

Міністерство освіти і науки України  
Мукачівський державний університет  
Кафедра готельно-ресторанної та музейної справи

## **ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ГОТЕЛЬНО- РЕСТОРАННОЇ ТА МУЗЕЙНОЇ СПРАВИ**

### **Конспект лекцій**

Змістовий модуль 1. Системи автоматизованого проектування

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальностей 241 Готельно-ресторанна справа,  
027 Музеєзнавство, пам'яткознавство

**Мукачево  
МДУ 2024**

УДК [640.412:640.432:069]:76:004.92(042.3)

*Розглянуто та схвалено  
на засіданні кафедри готельно-ресторанної та музейної справи  
протокол № 4 від 08.10. 2024 р.*

**Укладач:**

Роглев Й.Й. – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри готельно-ресторанної та музейної справи МДУ

**Інженерна графіка та проектування об'єктів готельно-ресторанної та музейної справи:** Змістовий модуль 1. Системи автоматизованого проектування. Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 241 готельно-ресторанна справа, 027 музеєзнавство, пам'яткознавство / укладач Й.Й. Роглев. – Мукачєво: МДУ, 2024. 47с. (1,69 д.а.)

I-62

У навчально-методичному виданні стисло викладено змістовний модуль 1. Системи автоматизованого проектування з дисципліни «Інженерна графіка та проектування об'єктів готельно-ресторанної та музейної справи» згідно з чинною робочою програмою.

Видання адресовано здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальностей 241 Готельно-ресторанна справа та 027 Музеєзнавство, пам'яткознавство.

© МДУ, 2024

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	<b>4</b>
<b>Структура навчальної дисципліни</b> .....	<b>6</b>
<b>ЛЕКЦІЯ № 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ</b> .....	<b>7</b>
1.1 Поняття «проектування» .....	7
1.2 Етапи проектування .....	8
1.3 Автоматизоване, автоматичне та неавтоматизоване проектування.....	13
<b>ЛЕКЦІЯ №2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ</b> .....	<b>16</b>
2.1 Призначення та завдання систем автоматизованого проектування .....	16
2.2 Системний підхід до проектування та САПР .....	19
2.3 Класифікація систем автоматизованого проектування.....	22
2.4 Історія створення та розвитку систем автоматизованого проектування....	25
<b>ЛЕКЦІЯ №3. СПОСОБИ ПОБУДОВИ ЕЛЕМЕНТІВ КРЕСЛЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ САПР</b> .....	<b>27</b>
3.1 Основні поняття комп'ютерної графіки .....	27
3.2 Види комп'ютерної графіки.....	28
3.3 Формати графічних документів .....	33
<b>ЛЕКЦІЯ №4. ПРИЗНАЧЕННЯ, ІНТЕРФЕЙСИ ТА ФУНКЦІЇ САПР</b> .....	<b>37</b>
4.1 Програмні рішення компанії Autodesk, Inc .....	37
4.2 Векторний графічний редактор CorelDraw .....	44
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<b>47</b>

## ПЕРЕДМОВА

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Інженерна графіка та проектування об'єктів готельно-ресторанної та музейної справи» є підготовка здобувачів до проектування закладів ресторанного господарства, готельних та музейних підприємств із використанням систем автоматизованого проектування (САПР).

**Завдання** навчальної дисципліни «Інженерна графіка та проектування об'єктів готельно-ресторанної та музейної справи»:

- ознайомлення з основними поняттям САПР;
- ознайомлення та засвоєння основних принципів побудови креслень на основі єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД);
- отримати уявлення про існуючі програмні продукти, перспективи розвитку САПР, основ і принципів автоматизованого проектування;
- отримати навички у користуванні основним програмним забезпеченням САПР на рівні, який достатній для виконання необхідних креслень під час проектування об'єктів готельно-ресторанного господарства;
- отримати знання про громадські будівлі та їх елементи для виконання архітектурно-будівельних креслень.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може набути таких спеціальних (фахових) *компетентностей* (СК/ФК):

**зі спеціальності 027 «Музеєзнавство, пам'яткознавство»**

ЗК 2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК 4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

СК 1. Здатність діяти соціально відповідально і свідомо відповідно до розуміння тенденцій розвитку музейної та пам'яткоохоронної галузі

СК 9. Здатність проектувати розвиток музейно-заповідної мережі; закладів музейного типу

**зі спеціальності 241 «Готельно-ресторанна справа»**

ЗК 03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК 04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

СК 01. Розуміння предметної області і специфіки професійної діяльності.

СК 06. Здатність проектувати технологічний процес виробництва продукції і послуг та сервісний процес реалізації основних і додаткових послуг у підприємствах (зкладах) Готельно-ресторанного та рекреаційного господарства

Опанування дисципліни дозволяє отримати такі результати навчання (ПР/РН) освітньої програми підготовки бакалаврів:

**для спеціальності 027 «Музеєзнавство, пам'яткознавство»**

ПР 3 Розробляти організаційну структуру, основні завдання, напрями діяльності музеїв, заповідників та інших закладів музейного типу залежно від їх класифікаційної приналежності

ПР 6 Створювати оптимальні умови для зберігання музейних фондів

ПР 20 Застосовувати інформаційно-комп'ютерні технології у професійній діяльності

*для спеціальності 241 «Готельно-ресторанна справа»*

РН 1. Знати, розуміти і вміти використовувати на практиці основні положення, законодавства, національних і міжнародних стандартів. Що регламентують діяльність суб'єктів готельного та ресторанного бізнесу.

РН 05. Розуміти принципи, процеси і технології організації роботи суб'єктів готельного та ресторанного бізнесу.

РН 09. Здійснювати підбір технологічного устаткування та обладнання, вирішувати питання раціонального використання просторових та матеріальних ресурсів.

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Змістовний модуль 1. Системи автоматизованого проектування</b>						
Тема 1. Характеристика процесу проектування	9	2	2			5
Тема 2. Загальні відомості про системи автоматизованого проектування	9	2	2			5
Тема 3. Способи побудови елементів креслень за допомогою САПР.	9	2	2			5
Тема 4. Призначення, інтерфейси та функції САПР	9	2	2			5
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			<b>20</b>
<b>Змістовний модуль 2. Проектування об'єктів готельно-ресторанної та музейної справи</b>						
Тема 5. Організаційні засади проектування готельних господарств	10	2	2			6
Тема 6. Основні принципи розміщення готельних господарств	10	2	2			6
Тема 7. Об'ємно-планувальні рішення підприємств гостинності	10	2	2			6
Тема 8. Основи проектування житлових приміщень, підприємств харчування, приміщень громадського призначення, службово-побутових та господарських приміщень готельного підприємства	12	4	2			6
Тема 9. Загальні положення проектування музейних господарств	12	4	2			6
Тема 10. Містобудівні принципи розміщення музеїв.	10	2	2			6
Тема 11. Склад та взаємозв'язок приміщень музеїв	10	2	2			6
Тема 12. Організація експозицій.	10	2	2			6
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>84</b>	<b>20</b>	<b>16</b>			<b>48</b>
<b>Контрольний захід екзамен</b>	<b>30</b>	-	-	-	-	-
<b>Разом за семестр:</b>	<b>150</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	-		<b>68</b>

# ЛЕКЦІЯ № 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ

## План

1.1 Поняття «проектування»

1.2 Етапи проектування

1.3 Автоматизоване, автоматичне та неавтоматизоване проектування

*Ключові слова: проектування, технічне завдання, ескізне проектування, робоча документація.*

### 1.1 Поняття «проектування»

**Проектування** (від лат. *Projectus* – кинутий вперед) – процес отримання та перетворення початкового опису об’єкта в завершений опис за допомогою комплексу робіт дослідного, розрахункового та конструкторського характеру.



*Рис. 1.1 – Життєвий цикл виробу [1]*

Образ об'єкту або його складових утворюється в уяві людини в результаті творчого процесу або виконання певних алгоритмів під час взаємодії людини та ЕОМ (електронно-обчислювальної машини).

Перетворення початкового опису на завершений супроводжується появою проміжних описів, які підсумовують виконання деяких завдань, та які використовують для обговорення та ухвалення проектних рішень для завершення або продовження процесу проектування. Отже, проміжні описи об'єкта проектування називають **проектними рішеннями**.

Створення та експлуатація технічного об'єкта є складним, багата стадійним та *ітеративним* процесом (аналогічно до математичної ітерації – багаторазового повторення якоїсь математичної операції). Загальний вигляд життєвого циклу об'єкта проектування представлено на рис. 1.1.

Виділяють два способи проектування, які мають принципові відмінності: «доверху» та «донизу». Під час проектування «доверху» попередньо створені проекти деталей з'єднують в єдину конструкцію. Під час проектування «донизу» спочатку створюють загальний проект виробу, а потім послідовно доповнюють його деталізованими проектами окремих елементів.

Процес проектування містить розроблення *технічної пропозиції* або *технічного завдання*. Зазвичай технічне завдання представлене документацією, яка є *первинним описом об'єкта*.

## 1.2 Етапи проектування

### *Технічне завдання на науково-дослідні роботи та їх проведення*

Науково-дослідні роботи в проектуванні призначені для:

- вирішення конкретних наукових проблем зі створення нових виробів;
- отримання рекомендацій, інструкцій, розрахунково-технічних матеріалів, методів;
- визначення можливості здійснення дослідно-конструкторських робіт за тематикою науково-дослідних робіт.

Під час розроблення технічного завдання використовують та обробляють таку інформацію:

- ✚ об'єкт дослідження;
- ✚ опис вимог до об'єкту дослідження;
- ✚ перелік функцій об'єкта дослідження загальнотехнічного значення;
- ✚ перелік фізичних та інших ефектів, закономірностей і теорій, які можуть виступати як основа принципу роботи виробу; ✚ технічні рішення;
- ✚ відомості про науково-технічний потенціал виконавця науково-дослідних робіт;
- ✚ відомості про виробничі ресурси (стосовно об'єкту досліджень);
- ✚ інформація про матеріальні ресурси;
- ✚ очікуваний економічний ефект;
- ✚ *додаткова інформація*:



- ✚ методи вирішення окремих завдань з оброблення інформації;
- ✚ загальнотехнічні вимоги (нормативні документи, обмеження шкідливого впливу, вимоги надійності, ремонтопридатності, ергономіки тощо);
- ✚ строки оновлення продукції;
- ✚ інновації щодо об'єкту досліджень;
- ✚ відомості про новий принцип роботи, нові гіпотези, теорії, результати науково-дослідних робіт;
- ✚ дані економічної оцінки, моделювання основних процесів, оптимізації багатокритеріальних задач, макетування, типових розрахунків;
- ✚ вимоги до інформації, яку вводять до інформаційних систем.

За результатами виконання науково-дослідних робіт здійснюють:

- узагальнення результатів попередніх робіт;
- оцінка ступеня розв'язання задач;
- розроблення рекомендацій щодо подальших досліджень і проведення дослідно-конструкторських робіт;
- розроблення проекту технічного завдання на дослідно-конструкторські роботи;
- написання повного звіту та приймання науково-дослідної роботи.

Результатом науково-дослідних робіт є отримання певного наукового, науково-технічного, економічного та соціального ефектів.

*Науковий ефект* полягає в отриманні нової наукової інформації, яка може бути підставою для подальших наукових досліджень.

*Науково-технічний ефект* дає змогу використовувати результатів досліджень в інших науково-дослідних і дослідно-конструкторських роботах під час створення нової продукції.

*Економічний ефект* характеризує прибутковість від використання результатів прикладних науково-дослідних робіт.

*Соціальний ефект* виявляється у поліпшенні умов праці, зростанні економічних показників, розвитку культури, освіти та інших сфер життя.

Проектування в техніці – комплекс заходів з пошуку технічних рішень, які задовольнятимуть висунутим вимогам, оптимізації та вдосконалення цих рішень у вигляді комплексу конструкторських документів і дослідних зразків, з якими (зразками) здійснюють комплекс випробувань щодо їх відповідності технічному завданню.

Проектувальник має знати маркетинг, особливості економіки країни та світу, фізику явищ, численні технічні дисципліни (радіотехніку, обчислювальну техніку, математику, метрологію, *організацію і технологію виробництва* тощо). Також слід брати до уваги вимоги сучасного життя, вміти оцінювати запозичений досвід і якісно аналізувати інформацію.

### ***Послідовність виконання дослідно-конструкторських робіт***

Часто повний цикл проектування називають НДДКР (*Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи*, англійською мовою – *Research & Development, R & D*) – комплекс заходів наукових (дизайнерських,

концептуальних тощо) досліджень, виробничих дослідних і дрібносерійних зразків продукції, які передують впровадженню нового продукту або системи у промислове виробництво.

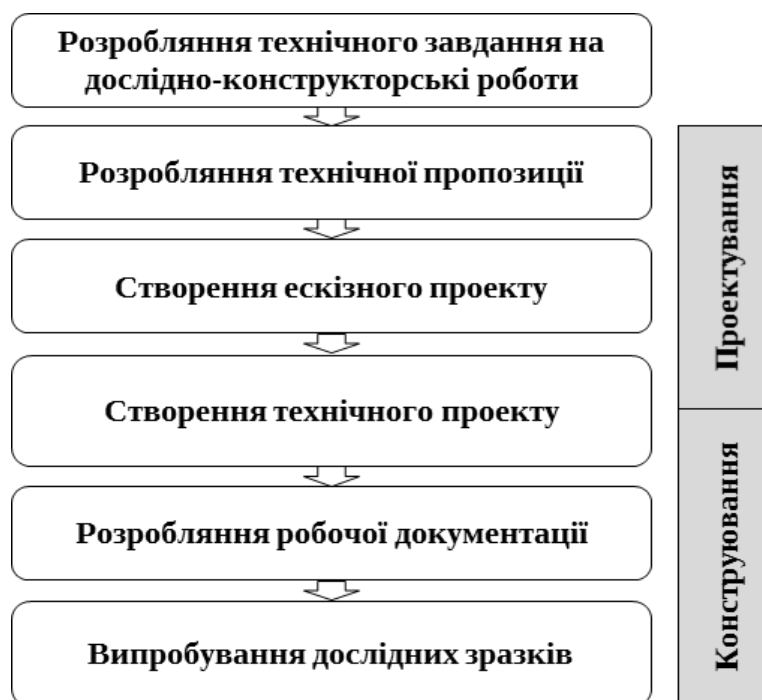
Орієнтовний склад та послідовність дослідно-конструкторських робіт представлено на рис. 1.2.

