

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «AutoCAD»

(8 навчальних занять)

1. Загальні положення

Дисципліна «AutoCAD» спрямована на формування у здобувачів освіти теоретичних знань та практичних навичок роботи в системах автоматизованого проєктування (САПР) з використанням програмного забезпечення AutoCAD.

2. Мета та завдання дисципліни

Мета дисципліни:

формування вмінь створювати двовимірні креслення та прості тривимірні моделі з дотриманням вимог стандартів.

Завдання дисципліни:

- ознайомлення з інтерфейсом AutoCAD;
- вивчення інструментів 2D-креслення;
- опанування команд редагування;
- формування навичок оформлення креслень;
- засвоєння основ 3D-моделювання.

Форма навчання: лекційно-практична

Кількість занять: 8

Заняття 1

Вступ. Інтерфейс та налаштування AutoCAD

Розглянемо інтерфейс програми:

- робоче поле;
- стрічка інструментів;
- командний рядок;
- панель навігації;
- система координат.

1. Робоче поле

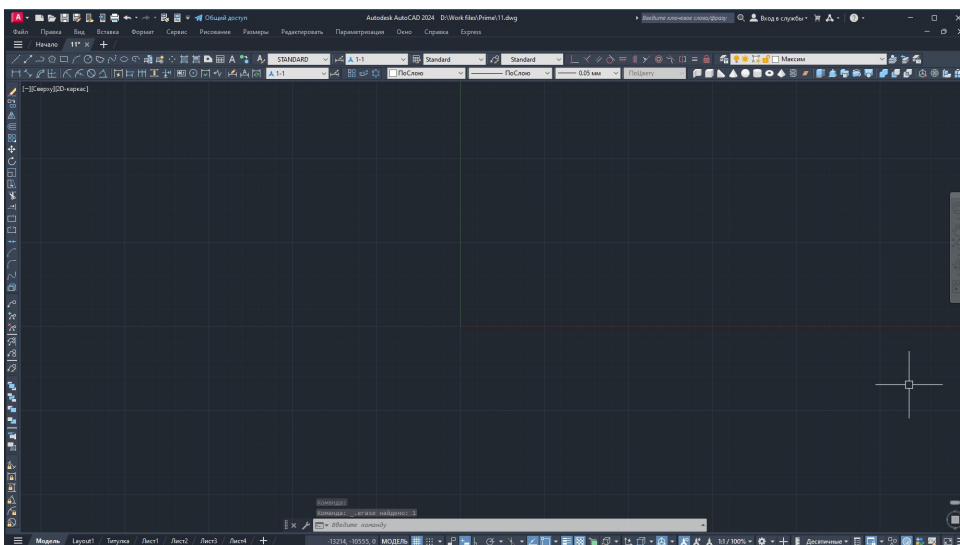
Робоче поле — це центральна частина вікна AutoCAD, у якій безпосередньо створюються креслення та моделі.

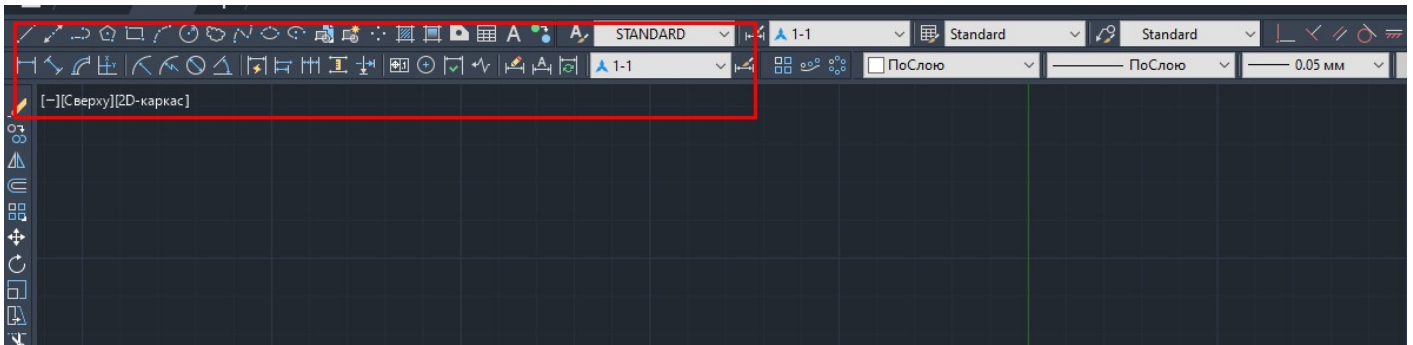
У робочому полі користувач:

- креслить геометричні об'єкти;
- редагує елементи креслення;
- переглядає результати побудови у 2D та 3D режимах.

Робоче поле має:

- координатну сітку (за потреби);
- курсор у вигляді хреста;
- систему координат (UCS).





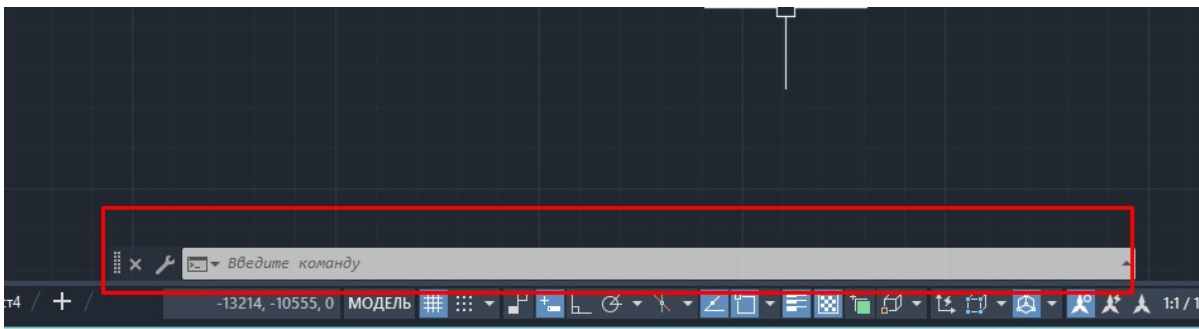
3. Командний рядок

Командний рядок — це текстове поле, у якому AutoCAD:

- приймає команди користувача;
- виводить підказки;
- повідомляє про помилки та запити.

Користувач може:

- вводити команди з клавіатури;
- бачити підказки щодо подальших дій;
- контролювати процес виконання команд.



4. Панель навігації

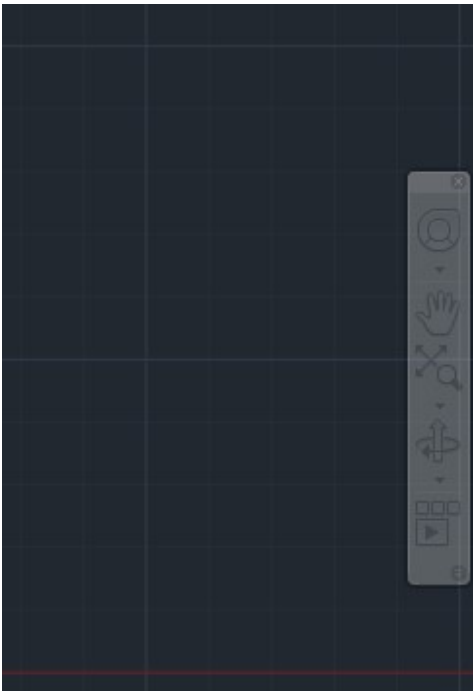
Панель навігації — це набір інструментів для керування переглядом креслення або моделі.

Основні функції:

- масштабування (Zoom);
- переміщення (Pan);
- обертання виду (Orbit) — у 3D режимі;
- перегляд стандартних проекцій.

Панель зазвичай розташована:

- праворуч у робочому полі;
- або активується через меню View.



5. Система координат (UCS)

Система координат (UCS – User Coordinate System) визначає положення об'єктів у просторі.

Основні осі:

- **X** — горизонтальна;
- **Y** — вертикальна;
- **Z** — глибина (у 3D).

У 2D кресленнях зазвичай використовуються осі X та Y,
у 3D моделях — усі три осі.

У робочому полі система координат відображається у вигляді **пиктограми осей**.



Практичне заняття

- Запуск AutoCAD
- Налаштування одиниць вимірювання
- Увімкнення сітки та прив'язок
- Побудова простих ліній
- Збереження файлу

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «AutoCAD»

Заняття 2

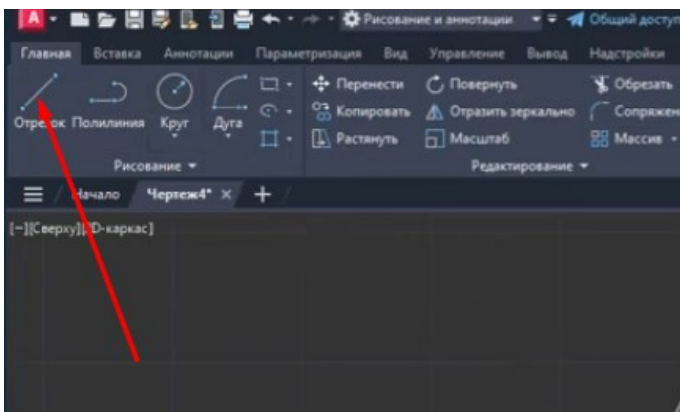
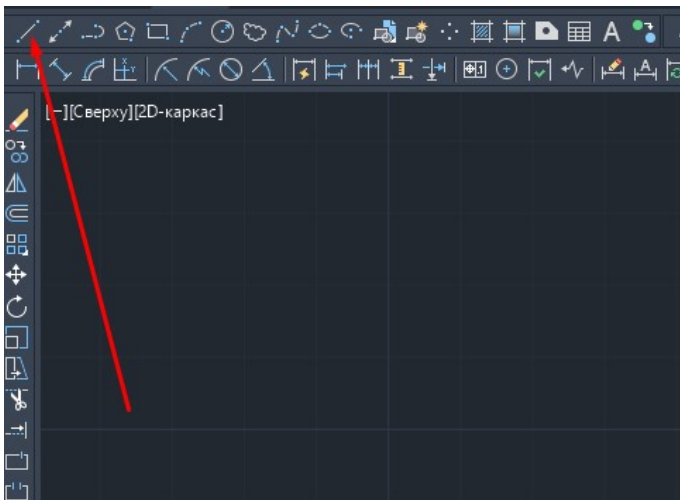
Основи 2D-креслення

ОСНОВНІ КОМАНДИ ПОБУДОВИ В AUTOCAD

- Line
- Polyline
- Circle
- Arc
- Rectangle

1. LINE (Лінія)

Команда **LINE** використовується для побудови окремих прямих відрізків.



Призначення:

Створення прямих ліній між двома заданими точками.

Способи запуску:

- кнопка **Line** на стрічці інструментів;
- введення команди LINE або L у командному рядку.

Порядок виконання:

1. Задати початкову точку.
2. Задати кінцеву точку.
3. За потреби продовжити побудову наступного відрізка.
4. Завершити команду клавішею **Enter** або **Esc**.

Особливості:

- кожен відрізок є окремим об'єктом;
- можна вводити точні координати та розміри.

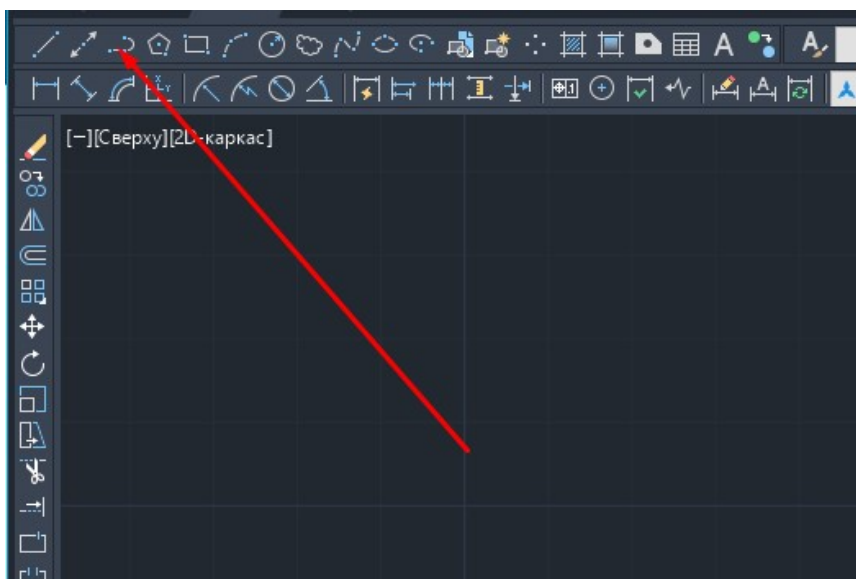
Побудова лінії між двома точками

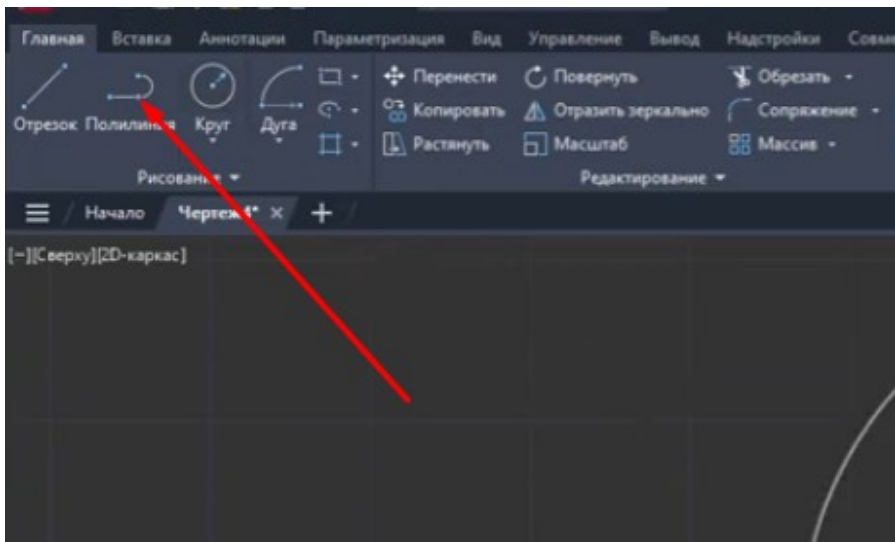
2. POLYLINE (Полілінія)

Команда **POLYLINE** дозволяє створювати кілька з'єднаних відрізків як **один об'єкт**.

Призначення:

Побудова складних контурів з прямих і дуг.





Способи запуску:

- кнопка **Polyline**;
- команда PL у командному рядку.

Порядок виконання:

1. Задати початкову точку.
2. Послідовно задавати наступні точки.
3. За потреби перемикається між лініями і дугами.
4. Завершити команду Enter.

Особливості:

- всі сегменти об'єднані в один об'єкт;
- зручно для контурів, площ, профілів.

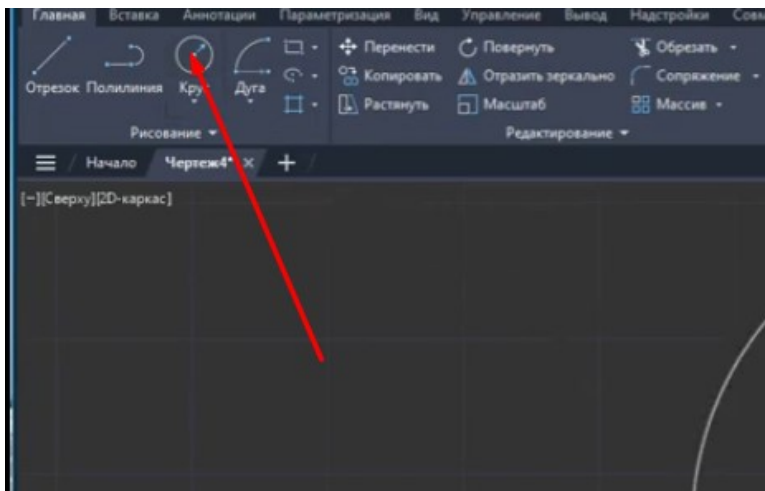
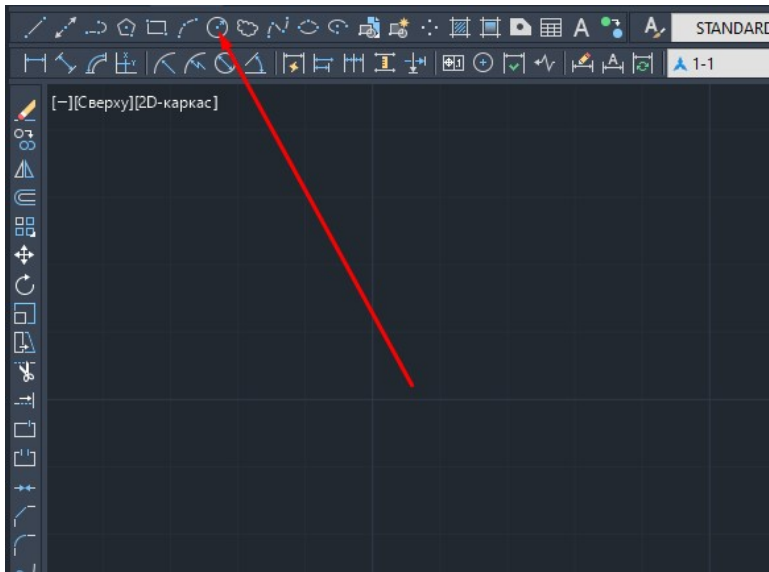
Полілінія як єдиний об'єкт

3. CIRCLE (Коло)

Команда **CIRCLE** використовується для побудови кіл різними способами.

Призначення:

Створення геометричних кіл.



Способи запуску:

- кнопка **Circle**;
- команда CIRCLE або C.

Основні методи побудови:

- центр + радіус;
- центр + діаметр;
- по 2 точках;
- по 3 точках.

Особливості:

- точна геометрія;
- широко використовується в технічних кресленнях.

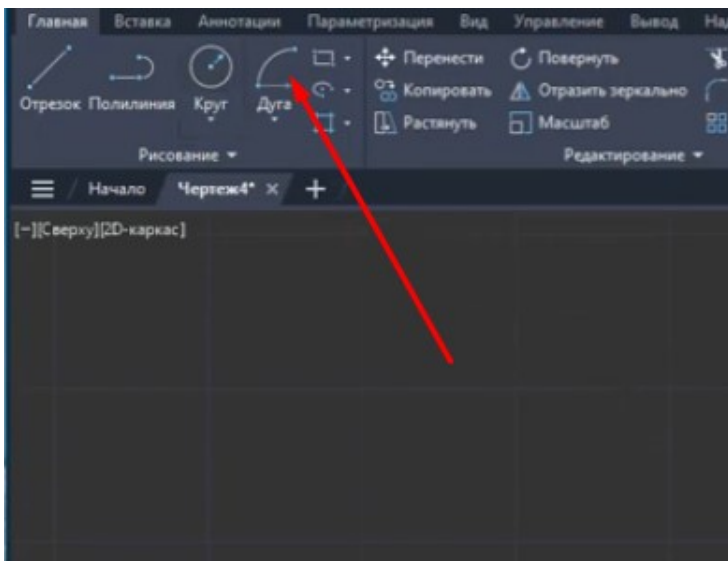
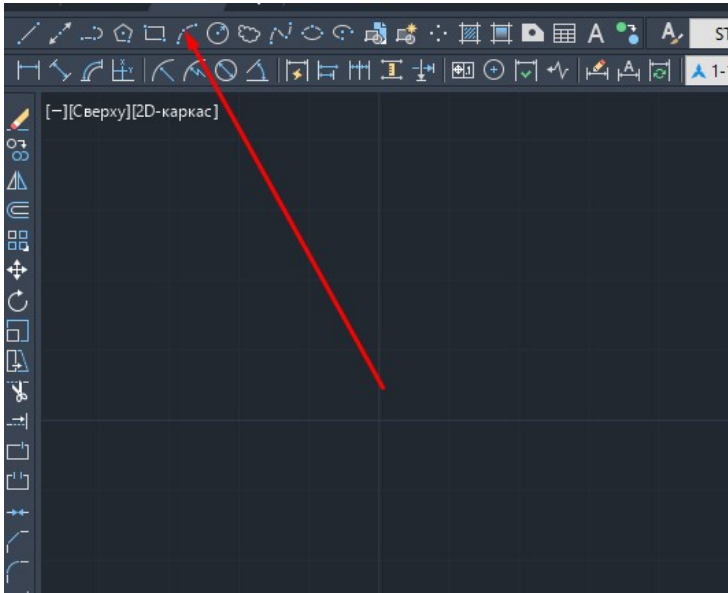
Побудова кола за центром і радіусом

4. ARC (Дуга)

Команда ARC дозволяє створювати дуги різними методами.

Призначення:

Побудова частини кола (дуги).



Способи запуску:

- кнопка Arc;
- команда ARC.

Основні методи побудови:

- початок – центр – кінець;

- початок – кінець – радіус;
- по трьох точках.

Особливості:

- гнучкі варіанти побудови;
- використовується для складних контурів.

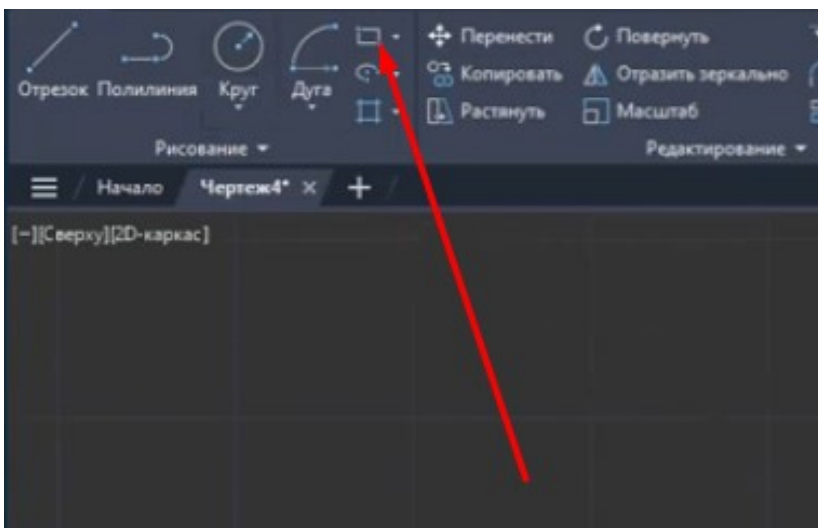
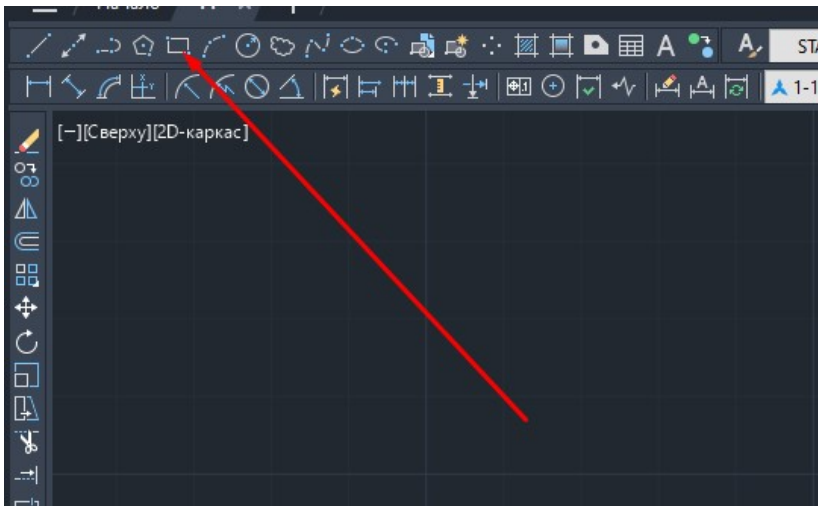
Побудова дуги різними способами

5. RECTANGLE (Прямокутник)

Команда RECTANGLE створює прямокутні об'єкти.

Призначення:

Побудова прямокутників за двома протилежними кутами.



Способи запуску:

- кнопка **Rectangle**;
- команда RECTANG або REC.

Порядок виконання:

1. Задати перший кут.
2. Задати протилежний кут або ввести розміри.

Особливості:

- створюється як полілінія;
- можна одразу задавати фаски або скруглення.

Побудова прямокутника за розмірами

КОМАНДИ РЕДАГУВАННЯ В AUTOCAD

1. MOVE (Переміщення)

Команда **MOVE** використовується для переміщення об'єктів у кресленні.



Призначення:

Зміна положення об'єкта без зміни його форми та розмірів.

Запуск:

- кнопка **Move** на стрічці інструментів;
- команда MOVE або M.

Порядок виконання:

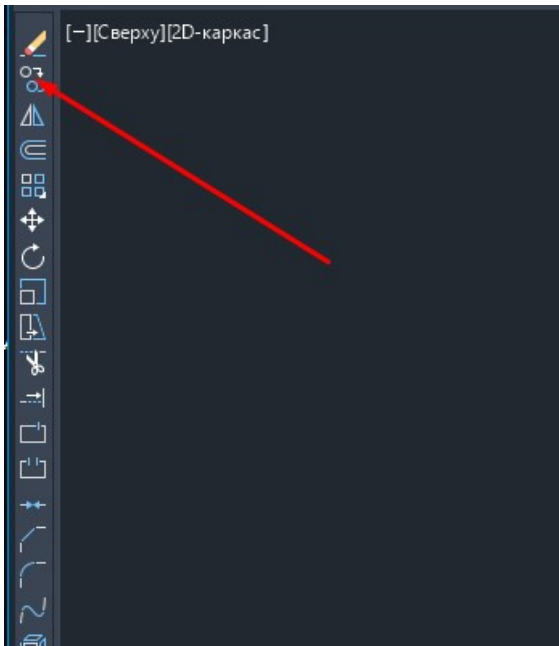
1. Вибрати об'єкт.
2. Задати базову точку.
3. Задати точку переміщення або ввести відстань.

Практичне застосування:

Вирівнювання та корекція елементів креслення.

2. COPY (Копіювання)

Команда COPY створює копії вибраних об'єктів.



Призначення:

Створення одного або кількох дублікатів об'єкта.

Запуск:

- кнопка **Сору**;
- команда COPY або CO.

Порядок виконання:

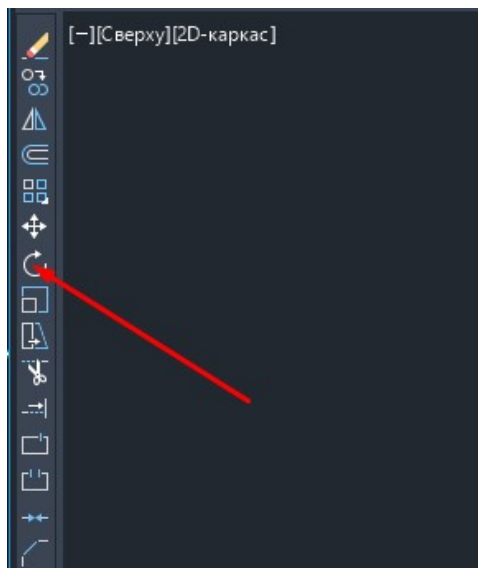
1. Вибрати об'єкт.
2. Задати базову точку.
3. Задати точку розміщення копії.
4. Повторити за потреби.

Особливість:

Можна створювати кілька копій за одну команду.

3. ROTATE (Поворот)

Команда ROTATE повертає об'єкти навколо заданої точки.



Призначення:

Зміна орієнтації об'єкта.

Запуск:

- кнопка **Rotate**;
- команда ROTATE або RO.

Порядок виконання:

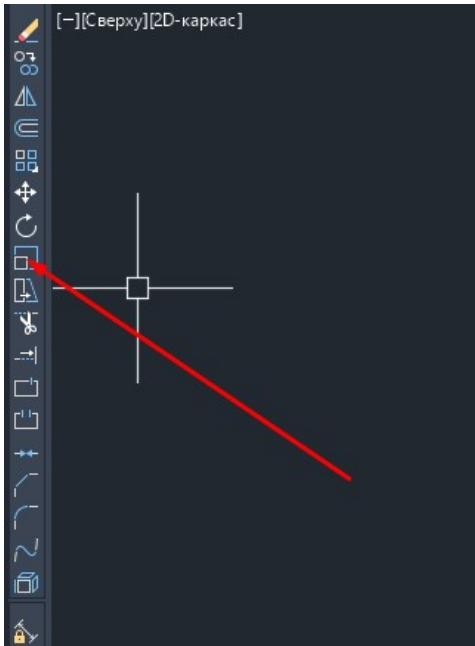
1. Вибрати об'єкт.
2. Вказати центр повороту.
3. Задати кут повороту.

Практика:

Розміщення елементів під потрібним кутом.

4. SCALE (Масштабування)

Команда **SCALE** змінює розміри об'єкта пропорційно.



Призначення:

Збільшення або зменшення об'єкта.

Запуск:

- кнопка **Scale**;
- команда SCALE або SC.

Порядок виконання:

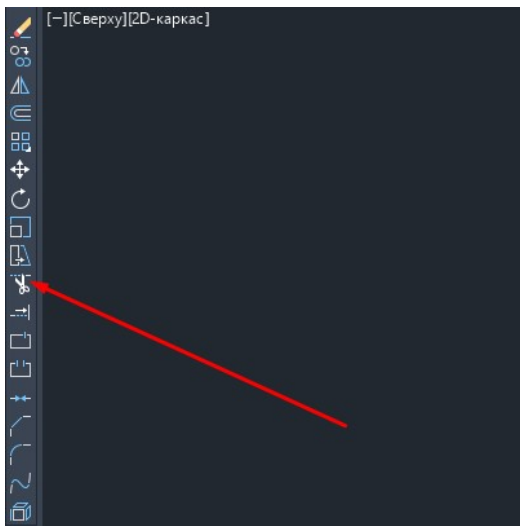
1. Вибрати об'єкт.
2. Задати базову точку.
3. Ввести коефіцієнт масштабу.

Примітка:

Коефіцієнт більше 1 — збільшення, менше 1 — зменшення.

5. TRIM (Обрізання)

Команда **TRIM** використовується для обрізання зайвих частин об'єктів.



