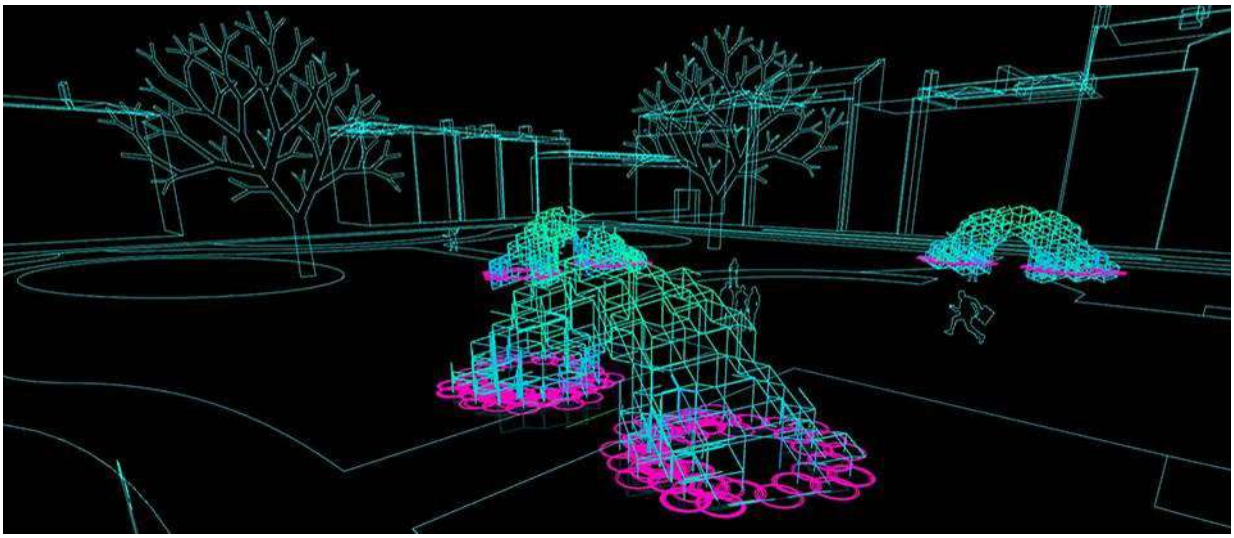


Рис. 12.12. (Генерація структури) noMad: архітектурна система поведінкової збірки, AA DRL, Лондон 2013-15, Дмитро Арачій, Пол Барт, Флавія Ґірото Сантос, Юк'ю Ц'ян, студія Теодора Спіруполуса

12.11. Автоматизоване виготовлення, взаємодія

Rhino та Grasshopper надзвичайно ефективні у CAD/CAM. Відтак, у проєкті флагманської АЗС Кло автоматизоване проєктування добре сусідує з автоматизованим виготовленням. Окрім повної параметризації хвилеподібної структури фасаду, виготовленої з пласких композитних елементів, перевагою використання Grasshopper було і уникнення «класичних» робочих креслень, що замінювалося оптимізованою розкладкою векторних контурів елементів для верстата з ЧПК; а також параметрична зміна моделі для вибору оптимальної мультикритеріальної форми.

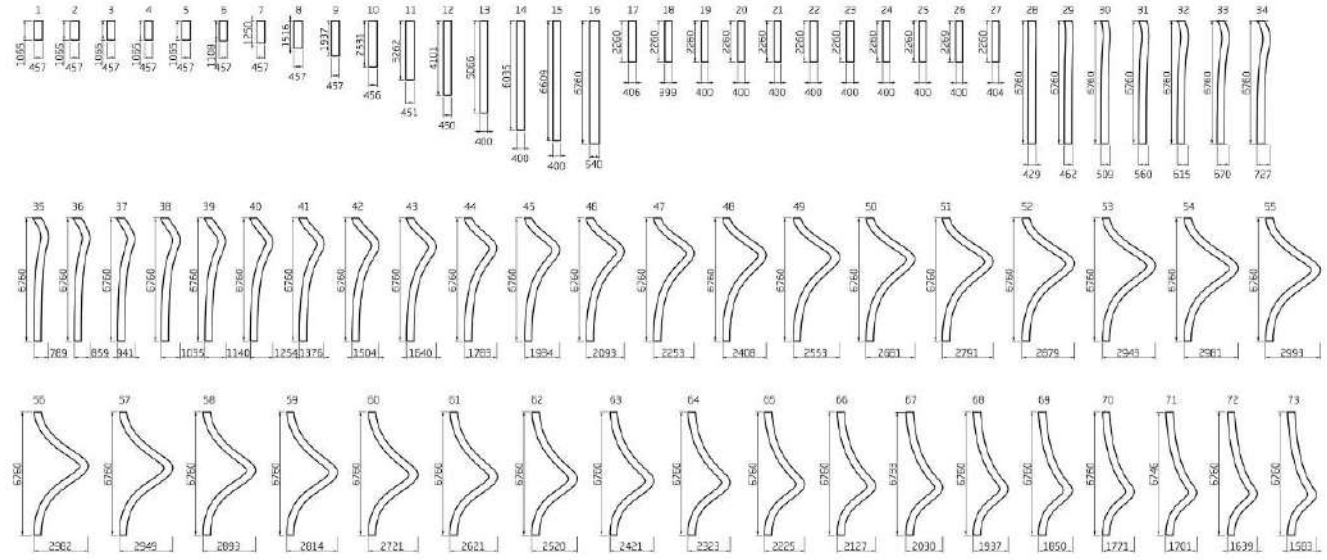
До автоматизованого виготовлення належать і перехресно-ребристі конструкції якось павільйон Домуса, у якому за допомогою Грасхоперу було виконано пази та отвори для збірки. Окрім після виконання конструкції павільйону триває друга фаза із залученням програмування – фасадна криволінійна поверхня працює як екран, на який проєктуються пікселізовані зображення людей. У певний момент зображення починають взаємодіяти між собою за алгоритмом на базі клітинних автоматів, втягуючи людину у взаємодію як ініціатора початкових станів.

У проєкті та реалізації переосмислення ЦСМ М17 у Києві, Grasshopper відіграв ключову роль, оскільки дав змогу варіювання понад 20 тисяч модулів перфорації фасаду, що уособлювали застосований до айдентики ЦСМ-квадрат Малевича, який народився за кілька кілометрів від об'єкта.

Інсталяція Ubiquitous – продовження взаємодії людина-машина, започаткованої в попередньому проєкті. Основна відмінність – тривимірність.

Грасхопер використовувався для побудови тривимірного масиву сфер, стан яких відображав значення 0 чи 1 (або допоміжні) як розміром сфери (використовувалась трансформація сфери Хобермана), так і індикацією кольором. Grasshopper підтримує kinect, що допомагає сканувати положення людей в трьох вимірах.

І хоча реалізоване керування обладнанням інсталяції – мовою програмування C, Grasshopper та скриптинг у ньому дав можливість просимулювати поведінку масиву до фізичного виконання проєкту



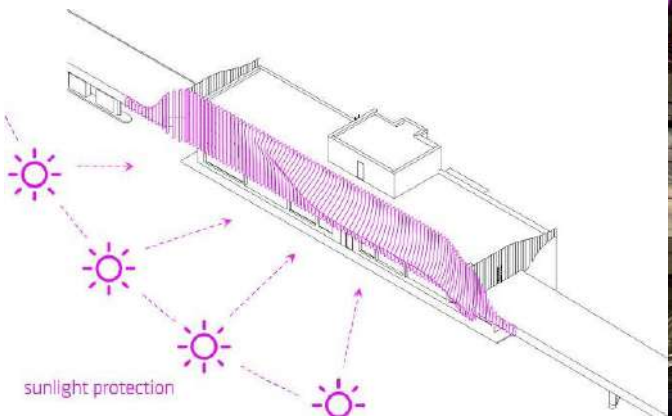




Рис. 12.13. Флагманська АЗС КЛО у Києві (проєктування 2020, реалізація 2021), Aranchii Architects, Фото: Дмитро Аранчій
Згори – розкладка на пласкі елементи для виготовлення,
внизу ліворуч – схема сонцезахисту фасаду, внизу праворуч – реалізація

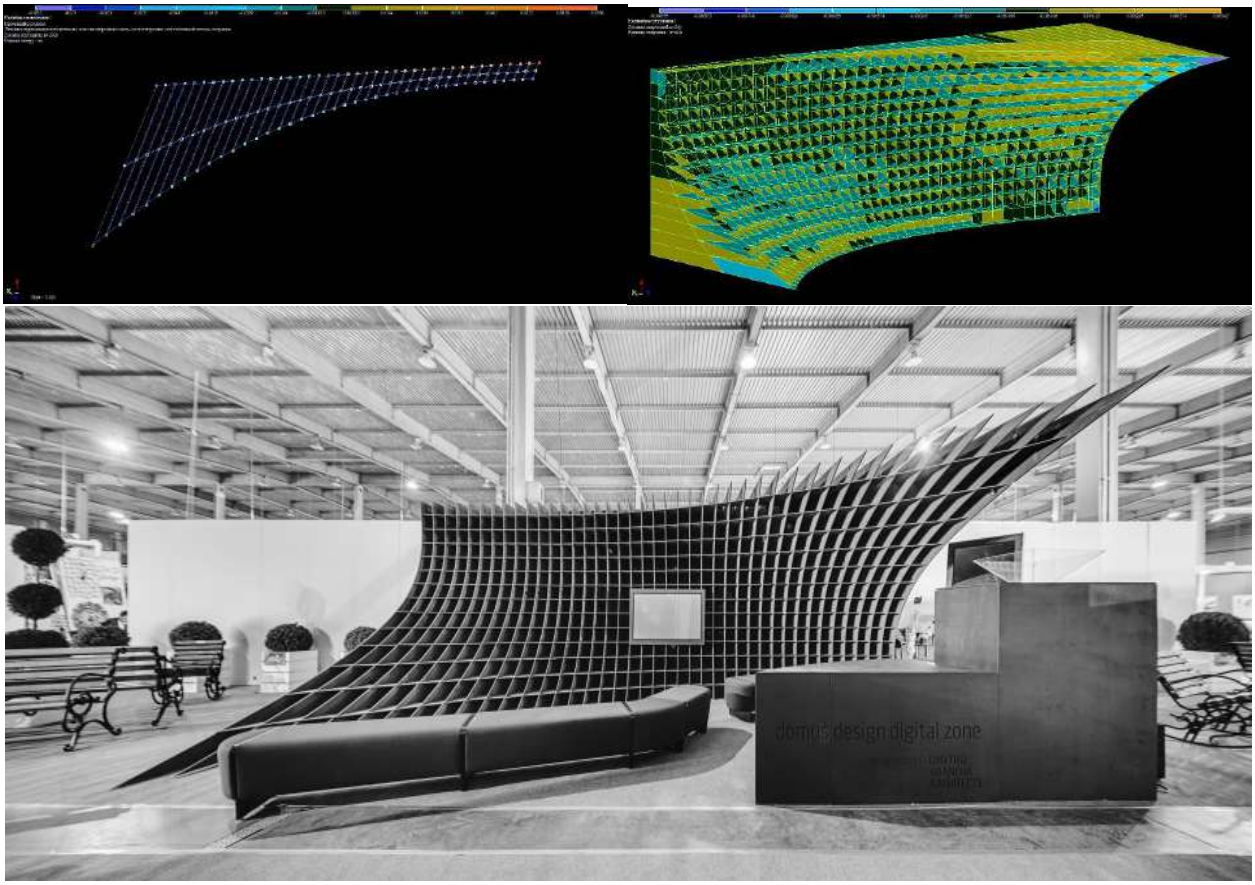


Рис. 12.14. Павільйон Домуса, 2016, Aranchii Architects. Фото: Олексій Федоренко



Рис. 12.15. Проєкт Ubiquitous (проєктування 2015, адаптація 2018, реалізація 2019), Aranchii Architects



Рис. 12.16. Реалізація ubIQuitous (проєктування 2015, адаптація 2018, реалізація 2019), Aranchii Architects. Фото: Дмитро Аранчій, Алік Усік



Рис. 12.17. ЦСМ M17, 2019, Aranchii Architects. Фото: Алік Усік

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Які є основні засади та переваги редактора 3-вимірного моделювання Rhinoceros 3D?
2. Яким особливостям Rhino завдячує стрімко зростаючій аудиторії користувачів?
3. Наведіть приклади (типи задач) застосування Rhinoceros 3D в архітектурі чи навколо архітектурних галузях.
4. Для чого Rhino потрібен Grasshopper? Що він допомагає здійснювати?
5. У яких сферах/стадіях архітектурного проєктування (та інших галузей) використовується Grasshopper?
6. Чи є задачі архітектурного моделювання, для яких базового функціоналу Grasshopper не вистачає? Що робити в таких випадках?
7. На основі з прочитаної інформації, чи можете навести приклади застосування Rhino/Grasshopper, відмінні від описаних у даному розділі?

Список використаних джерел

1. Аранчій Д. О. Алгоритмічні методи архітектурного формотворення. – К., 2011. -186 с.
2. Аранчій Д. О. Фрактал Ляпунова в архітектурі. К. Технічна естетика і дизайн. Вип. 8, 2010. С. 15 – 19.
3. Payne A. and Issa R. The Grasshopper Primer, Second Edition, digital version by Robert McNeel and Associates, 2009. – 157 p.
4. Khabazi Z. M. Generative Algorhithms using Grasshopper, digital book, www.morphogenesism.com, 2009. - 173 p.
5. Essential Mathematics for Computational Design. Robert McNeel & Associates. [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.rhino3d.com/download/Rhino/4.0/EssentialMathematicsSecondEdition
6. Сайт McNeel. [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.mcneel.com
7. Сайт Dmytro Aranchii Architects. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://www.aranchii.com

АВТОР РОЗДІЛУ 13 – МУЛЬТИМЕДІЙНІ ПРЕЗЕНТАЦІЇ



Іванова Лариса Сергіївна

Доцент кафедри інформаційних технологій в архітектурі в Київському національному університеті будівництва і архітектури, кандидат технічних наук.
Напрям досліджень: менеджмент в архітектурній діяльності, інформаційні процеси в архітектурі, геометричне моделювання процесів та об’єктів.

Розділ 13. МУЛЬТИМЕДІЙНІ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

13.1. Визначення

Мультимедіа-презентація – це ефективний спосіб подання інформації про товари і послуги, програмні продукти, проєкти або технології, який вдало поєднує функції довідника, буклета, каталогу і проспекту разом узятих.

Термін «мультимедіа» (лат. *Multum* + *Medium*) можна перекласти як «багато середовищ» (іноді перекладають як «багато носіїв»).

Під презентацією мається на увазі передача або подання аудиторії нової для неї інформації, тобто в загальноприйнятому розумінні презентація – це демонстраційні матеріали для публічного виступу: *praesento* (лат.) – передаю, вручаю; *present* (англ.) – представляти.

В широкому сенсі термін «мультимедіа» означає спектр інформаційних технологій, які використовують різні програмні та технічні засоби з метою найефективнішого впливу на користувача.

Мультимедійні презентації можуть містити текст, графіку, звуковий і дикторський супровід, відеофрагменти й анімацію, а головне – бути інтерактивними, тобто керуватися доповідачем. Крім того, презентація за наявності доступу до інтернет-мережі може бути логічно пов’язана з Web-ресурсом і оперативно доповнюватися свіжою інформацією із сайту автора (власника презентації).

Презентації можна розміщувати в інтернет-мережі, поширювати електронною поштою, на електронних носіях та використовувати як додаток до товару тощо. Рекламна презентація може демонструватися на виставках, конференціях, переговорах. Електронний носій може бути оформлений як подарункове видання. У представницьких цілях можна використовувати електронний носій, виконаний у вигляді візитної картки.

Одна з найперспективніших та найчастіше використовуваних нині технологій передачі інформації – мультимедіа-презентація, яка дає змогу одночасно задіяти графічну, текстову і аудіовізуальну інформацію. Чергування або комбінування тексту, графіки, відео і звукового ряду допомагає донести інформацію до споживача у формі, яка найбільш наочна та легко сприймається.

Ефективність мультимедійних презентацій залежить від раціонального використання методів і засобів інформаційних технологій, знання правил і вимог технології до створення якісних інформаційних продуктів для задоволення певних потреб.

13.2. Переваги мультимедійної презентації

Електронні презентації нерідко становлять основу ділових нарад. Презентації допомагають ілюструвати інформаційні повідомлення і скеровувати перебіг дискусій і, в кінцевому підсумку, – приймати правильні рішення. Вони можуть використовуватися в публічних виступах на виставках, конференціях семінарах тощо.

Дослідники Міннесотського університету США стверджують, що презентація, проведена з використанням демонстраційних засобів, підвищує ймовірність переконати

аудиторію на 43 %, тобто майже в півтора разу порівняно зі звичайними розмовами.

Цікавий також приклад дослідження, проведеного у Вартонскій школі бізнесу Пенсільванського університету. Доповідачі у двох аудиторіях намагалися переконати слухачів вкласти гроші в новий бізнес. У першій групі, де доповідач намагався переконати співрозмовника, спілкуючись з ним через стіл, результати склали 58 %. А там, де була проведена презентація, ефективність виявилася 79 %.

Експериментально встановлено, що при усному викладенні матеріалу, людина за хвилину сприймає і здатна переробити до однієї тисячі умовних одиниць інформації, а при «підключенні» органів зору – до 100 тисяч таких одиниць.

Для сприйняття навколишнього світу принципово важливі два види дистанційного сприйняття: зір і слух. Частка інформації, яка сприймається за допомогою зору, становить близько 85 %, а за допомогою слуху – близько 10 %.

Відомо, що розвиток цивілізації звів практично до мінімуму можливості людини сприймати світ рівномірно за допомогою органів почуттів, даних йому природою. Джен Руе наводить дані про особливості сприйняття інформації сучасною людиною. Так, вона пише: «Люди сприймають інформацію в таких пропорціях: на 1 % – через смак; на 2 % – за допомогою дотику; на 4% – за допомогою нюху; на 10 % – на слух; на 83 % – візуально. При цьому люди зазвичай запам'ятовують: 10 % прочитаного; 20 % почутого; 30 % побаченого; 50 % того, що вони почули і побачили; 70 % того, що вони сказали і записали; 90 % того, що вони сказали в той час, коли вони що-небудь робили і говорили».

Джен Руе наводить факти про те, що «... очі відображають у 8–9 разів ефективніше, ніж мозок, завдяки зору засвоєння зростає на 35 % за той самий проміжок часу, зір допомагає запам'ятати на 55 % більше». Ситуацію змінює той факт, що сучасна молодь – покоління з яскраво вираженим «кліповим» або «мозаїчним» мисленням, зросла і живе в століття високих технологій, вона з дитинства ввібрала «диктат картинки», ніж переповнені текстом сучасні засоби масових комунікацій. У нинішній час головним джерелом формування нової картини світу виступає Інтернет, де молодь є споживачем інформації візуального формату.

13.3. Класифікація мультимедійних презентацій за призначенням, напрямом, змістом

Призначення електронних презентацій:

- поширення рекламної інформації;
- забезпечення партнерів і клієнтів довідковими відомостями (віртуальний каталог продукції);
- візуальне оформлення конференцій, семінарів і виставок;
- оформлення тендерних матеріалів і комерційних пропозицій;
- інтерактивне забезпечення навчального процесу.

Класифікація презентацій за напрямами:

- маркетингові презентації;
- навчальні презентації;
- службові презентації;
- наукові презентації.

Класифікація презентацій з позицій їх змісту:

- представницька презентація (презентація організації) – містить повну інформацію про компанію, її діяльність, успіхи і розвиток;
- маркетингова презентація – подає основні відомості про пріоритетні напрямки діяльності компанії і продукції, яку вона випускає; призначення маркетингових презентацій полягає в підготовці підґрунтя для майбутніх торгових презентацій;
- торгова презентація (презентація товару) – містить детальну інформацію про товар;
- електронний каталог товарів;
- презентація проєкту – призначена для інформування людей про будь-який проєкт, формування позитивного ставлення до проєкту, пошук зацікавлених осіб;
- презентація виконаних робіт, тобто звіт – наприклад, річний звіт банку;

- мультимедійний бренд-бук;
- навчальна презентація.

13.4. Класифікація за використанням мультимедійного ресурсу

Типи мультимедійних презентацій за способом відтворення.

Мультимедійна презентація може бути лінійною (без зворотного зв'язку) і інтерактивною.

Аналог лінійного способу подання – кіно. Людина, яка переглядає документ, жодним способом не може вплинути на нього. В лінійних (неінтерактивних) презентаціях користувач не може впливати на порядок перегляду презентації. Вони являють собою рекламний ролик, як правило, із складною графікою, відеовставками, хорошим звуковим супроводом, який після запуску програється цілком. Такі презентації зазвичай використовуються як рекламна підтримка будь-якого окремого продукту або послуги, які надаються компанією.

Інтерактивний (нелінійний) спосіб подання інформації допомагає людині брати участь у формуванні інформації, взаємодіяти якимось способом зі засобом відображення мультимедійних даних. Участь у даному процесі двох і більше сторін називається інтерактивністю. Такий спосіб взаємодії людини і комп'ютера якнайповніше репрезентований повним чином представлений у комп'ютерних іграх. Інтерактивний спосіб викладу мультимедійних даних іноді називається «гіпермедіа». Інтерактивні презентації мають систему навігації, тобто дають змогу користувачеві самому вибирати цікаві для нього розділи і переглядати їх у довільному порядку. Вони подібні до інтернет-сайтів, але, на відміну від останніх, дають змогу працювати з великими обсягами відео, звука, графіки. Такі презентації зазвичай використовуються як візитна картка компанії, каталог продукції, додаток до журналу.

У ролі прикладу лінійного й інтерактивного способів подання інформації можна розглядати безпосередньо спосіб проведення презентації. Якщо презентація була записана на плівку або у відеофайл, і показується аудиторії, то глядачі, переглядаючи таку презентацію, не мають можливості впливати на її хід. У разі ж живої презентації, аудиторія має можливість задавати доповідачеві запитання і взаємодіяти з ним іншим способом, що дозволяє доповідачеві відходити від теми презентації, наприклад, пояснюючи деякі терміни або більш докладно висвітлюючи спірні частини доповіді. Отже, жива презентація може бути представлена, як інтерактивний (нелінійний) спосіб подання інформації.

Мультимедіа – це множинні інформаційні середовища – інтерфейси, які забезпечують введення/виведення інформації різних типів в комп'ютер, комп'ютерне створення, переробку і відображення інформації різних рівнів і структури для сприйняття різними органами почуттів людини одночасно.

Основні середовища мультимедійних презентацій такі:

бінарні середовища, які включають інструкції процесорів, бінарні файли програм і даних;

контактні середовища, котрі являють собою тактильні, тензометричні, електроконтактні, ємнісні й інші сенсорні середовища, які використовуються для уведення механічної, кодової і іншої просторово залежної інформації;

текстові середовища, які являють собою текстові дані для людей, програмні тексти для роботи інтерпретаторів, іншу текстову інформацію;

аудіопотоки, які являють собою звукові файли, ряди оцифрованого звука, набори нотних аудіоданих та інші види цифрового звука;

графічні середовища, які являють собою файли креслень, фотографій та іншої двовимірної графічної інформації;

відеопотоки, які являють собою відеофайли, ряди динамічної графічної інформації;

віртуальна реальність, яка являє собою інтерактивний 3D-відеопотік.

Використання мультимедійних презентацій забезпечує легкість сприйняття інформації людиною, тому які людина має суттєво відмінні від комп'ютера засоби і методи обробки інформації, із формою сприйняття, зручною для людини.

Якщо для комп'ютера характерні бінарно-дискретні форми інформації з електричною

передачею інформаційних сигналів (1/0), то для людини – мультимодально-аналогові форми переважно неелектричної природи (світло, звук, тиск та інше.)

Без створення таких середовищ сприйняття комп'ютерної інформації людиною вкрай ускладнене, а ще більше ускладнена передача мультимодальної інформації від однієї людини до іншої через комп'ютерні засоби.

Тому технологія і техніка мультимедійних презентацій охоплює широке коло різних інтерфейсів: інтерфейсів введення (датчиків – відеокамера, сенсорний екран та ін., перетворювачів – АЦП, спеціальних процесорів для перетворення зовнішньої інформації) та інтерфейсів виведення (дисплеїв, звукових джерел, тощо).

13.5. Планування презентації

Рушійні засоби презентацій:

- привернути увагу;
- інформувати;
- переконати.

Планування презентації передбачає: визначення й уточнення мети, аналіз аудиторії, тривалість і баланс часу, використання певних технічних засобів.

Кращий спосіб сформулювати мету – написати одним реченням, які дії або висновки очікуються від слухачів у результаті презентації.

Аналіз аудиторії – заздалегідь оцінити, як присутні сприйматимуть і зрозуміють ідею виступу. Наскільки добре вони знайомі з матеріалом.

Тривалість і баланс часу залежить від завдань презентації, загальної ситуації, і готовності слухачів. Як один із варіантів існує так зване «Правило 2/3». Дві третини часу, відведеного на всю презентацію, треба відвести основній частині виступу. Частина, яка залишилася, одна третина (1/3) ділиться між вступом і висновком. Найкращий принцип – «чим коротше, тим краще».

Побудова презентації складається з кількох кроків:

Визначення мети презентації

Побудова концепції: генерування ідеї (основного задуму), визначення місця проведення та цільової аудиторії, визначення бажаних результатів презентації.

Розробка сценарію презентації – логічної схеми, яка приведе до запрограмованого результату.

Метою презентації може бути:

створити імідж підприємства або автора проєкту;

ознайомити споживачів з новими товарами та створення знань про нову послугу на цільовому ринку;

інформувати про новий проєкт; пошук осіб, зацікавлених у підтримці та реалізації проєкту;

ознайомити з результатами та отримати позитивну оцінку виконаної роботи;

ознайомити та отримати підтримку (фінансування) виконання майбутнього проєкту.

Визначення мети. Зазвичай існує певна мета, яка висловлюється вголос і формується у заголовку. Але, крім того, є мета, яка не висловлюється, а полягає в тому, щоб після завершення презентації цільова аудиторія думала про предмет так і головне – робила так, як це потрібно автору презентації. Для визначення мети треба відповісти на запитання: «Що б ви хотіли, щоб зробили слухачі після завершення презентації, і як ви зрозумієте, що мета досягнута»?

Якщо ви хочете керувати думкою аудиторії, насамперед треба отримати уявлення про цілі цієї аудиторії. Спробуйте зрозуміти, що об'єднує цих людей. Управління без інформації неможливе. Спробуйте розповісти в презентації, як найкраще розв'язати задачі аудиторії за допомогою вашого проєкту.

Продумайте, як переконати аудиторію. Розуміння питання підкаже вам аргументи, однак корисно врахувати і словникову базу вашої аргументації. Дослідження Йельского університету свідчить, що серед слів, які найбільше здатні переконати людину, лідирують такі: «Ви, Гроші, Зберегти, Новий, Результати, Легко, Здоров'я, Безпека, Любов, Відкриття, Доведено, Гарантія».

Формулювання висновку. Висновок – це найважливіша частина презентації, саме в цій

частині презентації робляться головні посилання до цільової аудиторії. Формулювання цілей в тому вигляді, як вони мають бути подані у висновку, – це завдання презентації загалом.

Професіонали продумали можливі сценарії висновку і навіть навели їх класифікацію. Наприклад, можливі варіанти висновку і їх назви наводить у своїй книзі «Презентації плюс» відомий маркетолог, співробітник фірми IBM Девід А. Піплз.

Висновок «Щасливий кінець» передбачає перерахування сильних сторін і переваг предмета вашого викладення. Висновок «Міст над бурхливими водами» має на увазі, що ви покажете, які властивості вашого продукту дають змогу потенційному споживачеві мінімізувати ризик і досягнути поставлених цілей. У висновку «Айсберг» останній слайд із зображенням айсберга зведе воєдино факти, докази, і приклади, розміщені під поверхнею води і які підтримують вершину айсберга. У висновку «Головоломка-конструктор» потрібно розбити задачі цільової аудиторії на кілька частин і показати, як запропоновані рекомендації (пропозиції, проєкт) дають рішення для кожної частини і у такий спосіб забезпечать оптимальне спільне рішення. І нарешті, «Емоційний висновок» може завершуватися цитатою.

Формування вступу. У вступі формуються питання, відповіді на які дасть висновок.

Вступ – це частина презентації, яка створює у слухачів перше враження про доповідача. Вступ покликаний висвітлити мету вашої презентації і привернути увагу аудиторії, він повинен бути коротким і інформативним. Найчастіше в стандартному вступі міститься вітання, представлення доповідача, домовленість про порядок проведення презентації та подання теми презентації. Добре спрацьовує несподіваний початок або такий, який інтригує.

Вступ має відповісти на такі запитання:

- Чому саме ви збираєтеся говорити про це?
- Як довго триватиме виступ?
- Як це стосується аудиторії?
- Що являє собою основна частина виступу?

Наповнення основної частини презентації. Основна частина – це наповнювач презентації (факти, цифри, докази, приклади, посилання та інше.). Важливо визначити систему аргументації в основній частині презентації.