**Технічне завдання** є вихідним документом для проектування споруди чи промислового комплексу, конструювання технічного пристрою (приладу, машини, системи керування тощо), розробки автоматизованої системи, створення програмного продукту або проведення науково-дослідних робіт (НДР), відповідно до якого проводиться виготовлення, приймання при введенні в дію та експлуатація відповідного об'єкта [2].

Послідовність розроблення **технічного завдання** на дослідно-конструкторські роботи:

- ✚ замовник розробляє проект технічного завдання;
- ✚ виконавець опрацьовує проект технічного завдання;
- ✚ обґрунтування переліку контрагентів і погодження з ними окремих положень технічного завдання;
- ✚ погодження та затвердження технічного завдання.

Отже, опрацювання технічного завдання здійснює виконавець, а не замовник робіт.



**Рис. 1.2 – Етапи дослідно-конструкторських робіт [1]**

**Технічна пропозиція** – стадія проектування і сукупність конструкторських документів, які розробляють на цій стадії, та які повинні містити уточнені технічні і техніко-економічні обґрунтування доцільності розробки документації на виріб [3].

**Технічна пропозиція** є підставою для доопрацювання (виправлення)

технічного завдання та виконання *ескізного проекту*.

Під час розроблення технічної пропозиції формулюють додаткові або уточнені вимоги до виробу, його технічних характеристик і показників якості, які не могли бути вказані у технічному завданні:

- виявлення варіантів можливих рішень, встановлення особливостей варіантів (принципів роботи, розташування функціональних складових тощо), конструкторське опрацювання; глибина такого опрацювання має бути достатньою для порівняльної оцінки варіантів;
- перевірка варіантів на патентну чистоту і конкурентоспроможність, оформлення заявок на винаходи;
- перевірка відповідності варіантів вимогам безпеки праці та виробничої санітарії;
- порівняльна оцінка варіантів; порівняння здійснюють за показниками якості виробу (надійності, економічності, естетики, ергономіки тощо);

порівняння варіантів можуть проводити також за показниками технологічності (трудомісткість виготовлення, матеріалоємність виробу тощо), стандартизації і уніфікації; водночас беруть до уваги конструктивні й експлуатаційні характеристики нового виробу та існуючих виробів, тенденції і перспективи розвитку техніки в цій області, питання метрологічного забезпечення виробу;

- вибір оптимального варіанту (варіантів) виробу, обґрунтування вибору;
- встановлення вимог до виробу (технічних характеристик, показників якості та ін.) і до наступної стадії розробки виробу [3].

**Ескізне проектування.** Ескізне проектування є основою *технічного проектування*. Під час ескізного проектування визначають та розробляють принципові технічні рішення:

- ✚ роботи з етапу технічної пропозиції, якщо цей етап не проводили;
- ✚ вибір основних технічних рішень;
- ✚ розроблення структурних і функційних схем виробу (*структурна схема* – схема, на якій показано основні функційні частини виробу, їх взаємозв'язки та призначеність для отримання загальної уяви про виріб; *функційна схема* – схема, яка пояснює певні процеси, що відбуваються у виробі чи в його окремих функційних частинах [4]);
- ✚ вибір основних конструктивних елементів;
- ✚ метрологічна експертиза проекту;
- ✚ розроблення та випробування макетів (моделей проектного об'єкта в зменшеному масштабі або в натуральну величину, позбавлених функціональних властивостей майбутнього реального об'єкта).

Результатом ескізного проектування є ескізний проект, який розробляють для встановлення принципів конструктивних, схематичних та інших рішень виробу, які дають змогу отримати загальне уявлення про принцип роботи та (або) будову проектованого виробу, якщо це доцільно здійснити до розроблення технічного проекту або робочої документації.

*Ескізне проектування* вважають власне *проектуванням*, на відміну від наступного етапу – *технічного проектування*, яке зазвичай називають *конструюванням* [1].

**Технічне проектування.** Технічний проект створюють для виявлення остаточних технічних рішень, які дають повну уяву про конструкцію виробу, якщо це доцільно до розроблення робочої документації.

Основне призначення технічного проекту – остаточний вибір технічних рішень для виробу в цілому та його складових:

- розроблення принципів електричних, кінематичних та інших схем (*принципова схема* – показано повний склад елементів і зв'язків між ними і яка дає детальну уяву про принцип роботи виробу [4]);
- уточнення основних параметрів виробу;
- виконання конструктивного компонування виробу;
- розроблення проектів технічних умов (ТУ) на виготовлення виробу;
- випробування макетів у натуральних умовах.

Під час технічного проектування за необхідності можуть розробляти декілька варіантів окремих частин виробу. Після цього оптимальний варіант обирають на підставі результатів випробувань дослідних зразків виробу.

На етапі технічного проектування не повторюють роботи, які були здійснені під час попередніх етапів, якщо в результаті цих робіт не можна отримати нові дані про об'єкт.

Під час розроблення технічного проекту використовують окремі документи, розроблені на попередніх етапах, але ці документи мають відповідати вимогам до документів технічного проекту, або якщо до них внесені зміни для забезпечення такої відповідності.

Технічна пропозиція, ескізний проект і технічний проект утворюють проектну (конструкторську) документацію. Технічне проектування завершується випуском робочої документації.

**Робоча документація** – конструкторська документація, розроблена на основі технічного завдання чи проектної конструкторської документації, згідно з якою виготовляють, контролюють, приймають, постачають, експлуатують та ремонтують виріб.

Спочатку розробляються робочу документацію для виготовлення та випробування дослідного зразка об'єкта.

Формування комплекту конструкторських документів здійснюють у такій послідовності:

- ✚ розроблення повного комплекту робочої документації;
- ✚ погодження робочої документації із замовником та серійним

- ✚ виробником продукції;
- ✚ перевірка робочої документації за показниками уніфікації та стандартизації;
- ✚ виробництво дослідного зразка;
- ✚ налаштування та комплексне регулювання дослідного зразка.

Робочу документацію називають також **робочим проектом**.

**Випробування та доопрацювання.** Попередні випробування здійснюють для перевірки дослідного зразка на відповідність вимогам технічного завдання, щоб цей зразок можна було представити на завершальні випробування.

Попередні випробування мають такі етапи:

- стендові випробування;
- попередні випробування на об'єкті;
- випробування надійності виробу.

Завершальні випробування здійснюють для встановлення можливості серійного виробництва. Після випробувань до робочої документації вносять уточнення та зміни і передають її виробнику. Проектний цикл завершився і починається виробничий цикл.

**Результатом проектування зазвичай є повний комплект документації, яка містить усі відомості для виготовлення об'єкта за заданих умов.** Такий комплект документації називають **проектом**, тобто остаточним описом об'єкта.

**1.3 Автоматизоване, автоматичне та неавтоматизоване проектування**  
**Проектування**, під час якого всі або частину проектних рішень отримують в результаті взаємодії людини та ЕОМ, називають **автоматизованим**.

Близькими до терміну «автоматизоване проектування» є такі:

- ✚ машинне проектування;
- ✚ комп'ютерне проектування;
- ✚ проектування за допомогою засобів обчислювальної техніки.

Під час **неавтоматизованого проектування** ЕОМ не використовують.

**Автоматичне проектування** здійснюється за допомогою ЕОМ без участі людини, тобто проектувальник повністю відсторонений від процесу проектування та не бере участі в ухваленні рішень.

**Автоматичне проектування** застосовують нечасто і тільки для простих об'єктів. **Сьогодні переважає автоматизоване проектування.**

**Автоматизоване проектування має суттєві переваги**, порівняно з неавтоматизованим:

- зниження трудомісткості планування та проектування;
- скорочення тривалості проектних робіт;
- зниження собівартості проектування та реалізації проектів, витрат на експлуатацію;
- підвищення якості та техніко-економічного рівня результатів проектування.

*Наприклад, ще декілька десятиліть тому для розроблення архітектурної частини проекту готельного підприємства або закладу ресторанного господарства неавтоматизованим способом необхідно було залучити до 30 осіб. Сьогодні ж, завдяки автоматизації проектних робіт, такий самий обсяг роботи виконують 5-6 проєктувальників.*

Так звані «непрямі витрати часу» на проєктування становлять приблизно 30 % від загального часу (складання специфікацій, контроль креслень, складання описів, пошук аналогів проекту тощо). Отже, **першим напрямком раціоналізації процесу проєктування є автоматизація рутинних етапів за допомогою комп'ютерної техніки.** Найуспішнішою в цьому напрямі є автоматизація таких етапів: *розрахунків, розроблення текстової і технічної документації, пошуку аналогів, виконання креслярсько-графічних робіт.*

Між людиною (проєктувальником) та ЕОМ має бути раціональний розподіл функцій. Співвідношення автоматизованого та неавтоматизованого видів проєктування не є постійним. Із розвитком математики, обчислювальної техніки і теорії проєктування сфера застосування неавтоматизованого проєктування буде звужуватися. Те співвідношення функцій між проєктувальником та ЕОМ, яке вважають сьогодні найоптимальнішим, згодом перестане бути оптимальним внаслідок розвитку комп'ютерних технологій проєктування. Сьогодні рівень автоматизації проєктування характеризується локальністю, тобто автоматизацією окремих великих задач, етапів проєктування тих чи інших об'єктів. Тільки дієва взаємодія проєктувальника та ЕОМ дає змогу поєднати етапи проєктування, виконані автоматизовано.

*Рекомендовані джерела: 1, 2, 3, 4, 5, 6.*

### **Контрольні запитання**

- 1. Що називають «проєктуванням» та «проєктним рішенням»?*
- 2. Які є два принципово відмінні способи проєктування? Коротко охарактеризуйте їх.*
- 3. Назвіть стадії життєвого циклу виробу (об'єкта проєктування).*
- 4. Для чого призначені науково-дослідні роботи в процесі проєктування?*
- 5. Які дії виконують за результатами науково-дослідних робіт в процесі проєктування?*
- 6. В чому полягають науковий та науково-технічний результати науководослідних робіт в процесі проєктування?*
- 7. Опишіть суть економічного та соціального значення результатів науково-дослідних робіт в процесі проєктування.*
- 8. Назвіть послідовність виконання дослідно-конструкторських робіт в проєктуванні.*
- 9. Які з етапів дослідно-конструкторських робіт є по суті «проєктуванням», а які «конструюванням»?*

10. *Що називають технічним завданням та яка послідовність його розроблення?*
11. *Що таке «технічна пропозиція» та які роботи виконують на її підставі?*
12. *Що відбувається на стадії розроблення технічної пропозиції в проектуванні?*
13. *Що відбувається на етапі ескізного проектування? Для чого воно призначене?*
14. *Що є результатом ескізного проектування?*
15. *Для чого розробляють технічний проект? Яке основне призначення технічного проектування?*

## ЛЕКЦІЯ №2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

### План

- 2.1. Призначення та завдання систем автоматизованого проектування
- 2.2. Системний підхід до проектування та САПР
- 2.3. Класифікація систем автоматизованого проектування
- 2.4. Історія створення та розвитку систем автоматизованого проектування

*Ключові слова: трудомісткість, стратегічне проектування, системотехніка, підсистема, надсистема, структура, параметр.*

### 2.1 Призначення та завдання систем автоматизованого проектування

Системи автоматизованого проектування (САПР) сьогодні вважають одними з найефективнішими засобами підвищення продуктивності інженерної праці та наукової діяльності, зменшення термінів і поліпшення якості розробок.

**САПР** – автоматизована система, призначена для автоматизації технологічного процесу проектування виробу, результатом якого є комплект проектноконструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проектування [5, 6]. Інші назви: САП, АСП (автоматизована система проектування).

Система автоматизованого проектування складається з персоналу та комплексу технічних, програмних та інших засобів автоматизації його діяльності.

Засоби автоматизації проектування призначені для **економії робочої сили та підвищення продуктивності праці проектувальників**, технологів, інженерів; покращення віддачі процесів проектування та планування, поліпшення якості результатів цієї діяльності.

В сфері автоматизації інженерної праці можна виділити *основне виробництво* (розроблення конструкторських і технологічних проектів, планів управління) та *допоміжне виробництво* (створення та супровід програмних засобів). Отже, завдання (цілі) автоматизації інженерної праці доцільно розділяти на основні та допоміжні [1].