Призначення:

Видалення фрагментів об'єктів по межах.

Запуск:

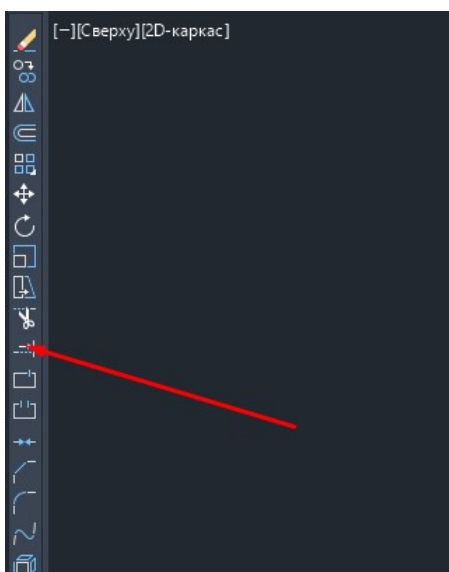
- кнопка **Trim**;
- команда TRIM або TR.

Порядок виконання:

1. Вибрати обмежувальні об'єкти.
2. Натиснути Enter.
3. Вибрати частини для обрізання.

6. EXTEND (Подовження)

Команда **EXTEND** подовжує об'єкти до заданої межі.



Призначення:

Автоматичне доведення об'єкта до іншого об'єкта.

Запуск:

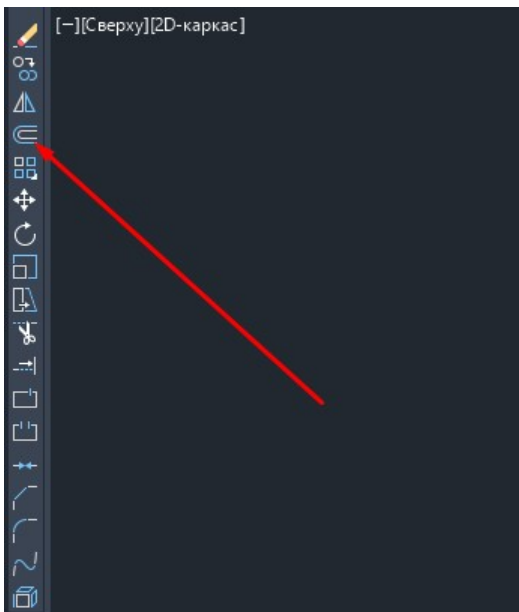
- кнопка **Extend**;
- команда EXTEND або EX.

Порядок виконання:

1. Вибрати межі подовження.
2. Натиснути Enter.
3. Вибрати об'єкти для подовження.

7. OFFSET (Зміщення)

Команда **OFFSET** створює паралельні копії об'єктів.

**Призначення:**

Побудова паралельних ліній, контурів, стін.

Запуск:

- кнопка **Offset**;
- команда OFFSET або O.

Порядок виконання:

1. Ввести відстань.
2. Вибрати об'єкт.

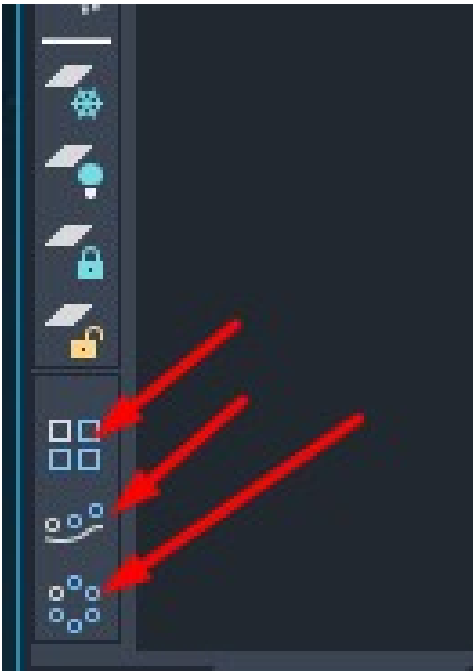
3. Вказати сторону зміщення.

Застосування:

Проектування товщини об'єктів.

8. ARRAY (Масив)

Команда ARRAY створює множинні копії об'єкта за заданою схемою.



Призначення:

Автоматичне копіювання елементів.

Типи масивів:

- прямокутний;
- круговий;
- по траєкторії.

Запуск:

- кнопка **Array**;
- команда **ARRAY**.

Практика:

Розміщення повторюваних елементів (отвори, колони).

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «AutoCAD»

Заняття 3

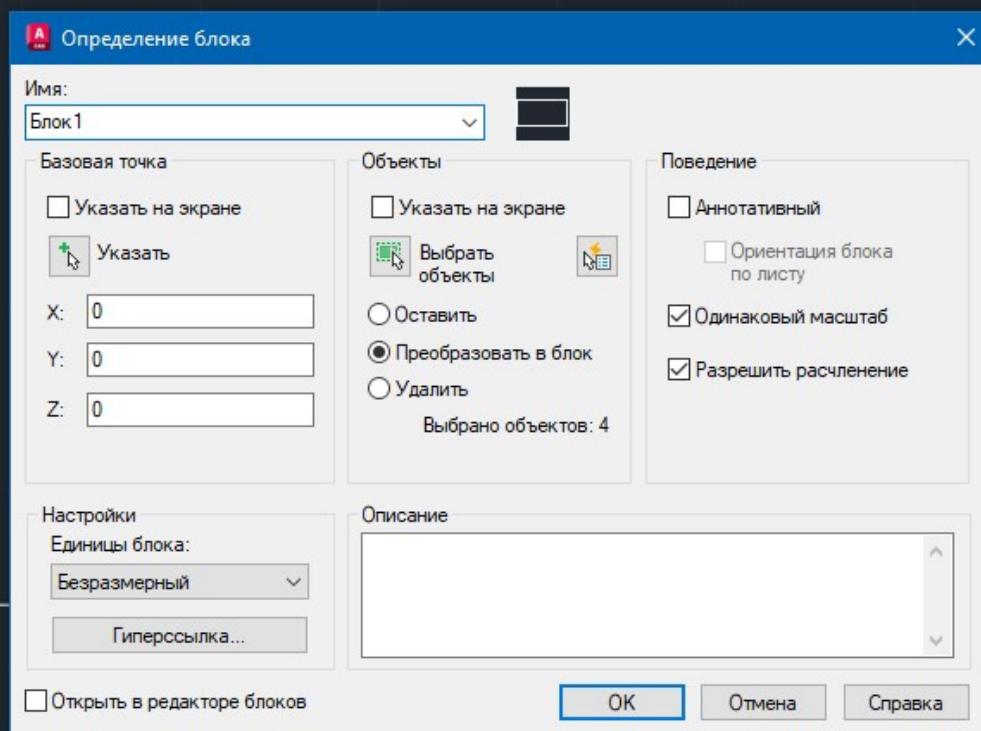
БЛОКИ ТА АТРИБУТИ В AUTOCAD

1. Створення блоків

Блок — це група об'єктів, об'єднаних в один елемент, який можна багаторазово використовувати у кресленні.

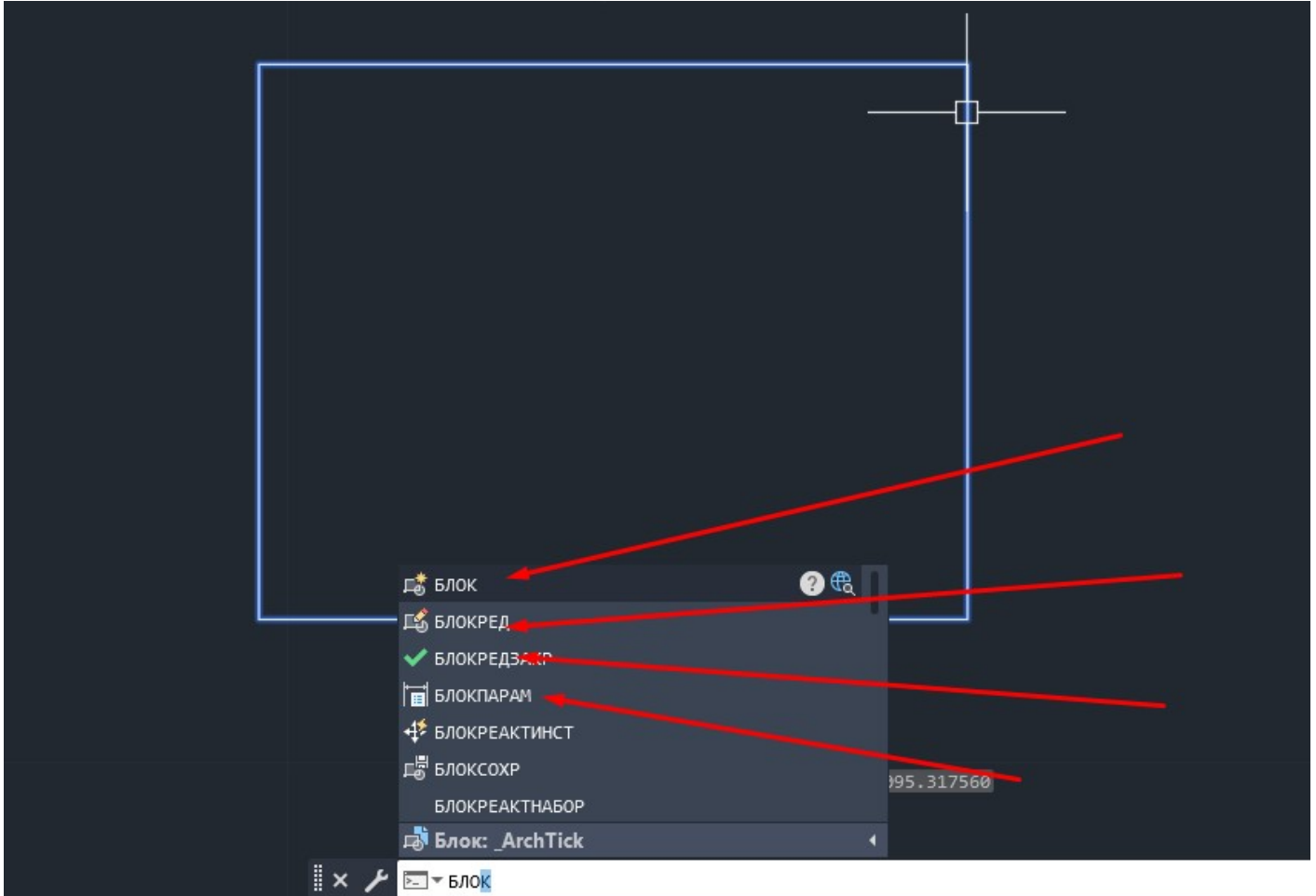
Призначення блоків:

- скорочення часу роботи;
- стандартизація елементів креслення;
- зменшення розміру файлу.



Способи створення блоку:

- команда BLOCK;
- команда WBLOCK (створення окремого файлу блоку).

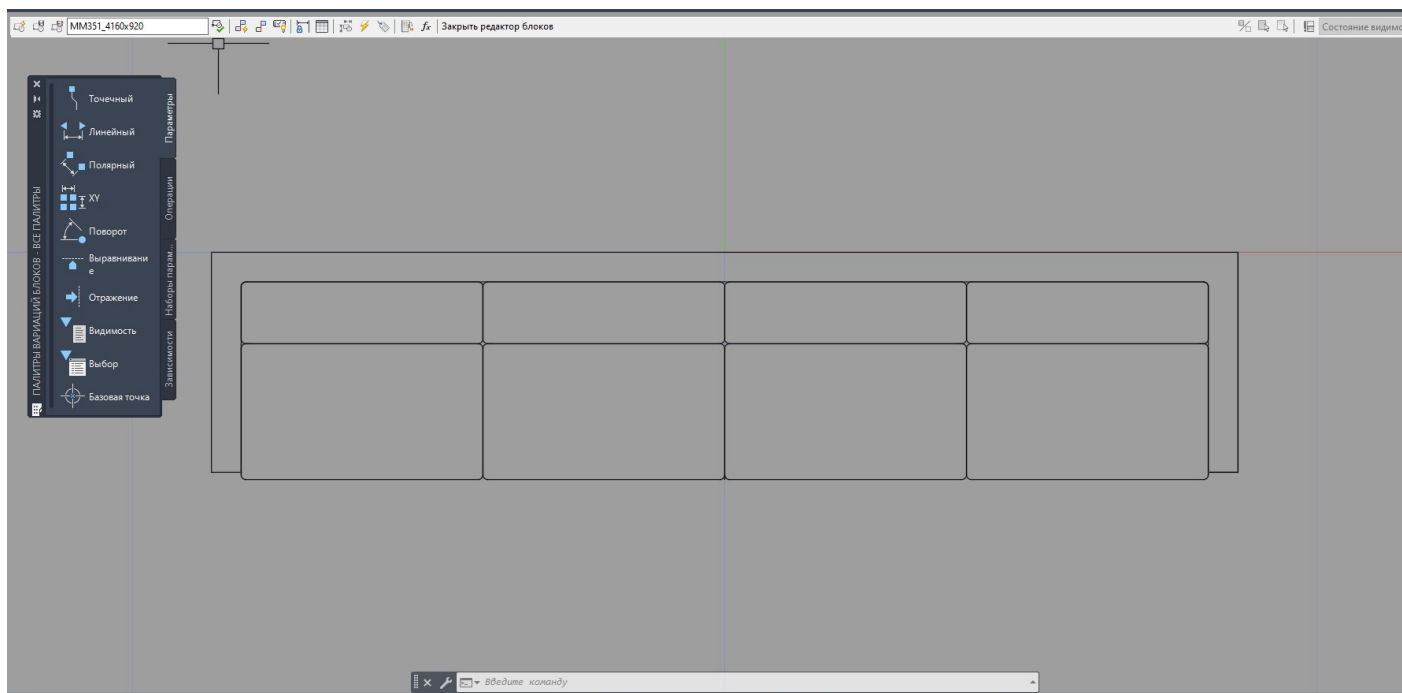
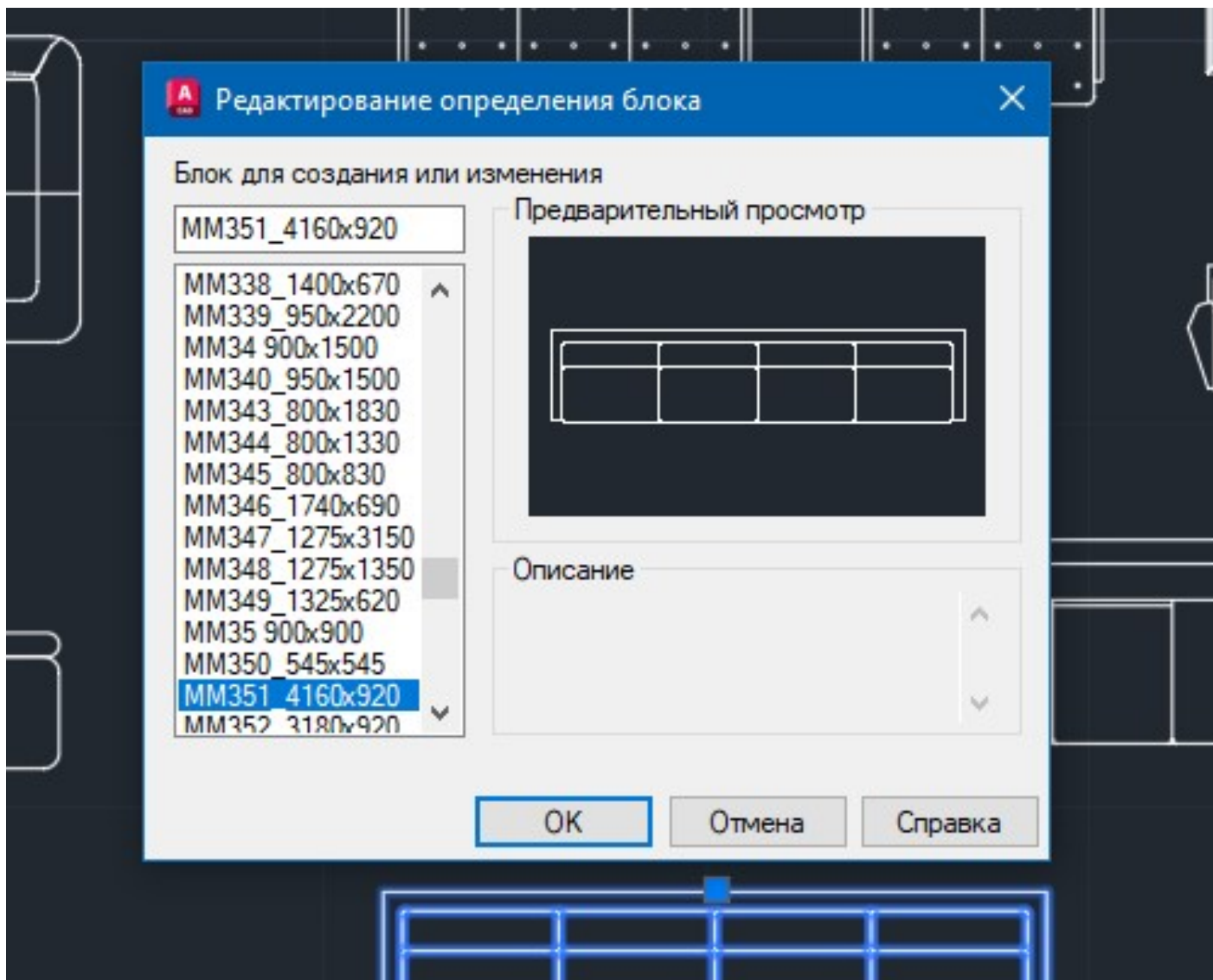


Порядок створення блоку:

1. Підготувати об'єкти для блоку.
2. Запустити команду BLOCK.
3. Задати ім'я блоку.
4. Вибрати базову точку.
5. Вибрати об'єкти.
6. Підтвердити створення.

Особливості:

- блок поводиться як єдиний об'єкт;
- можна редагувати через Block Editor.



Створення блоку з групи об'єктів

2. Використання атрибутів

Атрибут — це текстова інформація, прив'язана до блоку (наприклад: номер, назва, матеріал).

Призначення атрибутів:

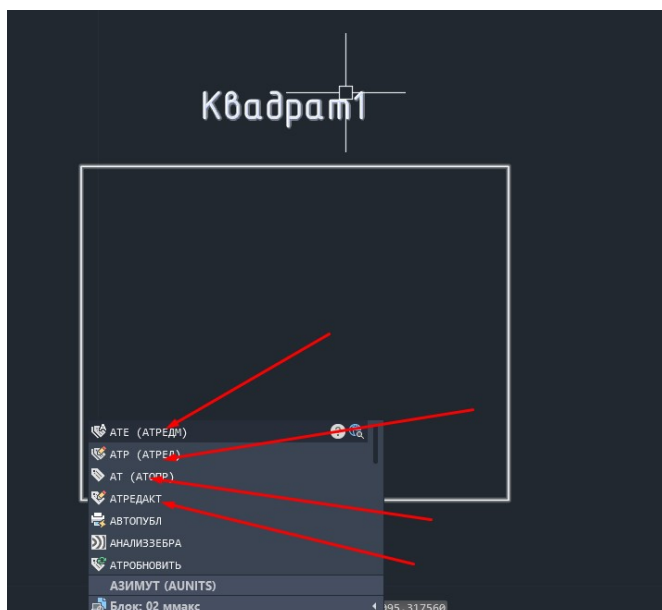
- автоматизація заповнення даних;
- створення специфікацій;
- уніфікація креслень.

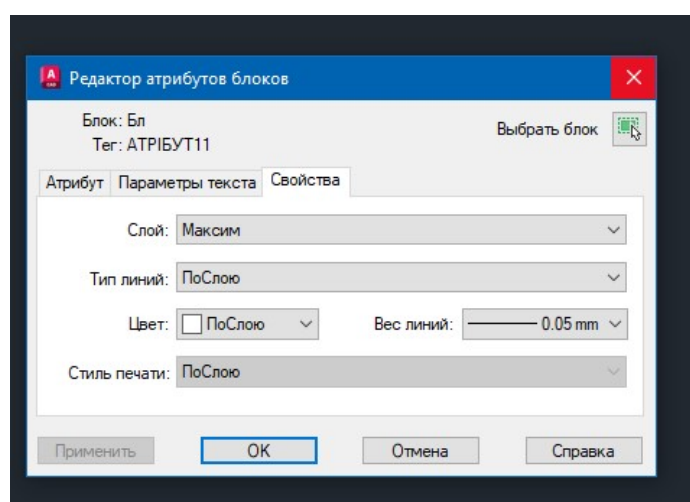
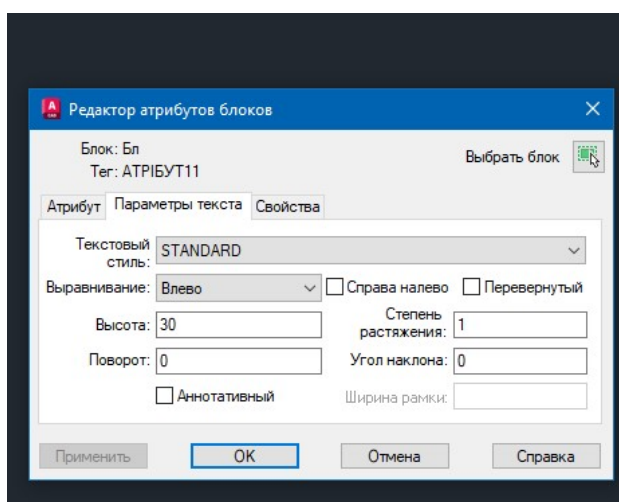
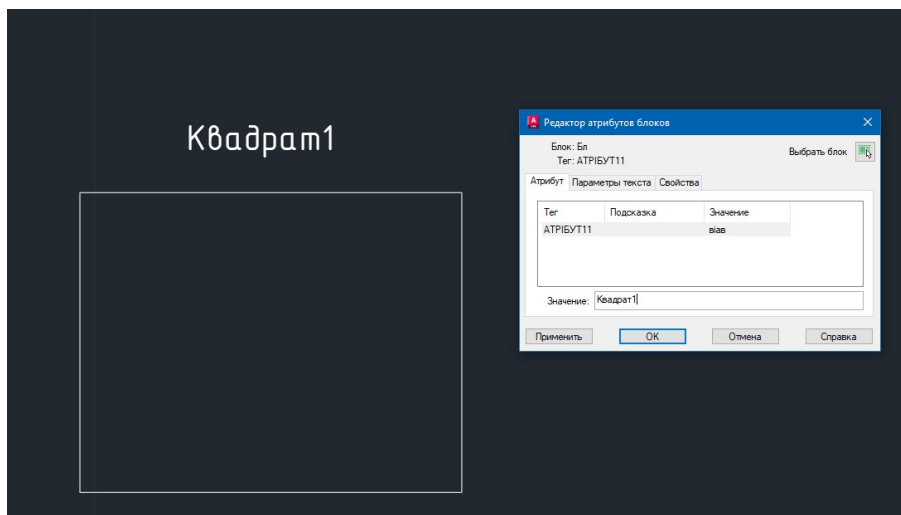
Основні команди:

- ATTDEF — створення атрибуту;
- INSERT — вставка блоку з атрибутами;
- ATTEDIT — редагування атрибутів.

Порядок роботи з атрибутами:

1. Створити атрибут командою ATTDEF.
2. Додати атрибут у блок.
3. При вставці блоку заповнити значення атрибутів.
4. За потреби редагувати дані.





Приклад використання:
Позначення дверей, вікон, обладнання.



Вікно введення атрибутів під час вставки блоку

3. Повторне застосування елементів

Повторне використання елементів — це основа ефективної роботи в AutoCAD.

Способи повторного застосування:

- використання блоків;
- бібліотеки стандартних елементів;
- копіювання та масиви.

Переваги:

- економія часу;
- зменшення помилок;
- єдиний стиль креслень.

Практичний підхід:

Створення власної бібліотеки блоків для постійної роботи.

Бібліотека блоків AutoCAD

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Створити блок «Двері».
2. Додати атрибути: номер, тип, ширина.
3. Вставити блок у креслення кілька разів.
4. Змінити значення атрибутів.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «AutoCAD»

Заняття 4

РОЗМІРИ, ТЕКСТ ТА ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ В AUTOCAD

1. Типи розмірів

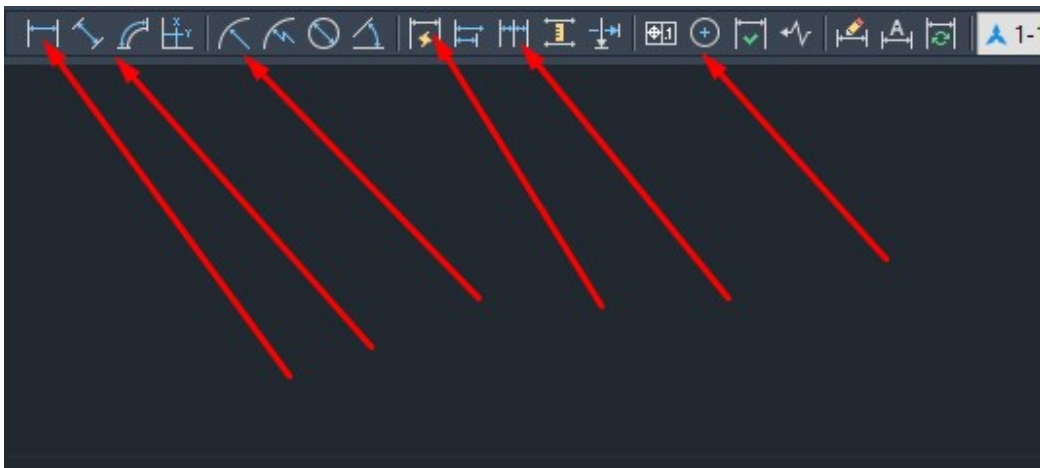
Розміри використовуються для передачі геометричних параметрів об'єктів на кресленні.

Основні типи розмірів в AutoCAD:

- **Лінійні** — визначають відстань між двома точками;
- **Вирівняні** — вимірюють похилі відстані;
- **Кутові** — визначають величину кута;
- **Радіальні** — вказують радіус дуги або кола;
- **Діаметральні** — визначають діаметр кола;
- **Ординатні** — координатні розміри.

Запуск:

Панель **Annotate** → **Dimensions** або команда DIM.



2. Стили розмірів

Стиль розмірів визначає зовнішній вигляд усіх розмірів креслення.

Налаштовується стиль розмірів:

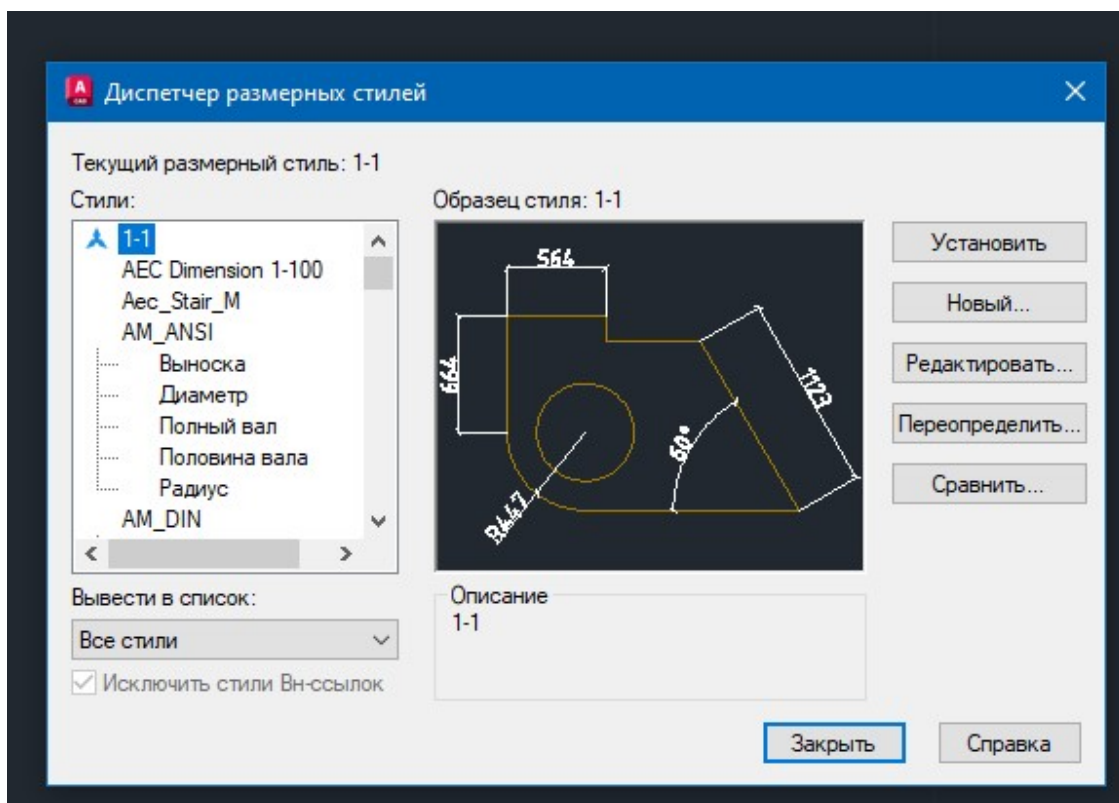
- висота тексту;
- тип і розмір стрілок;
- відступи;
- формат чисел;
- одиниці вимірювання.

Основна команда:
DIMSTYLE

Рекомендації:

- створювати окремий стиль для кожного типу креслення;
- використовувати єдиний стиль у межах документа.

Вікно налаштування стилю розмірів



3. Текстові стилі

Текстові стилі визначають вигляд текстових написів.