Можуть стати в пригоді стандартні заготовки типу:

- «результат досліджень показав ...» (опис ситуації / аналізу / результату робіт ...);
- «тому я пропоную ...» (суть пропозиції);
- «в результаті ви отримаєте ...» (результат / вигода, яку отримає аудиторія, прийнявши вашу пропозицію);
- «ось як я можу це довести ...» (характеристики продукту / ідеї, порівняння, статистика, посилання на авторитетні джерела ...);
- «отже, це доводить, що ви отримаєте / зможете ...» (ще раз стисло про результат або зиск для вашої аудиторії);
- «понад те, ви також зможете ...» (перехід до наступного результату або висновку).

Кількість та зміст слайдів мають бути адекватні змісту та тривалості виступу.

Перший слайд повинен містити назву теми. Бажано використання корпоративної або індивідуальної символіки.

Прикінцевий слайд презентації може бути повторенням першого для можливості ще раз нагадати тему виступу та ім’я доповідача. Або додатково необхідно поставити запитання, на які ви хотіли б отримати відповіді, або які завдання бажаєте вирішити за рахунок презентації.

Кожен слайд презентації має властивості, які впливають на його відображення під час демонстрації: розмір слайду, розмітка (розташування заголовків, тексту та графічних об’єктів), шаблон оформлення, ефект переходу від одного слайду (графічного зображення) до іншого.

Термін «презентація» одночасно означає процес подання матеріалу аудиторії і сам документ, у якому міститься текст і мультимедійні матеріали. Від виступаючого з презентацією потрібно не тільки уміння створити документ і оформити його, а й мистецтво донести його зміст до аудиторії.

13.6. Основні етапи створення мультимедійної презентації

Розробка мультимедійної презентації відбувається за такою схемою:

13. Виявлення цілей, завдань цільової аудиторії.
14. Складання сценарію презентації.
15. Підготовка і попередня обробка фото, графіки, відеоматеріалів.
16. Налаштування спецефектів.
17. Створення 3D-об'єктів.
18. Розробка компонентів анімації.
19. Вибір компонентів звукового оформлення.
20. Проєктування внутрішньої структури презентації.
21. Вибір парадигми і засобів програмування.
22. Складання, компіляція всієї презентації, налагодження.

Спочатку необхідно спланувати загальний вигляд презентації та визначити, які етапи доцільно включити в створення презентації обраного типу. Потім треба відредагувати текстову частину презентації і розташувати малюнки, схеми, графіки, креслення, тобто весь графічний супровід. На даному етапі обраний програмний засіб має надати можливості редагування текстів і малюнків. Крім того, сучасні програмні засоби для створення презентації повинні допомагати створювати спеціальні ефекти, які визначають тип демонстрації. Поява кожного нового слайда може супроводжуватися тим чи іншим анімаційним ефектом. Наприклад, слайд може розчинятися на екрані, «вилітати» з нього або навіть розпадатися на частини.

Природно, програмний засіб має забезпечувати видання (публікацію) презентації (наприклад, друк презентації).

Етапи розробки мультимедійної презентації

Етап	***Перелік робіт презентації***
Планування	Визначення типу мультимедійної презентації; визначення мети презентації; визначення аудиторії, на яку орієнтована презентація. Створення сценарію.
Проєктування	Вибір навігаційної схеми; вибір програмного засобу; розробка дизайну слайдів.
Інформаційне наповнення	Підготовка текстового й ілюстративного матеріалу для наповнення слайдів; підготовка мовного супроводу; підготовка відеосупроводу; підготовка файлів інших прикладних програм (аудіо/ відеофайлів, дикторського супроводу, документів пакета Microsoft Office, графічних файлів, сторінки в Інтернеті та ін.)
Програмна реалізація	Заповнення слайдів інформаційним матеріалом; кольорове оформлення слайдів; налаштування мультимедійних ефектів; встановлення гіперпосилань на елементи меню відповідно до навігаційної структури.
Тестування	Усунення помилок у текстовому й ілюстративному матеріалах; перевірка мультимедійних ефектів; перевірка гіперпосилань, які реалізують навігаційну схему
Експлуатація	Викладання лекцій, демонстрація на конференціях, виставках, супровід нарад, маркетинг тощо.
Супровід	Удосконалення або наповнення поточним контекстом мультимедійної презентації.

13.7. Особливості сприйняття наочних засобів

Спосіб подання інформації:

- Статичні презентації;
- Анімовані презентації;
- Мультимедійні презентації;
- Відеопрезентації (інформація подана у вигляді відеофільму);
- 3D-презентації (інформація подана у тривимірній графіці і тривимірній анімації).

Форми подання інформації в електронних презентаціях:

- текст;
- графіка;
- фото;
- відео;
- аудіо;
- анімація;
- 3D-об'єкти.

Більшу частину інформації і найбільш оперативно людина сприймає очима.

При підготовці наочних засобів корисно врахувати такі рекомендації:

У заголовках відбивайте висновок з поданої на слайді інформації.
Використовуйте слова, написані великими літерами, тільки для коротких заголовків.
Ніколи не використовуйте більше 5 – 6 рядків на слайді і 5 – 7 слів у рядку.
Не використовуйте більше 2 – 3 кольорів на слайді.
Контрастні кольори допомагають привернути увагу, підкреслити головне.
Один і той же елемент на різних слайдах повинен бути одного кольору.

Основні принципи розробки мультимедійних презентацій:

- Оптимальний обсяг (залежить від мети, для якої створюється презентація, від передбачуваного способу її використання, а також від контингенту слухачів (їх віку, підготовки тощо));
- Доступність (значення всіх нових термінів повинно бути пояснене)
- Науковість (необхідна побудова всіх положень, визначень і висновків на виключно науковій основі);
- Урахування особливостей сприйняття інформації з екрана (в презентаціях бажано звести текстову інформацію до мінімуму, замінивши її схемами, діаграмами, малюнками, фотографіями, анімацією, фрагментами фільмів);
- Естетичність (важливу роль у позитивному сприйнятті презентації відіграють гармонійні колірні поєднання, витриманість стилю і естетичність в оформленні слайдів);
- Динамічність (необхідно підібрати оптимальний для сприйняття темп зміни слайдів, анімаційних ефектів).

Не варто заповнювати слайд великою кількістю інформації. Найважливішу інформацію бажано розміщувати в центрі слайду.

Необхідно використовувати максимальний простір слайда. При цьому бажано, щоб текст був розташований симетрично по лівому і правому краях слайда.

Кожен слайд повинен мати заголовок.
Заголовки мають бути короткими.

Для забезпечення різноманітності треба використовувати різні види слайдів: з текстом; з таблицями; з діаграмами.

Незаперечним є факт, що дизайн презентацій надає безпосередньо впливає на мотивацію, швидкість сприйняття матеріалу, стомлюваність та чимало інших важливих показників. Тому дизайн презентації не повинен розроблятися на інтуїтивному рівні. Вимагається науково обґрунтований, зважений і продуманий системний підхід.

Щоб презентація добре сприймалася слухачами, не викликала негативних емоцій (підсвідомих або цілком усвідомлених) і досягала своєї мети, необхідно дотримуватися правил

її оформлення.

Правила використання текстової інформації

Не рекомендується:

- використовувати переноси слів;
- використовувати похиле і вертикальне розташування підписів і текстових блоків;
- повторювати текст, який доповідач вимовляє вголос (глядачі прочитають його швидше, ніж розповість доповідач, і втратять інтерес до його слів).

Рекомендується:

- стислість викладу, максимальна інформативність тексту: короткі тези, дати, імена, терміни – головні моменти опорного конспекту;
- використання коротких слів і пропозицій, мінімум прийменників, прислівників, прикметників;
- використання нумерованих і маркованих списків замість суцільного тексту;
- відділення елементів списку крапкою з комою;
- в кінці списку ставиться крапка;
- після двокрапки всі елементи писати з маленької літери;
- використання табличного (матричного) формату подання матеріалу, який дає змогу подати матеріал у компактній формі і наочно показати зв'язки між різними поняттями;
- ретельне вирівнювання тексту, буквиць, маркерів списків;
- горизонтальне розташування текстової інформації, навіть у таблицях;
- кожному положенню, ідеї повинен бути відведений окремий абзац тексту;
- основну ідею абзацу розташовувати на самому початку – в першому рядку абзацу (це пов'язано з тим, що найкраще запам'ятовуються перша і остання думки абзацу).

Правила шрифтового оформлення

- Для оформлення презентації рекомендується використовувати шрифти без зарубок: Arial, Arial Black, Arial Narrow, Comic Sans MS, Verdana;
- Розмір шрифту: 24 – 54 пункти (заголовок), 18 – 36 пункту (звичайний текст), шрифт менше 18 пунктів погано сприймається глядачем у проєкції на екран;
- Курсив, підкреслення, жирний шрифт, великі літери використовуються для смислового виділення ключової інформації і заголовків;
- Не рекомендується використовувати більше 2 – 3 типів шрифту;
- Не варто створювати написи за допомогою об'єктів WordArt, тому що вони погіршують сприйняття слайдів;
- Не можна зловживати прописними буквами (вони сприймаються гірше від рядкових);
- Основний текст повинен бути відформатований за шириною, на схемах – по центру.

Правила вибору колірної гами

- Колірна гамма повинна складатися не більш ніж із 2 кольорів і витримана в усій презентації. Основна мета – читабельність презентації;
- Бажаний одноколірний фон неяскравих пастельних тонів (наприклад, світло-зелений, світло-синій, бежевий, світло-помаранчевий і світло-жовтий);
- Колір шрифту і колір фона повинні контрастувати (текст має добре читатися, білий текст на чорному фоні читатиметься важко);

Оформлення презентації не повинно відвертати уваги від її змісту!

Правила використання фона

Фон є елементом заднього (другого) плану, повинен виділяти, відтіняти, підкреслювати інформацію, яка міститься на слайді, але не затуляти її.

Легкі пастельні тони краще підходять для фону, ніж білий колір.

Для фону переважно використовують холодні тони.

Замість того, щоб використовувати суцільний колір, краще вибрати плавний градієнтний перехід гармонійно поєднаних кольорів, м'яку (неконтрастну) текстуру або нейтральний фон.

Будь-який активний фоновий малюнок підвищує стомлюваність очей і знижує ефективність сприйняття матеріалу.

Правила використання графічної інформації:

- Малюнки, фотографії, діаграми повинні бути наочними і мати смислове навантаження, супроводжуватися назвами.
- Зображення (в форматі *.jpg) краще заздалегідь перетворити для зменшення розміру файлу.
- Розмір одного графічного об'єкта – не більше 1/2 розміру слайда.
- Співвідношення текст-картинки – 2/3 (тексту менше, ніж картинок).
- Графіка (малюнки, фотографії, діаграми, схеми) має органічно доповнювати текстову інформацію або передавати її в більш наочному вигляді.
- Колір графічних зображень не повинен різко контрастувати із загальним стильовим оформленням слайда.
- Необхідно використовувати зображення тільки високої якості. Для цього всі зображення, які містяться в презентації, мають бути попередньо підготовлені в графічному редакторі.

Неприпустиме:

- спотворення пропорцій;
- порушення тонового і колірного балансу фотозображень;
- використання зображень зі зниженою різкістю;
- використання необроблених сканованих зображень. Наприклад – зображень з «брудним» (сірим, жовтим) фоном замість білого, неконтрастних, розмитих тощо.
- Ілюстрації рекомендується супроводжувати пояснювальним текстом, пояснювальний текст переважно розташовується під малюнком.
- Зображення краще розміщувати лівіше від тексту: якщо читаємо зліва направо, то погляд глядача спочатку звертається на ліву сторону слайда.
- Необхідно чітко вказати всі зв'язки у схемах і діаграмах.

Правила використання звукового супроводу

Звуковий супровід має відображати суть або підкреслювати особливість теми слайда, презентації, він не повинен відвертати увагу від основної (важливою) інформації. Не варто використовувати музичний або звуковий супровід, якщо він не містить смислового навантаження.

Якщо це фонова музика, то вона не має відволікати увагу слухачів і приглушувати слова доповідача. Вмикання як фоновий супровід нерелевантних звуків (мелодій, пісень) призводить до швидкої стомлюваності слухачів, розсіювання уваги і зниження продуктивності сприйняття.

Необхідно вибрати оптимальну гучність, щоб звук було чути всім слухачам, але він не був гучним.

Також обережно слід використовувати звукові фрагменти в презентаціях, супроводжуваних доповідачем.

Правила використання анімаційних ефектів:

- Анімація об'єктів має відбуватися автоматично. Анімація об'єктів «одним помахом» не допускається.
- Треба використовувати ефекти анімації в середині слайда і за зміни слайда.
- Не допускається використання політерної і аналогічної анімації тексту, а також супроводжувати появу тексту звуковими ефектами (наприклад зі стандартного набору звуків Power Point).
- Не рекомендується застосовувати ефекти анімації до заголовків, особливо такі, як «Обертання», «Спіраль» тощо.
- У титульному та завершальному слайдах використання анімації об'єктів небажана.
- Анімація не має бути занадто активною.
- Надмірне використання анімації забирає багато часу, заважає логічному сприйняттю змісту, відвертає увагу.

13.8. Класифікація презентацій з погляду зору режиму їх демонстрації:

- Презентації, призначені для супроводу доповіді (час презентації обмежений)

23. Презентація проєктується на великий екран, демонстрацією слайдів керує доповідач;

вимоги:

- інформація на слайдах має бути якомога стисла;
- матеріал має бути добре структурований;
- на слайди треба поміщувати тільки опорні тези;
- необхідно враховувати відстань від глядачів до екрана;
- доповідач управляє презентацією самостійно, тому не висувається вимог до того, щоб засоби навігації презентації були інтуїтивно зрозумілі користувачам;

Презентація демонструється на екрані дисплея, демонстрацією слайдів керує доповідач;

вимоги:

- глядачі можуть вчитуватися в текст презентації, тому на слайдах можна розташовувати більше тексту і текст можна робити дрібніший;

Презентація демонструється на екрані дисплея, показом управляють глядачі, а доповідач словесно скеровує цей процес;

вимоги:

- висуваються додаткові вимоги до того, щоб засоби навігації по презентації були інтуїтивно зрозумілі користувачам;

- Презентації, використовувані як роздатковий матеріал (глядачі самостійно ознайомлюються з презентацією на екрані ПК в індивідуальному режимі);

вимоги:

- навігація має бути інтуїтивно зрозумілою;
- тексти та ілюстрації мають бути вивірені так, щоб у глядачів не виникало запитань.

13.9. Програмні засоби створення, зберігання, передачі та демонстрації мультимедіа-презентації (історія, функціонал)

Класифікація презентацій з погляду використовуваних технологій:

- html-презентація.

Практично є самостійний сайт; може публікуватися як в Інтернеті, так і на компакт-диску; за наявності адаптованої навігації може використовуватися доповідачем під час виступу; має оптимізований для завантаження через мережу розмір (вимагає малого об'єму дискового простору); розробка такої презентації не потребує багато часу (за наявності готового вихідного матеріалу); розробка такої презентації не вимагає великих фінансових витрат.

- flash-презентація.

Може публікуватися в мережі Інтернет, має високий ступінь інтерактивності.

- презентація, створена за допомогою спеціалізованих програм (наприклад, Power Point).

Зазвичай, використовується під час публічних виступів, на виставках, з метою посилити ефектність виступу і зробити пропонований увазі слухачів матеріал наочнішим.

- презентація змішаного типу.

Застосовується одночасно кілька зазначених вище технологій, об'єднаних одним інтерфейсом (програмною оболонкою для перегляду); найчастіше використовується для публікації та поширення на компакт-дисках.

Найпоширеніший нині засіб створення презентацій є програма PowerPoint (рис.13.1), що входить в офісний пакет MS Office.

Microsoft PowerPoint (повна назва – Microsoft Office PowerPoint, від англ. *Power point* – переконлива доповідь) – програма підготовки презентацій і перегляду презентацій, яка є частиною Microsoft Office і доступна в редакціях для операційних систем Microsoft Windows і macOS. Матеріали, підготовлені за допомогою PowerPoint призначені для відображення на великому екрані – через проєктор або телевізійний екран великого розміру.

Ідея PowerPoint з'явилася у Боба Гаскінса (Bob Gaskins), студента університету Берклі. У 1984 році Гаскінс приєднався до Forethought і найняв розробника Денніса Остіна (Dennis Austin). Боб і Денніс об'єднали зусилля і створили програму Presenter. Денніс створив оригінальну версію програми з Томом Рудкіном (Tom Rudkin). Пізніше Боб вирішив змінити назву на PowerPoint.

У 1987 році вийшов PowerPoint 1.0 для Apple Macintosh. Він працював в чорно-білому форматі. Пізніше з появою кольорових Macintosh з'явилася і кольорова версія програми. До перших версій PowerPoint додавався посібник у вигляді книги в твердій палітурці, однак через дорожнечу поновлення такого посібника в Forethought вирішили повернутися до електронної довідки.

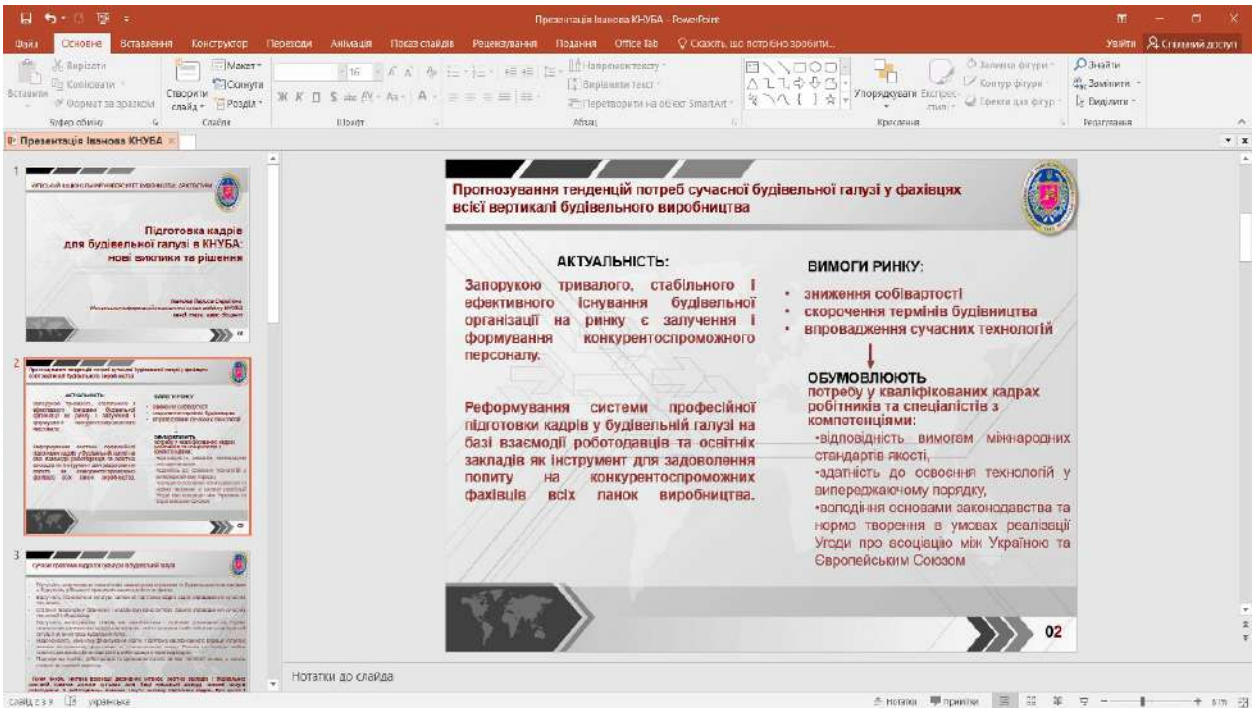


Рис.13.1. Презентація в PowerPoint

У 1987 році Forethought і PowerPoint були куплені Microsoft за 14 млн доларів. У 1990 році вийшла версія для Windows в комплекті програм Microsoft Office. Однак з 2002 року з появою Office XP PowerPoint міг поширюватися і окремо від пакета Office.

PowerPoint є частиною Microsoft Office. Це дало змогу PowerPoint стати найпоширенішою у всьому світі програмою для створення презентацій. Файли презентацій PowerPoint часто надсилаються користувачами програми на інші комп'ютери, що означає необхідну сумісність з ними програм конкурентів. Однак оскільки PowerPoint має можливість підключення елементів інших додатків через OLE, деякі презентації стають сильно прив'язаними до платформи Windows, що робить неможливим відкриття даних файлів, наприклад, у версії для macOS. Це призвело до переходу на відкриті стандарти, такі як PDF і OASIS OpenDocument.

PowerPoint не раз підлягав критиці. Вказують, насамперед, на нав'язуваний стиль викладу матеріалу у вигляді набору коротких тез – «буллітів», які одночасно з'являються на екрані і зачитуються лектором, а також зміщення акценту до оформлення на шкоду змісту.

Операційна система: Microsoft Windows, macOS.

Остання версія: 2016 (16.0.4229.1024) (Windows); 2016 (15.14.0) (macOS), (22 вересня 2015 (Windows).

Формати файлів, які читаються: *pptx*.

Формати файлів, які створюються: *pptx*.

Keynote – програма для створення презентацій, розроблена компанією Apple як конкурент Microsoft PowerPoint на платформі Macintosh (рис.13.2). Входить до складу пакета

програм iWork. Програма комплектована великою кількістю стильних професійних шаблонів презентацій, набором високоякісних ефектів переходу та зручним інтерфейсом користувача.

Прикладна програма також інтегрована з iLife і дає змогу вставляти мультимедіа не тільки з файлів, але і з бібліотек iTunes, iPhoto і iMovie. Підтримує експорт у велику кількість файлів:

- Презентація Keynote (*.key)
- Презентація Microsoft PowerPoint (*.ppt)
- Відео QuickTime (.mov), можливе створення інтерактивного відео
- Анімація Adobe Flash (*.swf)
- Документи PDF (*.pdf)
- Зображення (*.jpg, *.png, *.tiff)
- Відправка на YouTube

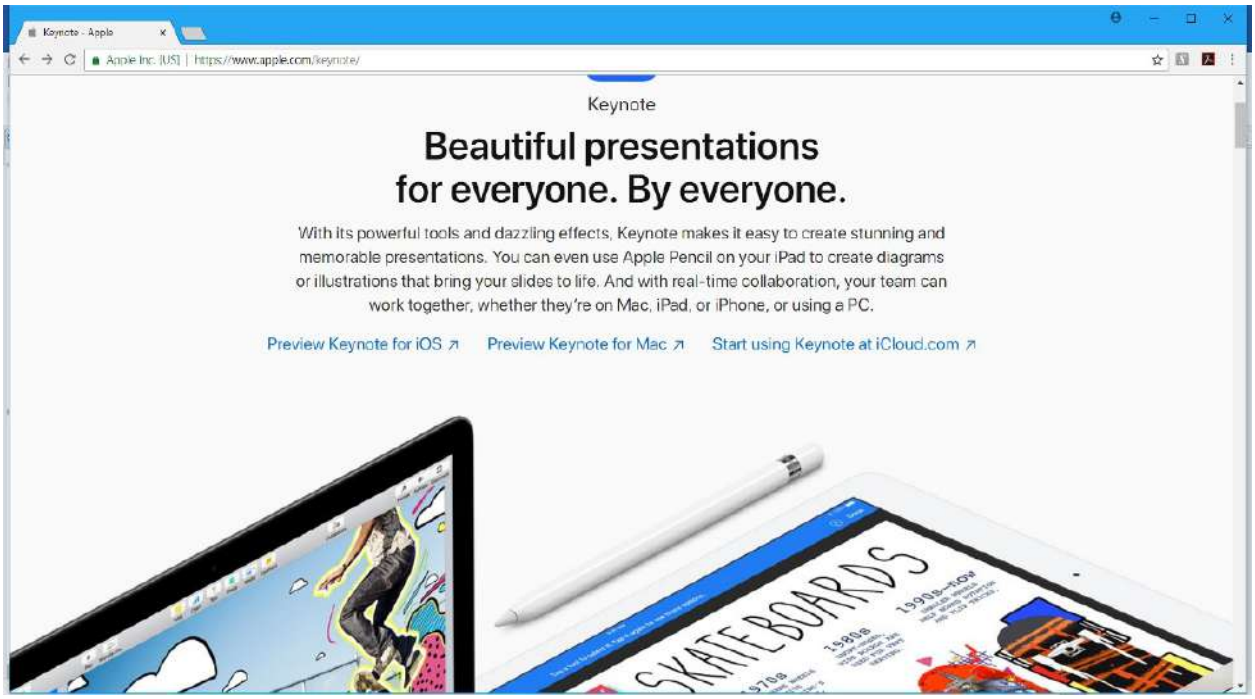


Рис.13.2. Keynote

Розробник: Apple Inc.
Операційна система: Mac OS X,
Ліцензія: Proprietary

Google Presentations – дає можливість створювати електронні презентації (рис.13.3). Реалізована можливість імпорту / експорту файлів Microsoft PowerPoint (*.ppt). В основу Google Presentations покладені розробки компанії Tonic Systems, придбаної компанією Google в 2007 році.

Це веборієнтоване програмне забезпечення, тобто програма, яка працює в рамках веббраузера без завантаження на комп'ютер користувача. Документи і таблиці, які створюються користувачем, зберігаються на спеціальному сервері Google або можуть бути експортовані в файл. Це одне з ключових переваг програми, оскільки доступ до введених даних може здійснюватися з будь-якого комп'ютера, підключеного до інтернету (при цьому доступ захищений паролем).

Google Docs & Spreadsheets заснований на двох різних продуктах, Writely і Google Spreadsheets. Writely був окремим текстовим процесором для веб. Він був створений компанією Upstartle і виконував такі функції, як спільне редагування і контроль доступу.

Меню, гарячі клавіші і відображені діалоги імітували тк, що користувачі могли бачити в текстових процесорах, встановлених у них на комп'ютері, таких як Microsoft Word або OpenOffice.org Writer. На початку 2006 року Google придбала Upstartle. На той момент в

Upstartle працювало четверо працівників. Writely закрив реєстрації на своєму сервісі на час перенесення на сервери Google. У серпні 2006 року Writely почав розсилати запрошення тим, хто залишив запит на отримання інформації про початок роботи до кінця літа. 23 серпня 2006 року Writely розіслав запрошення всім, хто залишав запит, і став доступним для всіх. Власники акаунтів на Writely могли запросити інших, додаючи їх у співавтори свого документа на Writely. Writely продовжував працювати зі своєю системою користувачів до 19 вересня 2006, поки не був включений у систему Google Accounts. Writely спочатку працював на технології Microsoft ASP.NET, яка використовує Microsoft Windows. З липня 2006 сервери Writely працюють на операційних системах, основаних на Linux. Одночасно з цим Google розробляла Google Spreadsheets. Google анонсувала Spreadsheets 6 червня 2006 року, і зробила його доступним тільки для обмеженої кількості користувачів, які зареєструвалися першими. Тест версії для обмеженого числа користувачів був завершений, і вона була замінена бета-версією, доступною для всіх власників акаунтів Google Account. На початку 2010 року Google надав можливість зберігання та спільного використання будь-яких типів файлів за допомогою сервісу Google Docs. Була додана також можливість OCR завантажувати *.pdf документи і картинки, але спочатку підтримувалися тільки мови з латинським алфавітом. Узимку 2011 року була запроваджена підтримка ще 29 мов.

Розробник: Google

Операційна система: веб-додаток, Android, iOS.

Сайт: google.com/docs/about/

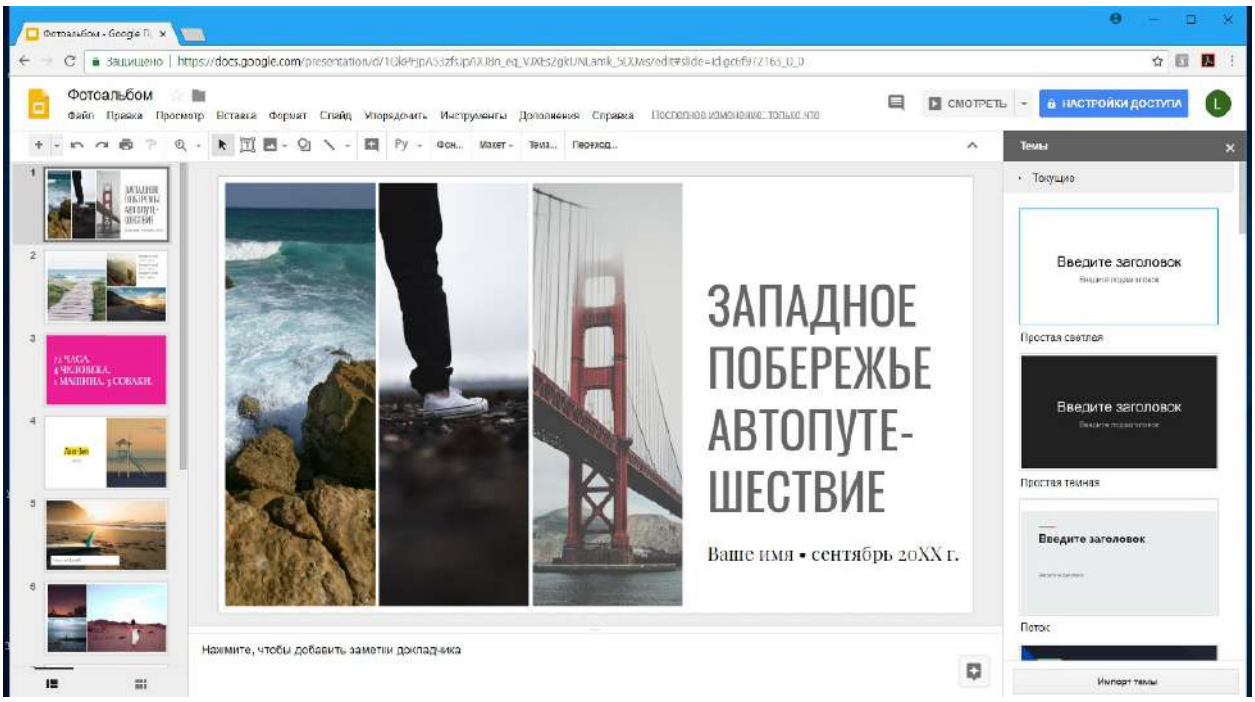


Рис.13.3. Google Presentations

Prezi – це хмарне презентаційне програмне забезпечення, розроблене на початку 2009 року. Сервіс використовує масштабований інтерфейс користувача, який допомагає оперувати даними у 2.5 D та Parallaxi (рис.13.4).