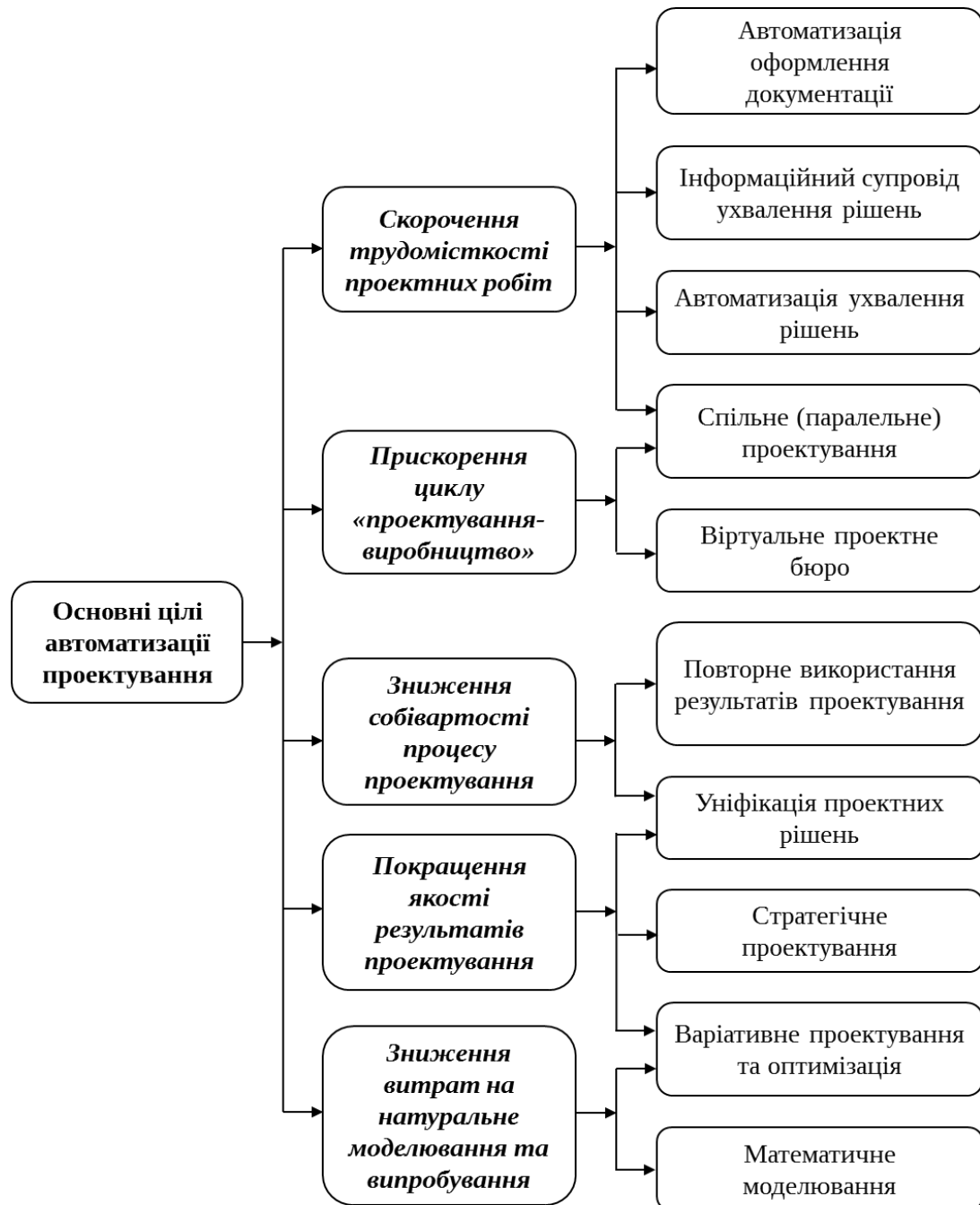
#### **Основні цілі автоматизації проектних робіт**

Основні цілі пов'язані зі зниженням трудомісткості проектування та планування, собівартості цих робіт, тривалості циклу «проектування–виробництво», витрат на натуральне моделювання об'єктів, які проектуються. Основні цілі автоматизації проектування представлено на рис. 2.1.

**Трудомісткість** вимірюють часом (людино-годин), який витрачається на розроблення та виправлення технічної документації, без урахування простоїв у роботі внаслідок організаційних причин. Зі схеми на рис. 2.1 бачимо, що для зниження трудомісткості необхідно мати засоби автоматизації оформлення текстової та графічної документації, засоби інформаційної підтримки та автоматизації ухвалення рішень.



*Тривалість циклу «проектування–виробництво»* вимірюють від отримання завдання до його виконання з урахуванням простоїв у роботі внаслідок організаційних причин. Зменшення тривалості цього циклу здійснюють за допомогою засобів спільного проектування та *віртуальних проектних бюро*.



**Рис. 2.1 – Основні цілі та способи автоматизації проектних робіт [1]**

Віртуальне бюро – порівняно новий напрям у проектуванні. **Віртуальні бюро** являють собою організаційно-технічну структуру, яка створює умови для спільної роботи команди спеціалістів, віддалених географічно та в часі. Спільна робота такої групи проектувальників зазвичай тимчасова, проте

буває і на постійній основі. Віртуальне бюро може бути розосереджене по різних країнах і континентах, а учасники спільно працюють в різних часових поясах. Групи спеціалістів об'єднуються для спільної мети зі створення нових виробів.

**Концепція віртуального проектного бюро** виникла як відповідь на розвиток глобальної ринкової економіки і високоефективних інформаційних технологій. Докладніше опишемо декілька найважливіших груп чинників, які зумовили розвиток концепції віртуальних проектних бюро:

1) *потреба у стрімкому скороченні тривалості циклу від задуму виробу до випуску його на ринок зумовлює появу об'єднань інженерів, які одночасно реалізують декілька етапів життєвого циклу виробу; для роботи таких об'єднань потрібні нові інформаційні технології;*

2) *необхідність залучення до процесу проектування як виробників, так і споживачів складових частин виробу, щоб прискорити підготовку виробництва та досягнення відповідності характеристик виробу вимогам потенційних споживачів; також доцільно зосередити в одному місці конструкторів, системних інтеграторів і споживачів;*

3) *необхідність брати до уваги місцеві умови зумовлює доцільність залучення проектувальників, які працюють в умовах ринку, для якого призначений новий виріб; водночас недоцільне їх переміщення для роботи з іншими проектами в іншому місці;*

4) *висококваліфікованих спеціалістів різного профілю не завжди можна знайти в одному місці.*

**Зниження собівартості проектування** досягають завдяки використанню попередніх уніфікованих проектних і конструкторських рішень, які можуть мати вигляд бібліотеки або бази знань. Так само можуть створювати варіанти та модифікації виробів.

**Поліпшення якості результатів проектування** досягають завдяки використанню автоматизованого пошукового та багатоваріантного проектування, математичних методів оптимізації параметрів і структури об'єктів і процесів. Найсучаснішим методом оптимізації вважають застосування генетичних алгоритмів, які дають змогу здійснювати як структурну, так і параметричну оптимізацію виробів в умовах довільного вигляду критеріальної функції.

**Уніфікацію проектних рішень** здійснюють за допомогою баз даних і знань, пристосованих до умов конкретного підприємства.

**Стратегічне проектування** – це метод створення та проведення довгострокових проектних програм, які починають із розроблення базового виробу, який далі поступово модифікують і вдосконалюють для задоволення теперішніх і врахування майбутніх вимог користувачів впродовж тривалого часу.

Суть стратегічного проектування в постійному підборі та оцінюванні концепцій (які, перш за все, визначають архітектуру і технологію виготовлення) для пошуку рішень, які найбільшою мірою задовольняють

вимоги споживачів, названі раніше. Основна мета – уникнути комерційних і (або) технологічних безвихідних станів під час швидких змін умов і технологій на ринку.

*Витрати на натуральне моделювання* містять зокрема витрати на проектування та виготовлення макетних зразків виробів і їх вузлів, випробування зразків на стендах, в аеродинамічних трубах тощо. Знизити такі витрати можна, замінивши натуральне моделювання на математичне.

## **2.2 Системний підхід до проектування та САПР**

Систему для реалізації автоматизованого проектування називають системою автоматизованого проектування (САПР) або англійською мовою *Computer Aided Design System (CAD System)*.

### ***Загальні відомості про системи та системотехніку***

Проектування автоматизованих систем – це створення графічних, текстових, програмних та інших документів, яких достатньо для створення та експлуатації проектованої автоматизованої системи, та які оформлені на паперових та електронних носіях.

Принципи проектування складних систем виражені у системному підході. Основний загальний принцип системного підходу полягає в сприйнятті частин явища або складної системи, залежно від їх взаємодії. Системний підхід дає змогу виявити структуру системи, типізацію зв'язків, визначити атрибути, проаналізувати вплив зовнішнього середовища.

***Системний підхід відрізняється від традиційного припущенням, що ціле має такі властивості, яких немає у складових цілого.*** Такий зв'язок між цілим і складовими цілого дає підстави сформулювати визначення «системи».

***Системою*** називають сукупність взаємопов'язаних елементів, які взаємодіють між собою та утворюють одне ціле. Окремі елементи системи упорядковані за певними законами діяльності та розвитку.

***Елемент*** – це частина системи, яку не доцільно поділяти на частини під час проектування.

Ознакою складної систем є не тільки велика кількість елементів, але й взаємозв'язків між ними. Складність системи залежить від видів взаємозв'язків між елементами, властивостей цілеспрямованості, цілісності, ділимості, ієрархічності, багатоаспектності. ***Сучасні автоматизовані інформаційні системи, в тому числі системи автоматизованого проектування, відносять до складних систем.*** Часто складними системами називають такі системи, які неможливо правильно описати математично, оскільки система складається з великої кількості різноманітних елементів, суть зв'язку між якими не відома (наприклад мозок людини). Іноді складну систему розуміють як таку, яку можна описати за допомогою не менше двох різних математичних мов.

Приклади складних систем: САПР, енергосистема, підприємство, ЕОМ,

мозок людини, економічна система країни, транспортна система міста.

Складні системи часто характеризуються такими поняттями:

1) **Цілеспрямованість** – властивість штучної системи, яка показує призначення системи. Це потрібно для оцінювання ефективності варіантів системи.

2) **Суцільність** – властивість системи, яка характеризує зв'язок між елементами та наявність залежності вихідних параметрів від параметрів елементів, водночас більшість вихідних параметрів не є простим повторенням або сумою параметрів елементів.

3) **Ієрархічність** – властивість складної системи, яка показує можливість і доцільність її ієрархічного опису, тобто представлення як декілька рівнів, між компонентами яких є зв'язок ціле-частина.

**Підсистема** – частина системи (підмножина елементів та їх зв'язків), яка має властивості системи.

**Надсистема** – система, порівняно з якою досліджувана система є підсистемою.

**Структура** – представлення сукупності елементів системи та їх взаємозв'язків. На відміну від поняття «система», поняття «структура» описує тільки типи елементів системи без наведення значень їх параметрів.

**Параметр** – величина, яка виражає властивості системи або її складової, та/або впливає на систему середовища. Зазвичай в моделях систем параметрами є величини, які не змінюються під час дослідження системи. Параметри бувають зовнішні, внутрішні та вихідні.

Напрямок науки та техніки, який охоплює проектування, випробування та експлуатацію складних систем технічного і соціального характеру називають **системотехнікою**.

Системотехніка займається такими питаннями:

- ✚ проектування та впровадження апаратних засобів обчислювальної техніки та інтелектуальних комп'ютерних систем;
- ✚ налаштування, дослідна експлуатація, поетапне введення в дію апаратних засобів обчислювальної техніки та інтелектуальних комп'ютерних систем;
- ✚ проектування та впровадження системного і мережевого програмного забезпечення;
- ✚ встановлення прикладного програмного забезпечення;
- ✚ технічне обслуговування інформаційних систем;
- ✚ захист інформації в інформаційних системах [8].

Системотехніка складається з таких основних розділів:

- 1) ієрархічна структура систем, організація їх проектування;
- 2) аналіз і моделювання систем;
- 3) синтез і оптимізація систем.

### **САПР як складні системи**

Оскільки системи автоматизованого проектування відносять до складних системи, вони складаються з **підсистем**, які поділяють за

призначенням: *проектування* та *обслуговування* (рис. 2.2). Підсистеми є основними структурними ланками САПР і розрізняються за призначенням і зв'язком з об'єктом проектування. Кожну з підсистем САПР можна представити як комплекс програмних засобів для виконання процесу проектування, а програмні компоненти пов'язані з технічними засобами САПР [1, 9].

*Підсистеми для проектування* призначені для виконання проектних процедур (підсистеми геометричного тривимірного моделювання, виготовлення конструкторської документації тощо).

*Підсистеми для обслуговування* забезпечують роботу підсистем проектування, їх сукупність часто називають системним середовищем або оболонкою САПР. До типових підсистем обслуговування відносять підсистеми керування проектними даними, підсистеми розроблення та супроводу програмного забезпечення CASE (*Computer Aided Software Engineering*), навчальні підсистеми для користувачів САПР тощо.



**Рис. 2.2– Структура та складові частини САПР [1, 9]**

САПР містять: теорію процесів, які проходять в системах і конструкціях; методи аналізу та синтезу конструкцій, систем і їх складових; математичні моделі; математичні методи та алгоритми розв'язку систем рівнянь, які описують конструкції. Всі ці компоненти утворюють ядро САПР. До забезпечення САПР входять також алгоритмічні мови програмування,

термінологія, нормативні документи та інші дані.

### 2.3 Класифікація систем автоматизованого проектування

Інженерна діяльність складається з кількох послідовних етапів (проектування, конструювання, підготовка та організація виробництва), тому й засоби автоматизації класифікують **згідно з призначенням**:

- ✚ засоби власне проектування – CAD (*Computer Aided Design*);
- ✚ засоби інженерного аналізу – CAE (*Computer Aided Engineering*);
- ✚ засоби підготовки автоматизованого виробництва – CAM (*Computer Aided Manufacturing*);
- ✚ засоби керування документообігом або системи управління проектними даними – PDM (*Product Document Management*);
- ✚ засоби планування технологічних процесів – CAPP (*Computer Aided Process Planning*);
- ✚ геоінформаційні системи – GIS (*GeoInformatics Systems*).

#### **CAD поділяють за галузевим призначенням:**

- архітектурно-будівельні САПР – АЕС (*Architecture Engineering and Construction*), їх використовують для 2D/3D проектування архітектурно-будівельних конструкцій, типових статичних розрахунків будівельних конструкцій, ведення баз даних стандартних елементів, планування території для будівництва;
- машинобудівельні – МСАД (*Mechanical Computer Aided Design*), їх застосовують для широкого спектру робіт: від створення аерокосмічних систем до проектування побутових кухонних приладів;
- САПР електронних пристроїв – EDA (*Electronic Design Automation*), їх застосовують для розроблення принципів схем і схем підключення електротехнічного устаткування, його просторового компонування, ведення баз даних готових виробів.

#### **Залежно від складності об'єкта проектування САПР поділяють:**

- ✓ САПР простих об'єктів з кількістю складових частин до 100;
- ✓ САПР середніх за складністю об'єктів – кількість складових частин в об'єкті 100...1000;
- ✓ САПР складних об'єктів – кількість складових частин 1000...10000;
- ✓ САПР дуже складних об'єктів з кількістю складових частин до  $10^6$ ;
- ✓ САПР надскладних об'єктів – кількість складових частин більше  $10^6$ .

#### **За рівнем автоматизації САПР бувають:**

- *низькоавтоматизовані* – кількість автоматизованих проектних процедур не більше 25 %;
- *середньоавтоматизовані* – автоматизовано 25...50 % проектних процедур;
- *високоавтоматизовані* – 50...75 % проектних процедур автоматизовано.