Основні параметри текстового стилю:

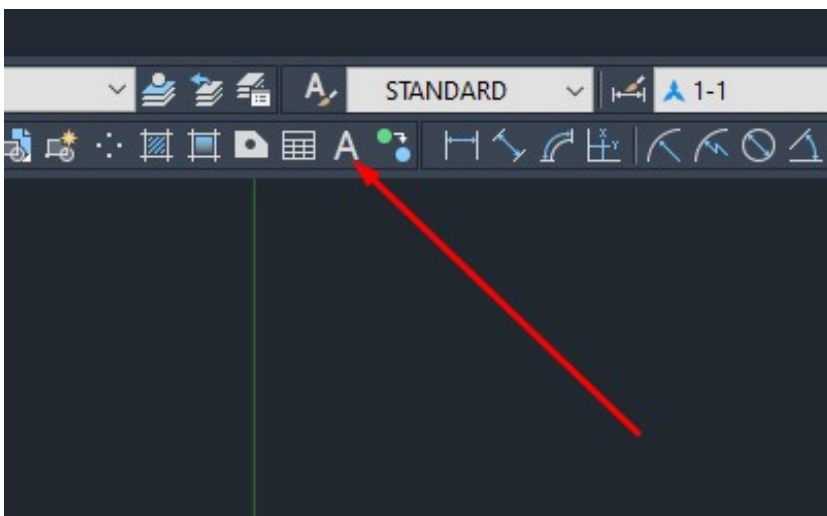
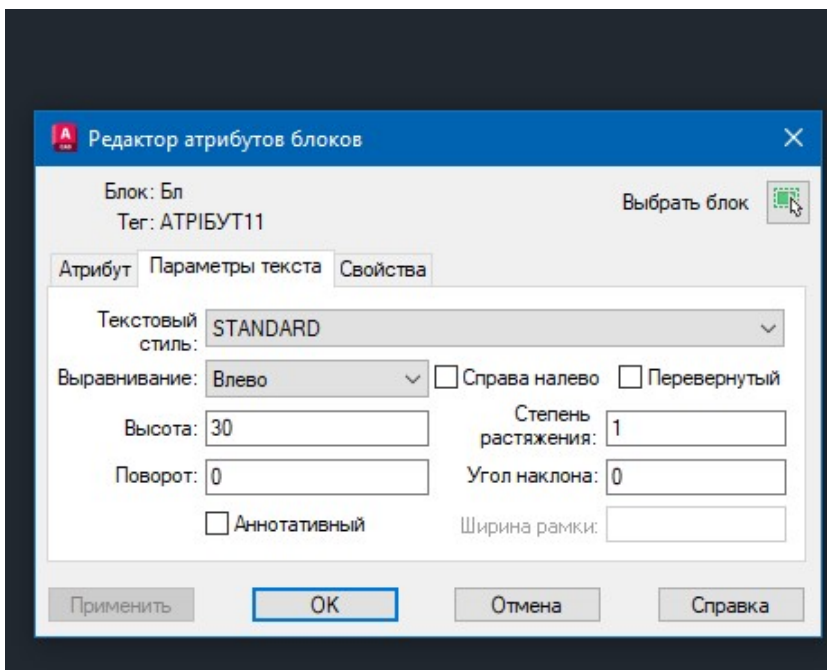
- шрифт;

- висота тексту;
- нахил;
- міжрядковий інтервал.

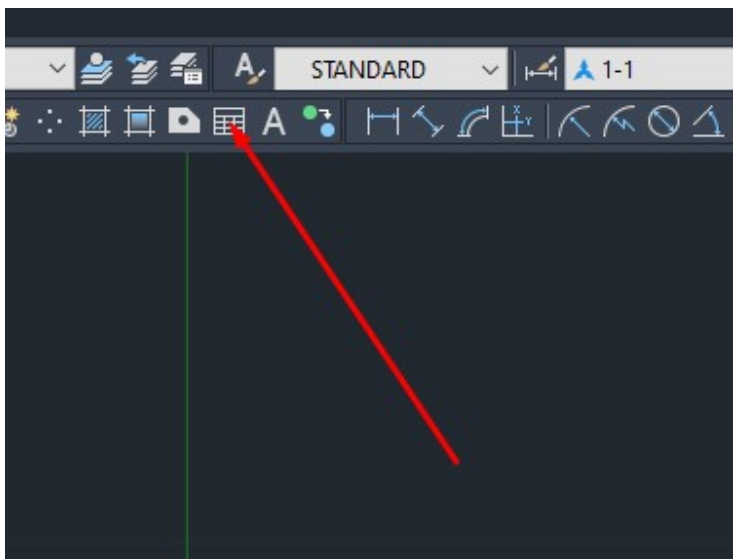
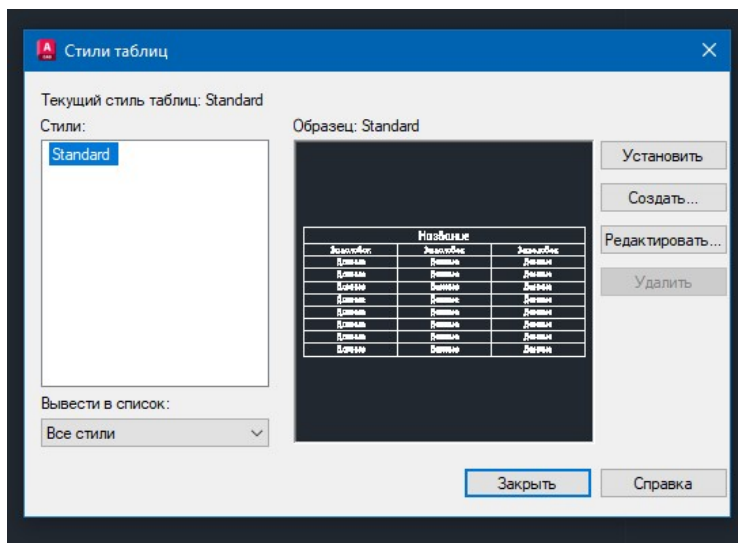
Основна команда: STYLE

Практичне застосування:

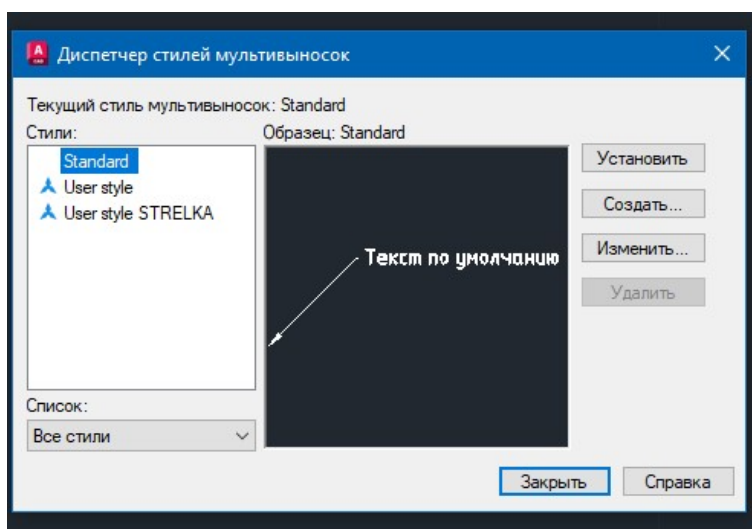
- основні написи;
- технічні примітки;
- позначення елементів.



4. Стили таблиц



5. Стили виносок



6. Вимоги до оформлення креслень згідно стандартів

Оформлення креслень повинно відповідати **національним та міжнародним стандартам** (ДСТУ, ISO, ГОСТ — залежно від сфери застосування).

Основні вимоги:

- використання масштабів;
- єдиний стиль ліній;
- коректне нанесення розмірів;
- читабельний текст;
- наявність основного напису.

В AutoCAD це реалізується через:

- стилі ліній;
- стилі розмірів;
- текстові стилі;
- шаблони креслень.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Нанести всі типи розмірів на креслення.
2. Створити власний стиль розмірів.
3. Налаштувати текстовий стиль.
4. Перевірити відповідність стандартам.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «AutoCAD»

Заняття 5

Методи друку та публікація листів. Властивості елементів, використання шарів.

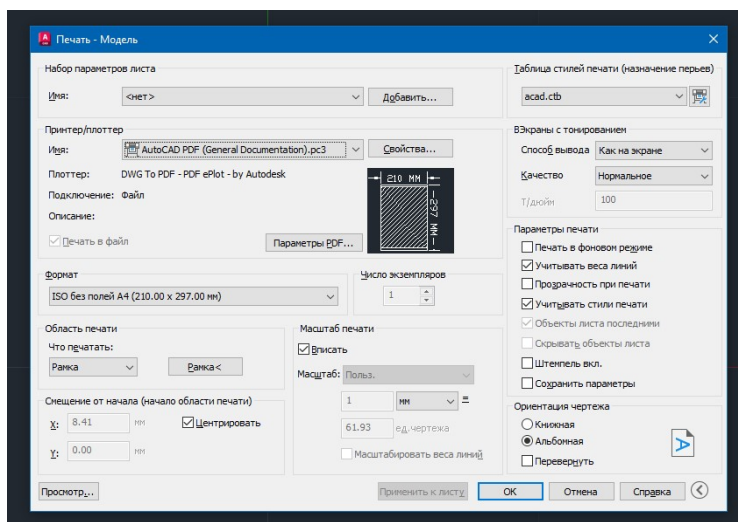
1. Мета роботи

Метою даної роботи є ознайомлення студентів з можливостями підготовки креслень до друку та електронної публікації в програмному середовищі **AutoCAD**, вивчення основних властивостей графічних елементів креслення, а також освоєння принципів використання шарів для організації та структурування графічної інформації.

2.1 Загальні відомості про підготовку креслень до друку

Після створення креслення в системі автоматизованого проєктування важливим етапом є його підготовка до друку або електронного поширення. У програмі **AutoCAD** передбачені спеціальні інструменти, що дозволяють налаштовувати параметри друку, масштаб креслення, формат паперу та область виведення.

Друк креслень у AutoCAD здійснюється за допомогою команди **Plot**. Вона дозволяє виконати виведення креслення на принтер, плотер або зберегти його у файл (наприклад, у форматі PDF).



Перед виконанням друку необхідно виконати такі підготовчі дії:

- перевірити масштаб креслення;
- налаштувати шари та їх відображення;
- задати товщину та тип ліній;
- визначити область друку.

Ці параметри забезпечують правильне відображення креслення на друкованому аркуші.

2.2 Основні параметри друку

Під час виконання команди **Plot** користувач може налаштувати наступні параметри:

1. Пристрій друку

Вибір принтера або плотера, на який буде виведено креслення. Також можливий вибір віртуального принтера для створення файлів PDF.

2. Формат паперу

AutoCAD підтримує різні стандартні формати паперу:

- A4
- A3
- A2
- A1
- A0

Формат вибирається відповідно до розміру креслення.

3. Орієнтація аркуша

Можливі два варіанти:

- **Portrait** (книжкова)
- **Landscape** (альбомна)

4. Область друку

AutoCAD дозволяє вибрати одну з кількох областей друку:

- **Display** – друк того, що відображається на екрані
- **Extents** – друк усіх об'єктів креслення
- **Window** – друк вибраної області
- **Layout** – друк аркуша з режиму Layout

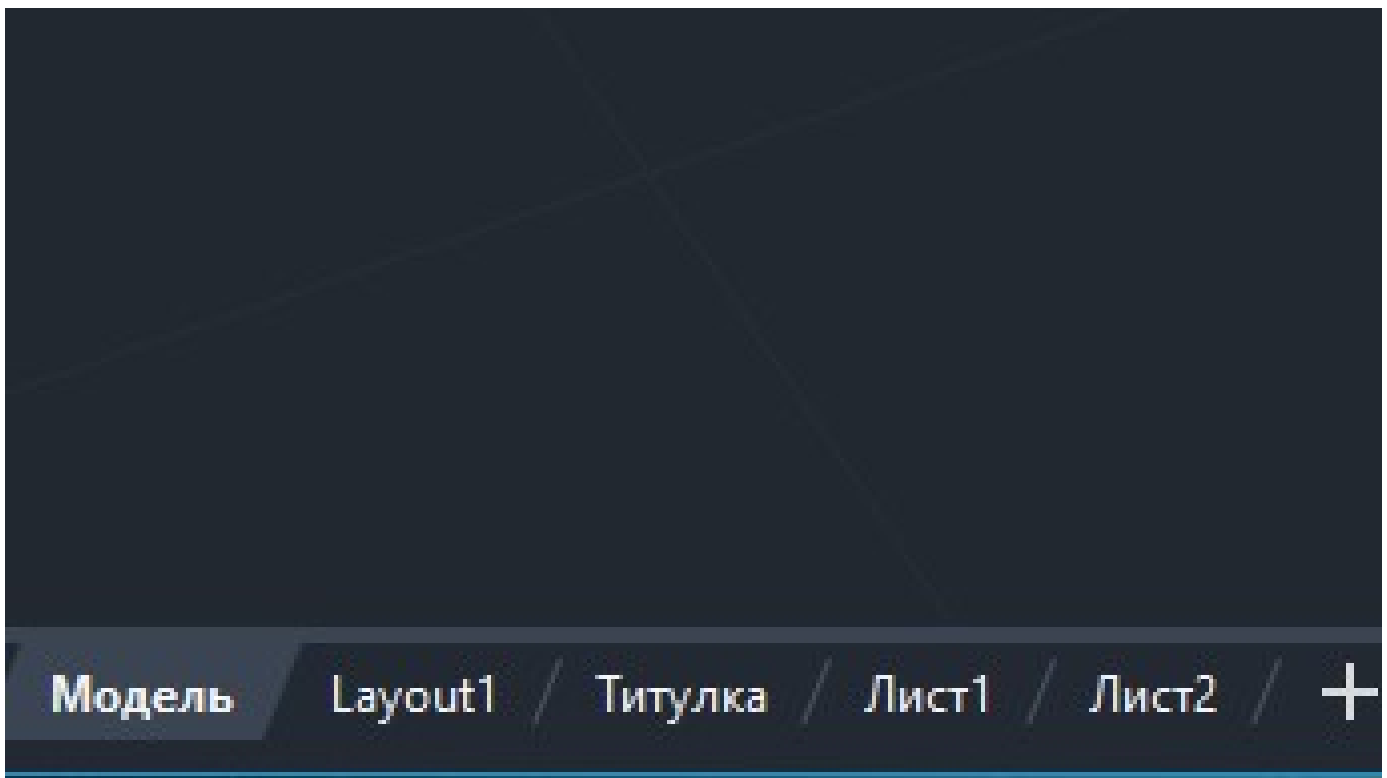
5. Масштаб друку

Масштаб визначає співвідношення між розмірами креслення на екрані та на папері. Наприклад:

- 1:1
- 1:50
- 1:100
- 1:200

Правильне налаштування масштабу є важливим для технічної документації.

2.3 Режими Model і Layout



У програмі AutoCAD існують два основних режими роботи:

Model (Модель)

У цьому режимі створюється саме креслення. Усі елементи будуються в реальних розмірах.

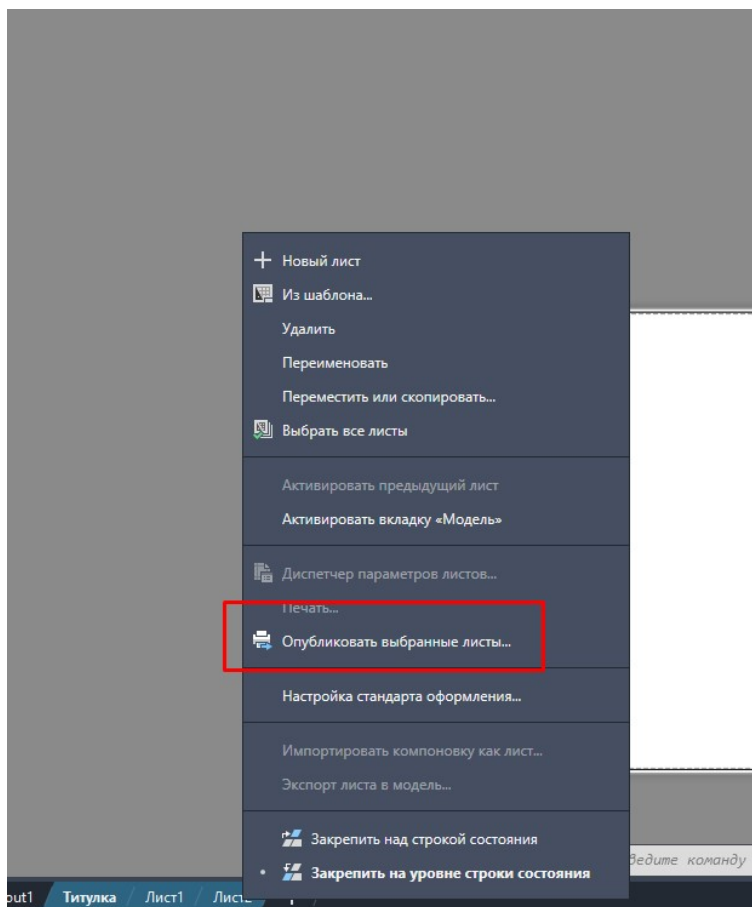
Layout (Аркуш)

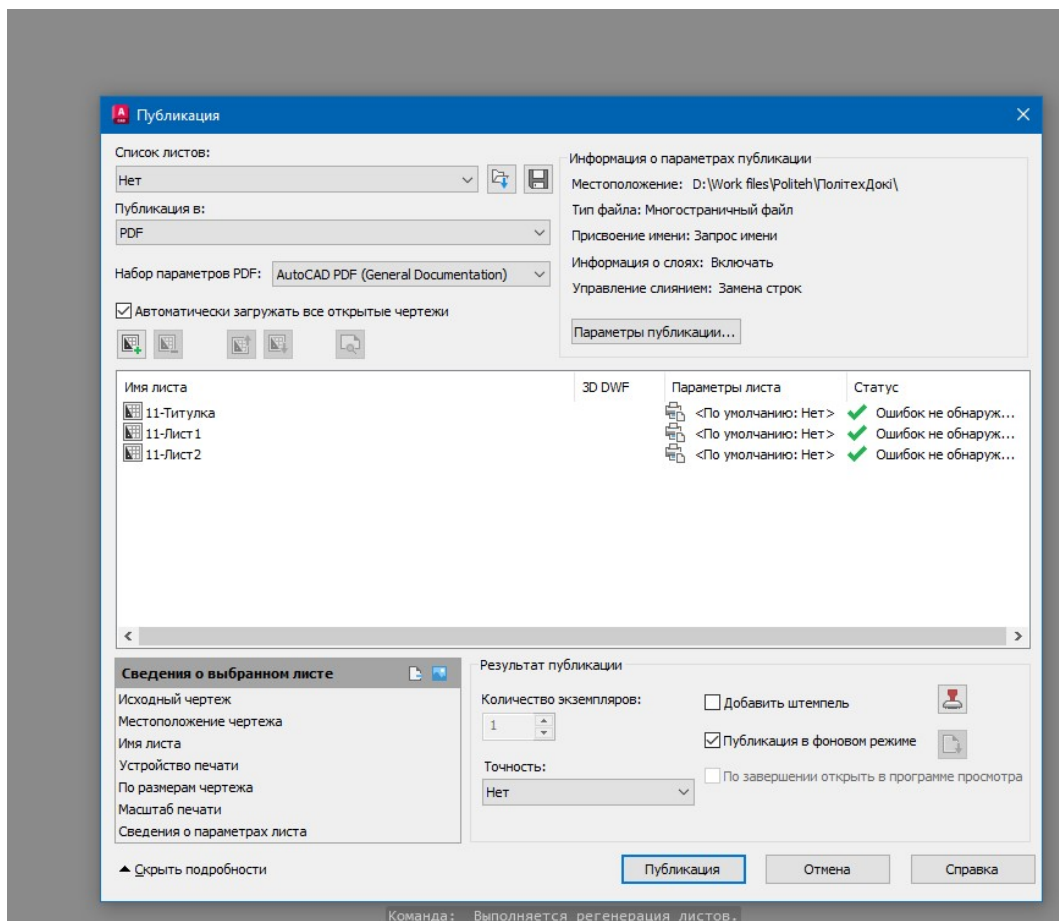
Цей режим використовується для підготовки креслення до друку. У ньому можна:

- створювати аркуші;
- розміщувати рамки та штампи;
- встановлювати масштаб перегляду;
- розміщувати кілька видів одного креслення.

Використання Layout значно полегшує підготовку креслень до друку.

2.4 Публікація креслень





Публікація креслень передбачає створення електронних файлів для передачі, архівування або перегляду.

У AutoCAD для цього використовується команда **Publish**.

За допомогою цієї команди можна:

- об'єднати кілька креслень;
- створити багатосторінковий PDF-документ;
- опублікувати креслення у спеціальному форматі для перегляду.

Основні формати публікації

PDF

Найпоширеніший формат для обміну кресленнями. Його можна переглядати на будь-якому комп'ютері.

DWF

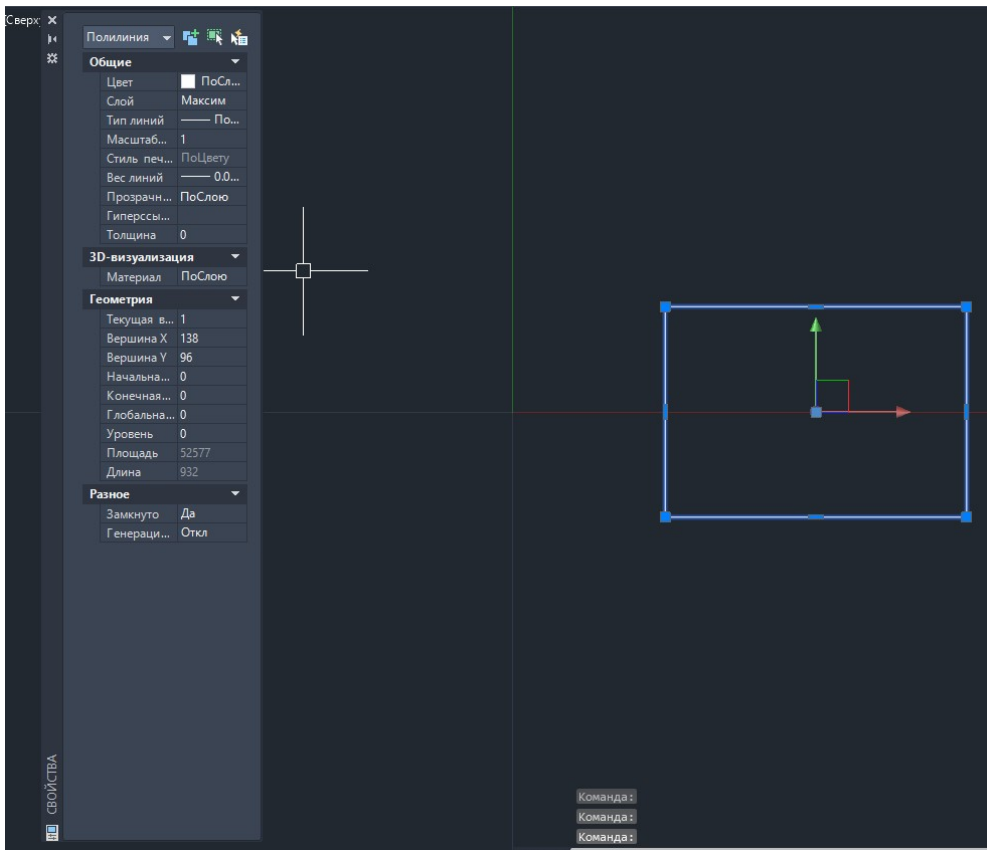
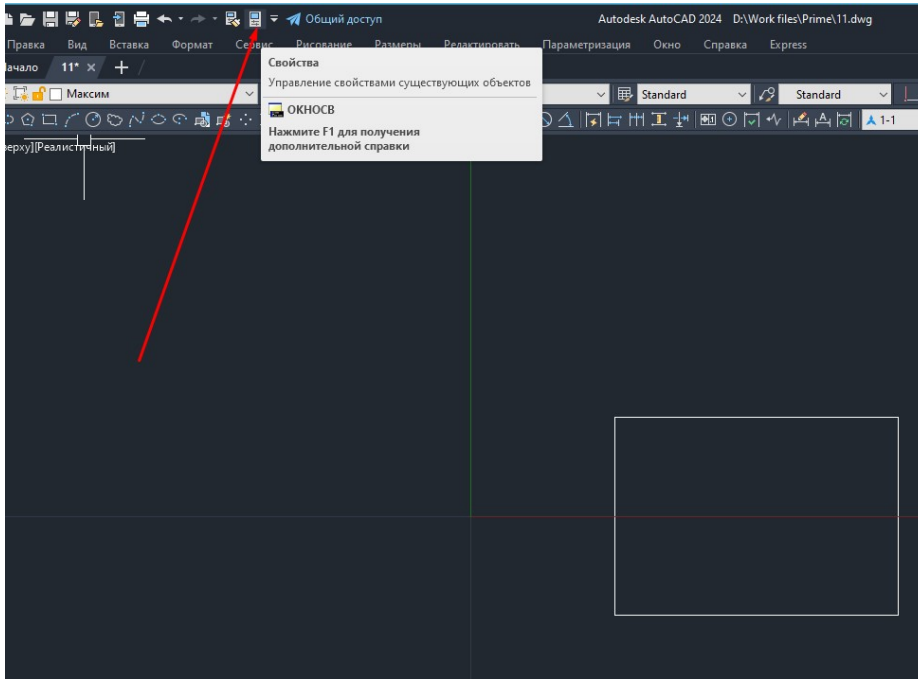
Формат для електронного перегляду креслень з високим ступенем стиснення.

DWFx

Розширена версія формату DWF, сумісна з програмами Microsoft.

Публікація дозволяє швидко створювати електронні комплекти креслень.

2.5 Властивості графічних елементів



Кожен об'єкт у кресленні має певні параметри, які називаються **властивостями**.

Основні властивості:

Колір (Color)

Визначає колір лінії або об'єкта. Часто колір використовується для розподілу елементів за шарами.

Тип лінії (Linetype)

Визначає вигляд лінії:

- суцільна;
- штрихова;
- пунктирна;
- осьова.

Товщина лінії (Lineweight)

Задає товщину лінії під час друку.

Прозорість (Transparency)

Визначає ступінь прозорості об'єкта.

Масштаб типу лінії

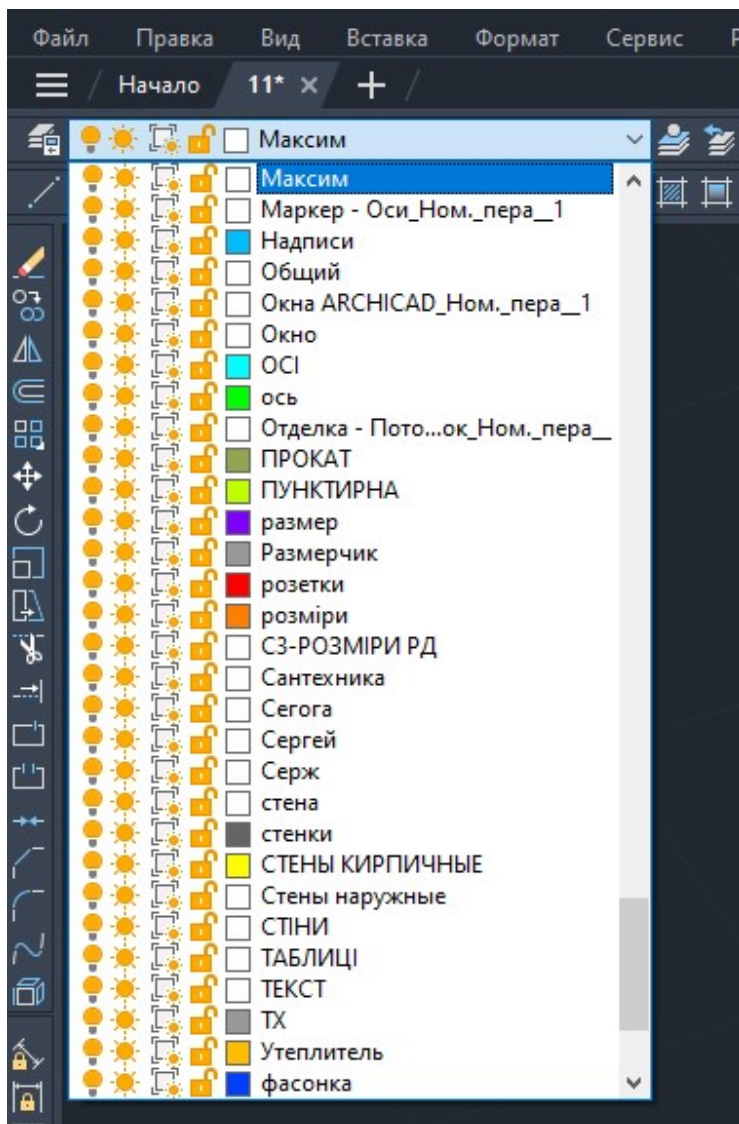
Дозволяє змінювати вигляд штрихових ліній залежно від масштабу креслення.

Керування властивостями здійснюється через **панель Properties**.

2.6 Використання шарів у кресленні

Шари (**Layers**) є одним із найважливіших інструментів організації креслення.

Шар можна уявити як прозору плівку, на якій розміщуються певні елементи креслення.



Основні можливості шарів

- створення нових шарів;
- задання кольору для кожного шару;
- встановлення типу лінії;
- встановлення товщини лінії;
- вмикання та вимикання відображення;
- блокування шарів;
- заморожування шарів.

Переваги використання шарів

1. Полегшується редагування креслення.
2. Можна приховувати окремі елементи.
3. Підвищується зручність роботи з великими кресленнями.

4. Забезпечується правильне оформлення технічної документації.

Приклад структури шарів

Шар	Призначення
Контури	Основні лінії креслення
Розміри	Розмірні лінії
Текст	Пояснювальні написи
Осі	Осьові лінії
Допоміжні	Будівельні лінії

Керування шарами здійснюється через **Layer Properties Manager**.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «AutoCAD»

Заняття 6

3D МОДЕЛЮВАННЯ В AUTOCAD. ОСНОВНІ КОМАНДИ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ В AUTOCAD

У системі **AutoCAD** тривимірні об'єкти можуть створюватися не лише за допомогою стандартних 3D-примітивів, але й шляхом перетворення **двовимірних контурів (2D-об'єктів)** у просторові моделі. Для цього використовуються спеціальні команди 3D-моделювання, які дозволяють отримувати складні об'ємні форми на основі плоских геометричних фігур.