Prezi використовує 50 мільйонів користувачів і 80 % компаній з рейтингу Fortune Global 500. Проєкт був створений у Будапешті, а сама назва prezi в перекладі з угорської – скорочена форма слова «презентація».

Проєкт Prezi (або Prezi.com) був створений за допомогою компаній Kitchen Budapest і Magyar Telekom. Одразу після запуску компанія вийшла на міжнародний ринок.

Протягом першого року у компанії не було практично жодного фінансування. Після 18 місяців роботи у квітні 2009 року Prezi запустилася в Будапешті, а через 5 місяців відкрився офіс в Сан-Франциско. Засновники компанії здобули приз у європейському змаганні стартаперів The Europas в номінації «Найкращий засновник і співзасновник стартапу». Серед

інвесторів – Sunstone Capital, TED Conferences та Accel Partners, на суму приблизно $15,5 млн. Prezi вийшов на окупність за 3 місяці.

Prezi розроблена на Adobe Flash, Adobe AIR та Django, проте з 2014 року також можливо працювати на Javascript. Продукт став надзвичайно популярним у системах освіти та серед університетів. Ним, зокрема, користується видання The Guardian та конференція TED.

Компанія працює на моделі Freemium, тож безкоштовні користувачі мають публікувати свої презентації у відкритому доступі на сайті Prezi. Існує платна послуга, котра дає змогу цього уникати. Prezi Desktop має аналогічний із сайтом функціонал, але дозволяє придбати Prezi Pro або Edu Pro – можливість для абонентів працювати в автономному режимі, створювати і зберігати свої презентації на власних комп'ютерах Windows або Mac.

Prezi Viewer – це програма, розроблена для IPad, котра допомагає переглядати презентації, створені на Prezi Desktop. До 10 користувачів одночасно можуть співпрацювати у Prezi Collaborate. Окрім того, компанія надає зручні умови передплати для студентів і науковців.

Сайт: www.prezi.com

Мови: Англійська, португальська, іспанська, корейська, японська, німецька, італійська, французька, угорська.

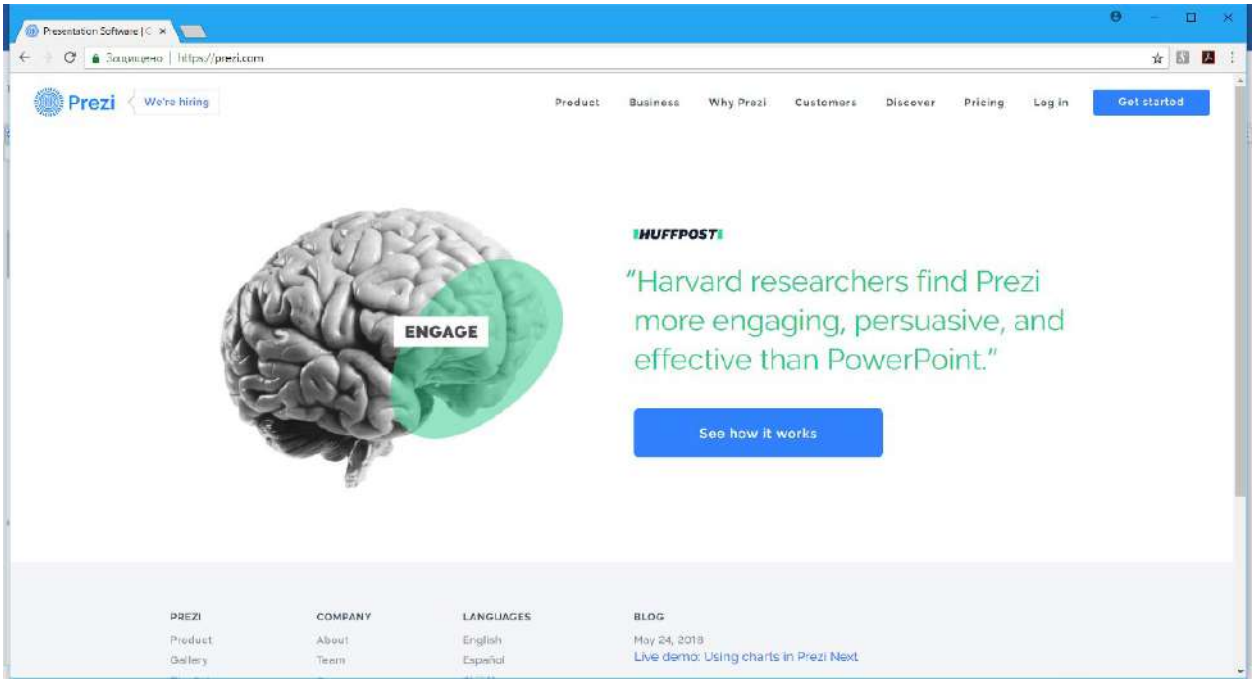


Рис.13.4. Prezi

Adobe Flash (раніше Macromedia Flash, або просто Flash) – мультимедійна платформа компанії Adobe Systems для створення вебдодатків або мультимедійних презентацій. Широко використовується для створення рекламних банерів, анімації, ігор, а також відтворення на вебсторінках, відео-і аудіозаписів.

Платформа містить ряд засобів розробки, насамперед Adobe Animate і Adobe Flash Builder а також програму для відтворення flash-контента-Adobe Flash Player, хоча flash-контент уміють відтворювати і багато сторонніх виробників. Adobe Flash дає змогу працювати з векторною, растровою і з тривимірною графікою, використовуючи при цьому графічний процесор, а також підтримує двоспрямовану потокову трансляцію аудіо і відео.

У липні 2017 року Adobe визнала технологію Flash застарілою, її життєвий цикл завершено в кінці 2020 року, коли Adobe припинила підтримку і поширення Flash.

Flash-технології, або, як їх ще називають, технології інтерактивної вебанімації, були розроблені компанією Macromedia і об'єднали безліч потужних технологічних рішень в сфері мультимедійного подання інформації. Орієнтація на векторну графіку як основного інструменту розробки flash-програм допомогла реалізувати всі базові елементи мультимедіа:

рух, звук і інтерактивність об'єктів. При цьому розмір програм мінімальний і результат їх роботи не залежить від роздільної здатності екрана у користувача – а це одна з основних вимог, які висуваються до інтернет-проєктів.

По суті, Flash Player являє собою віртуальну машину, на якій виконується завантажений з Інтернету код flash-програми.

Основою анімації у Flash є векторний морфінг, тобто плавне «перетікання» одного ключового кадру в інший. Це дає змогу створювати складні мультиплікаційні сцени, задаючи лише кілька ключових кадрів.

Технологія векторного морфінга застосовувалася задовго до Flash. У 1986 році була випущена програма Fantavision (англ.), яка використовувала цю технологію.

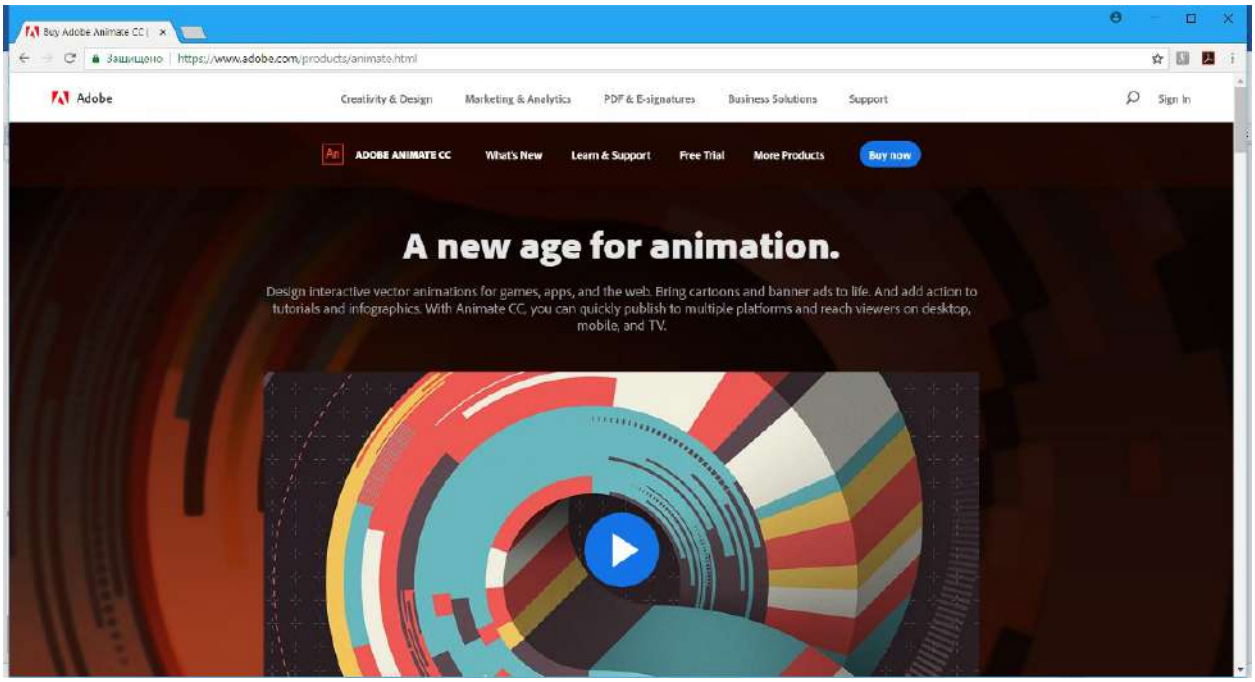


Рис.13.5. Adobe Flash

Розробка Flash була розпочата компанією FutureWave, що створила пакет анімації FutureSplash Animator. У 1996 році FutureWave придбана компанією Macromedia, яка перейменувала FutureSplash Animator на Flash. Під цим найменуванням платформа продовжує розвиватися і понині (хоча після того, як в 2005 році компанія Macromedia була поглинена Adobe, Macromedia Flash почав офіційно називатися Adobe Flash).

Основний недолік flash-додатків – надмірне навантаження на центральний процесор.

Другий важливий недолік flash-додатків полягає в недостатньому контролі помилок, що призводить до частих відмов самих додатків, і так само, в деяких випадках, усього браузера.

Ще один недолік, характерний для всіх віртуальних машин, полягає в тому, що не завжди є можливість запустити flash-додаток, або це пов'язано з деякими труднощами. Цей недолік робить технологію Flash менш універсальною і обмежує її застосування у вебдодатках критичної важливості.

Четвертий важливий недолік полягає в тому, що використання Flash для розміщення текстової інформації ускладнює її індексування пошуковими системами.

У реалізаціях Adobe Flash іноді знаходять «діри», які дозволяють зловмисникам проводити різноманітні дії з системою. Так, наприклад, в жовтні 2008 року була знайдена уразливість, яка дає змогу дозволяє дистанційно керувати вебкамерою і мікрофоном.

Розробник: Adobe Systems, раніше Macromedia

Операційна система: Windows, OS X, Linux, Solaris, BlackBerry Tablet OS, Android (тільки player)

Остання версія: (28.0.0.137) 9. січня 2018

Формати, які створюються: *swf*. Відеоролики у форматі Flash є файли з розширенням **.flv* або **.f4v* (при цьому Flash в даному разі використовується тільки як контейнер для відеозапису). Розширення **.fla* відповідає формату робочих файлів у середовищі розробки.

Презентації, збережені в ***форматі PDF***. Презентації такого типу являють собою набір статичних сторінок і ідеально підходять для поштових розсилок або роздруківки на принтері. Головними впливовими факторами в таких презентаціях є гарний дизайн і правильно подана інформація. Основні переваги – простота, зручність, невеликий розмір файлу. Недолік – статичність.

Portable Document Format (PDF) – міжплатформений формат електронних документів, розроблений фірмою Adobe Systems з використанням низки можливостей мови PostScript (рис.13.6). Найперше призначений для подання поліграфічної продукції в електронному вигляді. Для перегляду існує безліч програм, а також офіційна безкоштовна програма Adobe Reader.

Значна кількість сучасного професійного друкарського обладнання має апаратну підтримку формату PDF, що допомагає проводити друк документів в даному форматі без використання будь-якого програмного забезпечення. Традиційним способом створення PDF-документів є віртуальний принтер, тобто документ готується в своїй спеціалізованій програмі – графічній програмі або текстовому редакторі, САПР тощо. А потім експортується у формат PDF для поширення в електронному вигляді, передачі в друкарню та інше.

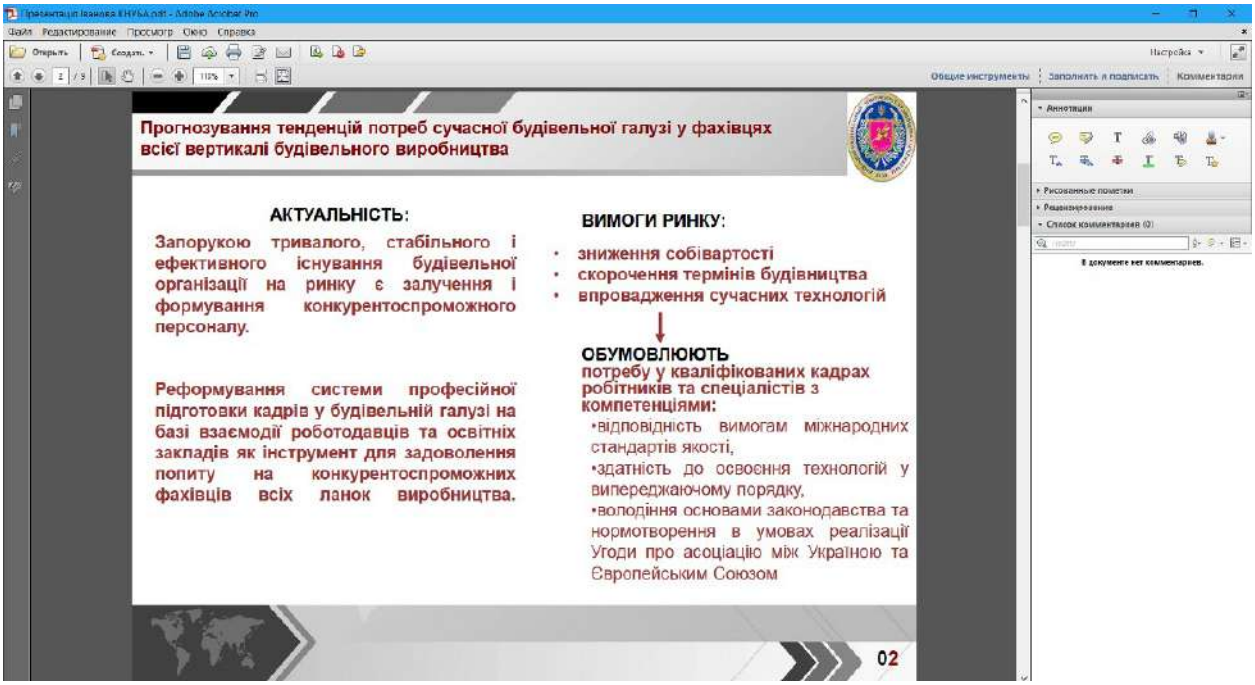


Рис.13.6. Portable Document Format (PDF)

PDF з 1 липня 2008 року є відкритим стандартом ISO 32000.

Формат PDF дає змогу впроваджувати необхідні шрифти (порядковий текст), векторні і растрові зображення, форми і мультимедіа-вставки. Підтримує RGB, CMYK, Grayscale, Lab, Duotone, Bitmap, кілька типів стиснення растрової інформації. Має власні технічні формати для поліграфії: PDF / X-1a, PDF / X-3. Містить механізм електронних підписів для захисту і перевірки автентичності документів. У цьому форматі поширюється велика кількість супутньої документації.

Найчастіше PDF-файл є комбінацією тексту з растровою і векторною графікою, рідше – тексту з формами, сценаріями мовою JavaScript, 3D-графікою і іншими типами елементів.

Інформаційні обсяги обох однаково виглядають на екрані PDF-документів, але можуть значно відрізнятися в залежності від:

впровадження або зв’язування шрифтів і мультимедіа;

дозволу растрових зображень;

використання вбудованого механізму стиснення всього документа;
використовуваних алгоритмів стиснення растрових зображень.

Для створення документа мінімального обсягу необхідно використовувати векторну графіку і «безпечні» шрифти. Усього є 14 таких шрифтів, зокрема:

- Times (v3) (звичайний, курсив, напівжирний і напівжирний курсив)
- Courier (звичайний, похилий, напівжирний і напівжирний курсив)
- Helvetica (v3) (звичайний, похилий, напівжирний і напівжирний курсив)
- Symbol [en]
- Zapf Dingbats [en]

Ці шрифти можна використовувати без упровадження в документ, тому що їх повинні правильно відображати всі програми. Будь-які інші шрифти, які були впроваджені в документ і відсутні в системі, будуть замінені одним із наявних, що може стати причиною неправильного відображення сторінок, кількості символів в рядку й інших помилок відображення, пов'язаних з метрикою шрифту.

Існують спеціальні програми, які допомагають редагувати PDF-файли, однак їх вибір значно менший, ніж програм для створення або перегляду PDF-документів. Inkscape, починаючи з версії 0.46, дає змогу редагувати PDF завдяки використанню на проміжному етапі програми Poppler.

Спочатку даний формат був непопулярний з ряду причин.

Після того як Adobe випустила безкоштовну версію Acrobat Reader (пізніше перейменовану на Adobe Reader) для читання PDF-документів, популярність цього формату почала зростати. Формат PDF-файлів кілька разів змінювався і продовжує еволюціонувати. Існує кілька специфікацій формату, які послідовно розширюють один одного. Для кожної нової специфікації створюються нові версії програмного забезпечення з пакета Adobe Acrobat. Версію будь-якого PDF-документа можна дізнатися з перших восьми байтів, відкривши цей документ у текстовому режимі, наприклад у блокноті.

Розробник: Adobe Systems

Сайт: https://acrobat.adobe.com/us/en/acrobat/about-adobe-pdf.html

Остання версія: 2018.009.20044 (Windows).

Формати файлів, які читаються: * .pdf

Формати файлів, котрі створюються: * *.pdf*

Haiku Deck – це спроба спростити створення презентації і взагалі сам зміст слайдів (рис.13.7). Програма спирається на принципи дзен-презентацій, які сформулював відомий зарубіжний експерт Гарр Рейнолдс. У чому їх суть? Основна ідея – мінімальна кількість інформації на слайді. Одна ідея на слайді і один засіб візуалізації (зображення, діаграма або схема) на її підтримку.

За допомогою Haiku Deck надзвичайно просто створити слайди для виступу і нескладні презентації, в яких не міститься величезна кількість інформації. Інтерфейс максимально інтуїтивний, є якісні шаблони для оформлення. Редагування шаблонів має обмежений характер. Додаток безкоштовний, є версія для iPad і активно тестується Web-платформа.

Haiku Deck дає змогу робити презентації веселими, розважальними та творчими. Презентації можна надсилати, публікувати, зв'язати на вебсайті та / або в блозі, а також переглядати їх на пристроях Apple, включно з iPhones, iPads або з Інтернетом чи комп'ютером. Завдяки платформі Haiku є повний доступ до безкоштовних зображень, ліцензування та комерційного використання, що полегшує додавання зображень у презентацію. Є можливість поділитися презентаціями на кількох різних платформах, зокрема на електронну пошту, Google Plus, Facebook, Pinterest та ін. Наприклад, можна експортувати презентацію в PowerPoint або PDF.

Розробник: Haiku Inc.

Сайт: https://www.haiku-os.org/

Slides – це новий сучасний інструмент для створення презентацій, орієнтований на оточуюче нас цифрове середовище, яке нас оточує (рис.13.8). Всі презентації створюються в HTML, а тому можна читати з будь-яких пристроїв. HTML-кодування допомагає також

кастомізувати презентацію будь-яким способом (можна залікувати і редагувати код), а також вставляти (вставляти) практично будь-який контент з Інтернету. Можна презентувати просто з вікна веббраузера, керувати презентацією з будь-якого пристрою або завантажити офлайн-версію презентації, синхронізувавши акаунт з Dropbox.

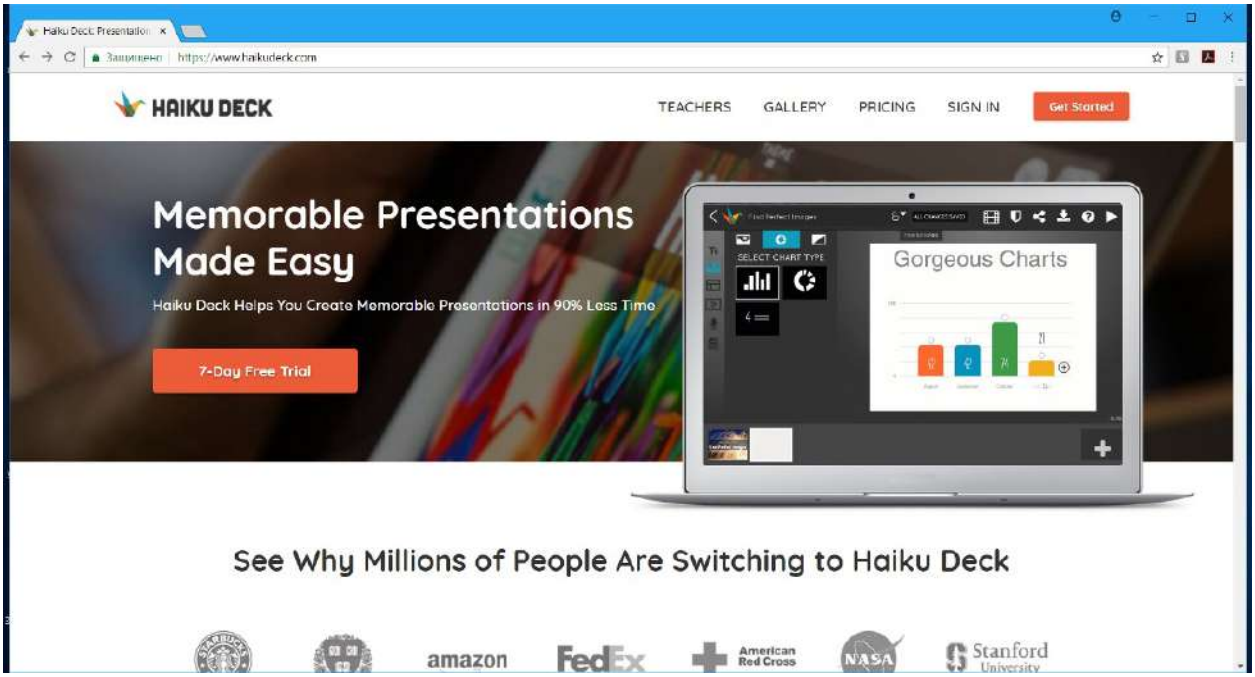


Рис.13.7. Haiku Deck

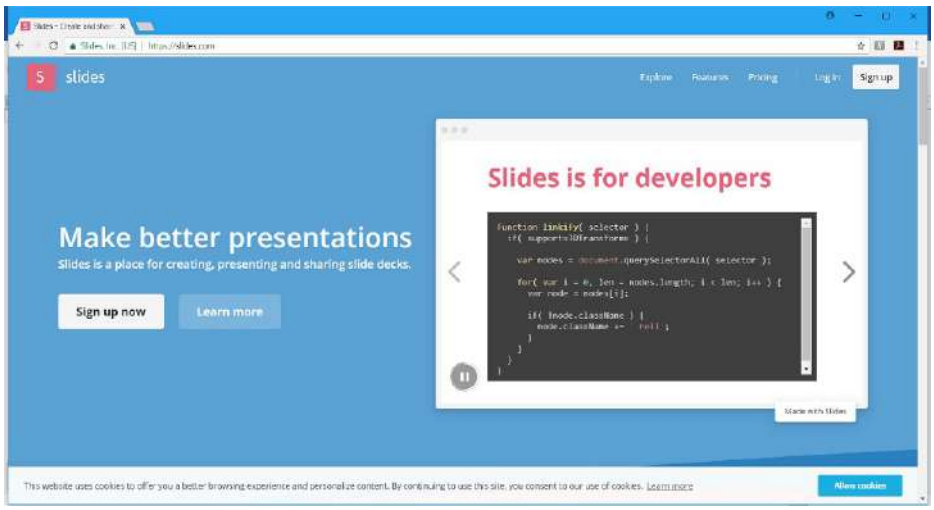


Рис.13.8. Slides – новий сучасний інструмент для створення презентацій, орієнтований на цифрове середовище, яке нас оточує

Інтерфейс графічного редактора є трохи складним і поки ще подекуди не досконалим у наборі стандартних функцій, але інструментарій, загалом, дуже цікавий. Слайди створюються нелінійно. Немає потреби робити презентацію лінійною, гортаючи слайди зліва-направо: у слайдах можна переміщуватись на будь-яку сторону (вліво, вправо, вверх і вниз), створюючи «шари» презентацій, за допомогою яких створюється зручна для виступу навігація по слайдах.

У Slides є безкоштовна версія з базовими функціями. Всі презентації створюються онлайн, у веббраузері, десктопних або мобільних рішень для створення презентації в Slides поки немає – тільки перегляд можливий на інших пристроях.

Операційна система: вебдодаток, Android, iOS.

Сайт: https://slides.com/

SlideDog – це не редактор презентацій в чистому вигляді, до яких звикли в PowerPoint або Keynote.

В ***SlideDog*** не можна створити слайди, але з його допомогою можна зробити зручний плейлист з усього контенту, який можна демонструвати при виступі (рис.13.9).

Презентації в PowerPoint і Keynote, PDF файли, Prezi, відеоролики, зображення і вебсторінки можна злити в одну презентацію, розташувавши інформацію в необхідному порядку. Не потрібно ніяких перемикань між програмами і немає проблем з показом будь-яких матеріалів.

Це дуже зручний і корисний ресурс для всіх мовців. Є безкоштовна, але дуже обмежена версія. Професійна передплата на сервіс. Можна працювати в онлайн або завантажити програму на Windows. Повним ходом йде створення додатка для Mac.

Сайт: https://slidedog.com/

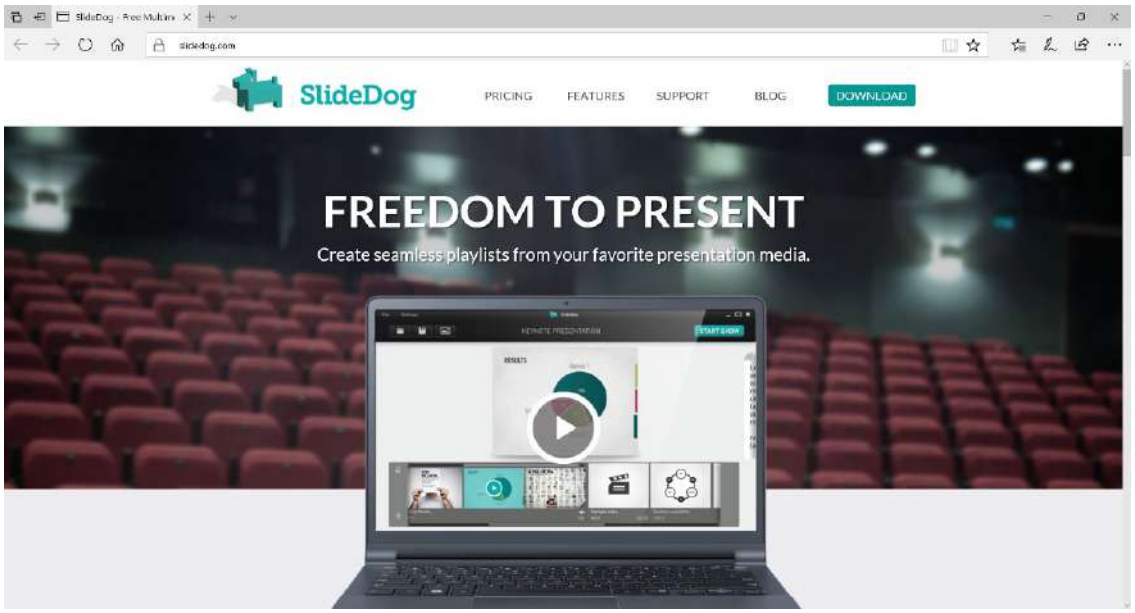


Рис.13.9. SlideDog

Projeqt – схожий на Slides інструмент за своєю адаптованістю в Діджитал-середовище і використанням всілякого контенту з Інтернету. У Projeqt є вставка практично будь-якого інтерактивного елемента з Інтернету, зокрема живої RSS-стрічки, карти з Google, онлайн-опитування, відео з Youtube або музики з SoundCloud. Як і Slides, програма дає змогу створювати «багатошарові» презентації з навігацією в яку завгодно сторону, сприяючи сторітеллінгу. Переглядати і, що найголовніше, редагувати презентацію можна з будь-якого сучасного пристрою з виходом в Інтернет.