***Залежно від комплексності автоматизації проектування САПР поділяють:***

- *одноетапні* (один етап проектування);
- *багатоетапні* (декілька етапів проектування);
- *комплексні САПР* – виконують усі етапи проектування виробу.

***За кількістю випущеної проектної документації САПР поділяють:***

- ❖ *САПР невисокої продуктивності* – 100...10000 проектних документів на рік у перерахунку на формат А4;
- ❖ *САПР середньої продуктивності* (10000- 100000 проектних документів за рік);
- ❖ *САПР з високою продуктивністю* (більше 100000 проектних документів за рік).

***За спеціалізацією програмних засобів САПР поділяють:***

- ✚ *вузькоспеціалізовані утиліти (Utility program* – сервісні програми) – призначені для виконання однієї локальної функції системи, наприклад, для швидкого перегляду файлів моделей і креслень або для перетворення файлів з формату однієї системи до формату іншої;
- ✚ *спеціалізовані системи* – призначені для автоматизації комплексу завдань щодо вузької області проектування;
- ✚ *універсальні системи* – дають змогу створювати широкий спектр виробів;
- ✚ *комплексні системи* – застосовують для проектування та підготовки виробництва спеціальних надскладних виробів.

***Залежно від можливостей функціонального розширення системи користувачем САПР поділяють:***

- *закриті системи* – без засобів індивідуальних налаштувань та можливостей розширення системи користувачем;
- *системи з можливістю для користувача налаштовувати зовнішній вигляд інтерфейсу* – містять функції з налаштування меню, створення діалогових вікон, що зручно для користувача;
- *системи з пакетним обробленням команд* – мають функції виконання певної послідовності команд САПР, сформованих у текстовому пакетному файлі, який створено зовнішньою програмою (наприклад script-файли системи AutoCad);
- *системи з вбудованою мікро мовою та бібліотекою функцій* – мають вбудовані засоби для створення макрокоманд і нових можливостей для користувача, які дають змогу автоматизувати специфічні конструкторські операції; наприклад, система AutoCad має вбудовану мову AutoLISP;
- *системи з можливістю під'єднання зовнішніх модулів* – мають можливість підключати модулі користувачів, написані мовами високого рівня типу C/C++, що суттєво збільшує напрями розширення системи;
- *інструменти розробника САПР* – дають змогу створювати власні додатки для САПР або навіть власні САПР, використовуючи набори

стандартних бібліотек функцій.

***За способом обміну інформацією:***

✓ *закриті системи* – зберігають інформацію у власному внутрішньому форматі та не мають способів обміну інформацією з іншими системами;

✓ *системи з текстовими файлами обміну інформацією* – зберігають та знімають інформацію про окремі геометричні примітиви у вигляді масивів цифр, розділених пропусками та комами;

✓ *системи зі стандартними засобами обміну інформацією* – зберігають та зчитують інформацію про створені моделі виробів в спеціальному текстовому або бінарному форматі; наприклад, файл обміну інформацією .DXF (Data Exchange Format) системи AutoCad, який де-факто став стандартом для ПК.

***За способом створення прототипів:***

• *незмінні готові блоки* – вставляються в модель або кресленик як готові елементи, попередньо збережені на жорсткому диску;

• *елементи, які програмно програмують у зовнішніх модулях* – створюють за допомогою спеціальних програм у вигляді тестових пакетних файлів з послідовністю команд побудови об'єкта або стандартних файлів обміну інформацією;

• *параметрично задані елементи* – являють собою графічні об'єкти, розміри яких пов'язані ланцюжками параметрів; зміна одного з параметрів або залежності, призводить до відповідного перерахунку інших параметрів у ланцюжку розмірів, що призводить до зміни геометрії об'єкта;

• *адаптивно змінні елементи* – дають змогу більш-менш просто змінювати форму контурів об'єктів за допомогою вказівника миші або зміною величин параметрів у діалоговому вікні;

• *комбіновані методи* – поєднання адаптивної технологію швидкого редагування вільних розмірів з параметричною технологію змін взаємозалежних розмірів; в цьому напрямі відбувається вдосконалення більшості САПР.

***За технічними засобами та периферійним обладнанням САПР:***

➤ *САПР з мінімальною конфігурацією* – системний блок, монітор на 14...15 дюймів, пристрої введення даних і переміщення курсора (клавіатура, миша), пристрої виведення інформації (принтери, плотери), пристрої для зберігання даних;

➤ *технічно розвинені САПР* – системні блоки, один або декілька моніторів на 17 дюймів і більше, пристрої введення даних і переміщення курсора (клавіатура, миша), дигітайзер (цифровий планшет) формату А0, сканер формату А1-А0, пристрої виведення інформації (принтери, плотери для форматів А1-А0), пристрої для зберігання інформації.



### ***За способом організації діалогу між системою та користувачем:***

- ❖ за допомогою командного рядка;
- ❖ за допомогою системи ієрархічного меню та діалогових вікон з контекстно залежною допомогою у вигляді тестових рядків або умовних піктограм;
- ❖ за допомогою об'єкто-орієнтованого інтерфейсу та мультимедійної системи допомоги.

### ***За можливістю 3D-моделювання:***

- ✚ 2D системи;
- ✚ 3D каркасні САПР;
- ✚ 3D САПР з видаленням прихованих ліній;
- ✚ 3D САПР зі світлотіньовим забарвленням об'єктів; ✚ 3D САПР з фотореалістичним зображенням об'єктів.

Також САПР групують залежно від підсистеми обслуговування (забезпечення САПР, див. пункт 2.2.3 САПР як складні системи) [1].

## **2.4 Історія створення та розвитку систем автоматизованого проектування**

Автоматизоване проектування почали застосовувати ще до формування самого терміну САПР. Русійною силою виникнення САПР в середині ХХ століття була низька продуктивність роботи інженерів у сфері аналізу та обробленню інформації, порівняно з ефективністю праці робочого персоналу в матеріальному виробництві. Для вирішення цієї проблеми були здійснені певні заходи з перенесення трудових ресурсів із виробничої до інформаційно-інженерної сфери. Паралельно почалися роботи з раціоналізації та автоматизації проектних робіт. Перші результати цих дій довели можливість комп'ютеризації проектування.

Важливим етапом розвитку автоматизованого проектування було створення мови Фортран (*Fortran – The IBM Mathematical Formula Translating System*) – Система трансляції математичних формул від IBM).

В 1955-1959 роках в Масачусетському Технологічному Інституті було розроблено систему програмування АТР, в рамках якої сформовано поняття САПР. У 1963 році компанія "General Motors" представила першу промислову розробку САПР з назвою DAC-1 (*Design Augmented by Computer – дизайн за допомогою комп'ютера*). Через три роки Кембриджській університет представив технічно незалежну графічну систему GINO, а через рік створено ASP (в перекладі – асоціативна база даних) – новий варіант зберігання даних про об'єкт.

У 1969 році технічний університет Західного Берліну почав розробку спеціальної програми "Техніка виробництва та автоматизації", яка згодом стала базовою для першої системи графічного 3D-моделювання.

Технології САПР стрімко розвивалися у 60-70-х роках і станом на 1985 рік у світі використовували вже понад 1000 систем автоматизованого

проектування. У 80-х роках з розвитком комп'ютерної техніки САПР стали доступні навіть малим фірмам. Виявилося, що заміна столу для креслення на комп'ютер з САПР

збільшує швидкість роботи досвідченого конструктора у 3...3,5 рази [11].

Серед досягнень останніх років можна виділити чітко розшарування класів систем: оскільки підприємства бувають великі, середні та малі, то і ступінь автоматизації має бути різним. Сьогодні на ринку САД/САМ/САЕ систем представлені різноманітні САПР із різною вартістю та можливостями.

У нашій країні САПР створювали з 70-х років для підприємств легкої промисловості і одна з робочих систем (Автоматизована установка для розкрою) у 1988 році перевершила відомі аналогічні тогочасні САПР.

*Рекомендовані джерела: 1; 5; 6; 8; 9; 10.*

### **Контрольні запитання**

- 1. Як розшифровують абревіатуру САПР?*
- 2. Які переваги САПР, порівняно з неавтоматизованим проектуванням?*
- 3. Якими способами досягають переваг САПР, порівняно з неавтоматизованим проектуванням?*
- 4. Охарактеризуйте основні цілі автоматизації проектних робіт.*
- 5. Що таке "віртуальне проектне бюро"?*
- 6. Які чинники зумовили розвиток концепції "віртуального проектного бюро"?*
- 7. Завдяки чому знижується собівартість проектних робіт у разі застосування САПР?*
- 8. Охарактеризуйте допоміжні цілі автоматизації проектних робіт.*
- 9. Як вживають термін САПР англійською мовою?*
- 10. Що називають системою? Які бувають системи?*
- 11. Що називають елементом системи?*
- 12. Чим відрізняється системний підхід до проектування від традиційного?*
- 13. Чому сучасні інформаційні системи відносять до складних?*
- 14. Якими поняттями зазвичай описують складні системи?*
- 15. Що називають системотехнікою? Які питання вона вирішує та з які містить складові?*

## ЛЕКЦІЯ №3. СПОСОБИ ПОБУДОВИ ЕЛЕМЕНТІВ КРЕСЛЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ САПР

### План

- 3.1. Основні поняття комп'ютерної графіки
- 3.2. Види комп'ютерної графіки
- 3.3. Формати графічних документів

*Ключові слова: комп'ютерна графіка, цифрове зображення, графічний об'єкт, прості примітиви, складні примітиви, растрова графіка, растр, піксель.*

### 3.1 Основні поняття комп'ютерної графіки

**Комп'ютерна графіка** – це галузь знань, яка вивчає та розробляє методи і засоби синтезу, збереження й перетворення цифрових зображень за допомогою ЕОМ та інших технічних пристроїв [12].

**Інтерактивна комп'ютерна графіка** – це розділ комп'ютерної графіки, в якому розглядають способи динамічного керування користувачем вмістом зображення, його формою, розмірами, кольором на екрані за допомогою інтерактивних пристроїв взаємодії.

Отже, щоб комп'ютерна графіка була інтерактивною, до складу графічної системи мають входити технічні та програмні засоби, які дають змогу динамічно формувати зображення. **Першими інтерактивними системами є САПР, які виникли у 60-х роках 20 століття** [12].

**Цифрове зображення** – це модель реального або створеного штучно зображення, яке зберігається в пам'яті ЕОМ як сукупність цифрових кодів. Цифрові зображення неможливі без комп'ютерного оброблення графічної інформації. Цифрові зображення можна створити сканером, цифровим фотоапаратом і відредагувати за допомогою спеціальних комп'ютерних програм. Власні цифрові рисунки створюють у САПР або написавши відповідну програму на одній з мов програмування [12].

#### **Основні завдання комп'ютерної графіки:**

- ✚ візуалізація інформації – створення зображень різних об'єктів і сцен (в т. ч. тривимірних) на двовимірному екрані (монітор, аркуш паперу);
- ✚ виконання різних дій із зображеннями;
- ✚ зберігання та передавання графічної інформації.

**Штучним (синтезованим зображенням)** називають певне довільне візуальне подання інформації, яке отримують в комп'ютері на основі математичної моделі об'єкта згідно з заданими параметрами.

Таким чином, до обов'язкових завдань комп'ютерної графіки не відносять оброблення та розпізнавання зображень, отриманих завдяки фотографуванню, оскільки за цих умов побудова графічних об'єктів не відбувається за певними правилами.

Під час оброблення початкового зображення отримують зображення з іншими властивостями (підвищення контрасту, корекція кольорів, реставрація зображень тощо).

Оброблення та розпізнавання зображень відносять до самостійних напрямів роботи з графічною інформацією.

**Отже, робота із зображеннями на ЕОМ може відбуватися в трьох напрямках:**

- + комп'ютерна графіка;
- + оброблення зображень;
- + розпізнавання образів.

Під час проектування в САПР зазвичай працюють в першому напрямі.

**Графічний об'єкт** – це певний малюнок, отриманий за допомогою комп'ютера. Сукупність графічних об'єктів називають **зображенням**.

Прості базові графічні елементи, з яких будують графічні об'єкти довільної складності, називають **графічними примітивами**. Графічні примітиви розглядають як прості неподільні елементи зображення і генеруються однією окремою командою [12]. Примітиви поділяють на прості та складні.

**Прості примітиви:** точка, відрізок, коло, дуга, пряма, промінь, еліпс, сплайн, текст.

**Складні примітиви:** полілінія, мультилінія, мультитекст (багатостроковий текст), таблиця, розмір, виноска, штрихування тощо.

В сучасних системах комп'ютерної графіки інформацію про графічні об'єкти (в тому числі про примітиви) поділяють на дві категорії: **параметри** та **атрибути**.

**Параметри примітивів** характеризують форму, розміри, розташування примітива. **Атрибути примітивів** – це властивості, які визначають їх вигляд після візуалізації, тобто спосіб зображення заданого примітиву.

Для різних об'єктів визначають окремі набори атрибутів:

- + для точки – розмір та колір;
- + для лінії – колір, товщина, тип (суцільні, штрихові, штрихово-пунктирні, залежно від призначення лінії на кресленику);
- + для багатокутників – режим контуру або заповнення. Цей параметр вказує спосіб задання багатокутників. Можливо малювати тільки вершини або ребра, а можна зображати зафарбовані багатокутники. Контур можуть виконувати одним кольором, а внутрішню область заливати іншим [12].

### 3.2 Види комп'ютерної графіки

За способом роботи із зображеннями на площині комп'ютерну графіку поділяють на **двовимірну** (2D) та **тривимірну** (3D). Буква D означає *Dimensions* – *виміри*.