EXTRUDE (Витягування)

Команда **EXTRUDE** використовується для створення тривимірного об'єкта шляхом **витягування двовимірного контуру у напрямку осі Z** на задану висоту.

Принцип роботи команди полягає в тому, що плоска фігура перетворюється в об'ємну форму шляхом її переміщення у просторі.

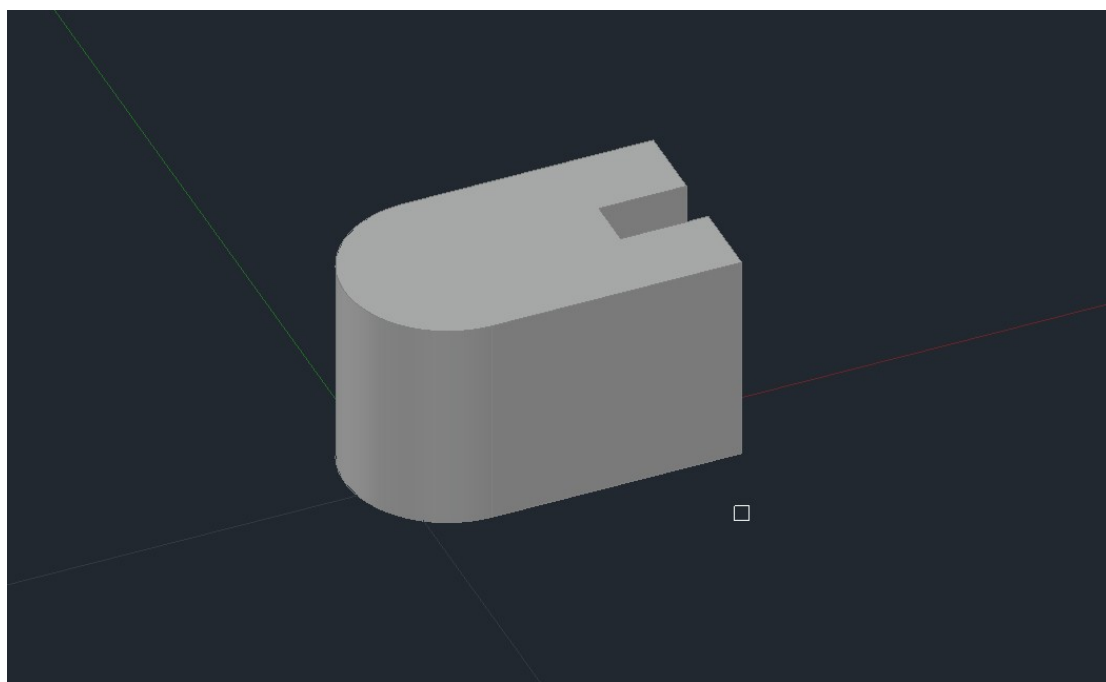
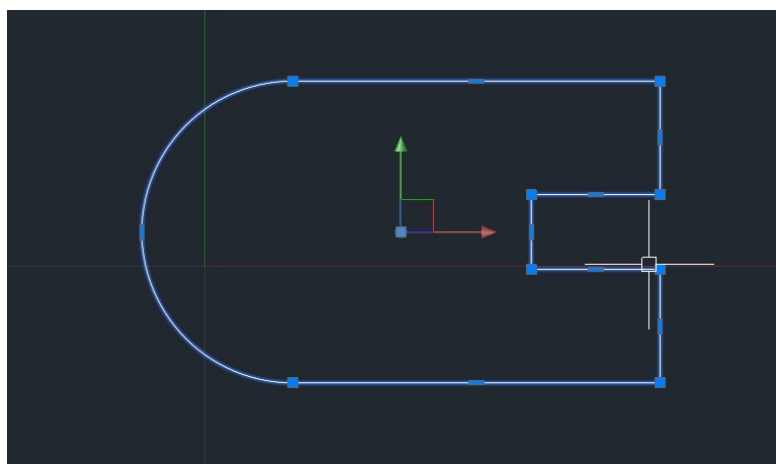
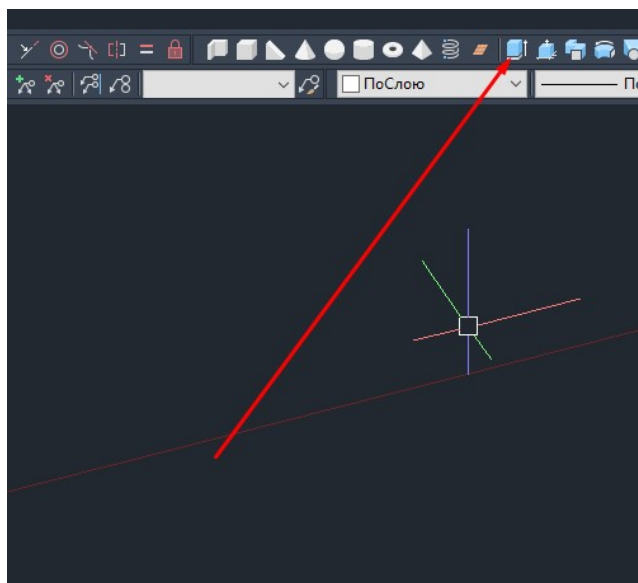
Наприклад:

- **коло → циліндр**
- **прямокутник → паралелепіпед**
- **довільний контур → об'ємна модель**

Під час виконання команди користувач задає:

- об'єкт або контур;
- напрямок витягування;
- висоту витягування.

Команда **EXTRUDE** широко використовується під час створення архітектурних моделей, механічних деталей та різних технічних конструкцій.



REVOLVE (Обертання)

Команда **REVOLVE** створює тривимірний об'єкт шляхом **обертання** двовимірного профілю навколо заданої осі.

Під час виконання команди необхідно:

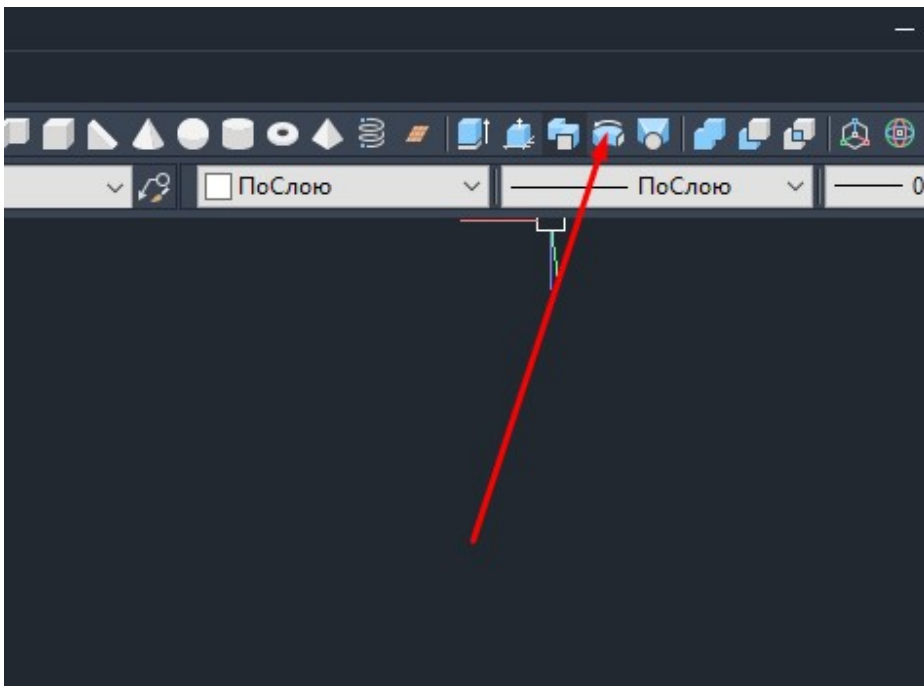
1. вибрати профіль (2D-контур);
2. задати вісь обертання;
3. визначити кут обертання.

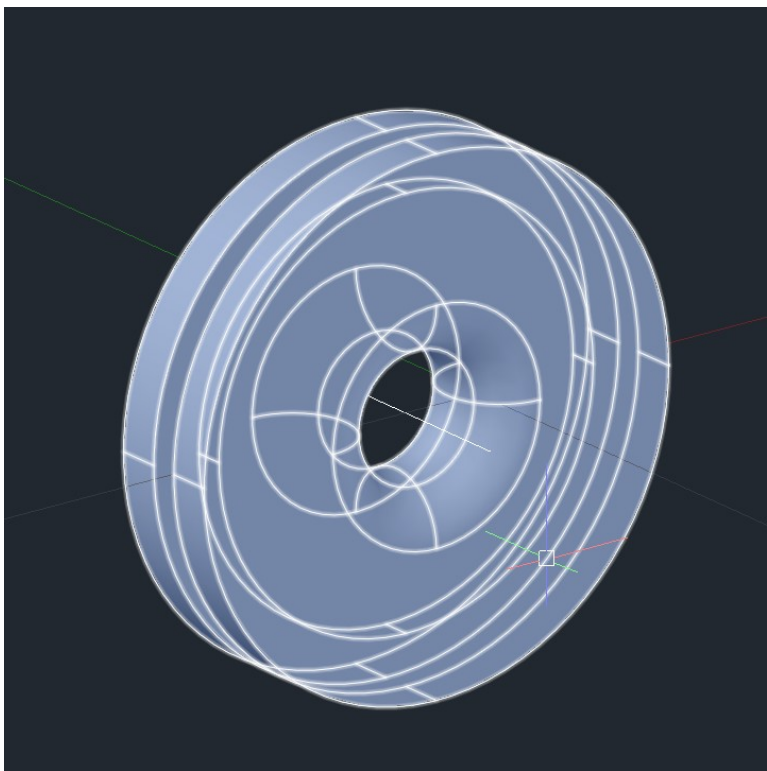
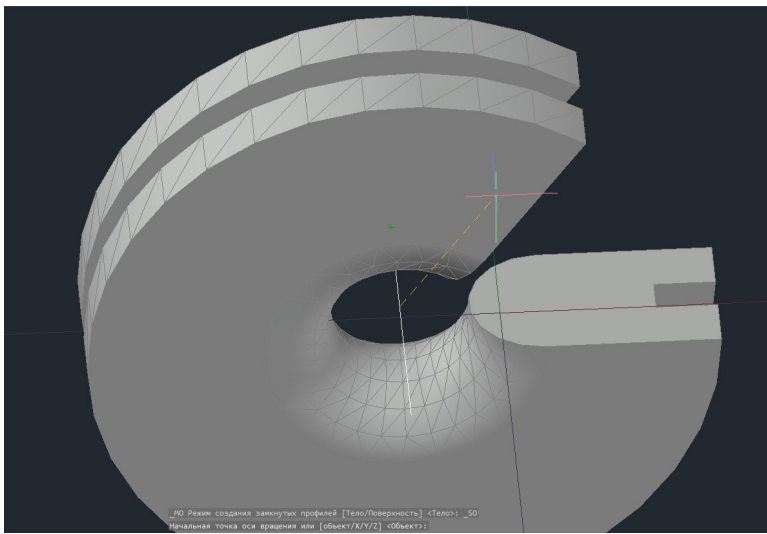
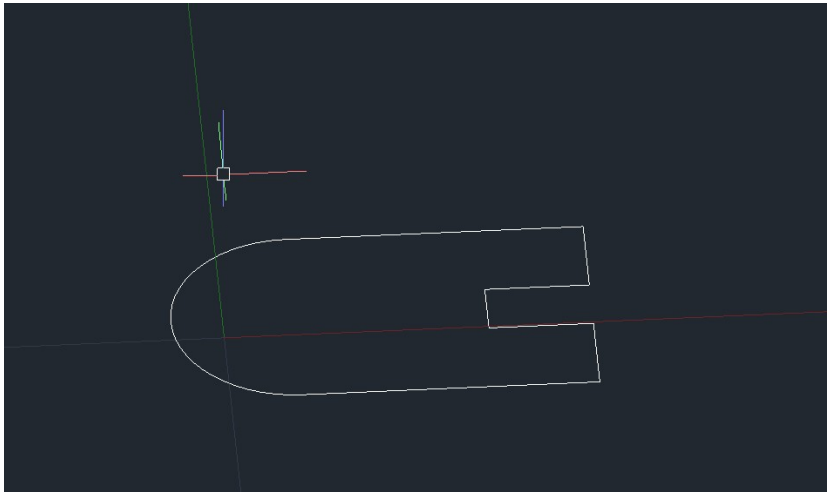
Найчастіше використовується **обертання на 360°**, що дозволяє створити повністю симетричний об'єкт.

Команда застосовується для створення:

- ваз;
- чаш;
- деталей машин;
- валів;
- симетричних технічних конструкцій.

Метод обертання є особливо ефективним при моделюванні об'єктів, які мають **осьову симетрію**.





SWEEP (Протягування)

Команда **SWEEP** дозволяє створювати тривимірний об'єкт шляхом переміщення профілю вздовж заданої траєкторії.

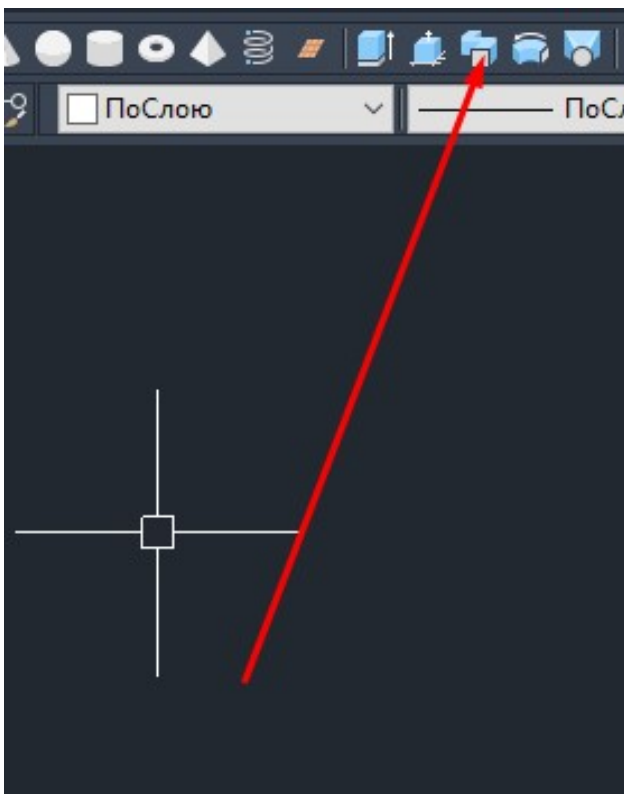
Принцип роботи:

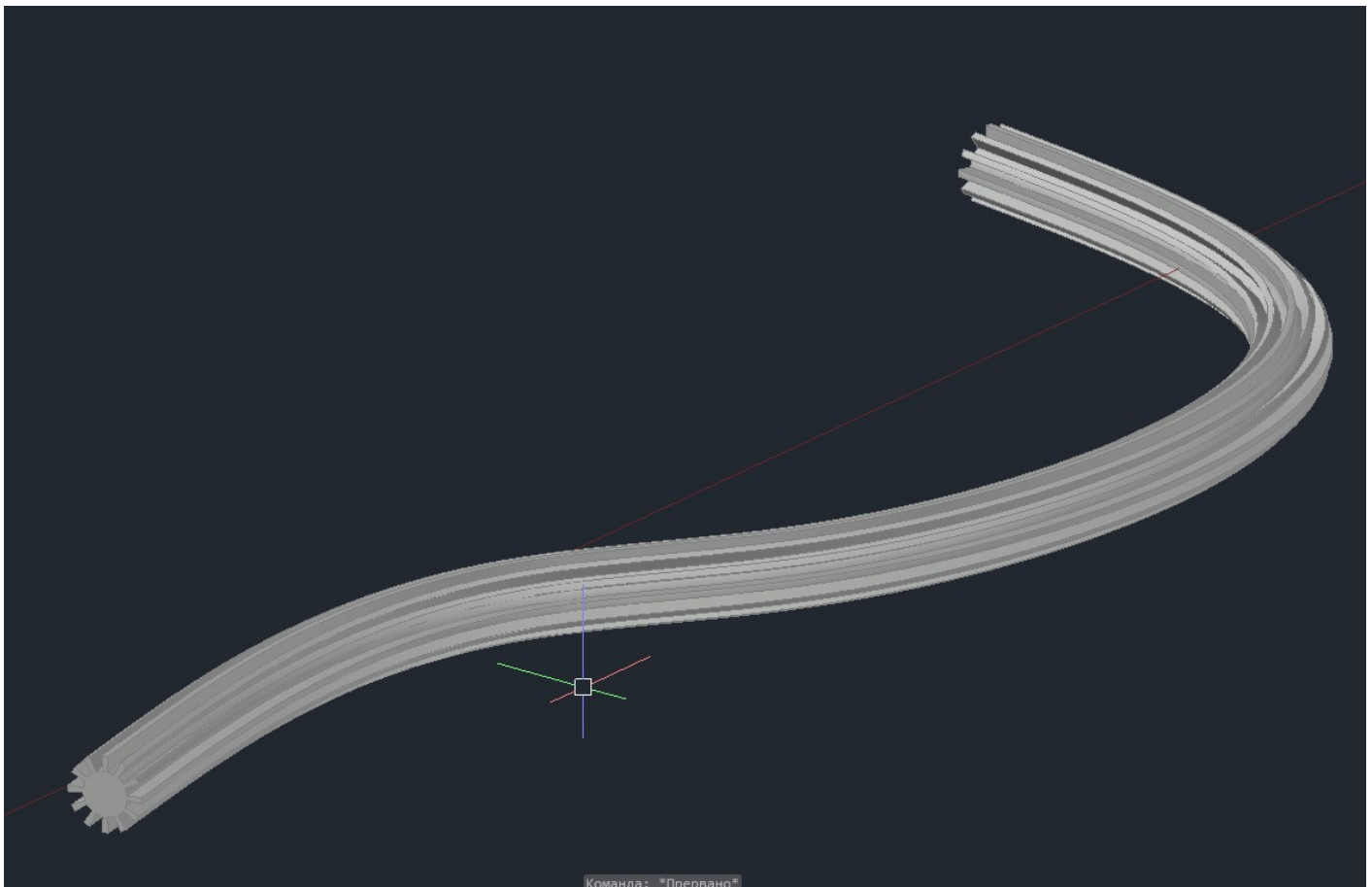
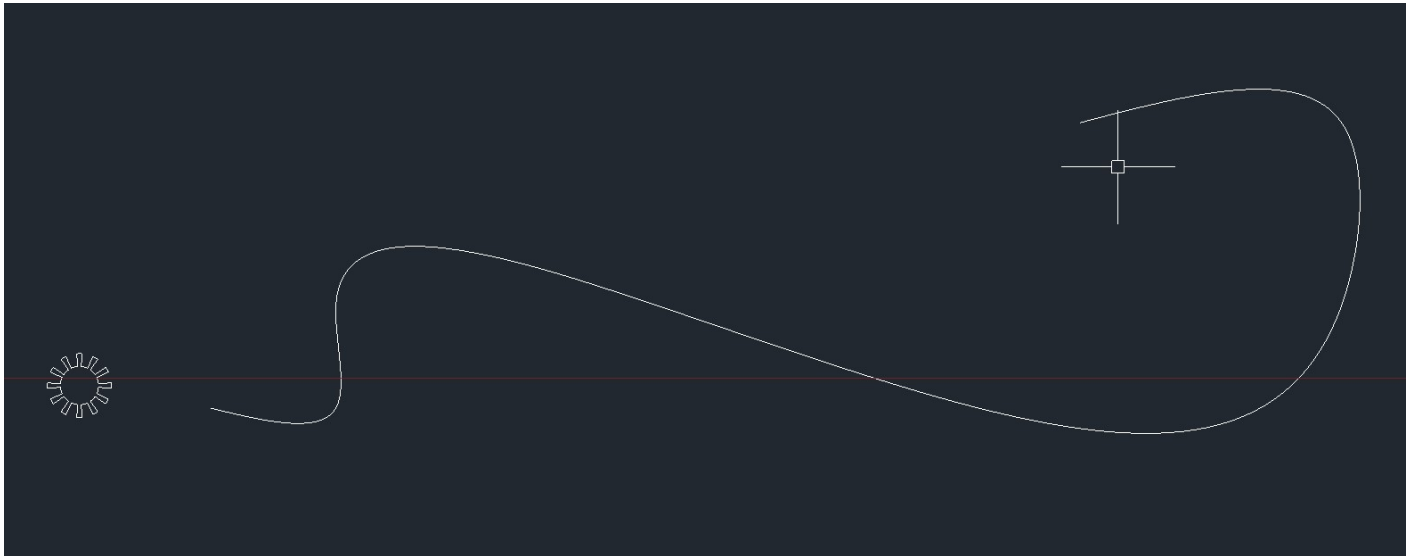
1. створюється поперечний переріз (профіль);
2. задається лінія або крива, яка буде траєкторією;
3. профіль переміщується вздовж цієї траєкторії, утворюючи об'ємну форму.

Команда використовується для створення:

- трубопроводів;
- кабелів;
- перил;
- декоративних елементів;
- складних профільних конструкцій.

SWEEP дозволяє створювати моделі складної геометрії, які неможливо отримати простим витягуванням.





LOFT

Команда **LOFT** використовується для створення тривимірного об'єкта між кількома поперечними перерізами.

Принцип роботи команди полягає у плавному з'єднанні декількох контурів, розташованих у різних площинах.

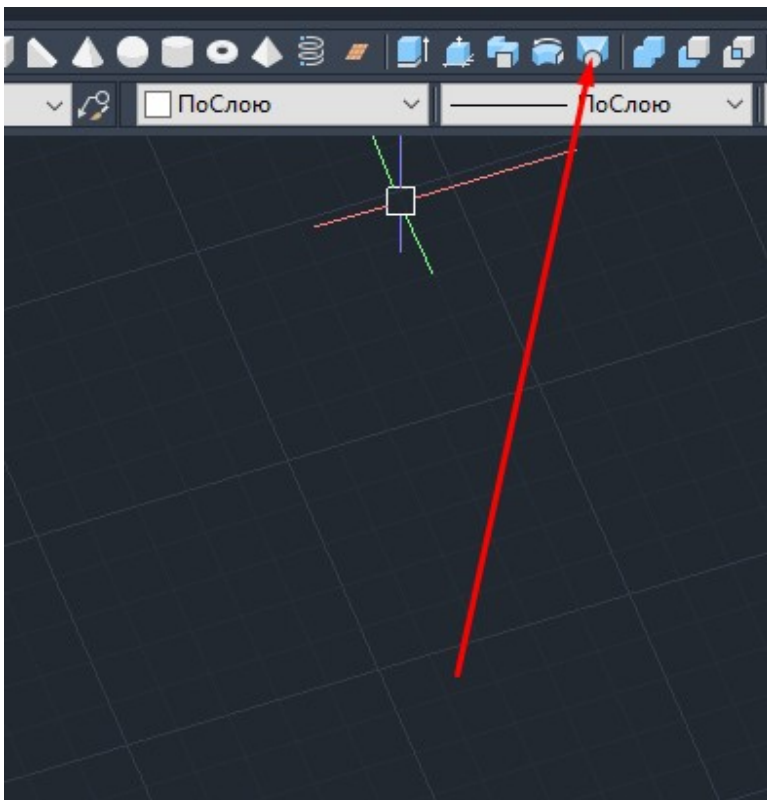
Порядок виконання:

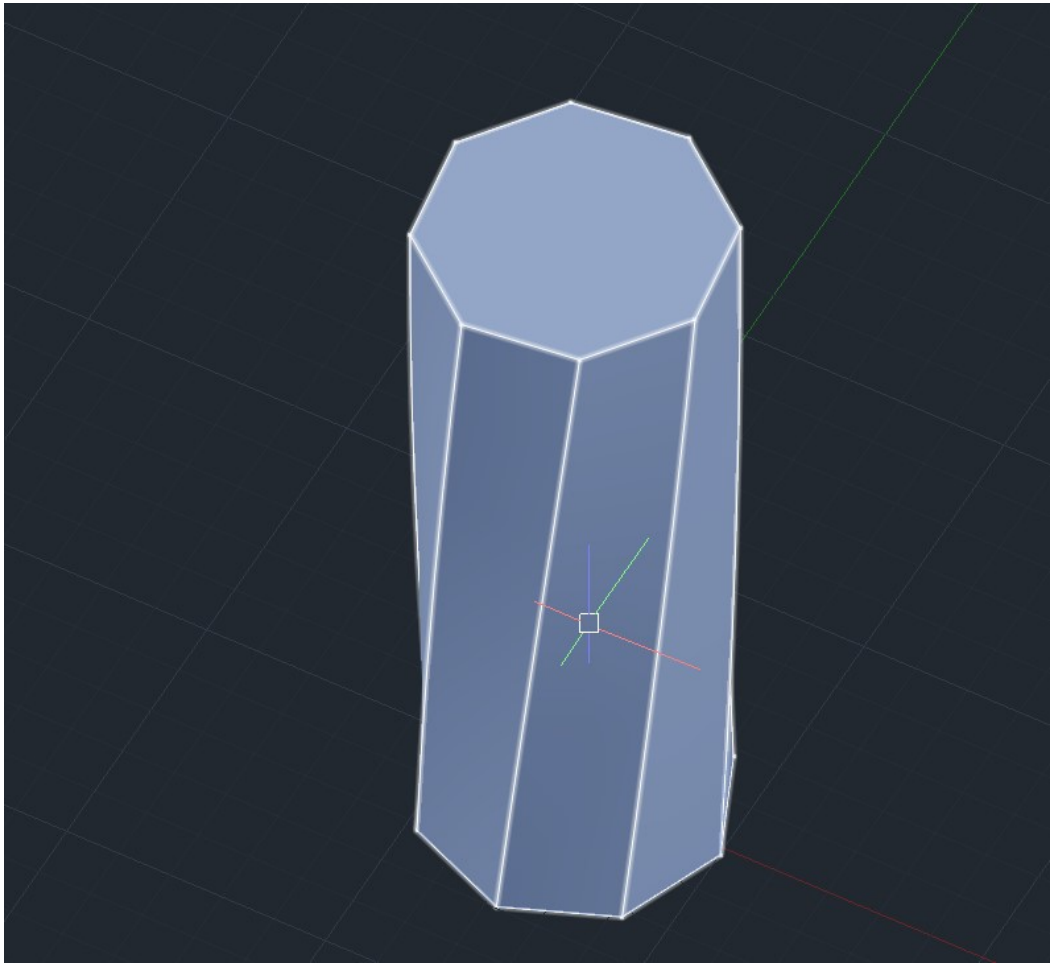
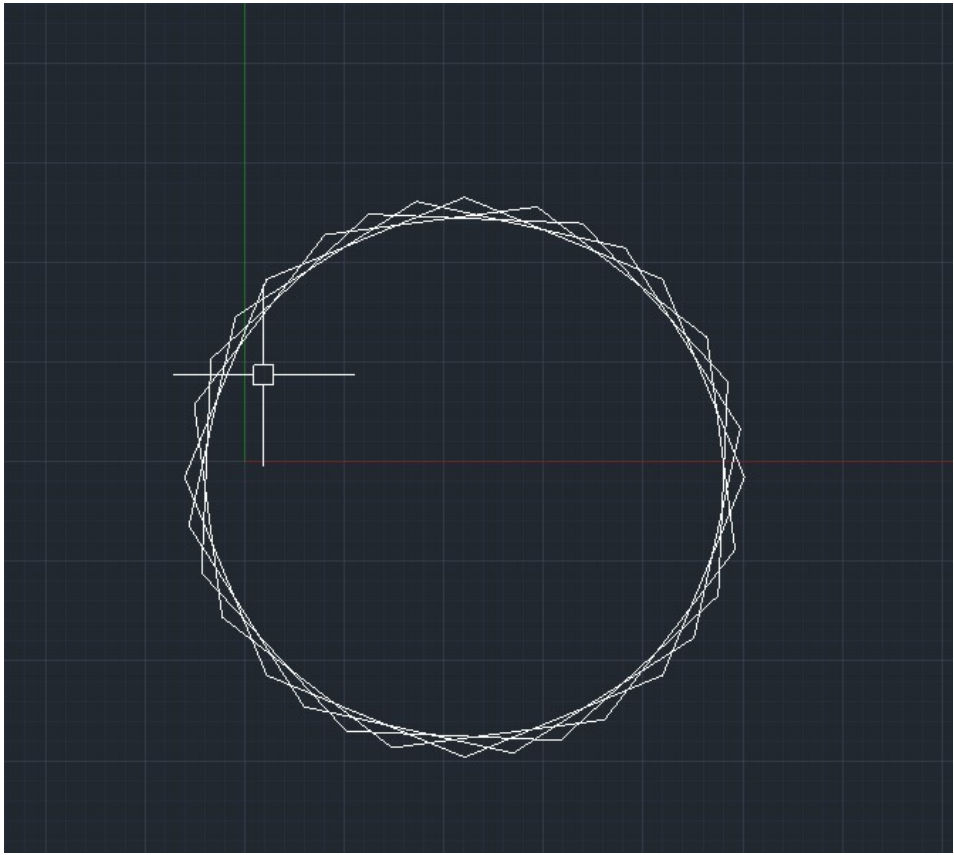
1. створюються кілька 2D-контурів;
2. вони розташовуються у просторі на різних рівнях;
3. команда LOFT з'єднує їх, формуючи єдиний об'ємний об'єкт.

Команда використовується для створення:

- складних поверхонь;
- корпусів виробів;
- дизайнерських форм;
- аеродинамічних об'єктів.

LOFT є одним з найпотужніших інструментів для створення складної геометрії у тривимірному моделюванні.