Інтерфейс досить простий, розібратися в ньому неважко. Наявні імпортування PowerPoint і PDF-файлів, що дуже зручно, а також вставка презентації куди завгодно в Інтернеті.

Projeqt безкоштовний і використовується дуже широко з освітньою метою і у виступах на конференціях.

Сайт: https://projeqt.com/

Flowboard

Якщо потрібно зробити трудомістку за дизайном презентацію на планшеті, доречно використати Flowboard. Програма допомагає створювати презентації на iPad, використовуючи власні опрацьовані шаблони, які спрощують роботу над слайдами.

Інтерфейс досить простий, функцій багато. Є повноцінний адаптований під планшет додаток. Є цікаві інструменти: робота з шарами, додавання фото і відео безпосередньо з Facebook, YouTube, Dropbox і ін. Але через новизну поки ще мало підтримуваних шрифтів і сучасних функцій подібно до тих, які є в Projeqt або Slides.

Додаток безкоштовний.
Сайт: https://flowboard.com/

Запитання та завдання для самоконтролю

1. У чому переваги мультимедійної презентації?
2. Класифікуйте презентації за призначенням.
3. Охарактеризуйте особливості сприйняття наочних засобів.
4. Як плануються презентації?
5. Опишіть основні етапи створення презентації.
6. Які основні середовища мультимедіа-презентацій?
7. Класифікуйте презентації з погляду режиму їх демонстрації.
8. Вкажіть типи мультимедійного ресурсу, які використовуються для створення презентації.
9. Класифікуйте презентації щодо використовуваних технологій.
10. Які програмні засоби використовуються для створення презентацій?

Список використаних джерел

1. Мультимедійна технологія. Режим доступу: http://xn--r1a3b.xn--b1amgblet.xn--j1amh/index.php/%D0%9C%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F
2. Побудова цільової презентації архітектурного проєкту з використанням інформаційних технологій в архітектурі: Методичні вказівки до виконання курсових робіт з дисципліни «Інформаційні технології в архітектурі» / укл. Л.С. Іванова. К.: КНУБА, 2009.
3. Інформаційні процеси в архітектурі: рекомендації до вивчення дисципліни. Частина 2 / Сост. Л.С. Іванова. – К.: КНУБА, 2011.
4. Іванова Л.С. Інформаційні технології мультимедійних презентацій. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. К: КНУБА, 2018, Вип. 51. С. 433-440. URL: http://repositary.knuba.edu.ua//handle/987654321/5777
5. Мультимедійні технології. Застосування в різних галузях, етапи створення презентацій. Режими доступу: https://www.slideshare.net/slideshow/ss-42425945/42425945
6. Концепція впровадження медіа освіти в Україні [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.ispp.org.ua/news_44.htm
7. Басюк Т.М. Методи та засоби мультимедійних інформаційних систем Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 428с
8. Томашевська, І. П. (2022). Сучасні мультимедійні технології в освітньому процесі вищої школи. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, (207), 323-327. https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-207-323-327
9. Вергунов, С., & Солодухіна, Е. (2021). Мультимедійні технології в дизайні. особливості застосування мультимедійних технологій для картографічного моделювання. *InterConf*, (82).
   Режим доступу: https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/15486

АВТОР РОЗДІЛУ 14 – ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ



Михальченко Сергій Васильович

Директор Науково-дослідного інституту теорії та історії архітектури, містобудування і дизайну Київського національного університету будівництва і архітектури
Відповідальний секретар Технічного комітету стандартизації ТК-320 «Споруди спеціального призначення».
Сфера досліджень: теоретичні засади розквартирування військ, історичні фортифікації і їх збереження тощо.

Розділ 14. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

14.1. Визначення й особливості

Геоінформаційні системи (ГІС) як інтегровані інформаційні системи призначені для виконання різних завдань науки і виробництва на основі використання просторово локалізованих даних про об'єкти і явища природи і суспільства.

Нерозривно з ГІС пов'язані геоінформаційні технології. Геоінформаційні технології призначені для підвищення ефективності процесів управління, зберігання та подання інформації, обробки і підтримки прийняття рішень.

ГІС має ряд особливостей, які необхідно враховувати при вивченні цих систем. Одна з особливостей ГІС і геоінформаційних технологій полягає в тому, що вони є елементами інформатизації суспільства. Це полягає у впровадженні ГІС і геоінформаційних технологій у науку, виробництво, освіту і застосування в практичній діяльності одержуваної інформації про навколишню дійсність. Інша особливість ГІС – те, що як інформаційні системи вони є результатом еволюції цих систем і тому містять основи побудови і функціонування інформаційних систем. ГІС як система має безліч складових елементів, кожен з яких пов'язаний прямо або побічно з кожним іншим елементом, а дві будь-які підмножини цієї множини, не можуть бути незалежними, не порушуючи цілісність, єдність системи. Відповідно до даного визначення ГІС потрапляє в клас автоматизованих інформаційних систем. Ще одна особливість ГІС – те, що вона інтегрована інформаційна система. Інтегровані системи побудовані на принципах інтеграції технологій різних систем. З цієї причини не можна пов'язувати ГІС з вирішенням завдань тільки геодезії або географії. «Гео» в назві геоінформаційних систем і технологій визначає об'єкт досліджень, а не предметну область використання цих систем. За належністю до конкретної предметної області можна поділити інформаційні системи на три класи: технічні, економічні, інформаційно-аналітичні.

В цьому переліку нас найперше цікавлять геоінформаційні системи, які стосуються архітектури. Тут також існує ряд закономірностей, які варто зазначити.

Всі програмні комплекси архітектурного проєктування мають потужні системи побудови рельєфу, розвиток BIM-моделювання стимулює інтеграцію геоінформаційних систем до САПР.

Дедалі щільніший підхід до аналізу містобудівної інформації і цивілізаційного підходу до збереження історичних ландшафтів спонукає розробників розвивати і деталізувати геоінформаційні системи, які застосовуються в архітектурі.

14.2. Історія виникнення і розвитку геоінформаційних систем

Зовсім коротко історію ГІС можна описати кількома реченнями. Геоінформаційні системи – явище відносно нове, хоча пращурами подібних систем були географія і картографія, які з'явилися сотні років тому. Перші географічні інформаційні системи розроблені в 50 – 60-х роках, спочатку в цивільному секторі. У 70 – 80-х роках розвинулася ГІС-індустрія з явним лідерством США.

Виникнення ГІС. Історія розвитку в США

Бюро перепису США – одна з організацій, які відіграли основну роль у розвитку геоінформаційних систем, – наприкінці 60-х років воно розробило формат GBF-DIME (Geographic Base File, Dual Independent Map Encoding). У цьому форматі вперше була реалізована схема визначення просторових відносин між об'єктами, названа топологією, яка описує, як лінійні об'єкти на карті сполучені між собою, які майданні об'єкти межують між собою, а які об'єкти складаються із суміжних елементів.

Так була відкрита схема кодування, відома пізніше як DIME (Dual Independent Map Encoding). Основна ідея полягала в тому, щоб перенумерувати вузли (в даному разі – перетину вулиць) і площі (квартали).

Протягом 70-х років карти у форматі GBF-DIME були створені для всіх міст США. Цю технологію і досі використовує безліч сучасних геоінформаційних систем.

Земельна інформаційна система закладена в середині 60-х років XX століття як спільний проєкт Центру міських і регіональних проблем штату Міннесота, Університету штату Міннесота і Агентства планування цього ж штату.

Але геоінформаційна система штату Міннесота відрізнялася деякими особливостями, а головне – вперше справа була доведена до кінця і показала свою ефективність. Система була растровою, з великим зерном растра (трохи більше 0,16 квадратного кілометра), і тим не менше виявилася дуже ефективною.

Нерегулярна тріангуляційна мережа являє собою рельєф деякої території у вигляді набору прилеглих один до одного трикутників. Ця технологія була одночасно відкрита кількома дослідниками в різних частинах світу.

Цифрові моделі рельєфу у вигляді нерегулярної тріангуляційної мережі будувалися на замовлення відділу військово-морських досліджень. Іншими словами, це була військове завдання точного наведення ракет на ціль.

Цей підхід згодом дифундував у численні комерційні ГІС.

Компанія Intergraph консультувала державні установи у використанні цифрових комп'ютерних технологій. Що цікаво, п'ять батьків-засновників компанії раніше працювали в IBM в Хантсвіллі і створювали системи наведення ракети «Сатурн». Для задоволення запитів своїх перших клієнтів компанія запропонувала технології, які пізніше були використані в графічних системах.

Історія ГІС у Європі

Загалом досягнення США затьмарюють досягнення Європи, та й усього іншого світу. Проте Європа також внесла в процес вагому лепту. Ситуація з комп'ютерним картографуванням у Європі мала певні відмінності, які призвели до того, що Європа в процесі розробки ГІС йшла своїм шляхом.

Річ у тому, що практично кожна з європейських країн має власну національну картографічну агенцію, яка займається і кадастрами, і земельними інформаційними системами.

Деякі з європейських агентств почали експерименти з комп'ютеризованими базами даних, але бурхливий розквіт так і не настав. Європейські компанії, які працювали з ГІС, виявилися не настільки успішними, як їх американські побратими.

Існує думка, що багато розходжень між європейською і американською історіями ГІС викликані, по-перше, різницею в системі освіти, а по-друге – тим, що у створення ГІС по різні боки Атлантики виявилися залучені люди різних професій. У Європі (особливо в Німеччині) це були в основному геодезисти, в США – географи. На розвиток ГІС вплинув старий добрий європейський консерватизм. Проте обмін ідеями між Європою і Америкою відбувався дуже ефективно.

Історія ГІС в Україні

Усвідомлення ситуації, яка склалася, зумовило постановку питання розробки концепції багатоцільової ГІС України. Ця концепція розробляється в межах державної програми фундаментальних досліджень. Мета даної програми – аналіз стану і шляхів розвитку ГІС-технологій в Україні, виявлення ключових проблем та стратегії їх розв'язання, а також розробка концептуальних положень щодо створення національної ГІС загального

використання (багатоцільової) як бази для розвитку горизонтальних і вертикальних її складників (тобто спеціалізованих тематичних та ієрархічних територіальних).

Серед позитивних чинників, які характеризують сучасний стан застосування геоінформаційних технологій у країні, такі:

- формування в державних установах і організаціях груп фахівців, які активно працюють у напрямку застосування ГІС у різних сферах людської діяльності;
- створення ГІС-асоціації (1997) і Асоціації геоінформатиків (2003) України, які сприяють активізації і консолідації геоінформаційної діяльності в країні;
- щорічне проведення ГІС-форумів, конференцій «Геоінформатика теоретичні і прикладні аспекти», конференцій користувачів продуктів фірми ESRI, а також окремих тематичних конференцій, семінарів, нарад, присвячених використанню геоінформаційних технологій;
- створення державних підприємств і комерційних компаній, які спеціалізуються на розробці і/або використанні геоінформаційних технологій;
- розроблення спеціалізованого геоінформаційного пакета, та програмних комплексів GEO+CAD і GeoniCS, призначених для обробки даних досліджень і геоінженерного проєктування в галузі цивільного, промислового і транспортного будівництва;
- створення електронного атласу України – пілотної версії комп'ютерного Національного атласу України (2000);
- внесення курсів з ГІС і геоінформаційних технологій до програми підготовки фахівців природознавчих і екологічних спеціальностей у багатьох вищих навчальних закладах країни; відкриття у деяких з них курсів підготовки фахівців у галузі геоінформаційних систем і технологій;

До факторів, які стримують розвиток геоінформаційних технологій, належать низький рівень комп'ютеризації в країні і відсутність у достатній кількості відповідних фахівців.

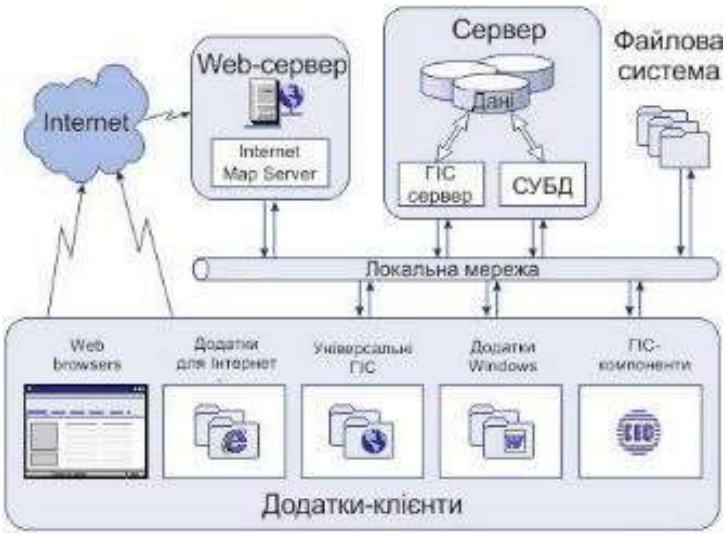


Рис.14.1. Стандартна базова схема ГІС

14.3. Опис ГІС найбільш уживаних в архітектурі

Основними завданнями, які залучають ГІС в архітектурі, є аналіз містобудівної ситуації та побудова реального рельєфу при створенні просторової моделі об'єкта архітектури.

При розв'язанні задач, пов'язаних з аналізом містобудівної ситуації, використовуються:

- спеціальні програмні комплекси на кшталт сервісів Google Earth, ing Maps, DigitalGlobe, "Космоснимки", Yahoo! Maps, VirtualEarth, Gurtam, OpenStreetMap, eAtlas, iPhone maps, «карты Генштаба» та інші;
- Електронні карти SASPlanet, Visicom та інші;
- Ресурси мережі Internet – http://wikimapia.org, https://www.google.com.ua/maps/ та інші;
- Супутникові системи;
- Автоматизовані системи управління розвитком територій, зокрема:

- Генеральний план Києва 2020 року;
- Містобудівний кадастр Києва.

14.4. Аналіз містобудівної ситуації

У Законі України «Про охорону культурної спадщини» № 1805-III від 08.06.2000 підкреслено значення комплексних наукових досліджень, спрямованих на отримання повної інформації про об'єкти культурної спадщини, історичні населені місця, характер середовища.

З метою обґрунтованого вибору рекомендованих у Законі видів науково-практичної діяльності на конкретному об'єкті культурної спадщини
консервація, музеєфікація, пристосування, реабілітація, ремонт, реставрація;
науково-практичній діяльності передує науково-пошукова, дослідницька робота.

Визначення ступеня містобудівної цінності включає:

- перші відомості про забудову ділянки;
- хронологічні межі етапів історичного розвитку досліджуваного фрагмента середовища;
- вивчення поетапного формування його містобудівної структури з урахуванням усіх аспектів містобудівної композиції. Базою для вивчення служать історичні плани міста, описи основних споруд, розташованих в композитних вузлах структури, морфологічні особливості житлової забудови. На історичних планах повинні бути зафіксовані:
  - основні природні осі;
  - домінанти;
  - планувальні мережі вулиць;
  - морфологічні типи забудови;
  - основні вузли містобудівної композиції.

Розглянемо конкретний приклад збору вихідних даних для конкретного об'єкта – за приклад візьмемо забудову земельної ділянки по вул. Героїв оборони, 8, у Голосіївському районі міста Києва, яка належить Національному університету біоресурсів і природокористування України. Цей навчальний заклад має намір збудувати на цьому майданчику житловий комплекс для задоволення соціальних потреб викладачів і студентів.

14.5. Передпроєктні роботи

Для отримання документа, який дає змогу проєктування на земельній ділянці, необхідно надати до Головкиївархітектури **містобудівний розрахунок**, який розробляється проєктувальником на основі **завдання замовника** та **проєктної пропозиції**. Як правило, до проєктувальника звертається організація, яка має на меті забудову земельної ділянки, якою вона володіє або збирається придбати, надаючи проєктувальнику викопіювання із **земельного кадастру** міста з позначенням меж ділянки. Метою проєктувальника є оформлення бажання забудовника у конкретних кресленнях і розрахунках із суворим урахуванням вимог чинного законодавства.

Перші відомості про забудову ділянки архітектор отримує із завданням на проєктування та ресурси в мережі Internet.

Замовник надає проєктувальнику викопіювання з земельного кадастру або межі земельної ділянки на топоплані:

Для перевірки права власності на зазначену земельну ділянку відкриємо загальнодоступний ресурс «Народний кадастр» – http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta

Для перевірки відсутності містобудівної документації на зазначену земельну ділянку використовуємо «Містобудівний кадастр» (для службового користування). Власне всі вихідні дані можемо отримати з інформаційно-аналітичної системи управління містобудівною діяльністю «Містобудівний кадастр», яка є, точніше буде після остаточного опрацювання, повноцінною геоінформаційною системою (Користування ІАС «Містобудівний кадастр» буде розглянуто детально в окремому розділі).

Для першого знайомства з ділянкою відкриємо електронну мапу Києва, наприклад, – https://www.google.com.ua/maps/. Для уявлення поверхні забудови можемо також скористатися сервісом Google «Планета Земля»:

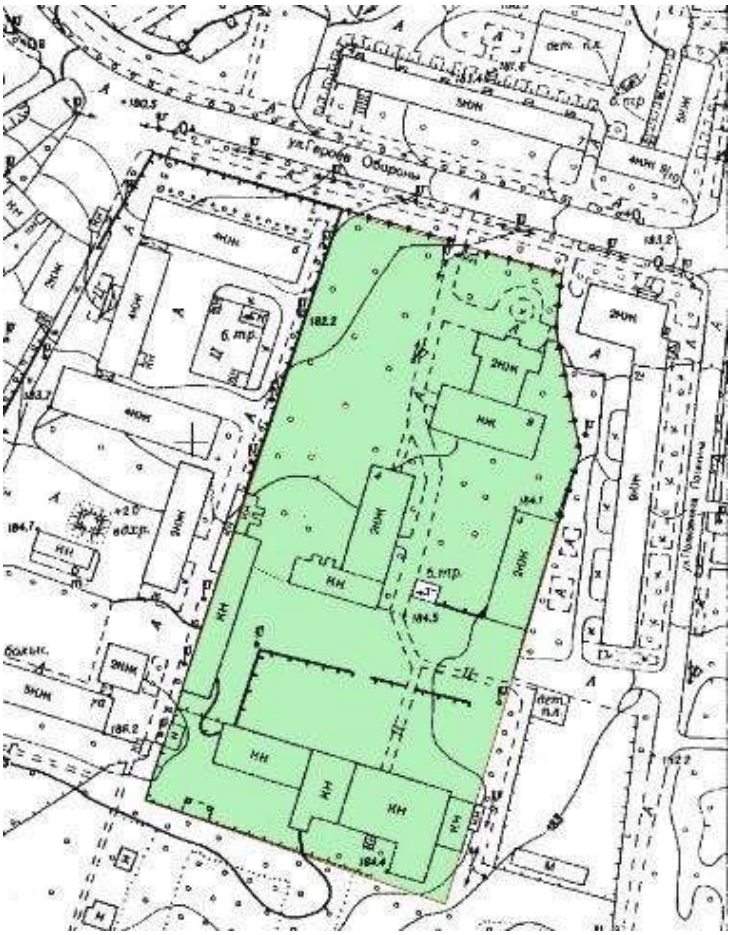


Рис.14.2. Межі земельної ділянки на топоплані М 1:2000, надані забудовником

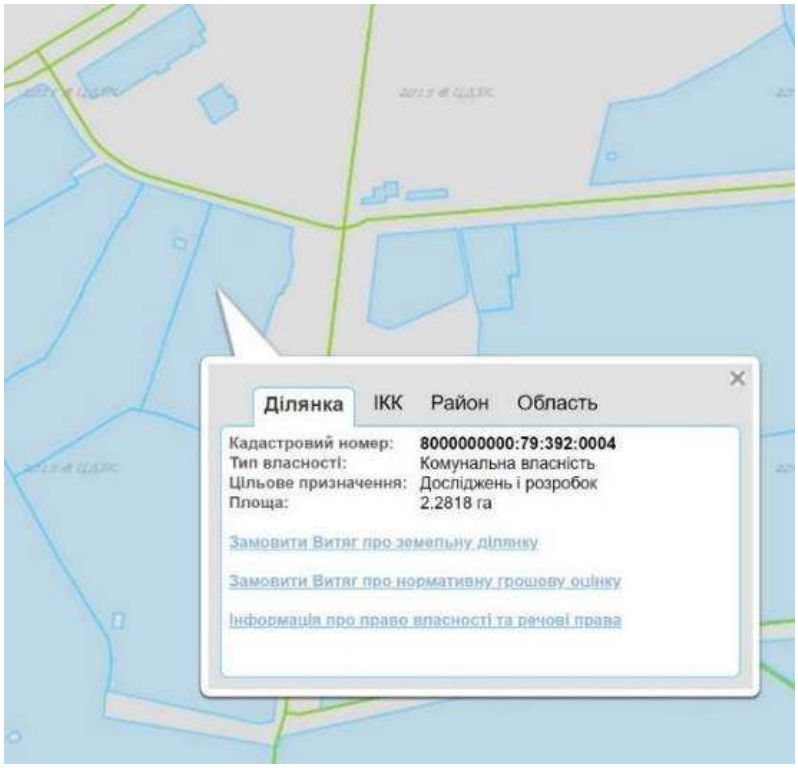


Рис.14.3. Викопіювання з «Народного кадастру»



Рис.14.4. Містобудівна ситуація кварталу на мапі Google Map



Рис.14.5. Містобудівна ситуація кварталу на мапі «Планета Земля»

Вивчення цих зображень дає нам уяву про розташування земельної ділянки в місті, про наявність існуючої забудови, пішохідно-транспортну ситуацію тощо.

Для вивчення ситуації з можливістю підключення до інженерних мереж міста відкриємо ще один ресурс – http://wikimapia.org/

У складі цього ресурсу позначені трансформаторні підстанції, основні опорні пункти інших інженерних мереж.



Рис. 6 Містобудівна ситуація кварталу на мапі Wikimapia

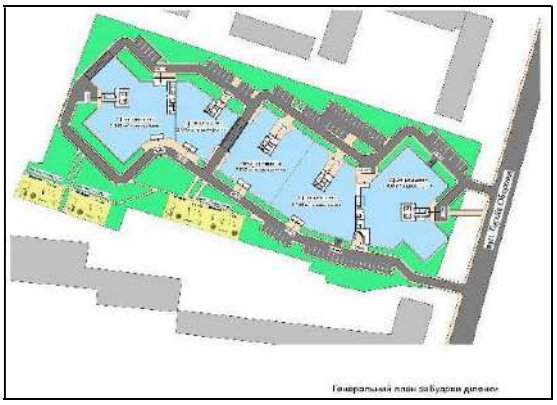
Сукупність отриманих даних дає можливість розробити проєктну пропозицію і скласти основний документ, який аргументуватиме забудову даної земельної ділянки – містобудівний розрахунок.

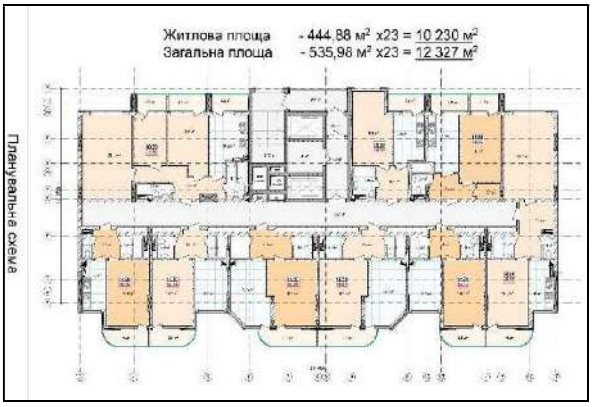
Містобудівний розрахунок містить:

- проєктну пропозицію, яка окреслює задум забудовника щодо об’єкта, та передбачувані техніко-економічні показники;
- розрахунок щодо гранично допустимих параметрів забудови;
- умови рішення, транспортного обслуговування та благоустрою з існуючою забудовою із дотриманням чинних нормативних документів;
- аналіз містобудівної ситуації, визначеної в Генеральному плані міста на відповідність задуму забудовника.









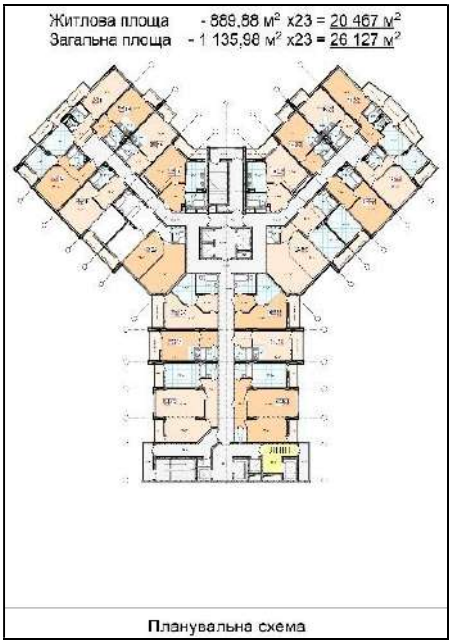




Рис.14.7. Основні креслення проєктної пропозиції

Можливість задовольнити бажання забудовника перевіряється на відповідність положенням Генерального плану Києва до 2020 року.

Також, для гарантії, не буде зайвим розглянути проєкт Генерального плану Києва до 2025 року, оскільки реалізація проєкту займе кілька років (Користування ІАС «Генерального плану Києва * 2020» буде розглянуте детально в окремому розділі).

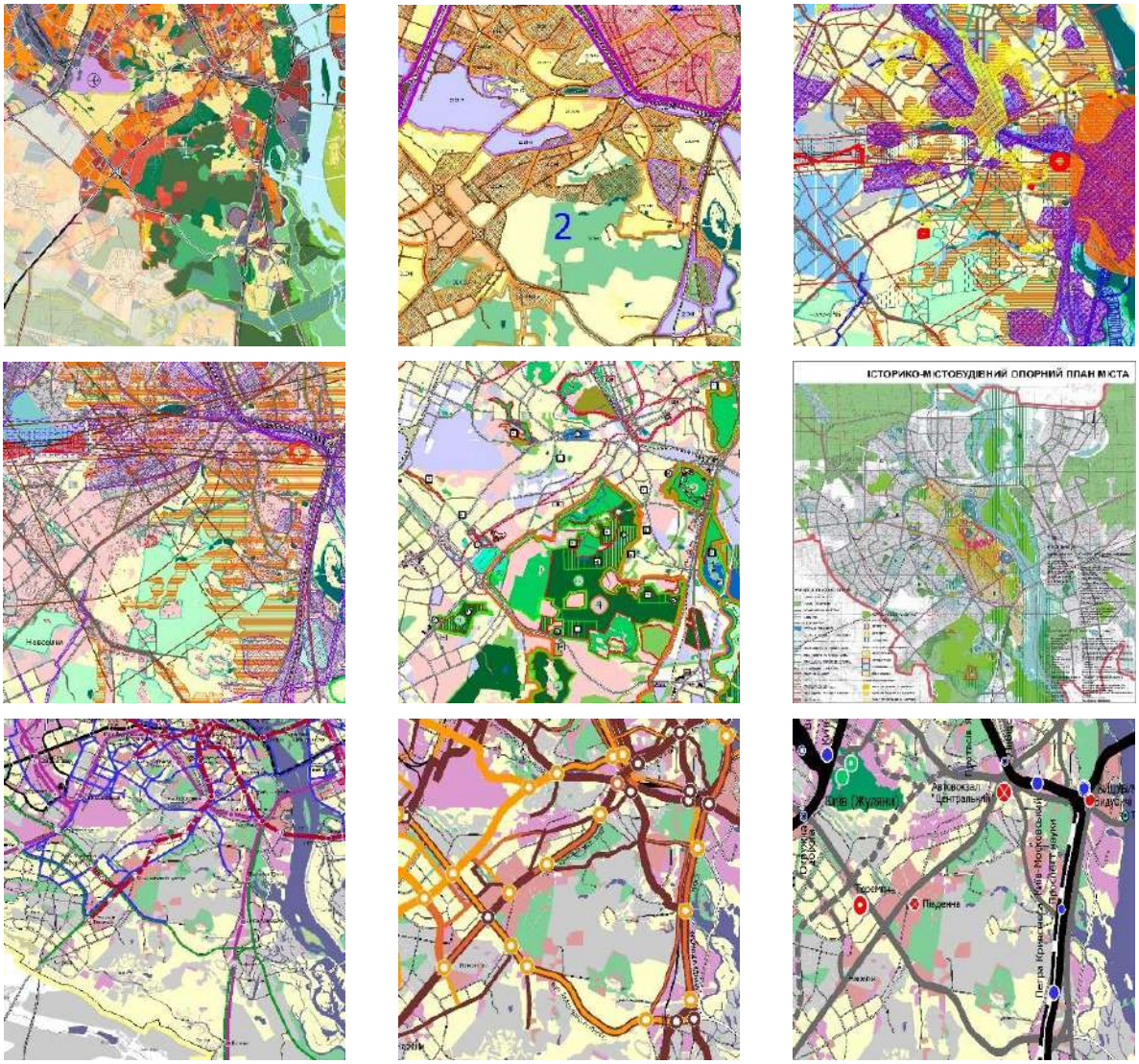


Рис.14.8. Аналіз містобудівної ситуації, визначеної у Генеральному плані

Для обґрунтування задуму забудовника в містобудівному розрахунку наводяться фрагменти частин генерального плану:

- опорний план;
- схема планувальних обмежень;
- планувальна структура;
- історико-архітектурний опорний план міста тощо.