Двовимірну комп'ютерну графіку класифікують за **типом представлення графічної інформації та алгоритмами оброблення зображень**:

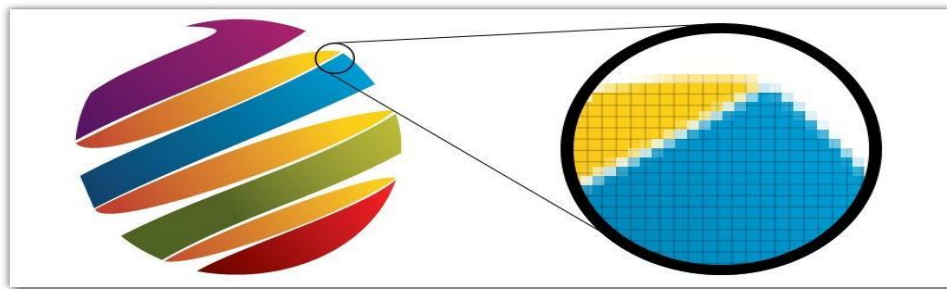
- ✚ растрова графіка;
- ✚ векторна графіка;

### ***Растрова графіка***

У растрових системах зображення розбивається на рядки, базовим елементом яких є точка. Растрова модель цифрового зображення – це прямокутна матриця елементів, кожен з яких у закодованому вигляді зберігає значення яскравості (кольору) відповідної точки зображення.

**Растр** – це сукупність точок (матриця елементів), заданих на дискретній плоскій прямокутній решітці. Якщо зображення екранне, то ці точки називають пікселями (від англ. picture element – елемент картини).

**Піксель** – це елементарна одиниця зображення у растровій графіці, тобто мінімальний елемент зображення на екрані, який може бути згенерований комп'ютером. Зазвичай піксель має квадратну форму. Кожний піксель має свій колір. Сукупність пікселів різного кольору утворюють зображення, тобто растрове зображення в пам'яті комп'ютера – це набір даних про колір пікселів, упорядкованих за рядками [12].



***Рис. 3.1 – Растрове зображення***

Для опису розташування пікселів використовують різноманітні системи координат, найчастіше – систему цілих координат (x, y) із координатами (0,0) у лівому верхньому куті екрану, де x – номер рядка, y – номер пікселя в рядку. Відображення довільного об'єкта на цілочислову решітку називають розкладанням його в растр. Наприклад, лінія в растровій графіці задається матрицею дискретних точок (пікселів). Тому на екрані можна зобразити тільки *апроксимацію* лінії, кількість елементів лінії залежить від *роздільної здатності* екрану.

Растровий алгоритм – це алгоритм, який враховує властивість растру для роботи програми, що реалізує графічні примітиви [12].

**Роздільна здатність (Resolution)** – кількість точок на одиницю довжини (дюйм, сантиметр) – один з основних параметрів зображення. Чим більша роздільна здатність, тим краща якість зображення в растровій графіці, проте розмір файлу також більший. Зазвичай використовують 72 пікселі на дюйм (екранна роздільна здатність), проте для якісного друку роздільна здатність має бути вищою.

Збільшення роздільної здатності покращує якість зображення та його реалістичність, проте тільки не під час *інтерполяції*.

Для позначення розподільної здатності застосовують аббревіатури **ppi**

(*pixels per inch* – пікселів на дюйм) та *dpi* (*dots per inch* – точок на дюйм, роздільна здатність оригіналу, кількість dpi визначає не кількість точок у квадратному дюймі, а кількість точок на одній його стороні).



**Рис. 3.2 – Фото однакового розміру з різною роздільною здатністю**

Позначення *ppi* стосується файлів зображень, а *dpi* – пристроїв (моніторів, сканерів, принтерів, цифрових фотоапаратів).

**Таблиця 3.1**

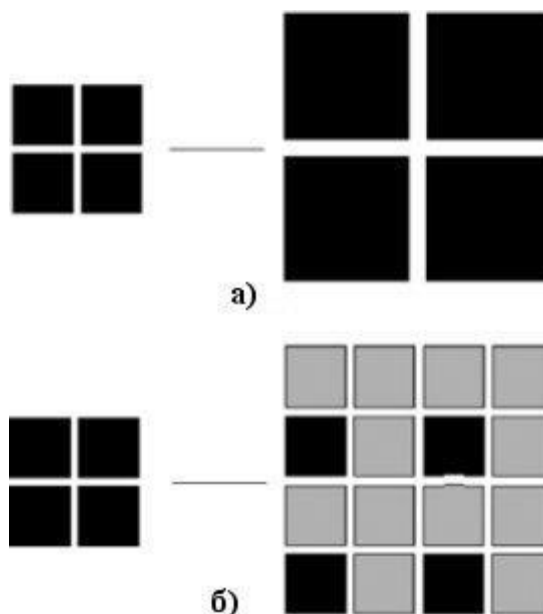
**Сфера застосування різних значень роздільної здатності**

<b>Роздільна здатність</b>	<b>Сфера застосування</b>
72 ppi	Екранна роздільна здатність, з якою зберігають зображення, призначені для відображення на моніторі.
150 ppi	Середня роздільна здатність. Застосовують під час неякісного друку, наприклад газет.
300 ppi	Високоякісний друк – кольорові глянцеві журнали, календарі, плакати тощо.
600 ppi	Дуже якісна поліграфічна продукція.

**Інтерполяція** – це математичний спосіб збільшення кількості пікселів у растровому зображенні.

Інтерполяцію не слід ототожнювати з масштабуванням – зміною відображення на екрані.

На рис. 3.3 представлено масштабування та інтерполяція зображення. Під час масштабування (рис. 3.3, а) кількість пікселів не змінилася, а розмір картини збільшився завдяки збільшенню кількості точок для відображення одного пікселя. Під час інтерполяції, крім чотирьох початкових пікселів, комп'ютер додав 12 інтерполяційних (рис. 3.3, б).



**Рис. 3.3 – Масштабування (а) та інтерполяційне збільшення (б) зображення**

Растрову графіку застосовують переважно не для створення зображень, а під час їх оброблення. Програми для роботи із растровими зображеннями поділяють на статичні та динамічні. До статичних відносять Adobe Photoshop, Canvas, Adobe Photo Paint, Paint Shop Pro, до динамічних – AnimagicGIF, Photo GifAnimator тощо.

***Переваги растрової графіки:***

- ✚ висока реалістичність зображень;
- ✚ тонка передача кольорів;
- ✚ можливість впливу на кожний піксель зображення.

***Недоліки растрової графіки:***

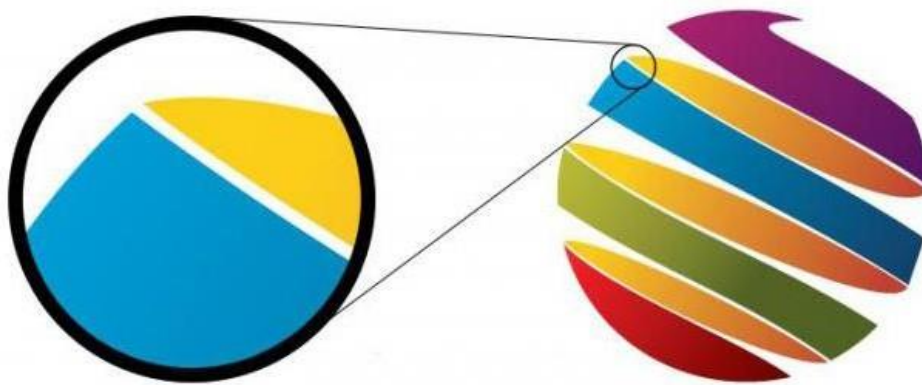
- для створення та збереження якісного зображення використовують великі масиви окремих точок; наприклад, стандартна фотографія має містити приблизно 1000×1500 пікселів (1,5 млн точок); отже, якщо для кодування однієї точки виділяється 3 байти, то масив даних для неї займає більше 4 Мб;
- масштабування растрових зображень погіршує якість відображення; оскільки зображення складається з точок, то збільшення зображення призводить до збільшення розміру пікселів, що спотворює графічну ілюстрацію; жодних додаткових деталей під час збільшення растрового зображення розглянути неможливо.

***Векторна графіка***

***Векторні зображення*** – це зображення, які побудовані з графічних примітивів, що задаються своїми характерними параметрами (для кожного примітиву свої параметри).

У растровій графіці основним елементом зображення є точка, а у

векторній графіці – лінія (контур), яку ще називають і вектором. Контур може бути прямою або кривою лінією, замкненим або відкритим. Кожний контур має дві або більше опорних точки (вузли). Між двома вузлами міститься сегмент контуру. Над контуром можна виконувати операції комбінування та об'єднання. У векторній графіці все складається з ліній. У растровій графіці теж є лінії, але вони розглядаються як сукупність точок, і чим довша растрова лінія, тим більше пам'яті вона займає. У векторній графіці обсяг пам'яті, яку займає лінія, не залежить від розмірів лінії, оскільки лінія подається у вигляді формули (кількох параметрів) [12].



*Рис. 3.4 – Векторне зображення*

Ключовим моментом векторної графіки є використання для опису об'єктів комбінації комп'ютерних команд та математичних формул. Для кожного об'єкта (або класу об'єктів) визначається набір параметрів, який визначає його зовнішній вигляд. *Але хоча об'єкти векторної графіки зберігаються в пам'яті як набір параметрів, зображення об'єктів на екран виводяться у вигляді точок-пікселів, оскільки такою є будова екрану* [12].

Перед виведенням кожного об'єкта на екран відбувається процес розкладання векторного зображення в растр тобто програма обчислює координати екранних точок зображення об'єкта. Тому векторну графіку ще називають і обчислювальною графікою. Крім геометричних параметрів векторні об'єкти мають параметри кольору контура, кольору заповнення, текстури тощо. Для векторних об'єктів (коло, квадрат, лінія) колір стосується об'єкта в цілому. Колір об'єкта зберігається в його векторному описі. У растрових об'єктах потрібно зберігати інформацію про колір для кожного пікселя. Векторна графіка не має зазначених недоліків растрової графіки, тому векторна графіка “економна” в плані обсягів файлів, оскільки зберігає не саме зображення, а тільки параметри зображення. Так, для збереження лінії другого порядку у векторній графіці необхідно приблизно 10 параметрів (20 байтів). Складні композиції, які складаються з 1000 об'єктів, займають всього десятки або сотні Кб [12].



Найважливіший аспект векторної графіки полягає в тому, що *можна змінювати розміри векторного рисунка без втрати його якості*. У векторній графіці легко розв'язується питання масштабування. Це найбільша перевага векторної графіки [12].

*Недоліком векторної графіки є її програмна залежність*. Кожна програма зберігає дані в своєму форматі, тому зображення, створене в одному редакторі, зазвичай, не конвертується в формат іншої програми без похибок. Виняток складає тільки файловий формат AI програми Adobe Illustrator. Формат AI підтримується практично усіма програмами векторної графіки [12].

Оскільки основним об'єктом векторної графіки є лінія, то засобами векторної графіки складно створювати художні ілюстрації, вони не здатні показати оригінал так реалістично, як в растровому рисунку. Тому *векторну графіку використовують не для створення художніх композицій, а для оформлювальних та проектно-конструкторських робіт* [12].

### 3.3 Формати графічних документів

Для ефективної роботи з графічним зображенням важливо зробити правильний вибір одного з численних графічних файлових форматів. Розмір графічного файла істотно залежить від характеру зображення та вибраного формату. Назви форматів файлів знаходяться в розширенні імені графічного файла.

*Формат графічних файлів* – це набір правил і методів, згідно з якими дані, що містять графічні зображення, записуються у файли. Графічна інформація у файлах кодується не так, як у пам'яті комп'ютера.

Різні графічні файлові формати реалізують різні способи опису графічної інформації у файлах та різні технології їх компактного подання. Типи форматів визначаються способом збереження і типом графічних даних.

Неправильно вибраний формат може зайняти надто великий обсяг пам'яті або привести в процесі стиску графічної інформації до неприпустимої втрати якості зображення. Вибираючи формат файлів, необхідно пам'ятати, що даний формат повинен підтримуватися заданою сферою застосування. Графічні редактори, як правило, дозволяють працювати з графічними файлами кількох форматів, а також конвертувати файли з одного формату в інший.

Растрові формати служать для опису растрової графіки, що являє собою набір числових значень, які визначають колір окремих пікселів.

Векторні формати служать для збереження зображень у вигляді сукупності геометричних примітивів. Графічні формати цього типу складаються або зі списку примітивів, або інструкцій для побудови цих примітивів. Окрім цього, у векторному файлі зберігаються атрибути примітивів. Об'єкти складної форми утворюються з базових примітивів за допомогою різних операцій.

*Формат BMP* (від слова bitmap) широко використовується в ОС

Windows для обміну растровими зображеннями між додатками. Цей формат досить відомий, його розуміють майже всі програми, що працюють під Windows. BMP-файл має просту структуру. Растрове зображення складається з елементарних точок. Тому в графічному файлі растрового формату BMP зберігаються координати точок зображення та значення їх кольору. В бітовому масиві послідовно записуються байти рядків растру. BMP-файл зберігає єдине зображення з 1, 4, 8 та 24 бітами на піксель. Растр тут зберігається майже в тому вигляді, в якому він записується в оперативну пам'ять для відображення та обробки, тому BMP-файли займають багато пам'яті, навіть невеликі кольорові зображення з роздільною здатністю 640×480 вимагають кількох мегабайтів [12].

**Формат PCX.** Цей растровий формат зручний для зберігання зображень типу ділової графіки (креслення, діаграми, схеми тощо). У форматі PCX використаний один із варіантів алгоритму ущільнення RLE, що означає групове кодування. RLE – один із найдавніших і найпростіших алгоритмів ущільнення графіки, що базується на такій ідеї: якщо в деяких растрах трапляються ланцюжки з однакових пікселів, то у файлі замість цих ланцюжків зберігаються пари чисел – лічильник повторень та саме значення. Чим довші ланцюжки, тим більше ущільнення [12].

**Формат GIF** (Graphics Interchange Format) є одним із найвідоміших ущільнених форматів для зберігання та передачі файлів растрових зображень. Він був запропонований як незалежний від апаратного забезпечення засіб обміну растровими зображеннями в мережі Internet. Основна перевага цього формату – висока ступінь стискування без особливих втрат, що досягається застосуванням алгоритму ущільнення, який належить до класу LZW-алгоритмів. В алгоритмах класу LZW використовується словниковий метод ущільнення. Створюється словник, що містить повторювані послідовності символів (фрази), які зустрічаються в масиві, що кодується. Кожна фраза отримує код (індекс) у словнику. Кодування масиву символів виконується заміною фраз відповідними індексами зі словника. У файлах формату GIF близько розміщені однакові за кольором точки групуються в горизонтальні лінії. Це істотно зменшує об'єм графічного файла. GIF-формат ефективно стискує графічні малюнки з великими фрагментами однорідної заливки, але погано стискує фотографії, оскільки фотографії містять багато відтінків.