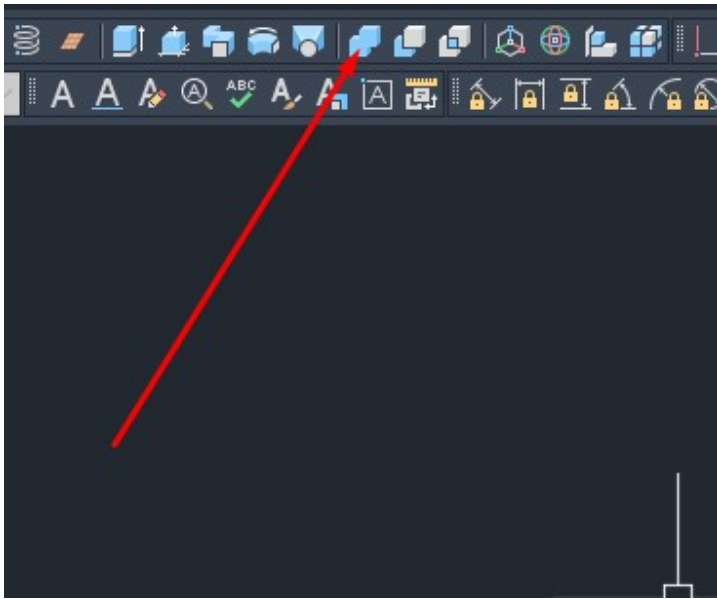


МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «AutoCAD»

Заняття 7

БУЛЕВІ ОПЕРАЦІЇ В AUTOCAD

1. UNION (Об'єднання)



Команда UNION об'єднує два або більше 3D-об'єктів в одне суцільне тіло.

Призначення:

Створення складних об'ємних форм шляхом об'єднання простих тіл.

Об'єкти, які можна об'єднувати:

- 3D-тверді тіла (Solids);
- регіони.

Способи запуску:

- вкладка **Solid** → **Boolean** → **Union**;
- команда `UNION`.

Порядок виконання:

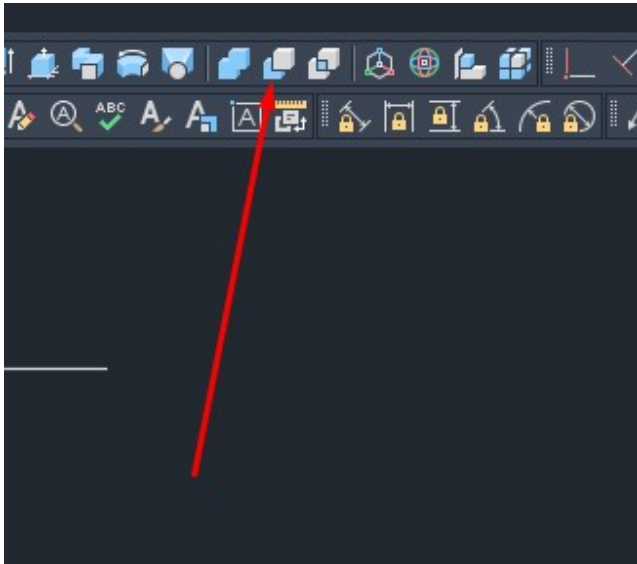
1. Виділити всі тіла для об'єднання.

2. Запустити команду UNION.
3. Підтвердити виконання.

Результат:

Утворюється один об'єкт з єдиною геометрією.

2. SUBTRACT (Віднімання)



Команда SUBTRACT дозволяє відняти одне 3D-тіло від іншого.

Призначення:

Створення отворів, виїмок, пазів у твердих тілах.

Способи запуску:

- вкладка **Solid** → **Boolean** → **Subtract**;
- команда SUBTRACT.

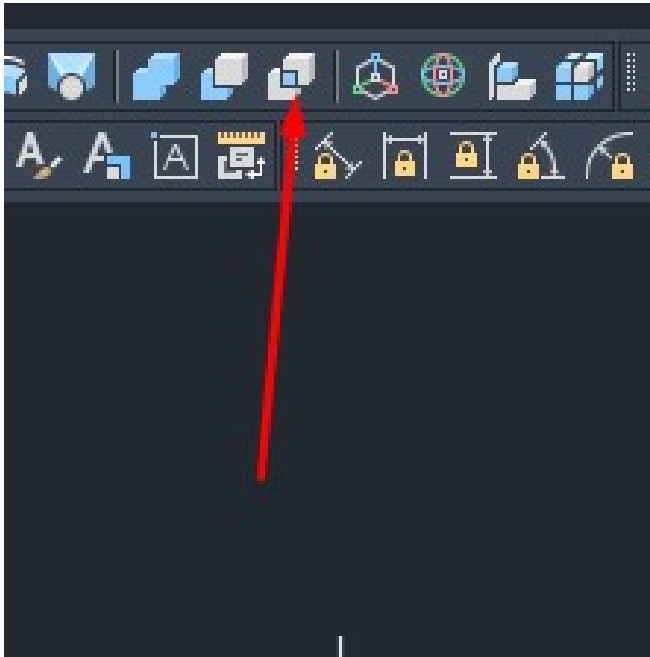
Порядок виконання:

1. Виділити тіло, з якого віднімають.
2. Натиснути Enter.
3. Виділити тіло, яке віднімається.
4. Підтвердити виконання.

Результат:

У першому тілі формується порожнина.

3. INTERSECT (Перетин)



Команда INTERSECT залишає лише **спільну частину** двох або більше тіл.

Призначення:

Отримання геометрії, спільної для кількох об'єктів.

Способи запуску:

- вкладка **Solid** → **Boolean** → **Intersect**;
- команда INTERSECT.

Порядок виконання:

1. Виділити всі тіла.
2. Запустити команду INTERSECT.
3. Підтвердити виконання.

Результат:

Залишається лише область перетину об'єктів.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «AutoCAD»

Заняття 8

МОДЕЛЮВАННЯ В AUTODESK INVENTOR

Autodesk Inventor — це система **параметричного 3D-моделювання**, що використовується для створення деталей, збірок та креслень у машинобудуванні й інженерії.

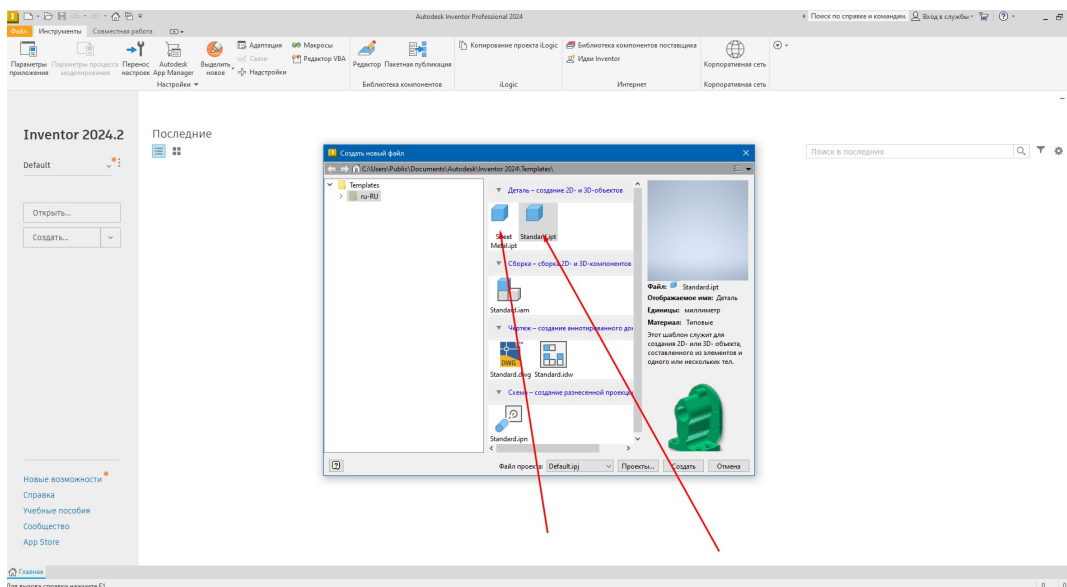
1. Загальні принципи моделювання в Inventor

Моделювання в Inventor базується на таких принципах:

- параметричність (усі розміри можна змінювати);
- асоціативність (зміни автоматично оновлюються);
- робота за історією побудови (Browser).

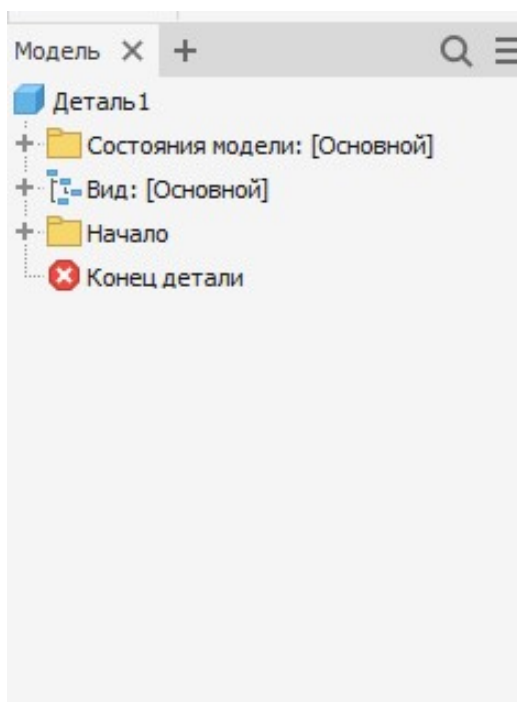
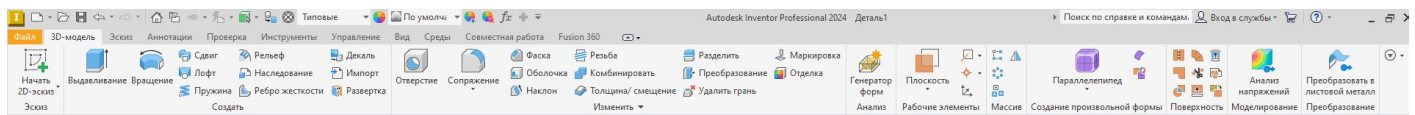
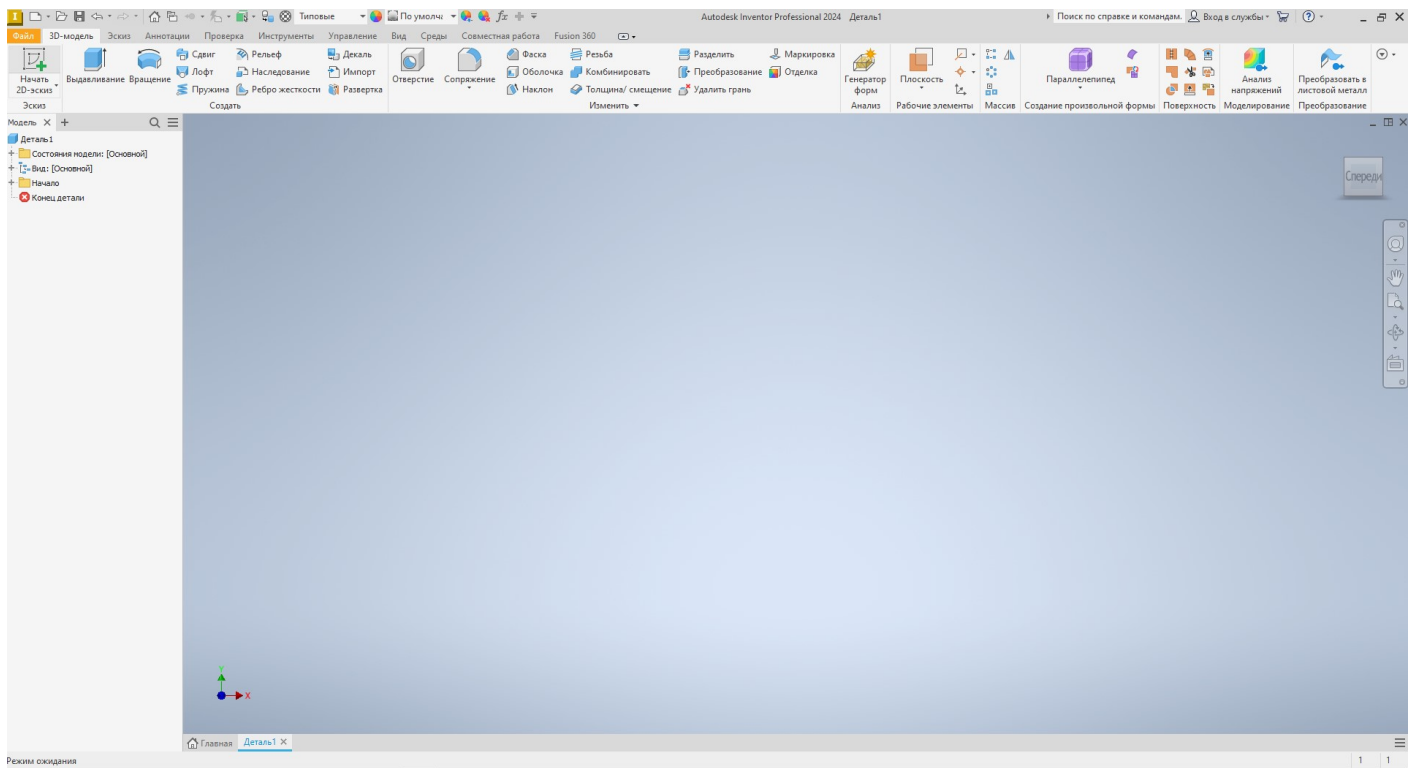
Основні типи файлів:

- **Part (.ipt)** — деталь;
- **Assembly (.iam)** — збірка;
- **Drawing (.idw / .dwg)** — креслення.



2. Робоче середовище Inventor

Основні елементи інтерфейсу:



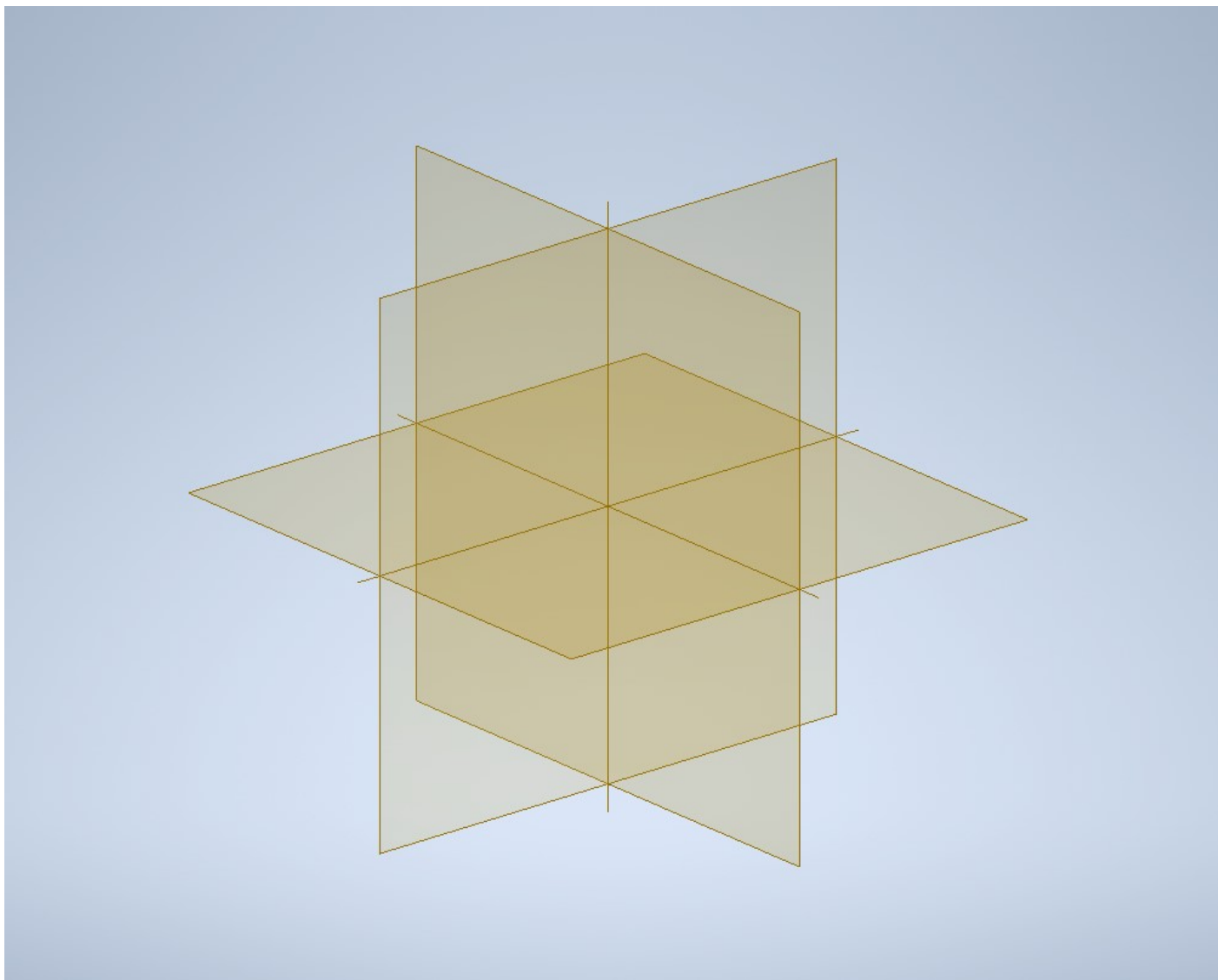
- робоча область;
- стрічка інструментів (Ribbon);
- браузер моделі (Model Browser);
- панель параметрів;
- система координат.

Особливість:

Inventor завжди працює з **реальними розмірами**, на відміну від умовних креслень.

3. Створення деталі (Part Modeling)

3.1. Створення ескізу (Sketch)



Ескіз — це **основа будь-якої 3D-моделі**.

Етапи створення ескізу:

1. Створити новий файл **Part**.
2. Вибрати робочу площину (XY, YZ, XZ).
3. Перейти в режим **Sketch**.
4. Побудувати геометрію (лінії, кола, дуги).
5. Задати розміри та обмеження.

Геометричні обмеження:

- паралельність;
- перпендикулярність;
- співвісність;
- дотичність.

3.2. Створення 3D-тіла

Після завершення ескізу використовується одна з базових 3D-операцій.

Extrude (Витягування)

- створення об'єму з плоского ескізу;
- задання висоти та напрямку.

Revolve (Обертання)

- обертання профілю навколо осі;
- створення тіл обертання.

Результат:

Отримується параметричне 3D-тіло.

4. Редагування 3D-моделі

Inventor дозволяє змінювати модель на будь-якому етапі.

Основні інструменти редагування:

- Fillet — заокруглення;
- Chamfer — фаска;
- Shell — створення порожнистих тіл;

- Hole — отвори за стандартами.

Перевага:

Зміни автоматично оновлюють модель і креслення.

5. Параметричне моделювання

Параметри дозволяють керувати розмірами через таблицю.

Можливості:

- зміна геометрії без перебудови;
- використання формул;
- створення типових деталей.

Команда:

Parameters

6. Створення збірок (Assembly)

Збірка — це поєднання кількох деталей.

Етапи:

1. Створити файл **Assembly**.
2. Додати деталі.
3. Накласти залежності (Constrain).

Типи залежностей:

- співвісність;
- паралельність;
- дотик;
- фіксація.

7. Отримання креслень

Inventor автоматично створює креслення на основі 3D-моделі.

Можливості креслень:

- вигляди;

- розміри;
- розрізи;
- специфікації.

Файл:

Drawing (.idw / .dwg)

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «Комп'ютерне проектування»

Заняття 9

МОДЕЛЮВАННЯ В AUTODESK INVENTOR

Освітня мета лекції

Навчити студентів створювати коректні, логічно побудовані та **повністю визначені ескізи**, які є основою для подальшого 3D-моделювання в Autodesk Inventor.

1. Теоретична частина

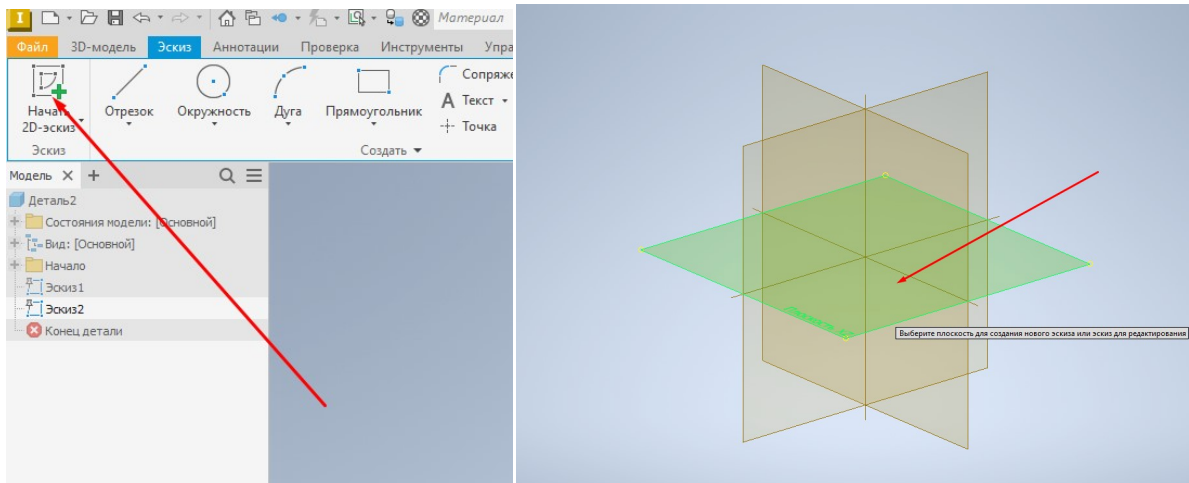
1.1. Робочі площини та система координат

Кожна 3D-модель в Autodesk Inventor створюється відносно **системи координат**, яка складається з трьох взаємно перпендикулярних осей:

- **X** — горизонтальна вісь;
- **Y** — вертикальна вісь;
- **Z** — вісь глибини.

Відповідно до осей існують три стандартні **робочі площини**:

- **XY** — фронтальна або базова площина;
- **XZ** — горизонтальна площина;
- **YZ** — бічна площина.



Ескіз завжди створюється **на площині або плоскій грані**. Правильний вибір площини:

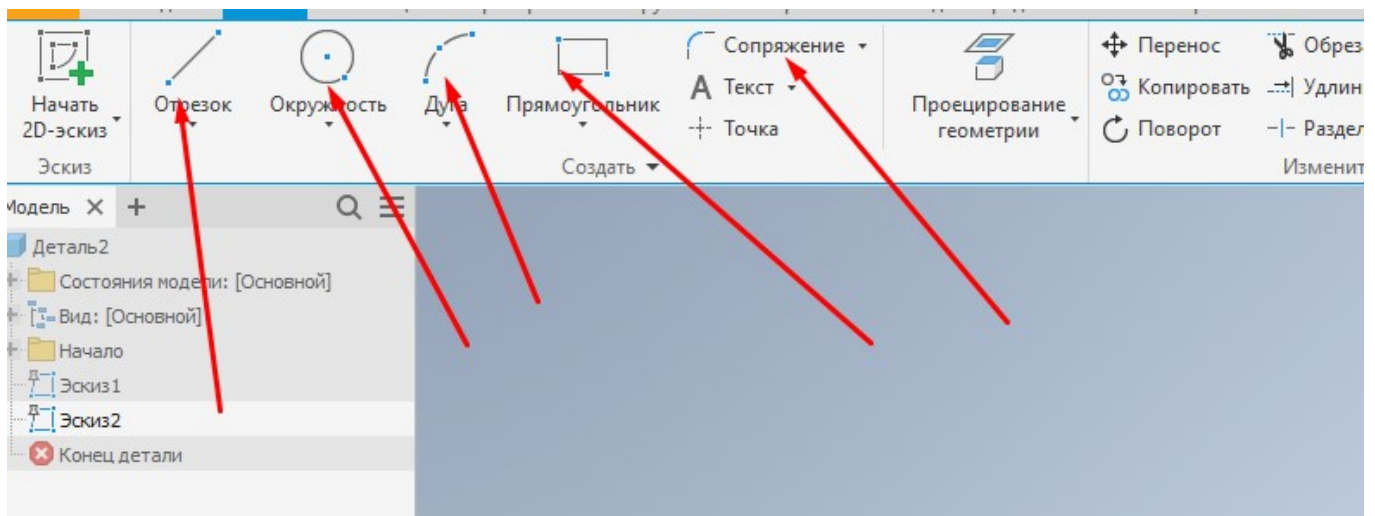
- спрощує подальше моделювання;
- забезпечує симетрію деталі;
- зменшує кількість помилок.

1.2. Геометричні примітиви

Геометричні примітиви — це базові елементи, з яких складається будь-який ескіз.

До основних примітивів належать:

- **лінія (Line);**
- **прямокутник (Rectangle);**
- **коло (Circle);**
- **дуга (Arc);**
- **точка (Point);**
- **сплайн (Spline).**



Примітиви можуть:

- з'єднуватися між собою;
- перетинатися;
- утворювати замкнені контури.

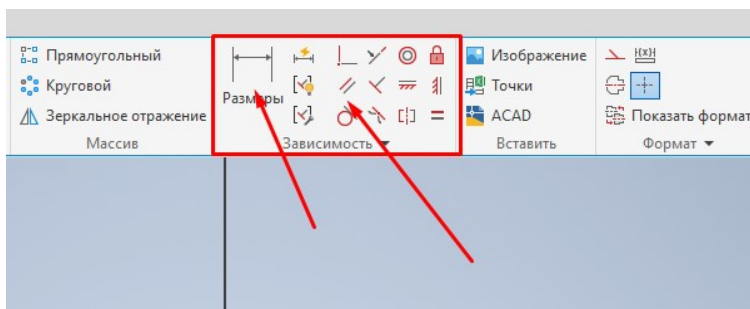
Для 3D-операцій зазвичай використовується замкнений контур, що визначає область видавлювання або обертання.

1.3. Геометричні обмеження та їх роль

Геометричні обмеження (constraints) — це правила, які визначають взаємне розташування елементів ескизу.

Основні типи обмежень:

- **Horizontal / Vertical** — горизонтальність та вертикальність;
- **Parallel** — паралельність;
- **Perpendicular** — перпендикулярність;
- **Coincident** — співпадіння точок;
- **Concentric** — спільний центр;
- **Tangent** — дотичність;
- **Symmetry** — симетрія.



Роль геометричних обмежень:

- забезпечують стабільність ескизу;
- запобігають небажаним зміщенням;
- спрощують параметричну зміну розмірів.

Геометричні обмеження мають вищий пріоритет, ніж розміри, і повинні застосовуватись першими.

1.4. Розмірні обмеження

Розмірні обмеження задають числові значення геометричних параметрів ескизу:

- довжина відрізка;
- відстань між елементами;
- діаметр або радіус;
- кут між лініями.

Особливості:

- розміри можуть бути змінені в будь-який момент;
- розміри можуть бути пов'язані формулами;
- кожен розмір є параметром моделі.

Надлишкові або конфліктні розміри можуть призвести до помилок у перебудові ескізу.

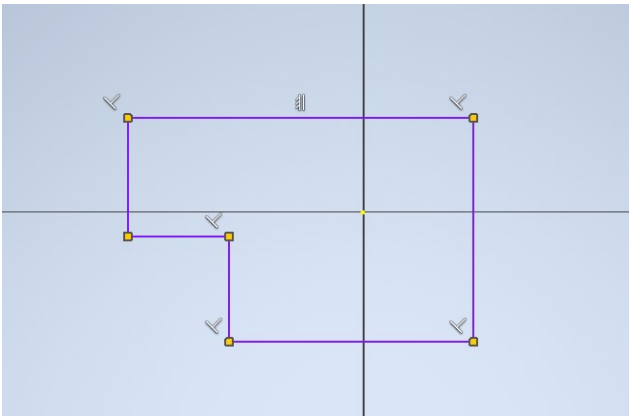
1.5. Поняття повної визначеності ескізу

Ескіз вважається **повністю визначеним**, якщо:

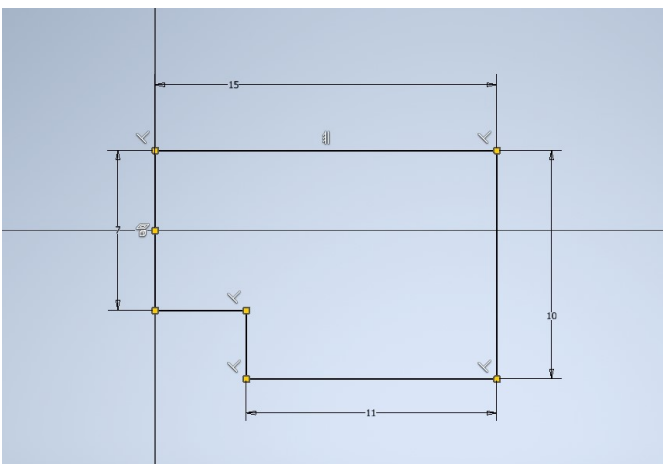
- всі елементи зафіксовані геометричними та розмірними обмеженнями;
- відсутня можливість вільного переміщення елементів;
- ескіз має стабільну геометрію.

У Autodesk Inventor стан ескізу визначається кольором:

- **синій** — ескіз недовизначений;



- **чорний** — ескіз повністю визначений.



