

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра готельно-ресторанного та туристичного бізнесу

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Одеса - 2024 рік

УДК: 004.42

Конспект лекцій з дисципліни «Автоматизоване проектування» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / Д.О. Харенко. Одеса: МГУ, 2024. 38 с.

Укладач:

Д. О. Харенко, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу, Міжнародний гуманітарний університет.

Рецензент:

С.Н. Перетяка, кандидат технічних наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, екології і хімії, одеський національний морський університет

Рекомендовано до друку рішенням Вченої Ради
Міжнародного гуманітарного університету
(протокол № 1 від 31.08.2024)

Опис навчальної дисципліни

Дисципліна «**Автоматизоване проектування**» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти навичок використання сучасних інформаційних технологій у процесі проектування підприємств ресторанного господарства та харчової промисловості. Вона охоплює вивчення принципів, методів та засобів автоматизованого створення креслень, схем, моделей та іншої проектної документації з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, зокрема **AutoCAD** та інших систем автоматизованого проектування (САПР).

Основна увага приділяється:

- освоєнню технологій цифрового моделювання будівель і споруд;
- розробці планувальних рішень закладів громадського харчування та об'єктів індустрії гостинності;
- застосуванню параметричного та об'єктно-орієнтованого проектування;
- автоматизації процесу розробки проектної документації.

У межах курсу студенти опанують не лише теоретичні основи, але й здобудуть практичні навички роботи з графічними редакторами, створення креслень у цифровому форматі, використання технологій BIM (Building Information Modeling) та принципів інтегрованого проектування.

Дисципліна є міждисциплінарною та спирається на знання, отримані при вивченні таких курсів, як «**Інформаційні технології**», «**Технологія харчових виробництв**», «**Устаткування закладів ресторанного господарства**» та «**Організація виробництва**».

Після проходження курсу здобувачі будуть здатні:
розробляти комплексну проектну документацію для об'єктів громадського харчування та харчової промисловості;

- моделювати інженерні мережі, конструктивні рішення та внутрішні простори підприємств HoReCa (Hotel, Restaurant, Catering);
- використовувати сучасні програмні засоби для аналізу, оптимізації та управління процесами проектування;
- оцінювати техніко-економічні характеристики проектів та їх відповідність будівельним нормам та стандартам.

Вивчення дисципліни «**Автоматизоване проектування**» є важливим етапом професійної підготовки студентів та сприяє розвитку аналітичного мислення, інженерного підходу до проектування, а також впровадженню інноваційних технологій у сфері ресторанного та готельного бізнесу.

Передумови для вивчення дисципліни:

Засвоєння освітнього компоненту базується на знаннях, отриманих під час вивчення таких дисциплін: «Інформаційні та комунікативні технології», «Технологія продуктів ресторанного господарства», «Устаткування», «Організація ресторанного господарства», «Digital-технології».

В результаті вивчення «Автоматизоване проектування» здобувачі освіти повинні **знати:**

- принципи, процеси і технології організації роботи суб'єктів ресторанного господарства;
- основні положення законодавства, національних і міжнародних стандартів, що регламентують діяльність суб'єктів готельного та ресторанного бізнесу;
- сучасні інформаційні технології для організації роботи закладів готельного та ресторанного господарства;
- технологічне устаткування та обладнання підприємств сфери гостинності, правила раціонального використання просторових та матеріальних ресурсів;

вміти:

- використовувати абстрактне мислення, аналіз та синтез;
- працювати в команді при розробці проектів закладів сфери гостинності;

- використовувати сучасні інформаційні технології для розв'язання складних спеціалізованих задач та практичних проблем проектування об'єктів готельного і ресторанного бізнесу
- працювати з технічною, довідковою та нормативною документацією;
- використовувати в проектуванні суб'єктів ресторанного бізнесу основні положення законодавства, національних і міжнародних стандартів, що регламентують їх діяльність;
- здійснювати підбір технологічного устаткування та обладнання, вирішувати питання раціонального використання просторових та матеріальних ресурсів при розробці проектів підприємств ресторанного бізнесу;
- розробляти проекти підприємств ресторанного бізнесу та санаторно-курортних закладів у відповідності запитам споживачів з урахуванням задач і проблем розвитку індустрії гостинності.

Курс сприяє розвитку аналітичного та просторового мислення студентів, що є важливим для подальшої професійної діяльності у сфері ресторанного господарства.

Зміст

Тема 1. Вступ до автоматизованого проектування та класифікація САПР	7
1.1. Поняття та призначення автоматизованог'о проектування (САПР)	7
1.2. Історія розвитку систем автоматизованого проектування	7
1.3. Основні види САПР: CAD, CAM, CAE.....	7
1.4. Переваги використання САПР у будівництві та архітектурі	8
1.5. Огляд сучасних програмних продуктів: AutoCAD, Microsoft Visio, ArchiCAD, SolidWorks ...	8
Тема 2. Основи роботи з AutoCAD, Microsoft Visio та інші	9
2.1. Інтерфейс AutoCAD: панелі інструментів, командний рядок, властивості об'єктів	9
2.2. Основні принципи роботи з Microsoft Visio: моделювання будівель, параметричні об'єкти ...	9
2.3. Функціональні можливості ArchiCAD у 2D та 3D проектуванні	9
2.4. Використання шарів, блоків та бібліотек об'єктів	10
2.5. Основні формати збереження та експорту проектів (DWG, DXF, PDF, IFC)	10
Тема 3. Методи побудови 2D та 3D креслень у САПР	10
3.1. Геометричні основи креслення: точки, лінії, кола, полілінії	11
3.2. Введення координат: абсолютні, відносні та полярні координати.....	11
3.3. Робота з шарами та прив'язками у AutoCAD	11
3.4. Методи побудови тривимірних об'єктів у 3D-режимі.....	12
3.5. Візуалізація та рендеринг 3D моделей у Microsoft Visio та ArchiCAD.....	12
Тема 4. Структура будівельних креслень та їх стандартизація	13
4.1. Основні типи креслень: плани, фасади, розрізи, ізометричні проекції.....	13
4.2. Визначення масштабу та розмірних ліній у кресленнях	13
4.3. Позначення матеріалів, конструкцій та інженерних комунікацій	14
4.4. Використання шарів для відображення різних елементів проекту	14
4.5. Українські та міжнародні стандарти будівельного проектування (ДСТУ, ISO).....	15
Тема 5. Автоматизація процесів проектування та використання макросів.....	16
5.1. Використання шаблонів та налаштування середовища роботи	16
5.2. Основи створення макросів у AutoCAD.....	16
5.3. Використання динамічних блоків для оптимізації процесу креслення	16
5.4. Створення автоматичних звітів та специфікацій у Microsoft Visio	17
5.5. Використання параметричного проектування для швидкого створення варіантів рішень	17
Тема 6. Проектування інженерних систем будівель (електрика, водопостачання, вентиляція)	18
6.1. Створення електричних схем у AutoCAD Electrical.....	18
6.2. Моделювання вентиляційних систем у Microsoft Visio MEP	18
6.3. Проектування водопровідних та каналізаційних мереж у AutoCAD MEP	18
6.4. Використання стандартних бібліотек інженерних елементів	19

6.5. Вимоги до оформлення інженерних креслень згідно з нормативними актами	19
Тема 7. BIM-технології та їх застосування у будівельному проектуванні	20
7.1. Основи інформаційного моделювання будівель (BIM)	20
7.2. Взаємодія між архітекторами, конструкторами та інженерами в BIM	20
7.3. Параметричне моделювання будівель у Microsoft Visio.....	20
7.4. Використання хмарних сервісів для колективної роботи над проектами	21
7.5. Оцінка ефективності BIM у сучасному будівництві	21
Тема 8. Використання САПР для проектування інтер'єрів та екстер'єрів	22
8.1. Основи дизайну інтер'єру у AutoCAD та SketchUp	22
8.2. Створення візуалізацій та рендерів у 3ds Max та V-Ray.....	22
8.3. Робота з матеріалами, текстурами та освітленням.....	22
8.4. Огляд програм для фотореалістичної візуалізації.....	23
8.5. Врахування ергономіки та функціональності при проектуванні інтер'єрів.....	23
Тема 9. Нормативна база та стандарти у будівельному проектуванні	24
9.1. Основні будівельні норми та правила в Україні та світі	24
9.2. Вимоги до проектної документації	24
9.3. Використання екологічних стандартів у проектуванні	24
9.4. Сертифікація будівель за міжнародними стандартами (LEED, BREEAM).....	25
9.5. Юридичні аспекти розробки проектної документації	25
10.1. Особливості проектування готелів та ресторанів.....	26
10.2. Оптимізація простору та зонування приміщень	26
10.3. Використання спеціалізованого програмного забезпечення (ArchiCAD, Microsoft Visio)...	26
10.4. Проектування кухонного обладнання та інженерних мереж	27
10.5. Візуалізація майбутніх інтер'єрів закладів HoReCa.....	27
Тема 11. Оптимізація витрат та ресурсів у проектуванні.....	28
11.1. Автоматизовані розрахунки матеріалів та вартості будівництва	28
11.2. Використання AI для прогнозування витрат	28
11.3. Застосування енергоефективних технологій	28
11.4. Моделювання будівель із застосуванням енергоефективних матеріалів	29
11.5. Аналіз фінансової ефективності будівельних проектів	29
Тема 12. Інтеграція САПР з іншими програмами та хмарними технологіями.....	30
12.1. Взаємодія AutoCAD з Excel, MATLAB, SketchUp	30
12.2. Використання API та плагінів для автоматизації проектування	30
12.3. Впровадження хмарних технологій у проектування	30
12.4. Онлайн-співпраця у Microsoft Visio та BIM 360	31
12.5. Створення цифрових двійників будівель	31
Тема 13. Візуалізація проектів та підготовка креслень до друку.....	32

13.1. Робота з текстом, шрифтами та позначеннями	32
13.2. Оптимізація зображень для друку	32
13.3. Налаштування масштабів та експорту креслень	32
13.4. Використання кольорового маркування для різних частин проекту	33
13.5. Формати файлів для друку та цифрового представлення проекту	33
Тема 14. Сучасні технології у проектуванні: VR, AR, 3D-друк.....	34
14.1. Використання VR/AR для перегляду проектів у реальному часі	34
14.2. Друк 3D-моделей будівель	34
14.3. Робота з інструментами доповненої реальності.....	34
14.4. Використання AI у проектуванні.....	35
14.5. Автоматизоване тестування проектних рішень	35
Тема 15. Практичне застосування САПР: аналіз реальних проектів.....	36
15.1. Аналіз реальних кейсів проектування.....	36
15.2. Практичне завдання: створення власного проекту.....	36
15.3. Перевірка на відповідність стандартам	36
15.4. Презентація результатів роботи.....	37
15.5. Оцінка та коригування проекту	37
Рекомендована література.....	38

Тема 1. Вступ до автоматизованого проектування та класифікація САПР

1.1. Поняття та призначення автоматизованого проектування (САПР)

САПР (Системи автоматизованого проектування) — це комплекс програмних і апаратних засобів, призначений для автоматизації процесів створення, редагування, аналізу та оформлення технічної документації.