Обмеження GIF полягає ще і в тому, що кольорові зображення не можуть бути записані в режимі більше ніж 256 кольорів, однак у багатьох випадках цього достатньо, наприклад для передачі графічних зображень в Internet.

Оскільки під час візуалізації зображень у цьому форматі передбачено черзрядкове відображення (спочатку виводиться кожний восьмий рядок, потім – кожний четвертий і т.д.), то користувач може оцінити зображення за його частиною і перервати прийом зображення, не чекаючи виведення всіх рядків зображення. GIF-формат може містити не одне, а кілька растрових зображень, які браузер довантажують одне за одним із зазначеною у файлі

частотою, тобто GIF-формат підтримує анімацію [12].

**Формат JPEG** або **JPG** (Joint Photographics Experts Group) – один з найрозповсюдженіших растрових форматів. Він застосовується для відображення фотографій та інших тонових зображень в електронних мережах. Він використовує ефективні алгоритми ущільнення, що сприяє значному скороченню величини файлу (економить від 50% до 70% обсягу пам'яті), однак дає втрату інформації. У форматі JPG можна одержати файл у 500 разів менший за розміром ніж BMP. Це найменші за обсягом графічні файли. Для цього реалізована ціла група алгоритмів стискання, зокрема алгоритм, який збільшує розміри пікселів зображення, тобто утворює блоки з 8×8 пікселів і для кожного блока формує набір чисел. Перші кілька чисел представляють колір блока, а наступні числа відображають різницю між пікселями. Так зменшується розмір графічного файлу, але водночас втрачається інформація, яка майже не відчувається оком.

Оскільки під час стискання втрачаються частини інформації про колір, то в JPG-форматі не бажано зберігати зображення, для яких важливі всі особливості передачі кольорів. JPEG краще стискує растрові фотографічні зображення, ніж логотипи чи схеми. З меншими втратами стискаються зображення з високою роздільною здатністю (200...300 dpi). Більшість зображень в Internet подано форматом JPG [12].

**Формат TIFF** (Tagget Image File Format) розроблений для зберігання відсканованих зображень із високою роздільною здатністю (високою якістю) та для обміну документами між різними програмами і різними комп'ютерними платформами. TIFF дозволяє зберігати в файлі декілька зображень і може використовувати різні моделі кольорів, має найбільш широкий діапазон передачі кольорів – від монохромного до 32-бітного, підтримує багато методів ущільнення. TIFF – це підтримка швидкого доступу до окремих фрагментів зображення [12].

**Формат CDR** використовується програмою Corel Draw, яка сьогодні є однією з найпопулярніших серед програм, для створення векторних зображень. CDR дозволяє записувати векторну й растрову графіку, а також текст. Одна з властивостей векторних форматів – відтворення масштабованих зображень без погіршення якості. Файли Corel Draw мають робоче місце до 45×45 м [12].

**Формат PSD** – це власний формат програми Adobe Photoshop, один з найпотужніших форматів збереження растрової графічної інформації. Підтримує 48розрядне кодування кольору, різні колірні моделі. Але відсутність ефективного алгоритму стискання приводить до отримання файлів з великим об'ємом [12].

**Формат AI** – це власний векторний формат програми Adobe Illustrator. Цей формат підтримують практично всі програми векторної графіки [12].

**Формат DXF** (Drawing Exchange Format) розроблено в 1982 р. для обміну кресленнями та іншими графічними документами в середовищі AutoCad. DXF зараз підтримується багатьма графічними програмами [12].

**Формат PDF** – це формат представлення документів, він призначений для електронних публікацій і передачі графіки в мережі Internet. У цьому форматі зберігаються документи, які можна тільки читати і не можна редагувати. Файл у форматі PDF може містити елементи, що забезпечують пошук і перегляд електронних документів, зокрема гіпертекстові посилання, посилання на мультимедійні файли, електронні заголовки.

Більшість графічних пакетів дозволяють конвертувати свої документи в PDF-файли. Проглядати PDF-файли можна за допомогою програм Adobe Photoshop, Adobe Acrobat, Foxit Reader. Формат PDF апаратно незалежний, тому виведення зображень може здійснюватися на різні пристрої [12].

**Формат PNG** є відносно новим форматом, що прийшов на зміну GIF. Цей формат використовує стиснення без втрат. Стиснуті PNG-файли, як правило, менші, ніж аналогічні GIF-файли [12].

**Формат DjVu** – технологія стиснення зображення з метою розміщення в Internet відсканованих документів (книг, журналів, документації, зображень) високої якості. Зазвичай DjVu стискує в 5-10 разів краще, ніж JPEG, GIF для кольорових документів, у 3-8 разів краще, ніж TIFF для чорно-білих документів. Кольорові сторінки, відскановані з роздільною здатністю 300 dpi, можуть бути стиснені з 25 Мб до 30-100 Кб, чорно-білі – до 5-10 Кб [12].

*Рекомендовані джерела: 1; 2; 12.*

### **Контрольні запитання**

1. *Що таке комп'ютерна графіка?*
2. *Що називають інтерактивною комп'ютерною графікою?*
3. *Що називають цифровим зображенням?*
4. *Сформулюйте основні завдання комп'ютерної графіки.*
5. *Що називають штучним (синтезованим) зображенням?*
6. *Які виділяють напрями роботи із зображеннями на ЕОМ? Який напрям зазвичай застосовують під час роботи з САПР?*
7. *Що таке графічний об'єкт?*
8. *Що таке примітиви? Які вони бувають?*
9. *Що характеризують параметри та атрибути примітивів?*
10. *Які бувають види комп'ютерної графіки за способом роботи із зображеннями на площині?*
11. *Опишіть суть векторних зображень та особливості їх побудови.*
12. *Що таке растр та піксель?*
13. *Що називають роздільною здатністю? Як її позначають?*
14. *Опишіть сферу застосування різних значень роздільної здатності.*
15. *Що таке інтерполяція зображень та масштабування? Чим відрізняються ці поняття?*

## ЛЕКЦІЯ №4. ПРИЗНАЧЕННЯ, ІНТЕРФЕЙСИ ТА ФУНКЦІЇ САПР

### План

4.1. Програмні рішення компанії Autodesk, Inc

4.2. Векторний графічний редактор CorelDraw

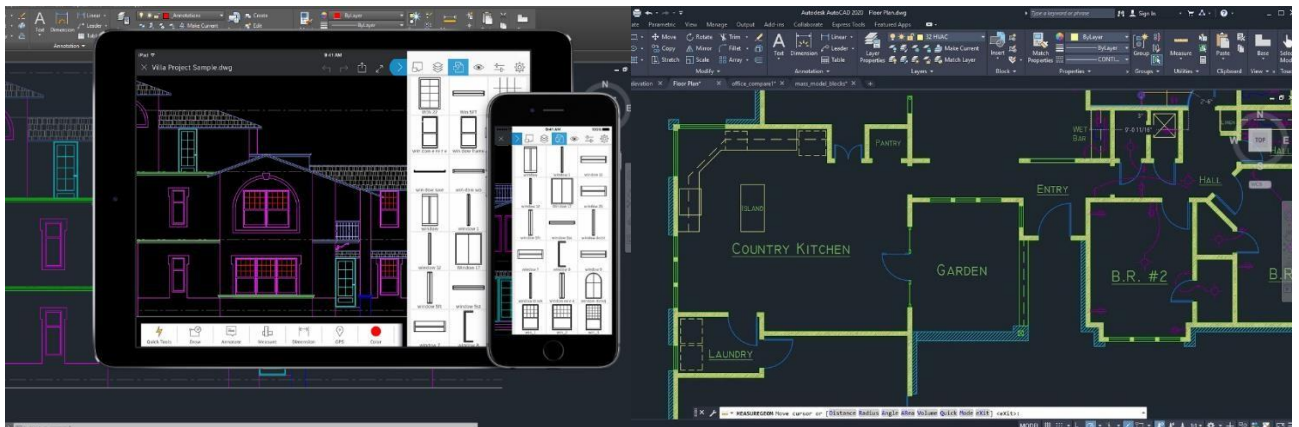
#### 4.1 Програмні рішення компанії Autodesk, Inc

Бурхливий розвиток комп'ютерної техніки сприяв зародженню та стрімкому розквіту систем автоматизованого проектування, які дозволяли значно пришвидшити (3-3,5 рази) та полегшити конструкторську роботу [10].

Найвідомішими світовими компаніями, які стали локомотивом розвитку САД систем стали *Dassault Systèmes S.A. (Франція)* та *Autodesk, Inc (США)*, що і сьогодні є найбільшими постачальниками програмного забезпечення для промислового і цивільного будівництва, машинобудування, ринку засобів інформації та розваг у світі.

Компанією *Autodesk, Inc* розроблено такі програмні продукти:

- *AutoCAD* (повна версія, рис. 4.1.А), *AutoCAD LT* (лише 2D), *AutoCAD mobile app* (для мобільних пристроїв, рис. 4.1.Б) це програмне забезпечення автоматизованого проектування (САПР)призначене для створення архітектурних, інженерних і будівельних 2Dі 3D-креслення.



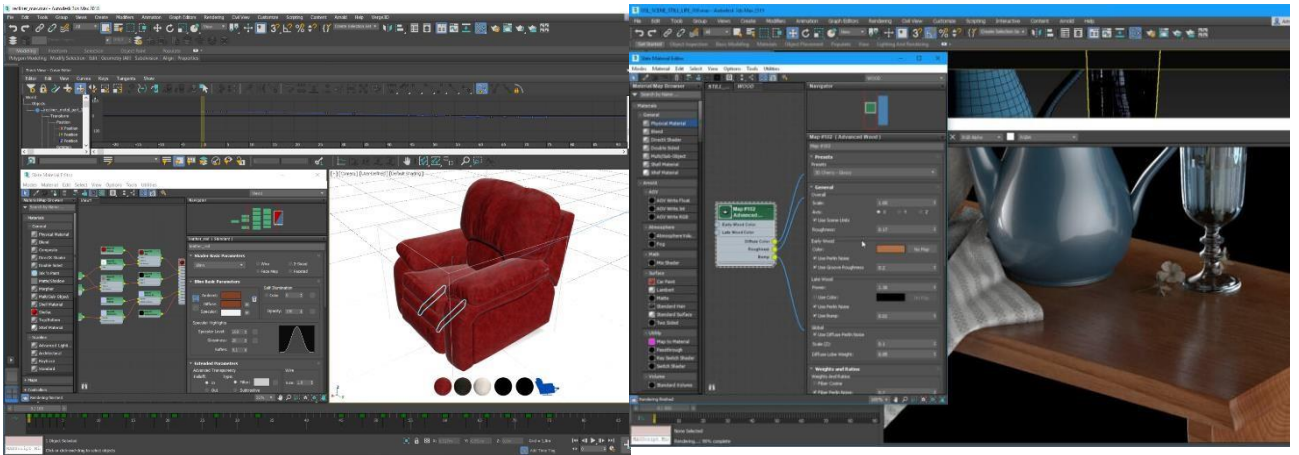
А)

Б)

*Рис. 4.1– Інтерфейси AutoCAD:*

*А) AutoCAD mobile app; Б) AutoCAD (повна версія)*

- *3ds Max* – програмне забезпечення для 3D-моделювання та візуалізації, що дозволяє працювати з візуалізацією проектів, іграми та анімацією. Інтерфейс та приклади моделей побудованих в цій програмі відображено на рис. 4.2.



A)

B)

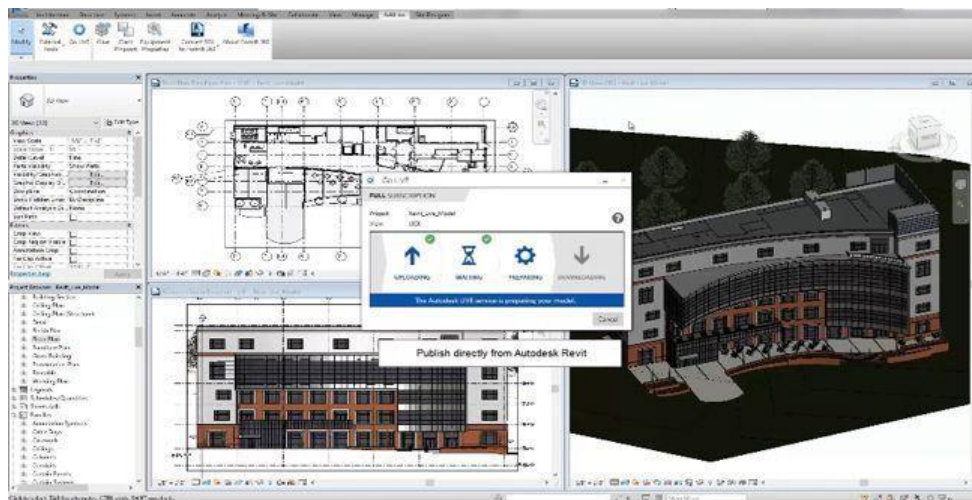
**Рис. 4.2– Інтерфейс 3ds Max:**

**A) – модель крісла; Б) – модель елементів інтер'єру кімнати**

- **VIM 360** (рис. 4.3) це платформа, призначена для об'єднання проектних та робочих груп, проектної документації в режимі реального часу. Цю платформу використовують під час проектування та будівництва, що дозволяє значно підвищити ефективність та комунікацію.