Переваги повністю визначеного ескізу:

- коректна перебудова моделі;
- відсутність помилок при зміні параметрів;
- прогнозована поведінка моделі.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «Комп'ютерне проектування»

Заняття 10

МОДЕЛЮВАННЯ В AUTODESK INVENTOR

Мета лекції

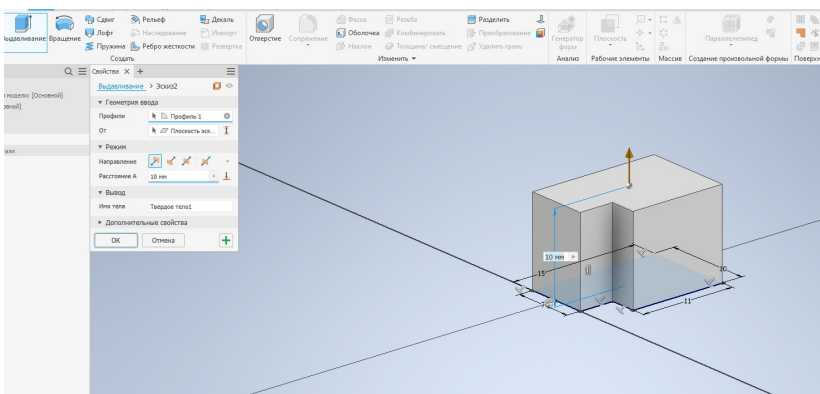
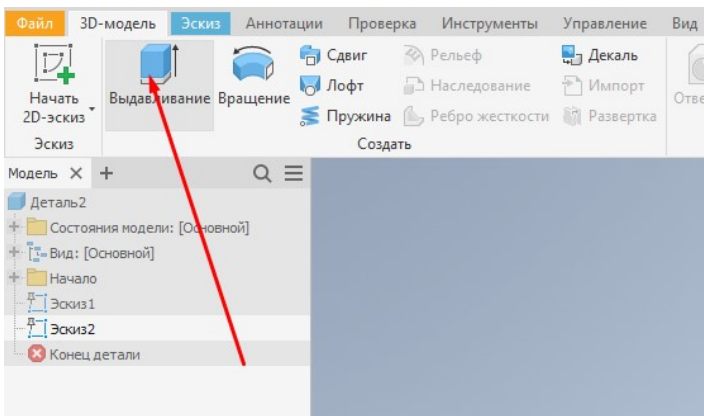
Сформувати у студентів теоретичні знання та практичні навички переходу від двовимірного ескізу до об'ємної параметричної моделі засобами Autodesk Inventor.

Зміст лекції

Базові операції 3D-моделювання

1. Операція Extrude (Видавлювання)

Операція **Extrude** є базовою операцією об'ємного моделювання та використовується для створення 3D-тіла на основі двовимірного ескізу.



Основні параметри операції Extrude:

- **Distance** — довжина видавлювання;
- **Direction** — напрямок видавлювання (в один бік або симетрично);
- **Profile** — замкнений контур ескізу;
- **Operation Type** — тип операції.

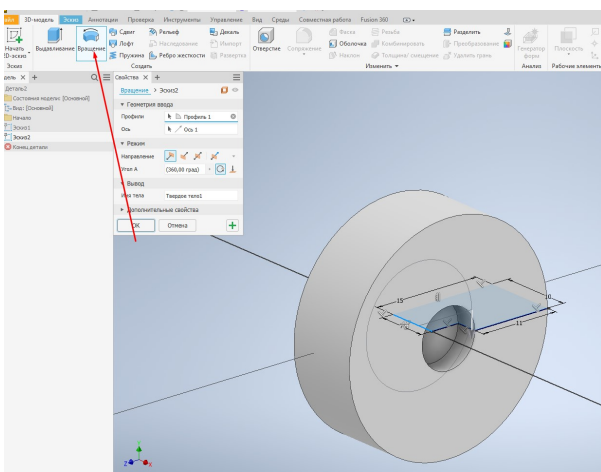
Режими роботи Extrude:

- **Join** — додавання матеріалу до існуючого тіла;
- **Cut** — видалення матеріалу;
- **Intersect** — перетин тіл;
- **New Solid** — створення нового тіла.

Операція Extrude дозволяє швидко створювати призматичні та ступінчасті деталі.

2. Операція Revolve (Обертання)

Операція **Revolve** застосовується для створення тіл обертання шляхом обертання ескізу навколо заданої осі.



Основні елементи операції Revolve:

- профіль ескізу;
- вісь обертання;
- кут обертання (360° або частковий).

Типові приклади деталей, створених за допомогою Revolve:

- вали;
- втулки;
- фланці;

- симетричні корпусні деталі.

Операція Revolve забезпечує високу точність та симетрію об'ємної геометрії.

3. Операції Cut та Hole

3.1. Операція Cut (Вирізання)

Операція **Cut** використовується для видалення матеріалу з тіла моделі. Вона може виконуватися як окрема операція або як режим видавлювання.

Застосовується для:

- створення пазів;
- вирізів;
- порожнин;
- отворів довільної форми.

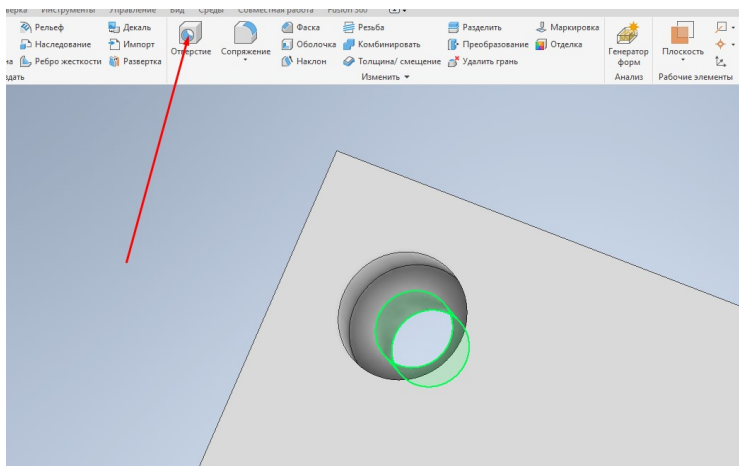
3.2. Операція Hole (Отвори)

Операція **Hole** призначена для створення стандартних отворів відповідно до інженерних норм.

Можливості операції Hole:

- прості отвори;
- різьбові отвори;
- потаємні та зенковані отвори;
- отвори з прив'язкою до стандартів.

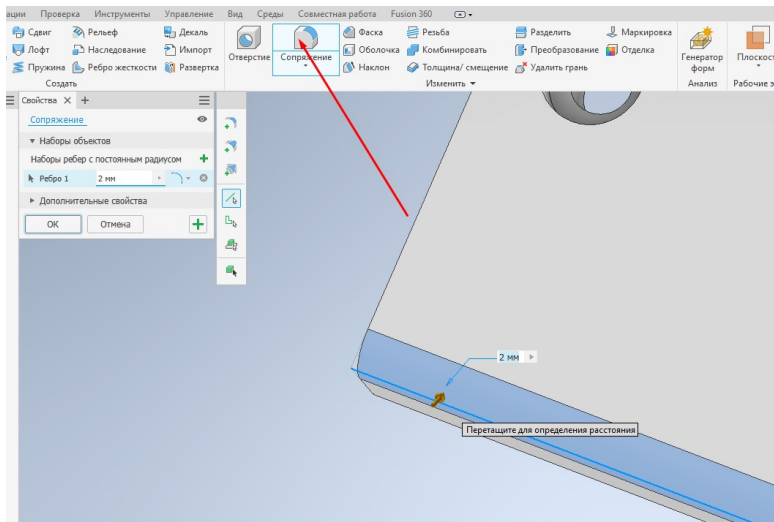
Використання операції Hole забезпечує відповідність моделі технічним стандартам.



4. Операції Fillet та Chamfer

4.1. Fillet (Скруглення)

Операція **Fillet** використовується для заокруглення ребер та кутів моделі.

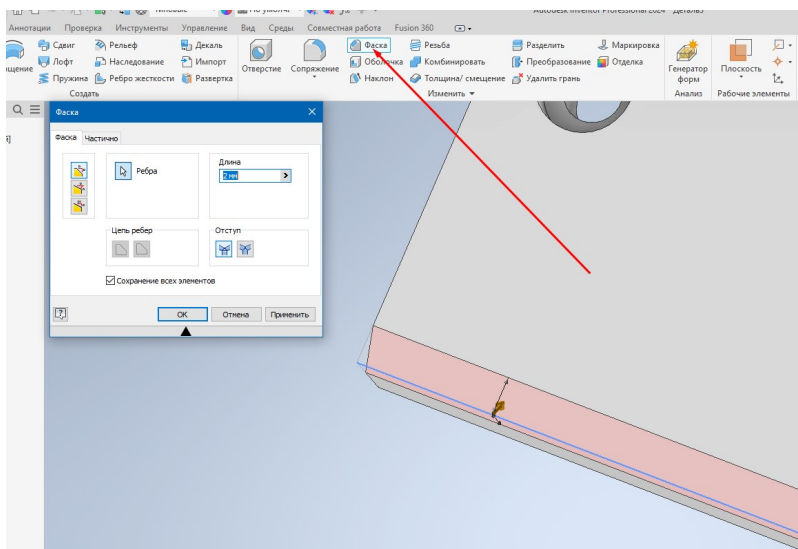


Призначення скруглень:

- зменшення концентрації напружень;
- покращення міцності деталі;
- підвищення безпеки та естетики виробу.

4.2. Chamfer (Фаска)

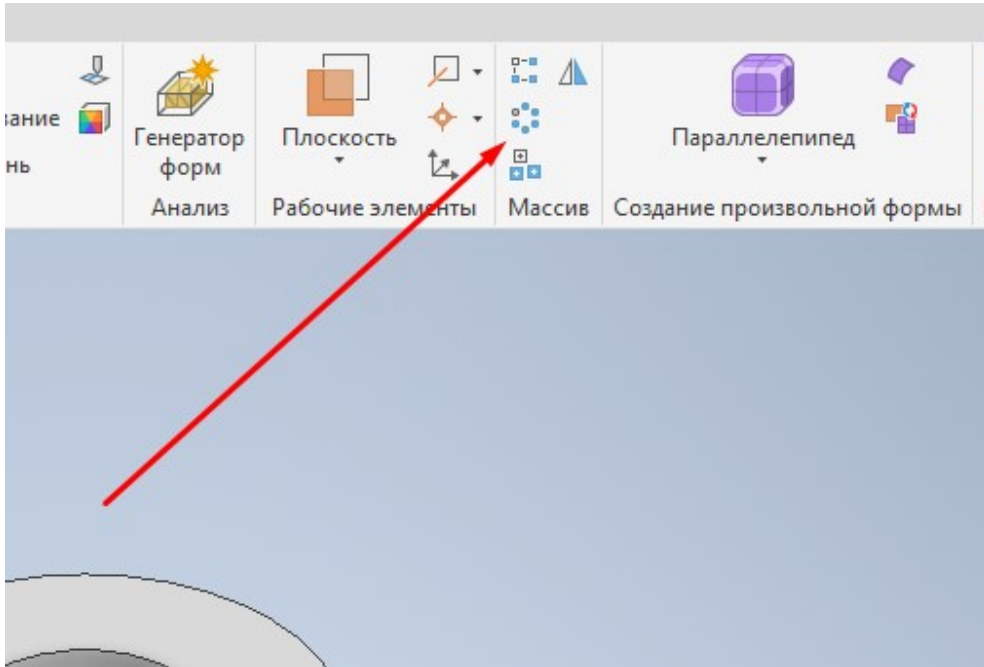
Операція **Chamfer** призначена для створення скошених кромок.



Застосування фасок:

- полегшення монтажу деталей;
- підготовка під з'єднання;
- технологічні вимоги виробництва.

5.1 Поняття масиву



Массив — це інструмент, який дозволяє **створювати множинні копії об'єктів або елементів** за певним законом розташування.

Використання масивів дозволяє:

- значно скоротити час моделювання;
- підвищити точність розміщення елементів;
- спростити редагування моделей.

У **Autodesk Inventor** масиви можуть застосовуватися до:

- ескізів;
- 3D-елементів (features);
- тіл (bodies).

5.2 Основні типи масивів

1. Rectangular Pattern (Прямокутний масив)

Цей тип масиву використовується для створення копій елементів у вигляді **прямокутної сітки**.

Основні параметри:

- напрямок (1 або 2 напрямки);
- кількість елементів;
- відстань між елементами.

Застосування:

- отвори в пластинах;
- повторювані конструктивні елементи;
- решітки.

2. Circular Pattern (Круговий масив)

Команда дозволяє створювати копії елементів **навколо осі обертання**.

Основні параметри:

- вісь обертання;
- кількість елементів;
- кут розміщення (зазвичай 360°).

Застосування:

- отвори по колу;
- зубчасті елементи;
- фланці.

3. Pattern Along Path (Масив по траєкторії)

Цей тип масиву дозволяє розміщувати елементи **вздовж заданої кривої або траєкторії**.

Основні параметри:

- траєкторія;
- кількість елементів;
- крок або довжина розподілу.

Застосування:

- отвори вздовж кривої;
- декоративні елементи;
- складні конструкції.

5.3 Типи об'єктів для масиву

У Inventor можна створювати масиви для:

Feature (Елементів)

Копіюється окрема операція (наприклад, отвір або виріз).

Body (Тіла)

Копіюється ціле тіло.

Sketch (Ескізів)

Копіюються елементи ескізу.

5.4 Основні параметри масивів

Під час створення масиву задаються:

- **Quantity (Кількість)** – кількість копій;
- **Distance (Відстань)** – відстань між елементами;
- **Angle (Кут)** – для кругового масиву;
- **Direction (Напрямок)** – напрям розташування;
- **Spacing / Extent** – спосіб розміщення (за кроком або загальною довжиною).

5.5 Переваги використання масивів

- швидке створення повторюваних елементів;
- зменшення кількості операцій;
- легке редагування (зміна одного елемента змінює всі);
- підвищення точності моделювання.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «Комп'ютерне проектування»

Заняття 11

МОДЕЛЮВАННЯ В AUTODESK INVENTOR

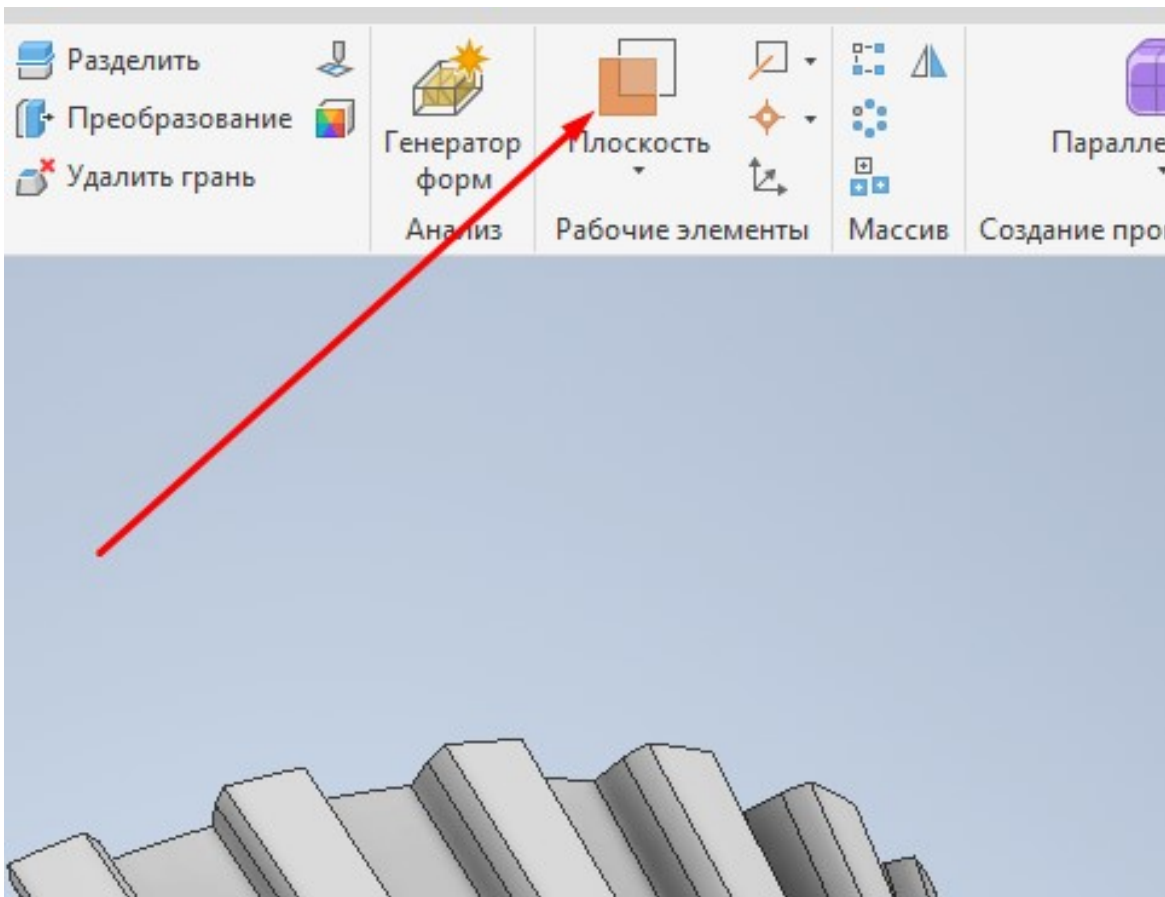
Методичні вказівки

Тема:

Використання допоміжних площин (Work Planes) в Autodesk Inventor

1. Мета роботи

Метою роботи є детальне вивчення створення та застосування допоміжних площин у середовищі **Autodesk Inventor**, а також формування практичних навичок використання їх для побудови складних тривимірних моделей.



2. Теоретичні відомості

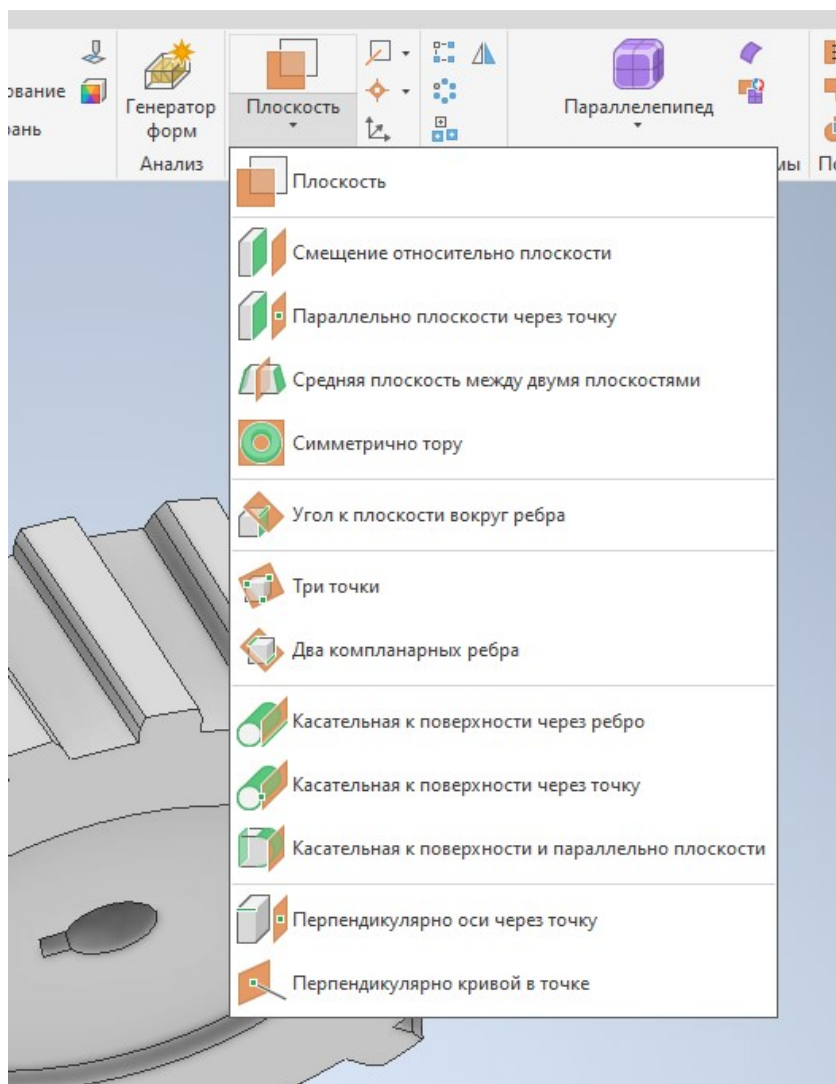
2.1 Поняття допоміжних площин

Допоміжні площини (**Work Planes**) — це конструктивні елементи, які дозволяють створювати геометрію у довільному положенні в просторі, незалежно від стандартних площин (XY, YZ, ZX).

Вони є основою для:

- побудови ескізів;
- створення 3D-елементів;
- виконання операцій під кутом;
- забезпечення точного позиціонування.

2.2 Основні способи створення площин (з прикладами)



1. Паралельна площина (Offset Plane)

Суть: створюється площина, паралельна до існуючої, на певній відстані.

Приклад:

Потрібно створити отвір на верхній частині деталі:

1. Вибираємо верхню грань деталі.
2. Створюємо площину на відстані 50 мм.
3. На цій площині будуємо ескіз кола.
4. Виконуємо **Extrude Cut** (виріз).

Використовується при створенні багаторівневих деталей.

2. Площина під кутом (Angle Plane)

Суть: площина створюється під заданим кутом відносно ребра або осі.

Приклад:

Потрібно створити похилий отвір:

1. Вибираємо ребро як вісь обертання.
2. Задаємо кут, наприклад 30°.
3. Створюємо площину.
4. На площині будуємо ескіз.
5. Виконуємо виріз (**Cut**).

Використовується для створення похилих елементів (отвори, ребра).

3. Площина через три точки (Three Points Plane)

Суть: площина визначається трьома довільними точками.

Приклад:

Потрібно створити площину для складної геометрії:

1. Вибираємо три точки на моделі.
2. Створюємо площину через них.
3. Будуємо ескіз.

Використовується при складних або нестандартних формах.

4. Серединна площина (Midplane)

Суть: площина створюється посередині між двома поверхнями.

Приклад:

Потрібно зробити симетричну деталь:

1. Вибираємо дві паралельні поверхні.
2. Створюємо серединну площину.
3. Будуємо ескіз по центру.
4. Виконуємо **Extrude** в обидві сторони.

5. Площина через точку паралельно площині

Суть: проходить через задану точку і паралельна іншій площині.

Приклад:

1. Вибираємо точку на поверхні.
2. Вибираємо базову площину.
3. Створюємо нову площину.
4. Будуємо ескіз.

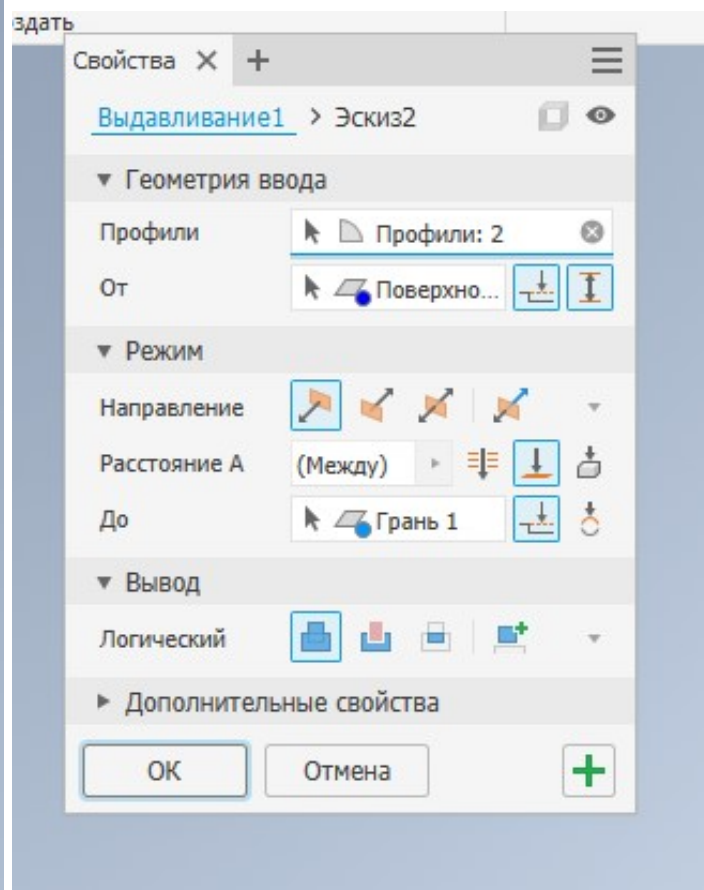
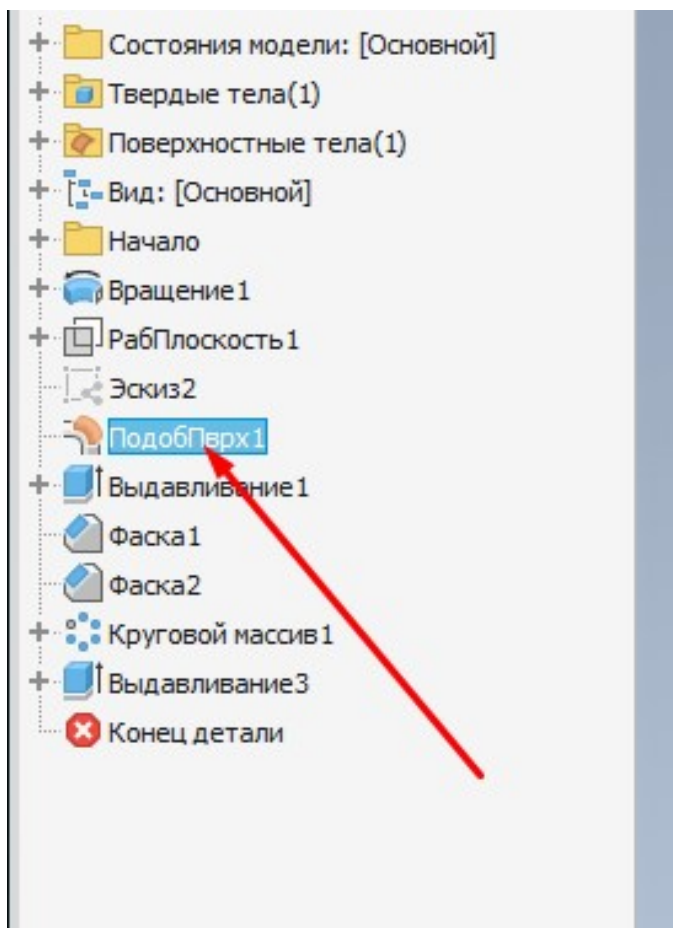
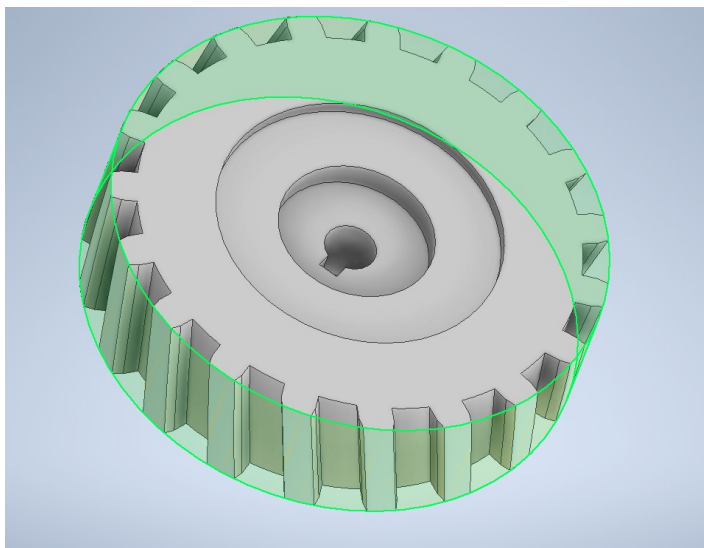
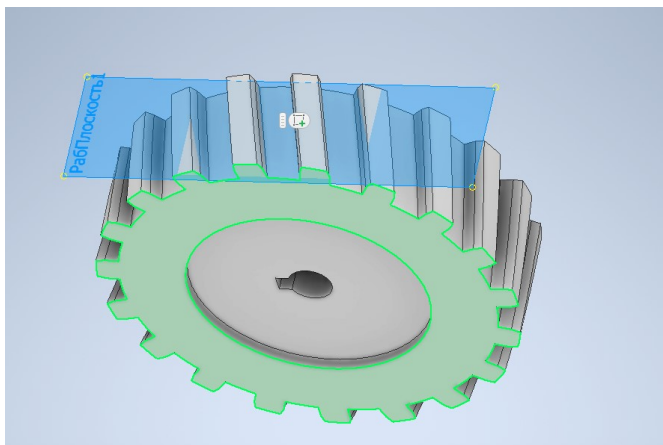
Використовується для локальних елементів.