◆ Основна мета САПР:

- підвищення ефективності проектувальних робіт;
- забезпечення точності та швидкості креслення;
- зменшення кількості помилок;
- полегшення взаємодії між спеціалістами;
- створення цифрової моделі об'єкта (у BIM-системах — повної інформаційної моделі).

📌 Основні функції САПР:

- побудова 2D-креслень і 3D-моделей;
- оформлення робочої документації;
- автоматизація розрахунків;
- перевірка помилок, створення специфікацій;
- інтеграція з іншими системами (BIM, CAM, CAE).

САПР є невід'ємною частиною сучасного проектування у будівництві, машинобудуванні, енергетиці, дизайні тощо.

1.2. Історія розвитку систем автоматизованого проектування

📅 1960–1970-ті:

- Перша концепція САПР — **Sketchpad** (1963), створена Айвеном Сазерлендом: перший графічний інтерфейс.
- У 1960–70-х роках з'являються перші інженерні системи в аерокосмічній галузі.

📅 1980-ті:

- **1982 р.** — запуск **AutoCAD** компанією Autodesk — першого доступного САПР-продукту для персональних комп'ютерів.
- Початок широкого впровадження у будівництві, архітектурі, промисловості.

📅 1990–2000-ті:

- поява **3D-моделювання, параметричних моделей**;
- розвиток програм: ArchiCAD, SolidWorks, Revit;
- поступовий перехід до **інформаційного моделювання будівель (BIM)**.

📅 2010–2020-ті:

- інтеграція з **хмарними технологіями, VR/AR, 3D-друком, штучним інтелектом**;
 - розширення можливостей колективної роботи над проектами в режимі онлайн.
- САПР еволюціонували від інструменту креслення до повноцінних середовищ цифрового проектування.

1.3. Основні види САПР: CAD, CAM, CAE

САПР-системи умовно поділяються на 3 ключові напрями:

✅ CAD (Computer-Aided Design) — автоматизоване проектування

- призначення: побудова 2D/3D-моделей, креслень, технічної документації;
- приклади: AutoCAD, ArchiCAD, Revit, SketchUp.

✅ CAM (Computer-Aided Manufacturing) — автоматизоване виробництво

- використовується для управління **верстатами з ЧПК**, генерації G-кодів, моделювання обробки матеріалів;
- приклади: MasterCAM, EdgeCAM, Fusion 360.

✅ CAE (Computer-Aided Engineering) — інженерний аналіз

- виконує: розрахунки міцності, термічного навантаження, динаміки, аеродинаміки;

- приклади: ANSYS, SolidWorks Simulation, Robot Structural Analysis.



Існують інтегровані САПР (CAD+CAM+CAE):

- наприклад: SolidWorks, Fusion 360, Inventor;
- підтримують повний цикл: від ескізу до виготовлення та аналізу.

1.4. Переваги використання САПР у будівництві та архітектурі



Основні переваги:

1. **Точність і стандартизація** — усі креслення створюються з міліметровою точністю;
2. **Автоматизація розрахунків** — площа, об'єм, кількість матеріалів;
3. **Швидке редагування** — при зміні параметра оновлюється вся модель;
4. **Спільна робота** — кілька фахівців працюють над проектом одночасно;
5. **Візуалізація** — можливість бачити будівлю ще до початку будівництва;
6. **Контроль колізій** — перевірка на перетин систем: вентиляція, труби, електрика;
7. **Економія часу та ресурсів** — швидке оновлення документації, повторне використання елементів.



Практична вигода:

- зменшення витрат на будівництво до 20%;
- прискорення погоджень з замовником та інстанціями;
- спрощення проходження експертизи.

1.5. Огляд сучасних програмних продуктів: AutoCAD, Microsoft Visio, ArchiCAD, SolidWorks



AutoCAD

- класичний універсальний інструмент для 2D-креслень і 3D-моделей;
- підтримує створення планів, фасадів, вузлів, інженерних мереж;
- має спеціалізовані версії: AutoCAD Architecture, AutoCAD MEP.



Microsoft Visio

- використовується для простого креслення схем, планів приміщень, діаграм;
- перевага — **простота, візуальність, шаблони**;
- активно використовується в технічних завданнях, попередньому плануванні.



ArchiCAD

- BIM-система для архітекторів;
- кожен елемент моделі має параметри: висота, товщина, матеріал;
- генерує розрізи, фасади, специфікації автоматично.



SolidWorks

- орієнтований на машинобудування;
- дозволяє проектувати вузли, механізми, інженерні рішення;
- вбудований CAE-аналітичний модуль для розрахунків.



Інші:

- **Revit** — BIM-система з акцентом на архітектуру та інженерію;
- **SketchUp** — простий у вивченні 3D-редактор для дизайнерів;
- **Lumion, Enscape** — для візуалізацій у реальному часі.

Тема 2. Основи роботи з AutoCAD, Microsoft Visio та інші

2.1. Інтерфейс AutoCAD: панелі інструментів, командний рядок, властивості об'єктів
AutoCAD — це професійне програмне забезпечення для проектування, яке підтримує 2D-креслення та 3D-моделювання. Його інтерфейс має низку особливостей, які забезпечують гнучкість і швидкість роботи користувача.

Основні елементи інтерфейсу:

- **Робоча область (Model space):** центральна частина екрана, де створюються об'єкти креслення. За замовчуванням має чорне тло, однак колір можна змінити.
- **Командний рядок (Command line):** розташований у нижній частині вікна. Через нього користувач вводить команди, а система виводить підказки. Це головний інструмент керування у AutoCAD, який дозволяє працювати швидко та точно. Приклад: команда `LINE` для побудови відрізка.
- **Стрічка (Ribbon):** панель у верхній частині, яка поділена на вкладки: Home, Insert, Annotate, View тощо. Кожна вкладка містить набори інструментів, наприклад, побудова примітивів, редагування, штрихування, розміри, текст тощо.
- **Панель властивостей (Properties):** дозволяє змінювати параметри виділених об'єктів — колір, тип лінії, шар, координати, масштаб, текстові стилі.
- **Палітра шарів (Layer Properties):** використовується для створення, налаштування та керування шарами креслення.
- **Панель стану (Status Bar):** містить перемикачі режимів прив'язки (Ortho, Snap, Grid, Osnap), масштабування, відображення координат та інші. AutoCAD підтримує кастомізацію інтерфейсу: користувач може переміщувати, згортати, або приховувати панелі, створювати власні ярлики та комбінації клавіш.

2.2. Основні принципи роботи з Microsoft Visio: моделювання будівель, параметричні об'єкти

Microsoft Visio — це програма для створення схем, діаграм, планів приміщень, блок-схем. Вона менш складна, ніж AutoCAD, але дуже зручна для первинного планування, візуалізації процесів і організації простору.

Ключові принципи роботи:

- **Шаблони:** при створенні документа користувач обирає тип шаблону — "План будівлі", "Мережа", "Інженерна схема" тощо. Кожен шаблон містить набір стандартних форм.
- **Об'єкти (Shapes):** усі елементи креслення — меблі, обладнання, перегородки, двері, вікна тощо — реалізуються як об'єкти, які можна перетягнути на робочу область. Багато з них є параметричними — можна змінювати розмір, колір, орієнтацію, текст.
- **Прив'язки:** об'єкти «приліпаються» до сітки або до країв інших об'єктів, що полегшує вирівнювання та впорядкування креслення.
- **Робота з шарами:** Visio підтримує шари, які можна вмикати/вимикати. Це дозволяє, наприклад, накладати шари "Електропроводка", "Сантехніка", "Вентиляція" на базовий план будівлі.
- **Легенди, специфікації та текст:** доступне вставлення текстових блоків, пояснень, автоматичних легенд із зазначенням використаних елементів.

Особливість Visio — можливість використовувати умовні позначення із вбудованих бібліотек (планування офісів, технічні схеми, мережі тощо), а також створення власних шаблонів для будівельного або технологічного проектування.

2.3. Функціональні можливості ArchiCAD у 2D та 3D проектуванні

ArchiCAD — це потужне програмне забезпечення для архітектурного проектування на базі технології BIM (Building Information Modeling), яке дозволяє працювати як у 2D, так і у 3D-середовищі.

Основні можливості:

- **Інформаційне моделювання:** кожен об'єкт на кресленні (стіна, двері, вікно, сходи) — це не просто графічна фігура, а параметричний об'єкт із властивостями (розміри, матеріал, тип елемента).
- **2D-проектування:** автоматично генеруються плани, фасади, розрізи на основі 3D-моделі. Зміни в моделі автоматично оновлюють креслення.
- **3D-візуалізація:** дозволяє переміщуватись по проекту в реальному часі. Інструменти тіней, текстур, освітлення дозволяють створити презентабельну візуалізацію інтер'єру чи екстер'єру.
- **Бібліотеки об'єктів:** містять готові елементи будівель, меблів, техніки. Можна завантажувати нові бібліотеки або створювати власні.
- **Інтеграція з іншими САПР:** підтримує формати IFC, DWG, DXF, що дозволяє працювати спільно з AutoCAD, Revit та іншими системами. ArchiCAD дозволяє архітекторам створювати «живі» моделі, що легко змінюються, аналізуються та представляються інвесторам чи підрядникам.

2.4. Використання шарів, блоків та бібліотек об'єктів

Шари (Layers) — це один з основних інструментів упорядкування креслення. Вони дозволяють логічно розділити об'єкти на групи (наприклад, «Стіни», «Обладнання», «Вентиляція»), вмикати/вимикати їхнє відображення, змінювати колір, тип лінії.

- У AutoCAD шари створюються в Layer Manager. Кожен об'єкт креслення повинен належати до певного шару.
- У Visio шари використовуються для поділу типів інформації (наприклад, комунікації, меблювання).
- У ArchiCAD шари також дозволяють фільтрувати відображення та брати участь у створенні складних шаблонів друку.

Блоки (Blocks) — це група об'єктів, об'єднана в один. Їх використовують для повторюваних елементів (наприклад, стільці, мийки, обладнання). Блоки можна зберігати у зовнішні файли або використовувати з бібліотек.

Бібліотеки об'єктів — це набори готових компонентів, які можна вставляти у креслення. Наприклад:

- бібліотека меблів у Visio;
- бібліотека сантехнічного обладнання у ArchiCAD;
- готові блоки у AutoCAD (у форматах .dwg або .dxf).

Ці елементи пришвидшують створення креслень, зменшують кількість помилок і стандартизують проектну документацію.