Містобудівним розрахунком визначаються:

- потенційні техніко-економічні показники новобудови,
- можливість підвищити щільність заселення мікрорайону,
- потенційна забезпеченість майбутніх мешканців лікарнями, дитячими садочками та школами,
- можливість створення нової пішохідно-транспортної схеми,
- перевірка наявності на земельній ділянці існуючої забудови, визначення її історичної цінності і доцільності зносу,
- проведення попередніх громадських слухань з мешканцями мікрорайону стосовно реалізації проєкту.

Опрацьований і остаточно оформлений містобудівний розрахунок подається до Департаменту містобудування та архітектури КМДА (Головкиївархітектура), який видає містобудівні умови та обмеження забудови земельної ділянки (МБУ) – основний документ, котрий дозволяє забудовнику здійснювати проєктування і будівництво об'єкта з визначеними техніко-економічними показниками. У разі, коли забудовник захоче змінити ці показники, необхідно всю процедуру починати заново – виконувати містобудівний розрахунок і отримувати МБУ.

Отримавши МБУ, проєктувальник починає опрацювання наступної стадії проєктування – Проєкт («П»). Для цього необхідні детальніші геодезичні матеріали, вони надаються на основі ГІС «Топографічний план» Головкиївархітектурою. Зазвичай надаються:

- топоплан М 1:2000 кварталу забудови, з наведенням трас майбутніх інженерних мереж,
- топоплан М 1:500 безпосередньо місця забудови.

Стадія «П» містить:

- остаточне опрацювання **генерального плану** і **плану організації рельєфу** об'єкта, для чого проєктувальником з топоплана М 1:500 експортуються горизонталі і створюється 3D-модель земельної ділянки забудови;
- **зведений план інженерних мереж** об'єкта, який розробляється на основі **технічних умов** на підключення до інженерних мереж міста. Технічні умови отримуються забудовником у відповідних комунальних службах і надаються проєктувальнику до початку розробки стадії «П».
- **план благоустрою** майданчика, визначеного генеральним планом об'єкта;
- план організації будівництва, на основі якого підрядником розробляється проєкт виробництва робіт.
- опрацювання архітектурних і конструктивних креслень будівлі, внутрішніх інженерних мереж, елементів організації рельєфу тощо.

Чотири креслення зі складу стадії «П» – генеральний план, план організації рельєфу, зведений план інженерних мереж і план благоустрою проходять суворий контроль і узгоджуються відповідними підрозділами Головкиївархітектури, а також комунальними службами міста, органами організації безпеки дорожнього руху тощо. В цей момент папір з кресленнями перетворюється на проєкт, тобто на документ, за яким може здійснюватися будівництво.

Після узгодження цих документів і стадії «П» в цілому Містобудівною радою Києва, проєкт отримує індивідуальний номер містобудівного кадастру, а опрацьовані дані вносяться до **Міської інформаційної аналітичної системи забезпечення містобудівної діяльності (МІАС ЗМД) «Містобудівний кадастр Києва».**

Дотепер не існує впорядкованої ГІС інженерно-геологічної будови території міста Києва і України, що викликає необхідність виконання інженерно-геологічних пошуків безпосередньо для кожного об'єкта зокрема.

Отримавши номер містобудівного кадастру, забудовник подає **декларацію про початок будівництва** (розглядаються питання експертизи проєктно-кошторисної документації, як такі, що не використовують ГІС) до Державної архітектурно-будівельної інспекції, зареєструвавши яку має право приступати до будівельно-монтажних робіт на об'єкті.

Для забезпечення проведення будівельно-монтажних робіт на об'єкті проєктувальник опрацьовує і надає забудовнику наступну стадію проєктування – **Робочу документацію** («Р»).

Стадія «Р» включає в себе:

- креслення котловану, влаштування фундаментів (в нашому разі – буроін'єкційні палі), ростверків, підземних паркінгів, підвальних поверхів, дренажів та відведення зливових вод;
- детальне опрацювання архітектурних і конструктивних креслень будівлі, внутрішніх інженерних мереж, елементів організації рельєфу (підпірні стіни, сходи), малих архітектурних форм благоустрою;
- опрацювання спеціальних розділів проєкту, як от: концепція пожежного захисту, сигнальна та охоронна сигналізація тощо;

На цій стадії проєктування геоінформаційні системи використовуються не так широко, як на попередніх етапах.

Проте при реалізації готового житла та приміщень соціальної сфери широко застосовуються інформаційні системи реклами, рієлтерські, економічно-маркетингові тощо.

14.6. Детальний огляд ГІС «Генеральний план Києва·2020»



Зазначений ресурс доступний в мережі Internet, на сайті Департаменту містобудування та архітектури КМДА https://kga.gov.ua/generalnij-plan/genplan2020

Також розробником, інститутом Київгенплан ПАТ Київпроєкт система розповсюджується на компакт-диску, який має гриф «для службового користування». При користуванні цим варіантом необхідна інсталяція програми-переглядача WoloView Express2 (наявна на диску).

Ця геоінформаційна система не має автоматичної системи формування документів, тому аналіз здійснюється архітектором самостійно.

Розглянемо порядок дій при користуванні системою:

1. Після завантаження програми розгортається стартовий робочий екран, який наводить посилання на **Текстову частину** і **Графічні матеріали:**


а)



б)

Рис.14.9. Вигляд стартового екрана ГІС «Генеральний план Києва 2020»
а) в мережі Internet б) при завантаженні з диску



Рис.14.10. Вигляд текстової частини ГІС «Генеральний план Києва 2020»

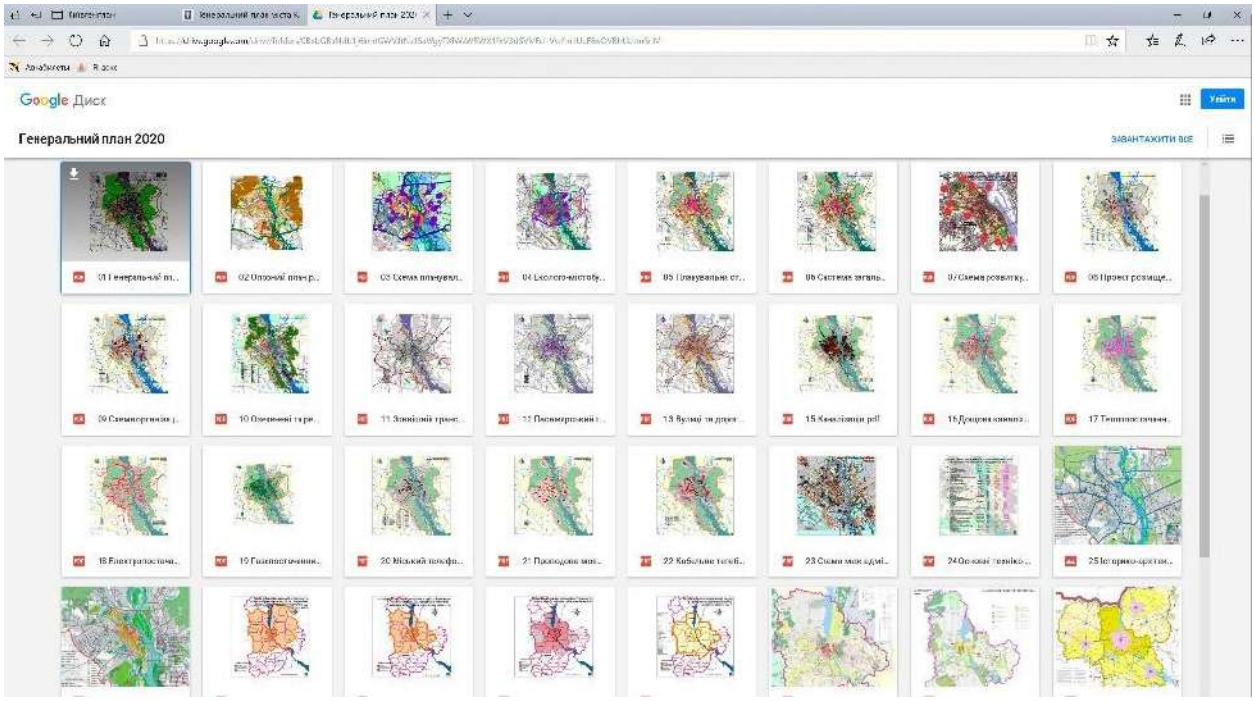


Рис.14.11 Вигляд стартового екрана графічної частини ГІС
«Генеральний план Києва 2020» (мережева версія)

2. **Текстова частина** завантажується у вигляді PDF-файлу і вивчається архітектором одноразово як технічне навчання (рис.14.10).

3. У мережевій версії **Графічні матеріали** подані значною кількістю мап в PDF-форматі (рис.14.11).

Ці мапи відображають:

- Генеральний план Києва до 2020 року;
- Опорний план;
- Схему планувальних обмежень;
- Еколого-містобудівний прогноз;
- Планувальну структуру;
- Систему загальноміських центрів;
- Схему розвитку громадських центрів у центральній частині міста;
- Проєкт розміщення першої черги будівництва;

- Схему організації промислових та комунально-складських територій;
- Озеленені та рекреаційні території;
- Зовнішній транспорт;
- Пасажирський транспорт;
- Вулиці та дороги;
- Водопостачання;
- Каналізація;
- Дощова каналізація;
- Теплопостачання;
- Електропостачання;
- Газопостачання;
- Міський телефонний зв’язок;
- Проводове мовлення (Наведена назва оригінального документа, мається на увазі дротове радіомовлення);
- Кабельне телебачення;
- Схему меж адміністративних районів;
- Основні техніко-економічні показники (є і в текстовій частині);
- Історико-архітектурний опорний план;
- Історико-містобудівний опорний план;
- Склад Київської приміської зони (1986 р.);
- Склад Київської приміської зони (2001 р.);
- Визначення складу Київського столичного округу;
- Пропозиції щодо визначення складу Київського столичного округу;
- Схему планування приміської зони (опорний план);
- Схему планування приміської зони (національна екологічна мережа);
- Схему планування приміської зони (міжобласна система розселення).

4. У дисковій версії **Графічні матеріали** представлені рядом мап в Wolo-форматі (рис.14.12).

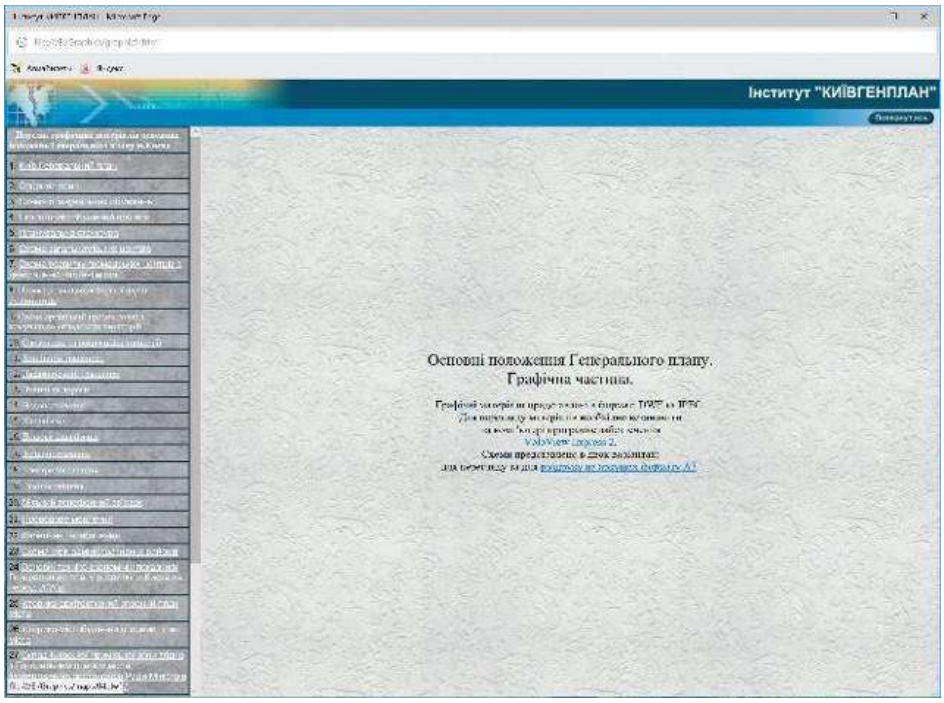


Рис.14.12. Вигляд стартового екрана графічної частини ГІС «Генеральний план Києва 2020» (дискова версія)

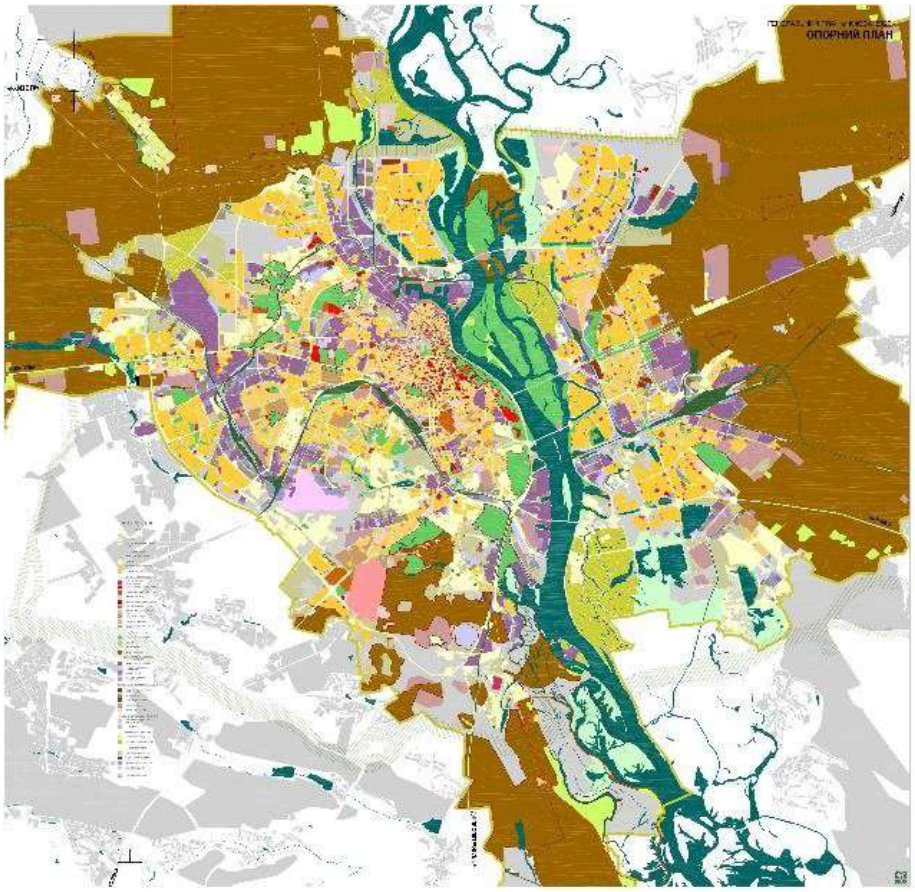


Рис.14.13 Вигляд однієї з мап ГІС «Генеральний план Києва 2020» (опорний план)

Для використання в містобудівному розрахунку з мап копіюються відповідні фрагменти (рис.14.8), за допомогою яких робиться аналіз містобудівної ситуації та можливість здійснення задуму забудовника стосовно конкретної земельної ділянки.

14.7. Детальний огляд МІАС ЗМД «Містобудівний кадастр Києва»



Зазначений ресурс доступний в мережі Internet, на сайті Департаменту містобудування та архітектури КМДА http://mkk.kga.gov.ua

Також розробником, інститутом Київгенплан департаменту містобудування і архітектури КМДА система розповсюджується на компакт-диску.

Ця геоінформаційна система відрізняється від ГІС «Генеральний план Києва 2020» наявністю розгалуженої системи автоматичного формування містобудівної документації.

З одного боку, це значно полегшує роботу архітектора, а з іншого – не залишає останньому можливості впливу на ситуацію.

Розглянемо порядок дій при користуванні мережевою версією системи, після завантаженні програми розкривається стартовий робочий екран:

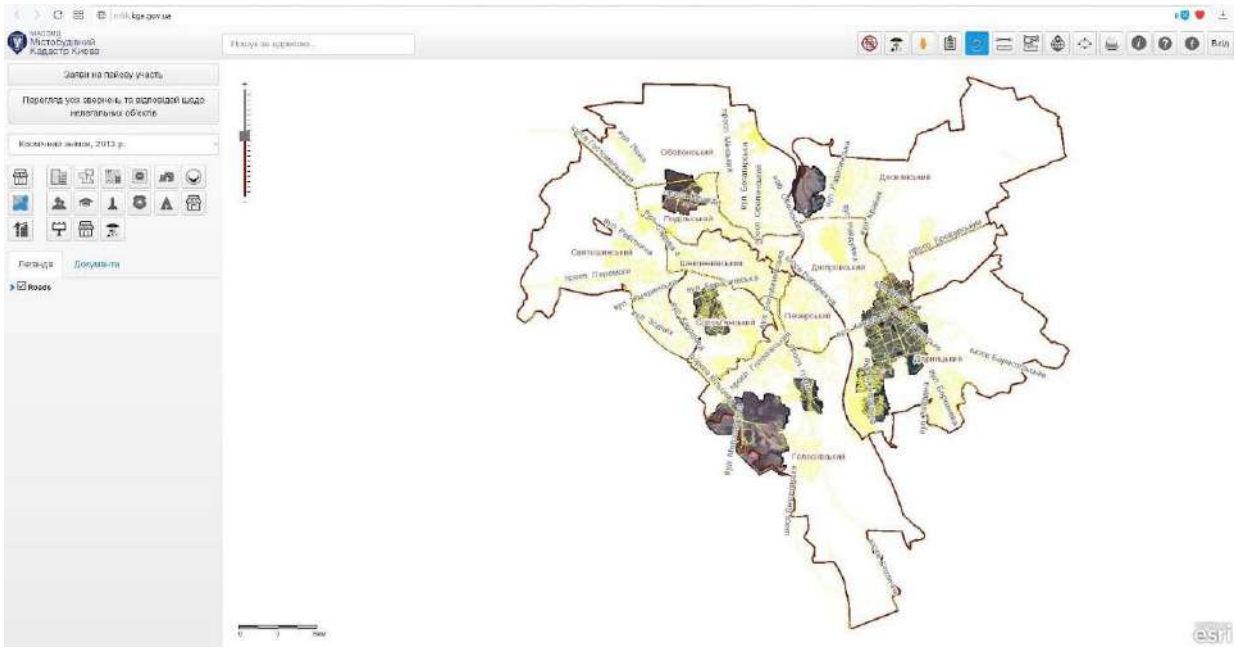


Рис.14.14. Вигляд стартового екрана ГІС «Містобудівний кадастр Києва»

Піктографічне меню ліворуч:


Подати звернення щодо нелегальної ТС (без сплати пайової участі (внеску) в міський бюджет)


Google Street View


Створення заяви щодо розміщення майданчика для харчування біля стаціонарних закладів ресторанного господарства, а також щодо розміщення об’єктів роздрібної торговельної мережі біля стаціонарних закладів торгівлі


Отримання довідки про точку


Режим навігації


Інструмент лінійних вимірів


Інструмент вимірів площ


Міжвідомчий центр моніторингу забудови міста


Повноекранний режим


Друк


Зворотний зв’язок


Допомога


Ми у Facebook



Вхід зареєстрованих користувачів

Верхнє меню ліворуч:

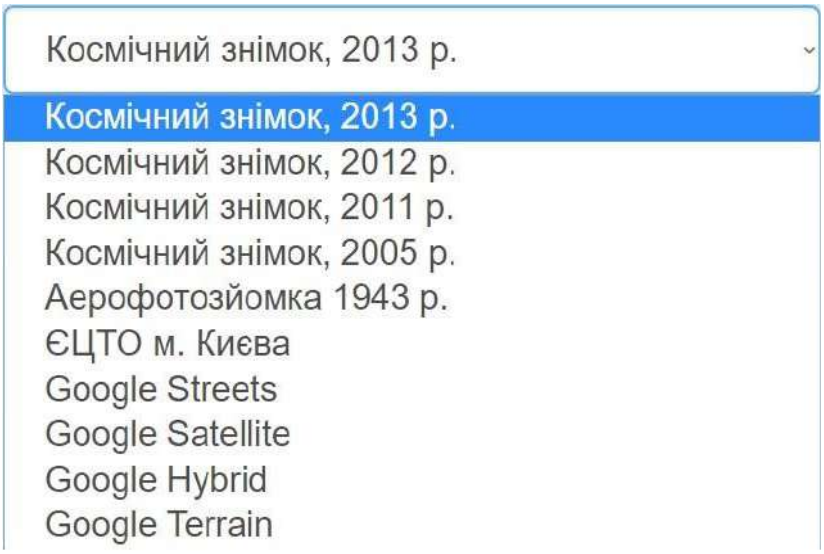


Рис.14.16. Вікно дає змогу завантажити мапи і схеми території Києва

Інформаційний блок:



Проєкт Комплексної схеми Торгівельної мережі



Містобудівна документація



Кадастрові ділянки



Кадастрові квартали



Планувальні обмеження генерального плану



Функціональне зонування генерального плану



Програма економічного і соціального розвитку Києва



Зони обмежень у комплексній схемі



Міські проєкти



Об’єкти обслуговування



Історико-культурні пам’ятки



Прибережні захисні смуги об’єктів водного фонду



Зелені зони



Заяви на пайову участь



Містобудівні умови та обмеження



Реклама



Заяви на конкурс



Заяви на створення майданчиків для харчування

Відкриваючи відповідні вікна, можна побачити містобудівні документи на конкретні земельні ділянки, позначені на мапі Києва, дізнатися про їх статус і накладені резолюції органів міського управління.

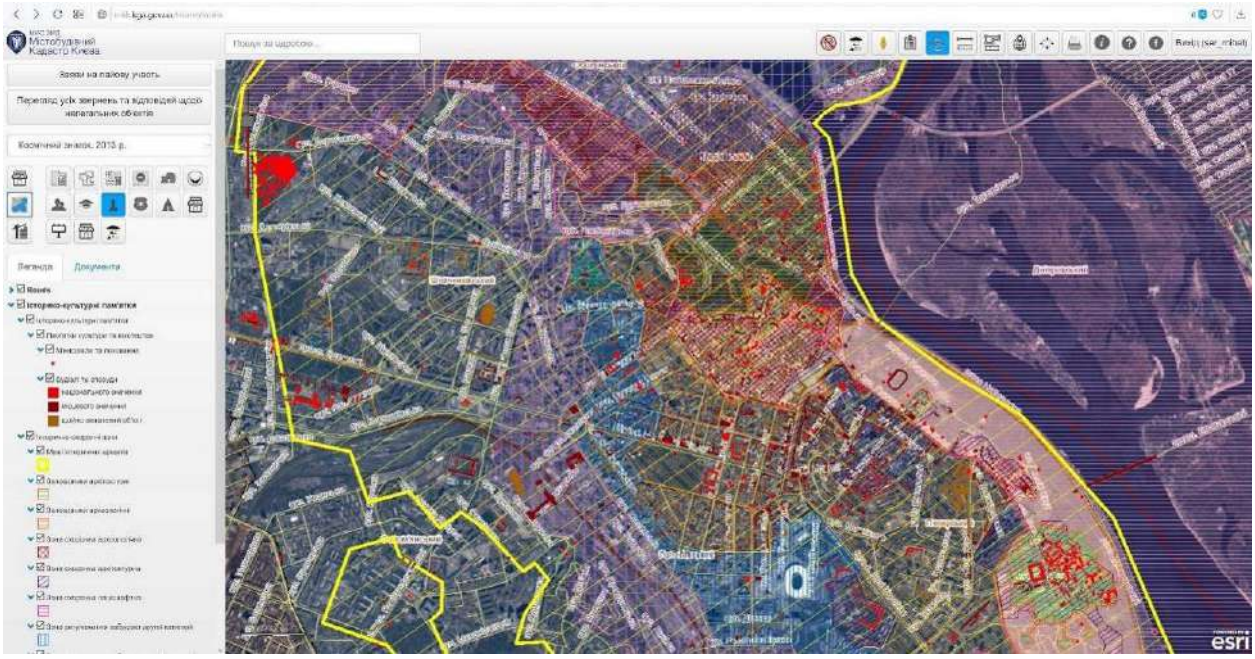


Рис.14.17. Вигляд робочого екрана мапи і схеми території Києва

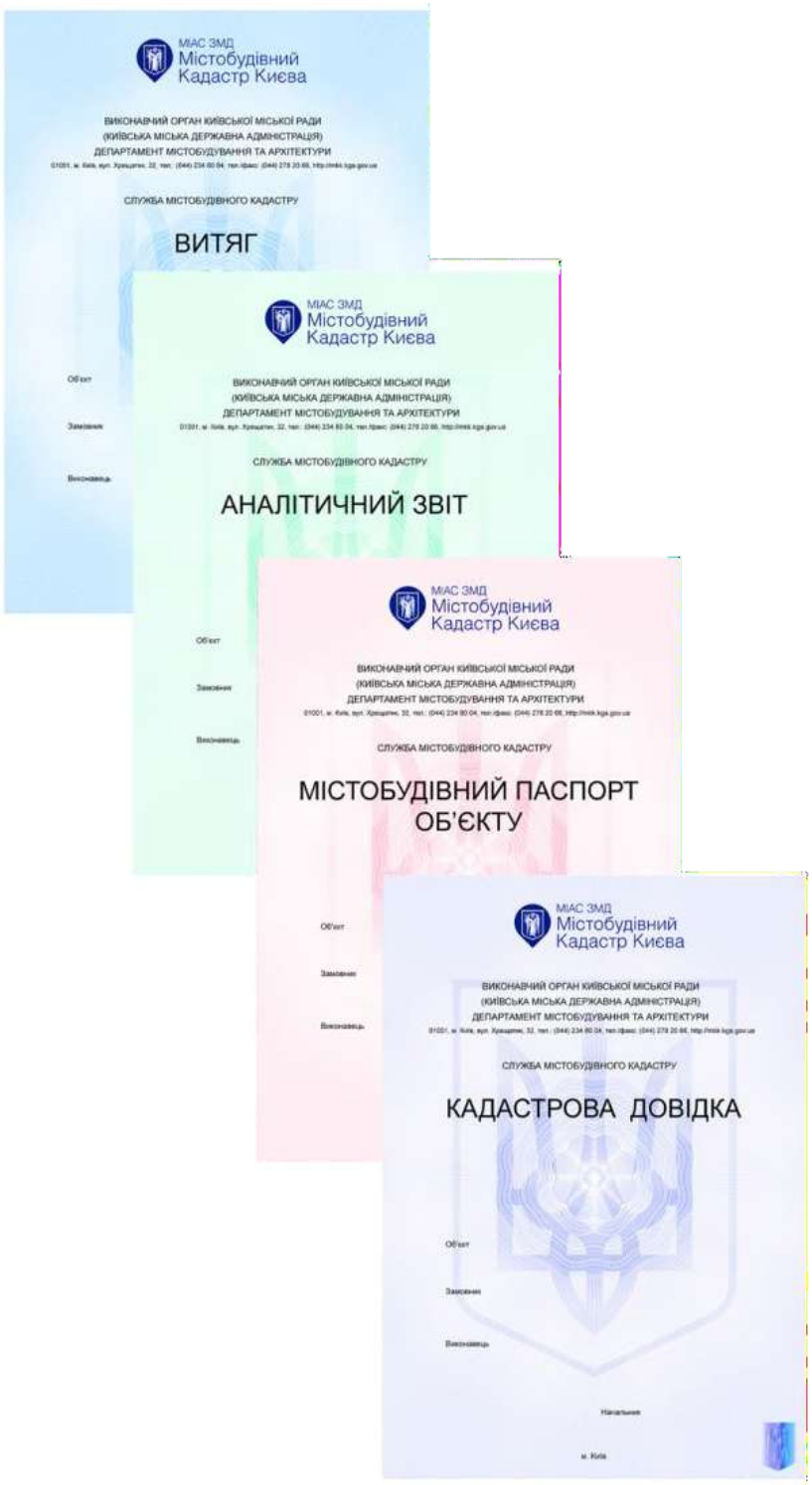
14.8. Продукти містобудівного кадастру

Внутрішні споживачі:
аналітичні матеріали для:
1. Київська міська рада:
- голова
- депутатські комісії

2. КМДА:
- голова, заступники
- департаменти, КП тощо

3. Київголовархітектура:
- МУО, будівельний паспорт ЗД
- паспорти прив’язки
- ГП забудови ЗД тощо

Зовнішні споживачі:



Економічний ефект упровадження містобудівного кадастру

- Радикальне здешевлення та прискорення збору даних зацікавленою особою-інвестором та масштабне зниження ризиків прийняття інвестиційних рішень;
- Максимально актуалізований інформаційний ресурс через зацікавленість постачальників даних з метою участі в розподілі коштів за надання платних послуг; Залучення кредитних коштів для впровадження загальнодержавної системи;
- Оплата послуг доступу до інформації, зосередженої в одному ресурсі, розподіл коштів між постачальниками даних.