2.3 Використання допоміжних площин у моделюванні

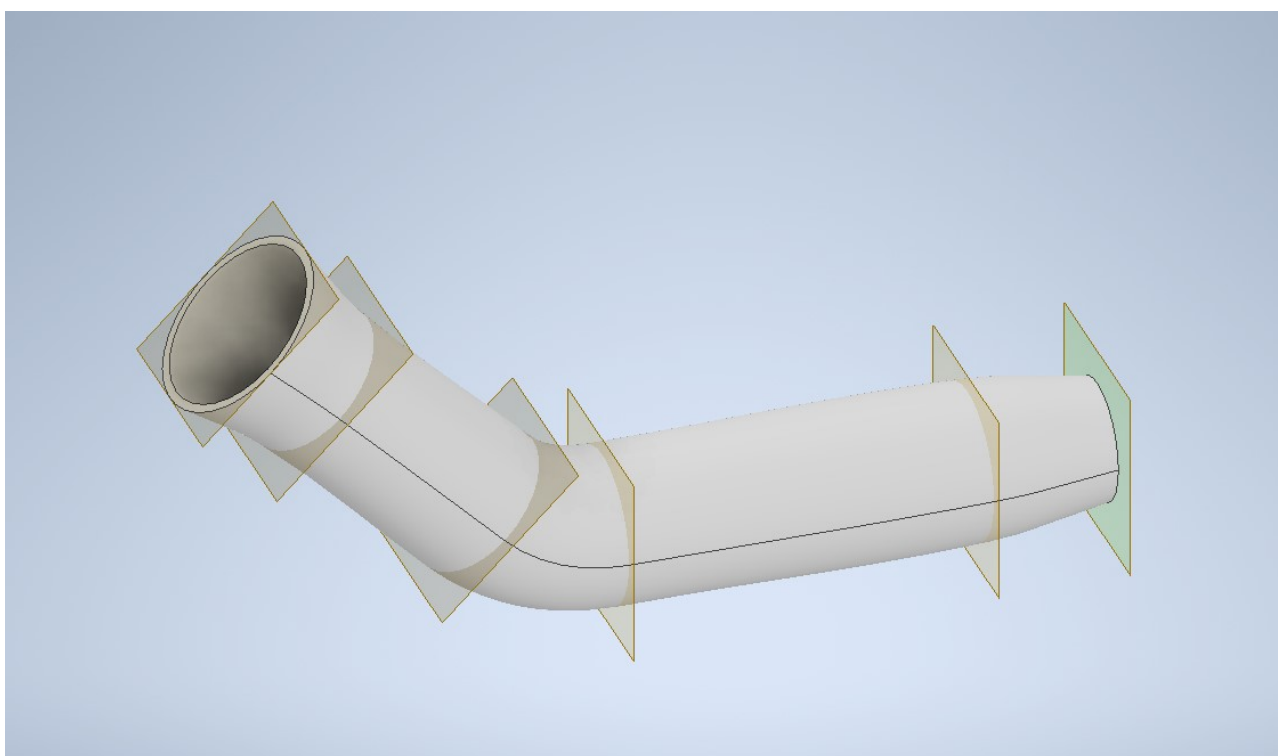
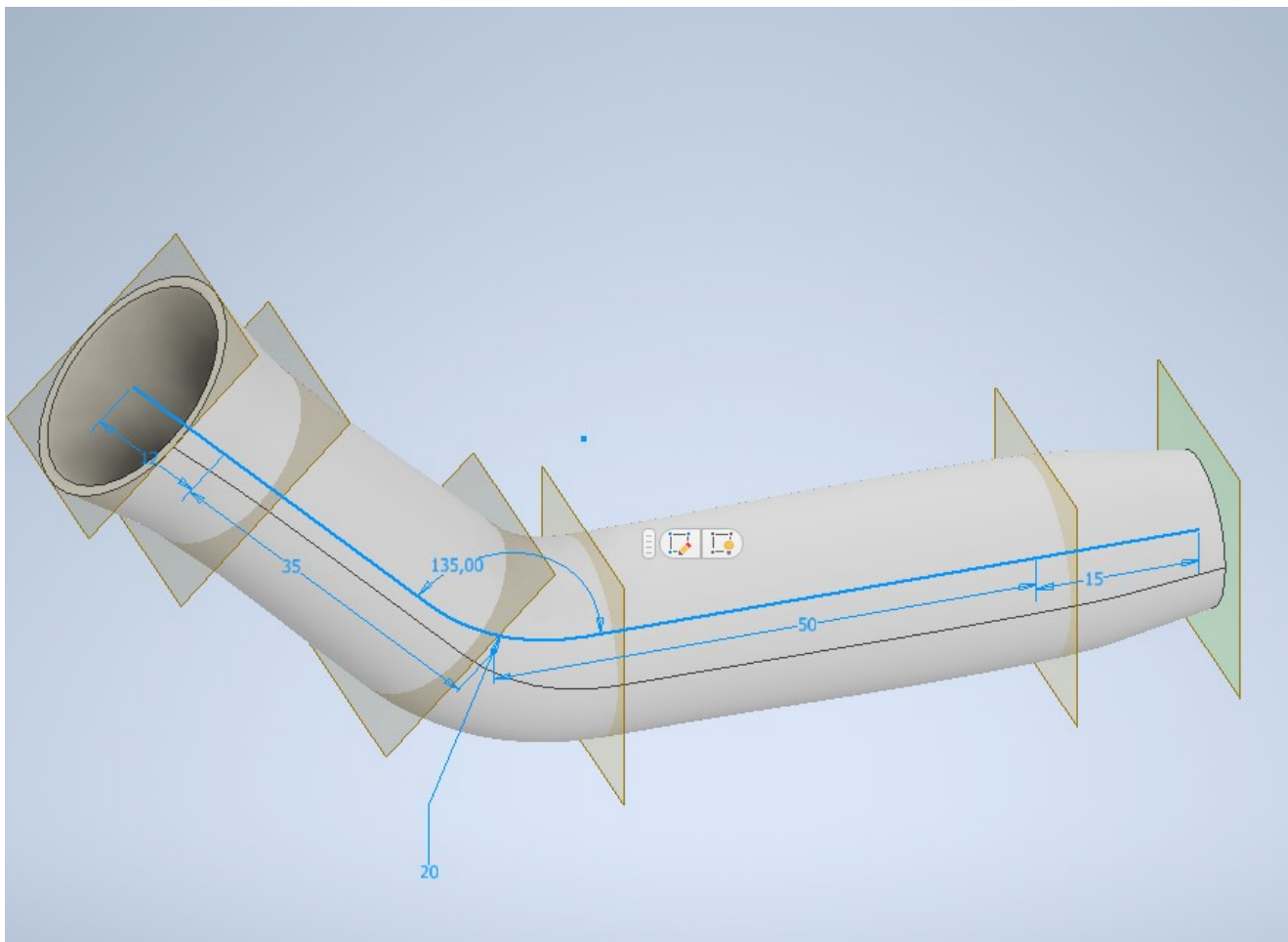
Допоміжні площини застосовуються у таких операціях:

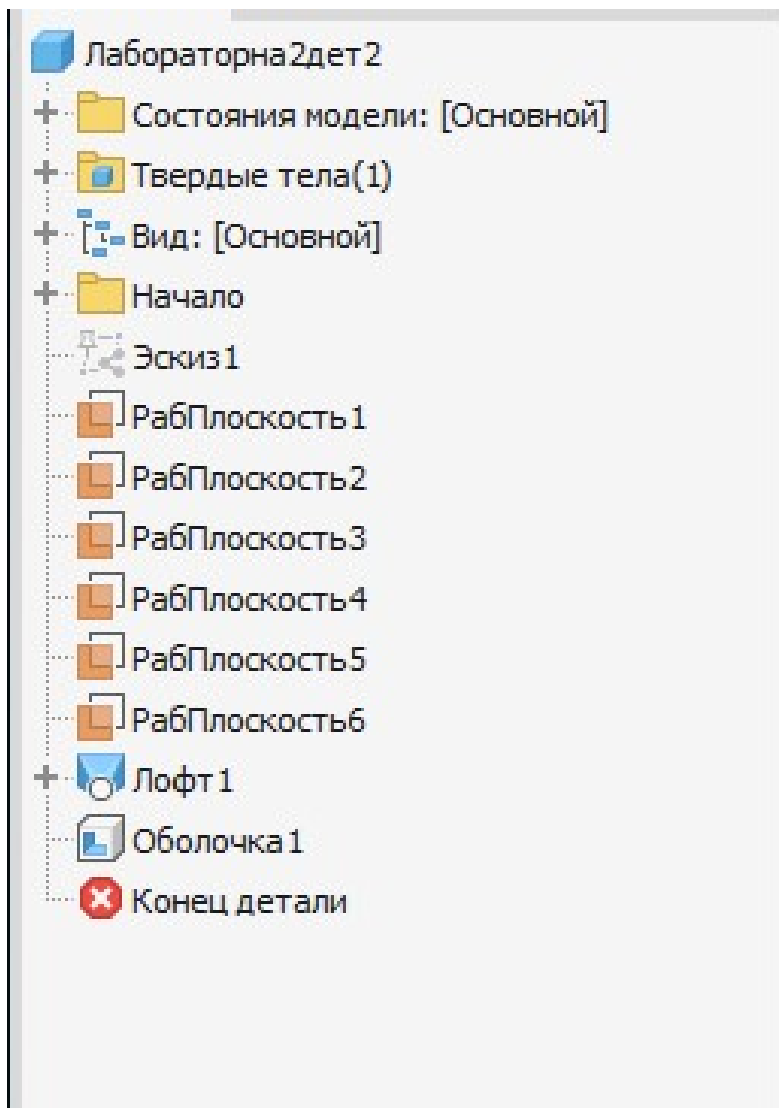
- **Extrude** — витягування з нестандартної площини
- **Revolve** — обертання профілю
- **Hole** — створення отворів
- **Sweep / Loft** — складні 3D-форми

Приклад використання площини на шестерні з похилими зубцями



Приклад створення фігури через Loft





2.4 Типові помилки

- неправильний вибір базової геометрії;
- некоректний кут або відстань;
- побудова ескізу не на тій площині;
- перевантаження моделі зайвими площинами.

2.5 Переваги використання

- точність моделювання;
- можливість створення складних форм;
- зручність редагування;
- гнучкість у проектуванні;
- забезпечення симетрії.

3. Порядок виконання роботи

1. Запустити **Autodesk Inventor**.
2. Створити нову деталь.
3. Побудувати базову геометрію.
4. Створити:
 - паралельну площину;
 - площину під кутом;
 - серединну площину.
5. Створити ескізи на кожній площині.
6. Виконати операції:
 - Extrude
 - Cut
7. Проаналізувати результат.

Висновок

Допоміжні площини в **Autodesk Inventor** є ключовим інструментом для створення складних 3D-моделей. Вони дозволяють працювати у будь-якому положенні в просторі, забезпечують точність та значно розширюють можливості конструктора.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «Комп'ютерне проектування»

Заняття 12

МОДЕЛЮВАННЯ В AUTODESK INVENTOR

1. Мета роботи

Метою роботи є ознайомлення з можливостями створення та редагування деталей з листового металу в програмному середовищі **Autodesk Inventor**, вивчення основних інструментів моделювання, а також набуття практичних навичок проектування листових конструкцій.

Після виконання роботи студент повинен:

- розуміти принципи моделювання листового металу;
- знати основні параметри листових деталей;
- вміти створювати базові елементи листового металу;
- виконувати розгортку (Flat Pattern) деталі;
- застосовувати інструменти редагування.

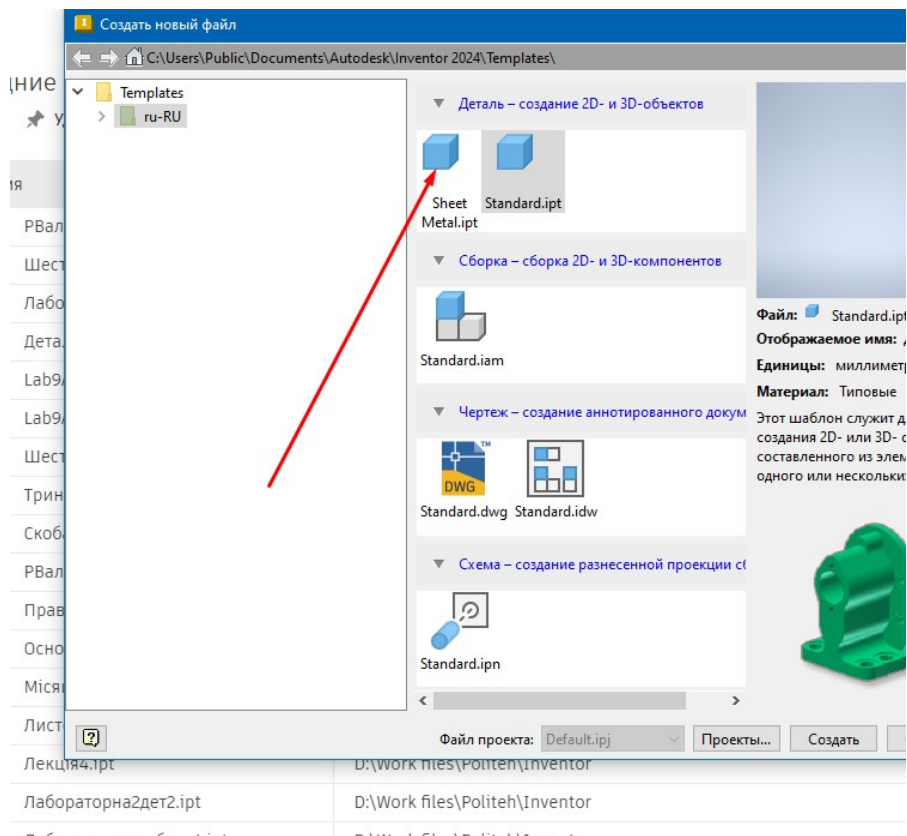
2. Теоретичні відомості

2.1 Загальні поняття листового металу

Листовий метал — це тонкий металевий матеріал, який використовується для виготовлення різних конструкцій шляхом згинання, різання та формування.

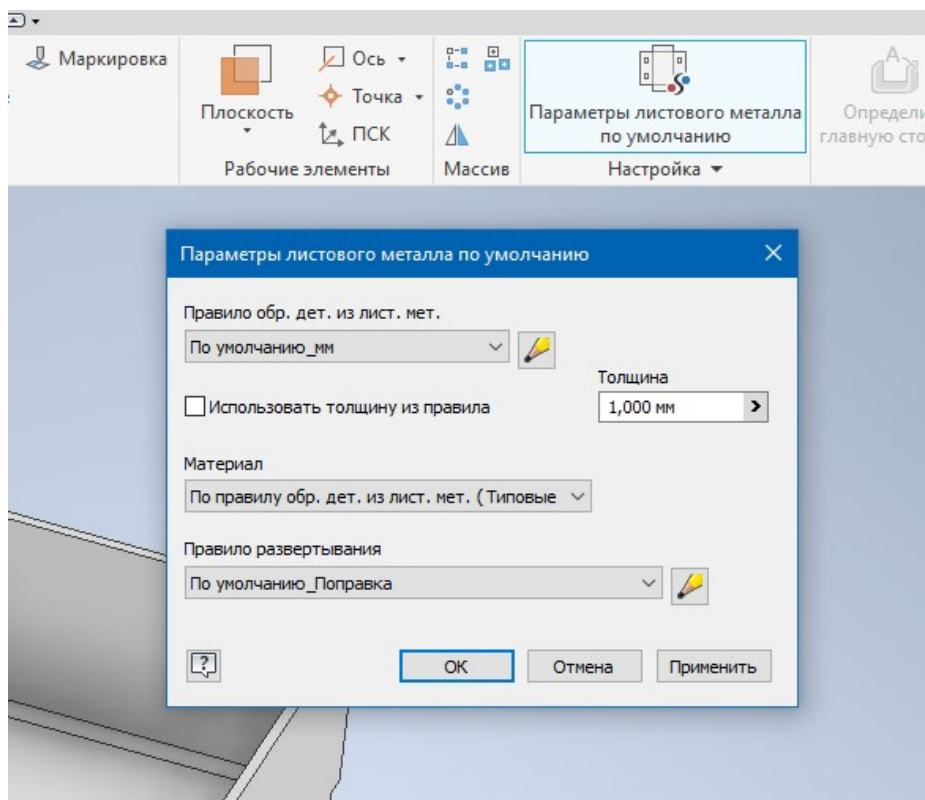
У середовищі **Autodesk Inventor** існує спеціальний режим **Sheet Metal**, який дозволяє створювати моделі з урахуванням реальних технологічних параметрів, таких як:

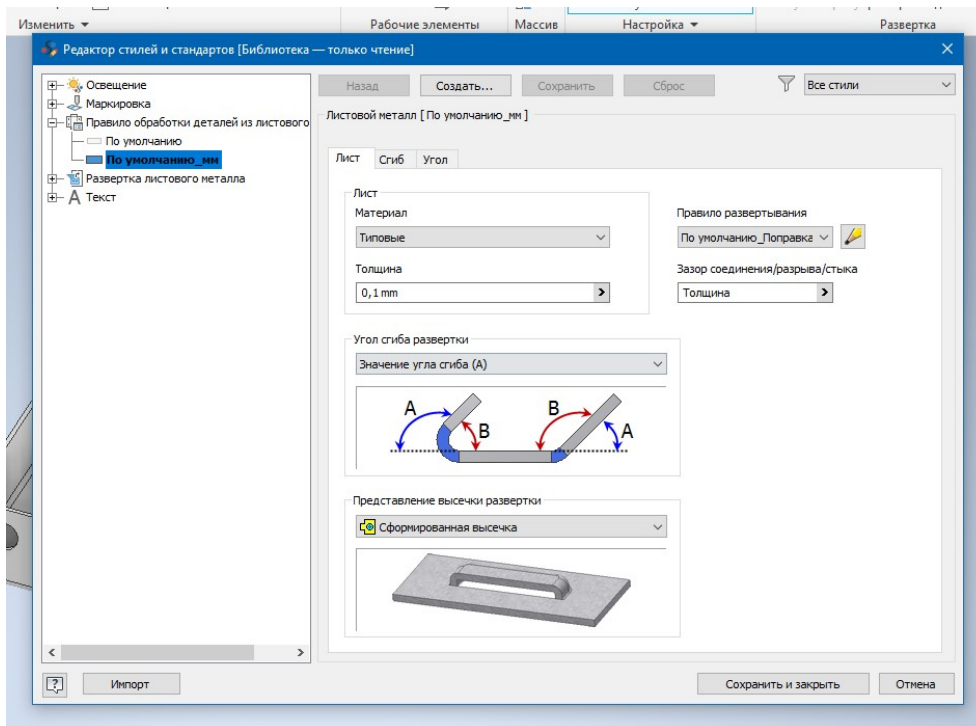
- товщина листа;
- радіус згину;
- коефіцієнт розгортки (K-factor);
- правила згинання.



2.2 Основні параметри листового металу

Перед початком моделювання необхідно задати параметри листа:



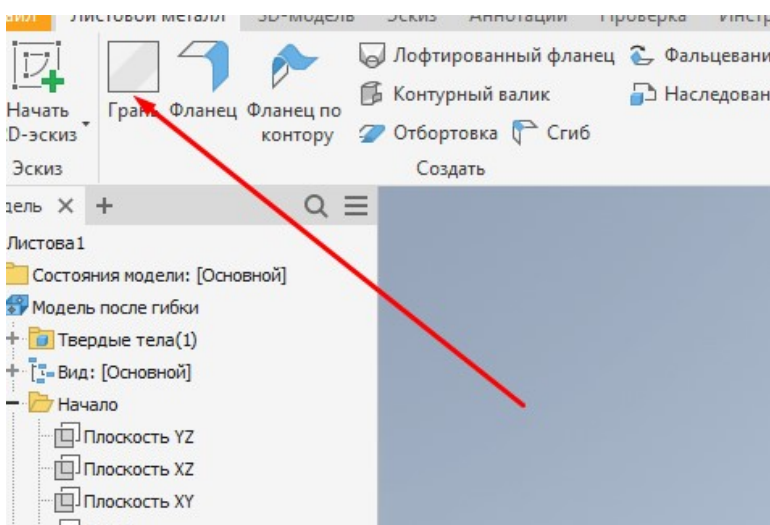


- **Thickness (товщина)** – основний параметр матеріалу;
- **Bend Radius (радіус згину)** – визначає форму згину;
- **K-Factor** – коефіцієнт, що враховує деформацію матеріалу при згинанні;
- **Bend Rules** – правила згину.

Ці параметри впливають на точність виготовлення деталі.

2.3 Основні команди середовища Sheet Metal

Face (Основа)

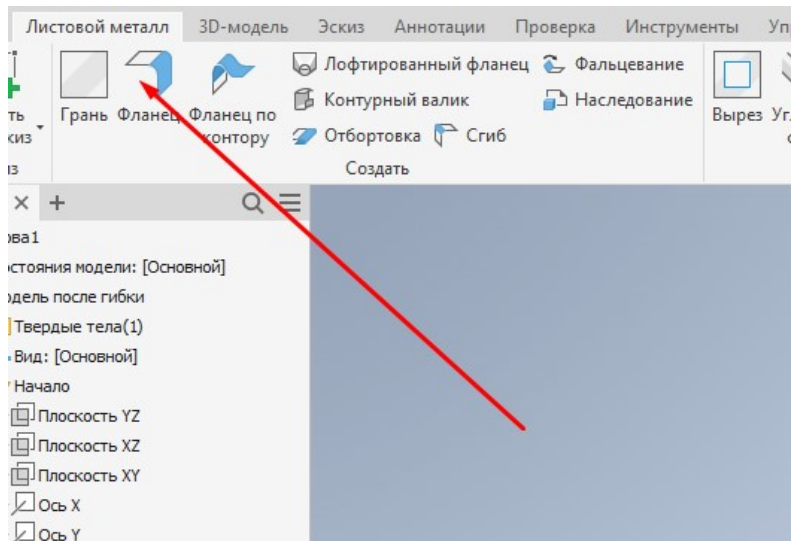


Команда **Face** використовується для створення базової площини листового металу.

Порядок дій:

1. створити ескіз;
2. задати товщину;
3. отримати базову деталь.

Flange (Згин)



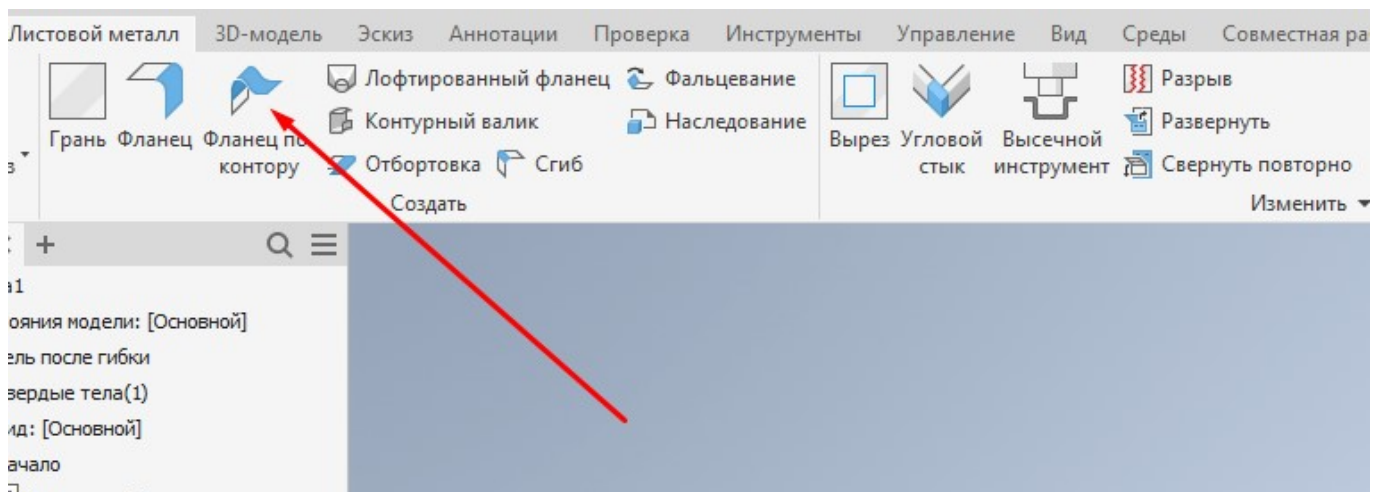
Команда **Flange** дозволяє створювати згини по краях деталі.

Параметри:

- довжина згину;
- кут згину;
- напрямок.

Використовується для створення бортиків і ребер жорсткості.

Contour Flange



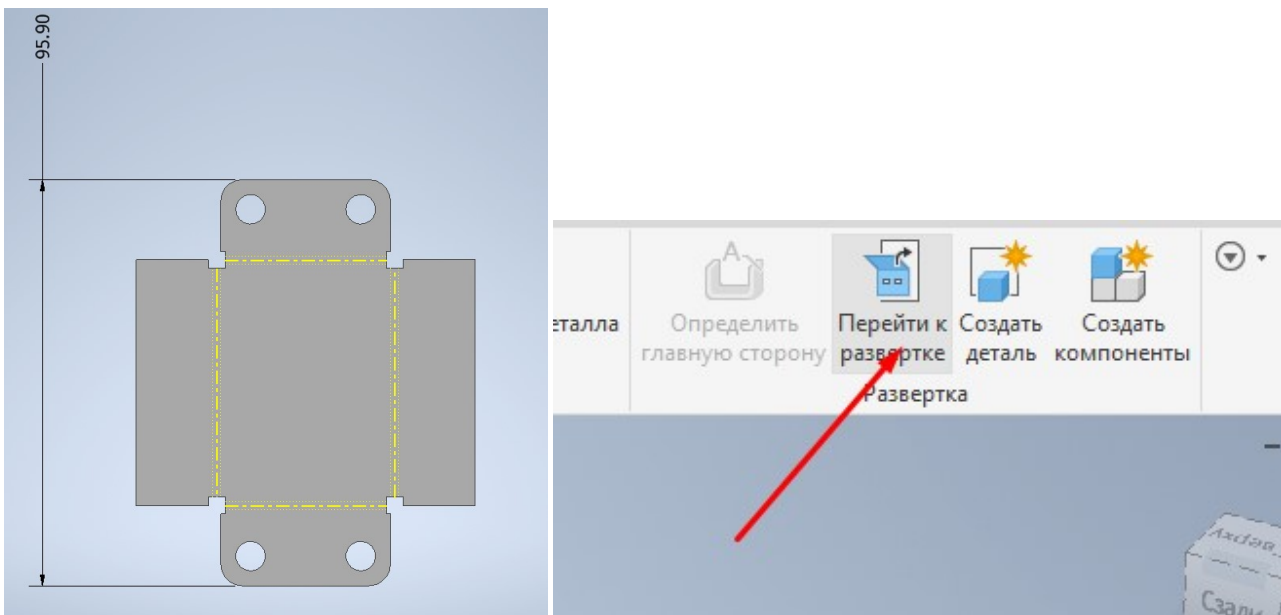
Створює згин за контуром складної форми.

Fold / Unfold (Згинання / Розгинання)

Команди дозволяють:

- тимчасово розгортати деталь;
- виконувати операції в розгорнутому вигляді;
- повертати деталь у вихідний стан.

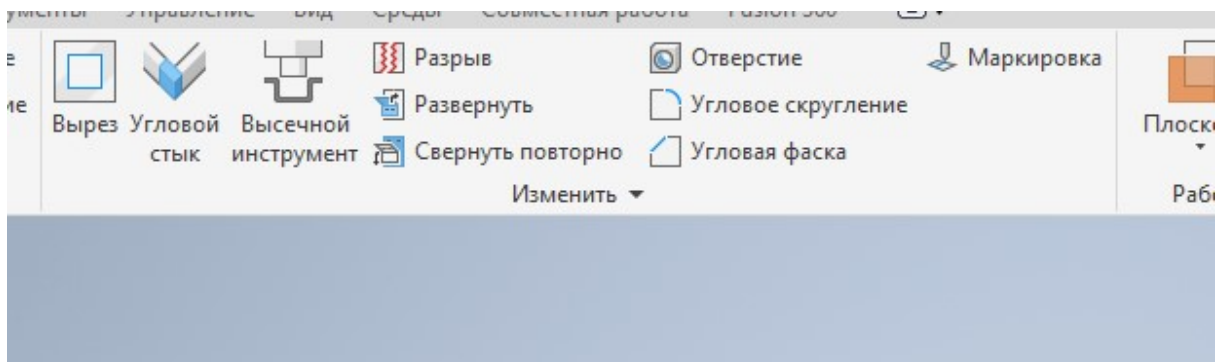
Flat Pattern (Розгортка)



Команда створює розгортку листового металу.

Це необхідно для:

- виготовлення деталі;
- передачі креслень на виробництво;
- розкрою матеріалу.



Cut (Виріз)

Команда використовується для створення отворів або вирізів у деталі.

Hole (Отвір)

Створення стандартних отворів у листовому металі.

Corner Round / Chamfer

- **Round** – заокруглення кутів;
- **Chamfer** – створення фасок.

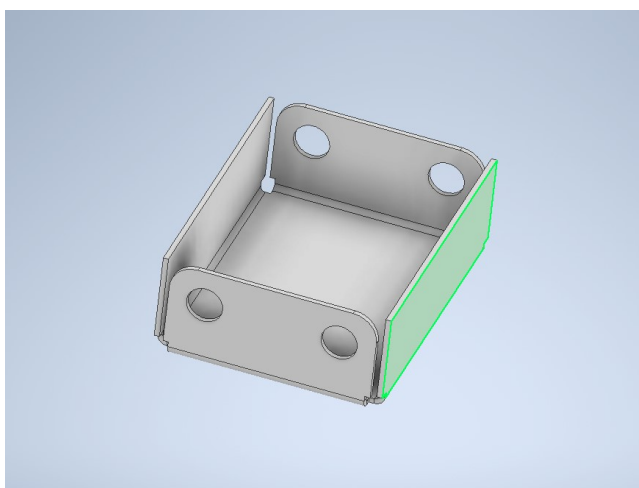
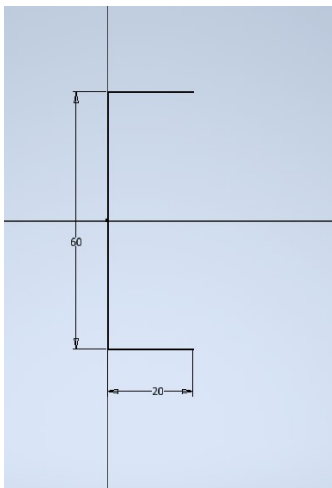
2.4 Особливості моделювання листового металу

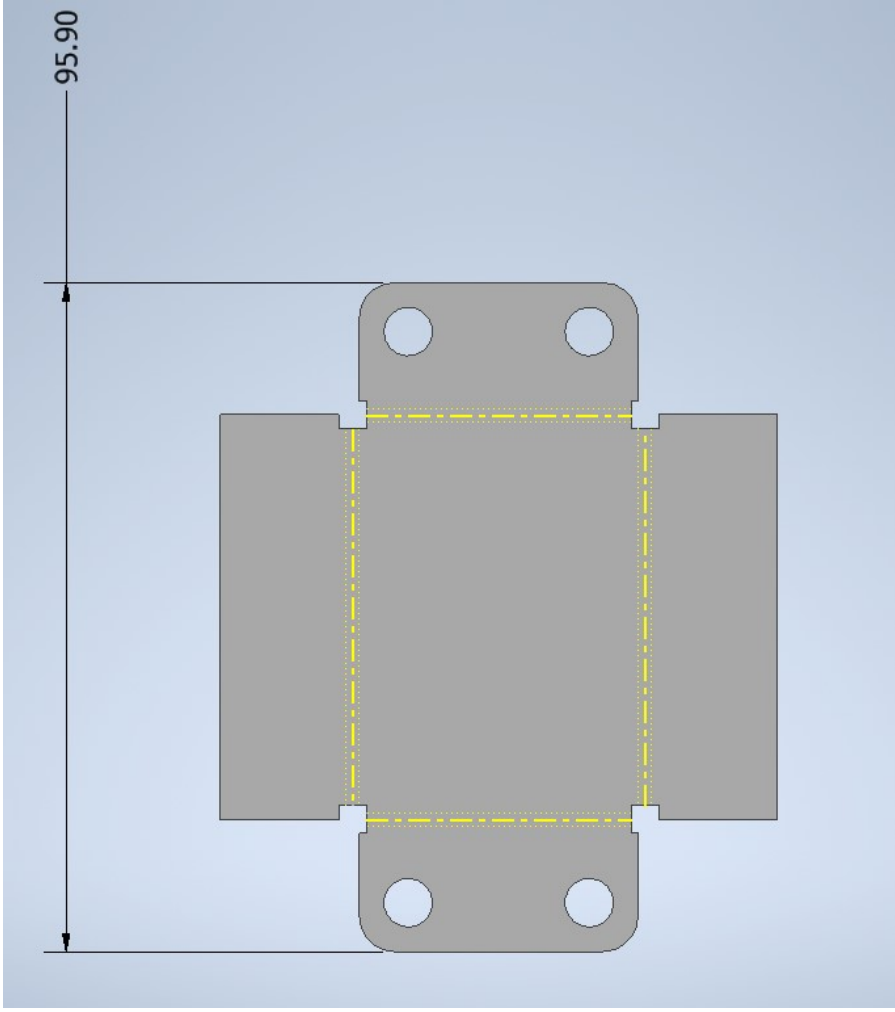
Моделювання листових деталей має ряд особливостей:

- всі елементи мають однакову товщину;
- важливо правильно задавати радіуси згину;
- необхідно враховувати технологічні обмеження;
- модель повинна мати можливість розгортки.