2.5. Основні формати збереження та експорту проектів (DWG, DXF, PDF, IFC)

САПР-системи підтримують велику кількість форматів файлів. Кожен формат має своє призначення:

- **DWG (Drawing)** — основний формат AutoCAD. Містить повну графічну та текстову інформацію креслення.
- **DXF (Drawing Exchange Format)** — текстовий формат для обміну даними між різними САПР. Зручно використовувати для імпорту/експорту між AutoCAD, SketchUp, ArchiCAD.
- **PDF (Portable Document Format)** — використовується для передачі креслень без втрати форматування, але не містить редагованих об'єктів. Ідеально підходить для друку та архівації.
- **IFC (Industry Foundation Classes)** — стандарт BIM для обміну інформаційними моделями будівель. Забезпечує взаємодію між ArchiCAD, Revit, Tekla, Allplan тощо. Знання та правильне використання форматів дозволяє ефективно співпрацювати з іншими фахівцями, передавати проекти для перегляду, погодження, редагування та друку.

Тема 3. Методи побудови 2D та 3D креслень у САПР

3.1. Геометричні основи креслення: точки, лінії, кола, полілінії

Креслення в САПР починається з базових геометричних елементів, або так званих **графічних примітивів**. До них належать:

- **Точка (Point):** найпростіший об'єкт, який використовується для позначення місця в просторі. У AutoCAD створюється командою POINT.
- **Лінія (Line):** відрізок між двома точками. Лінії використовуються як базовий елемент усіх складніших фігур. Створюється командою LINE.
- **Полілінія (Polyline):** послідовність з'єднаних ліній або дуг, які утворюють один об'єкт. Вона може містити прямі та криволінійні сегменти. Перевага — редагування всієї фігури як єдиного цілого.
- **Коло (Circle):** визначається за центром і радіусом. AutoCAD дозволяє створювати кола також за діаметром, трьома точками, двома діаметральними точками тощо.
- **Дуга (Arc):** частина кола, яка визначається трьома точками або іншими параметрами.
- **Прямокутник (Rectangle):** створюється за двома діагональними точками. Після побудови можна застосовувати фільтри округлення або фаски.
- **Еліпс (Ellipse):** визначається двома осями. Застосовується рідше, але важливий для технологічних схем.

Ці елементи формують основу будь-якого креслення — від найпростішої схеми до складної 3D-моделі.

3.2. Введення координат: абсолютні, відносні та полярні координати

Для точного розміщення об'єктів у САПР застосовуються різні системи координат:

◆ **Абсолютні координати:** задаються відносно початку координат (0,0 або 0,0,0 у 3D).

Приклад: LINE → 0, 0 → 100, 50.

◆ **Відносні координати (@):** використовуються для побудови елементів від попередньої точки. Приклад: @50, 0 означає переміщення на 50 одиниць по осі X.

◆ **Полярні координати (@довжина<кут):** використовуються для побудови під кутом.

Наприклад: @100<45 побудує лінію довжиною 100 під кутом 45°.

Використання координат дозволяє уникати помилок, точно розміщувати об'єкти та забезпечити точність, яка є критично важливою у будівництві.

3.3. Робота з шарами та прив'язками у AutoCAD

Шари (Layers) дозволяють структуровано організувати креслення. Кожен шар може мати:

- свою назву (наприклад, “Стіни”, “Електрика”, “Вентиляція”);
- колір;
- тип лінії (суцільна, штрихова, штрихпунктирна);
- товщину лінії;
- стан: активний/неактивний, заморожений/розморожений, видимий/невидимий.

Робота з шарами дозволяє швидко змінювати вигляд креслення, вмикати чи вимикати певні елементи, друкувати тільки потрібну частину проекту.

Прив'язки (Object Snap, Osnap): — це інструмент точного захоплення геометричних точок, таких як:

- Кінцева точка (Endpoint),
- Середина (Midpoint),
- Центр (Center),
- Перпендикуляр (Perpendicular),
- Перетин (Intersection),
- Близька точка (Nearest),
- Квадрант, Тангента тощо.

Завдяки прив'язкам креслення виконується з ювелірною точністю.

3.4. Методи побудови тривимірних об'єктів у 3D-режимі

У середовищі AutoCAD та ArchiCAD можна створювати об'ємні (3D) моделі. Основні методи побудови 3D об'єктів:

У AutoCAD:

- **EXTRUDE** — "видавити" 2D-профіль у 3D-тверде тіло (наприклад, прямокутник → стіна).
- **REVOLVE** — створює тіла обертання, наприклад, обертання дуги навколо осі → циліндр або купол.
- **SWEEP** — "протягування" профілю по траєкторії.
- **LOFT** — побудова 3D-моделі між двома різними профілями (перетворення однієї форми в іншу).
- **BOOLEAN операції**: UNION, SUBTRACT, INTERSECT — об'єднання, віднімання, перетин об'єктів.

У ArchiCAD:

- Тривимірна модель створюється з параметричних елементів: стін, плит, вікон, дверей. Всі об'єкти автоматично мають 3D-подання.
- Усі зміни вносяться у 3D-модель, а 2D-види генеруються автоматично.

Режими перегляду в 3D:

- каркасний (Wireframe),
- концептуальний (Conceptual),
- реалістичний (Realistic),
- ізометричний/перспективний вигляд.

3D-проекування дозволяє побачити об'єкт ще до початку будівництва та узгодити всі нюанси з клієнтом і підрядниками.

3.5. Візуалізація та рендеринг 3D моделей у Microsoft Visio та ArchiCAD

Візуалізація — це процес отримання графічного зображення 3D-моделі з тінями, світлом, матеріалами, текстурами.

◆ У Microsoft Visio:

- Візуалізація обмежена — можна використовувати умовні графічні форми, кольорове виділення, прозорість, стилізацію.
- Зручно для створення пояснювальних схем, попередніх макетів, інженерних планів.
- Використовується не для рендерингу, а для простого, зручного уявлення схеми.

◆ У ArchiCAD:

- Присутній **вбудований фотореалістичний рендерер** (CineRender).
 - Можна налаштовувати:
 - джерела світла;
 - матеріали (метал, бетон, дерево);
 - текстури поверхонь;
 - камери та кути огляду;
 - Результати можуть експортуватися як зображення (.jpg, .png) або відео-тур.
- Крім того, ArchiCAD підтримує експорт до **Twinmotion** або **Lumion** для створення анімованих презентацій або VR-перегляду.

Рендеринг дозволяє:

- демонструвати проект інвестору;
 - перевірити естетичність і практичність рішень;
 - знайти помилки ще до початку реалізації.
-

Тема 4. Структура будівельних креслень та їх стандартизація

4.1. Основні типи креслень: плани, фасади, розрізи, ізометричні проекції

Будівельна документація складається з кількох видів креслень, кожен з яких має свою функцію, правила побудови та оформлення.

Плани

План будівлі — горизонтальний перетин на певній висоті (зазвичай 1–1.2 м від підлоги). Він відображає:

- розташування стін і перегородок;
- дверні та віконні прорізи;
- маркування приміщень;
- розміри та позначення осей;
- меблі, обладнання, санітарно-технічні пристрої.

Плани бувають:

- загальні (всього поверху);
- окремих зон (наприклад, кухні, інженерних приміщень);
- монтажні (електрика, вентиляція).

Фасади

Фасад — це зображення зовнішнього вигляду будівлі. Він включає:

- вертикальні розміри;
- оздоблення;
- покрівлю;
- зовнішні двері, вікна;
- обрамлення вікон/дверей, карнизи, цоколь тощо.

На кресленні фасадів обов'язково вказується сторона світу (північ, південь і т.д.), відмітки рівнів, висота поверхів.

Розрізи

Розріз — це умовне вертикальне «перетинання» будівлі, яке дозволяє бачити внутрішні конструкції:

- стіни, перекриття, фундаменти;
- висоту приміщень;
- конструкції покрівлі;
- інженерні мережі, вентиляційні канали;
- підвали, шахти ліфтів.

Розрізи бувають поздовжні та поперечні. Вони особливо важливі для уточнення просторового розміщення об'єктів.

Ізометричні проекції

Ізометрія — це зображення об'єкта у тривимірному вигляді на площині без перспективного спотворення. Використовується:

- у схемах трубопроводів, вентиляції, кабельних трас;
- для візуального уявлення складного об'єкта;
- у презентаційних матеріалах.

4.2. Визначення масштабу та розмірних ліній у кресленнях

Масштаб креслення

Масштаб — це відношення розмірів об'єкта на кресленні до реальних розмірів. Вибір масштабу залежить від:

- типу креслення;
- розмірів об'єкта;
- формату аркуша;
- необхідної деталізації.

Типові масштаби:

- Загальні плани: 1:100, 1:200, 1:500;
- Робочі креслення: 1:50, 1:20;
- Вузли, деталі: 1:10, 1:5, 2:1.

Розмірні лінії

Для вимірювання та позначення відстаней використовують розмірні лінії. Основні елементи:

- розмірна лінія (із стрілками або засічками на кінцях);
- виносні лінії — показують, що саме вимірюється;
- текст розміру (автоматично або вручну).

Розміри можуть бути:

- зовнішні, внутрішні;
- лінійні (по осі), кутові, діаметральні, радіусні;
- сумарні та ланцюгові.

Розміри повинні бути легко читабельні та не дублювати один одного.

4.3. Позначення матеріалів, конструкцій та інженерних комунікацій

Матеріали

На кресленнях використовують **штрихування та умовні знаки** для позначення матеріалів:

- бетон — сітка прямокутників;
- цегла — діагональні лінії;
- скло — сітка косих ліній;
- піноблоки, гіпсокартон — свої умовні позначення.

Кожен матеріал має умовне графічне позначення відповідно до стандарту (ДСТУ або ISO).

Усі позначення подаються в легенді креслення.

Конструктивні елементи

Позначаються за допомогою умовних графічних символів, штампів, кіл з маркуванням.

Наприклад:

- балки, колони — літерно-цифрове маркування;
- фундаменти — контур з підписом та позначенням глибини.

Інженерні мережі

Всі мережі (водопровід, електрика, каналізація, вентиляція) мають стандартні позначення:

- труби — суцільна лінія з маркуванням діаметру;
- електрика — стрілки напрямку, лампи, розетки, вимикачі;
- вентиляція — канали з напрямом повітряного потоку.

Комунікації відображаються на окремих кресленнях або шарах.

4.4. Використання шарів для відображення різних елементів проекту

Шари (Layers) — це інструмент, що дозволяє:

- структурувати креслення;
- швидко вмикати/вимикати групи елементів;
- контролювати тип ліній, товщину, колір;
- забезпечити коректну підготовку до друку.

Приклад типових шарів:

- *_АР_* Стіни — архітектурні стіни;
- *_ВН_* Електрика — внутрішні електромережі;
- *_ІН_* Вентиляція — інженерні мережі;
- *МЕБ* — меблювання;
- *ТЕКСТ* — текстові написи;
- *РОЗМІРИ* — розміри та позначення.