Взаємодія між суб'єктами містобудівного кадастру



Містобудівний кадастр –
основа ІР-системи геопросторових даних країни

- Вимагає дотримання єдиних стандартів, методів, класифікаторів, обмінних файлів;
- Вимагає ролі координатора (нададміністратора) щодо інших ГІС;
- Потребує глибоко апробованого, системного правового забезпечення;
- Вимагає дотримання вивіреної послідовності впровадження.

14.9. Чому геоінформаційні системи досі не перевернули світ архітектури

Сучасне життя змінюється стрімко, і проєктування йде з ним у ногу. Звичайно, ви вже не знайдете кульмана, рулонів кальки і світлокопіювального столу. На зміну їм прийшли численні САПР (системи автоматизованого проєктування). Замість баночок туші, гуаші та акварелі – програми для 3D-моделювання та фотореалістичного рендерингу. Розрахунки ведуться не на логарифмічній лінійці, а в спеціальних програмних комплексах, які отримують дані з тривимірних моделей. Алгоритми стали складніші, точність і надійність – вищі.

Але це все – кількісні, а не якісні зміни. Так, вони змінили процес щоденної роботи, а ось механізм прийняття рішень залишився колишнім. Іноді ніякого аналізу не проводиться зовсім, а аргументи можуть бути рівня «а давайте-но так» і «буде красиво потім виглядати на мапі». Економічне обґрунтування притягується за вуха: «Ми десять років тому будували басейн майже такого розміру в місті N-ську, і він окупився на X відсотків за Y років, тож просто індексуватимемо ціни». Добувати актуальну інформацію – добровільно обрушувати лавину незрозумілих розрахунків на свою голову. І більшість зацікавлених осіб ця ситуація влаштовує, хоча бувають і просто епічно провальні проєкти. Достатньо згадати сумнозвісний театр на Андріївському узвозі.

Отже, генеральні плани міст розробляють архітектори з позицій краси ліній, свого розуміння про зручність життя і інтуїції. Оцінюють і стверджують ці проєкти управлінці і економісти, яким важливі цифри балансу територій, очікуваних витрат і вигод. А споживачі середовища, жителі, ніяк на цю ситуацію зазвичай не впливають, і їм навіть не спадає на думку, що могли б впливати.

У порівнянні очевидно виграє постійно оновлювана геоінформаційна модель. Не просто 3D-карта, а дійсно інформаційна система. Де можна виділити мишкою групу будинків і дізнатися, скільки там живе народу. Де на карті відзначені всі установи і заклади з їх пропускною спроможністю і цільовою аудиторією. Де можна дізнатися середній трафік автомобілів по будь-якій вулиці в будь-яку годину. Де виміряний рівень шуму або забруднення повітря в якійсь точці перетворюється на загальнодоступну цифру на плані міста, а не на забутий того же дня папірець у запиленій папці. На жаль, гроші і працю треба вкласти прямо тут і зараз, а віддача очікується «десь там», тому ГІС в проєктування приходять вкрай повільно і нерівномірно.

Моделювати в 3D тисячі нічим не примітних будівель – теж не дуже цікаве завдання, але його можна довірити автоматиці тільки досить умовно. В основному цим займаються або аматори, тоді результат доступний для всіх, але якість не дуже висока, або приватні компанії-забудовники, які підходять до справи професійно – але вони ділитися плодами праці не поспішають.

Так чи інакше, поступово створюється повноцінна віртуальна модель існуючого матеріального (але, на жаль, не соціального) простору. Поки вона досить фрагментарна, але безперервно лавиноподібно поповнюється. Здебільше добре опрацьовані тільки центр міста або окремі знакові об'єкти, а решта створені автоматично або зовсім відсутні, але є і приклади «килимового» покриття, наприклад, Берлін з його 550 000 змодельованих будівель. Але це саме «тривимірна карта», а не Інфосистема. З іншими ж, не настільки помітними і привабливими для аматорів потоками інформації поки що гірше.

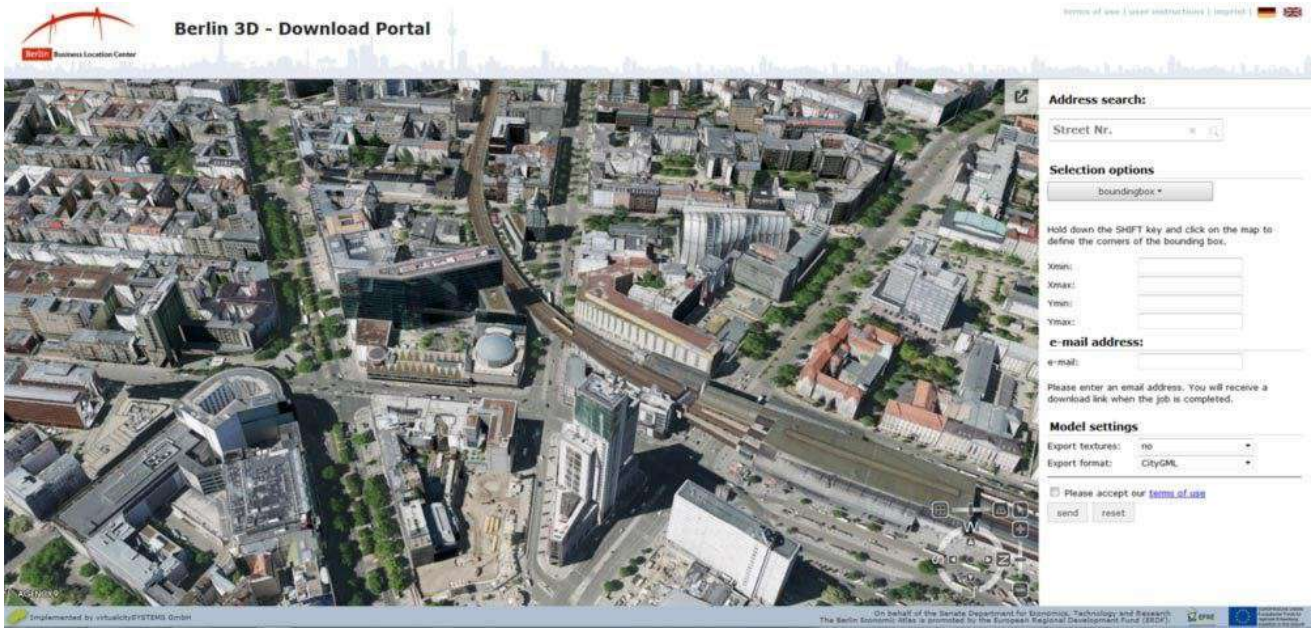


Рис. 18 Модель Берліна, яку можна завантажити по шматочках для локальної роботи.

Отже, проблеми містобудівного використання сучасних ГІС в тому, що існують окремо двовимірні широкопрофільні моделі, окремо тривимірні слабко інформаційні, всі вони створюються у великій кількості конкуруючих між собою і не завжди сумісних програм і форматів, при цьому більшість з них не є «офіційним документом» і не може бути відкрито використана проєктувальниками. Ці системи не підтримують тимчасову складову, а значить, не дають змоги робити ретроспективний аналіз території, моделювати ймовірні майбутні стани і порівнювати їх.

Кількість «інформаційних зрізів» віртуального міста поки ще недостатня для того, щоб кількісні зміни перейшли в якісні. Але прогрес не стоїть на місці, і рано чи пізно віртуальне місто стане повноправним інструментом процесу містобудівного проєктування.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Яке призначення мали перші геоінформаційні системи?
2. В якій країні було розроблено першу геоінформаційну систему?
3. Чи є геоінформаційні системи в Україні?
4. Назвіть геоінформаційні системи, які використовуються архітекторами при забудові Києва.
5. Яка роль геоінформаційних систем у містобудуванні й архітектурі?
6. Охарактеризуйте соціальний синтез простору за допомогою геоінформаційних систем.

Список використаних джерел

1. Сайт Департаменту містобудування та архітектури КМДА «Генеральний план Києва» https://kga.gov.ua/generalnij-plan/genplan2020
2. Сайт Департаменту містобудування та архітектури КМДА «Містобудівний кадастр Києва» http://mkk.kga.gov.ua
3. Геоінформаційні технології в екології: навчальний посібник /Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г., Пляцук Л.Д., Шапорев В.П., Моісеєв В.Ф/Чернівці:, 2012, 273 с.
4. Bentley Systems «Використання інформаційних моделей міста для підтримання міської інфраструктури». http://www.gisa.en/82988.html
6. Самойленко В.М. Географічні інформаційні системи та технології: Підручник. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 448 с
7. Талах М.В., Дворжак В.В. Інтелектуальні геоінформаційні системи. Частина 1 /М.В. Талах, В.В. Дворжак – Чернівці: Технодрук, 2023. – 283 с
8. Нінчуань Сяо. Алгоритми ГІС. Теорія і застосування геоінформаційних систем і технологій. Видавництво ДМК Прес, 2021, 328с. Режим доступу: https://leader-books.com.ua/komp-yuterna-literatura/algoritmi-gis-teoriya-i-zastosuvannya-geoinformacijnih-sistem-i-tehnologij

АВТОР РОЗДІЛУ 15 – 3DF ZEPHYR

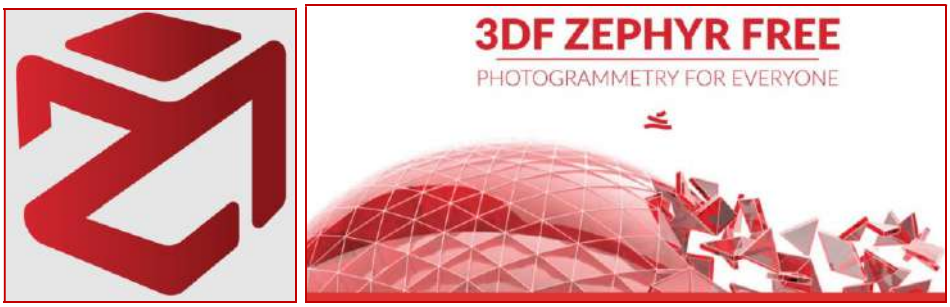


Фодчук Ігор Михайлович

Доктор фізико-математичних наук, професор, декан факультету архітектури, будівництва та декоративно-прикладного мистецтва Чернівецького національного університету ім. Ю.Федьковича.
Сфера досліджень: побудова тривимірних моделей об'єктів, штучний інтелект в архітектурі, будівництві та дизайні.

Розділ 15. ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ 3DF ZEPHYR

У програмі 3DF Zephyr реалізована сучасна технологія автоматичного створення високоякісних тривимірних (3D) моделей об'єктів (наприклад, будівель і споруд) на основі їх цифрових фотографій або відео. Програма 3DF Zephyr уперше розроблена італійською IT-компанією 3DFLOW у січні 2014 року та відтоді постійно оновлюється. 3DF Zephyr містить набір інструментів для проведення попередньої обробки зображень (маскування), реконструкції 3D-моделей, редагування та вимірювання розмірів 3D-моделей, експорту отриманих моделей у заданих форматах та ін. До складу програми 3DF Zephyr входять як платні, так і безкоштовні пакети (рис.15.1).



а) б)

Рис.15.1 Логотип програми 3DF Zephyr (а)
та її безкоштовного пакета 3DF Zephyr Free (б)

Теоретичною основою програми 3DF Zephyr є метод фотограмметрії – науки, яка вивчає способи визначення форми, розмірів і положення об'єктів у просторі через вимірювання та аналіз їх фотографічних зображень. Назва науки «Фотограмметрія» походить від грецьких слів «φοτος» – світло, «γραμμα» – написання, «μετρεω» – вимірюю.

Крім цього, програма 3DF Zephyr забезпечує підтримку лазерного сканування, тобто побудову 3D-моделей об'єктів за допомогою лазерних далекомірів LIDAR (англ. Light Identification, Detection and Ranging) – активних далекомірів, які застосовують лазерне випромінювання для виявлення та визначення відстані до об'єктів.

Сферами застосування програми 3DF Zephyr є, зокрема, архітектура (Architecture), будівництво (Construction), тривимірне сканування об'єктів культурної спадщини (Cultural heritage) (рис.15.2). 3DF Zephyr також застосовується у гірничій справі, інженерії, медицині та інших галузях.



Рис.15.2 Приклади сфер застосування програми 3DF Zephyr

Програма 3DF Zephyr ефективно використовується для інженерного сканування будівель, фасадів, вулиць, квартир, житлових і нежитлових приміщень; побудови цифрових моделей рельєфу (ЦМР) і цифрових моделей поверхні (ЦМП). Особливо ефективним є тривимірне сканування об'єктів культурної спадщини (наприклад, старовинних будівель) з метою їх реставрації та збереження в цифровому вигляді.

Отримані 3D-моделі об'єктів можуть експортуватися для подальшої обробки в системи автоматизованого проєктування (САПР, англ. Computer-aided design – CAD) та в інші програми тривимірного моделювання (наприклад, в SketchUp). Створені в 3DF Zephyr тривимірні моделі також експортуються в Unity (середовище для розробки 2D та 3D додатків) для побудови проєктів віртуальної реальності (Virtual Reality) та доповненої реальності (Augmented Reality).

Крім 3DF Zephyr, існує багато програм-аналогів для побудови тривимірних моделей об'єктів методом фотограмметрії, наприклад, програми Pix4Dmapper та Agisoft Metashape. Програми-аналоги мають співрозмірні можливості, проте перевагою 3DF Zephyr є наявність як платних пакетів для професійного використання, так і безкоштовних пакетів для навчальних цілей.

15.1. Версії та пакети програми 3DF ZEPHYR

Починаючи з 2014 року і до 2017 року IT-компанією 3DFLOW розроблено 4 пакети програми 3DF Zephyr (для версій програми від 1 до 4):

1. **3DF Zephyr Aerial** – повний пакет (платний), призначений для використання в будівництві, міському моніторингу, топографії та інших галузях; цифрові зображення досліджуваних об'єктів можна отримувати як із наземних фотокамер, так і за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА).
2. **3DF Zephyr Pro** – стандартний пакет (платний), розроблений для таких сфер застосування, як архітектура, археологія, будівництво, медицина та ін.
3. **3DF Zephyr Lite** – спрощений пакет (платний), призначений для малого бізнесу, дизайнерів та тих користувачів, яким не потрібні всі інструменти стандартного пакета.
4. **3DF Zephyr Free** – найпростіший пакет (безкоштовний), який має кілька обмежень (наприклад, для реконструкції 3D-моделі можна використовувати не більше 50 зображень), тому використання такого пакета найбільш доцільне у навчальних цілях.

Починаючи з версії 5.0 пакети 3DF Zephyr Pro і 3DF Zephyr Aerial об'єднано в новий повний пакет під назвою 3DF Zephyr (платне рішення для професійного використання). Водночас же час пакети 3DF Zephyr Free та 3DF Zephyr Lite зорієнтовані переважно на любителів. Зміни в нових версіях 3DF Zephyr полягають у підвищенні швидкодії та точності побудови 3D-моделей, кращому текстуруванні поверхонь.

Основні переваги професійного пакета 3DF Zephyr полягають у підтримці роботи з контрольними точками (з метою підвищення точності реконструкції моделей), використанні результатів лазерного сканування (отриманих за допомогою лазерних далекомірів LIDAR) та узгодженні результатів з геоінформаційними системами (ГІС). Оплата за пакети 3DF Zephyr може бути помісячною або повною (без обмеження терміну використання).

Всі пакети 3DF Zephyr містять однаковий механізм тривимірної реконструкції та програму для автоматичного маскування зображень 3DF Masquerade. Повний пакет 3DF Zephyr містить також програму 3DF Scarlet для реєстрації результатів лазерного сканування.

Отримання фотографій об'єктів можливе за допомогою будь-якої цифрової фото- або відеокамери, при цьому якість побудованої в 3DF Zephyr тривимірної моделі у значною мірою

залежно від якості фотографій об’єкта.

Для роботи програми 3DF Zephyr потрібен комп’ютер з такими **Мінімальними системними вимогами**:

- операційна система: Windows 10/8.1/8 64 біт;
- центральний процесор (CPU): два ядра, тактова частота 2.0 ГГц;
- оперативна пам’ять (RAM): 16 ГБ;
- жорсткий диск (HDD): 10 ГБ вільного простору;
- відеокарта: Direct X 9.0c, 256 МБ (RAM).

Рекомендовані системні вимоги для роботи програми 3DF Zephyr такі:

- операційна система: Windows 10/8.1/8 64 біт;
- центральний процесор (CPU): чотири ядра, процесор Intel або AMD, тактова частота вища за 2.0 ГГц;
- оперативна пам’ять (RAM): 32 ГБ;
- твердотілий накопичувач (solid-state drive, SSD): 20 ГБ вільного простору;
- відеокарта: NVIDIA, 2 ГБ (RAM), версія Cuda не нижче 3.0.

Під час реконструкції 3D-моделей програма 3DF Zephyr виконує значний обсяг розрахунків, тому для підвищення швидкодії використовуються всі ядра центрального процесора (CPU) та відеопроцесора (GPU). Найвища швидкість побудови моделей забезпечується при використанні відеокарт NVIDIA з підтримкою технології CUDA.

Програма 3DF Zephyr є додатком операційної системи Windows, але також може функціонувати на Linux за допомогою WineHQ.

15.2. Принципи побудови тривимірних моделей об’єктів методом фотограмметрії

В основі роботи програми 3DF Zephyr лежить метод фотограмметрії, який полягає у тривимірній реконструкції об’єктів на основі їх зображень, а саме метод стереофотограмметрії (стереореконструкції). Перевагами такого методу реконструкції є низькі вимоги до апаратного забезпечення (як джерела зображень застосовуються доступні цифрові фото- та відеокамери), а недоліками є нижча точність (порівняно з далекомірами LIDAR). Проте методи 3D реконструкції, засновані на аналізі зображень та застосуванні далекомірів, не взаємовиключають один одного, а доповнюють: для побудови 3D-моделі об’єкта можуть застосовуватися дані обох методів.

У методі фотограмметрії зображення одного об’єкта отримуються з різних ракурсів за допомогою двох або більше фотокамер (рис.15.3). На отриманих зображеннях програмно визначаються положення особливих або ключових точок (keypoints) (наприклад, меж об’єктів). Після цього виконується суміщення ключових точок одного зображення з ключовими точками іншого, наприклад, кожній ключовій точці abcd (рис.15.3) ставиться у відповідність ключова точка a’b’c’d’ іншого зображення. Тому, знаючи положення та орієнтацію фотокамер, можна визначити геометричні координати точок ABCD об’єкта як перетинів відповідних прямих. На реальних зображеннях можуть визначатися сотні ключових точок (рис. 15.4).

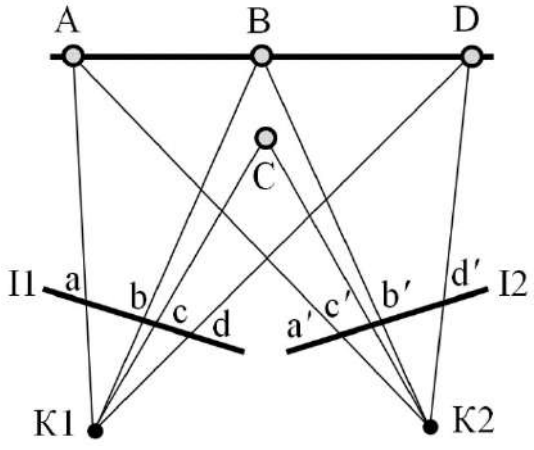


Рис.15.3. Отримання зображень об’єкта ABCD за допомогою фотокамер K1 і K2



Рис.15.4. Суміщення (Matches) ключових точок
лівого і правого зображень

Ключові точки на реальних зображеннях можуть визначатися з певними похибками, особливо для слаботекстурованих зображень та зображень із фрагментами, які повторюються. При аналізі серії зображень одного об’єкта ключові точки визначаються для кожного зображення (рис. 15.5).

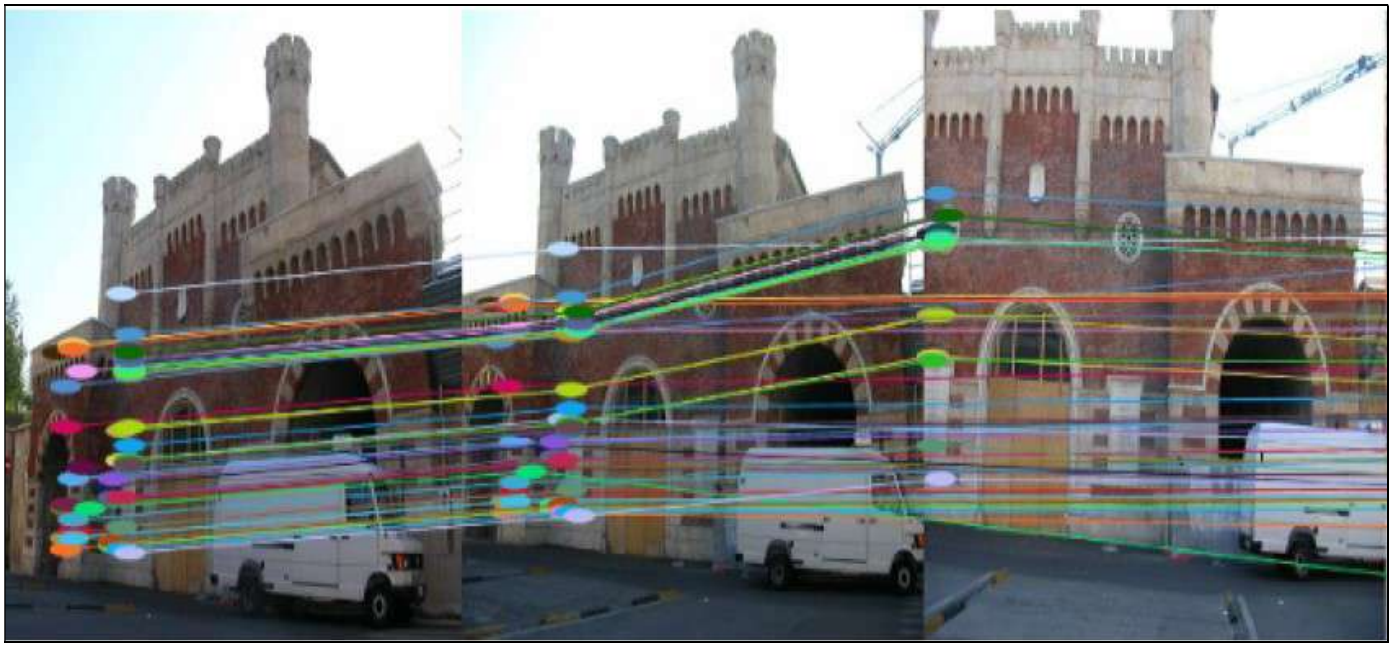


Рис.15.5. Суміщення ключових точок на трьох зображеннях

Процес визначення ключових точок надзвичайно важливий, оскільки точність обчислення координат ключових точок визначає точність наступної 3D-реконструкції об'єкта.

15.3. Правила та рекомендації для побудови тривимірних моделей об'єктів на основі зображень

Для реконструкції 3D-моделі об'єкта можна використовувати фотографії, отримані будь-якими фотокамерами з довільних ракурсів, але за умови, що кожний елемент об'єкта видно щонайменше з двох ракурсів. Важливо також не виконувати геометричні трансформації зображень (повороти, деформації та ін.), оскільки це призводить до значних спотворень моделі. Допустимим є тільки перетворення всіх зображень серії до одного масштабу (звичайно, розмір зображень зменшують з метою зменшення часу реконструкції моделі).

Вимоги до апаратного забезпечення 3D-реконструкції такі:

1. Фотокамера (відеокамера) повинна містити матрицю з високою роздільною здатністю (5 МП і більше).
2. Бажано, щоб розмір фоточутливого сенсора камери по діагоналі був не меншим за 1/2.3 дюйма.
3. Рекомендується, щоб фокусна відстань об'єктивів була в межах від 20 мм до 80 мм. Всі фотографії одного об'єкта (однієї серії) обов'язково отримувати для незмінної фокусної відстані.
4. Бажано використовувати ширококутові об'єктиви, а не телеоб'єктиви, оскільки ширококутові об'єктиви забезпечують краще перекривання кадрів.

Вимоги до налаштування фотокамери наступні:

1. Рекомендується отримувати фотографії з максимальною роздільною здатністю (проте бажано, щоб розмір комірки фоточутливої матриці був більший за 2 мкм).
2. З метою зменшення шуму значення ISO повинно бути мінімальним.
3. Рекомендується отримувати фотографії при мінімально можливому розмірі діафрагми, оскільки це забезпечує максимальну глибину чіткості.
4. Зображення бажано зберігати у форматі TIFF, оскільки при збереженні у форматі JPG на зображенні виникають додаткові спотворення.

Основні правила отримання фотографій такі:

1. Уникати рухомих об'єктів у кадрі.
2. Уникати попадання в кадр сторонніх об'єктів на передньому плані.
3. Бажано уникати нетекстурованих, прозорих та дзеркально відбиваючих поверхонь.
4. Уникати розмиття зображення за рахунок руху камери (особливо при фотографуванні з тривалою витримкою).
5. Фотографування бажано виконувати в хмарну погоду (особливо поверхонь із дзеркальним відбиванням – скла, полірованих металевих поверхонь та ін.), уникати бликів.
6. Фотографії потрібно робити зі значним перекриттям сусідніх кадрів (поперечне перекриття не менше 60 % і повздовжнє перекриття не менше 80%).
7. Рекомендується, щоб кількість фотографій для об'єктів відносно простої форми була в межах від 25 до 50. Положення камери вибирати з певним постійним кроком (рис. 15.6).
8. Найважливіший деталі рекомендується фотографувати з 3-х і більше ракурсів.
9. Досліджуваний об'єкт повинен займати більшу частину кадру і розміщуватись у центрі кадру.
10. Спалах бажано не використовувати.
11. Джерела світла рекомендується розміщувати за межами кадру.
12. З метою визначення точних розмірів об'єкта важливі його точки можна виділити маркерами і виміряти відстань між ними. Можна також розмістити лінійку відомої довжини у межах кадру.