A)

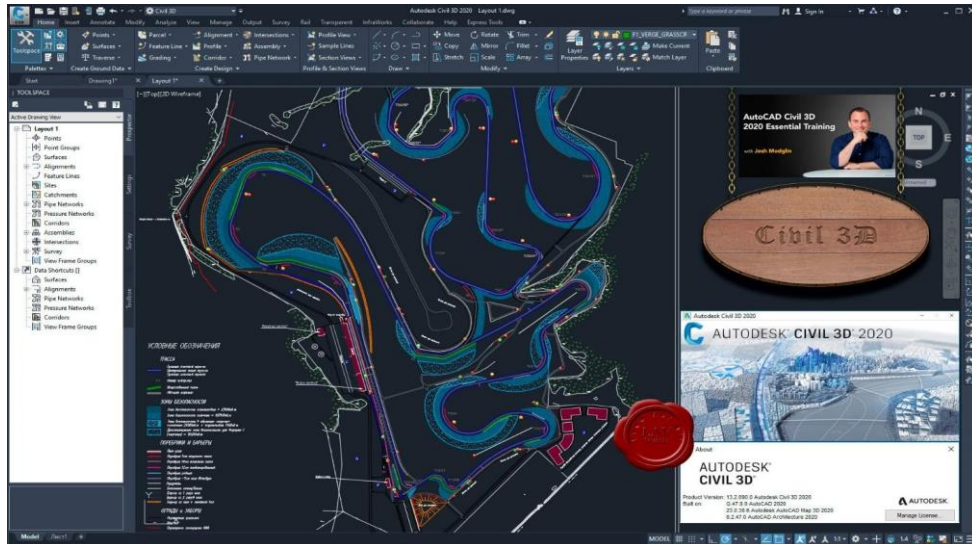


B)

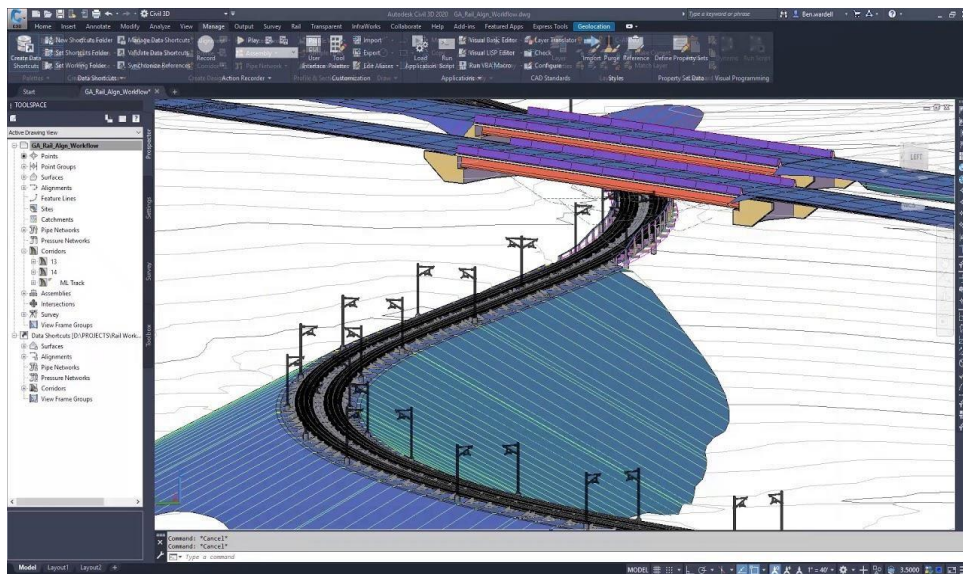
**Рис. 4.3– Інтерфейс VIM 360:**

**A) – огляд моделі будівлі; Б) – відображення плану та фасаду**

- **Civil 3D** (рис. 4.4) – призначена для креслення, проектування і створення конструкторської документації інфраструктури (доріг, мостів, транспортних розв’язок, зон відпочинку, автостоянок та ін.). Дана програма підтримує технології інформаційного моделювання будівель (BIM).



A)



Б)

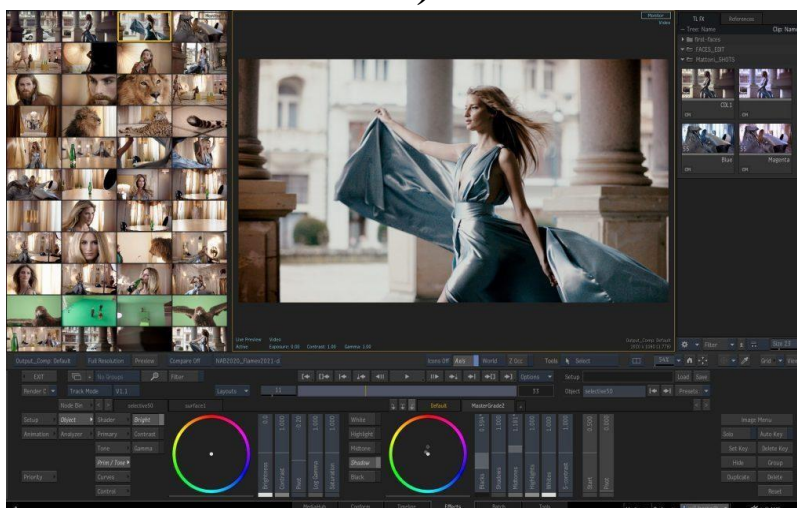
**Рис. 4.4– Інтерфейс Civil 3D:**

**A), Б) – панелі інструментів програми та моделі транспортних розв’язок**

- *Flame* (рис. 4.5)– це програмний продукт для обробки відео та 3Dкомпозиції. Він дозволяє створювати візуальні ефекти та здійснювати редакційне оформлення.



A)

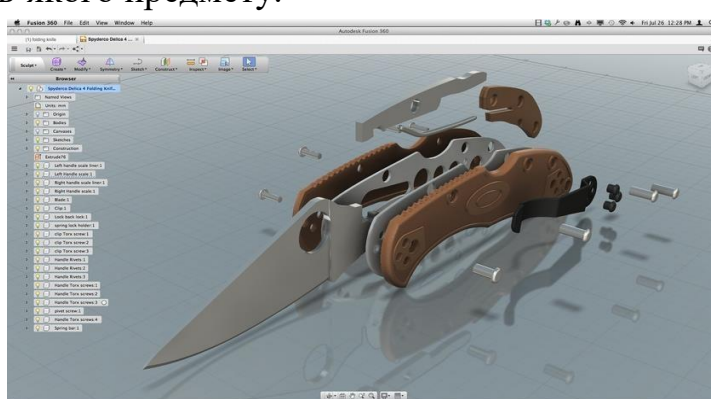


B)

*Рис. 4.5 – Інтерфейс Flame:*

*A), B) – панелі інструментів Flame та приклад обробки відео*

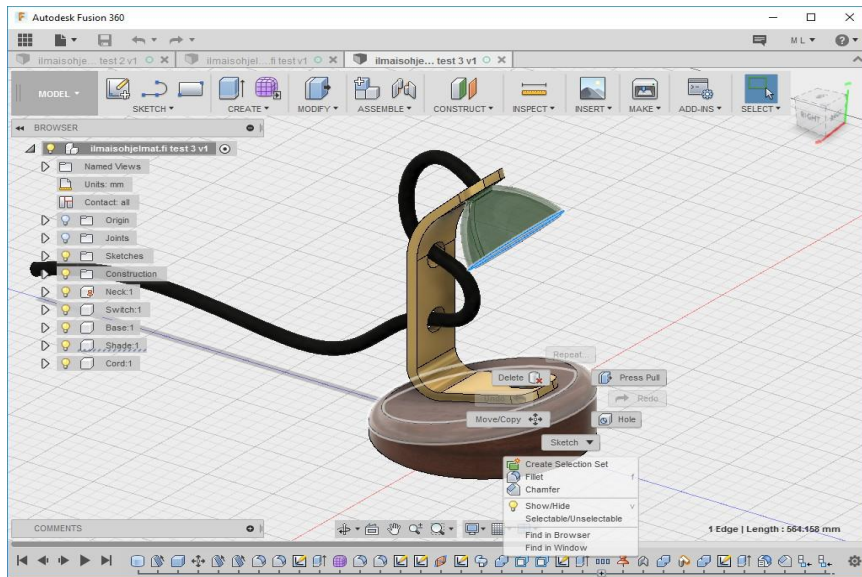
*Fusion 360* (рис. 4.6) це комплексний хмарний CAD / CAE / CAM інструмент для промислового дизайну і машинобудівного проектування. Це унікальне середовище, яке дозволить спроектувати (створити тривимірну модель) практично будь-якого предмету.



A)

40



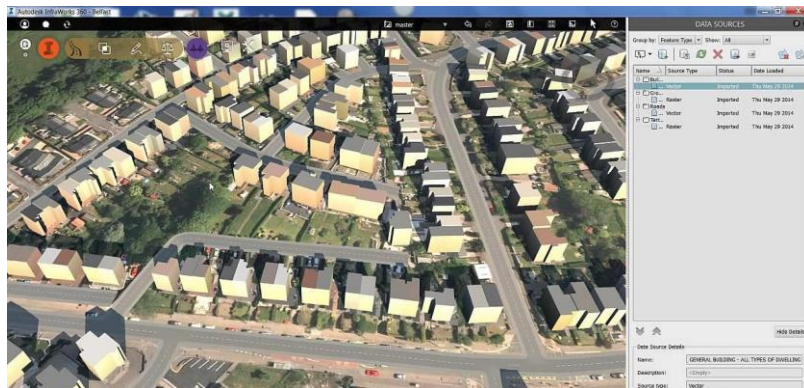


Б)

*Рис. 4.6– Інтерфейс Fusion 360:*

*А) – складання моделі ножа; Б) – модель настільного світильника*

- *InfraWorks* (рис. 4.7)– це програмне забезпечення для концептуального дизайну. Воно дозволяє моделювати, аналізувати та візуалізувати дизайнерські концепції цивільної інфраструктури в реальному контексті побудованого та природного середовища.



А)

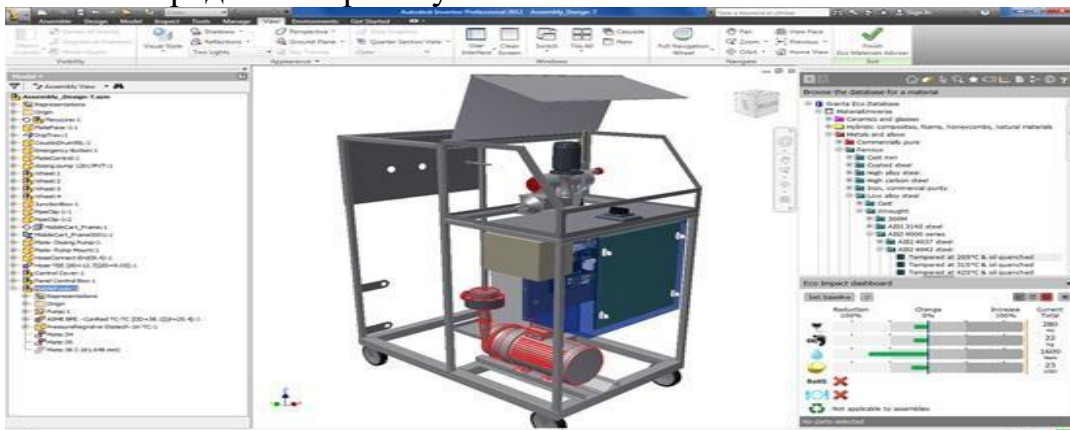


Б)

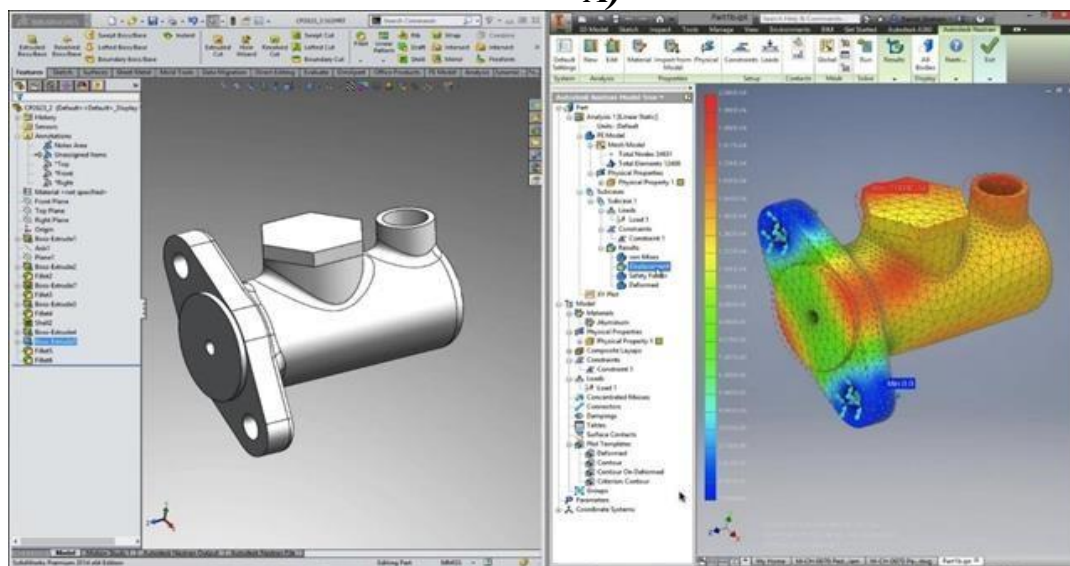
*Рис. 4.7 – Інтерфейс InfraWorks:*

*А) – модель міста; Б) – симуляція трафіку в програмі*

- **Inventor** (рис. 4.8) – потужний інструмент для машинобудівного 3Dпроекування, випуску робочої документації і моделювання виробів. Це програмне забезпечення дозволяє значно підвищити продуктивність роботи інженерів завдяки набору засобів для параметричного та безпосереднього проектування.