У AutoCAD і ArchiCAD можна створювати шаблони проектів з уже налаштованими шарами.

4.5. Українські та міжнародні стандарти будівельного проектування (ДСТУ, ISO)

Проектна документація повинна відповідати нормативним вимогам. В Україні діють такі основні стандарти:

ДСТУ (Державні стандарти України):

- ДСТУ Б А.2.4-4:2009 — склад проектної документації.
- ДСТУ Б В.2.5-28:2006 — вимоги до інженерних систем.
- ДСТУ ISO 7519:2006 — принципи розмітки креслень.
- ДСТУ ISO 128-20:2006 — правила оформлення елементів.

ISO (Міжнародна організація зі стандартизації):

- ISO 128 — стандарти з оформлення креслень;
- ISO 5455 — масштаби креслень;
- ISO 5457 — формати креслень;
- ISO 7200 — оформлення штампів креслень.

Дотримання стандартів:

- забезпечує уніфікацію проектів;
- спрощує узгодження в експертизі;
- дає змогу співпрацювати з іноземними партнерами.

Крім стандартів, проектна документація повинна враховувати державні будівельні норми (ДБН), технічні умови та чинне законодавство.

Тема 5. Автоматизація процесів проектування та використання макросів

5.1. Використання шаблонів та налаштування середовища роботи

Автоматизація проектування починається з **налаштування середовища** роботи у САПР. Це дозволяє спростити повторювані операції та створити уніфіковану структуру креслень.

✓ Шаблони креслень (.DWT-файли у AutoCAD)

Шаблон (template) — це заздалегідь налаштований файл, який містить:

- набір шарів з потрібними кольорами, товщинами ліній, типами ліній;
- стиль розмірів;
- шрифти та текстові стилі;
- штампи, рамки, логотипи;
- масштаби та параметри виводу.

Шаблони дозволяють:

- стандартизувати креслення в межах підприємства;
- автоматизувати початкове налаштування файлу;
- уникати помилок у назвах шарів, кольорах, стилях.

✓ Налаштування інтерфейсу

У середовищах AutoCAD, Visio, ArchiCAD можна:

- створювати власні **панелі інструментів**;
- налаштовувати **гарячі клавіші** (наприклад, L — line, C — circle);
- призначати **робоче середовище (workspace)** — наприклад, 2D або 3D.

Збереження особистого профілю (у AutoCAD — .arg файл) дозволяє переносити конфігурацію на інші машини.

5.2. Основи створення макросів у AutoCAD

Макроси — це заздалегідь запрограмовані дії, які виконуються автоматично за викликом. Вони створюються для оптимізації повторюваних дій.

✓ Способи створення макросів:

1. Command Macros (через палітру або ярлик):

- створюються у вигляді послідовності команд.
- приклад: ^C^C-LAYER;SET;РОЗМІРИ;;_DIMLINEAR — створює розмір на потрібному шарі.

2. Script-файли (.SCR):

- це простий текстовий файл, у якому записані AutoCAD-команди.
- використовується для запуску пакетних процесів (наприклад, очищення 2D креслень від зайвих шарів).

3. AutoLISP (автоматизація через мову програмування):

- потужний інструмент для розробки власних функцій та інструментів.
- дозволяє створювати інтерактивні форми, обробляти дані, обчислювати площі, будувати об'єкти автоматично.

4. Action Recorder (Запис дій):

- інтегрований у AutoCAD інструмент, що дозволяє записувати дії користувача та повторювати їх.

Макроси — основа "легкої автоматизації" без повноцінного програмування.

5.3. Використання динамічних блоків для оптимізації процесу креслення

Динамічні блоки — це вдосконалена форма звичайного блоку, яка дозволяє змінювати параметри об'єкта без повторного створення.

✦ Можливості динамічних блоків:

- зміна розмірів (довжина, висота, ширина);
- перемикання елементів (наприклад, різні варіанти дверей у межах одного блоку);
- повороти, зміни симетрії (міра обертання або віддзеркалення);

- поєднання кількох варіантів об'єкта в одному.

Як створити:

- запустити редактор блоків (BEDIT);
- додати параметри та дії (наприклад, Stretch, Flip, Rotate);
- зберегти.

Переваги:

- зменшує кількість блоків у бібліотеці;
- забезпечує гнучкість і швидке оновлення креслень;
- дозволяє створювати інтелектуальні об'єкти.

5.4. Створення автоматичних звітів та специфікацій у Microsoft Visio

Microsoft Visio дозволяє не лише створювати схеми, а й **генерувати таблиці**, які описують вміст проекту:

Автоматичні специфікації:

- створюються на основі даних об'єктів (назва, код, виробник, кількість);
- можуть експортуватися до Excel або Word.

Процес створення:

1. Заповнити властивості фігур (через Data → Shape Data).
2. Вставити звіт: Insert → Reports.
3. Обрати шаблон звіту: таблиця, список, легенда.
4. Експортувати звіт в потрібний формат.

Цей підхід дозволяє:

- автоматизувати підрахунок елементів;
- скоротити час на підготовку технічної документації;
- уникнути помилок у специфікаціях.

5.5. Використання параметричного проектування для швидкого створення варіантів рішень

Параметричне проектування — це процес створення моделей або креслень з використанням змінних параметрів.

У чому суть:

- замість статичних об'єктів створюються моделі, які реагують на зміну розмірів, кількості елементів, матеріалів.
- наприклад: кухонний модуль можна "розтягнути", і автоматично зміниться довжина стільниці, кількість шафок.

Де застосовується:

- **AutoCAD:** функції constraints (геометричні та розмірні обмеження), динамічні блоки з параметрами.
- **Revit / ArchiCAD:** вся BIM-модель є параметричною — зміна поверху, товщини стіни чи типу покрівлі одразу оновлює всю модель.
- **Fusion 360, SolidWorks:** використовують ескізи з залежностями та формулами.

Переваги:

- швидке створення кількох варіантів одного проекту;
- спрощення модифікацій;
- зменшення людського фактору у зміні креслень;
- економія часу при повторному проектуванні.

Тема 6. Проектування інженерних систем будівель (електрика, водопостачання, вентиляція)

6.1. Створення електричних схем у AutoCAD Electrical

AutoCAD Electrical — це спеціалізована версія AutoCAD, призначена для проектування електричних систем. Вона містить вбудовані бібліотеки електросимволів, функції автоматичної нумерації проводів та компонентів, формування звітів.

Основні функції:

- створення однолінійних та принципових схем;
- вставка електричних символів (розетки, вимикачі, щити, автоматичні вимикачі тощо) із бібліотек;
- автоматичне присвоєння позначень елементам;
- перевірка замкненості та правильності з'єднань;
- створення крос-референсів для компонентів, які знаходяться на різних сторінках;
- генерація специфікацій, списків проводів, списків кабелів.

Особливості:

- зручна панель інструментів для швидкого доступу до символів;
- підтримка роботи за стандартами NFPA, IEC та іншими міжнародними нормами;
- можливість інтеграції з PLC-системами.

AutoCAD Electrical дозволяє значно скоротити час розробки електропроектів і зменшити кількість помилок завдяки перевіркам у реальному часі.

6.2. Моделювання вентиляційних систем у Microsoft Visio MEP

Microsoft Visio MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) — це розширення для Visio, яке дозволяє проектувати системи внутрішніх інженерних мереж: вентиляцію, водопостачання, опалення тощо.

Для вентиляції доступні:

- труби, канали, повітроводи різної форми (круглі, прямокутні);
- вентиляційні решітки, дифузори, клапани, вентилятори;
- символи згинів, з'єднань, трійників;
- маркування діаметрів, напрямку повітря, позначення витрат.

Переваги використання Visio для вентиляції:

- швидке складання схеми системи без глибоких технічних знань;
- можливість поєднання із загальним планом будівлі;
- вставка автоматичних текстових пояснень, таблиць і легенд;
- зручна прив'язка до координатної сітки.

Visio ідеально підходить для початкових проектів, навчальних креслень, технічного завдання для монтажників або узгодження з архітектором.

6.3. Проектування водопровідних та каналізаційних мереж у AutoCAD MEP

AutoCAD MEP — інструмент для моделювання інженерних мереж у 3D з високим рівнем деталізації. Підтримує створення проектів у реальному масштабі з урахуванням стандартів.

Основні функції:

- побудова мереж холодного і гарячого водопостачання;
- створення стояків, трубопроводів, підключень до сантехнічних приладів;
- моделювання каналізаційних труб, ревізій, колодязів;
- призначення діаметрів, матеріалів, ухилів труб;
- автоматичне створення специфікацій і відомостей.

Інтелектуальні компоненти:

- кожен об'єкт має властивості: тип, матеріал, тиск, температура;

- зміна одного параметру впливає на всю систему (наприклад, заміна діаметру труби оновлює всі пов'язані елементи).
AutoCAD MEP дозволяє отримати **детальний і точний інженерний проект**, готовий для будівництва.

6.4. Використання стандартних бібліотек інженерних елементів

Проектування інженерних систем неможливе без використання **стандартизованих символів** і компонентів. Усі сучасні САПР містять або підтримують підключення бібліотек:



Типи бібліотек:

- **Електрика:** розетки, щити, автомати, вимикачі, кабелі, світильники.
- **Водопостачання/каналізація:** труби, фітинги, з'єднання, змішувачі, крани, сифони.
- **Вентиляція:** повітроводи, клапани, вентиляційні установки, дефлектори.



Джерела бібліотек:

- вбудовані в AutoCAD Electrical / MEP, Visio;
- додаткові онлайн-бібліотеки (RevitCity, TraceParts, Cadenas);
- бібліотеки виробників (Grundfos, Grohe, Systemair, Vents).

Стандартизація дозволяє:

- забезпечити уніфікованість креслень;
- уникнути помилок при монтажі;
- скоротити час пошуку компонентів.

6.5. Вимоги до оформлення інженерних креслень згідно з нормативними актами

Оформлення креслень інженерних мереж повинно відповідати чинним **нормативним документам**, які регулюють точність, символіку, зміст креслень.



Основні нормативи:

- **ДСТУ Б А.2.4-4:2009** — склад проектної документації на будівництво.
- **ДСТУ ISO 128-24:2004** — правила графічного представлення технічної документації.
- **ДСТУ Б В.2.5-64:2013** — водопровід і каналізація.
- **ДСТУ Б В.2.5-67:2013** — вентиляція і кондиціонування.
- **ДСТУ EN 60204-1:2015** — електробезпека машин.



Що має бути на кресленні:

- масштаб;
- штамп з підписами та датою;
- умовні позначення згідно з ДСТУ/ISO;
- розміри, напрямки потоків, відмітки рівнів;
- легенда та специфікація обладнання.