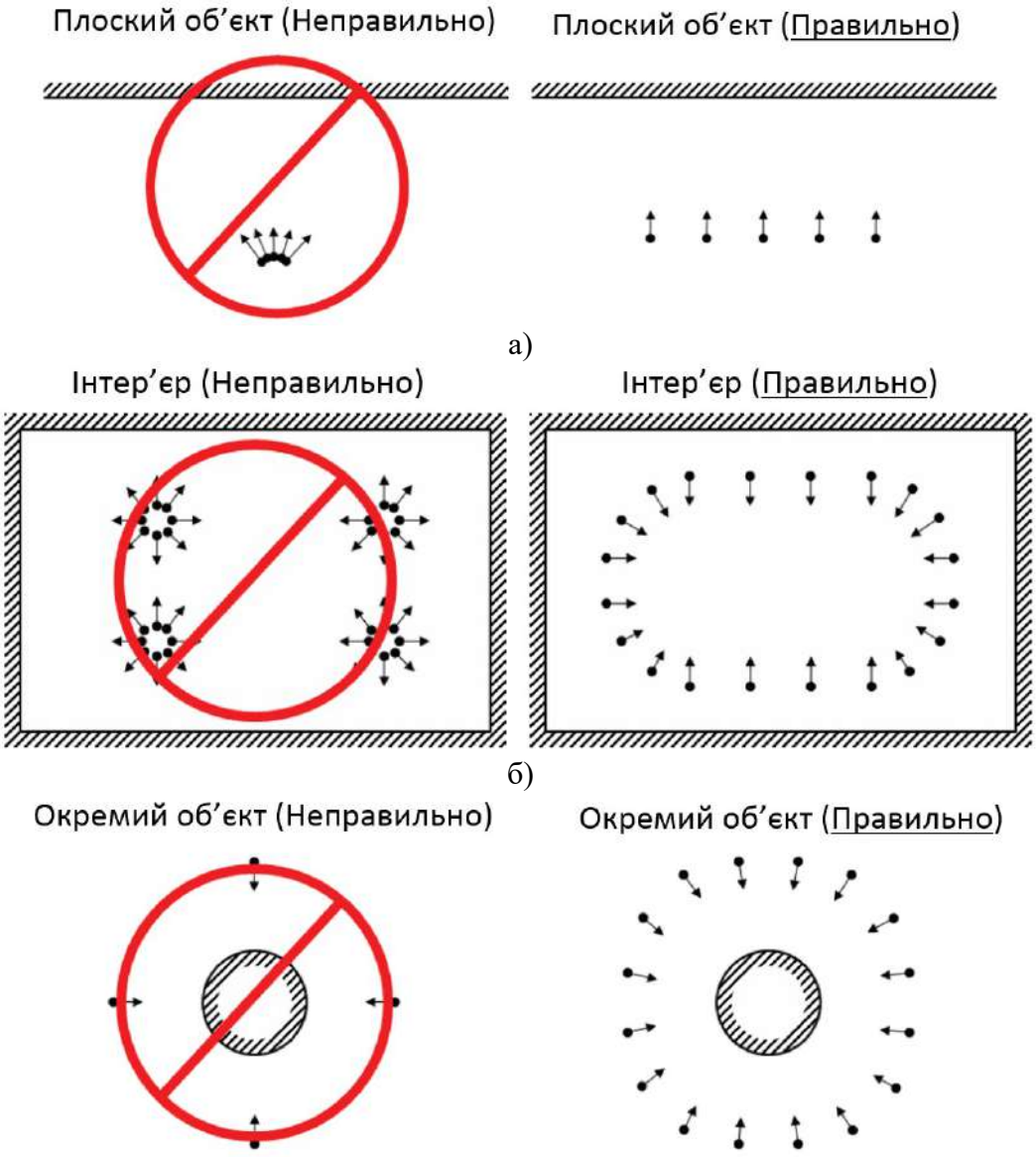


Рис. 15.6. Правильні та неправильні способи отримання серії зображень об’єкта:
а) плоского об’єкта; б) інтер’єру; в) ізольованого об’єкта;
положення фотокамери показано кругами зі стрілками.

Програма 3DF Zephyr виконує поетапну побудову 3D-моделей об’єктів методом фотограмметрії у такій послідовності (табл. 15.1). Координати всіх елементів моделі визначаються в прямокутній тривимірній декартовій системі координат xyz.

15.4. Основні етапи побудови тривимірних моделей об’єктів

Етап 0. Створення нового проєкту: зчитування початкових зображень та їх попередня обробка (маскування), автокалібрування параметрів фотокамер. Програма дає змогу зчитувати початкові зображення з окремих графічних файлів (наприклад, у форматах TIFF або JPEG) або з відеофайлу.

Маскування зображень не обов’язкове, але за потреби виконується вбудованою програмою 3DF Masquerade. Маскування полягає у виділенні на зображенні об’єкта та фону, при цьому для побудови 3D-моделі фон не враховується. Тому маскування доцільно виконувати в тому разі, якщо сторонні предмети навколо досліджуваного об’єкта знижують точність побудови 3D-моделі. Така ситуація виникає, зокрема, при переміщенні або повороті об’єкта відносно фону. Автокалібрування параметрів фотокамер виконується автоматично.

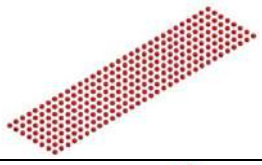
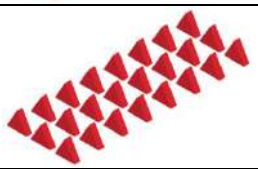
Етап 1 «Samantha». Обчислення на основі початкових зображень розрідженої хмари точок (Sparse Point Cloud), визначення зовнішніх параметрів камер (положення /координат/ та орієнтації), а також внутрішніх параметрів камер (фокусної відстані, дисторсії та ін.). Для

цього програма визначає ключові точки (keypoints) зображень і спільні ключові точки різних зображень шляхом їх суміщення (рис. 15.4, рис.15.5). При побудові 3D-моделі не використовуються зображення, які погано перекриваються з іншими, або зображення візуально подібних фрагментів.

Етап 2 «Stasia». Побудова щільної хмари точок (Dense Point Cloud) на основі попередньо визначених параметрів камер (зокрема, координат та орієнтації) і початкових фотографій. Кількість точок у щільній хмарі на порядки перевищує кількість точок у розрідженій хмарі. Це пояснюється тим, що при побудові щільної хмари точок параметри фотокамер уже відомі. Завдяки цьому щільна хмара точок (кожна з точок описується координатами xyz) досить точно описує досліджуваний об'єкт. В комп'ютерному зорі процес отримання щільної хмари точок відомий також як технологія Multiview Stereo.

Етап 3 «Sasha». Побудова тривимірної поверхні або сітки полігонів (Meshes) на основі щільної хмари точок (Dense Point Cloud) через тріангуляцію. Отримана тріангуляційна сітка полігонів (полігональна модель) апроксимує поверхню досліджуваного об'єкта множиною трикутників. Використаний алгоритм дає змогу отримати гострі краї на 3D-моделі, тому такий спосіб тривимірної реконструкції доцільний для побудови моделей будівель і споруд.

Таблиця 15.1 Основні етапи побудови тривимірних моделей об'єктів

№		Назва	Вхідні дані	Вихідні дані	Позначення
0		Створення проєкту	Фотографії об'єкта	Фотографії після маскування	–
1		Samantha	Фотографії об'єкта	Розріджена хмара точок (Sparse Point Cloud), параметри камер	
2		Stasia	Фотографії, параметри камер	Щільна хмара точок (Dense Point Cloud)	
3		Sasha	Щільна хмара точок (Dense Point Cloud)	Тріангуляційна сітка полігонів (Meshes)	
4		Побудова текстурної сітки	Тріангуляційна сітка (Meshes), фотографії	Текстурна сітка (Textured Meshes)	
5		Редагування параметрів 3D-моделі	Початкова 3D-модель	Коректована 3D-модель зі зміненим положенням, орієнтацією та масштабом	–
6		Аналіз параметрів 3D-моделі	3D-модель	Розміри, площі, об'єми елементів моделі	–
7		Збереження 3D-моделі у файли	3D-модель	Файли формату .zep, .ply, .Obj/Mtl, .Glb та .jpg.	–

Етап 4. Побудова текстури /текстурної сітки/ (Textured Meshes) для попередньо отриманої полігональної моделі. Текстура кожного трикутника зчитується з відповідного фрагмента зображення.

Етап 5. Редагування параметрів 3D-моделі: встановлення орієнтації моделі (наприклад, вертикальної); видалення зайвих фрагментів моделі; зміна положення, напрямку та масштабу моделі; зміна параметрів візуалізації моделі (положення камери, освітлення та вигляду поверхні об'єкта в 3DF Zephyr).

Етап 6. Аналіз параметрів 3D-моделі: вимірювання розмірів, площ, об'ємів елементів моделі; визначення кількості полігонів, часу побудови та ін.

Етап 7. Збереження створеної 3D-моделі у файли. 3D-модель зберігається у файлі формату .zep. Полігональна сітка зберігається у файли формату .ply, .Obj/Mtl, .Glb; а текстури зберігаються у файлі формату .jpg.

15.5. Приклад побудови тривимірної моделі об'єкта

Розглянемо приклад поетапної побудови (табл. 15.1) тривимірної моделі об'єкта (фрагмента колони корпусу № 5 Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича) за допомогою безкоштовної версії програми 3DF Zephyr Free.

Етап 0. Для побудови 3D-моделі об'єкта створюється новий проєкт (командою WorkFlow/ New Project) (рис. 15.7).



Рис.15.7. Опції проєкту побудови 3D-моделі об'єкта

Після цього зчитується серія початкових фотографій об'єкта (рис.15.8). Отримані фотографії об'єкта (рис.15.8) додаються до проєкту (рис.15.9). Після цього виконується автокалібрування параметрів фотокамер (рис.15.10).

Етап 1 «Samantha». Визначення положення та орієнтації камер, а також параметрів їх внутрішньої геометрії виконується за допомогою майстра (рис. 15.11). Майстер дає змогу вибрати категорію (Category), яка враховує особливості досліджуваного об'єкта та спосіб отримання фотографій. Використовуються такі значення категорій:

- General – загальне значення (для всіх випадків).
- Aerial-Nadiral images – отримання фотографій за допомогою літальних апаратів (фотографії отримуються зверху вниз).
- Urban – сканування будівель, споруд, міський моніторинг.
- Human body – сканування тіла людини.
- Surface scan – сканування поверхонь.

Правильний вибір категорії підвищує якість отриманої 3D-моделі; наприклад, для категорії «Urban» поліноміальна сітка будується зі збереженням чітких граней і кутів (що є характерними для будівель), а для категорії «Human body» сітка будується згладженою (що характерно для тіла людини). Параметр попередніх налаштувань «Presets» майстра (рис.15.11) набуває таких значень:

- Fast – швидке визначення параметрів камер.
- Default – за замовчуванням (середня швидкодія).
- Deep – точне визначення параметрів камер.

На наступних кроках майстра аналогічно вибираються категорія (Category) та параметр налаштувань (Presets), які описують характеристики побудови щільної хмари точок, реконструкції поверхні об'єкта та його текстур.

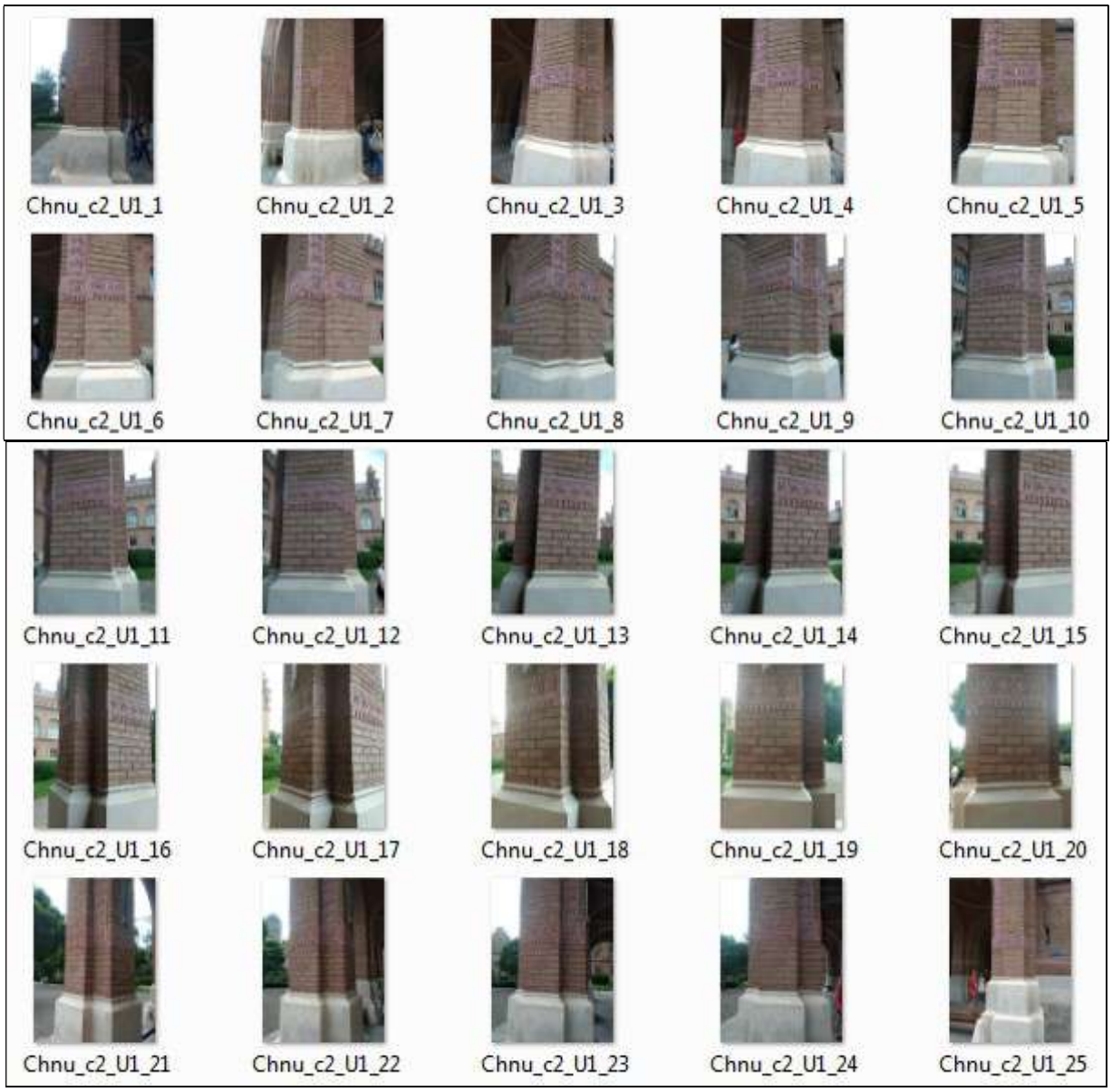


Рис.15.8. Серія з 25 початкових зображень об’єкта (розміром 3120 × 4160 пікселів)

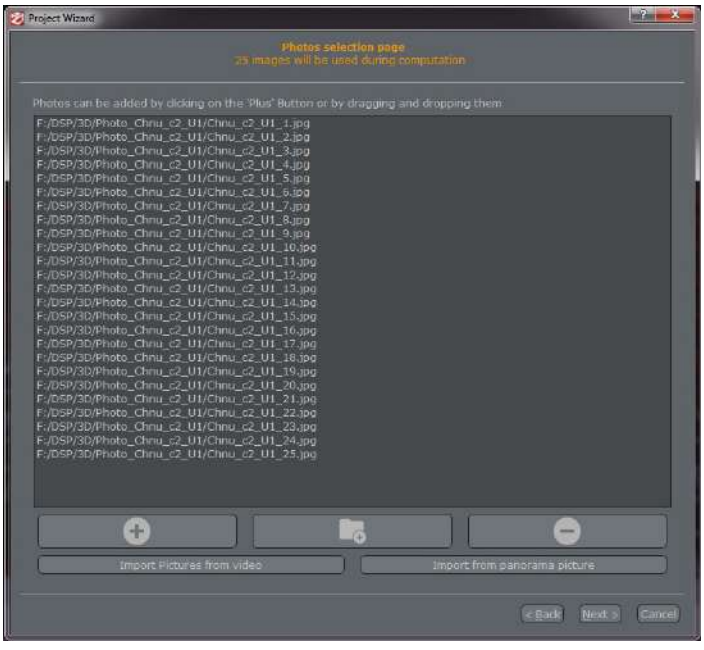


Рис.15.9. Додавання фотографій до проєкту

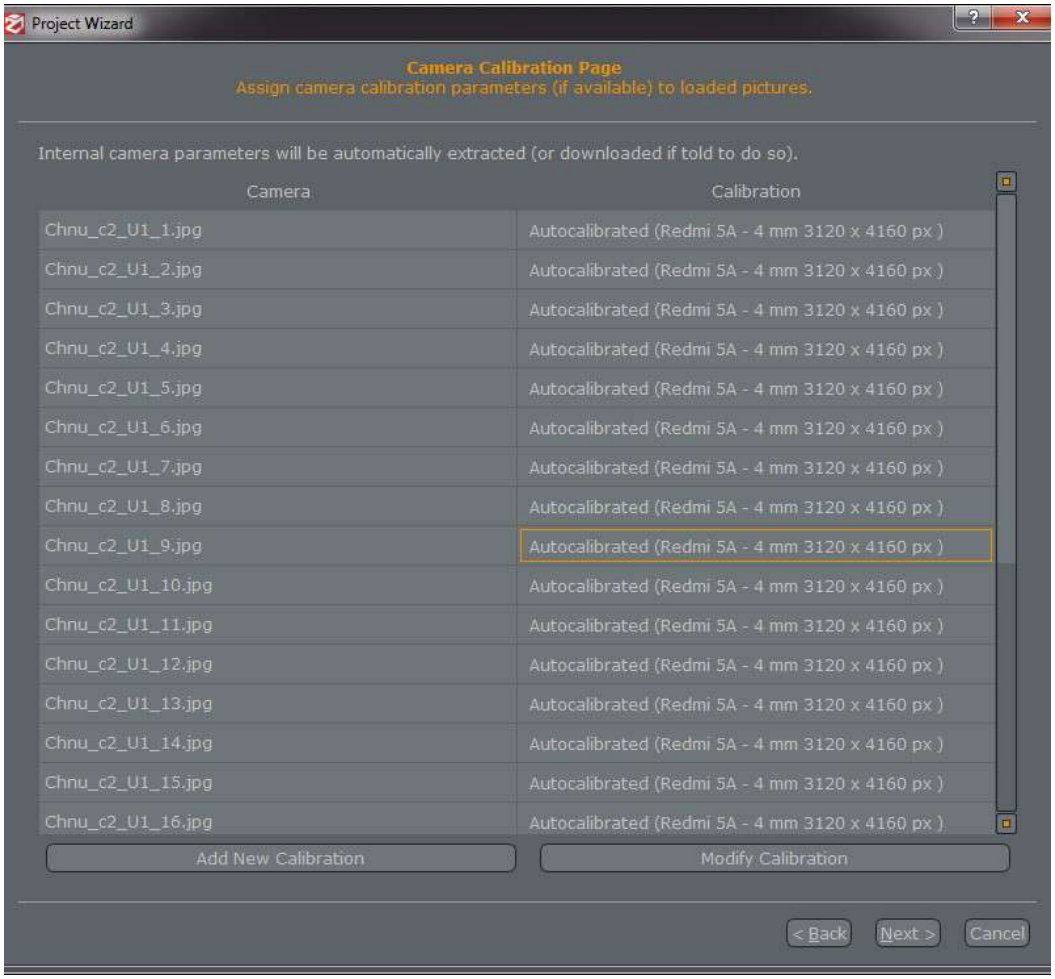


Рис. 15.10. Автокалібрування параметрів фотокамер

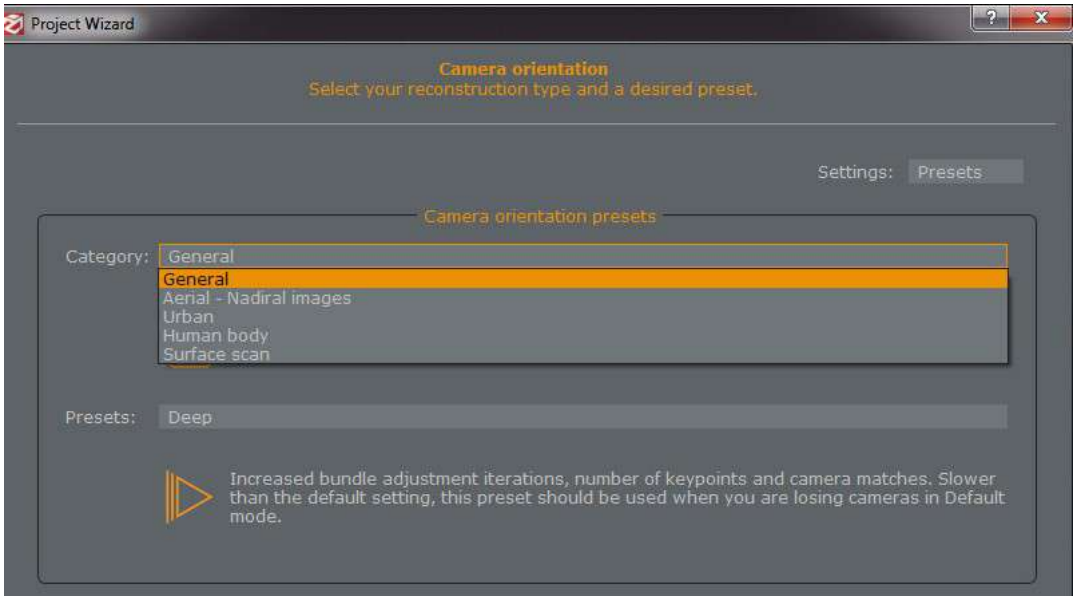


Рис.15.11. Параметри майстра, які використовуються при визначенні положення та орієнтації фотокамер

Зображення, які погано перекриваються з іншими, або зображення візуально подібних фрагментів для побудови 3D-моделі не використовуються (позначаються «NO» в полі «Reconstructed» на рис. 15.12)



Рис.15.12. Перелік зображень, які використано для побудови 3D-моделі

У даному прикладі колона має практично однакові сторони (колона симетрична відносно вертикальної осі), тому для кращого розрізнення сторін можна розмістити біля них спеціальні маркери (наприклад, роздруковані зображення чорних і білих квадратів). Використання маркерів дещо ускладнює процес побудови 3D-моделі, але дає змогу підвищити точність 3D-моделі.

Далі на основі відібраних зображень (рис.15.12) обчислюється розріджена хмара точок (Sparse Point Cloud) в 3D-просторі моделі (у системі координат xyz), а також координати (xyz) та орієнтації фотокамер (рис.15.13). Серія зображень, на основі яких будується 3D-модель, відображається в нижній частині форми програми (рис.15.13). Тобто розріджена хмара точок – це множина характерних точок поверхні досліджуваного об’єкта, кожна з яких відображена не менш ніж на двох фотографіях. На кожній фотографії об’єкт відображається у різних ракурсах, тому це допомагає визначити методом фотограмметрії не тільки тривимірні координати його ключових (характерних) точок (з яких формується розріджена хмара), але й координати та орієнтацію фотокамер у момент отримання кожної фотографії.

Етап 2 «Stasia». Виконується побудова щільної хмари точок (Dense Point Cloud) на основі попередньо визначених параметрів камер (рис.15.13) та початкових фотографій (рис.15.8). Побудова щільної хмари точок виконується командою «Workflow/Advanced/ Dense Point Cloud Generation» (рис.15.14). Кожна точка щільної хмари описується координатами xyz та кольором відповідного їй пікселя фотографії, завдяки чому така хмара точок досить детально описує поверхню досліджуваного об’єкта

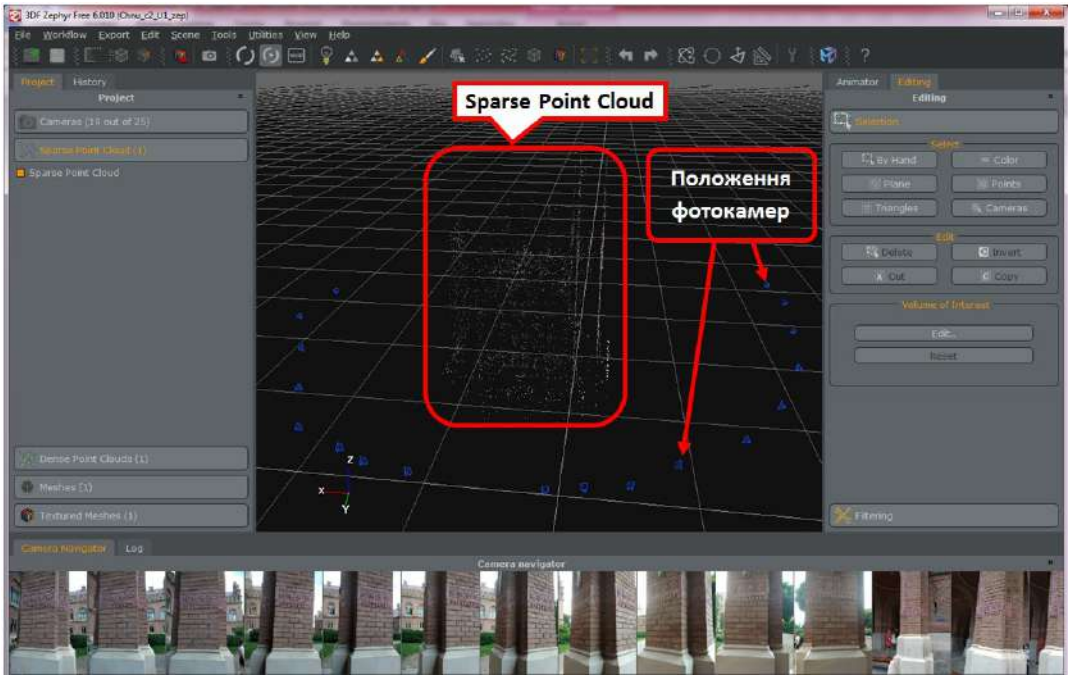


Рис.15.13. Розріджена хмара точок (Sparse Point Cloud) у системі координат *xyz*; синіми маркерами показано положення фотокамер (для кожного відібраного зображення з рис. 15.8)

Етап 3 «Sasha». На основі щільної хмари точок (Dense Point Cloud) (рис.15.14) виконується побудова тріангуляційної сітки полігонів (Meshes). Сітка полігонів (трикутників) створюється командою «Workflow/Advanced/ Mesh Extraction» (рис.15.15). Кожний із трикутників отриманої сітки зафарбовується певним кольором – відповідно до кольору точок щільної хмари.

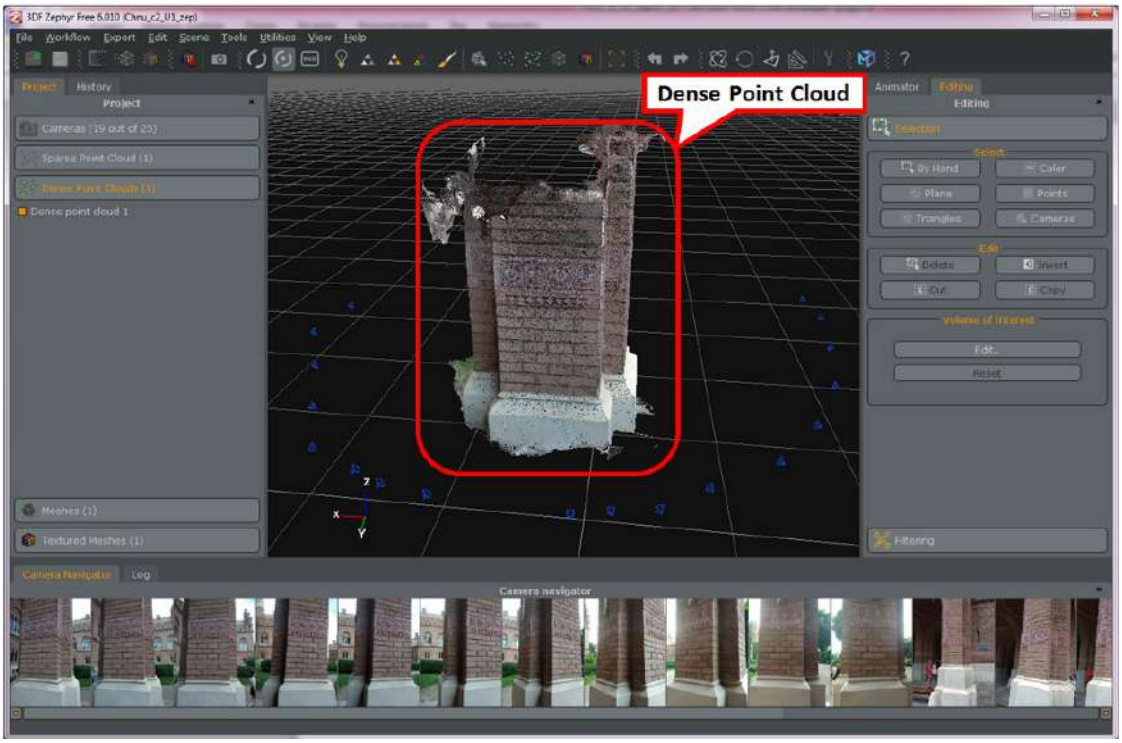


Рис.15.14. Щільна хмара точок (Dense Point Cloud)

Етап 4. Побудова текстурної сітки (Textured Meshes) для полігональної моделі (рис.15.15) виконується командою WorkFlow/Textured Mesh Generation (рис.15.16). Зайві фрагменти сітки за потреби видаляються. У результаті отримується 3D-модель об’єкта, яка містить щільну хмару точок (Dense Point Cloud), сітку полігонів (Meshes) та текстурну сітку (Textured Meshes).