A)



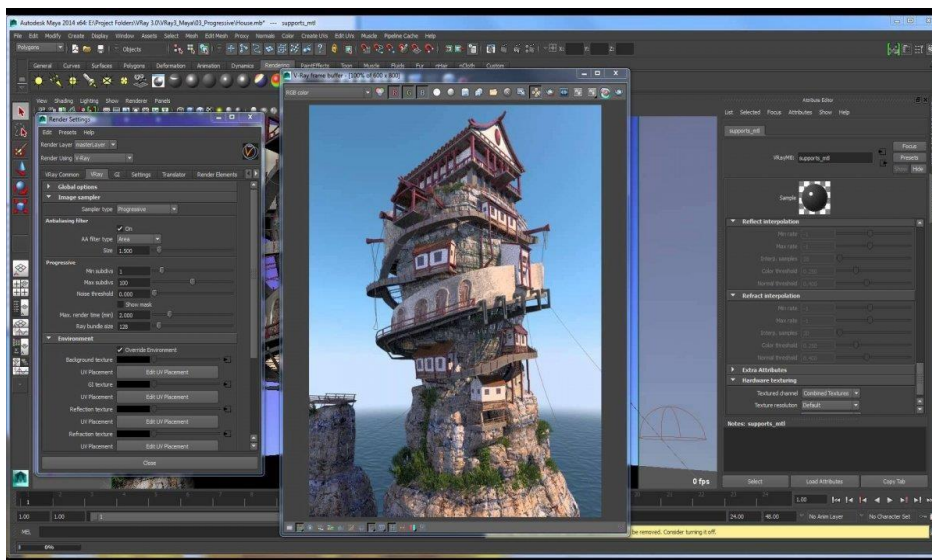
B)

**Рис. 4.8– Інтерфейс Inventor:**  
**A) – модель промислового обладнання;**  
**B) – тестування моделі інструментами програми**

- **Maya** (рис. 4.9) графічний редактор, для моделювання тривимірних об'єктів, анімації, композитингу та візуалізації (за допомогою підімкнутих систем рендерингу). В даний час є стандартом для розробки 3D графіки для кіно і телебачення. Ще з ранніх версій Maya зарекомендувала себе у сфері кіномистецтва та анімаційного кіно, зокрема з її допомогою були реалізовані такі кіно та анімаційні персонажі, як Стюарт Літл, Людина-невидимка, Шрек, ВОЛЛ-І, Голум (Володар пернів), Халк, Дейві Джонс (Пірати Карибського моря) та інші.



A)

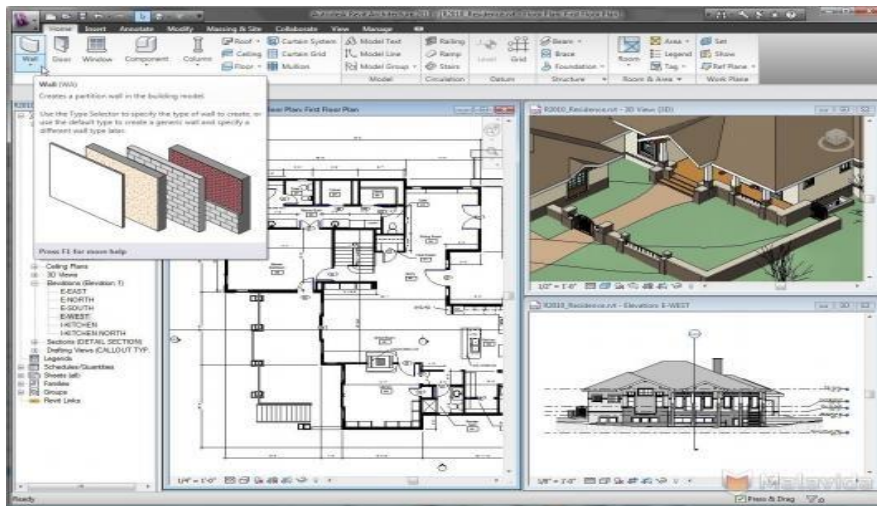


Б)

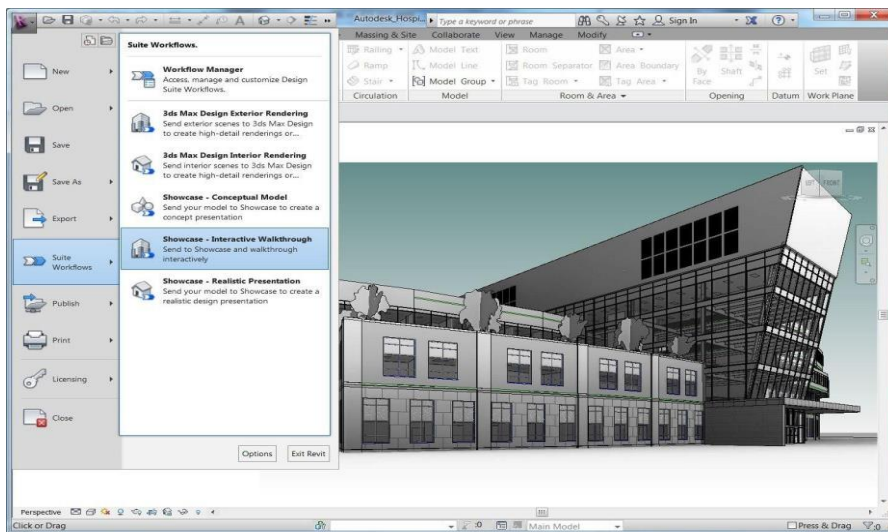
**Рис. 4.9– Інтерфейс Maya:**

**A), Б) – приклад панелей інструментів та трьохвимірних моделей створених за допомогою програми**

- **Revit** (рис. 4.10) популярна САПР для створення 2D-креслень (наприклад планів поверхів, фасадів, деталей і т. д.), 3D-моделей і об'єктів, конструкторської документації та візуалізованих зображень. Хоча між Revit і AutoCAD існує багато відмінностей, обидві програми часто використовуються в межах однієї організації. Основна відмінність полягає в тому, що AutoCAD використовується головним чином як засіб креслення для створення базової геометрії, в той час як Revit застосовується для створення геометрії, яка містить реальні дані.



A)



Б)

*Рис. 4.10 – Інтерфейс Revit:*

*А), Б) – приклад панелей інструментів та трьохвмірних моделей створених за допомогою програми*

## 4.2 Векторний графічний редактор CorelDraw

**CorelDraw** — це векторний графічний редактор, який розроблений та продається компанією Corel Corporation з Оттави (Канада). Ця програма для створення і редагування ілюстрацій, заснована на принципах векторної графіки, це означає, що коли ви малюєте довільний об'єкт на сторінці CorelDraw, форма цього об'єкта описується математичними формулами, при цьому точність опису може досягати десятої частки мікрона. Програма дозволяє реалізувати будь-які творчі ідеї засобами художньої та текстової графіки.

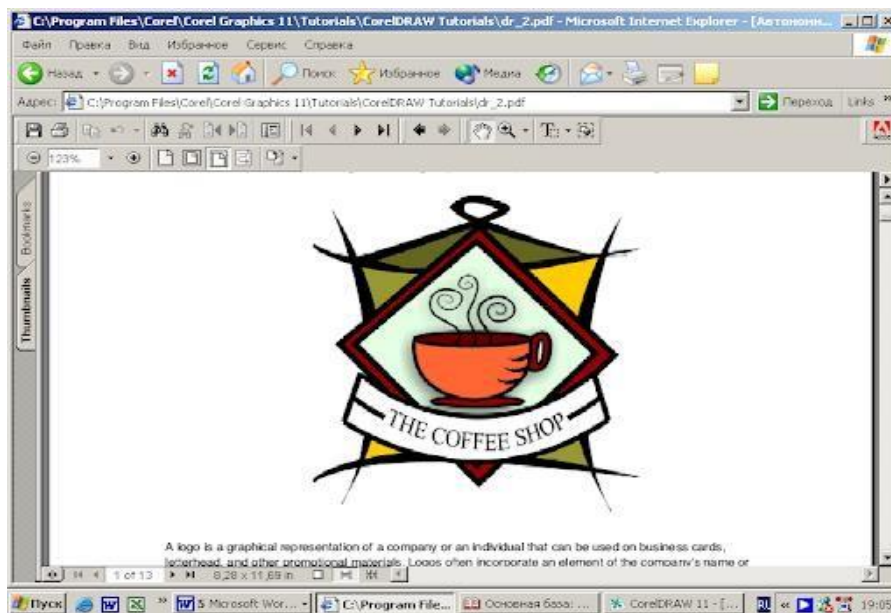
**CorelDraw** це цілий програмний комплекс, який включає:

- власне **CorelDRAW** редактор векторної графіки;
- **CorelPhotoPaint** редактор растрової графіки;

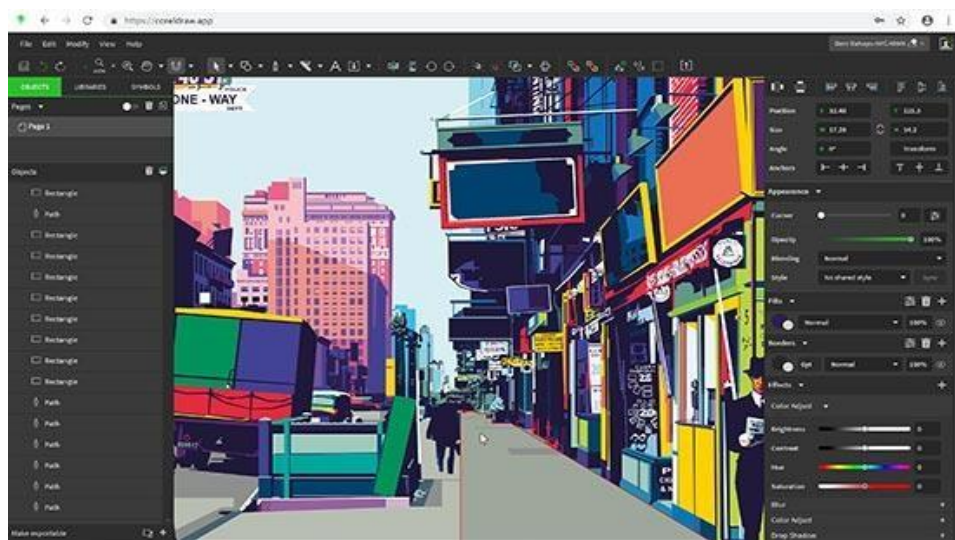
- **CorelCapture** програму для захоплення зображення з екрану комп'ютера;
- **CorelTrace** програму для перекладу растрової картинки в векторне зображення та ін.

Згаданий вище редактор векторних зображень є одним з найкращих в світі. **CorelDraw користуються:** початківці художники, професійні ілюстратори, дизайнери, редактори буклетів, книговидавці, художники по рекламі і логотипам, модельєри, менеджери та ін.

«Робочими» примітивами CorelDraw є прями та геометричні фігури – прямокутники, еліпси, багатокутники, поєднання яких утворює складні форми. Формувати об'єкти, також можна, використовуючи криві, які мають безліч параметрів для редагування.



A)



B)

**Рис. 4.11 – Інтерфейс CorelDraw:**

**A) – створення логотипу; B) – редагування векторного рисунку.**

*Рекомендовані джерела: 1; 10; 13.*

### **Контрольні запитання**

- 1. Які найпоширеніші програмні продукти компанії Autodesk застосовують для автоматизованого проектування?*
- 2. Охарактеризуйте програмне забезпечення для побудови двовимірних зображень.*
- 3. Опишіть комп'ютерні програми для створення тривимірної графіки.*
- 4. Надайте загальну характеристику векторного графічного редактора CorelDraw.*
- 5. Які робочі примітиви застосовують у програмі CorelDraw?*

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інформатика. Інформаційні технології в будівництві. Системи автоматизованого проектування. Баженов В.А., Криксунов Е.З., Перельмутер А.В., Шишов О.В. / За ред. П.П. Лізунова. Підручник. — К.: Каравела, 2023 – 488с.
2. Козяр М. М. Комп'ютерна графіка: SolidWorks: навч. посібник / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук, О. В. Парфенюк. – Стереотип. вид. – Херсон : Олді-плюс, 2020. – 252 с.
3. Технічне завдання [Електронний ресурс] // Вікіпедія. Вільна енциклопедія. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Технічне\\_завдання](https://uk.wikipedia.org/wiki/Технічне_завдання).
4. Технічна пропозиція [Електронний ресурс] // Вікіпедія. Вільна енциклопедія. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Технічна\\_пропозиція#cite\\_note-1](https://uk.wikipedia.org/wiki/Технічна_пропозиція#cite_note-1).
5. ДСТУ 3321-2003 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. [На заміну ДСТУ 3321-96; чинний від 2004-10-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 55 с.
6. Система автоматизованого проектування і розрахунку [Електронний ресурс] // Вікіпедія. Вільна енциклопедія. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Система\\_автоматизованого\\_проектування\\_і\\_розрахунку](https://uk.wikipedia.org/wiki/Система_автоматизованого_проектування_і_розрахунку).
7. ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни і визначення. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1994. 91с.
8. Системотехніка [Електронний ресурс] // Вікіпедія. Вільна енциклопедія. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Системотехніка>.
9. Наумчук О. М. Основи систем автоматизованого проектування: інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення / О. М. Наумчук. – Рівне: НУВГП, 2008. – 136 с.
10. Саєнко С. Ю. Основи САПР / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко – Х. : ХДУХТ, 2017.
11. Історія розвитку САПР [Електронний ресурс] // ИК3D. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: [http://ik.3dscorpion.com.ua/index.php?ukey=auxpage\\_65](http://ik.3dscorpion.com.ua/index.php?ukey=auxpage_65).
12. Маценко В.Г. Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
13. <https://www.autodesk.com> (Офіційний сайт Autodesk)

Навчально-методичне видання

## **ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА ТА ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОЇ ТА МУЗЕЙНОЇ СПРАВИ**

### **Конспект лекцій**

Змістовий модуль 1. Системи автоматизованого проектування

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 241 Готельно-ресторанна справа, 027 Музеєзнавство, пам'яткознавство

Укладач: Роглев Й.Й. – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри готельно-ресторанної та музейної справи МДУ

Тираж 10 пр.

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції  
ДК № 6984 від 20.11.2019 р.*

*Редакційно-видавничий відділ МДУ,  
89600, м.Мукачєво, вул.Ужгородська, 26*





# МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26

тел./факс +380-3131-21109

Веб-сайт університету: [www.msu.edu.ua](http://www.msu.edu.ua)

E-mail: [info@msu.edu.ua](mailto:info@msu.edu.ua), [pr@mail.msu.edu.ua](mailto:pr@mail.msu.edu.ua)

Веб-сайт Інституційного репозитарію Наукової бібліотеки МДУ: <http://dspace.msu.edu.ua:8080>

Веб-сайт Наукової бібліотеки МДУ: <http://msu.edu.ua/library/>