Правильне оформлення креслень — ключ до проходження експертизи та успішної реалізації проекту.

Тема 7. BIM-технології та їх застосування у будівельному проектуванні

7.1. Основи інформаційного моделювання будівель (BIM)

BIM (Building Information Modeling) — це підхід до проектування, який базується на створенні цифрової **інформаційної моделі будівлі**, що містить не лише геометрію, а й усі супутні технічні, конструктивні, технологічні та експлуатаційні дані.

✓ Основна ідея BIM:

- у моделі кожен елемент (стіна, вікно, труба) має властивості: розміри, матеріал, теплопровідність, вартість, терміни монтажу тощо;
- зміна одного елемента автоматично оновлює всі пов'язані креслення, розрізи, фасади, специфікації.

🔗 Відмінності BIM від класичного CAD:

CAD	BIM
Робота з окремими 2D-кресленнями	Робота з інтегрованою 3D-моделлю
Всі креслення створюються окремо	Всі креслення генеруються з єдиної моделі
Об'єкти — це лише лінії і фігури	Об'єкти — це "розумні" елементи з властивостями
BIM дозволяє проектувати об'єкти з урахуванням реальних характеристик та подальшої експлуатації будівлі.	

7.2. Взаємодія між архітекторами, конструкторами та інженерами в BIM

Однією з головних переваг BIM є **колаборація**. Різні спеціалісти працюють над однією моделлю паралельно:

👤 Ролі в BIM-процесі:

- Архітектор** — створює загальний вигляд і планування.
- Конструктор** — додає несучі елементи (колони, балки, плити).
- Інженер** — моделює системи ОВК, електропостачання, водопостачання.

🔄 Як відбувається взаємодія:

- модель зберігається у спільному середовищі (наприклад, BIM 360 або Autodesk Construction Cloud);
 - зміни однієї сторони відображаються для інших;
 - при конфліктах (наприклад, труба проходить через балку) система створює **колізії**, які легко виявити та усунути.
- Це забезпечує:
- мінімізацію помилок на етапі будівництва;
 - пришвидшення прийняття рішень;
 - прозору комунікацію між усіма учасниками.

7.3. Параметричне моделювання будівель у Microsoft Visio

Хоч Microsoft Visio не є повноцінним BIM-інструментом, проте він може бути використаний для базового параметричного моделювання:

◆ Що це означає в контексті Visio:

- об'єкти (стіни, меблі, сантехніка) мають вбудовані параметри: довжина, ширина, матеріал;
- зміна параметрів — автоматична зміна форми;
- можливість виведення даних у таблицю або Excel (наприклад, площа, кількість елементів).

📌 Приклади використання:

- базове планування офісів, магазинів, готелів;
- створення шаблонів приміщень з автоматичними розмірами;
- підрахунок витратних елементів (розетки, світильники, меблі).

Таке моделювання підходить для **прототипів**, попередніх варіантів, технічного завдання або візуалізації для клієнта.

7.4. Використання хмарних сервісів для колективної роботи над проектами

У BIM-процесі критично важливо забезпечити **одночасну роботу кількох учасників**. Це можливо завдяки хмарним платформам:

Найпопулярніші хмарні рішення:

- **Autodesk BIM 360 / Autodesk Docs:** дає змогу зберігати, коментувати, обговорювати, синхронізувати моделі;
- **Trimble Connect** — платформа для обміну моделями IFC;
- **Revit Cloud Worksharing** — дозволяє кільком користувачам працювати з однією моделлю Revit одночасно.

Основні функції:

- збереження версій файлів (версіонування);
- відстеження змін;
- додавання приміток та завдань;
- контроль доступу (права редагування, перегляду).

Це особливо важливо у великих проєктах, де працюють десятки фахівців з різних міст або країн.

7.5. Оцінка ефективності BIM у сучасному будівництві

Впровадження BIM дає **економічний і організаційний ефект** на всіх етапах життєвого циклу будівлі — від проєктування до демонтажу.

Переваги:

- скорочення витрат на **переробку** креслень — до 30%;
- зменшення кількості **помилки на будівництві**;
- покращення **управління графіком** і термінами;
- можливість **візуального узгодження** проєкту із замовником;
- збереження **цифрового двійника** для подальшої експлуатації.

Недоліки:

- висока вартість впровадження (ліцензії, навчання);
- потреба у потужній техніці та швидкому інтернеті;
- складність освоєння для новачків.

Проте за світовими трендами BIM стає стандартом у всіх великих проєктах. В Україні він активно впроваджується у сфері державного будівництва, житлового сектору, комерційної нерухомості.

Тема 8. Використання САПР для проектування інтер'єрів та екстер'єрів

8.1. Основи дизайну інтер'єру у AutoCAD та SketchUp

Проектування інтер'єру — це процес створення внутрішнього простору з урахуванням **функціональності, естетики, ергономіки та технічних обмежень**. Для цього широко застосовуються САПР-програми, зокрема **AutoCAD** та **SketchUp**.

◆ AutoCAD:

- використовується для **точного 2D-планування** приміщень;
- дозволяє розміщувати меблі, сантехніку, електроприлади згідно з реальними розмірами;
- підтримує імпорт та налаштування **бібліотек меблів і устаткування**;
- креслення інтер'єру можна експортувати до інших програм для подальшої візуалізації.

◆ SketchUp:

- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- створення **3D-моделі інтер'єру** за лічені хвилини;
- можливість швидкого **розміщення об'єктів із бібліотек 3D Warehouse** (меблі IKEA, техніка Bosch тощо);
- налаштування матеріалів, кольору, освітлення;
- розділення на шари: освітлення, меблювання, оздоблення.

SketchUp ідеально підходить для дизайнерів-початківців або як перший етап перед переходом до Revit/3ds Max.

8.2. Створення візуалізацій та рендерів у 3ds Max та V-Ray

3ds Max — одна з найпотужніших програм для **професійної 3D-візуалізації**, яка у поєднанні з плагіном **V-Ray** дозволяє створювати фотореалістичні зображення інтер'єрів та екстер'єрів.

🔧 Основні можливості:

- **моделювання об'єктів** у середовищі 3D: меблі, аксесуари, інтер'єрні композиції;
- **створення матеріалів**: налаштування глянце, прозорості, шорсткості, відбиття;
- **налаштування освітлення**: денне світло, точкові джерела, HDRI-освітлення;
- **камери та фокусна глибина**: для ефекту фотографічного реалізму;
- **рендеринг із використанням V-Ray** — деталізація текстур, реалістичні тіні та відбиття, візуальні ефекти.

Рендери з 3ds Max використовуються у презентаціях, тендерах, візуальних матеріалах для замовників, архітекторів та інвесторів.

8.3. Робота з матеріалами, текстурами та освітленням

Матеріали та текстури — ключовий елемент візуального проектування, який визначає, як виглядає поверхня об'єкта (стіни, підлога, тканини, метал, скло).

🎨 Матеріали:

- задають **фізичні властивості**: колір, прозорість, глянцевість, відбивання;
- налаштовуються вручну або з бібліотек (наприклад, V-Ray Material Library).

📦 Текстури:

- це **зображення**, яке наноситься на поверхню для імітації матеріалу (дерево, бетон, плитка);
- можна додати карти нерівностей (bump map), рельєфу (displacement), блиску (specular).

💡 Освітлення:

- точкові, направлені, площинні джерела світла;
- денне освітлення з орієнтацією за географією;
- **баланс білого**, інтенсивність, кольорова температура;
- використання **HDRI (панорамних карт освітлення)**.

Правильне поєднання матеріалів, текстур і освітлення робить зображення реалістичним та емоційно привабливим.

8.4. Огляд програм для фотореалістичної візуалізації

Крім 3ds Max + V-Ray, існує низка інструментів, що дозволяють створювати якісні візуалізації навіть новачкам:

Програма	Опис
Lumion	Швидкий рендеринг у реальному часі, відео-анімація
Twinmotion	Інтуїтивний інтерфейс, інтеграція з Revit, ArchiCAD
Enscape	Плагін для SketchUp, Revit, працює у реальному часі
Corona Render	Простота у налаштуваннях, глибока інтеграція з 3ds Max
Blender + Cycles	Безкоштовне рішення з потужним рендерингом

Ці рішення дозволяють архітекторам, дизайнерам та студентам створювати високоякісні рендери без складного технічного навчання.

8.5. Врахування ергономіки та функціональності при проектуванні інтер'єрів

Ергономіка — це наука про комфортну та ефективну взаємодію людини з простором і предметами.

 **Основні принципи ергономіки інтер'єру:**

- **робочі проходи:** не менше 80–100 см;
- **висота робочої поверхні:** 85–90 см (кухня), 70–75 см (письмовий стіл);
- **відстань до телевізора:** 2,5–3 діагоналі екрана;
- **кут огляду при сидінні:** $90^\circ \pm 15^\circ$.

 **Функціональність:**

- **зонування простору:** розділення приміщення на зони (робоча, відпочинку, зберігання);
- використання **трансформованих меблів**;
- продумане розміщення **розеток, освітлення, вентиляції**;
- **доступність** для людей з обмеженими можливостями.

Поєднання ергономіки, функціональності та візуальної естетики — основа якісного сучасного інтер'єру.

Тема 9. Нормативна база та стандарти у будівельному проектуванні

9.1. Основні будівельні норми та правила в Україні та світі

Проектування у сфері будівництва та архітектури здійснюється на основі **нормативних документів**, які визначають вимоги до безпеки, якості, екологічності та ефективності будівель.



В Україні діють такі основні документи:

- **ДБН (Державні будівельні норми):**
 - ДБН В.2.2-15:2019 — Житлові будинки;
 - ДБН В.2.5-28:2006 — Внутрішнє водопостачання та каналізація;
 - ДБН В.2.5-67:2013 — Вентиляція;
 - ДБН Б.2.2-12:2019 — Планування та забудова територій;
- **ДСТУ (Державні стандарти України)** — регулюють правила оформлення креслень, символи, матеріали тощо.



Міжнародні стандарти:

- **ISO (International Organization for Standardization):**
 - ISO 128 — правила технічного креслення;
 - ISO 9001 — система менеджменту якості;
- **EN (Європейські норми):**
 - EN 1990–1999 — серія Єврокодів (Eurocodes);
- **NFPA, ASTM (США)** — стандарти протипожежного проектування та випробувань матеріалів.



Мета норм:

- безпечне функціонування будівлі;
- забезпечення комфортного середовища;
- узгодження з державними контролюючими органами;
- уніфікація технічної документації.

9.2. Вимоги до проектної документації

Проектна документація повинна відповідати структурі, формату і змісту, встановленому **ДСТУ Б А.2.4-4:2009** та іншим нормативам.