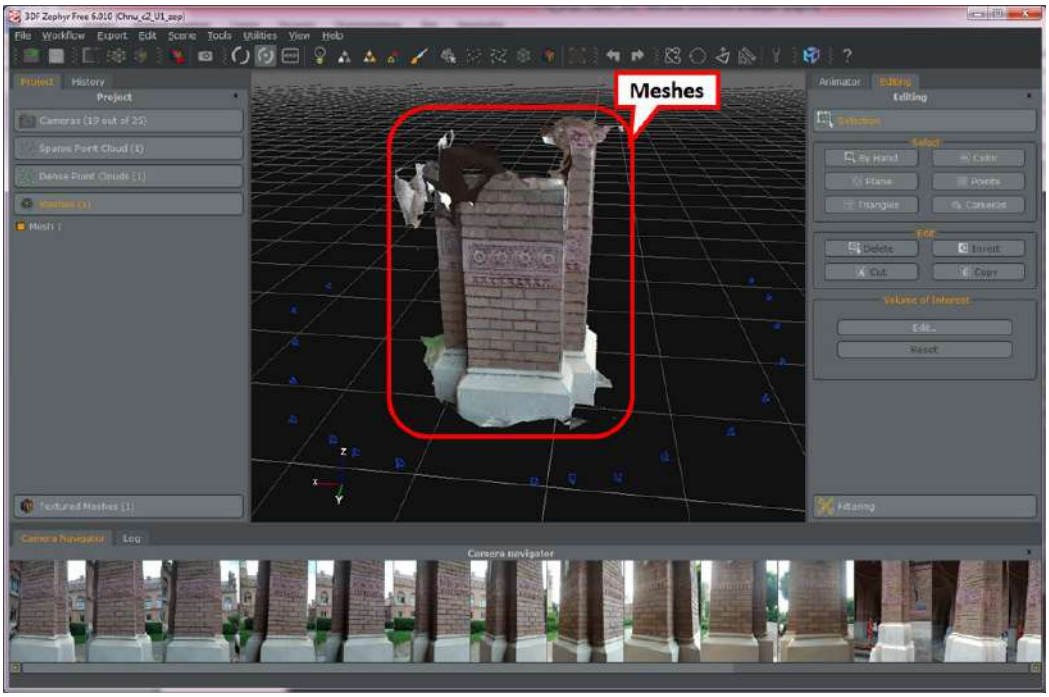


Рис. 15.15. Сітка полігонів (Meshes)

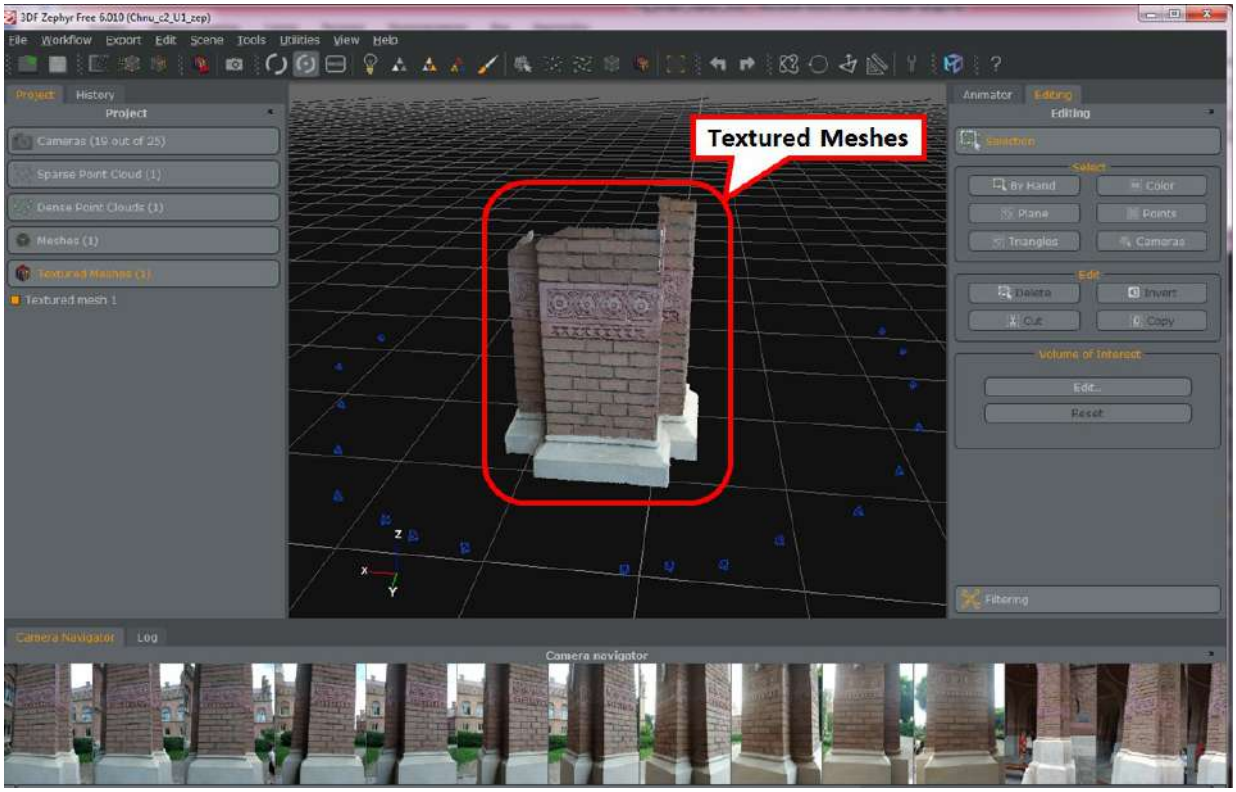


Рис.15.16. Текстурна сітка (Textured Meshes) для полігональної моделі

Етап 5. На етапі редагування 3D моделі виконується *встановлення вертикальної орієнтації 3D-моделі* (в декартовій системі координат xyz) командою Tools / Workspace / Define Up Vector та вказівкою напряму вертикальної осі z/опцією «Axis» за двома точками/ (рис.15.17). Також можливе встановлення орієнтації моделі за трьома точками, які лежать у горизонтальній площині (опцією «Triangle»).

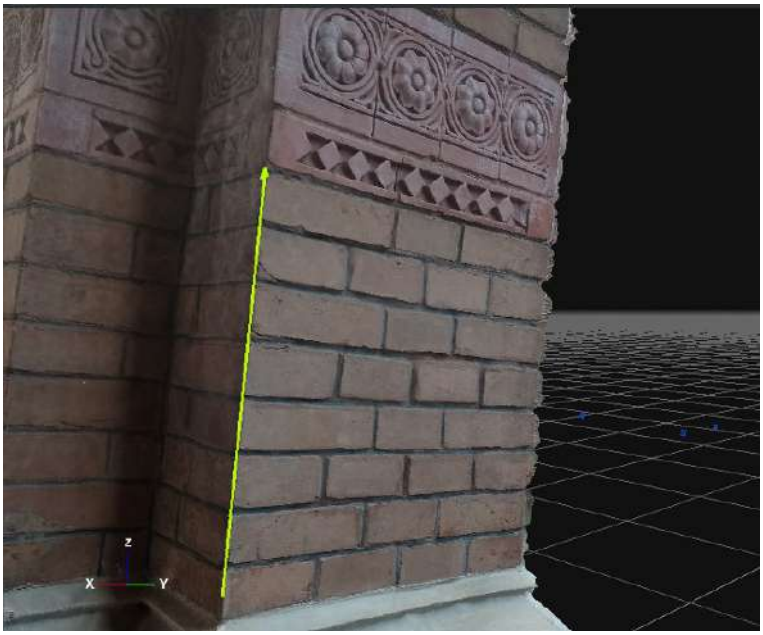


Рис.15.17. Встановлення орієнтації 3D моделі за допомогою вертикального відрізка в декартовій системі координат *xyz*

Виділення зайвих фрагментів 3D-моделі виконується в ручному режимі командою «Tools/ Selection/ Manual Selection» за допомогою одного з інструментів: прямокутника (Rect), полігона (Poly), еліпса (Elliptic) та ін. (рис.15.18). Після цього виконується видалення виділених фрагментів командою «Tools/ Selection/ Delete Selected Items». За потреби виконується інверсія виділених фрагментів моделі командою «Tools/ Selection/ Invert Selection». У результаті отримана модель (рис.15.16) містить тільки потрібні фрагменти (на відміну від моделі до корекції на рис.15.15). Виділення фрагментів моделі можна також виконувати за допомогою площин командою «Tools/ Selection/ Select by Plane».

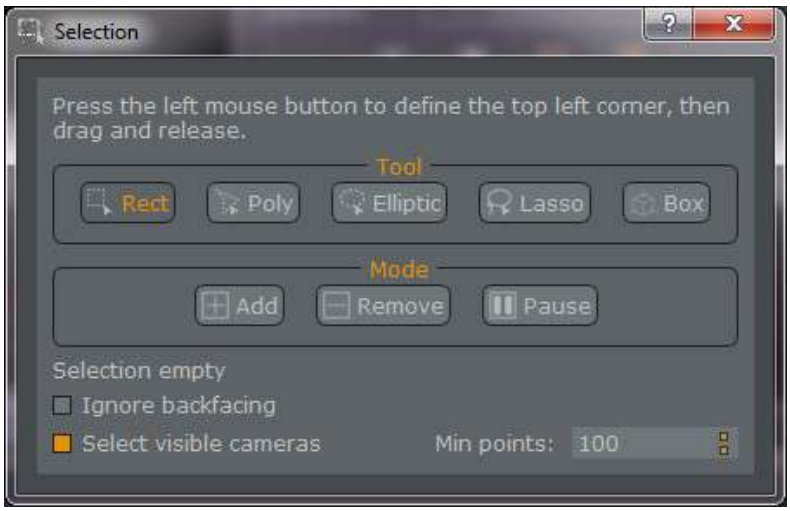


Рис.15.18. Інструменти для виділення фрагментів 3D-моделі

Зміна положення (Translate), напрямку (Rotate) та масштабу (Scale) 3D-моделі відносно осей координат *xyz* виконується командою Tools/ Workspace/ Scale/ Rotate/Translate Object (рис.15.19). Повороти моделі навколо осей координат виконуються в контекстному меню моделі командою Bounding Box, а команда Smart Reset будує паралелепіпед мінімального об'єму для моделі. Зміну положення, напрямку та масштабу 3D-моделі можна виконувати як інтерактивно маніпулятором «миша», так і вказувати числові значення трансформацій у вікні «Transform Objects» (рис.15.19).

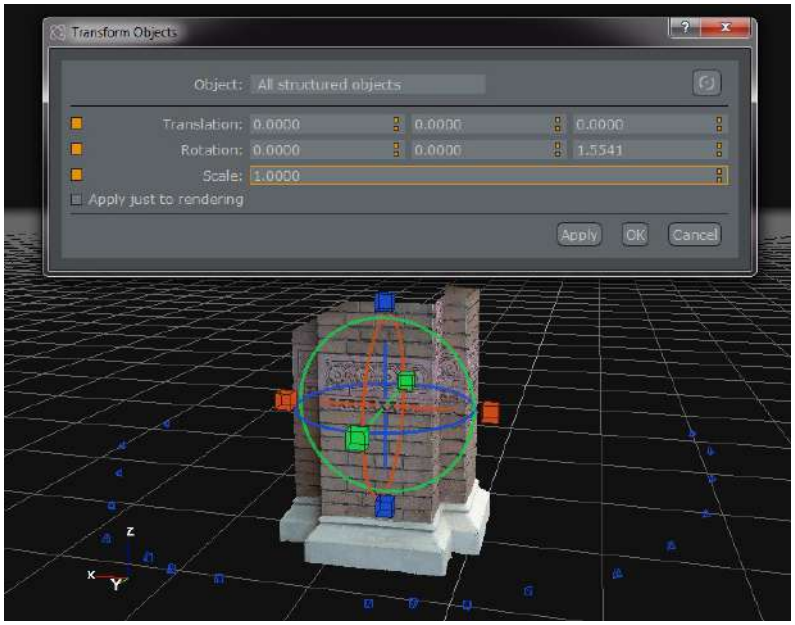
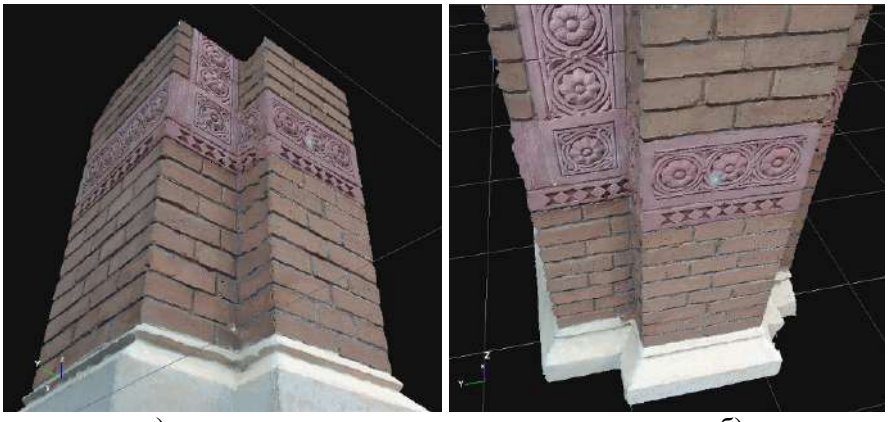


Рис.15.19. Зміна положення, напрямку та масштабу 3D-моделі



а) б)

Рис.15.20. Вибір ракурсу для візуалізації моделі:
а) вигляд знизу; б) вигляд зверху



а) б)

Рис.15.21. Фрагмент № 1 моделі колони у вигляді: а) текстурної сітки (Textured Meshes);
б) каркасу тріангуляційної сітки (Wireframe)



а) б)

Рис.15.22. Фрагмент № 2 моделі колони у вигляді:
а) текстурної сітки (Textured Meshes);
б) каркасу тріангуляційної сітки (Wireframe)

Завдяки переміщенню та повороту вибирається такий ракурс 3D-моделі, який є найкращим для візуалізації певних її елементів (рис.15.20).

На 3D-моделі каркас тріангуляційної сітки відображається командою Rendering/Enable Wireframe з контекстного меню (рис.15.21, рис.15.22); на такій сітці відображаються точки щільної хмари, з'єднані в трикутники.

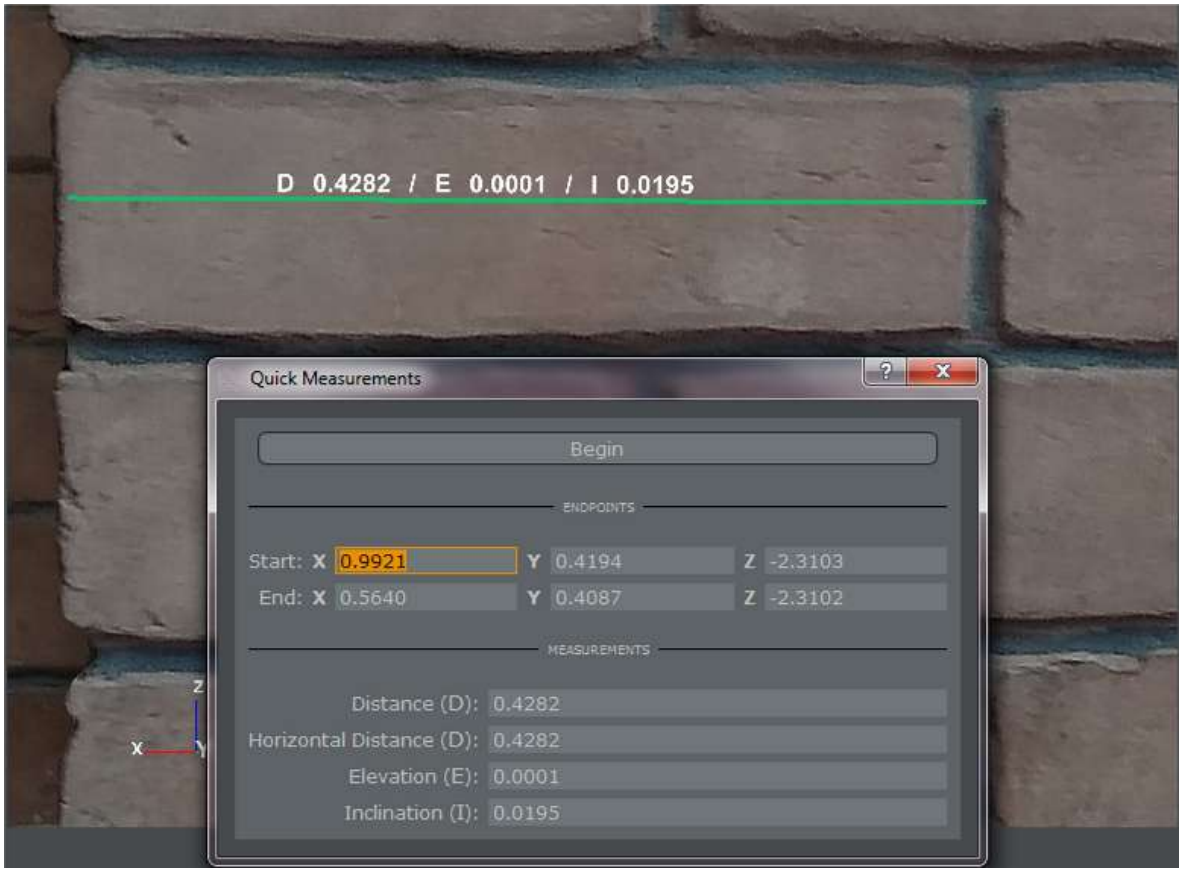


Рис.15.23. Вимірювання розмірів на 3D-моделі: D (Distance) – відстань, м;
E (Elevation) – підняття, м (різниця висот для початкової і кінцевої точок),
I (Inclination) – нахил (відрізка відносно горизонтальної площини, у °)

Етап 6. Під час аналізу параметрів 3D-моделі, зокрема, виконується **вимірювання розмірів** елементів моделі командою Tools/ Distance and Measurements (рис.15.23). На основі довжини відрізка D встановлюється правильний масштаб моделі. Якщо виміряна на моделі довжина відрізка D0, а правильна довжина D, то для моделі потрібно встановити масштаб Scale=D/D0 командою «Tools/Workspace/Scale/Rotate/Translate Object».

Наприклад, якщо початкова довжина відрізка (цеглини) $D0 = 0.4282$ м (рис.15.23), а точне значення $D = 0.24$ м, то потрібно встановити масштаб

$$\text{Scale} = D / D0 = 0.24 / 0.4282 = 0.5605.$$

Властивості 3D-моделі отримуються через контекстне меню об'єкта Textured mesh (рис.15.24); зокрема, побудована модель містить 265 584 точок (Points) у щільній хмарі, які об'єднані в 445 276 трикутників (Triangles).

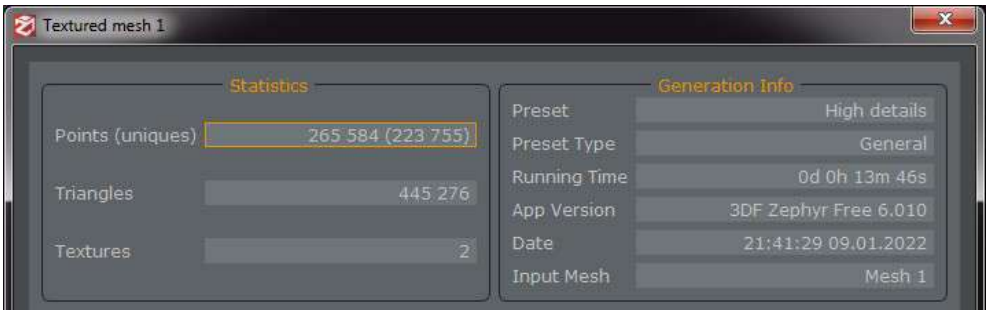


Рис.15.24. Фрагмент вікна з властивостями 3D-моделі

Етап 7. Створену 3D модель збережено у файлі формату .zep. Полігональну сітку збережено командою Export / Export Mesh у файли формату .Obj/Mtl, які можна експортувати в середовище Unity для побудови проєктів віртуальної або доповненої реальності.

Побудова 3D-моделі займає значний час. Наприклад, для комп'ютера з такими параметрами (процесор AMD A4-6300, 3.70 ГГц, 2 ядра; жорсткий диск Seagate Barracuda 7200, 1 ТВ; SSD 120 ГБ; ОЗП 12 ГБ; відеокарта AMD Radeon HD8370D) час побудови 3D-моделі (рис. 15.16) складає ≈ 1 годину 30 хв. При використанні параметрів попередніх налаштувань «Presets» за замовчуванням (рис. 15.11) час побудови зменшується в кілька разів, але при цьому також зменшується кількість полігонів тріангуляційної сітки. Тому для побудови високоякісних 3D-моделей за допустимий час доцільно використовувати сучасні багатоядерні центральні процесори та відеокарти NVIDIA з підтримкою технології CUDA.

У розглянутому прикладі показано можливості безкоштовного пакета 3DF Zephyr Free при побудові 3D-моделі фрагмента колони. Такий пакет дає змогу не тільки будувати 3D моделі відносно простих об'єктів, але й вивчати на практиці метод фотограмметрії, правила й основні етапи побудови тривимірних моделей об'єктів. У випадку використання платних версій програми 3DF Zephyr можлива побудова якісних моделей для значно складніших об'єктів, наприклад цілих будівель. Отже, Безкоштовний пакет 3DF Zephyr Free доцільно використовувати в навчальних цілях, а платні пакети 3DF Zephyr – для виконання складних прикладних проєктів.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Які основні методи дистанційної тривимірної реконструкції об'єктів?
2. У чому полягає метод фотограмметрії?
3. Які сфери застосування програми 3DF Zephyr?
4. Які вимоги до апаратного забезпечення для 3D-реконструкції?
5. Опишіть вимоги до налаштування фотокамери при 3D-реконструкції.
6. Які основні правила отримання фотографій при 3D-реконструкції?
7. У чому полягає побудова розрідженої хмари точок (Sparse Point Cloud) в програмі 3DF Zephyr?
8. Як виконується побудова щільної хмари точок (Dense Point Cloud)?
9. На основі чого будується сітка полігонів (Meshes) у програмі 3DF Zephyr?

10. Як змінюється вигляд моделі після побудови текстурної сітки (Textured Meshes) в програмі 3DF Zephyr?
11. Як встановити вертикальну орієнтацію 3D-моделі в програмі 3DF Zephyr?
12. Опишіть способи видалення зайвих фрагментів моделі в програмі 3DF Zephyr.
13. Як встановити масштаб отриманої 3D-моделі в програмі 3DF Zephyr?
14. Як виміряти розміри об'єкта за його 3D-моделлю в програмі 3DF Zephyr?
15. Як програма 3DF Zephyr може бути використана для побудови 3D-моделей будівель і споруд?

Список використаних джерел

1. 3DF Zephyr. The Complete Photogrammetry Solution. [Electronic resource]. – Access mode : https://www.3dflow.net
2. 3DF Zephyr Tutorials. [Electronic resource]. – Access mode : https://www.3dflow.net/technology/documents/3df-zephyr-tutorials
3. Купріянчик І.П. Бутенко Є.В. Фотограмметрія та дистанційне зондування: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. // І.П. Купріянчик, Є.В. Бутенко. К.: МВЦ «Медінформ», 2013. 392 с.
4. PIX4Dmapper. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software
5. Agisoft PhotoScan. [Electronic resource]. – Access mode : – https://www.agisoft.com/features/professional-edition
6. Full 3DF Zephyr features comparison. [Electronic resource]. – Access mode : https://www.3dflow.net/3df-zephyr-feature-comparison
7. 3DF Zephyr Free. Photogrammetry for everyone. [Electronic resource]. – Access mode : https://www.3dflow.net/3df-zephyr-free
8. Toldo R. Towards automatic acquisition of high-level 3D models from images. Ph.D. Thesis. University of Verona, Italy, 2013. – 141 p. – https://www.3dflow.net/technology
9. Elements of Computer Vision: Multiple View Geometry. [Electronic resource]. – Access mode : https://www.3dflow.net/technology/documents/elements-of-computer-vision
10. 3DFLOW. Our Technology. [Electronic resource]. – Access mode : https://www.3dflow.net/technology

Наукове – методичне видання

Інформаційні технології в архітектурі, будівництві та дизайні

Підручник – довідник

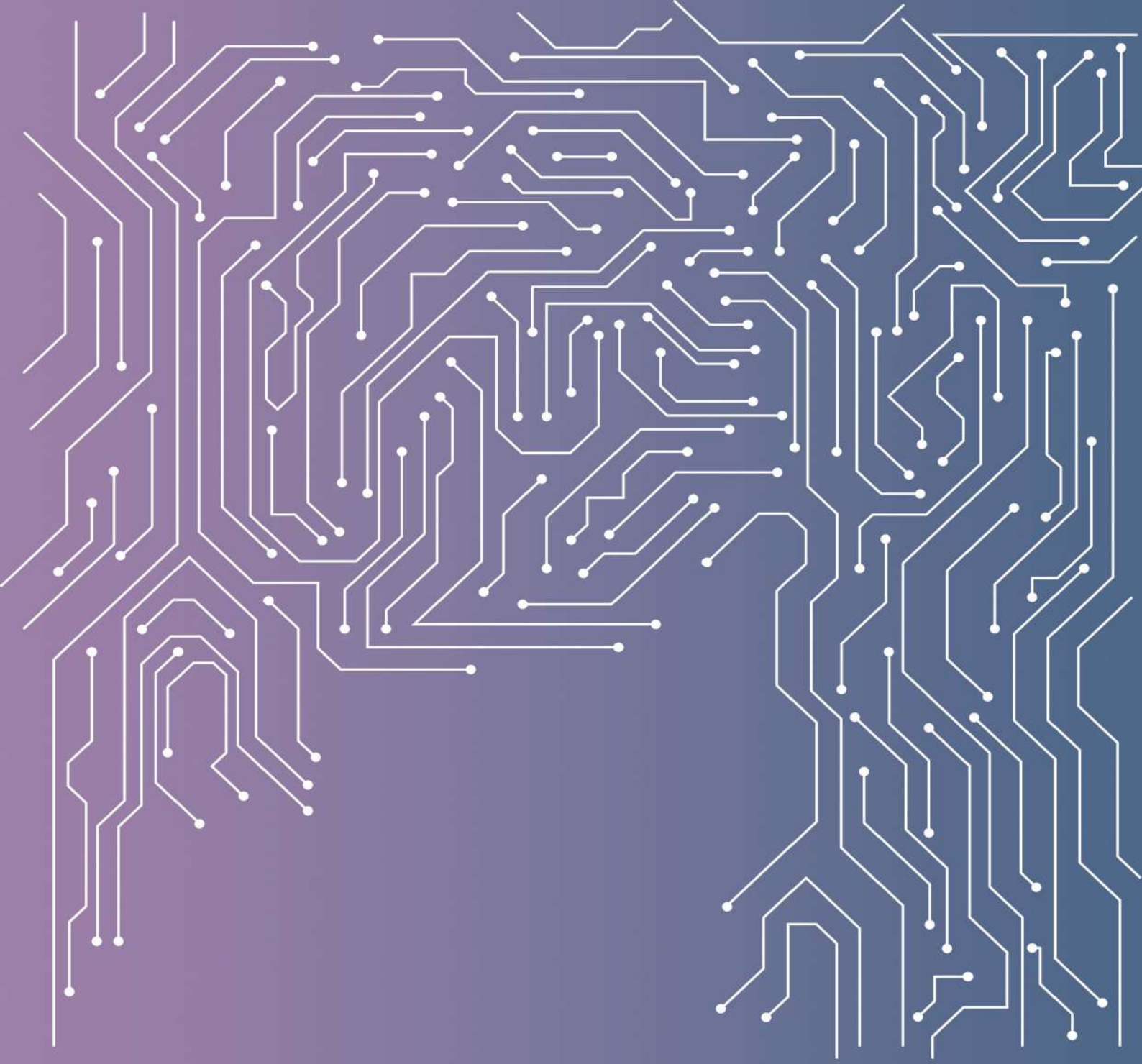
За редакцією Товбича В.В., Сазонова К.О., Левченка О.В., Фодчука І.М.

Автори розділів:
Товбич В.В., доктор архітектури, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій в архітектурі (ІТА) архітектурного факультету Київського національного університету будівництва і архітектури (КНУБА)
Сазонов К.О., доктор технічних наук, професор, кафедра ІТА КНУБА
Левченко О.В., кандидат архітектури, доцент, доцент кафедри ІТА КНУБА
Михайленко А.В., кандидат архітектури, доцент кафедри ІТА КНУБА
Гребенєва І.В., магістрантка кафедри ІТА та студентка будівельного факультету КНУБА
Кисіль О.В., аспірантка КНУБА на ІТА, співробітник науково-дослідного інституту теорії і історії архітектури, містобудування та дизайну.
Вишневська О.В., доцент кафедри дизайну інтер'єру і меблів Київського національного університету технологій і дизайну.
Літошенко Г.В., кандидатка архітектури, доцент кафедри ІТА КНУБА
Стецюк І.І., доцент кафедри ІТА, архітектор-дизайнер в архітектурному бюро «Modern house».
Ковальчук К.К., доцентка кафедри ІТА. Архітектор в архітектурному бюро «Buro A24D».
Суліменко С.Ю., кандидатка технічних наук, доцент кафедри іІТА КНУБА
Суліменко Г.Г., асистент кафедри ІТА КНУБА
Аранчій Д.О., аспірант кафедри ІТА КНУБА
Іванова Л.С., кандидатка архітектури, доцент кафедри ІТА КНУБА
Михальченко С.В., директор Науково-дослідного інституту теорії та історії архітектури, містобудування і дизайну
Фодчук І.М, доктор фізико-математичних наук, професор, декан факультету архітектури, будівництва та декоративно-прикладного мистецтва Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Літературний редактор ***Ряднова В.П***.
Технічне редагування та обкладинка ***Мельник У.М.***

Електронне видання
Підписано до друку 00.00 2024. Формат
Умов.- друк 19,5. Обл.- вид. арк 18.2,
Зам. Н-000.
Видавництво Чернівецького національного університету
58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2
e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002



Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

Київський національний університет
будівництва і архітектури