Обов'язкові розділи:

1. Пояснювальна записка (вступ, обґрунтування, технічні рішення);
2. Архітектурно-будівельні креслення (плани, фасади, розрізи);
3. Інженерні системи (електрика, ОВК, водопостачання);
4. Розрахунки (конструктивні, теплотехнічні, економічні);
5. Кошторис (відомість обсягів робіт, матеріалів);
6. Техніко-економічні показники;
7. Додатки (схеми, експлікації, сертифікати).



Форма документації:

- креслення — на аркушах А1–А4;
- всі позначення згідно з ДСТУ/ISO;
- обов'язкова наявність штампа з підписами, печатками;
- назви та маркування креслень мають бути зрозумілими та уніфікованими.

Проект без дотримання вимог до документації не проходить експертизу та не допускається до реалізації.

9.3. Використання екологічних стандартів у проектуванні

Екологічне проектування (Green Design) — це підхід, орієнтований на мінімізацію впливу будівництва на довкілля.

Елементи "зеленого" проектування:

- використання екологічно безпечних матеріалів (без шкідливих речовин, з можливістю переробки);
- енергозберігаючі технології (теплоізоляція, LED-освітлення, рекуперація повітря);
- зменшення споживання води (системи з повторним використанням, економні сантехприлади);
- раціональне зонування (інсоляція, вентиляція, природне освітлення);
- озеленення, "зелені" дахи, вертикальні сади.

Документи та стандарти:

- ДСТУ ISO 14001 — Система екологічного менеджменту;
- ДБН В.2.6-31:2021 — Теплова ізоляція будівель;
- міжнародні стандарти LEED, BREEAM, DGNB.

Використання еко-стандартів позитивно впливає на імідж, енергоефективність та здоров'я мешканців будівлі.

9.4. Сертифікація будівель за міжнародними стандартами (LEED, BREEAM)

LEED (США — Leadership in Energy and Environmental Design):

- система оцінки екологічності та енергоефективності;
- параметри: енергозбереження, водозбереження, вибір матеріалів, транспорт, вентиляція;
- рівні сертифікації: Certified, Silver, Gold, Platinum.

BREEAM (Велика Британія — Building Research Establishment Environmental Assessment Method):

- оцінка ефективності в категоріях: енергія, здоров'я, забруднення, відходи, управління;
- рівні: Pass, Good, Very Good, Excellent, Outstanding.

Переваги сертифікації:

- вища ринкова вартість будівлі;
- економія на експлуатації;
- привабливість для міжнародних інвесторів;
- відповідність глобальним ESG-стратегіям.

Хоч сертифікація не є обов'язковою в Україні, вона стає трендом у сфері готелів, бізнес-центрів, освітніх закладів.

9.5. Юридичні аспекти розробки проектної документації

Основні нормативно-правові акти:

- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»;
- Закон «Про архітектурну діяльність»;
- Постанова КМУ № 560 від 13.04.2011 — Порядок розроблення проектної документації;
- Порядок експертизи проектів будівництва (на безпеку, вартість, енергоефективність);
- Ліцензування проектної діяльності — фахівець має мати відповідну освіту, сертифікат архітектора або інженера-проектувальника.

Важливі аспекти:

- авторське право на проект;
- відповідальність за недоліки (цивільна, фінансова, кримінальна);
- строки розгляду, погодження, експертизи;
- вимоги до підписів, цифрових підписів (у разі подання онлайн).

Дотримання юридичних норм гарантує захист проекту та уникнення штрафів чи зупинки будівництва.

Тема 10. Проектування об'єктів готельно-ресторанного бізнесу в САПР

10.1. Особливості проектування готелів та ресторанів

Проектування об'єктів **HoReCa** (готельно-ресторанного сектора) має свої специфічні особливості, які пов'язані з:

- багатофункціональністю приміщень;
- інтенсивним потоком відвідувачів;
- високими вимогами до інтер'єру, логістики та гігієни;
- необхідністю інтеграції технічного обладнання (кухня, пральня, серверні тощо).



Основні принципи:

- **Рациональне зонування:** гостьова зона, адміністративна, технічна, кухня, санвузли, зони відпочинку.
- **Функціональність та ергономіка:** максимальна зручність для гостей і персоналу.
- **Відповідність ДБН:** вимоги до площ номерів, вентиляції, евакуаційних виходів, шумоізоляції, інсоляції.



У готелях:

- нумерація поверхів та номерів;
- підключення до інженерних мереж: вода, електрика, вентиляція;
- ліфти, аварійні виходи;
- спільні зони: конференц-зали, лобі, фітнес.



У ресторанах:

- кухня — найважливіша частина з санітарною та технологічною логікою;
- зала — комфорт, акустика, декор;
- зони обслуговування, бар, туалети — окремо для персоналу і гостей;
- склади, холодильні камери, мийні відділення.

10.2. Оптимізація простору та зонування приміщень

Одним із ключових завдань проектувальника є ефективне **розподілення площі** приміщень з урахуванням логіки роботи, потоку відвідувачів і ергономіки.



Основні типи зон:

- **функціональні зони** (готельні номери, кухня, бар, зал обслуговування);
- **технологічні зони** (обробка продуктів, холодний/гарячий цех, мийна, зберігання);
- **гостьові зони** (лобі, лаунж, конференц-зал, банкетка);
- **санітарно-побутові приміщення** (туалети, гардероби, душові для персоналу).



Принципи зонування:

- **логістика руху персоналу та гостей** не повинна перетинатися;
- **розміщення кухні ближче до залу** (мінімізація витрат часу);
- зони з підвищеним шумом/запахом — ізольовані;
- **інженерні комунікації** розводяться по найкоротших трасах.

Зонування виконується за допомогою **AutoCAD, Revit або Visio**, що дозволяє масштабувати рішення під площу та тип об'єкта.

10.3. Використання спеціалізованого програмного забезпечення (ArchiCAD, Microsoft Visio)



ArchiCAD:

- ідеально підходить для BIM-проектування HoReCa-об'єктів;
- дає змогу створювати детальні 3D-моделі закладів;
- вбудовані **бібліотеки меблів, сантехніки, побутової техніки**;
- швидке оформлення креслень, розрізів, фасадів;
- інтеграція з Revit, SketchUp, IFC-платформами.



Microsoft Visio:

- використовується на ранніх етапах — для **попереднього планування** простору, технічного завдання;
- зручно створювати плани залів, розміщення меблів, таблиці і схеми;
- параметричні об'єкти з легендами та специфікаціями.

✚ Інші програми:

- **Revit** — для комплексного BIM-моделювання будівель з інженерією;
- **SketchUp + LayOut** — швидке 3D моделювання з простим оформленням креслень;
- **Revit MEP або AutoCAD MEP** — для проектування інженерних систем закладу.

10.4. Проектування кухонного обладнання та інженерних мереж

Кухня ресторану — найскладніша частина проекту з точки зору технології, комунікацій і нормативів.

🔍 При проектуванні враховують:

- розподіл на цехи: холодний, гарячий, гарнірний, м'ясний, рибний, кондитерський;
- логіка потоку продуктів: прийом → зберігання → обробка → приготування → подача;
- розміщення обладнання згідно з розетками, витяжкою, каналізацією;
- **нормативні відстані між обладнанням** (мін. 1 м), санітарні відступи.

⚡ Інженерні системи:

- **водопостачання/каналізація** — під мийками, посудомийками;
- **електропостачання** — багато споживачів з великою потужністю (плити, духовки, холодильники);
- **вентиляція та витяжки** — над гарячими зонами;
- **газопостачання** — за умови відповідного дозволу, газового захисту, вентиляції.

Проект виконується з використанням **AutoCAD MEP або Revit MEP**, з дотриманням **ДБН В.2.2-4:2018 та СанПіН 42-123-5777**.

10.5. Візуалізація майбутніх інтер'єрів закладів HoReCa

Візуалізація — це ефективний інструмент для демонстрації ідеї замовнику, узгодження стилю, матеріалів та організації простору.

📷 Інструменти:

- **3ds Max + V-Ray** — фотореалістична візуалізація інтер'єру;
- **Lumion / Enscape / Twinmotion** — швидка інтерактивна візуалізація у реальному часі;
- **SketchUp + V-Ray** — доступний і простий інструмент для дизайнерів;
- **ArchiCAD CineRender** — вбудовані рендери на основі Cineware.

🎨 Що включає:

- 3D-модель залу, меблів, кольорової гами;
- матеріали (шкіра, дерево, метал), освітлення, декор;
- симуляція денного/нічного освітлення;
- вставка людей, сервірованих столів, їжі — для реалізму.

У HoReCa сегменті **естетика інтер'єру** **напрямку впливає на конкурентоспроможність**, тож візуалізація — не просто інструмент проектування, а частина маркетингу.

Тема 11. Оптимізація витрат та ресурсів у проектуванні

11.1. Автоматизовані розрахунки матеріалів та вартості будівництва

Оптимізація витрат починається з точного та своєчасного **розрахунку матеріалів**, необхідних для будівництва чи реконструкції об'єкта. Завдяки САПР-системам можна автоматизувати ці процеси.



Що розраховується:

- кількість будівельних матеріалів (цегла, бетон, плитка);
- площа оздоблення (підлога, стіни, стеля);
- обсяги інженерних систем (довжина кабелю, труб, повітроводів);
- вага конструкцій, об'єм залізобетону, ізоляційних матеріалів.



Інструменти:

- **AutoCAD Quantity Takeoff** — обчислення площ, довжин, об'ємів із креслень;
- **Revit Schedules** — автоматичне створення специфікацій і відомостей матеріалів з 3D-моделі;
- **Excel + AutoCAD** — зв'язок через таблиці атрибутів;
- **Navisworks** — агрегує моделі з різних САПР і формує зведені дані.



Переваги:

- відсутність людських помилок;
- миттєве оновлення при зміні моделі;
- експортування до кошторисних програм.

Це дає змогу будувати точний бюджет ще до початку робіт і вчасно контролювати перевитрати.

11.2. Використання AI для прогнозування витрат

Сучасні системи почали використовувати **штучний інтелект (AI)** та машинне навчання для:

- аналізу історичних даних;
- оцінки ризиків;
- передбачення фінансових наслідків змін у проекті.



Приклади використання:

- прогнозування вартості матеріалів на ринку з урахуванням сезонних коливань;
- автоматичне підбирання економічно вигідних рішень (заміна матеріалів, змінення технологій);
- визначення "неочевидних" витрат (логістика, монтаж, обслуговування).



Платформи:

- **Autodesk Construction IQ** — аналіз даних з BIM 360 для виявлення зон ризику;
- **Prevision.io, BricsCAD AI, SmartBid** — системи, що включають інтелектуальну аналітику та планування.

AI дозволяє уникати перевитрат ще на стадії планування проекту.

11.3. Застосування енергоефективних технологій

Енергоефективність — це не лише екологія, а й економія. Вартість експлуатації будівлі прямо залежить від рішень, прийнятих на стадії проектування.



Ефективні технології:

- утеплення огорожувальних конструкцій (стіни, дах, фундамент);
- енергозберігаючі вікна (склопакети з газовим наповненням, трикамерні профілі);
- системи рекуперації тепла у вентиляції;
- розумні системи освітлення та керування мікрокліматом;
- використання сонячних панелей, теплових насосів.

Програмні інструменти:

- **Revit + Insight 360** — оцінка енергоефективності моделі;
- **Autodesk Green Building Studio** — аналіз споживання енергії;
- **DesignBuilder, EnergyPlus** — для теплотехнічного моделювання.

Такі рішення дозволяють досягати **сертифікації за LEED / BREEAM** і значно зменшити експлуатаційні витрати.

11.4. Моделювання будівель із застосуванням енергоефективних матеріалів

Приклади матеріалів:

- газоблоки, пінополістирол, мінеральна вата;
- теплоізолюючі штукатурки, фасадні системи з вентиляцією;
- бетон із додатками для зменшення теплопровідності.

У САПР ці матеріали застосовуються як параметри об'єктів (наприклад, **тип стіни** в Revit: товщина, шаровість, коефіцієнт теплопередачі).

Як це виглядає:

- створюється **структура стіни**: зовнішній шар → утеплювач → внутрішній шар;
- система обчислює **тепловтрати**, пропонує варіанти економії;
- зміна матеріалу автоматично оновлює весь проект.

Це дозволяє не лише економити кошти, а й адаптувати проект під кліматичні умови, норми та побажання замовника.

11.5. Аналіз фінансової ефективності будівельних проектів

Після технічного проектування надзвичайно важливим є **оцінка доцільності інвестицій**. Для цього використовують **економічні інструменти та моделі**.

Ключові показники:

- **CAPEX (Capital Expenditure)** — витрати на будівництво;
- **OPEX (Operational Expenditure)** — витрати на експлуатацію;
- **NPV (Net Present Value)** — чиста приведена вартість;
- **ROI (Return on Investment)** — рентабельність інвестицій;
- **Payback period** — період окупності.

Інструменти аналізу:

- Excel (моделі з динамічними параметрами);
- Revit + плагіни (Insight, GBS);
- програми типу **CostOS, Buildertrend, PlanSwift**.

Також важливо враховувати **альтернативну вартість**: чи є кращі варіанти витрачання бюджету.

Тема 12. Інтеграція САПР з іншими програмами та хмарними технологіями

12.1. Взаємодія AutoCAD з Excel, MATLAB, SketchUp

Сучасні інженерні проекти рідко створюються у «замкненій» системі. Інтеграція AutoCAD з іншими програмами дозволяє значно розширити функціональність, автоматизувати обчислення та створювати комплексні рішення.



AutoCAD + Excel:

- експорт даних з таблиць креслень у Excel (наприклад, специфікації, списки об'єктів, площі);
- імпорт координат, даних, таблиць з Excel на креслення;
- зв'язок між Excel і AutoCAD може бути динамічним — зміна в Excel оновлює креслення (через DATA LINK).



AutoCAD + MATLAB:

- використовується для математичних розрахунків та моделювання;
- можна автоматично будувати графіки, складні форми (наприклад, антенні профілі, поверхні в аеродинаміці) й передавати результати у AutoCAD;
- обмін координатами, геометрією, параметрами (через скрипти, .dxf-файли або API).



AutoCAD + SketchUp:

- імпорт 2D-планів з AutoCAD у SketchUp → створення 3D-моделі на їх основі;
- експорт моделей SketchUp у AutoCAD у форматі .dwg/.dxf;
- використовується при візуалізації архітектурних об'єктів.

Взаємодія між програмами дозволяє уникнути дублювання роботи, забезпечити точність і прискорити реалізацію проектів.

12.2. Використання API та плагінів для автоматизації проектування

API (Application Programming Interface) — це інтерфейс, який дозволяє стороннім програмам або скриптам керувати САПР-програмами (AutoCAD, Revit, ArchiCAD) та автоматизувати їх функції.



Як це працює:

- написання скриптів мовами **AutoLISP, VBA, Python, .NET**;
- створення власних **інструментів, меню, форм**, які виконують стандартні дії в один клік;
- розробка **плагінів** для обробки великої кількості об'єктів (наприклад, автоматичне розставлення розеток по стінах).



Приклади:

- плагін для генерації специфікації по шарах;
- плагін для автоматичного створення вентиляційної системи по осі;
- API Revit дозволяє витягати дані моделі в реальному часі та формувати звіти.

Розробка власних інструментів дозволяє адаптувати САПР під конкретні завдання компанії або проекту.

12.3. Впровадження хмарних технологій у проектування

Хмара в контексті проектування — це середовище, де зберігаються файли, дані моделі та звіти, доступні онлайн для всіх учасників проекту.



Переваги:

- доступ до проекту з будь-якої точки світу;
- автоматичне збереження версій;
- одночасна робота кількох фахівців над однією моделлю;
- зниження ризику втрати даних.



Приклади хмарних рішень:

- **Autodesk BIM 360 / Autodesk Docs** — спільна робота з Revit/AutoCAD;

- **Trimble Connect** — для обміну IFC-моделями;
 - **Google Drive / OneDrive / Dropbox** — для креслень і специфікацій;
 - **Revit Cloud Worksharing** — паралельна робота в одній BIM-моделі.
- Хмара — не лише зберігання, а й **простір для командної взаємодії**, що прискорює реалізацію проекту.

12.4. Онлайн-співпраця у Microsoft Visio та BIM 360

◆ Microsoft Visio:

- підтримує **одночасне редагування** документа кількома користувачами (через Microsoft 365);
- можна коментувати, залишати примітки, обговорювати варіанти у режимі реального часу;
- підтримка збереження у **OneDrive** та **SharePoint**.

◆ BIM 360:

- платформа для керування життєвим циклом будівельного проекту;
- дає змогу:
 - завантажувати моделі;
 - перевіряти **колізії** (перетин систем, дублювання об'єктів);
 - створювати **задачі**, призначати **відповідальних осіб**;
 - відстежувати **прогрес виконання**;
- підтримує інтеграцію з Revit, AutoCAD, Navisworks.

Онлайн-співпраця усуває "розриви" між архітекторами, інженерами, замовниками й виконавцями.

12.5. Створення цифрових двійників будівель

Цифровий двійник (Digital Twin) — це цифрова копія фізичної будівлі, яка містить повну інформацію про її стан, параметри та історію змін.

📌 Використання:

- управління **експлуатацією будівлі**: моніторинг енерговитрат, технічних систем;
- планування **обслуговування та ремонту**;
- моделювання змін, реконструкцій, модернізацій;
- **візуалізація поведінки** будівлі у разі аварій або змін навколишнього середовища.

📌 Як створюється:

- BIM-модель (наприклад, з Revit) → поєднується з **реальними даними** від сенсорів, систем обліку (IoT);
 - використовується платформа типу **Autodesk Tandem, Bentley iTwin, Trimble Digital Twin**.
- Цифровий двійник — новий рівень цифровізації у будівництві, який поєднує проектування, будівництво та управління будівлею в єдиній моделі.
-

Тема 13. Візуалізація проектів та підготовка креслень до друку

13.1. Робота з текстом, шрифтами та позначеннями

У кресленнях важлива не лише графіка, а й **текстова інформація**: назви, розміри, умовні позначення, технічні характеристики. Вони мають бути оформлені за стандартами.



Текст у САПР:

- **Однорядковий текст (TEXT)** — короткі підписи, наприклад, номер кімнати;
- **Багаторядковий текст (MTEXT)** — довгі пояснення, технічні умови;
- **Текст у блоках** — може бути динамічним (атрибути), змінюватися при кожному вставленні блоку.



Стилі шрифтів:

- задаються у **STYLE** (AutoCAD) або через параметри об'єкта (Revit, ArchiCAD);
- регулюються:
 - шрифт (наприклад, Arial, Simplex);
 - висота тексту (залежно від масштабу креслення);
 - нахил, інтервал, товщина ліній.



Позначення:

- маркування осей, розмірів, рівнів, номерів приміщень;
- умовні графічні позначення: вентиляція, електрика, матеріали;
- пояснювальні надписи — мають бути **лаконічними, чіткими та розбірливими**.

Всі тексти повинні відповідати **ДСТУ ISO 3098**, мати **уніфікований стиль** у всьому проекті.

13.2. Оптимізація зображень для друку

Перед друком важливо переконаватися, що креслення мають **правильну структуру, формат і стиль відображення**.



Основні кроки:

1. **Перевірка масштабу і розмірів аркушів** — A1, A2, A3, A4 (згідно ISO 5457).
2. **Шари та їх видимість** — вимкнути службові або непотрібні шари (наприклад, допоміжні).
3. **Типи ліній і товщина** — не повинно бути надто тонких або товстих контурів.
4. **Кольори** — обрати відповідність між кольорами на екрані та відображенням у чорно-білому режимі (у AutoCAD — через CTB-файл).
5. **Рамка та штамп** — розміщення згідно з ДСТУ, має містити назву проекту, автора, масштаб, аркуш.



Вивід на друк:

- **Plot Style Table (.CTB)**: визначає, які кольори перетворюються в які товщини та типи ліній;
- **Layout / Paper Space**: у AutoCAD дозволяє створити макети для друку з рамками та вікнами перегляду моделі.

13.3. Налаштування масштабів та експорту креслень



Масштаби:

- Застосовуються при створенні вікон перегляду (viewport) у Paper Space;
- Автоматично впливають на **висоту тексту, розміри, лінії**;
- Типові масштаби: 1:100, 1:50, 1:20, 1:10.



Експорт:

- у **PDF** — для презентацій, електронного погодження, друку;
- у **DWG/DXF** — для передачі колегам або іншим системам;
- у **IFC (Industry Foundation Classes)** — для експорту з BIM-систем;
- у **DWF/DWfx** — захищений формат перегляду креслень.

Також можливий **експорт окремих шарів**, видів, або навіть **3D-моделі** у SketchUp, Revit, Lumion тощо.

13.4. Використання кольорового маркування для різних частин проекту

Кольорове маркування у САПР:

- дозволяє швидше орієнтуватися в кресленні;
- розрізняти типи інженерних мереж (наприклад, вода — синій, вентиляція — зелений, електрика — червоний);
- використовувати **кольорові шари** для виводу креслень у PDF/презентації.



Приклади:

- **шар ЕЛЕКТРИКА** — червоний;
- **ВОДОПРОВІД** — синій;
- **СТІНИ** — чорний або сірий;
- **ТЕКСТ** — темно-сірий або чорний;
- **ВЕНТИЛЯЦІЯ** — зелений.

Для технічного друку все переводиться в ч/б (через СТБ), а для **візуалізацій/роздруківок** для **замовників** кольори зберігаються.

13.5. Формати файлів для друку та цифрового представлення проекту



Основні формати друку:

- **PDF** — найзручніший для перегляду, підпису, друку;
- **DWF/DWFX** — формат Autodesk для читання, коментування;
- **PLT (Plot File)** — формат для плотерного друку (HPGL2).



Цифрові формати:

- **DWG/DXF** — редаговані креслення;
- **IFC** — для обміну BIM-моделями;
- **OBJ/STL/FBX** — 3D-моделі для візуалізації або друку;
- **PNG, JPG** — для презентацій.



Захист і підпис:

- цифровий підпис у PDF;
- водяні знаки;
- захист на редагування (Read-only, Protected View).

Вибір формату залежить від цільової аудиторії: проєктант, замовник, будівельник, експертна служба.

Тема 14. Сучасні технології у проектуванні: VR, AR, 3D-друк

14.1. Використання VR/AR для перегляду проектів у реальному часі

Що таке VR і AR?

- **VR (Virtual Reality)** — повністю віртуальне середовище, в яке користувач занурюється за допомогою VR-гарнітури (наприклад, Oculus Rift, HTC Vive).
- **AR (Augmented Reality)** — доповнена реальність, яка **накладає 3D-модель** на реальний світ (через смартфон, планшет або спеціальні окуляри — HoloLens).

Як це працює в проектуванні:

- BIM-модель або 3D-модель перетворюється на VR-сцену;
- замовник чи фахівець може **вільно "прогулятися" по майбутній будівлі**;
- у режимі AR — переглянути, як буде виглядати конструкція на реальному об'єкті (наприклад, труба в приміщенні).

Програми та платформи:

- **Twinmotion + Oculus** — інтерактивний перегляд Revit/SketchUp моделей у VR;
- **Enscape** — швидке перетворення BIM-моделі у VR-сцену;
- **Unity / Unreal Engine** — кастомні середовища для AR/VR;
- **ARki, Morpholio AR SketchWalk** — AR-додатки для архітекторів.

Переваги:

- емоційне переконання замовника;
- виявлення помилок до початку будівництва;
- навчання персоналу (наприклад, безпечне прокладання кабелів у складних умовах).

14.2. Друк 3D-моделей будівель

Що таке 3D-друк у архітектурі?

- процес виготовлення **фізичної моделі будівлі або її частини** шляхом накладання шарів матеріалу (пластик, гіпс, фотополімер тощо).

Як створюється:

1. Створення 3D-моделі в Revit, SketchUp, ArchiCAD;
2. Експорт у формат **.STL або .OBJ**;
3. Налаштування в слайсері (Cura, PrusaSlicer, PreForm);
4. Друк на 3D-принтері.

Навіщо потрібен:

- демонстрація проекту на виставках, клієнтам, інвесторам;
- вивчення конструктивних рішень;
- освітні цілі (макети для навчання);
- створення деталей для макетів (наприклад, меблі, ландшафтні елементи).

Альтернатива:

- **лазерна порізка та фрезерування** для виготовлення деталей макетів з дерева, пластику, ПВХ.

14.3. Робота з інструментами доповненої реальності

Що таке AR у САПР?

Це можливість переглядати модель об'єкта на екрані телефону/планшета у реальному просторі.

Приклади:

- **SketchUp Viewer AR Mode** — дає змогу поставити віртуальний будинок на реальну ділянку;
- **BIMx (Graphisoft)** — доповнена реальність для ArchiCAD-моделей;
- **Fologram** — використання HoloLens для розмітки конструкцій на будмайданчику.

Застосування:

- презентації;
 - узгодження з клієнтом;
 - візуалізація складних інженерних систем;
 - монтаж інженерних елементів на об'єкті (точна прив'язка).
- AR — це не просто ефектність, а **новий рівень точності та комунікації** в проектуванні.
-

14.4. Використання AI у проектуванні

Як штучний інтелект змінює САПР:

1. **Генеративний дизайн:**
 - користувач задає вимоги (площа, функція, освітлення);
 - система (наприклад, Autodesk Generative Design) генерує десятки варіантів планування.
2. **Автоматичне створення креслень:**
 - на основі опису або скетчу генерується повноцінний проект.
3. **Аналіз колізій:**
 - AI виявляє потенційні конфлікти систем (труба через балку тощо).
4. **Прогнозування ефективності:**
 - аналіз енерговитрат, окупності, матеріалів.

Приклади інструментів:

- **Hypar, TestFit.io, Spacemaker AI** — планування багатоповерхових житлових комплексів;
 - **BricsCAD AI, Autodesk Construction IQ** — виявлення помилок і оптимізація.
- AI змінює роль проектувальника — тепер він не просто креслить, а **керує параметрами і приймає стратегічні рішення**.
-

14.5. Автоматизоване тестування проектних рішень

Перед реалізацією проект має пройти **випробування “на міцність”** у віртуальному середовищі.

Що можна перевірити:

- статичну міцність конструкцій;
- енергоспоживання в різні пори року;
- швидкість евакуації при пожежі;
- акустичні характеристики приміщень;
- енергетичні втрати через огорожувальні конструкції.

Інструменти:

- **Autodesk Insight** — енергоефективність;
- **ANSYS, SCIA Engineer** — механічні навантаження;
- **Pathfinder** — евакуація при надзвичайних ситуаціях;
- **CATT-Acoustic, Odeon** — акустика в приміщеннях;
- **Sefaira (SketchUp)** — аналіз денного світла, вентиляції.

Таким чином, до **будівництва можна змоделювати поведінку об'єкта в реальних умовах**, уникнути ризиків і зменшити витрати.

Тема 15. Практичне застосування САПР: аналіз реальних проектів

15.1. Аналіз реальних кейсів проектування

Практичне застосування САПР найкраще ілюструється на прикладі **реалізованих проектів**, які демонструють можливості програм, ефективність BIM-підходу, взаємодію команд та вирішення складних інженерних завдань.



Приклади:

- **Готельний комплекс у Карпатах (Revit + Lumion):**
 - повна BIM-модель із рельєфом, інженерією, гостьовими зонами;
 - інтер'єри створені у 3ds Max, наповнення — з бібліотек.
- **Ресторан в історичному центрі Львова (AutoCAD + ArchiCAD):**
 - ретельно прораховані обмеження по висоті, вентиляція через старі димоходи;
 - поєднання сучасного обладнання з історичною архітектурою.
- **Дизайн-офіс у форматі open-space (SketchUp + Enscape):**
 - проектували інтер'єр за принципами agile;
 - VR-тур використовувався для прийняття рішень клієнтом.



Чому ці кейси важливі:

- демонструють **взаємодію програм**;
- виявляють, як **усуваються помилки ще до будівництва**;
- показують **реальну цінність візуалізацій і цифрового управління**.

15.2. Практичне завдання: створення власного проекту

Для закріплення знань студент виконує **міні-проект**:

- на вибір: кафе, бар, номер готелю, міні-готель, хостел, кав'ярня;
- **етапи роботи:**
 1. Збір вимог (цільова аудиторія, площа, функціональність);
 2. Планування приміщення в AutoCAD або Visio;
 3. Створення 3D-моделі (SketchUp / Revit / ArchiCAD);
 4. Візуалізація (Enscape / Lumion / V-Ray);
 5. Оформлення креслень для друку;
 6. Створення специфікацій і презентації.



Результат:

- архітектурне рішення;
- креслення з розмірами, текстом, шаруванням;
- візуалізація;
- пояснювальна записка або короткий відеотур.

15.3. Перевірка на відповідність стандартам

Після створення проекту важливо перевірити:



Технічні аспекти:

- відповідність масштабів;
- правильність розмірів і кутів;
- коректність шарів і типів ліній;
- наявність умовних позначень, маркувань.



Нормативні:

- наявність штампу, назви, дати;
- дотримання ДБН (санітарні відстані, проходи, вентиляція);
- використання шрифтів за ДСТУ.



Формальні:

- правильні формати файлів (DWG, PDF, IFC);

- структурованість папки з проектом;
- стислий опис або презентація.

Це формує у студента **реальні навички роботи з проектною документацією**, як у професійному середовищі.

15.4. Презентація результатів роботи

Кожен студент або команда:

- готує коротку **презентацію (до 5 хвилин)**;
- демонструє:
 - креслення;
 - 3D-модель (відео або живий перегляд);
 - візуалізації;
 - обґрунтування концепції;
 - приклади вибору обладнання, матеріалів;
- (опційно) використовує **VR/AR-преглед** або відео-тур.

Це дає змогу розвивати:

- **креативність**;
 - **навіки публічного виступу**;
 - **критичне мислення** (відповіді на запитання аудиторії).
-

15.5. Оцінка та коригування проекту



Критерії оцінки:

- графічна якість;
- відповідність технічному завданню;
- правильність розрахунків, масштабів;
- інноваційність рішення;
- якість візуалізації;
- логічність подачі та презентації.



Зворотний зв'язок:

- обговорення помилок і сильних сторін;
- внесення коректив за рекомендацією викладача;
- (за бажанням) доопрацювання проекту для участі в конкурсах, портфоліо.

Цей етап завершує цикл: **від концепції — до реалізації у вигляді професійного проекту**.

Рекомендована література

Основна

1. Конспект лекцій з дисципліни «Автоматизоване проектування» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / Д.О. Харенко. Одеса: МГУ, 2024. 28 с.
2. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Автоматизоване проектування» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / Д.О. Харенко. Одеса: МГУ, 2024. 16 с.
3. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Автоматизоване проектування» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / Д.О. Харенко. Одеса: МГУ, 2024. 15 с.
4. Основи автоматизованого проектування : Навчальний посібник / В. О. Губеня, О. М. Люлька, Т. І. Іщенко та ін. – К. : Видавничий дім «Кондор», 2021. – 172 с.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст]: підручник / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов ; за ред. В. Є.
6. Михайленка; Київ. нац. ун-т будівництва і архітектури, Нац. техн. ун-т України"Львів. політех. ін-т". — 6-те вид. — Київ : Каравела, 2012. — 360 с.

Допоміжна:

1. Комп'ютерна графіка: AutoCAD [Текст] : навч. посібник / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук. — Херсон : Грін Д. С., 2015. — 304 с.
2. Креслення [Текст] : навчальний посібник / Ю.Ю. Глушко, Г.В. Гребенькова. – ТОВ "Компанія МПТ", 2016. – 128 с.
3. Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст] : підручник / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов. – 5-те вид. – К. : Каравела, 2010. – 360 с. – ISBN 978-966-8019-19-9.
4. Гетун Г.В. Архітектура будівель та споруд [Текст] : підручник. Кн. 1 : Основи проектування. Видання 2-ге, перероблене та доповнене – Київ: Кондор, 2012. – 380 с.
5. Основи автоматизації проектування в будівництві: конспект лекцій Укладач : Сорочак А.П. –Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. –120 с.