3. Порядок виконання роботи

1. Запустити програму **Autodesk Inventor**.
2. Обрати середовище **Sheet Metal**.
3. Задати параметри листа (товщина, радіус згину).
4. Створити ескіз базової деталі.
5. Використати команду **Face** для створення основи.
6. Додати згини за допомогою **Flange**.
7. Створити отвори або вирізи (**Hole**, **Cut**).
8. Виконати розгортку деталі (**Flat Pattern**).
9. Зберегти модель.





МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «Комп'ютерне проєктування»

Заняття 13

Поетапність моделювання. Загальні принципи правильного 3D-моделювання

Мета лекції

Сформувати у студентів системний підхід до 3D-моделювання, навчити планувати процес створення моделі та застосовувати загальні принципи правильного, стабільного та параметричного моделювання в Autodesk Inventor.

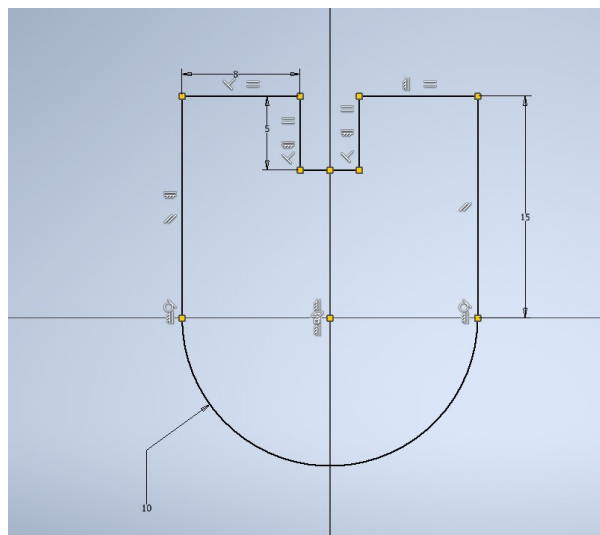
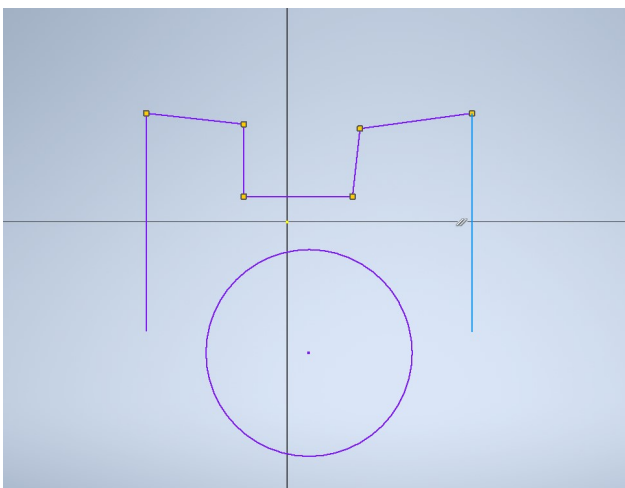
Зміст лекції

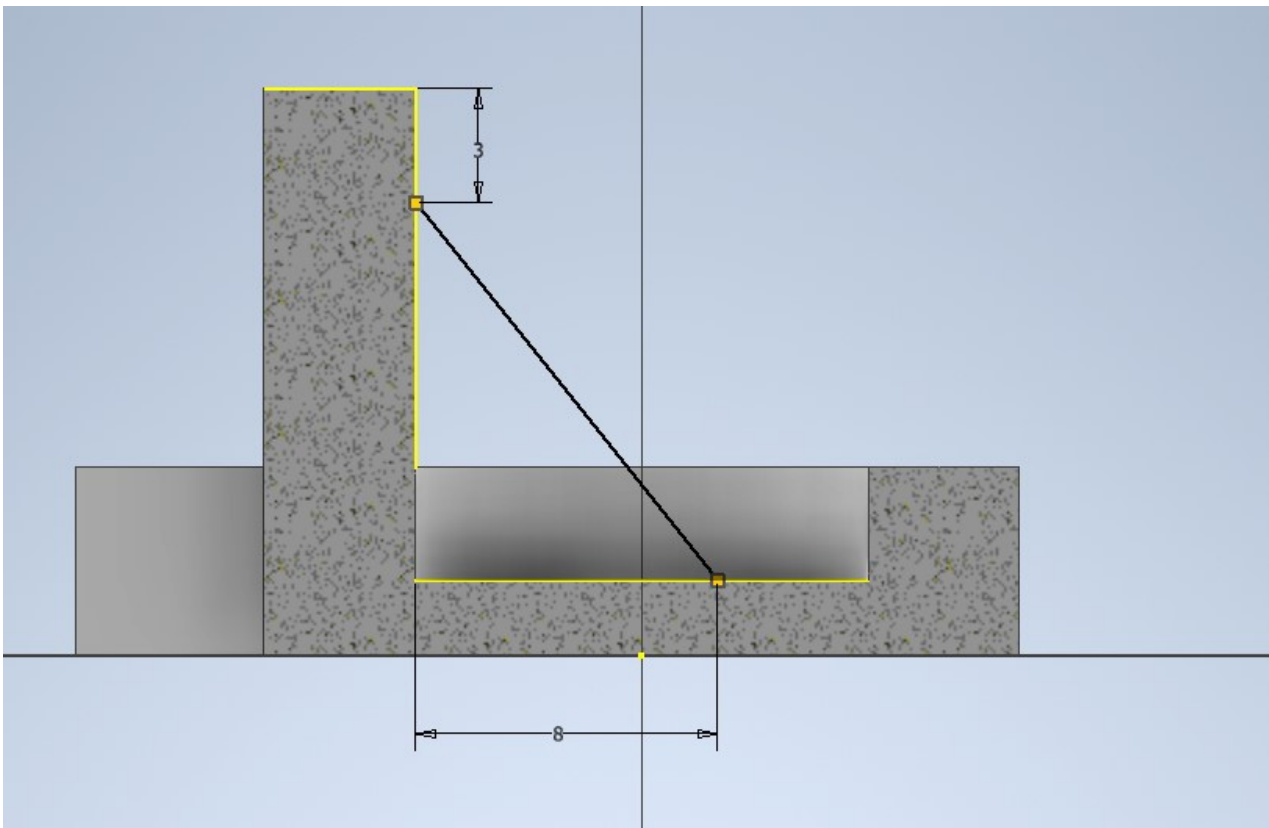
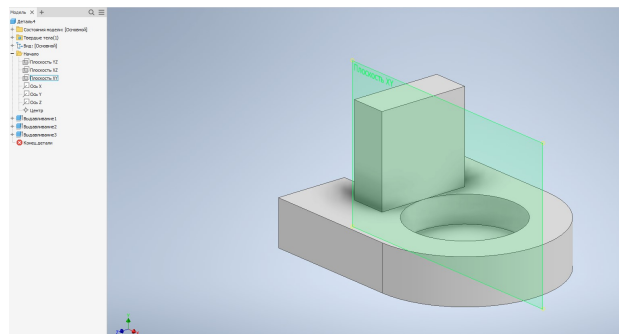
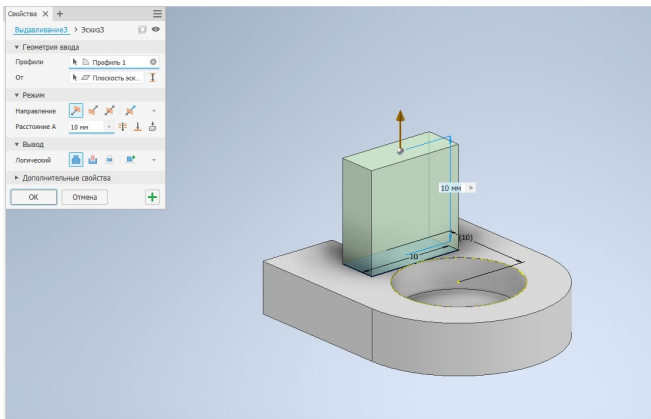
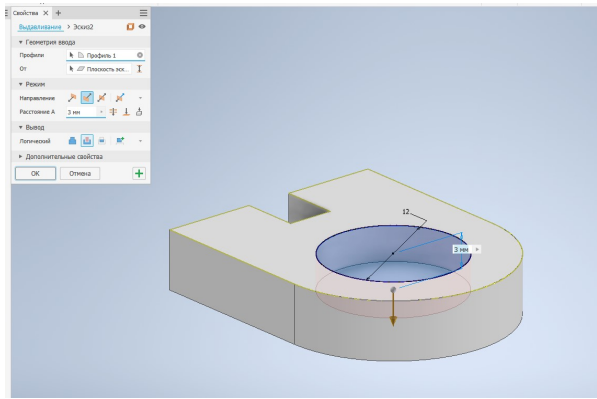
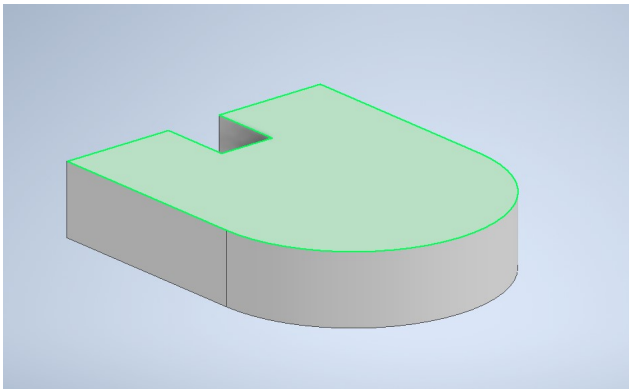
1. Необхідність поетапного моделювання

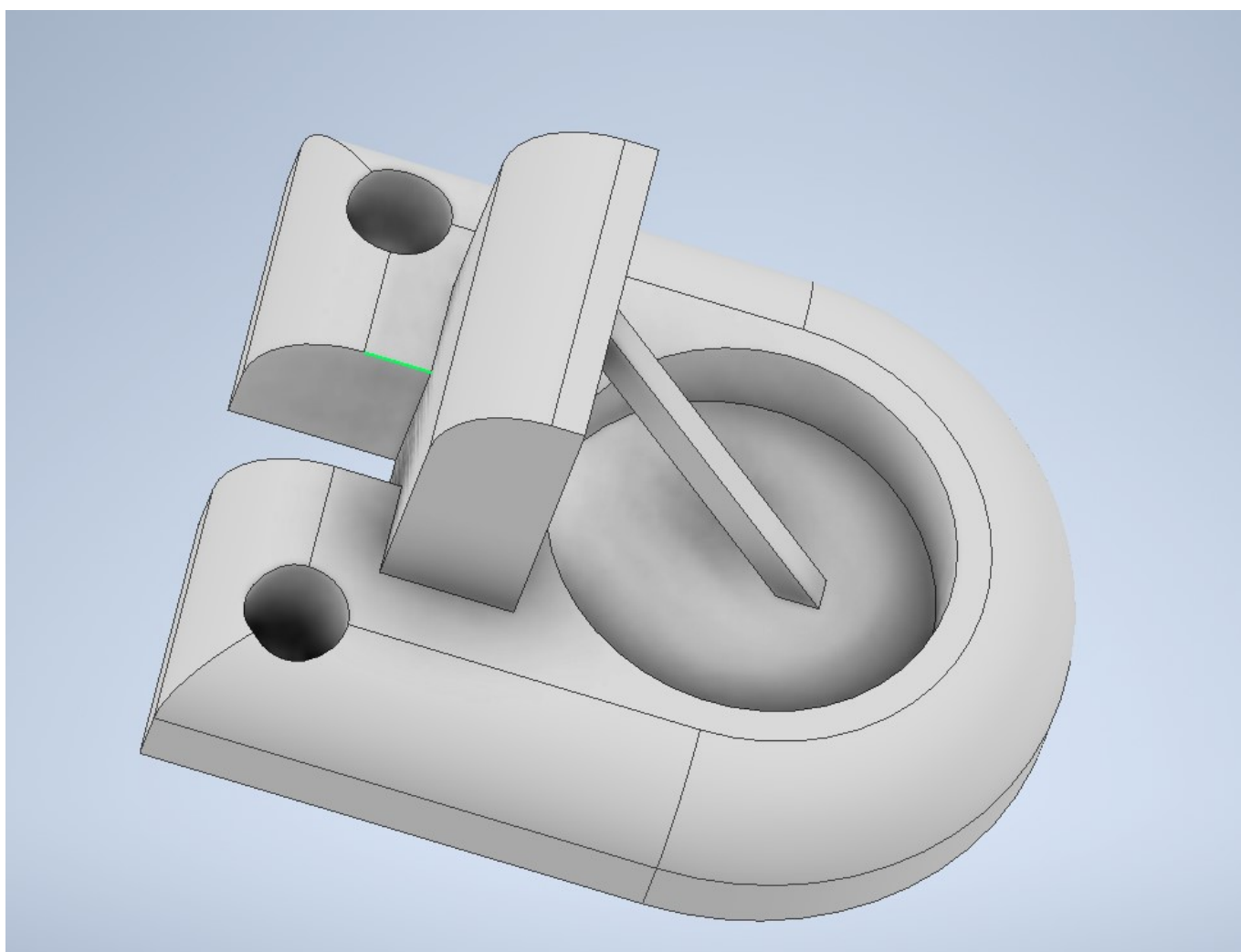
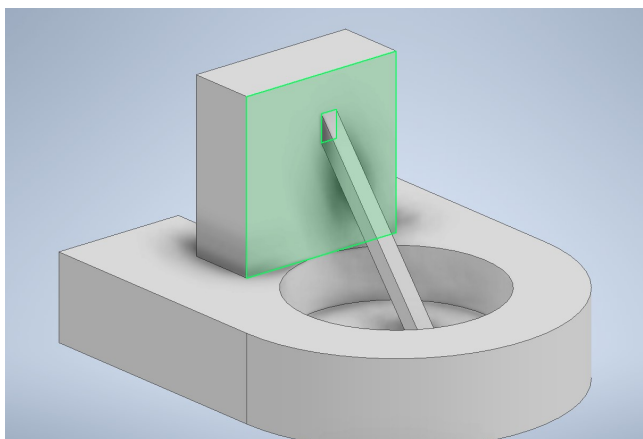
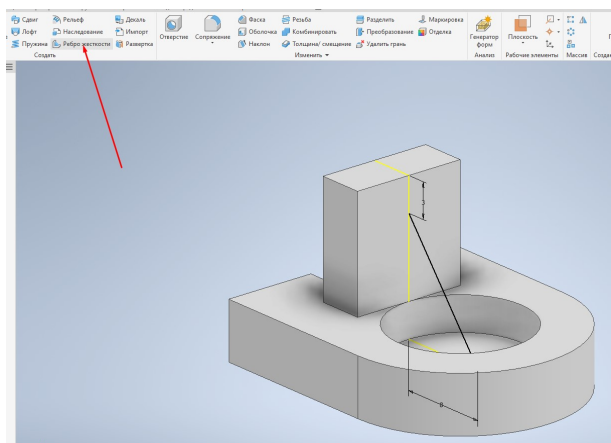
3D-моделювання в системах САПР є **послідовним процесом**, у якому кожна операція базується на попередніх. Порушення логіки побудови призводить до:

- нестабільної поведінки моделі;
- помилок перебудови;
- складності редагування;
- неможливості параметризації.

Поетапність моделювання передбачає **планування геометрії** ще до початку створення ескізів.







2. Аналіз деталі перед моделюванням

Перед початком моделювання необхідно виконати попередній аналіз деталі:

- визначити основну форму виробу;
- встановити симетрії;
- визначити базові та допоміжні елементи;
- виділити ключові розміри.

Рекомендується відповісти на запитання:

- яка операція є базовою (Extrude або Revolve);
- з якої площини доцільно почати;
- які елементи є вторинними.

3. Базове тіло як основа моделі

Моделювання рекомендується починати зі створення **базового тіла**, яке визначає загальну форму деталі.

Характеристики базового тіла:

- проста геометрія;
- мінімальна кількість операцій;
- чітка прив'язка до початку координат;
- параметрична керованість.

Базове тіло зазвичай створюється операціями **Extrude** або **Revolve**.

4. Послідовність додавання елементів

Після створення базового тіла моделювання виконується у такій послідовності:

1. основні геометричні елементи;
2. вторинні елементи (пази, виступи);
3. отвори стандартних типів;
4. технологічні елементи;
5. завершальні операції (Fillet, Chamfer).

Така послідовність забезпечує:

- логічну структуру моделі;
- простоту редагування;
- стабільну перебудову.

5. Прив'язка ескізів та симетрія

Для коректного моделювання необхідно:

- використовувати початок координат як базову точку;

- застосовувати осі та площини симетрії;
- уникати довільного розташування ескізів.

Використання симетрії:

- зменшує кількість параметрів;
- підвищує стабільність моделі;
- спрощує зміну розмірів.

6. Принципи правильного параметричного моделювання

До загальних принципів правильного моделювання належать:

- повна визначеність усіх ескізів;
- мінімальна, але достатня кількість параметрів;
- використання формул замість фіксованих розмірів;
- логічні імена параметрів;
- послідовний порядок операцій у браузері моделі.

Параметрична модель повинна **прогнозовано змінюватися** при зміні ключових параметрів.

7. Типові помилки при моделюванні

Найпоширенішими помилками є:

- відсутність планування перед моделюванням;
- початок з дрібних елементів;
- використання випадкових ескізів;
- відсутність симетрії;
- надмірна параметризація;
- ігнорування структури браузера моделі.

Уникнення цих помилок є необхідною умовою створення якісних інженерних моделей.

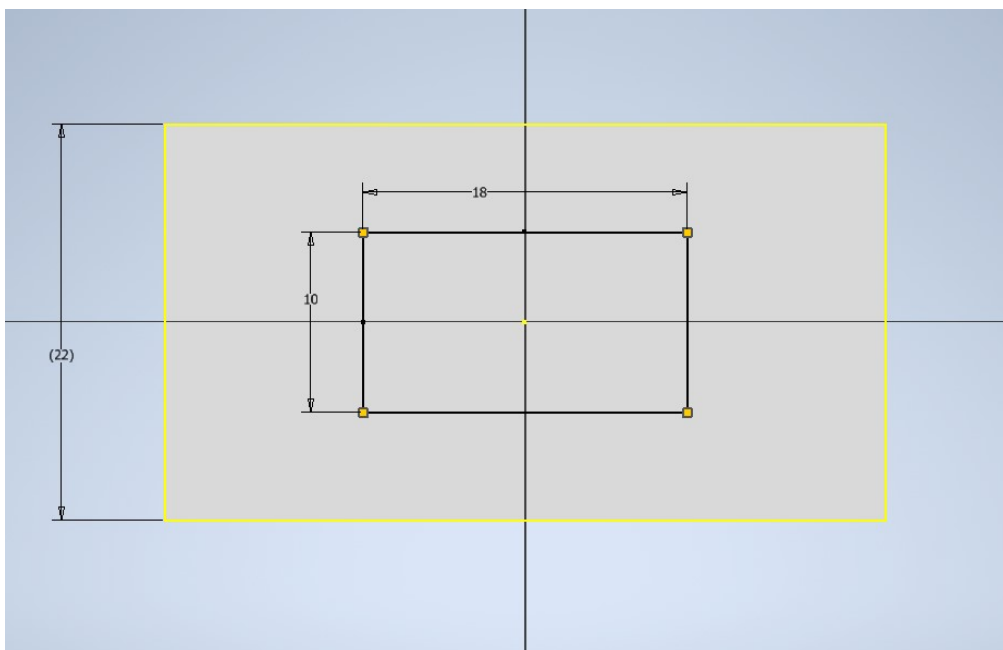
Параметричне моделювання

1. Параметри розмірів

У середовищі Autodesk Inventor **кожен розмір**, заданий в ескізі або 3D-операції, автоматично є **параметром моделі**.

Параметри розмірів:

- визначають геометричні характеристики моделі;
- можуть бути змінені в будь-який момент;
- впливають на перебудову всієї моделі.



Параметри можуть бути:

- **автоматичними** (створюються програмою);
- **користувачькими** (створюються вручну).

Використання параметрів дозволяє:

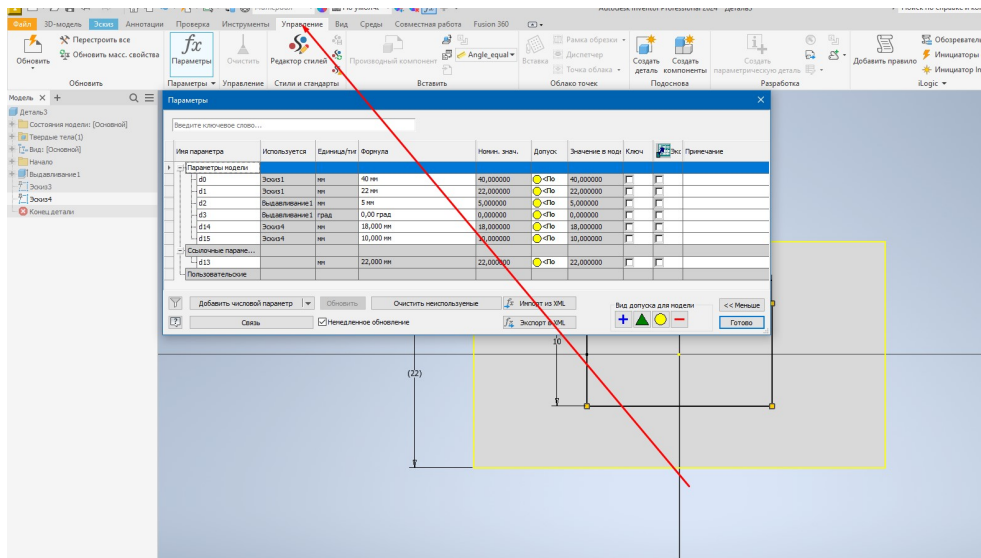
- створювати типові вироби;
- швидко адаптувати модель під нові вимоги;
- зменшувати кількість помилок при редагуванні.

2. Таблиця параметрів

Для керування параметрами в Autodesk Inventor використовується **таблиця параметрів** (Parameters Table).

Таблиця параметрів містить:

- ім'я параметра;
- числове значення;
- одиниці вимірювання;
- коментар (за необхідності).



У таблиці параметрів можна:

- змінювати значення розмірів;
- створювати нові параметри;
- перейменовувати параметри для зручності;
- контролювати взаємозв'язки між параметрами.

3. Формули та залежності

Autodesk Inventor дозволяє задавати **математичні залежності** між параметрами за допомогою формул.

Формули можуть включати:

- арифметичні операції;
- посилання на інші параметри;
- логічні залежності.

Приклад використання формул:

- автоматичне збереження пропорцій;
- зв'язування товщини зі загальними габаритами;
- керування кількістю повторюваних елементів.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ з дисципліни «Комп'ютерне проектування»

Заняття 14

Мета лекції

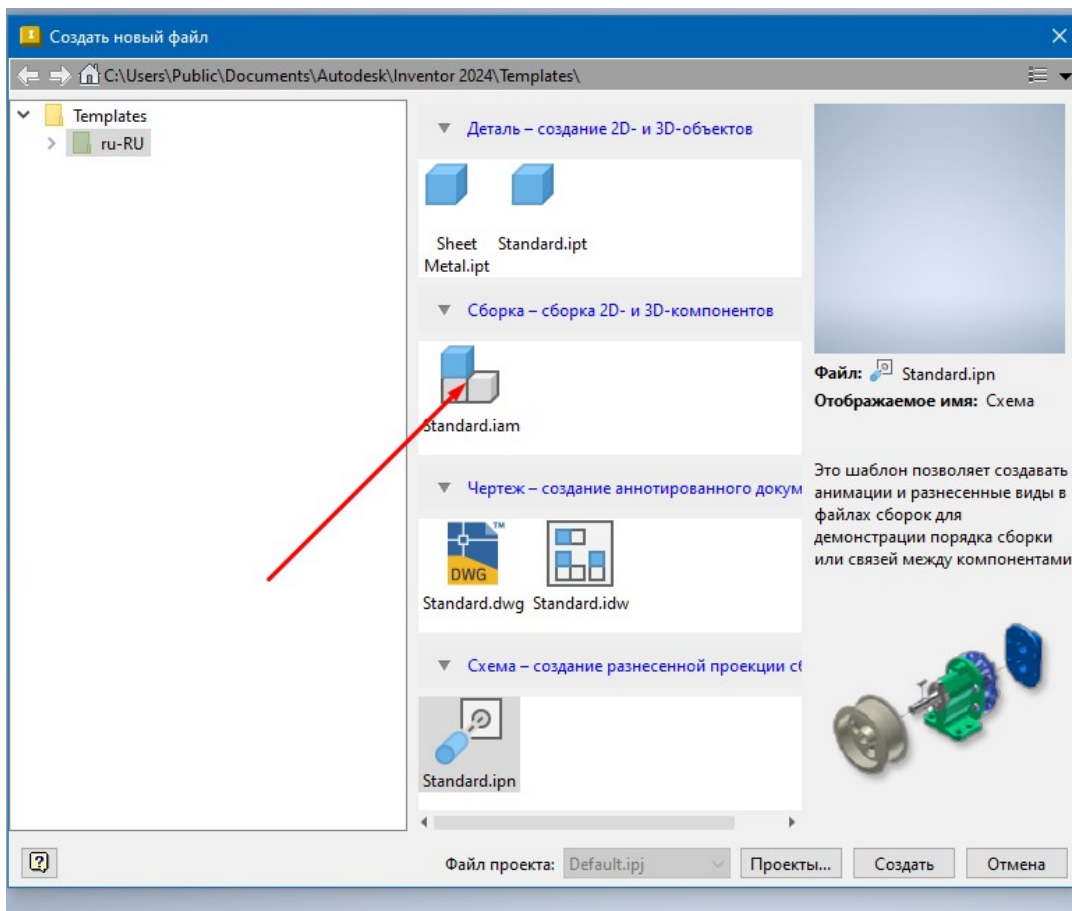
Сформувати у студентів теоретичні знання та практичні навички створення **збірок виробів**, навчити логіці складання деталей, використанню зв'язків (constraints) та організації структури збірки в середовищі Autodesk Inventor.

Зміст лекції

1. Поняття збірки в САПР

Збірка — це сукупність окремих деталей, об'єднаних у єдину конструкцію з визначеними просторовими та функціональними зв'язками.

У Autodesk Inventor збірки реалізуються у файлах типу **IAM**.



Збірки дозволяють:

- перевіряти взаємне розташування деталей;
- аналізувати рух і взаємодію елементів;
- виявляти колізії;
- формувати специфікації та креслення.

2. Підготовка деталей до складання

Перед створенням збірки необхідно:

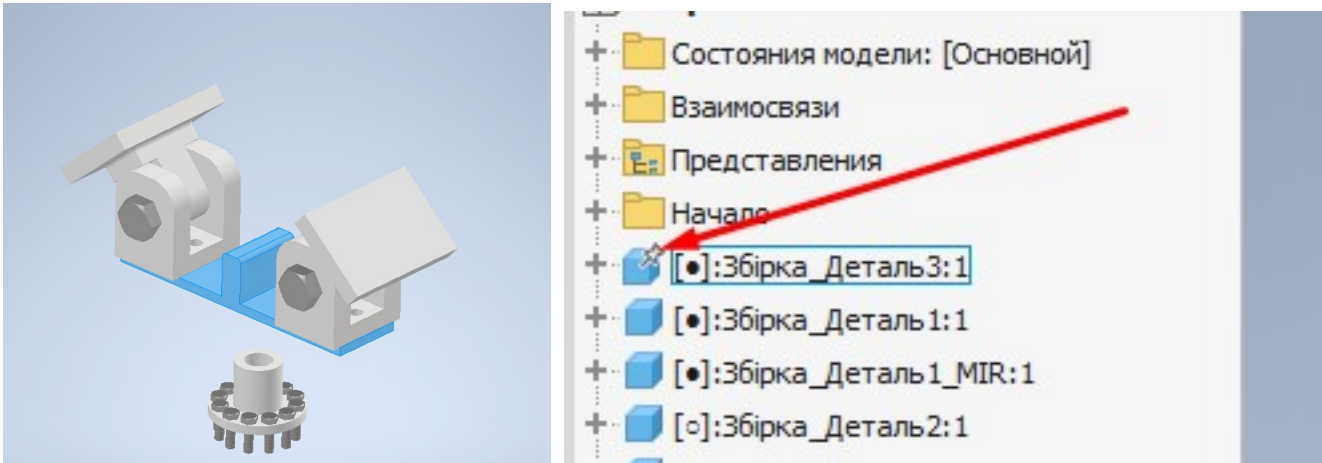
- забезпечити правильну орієнтацію деталей відносно початку координат;
- параметризувати ключові розміри;
- уникати надмірно складної геометрії;
- перевірити стабільність перебудови деталей.

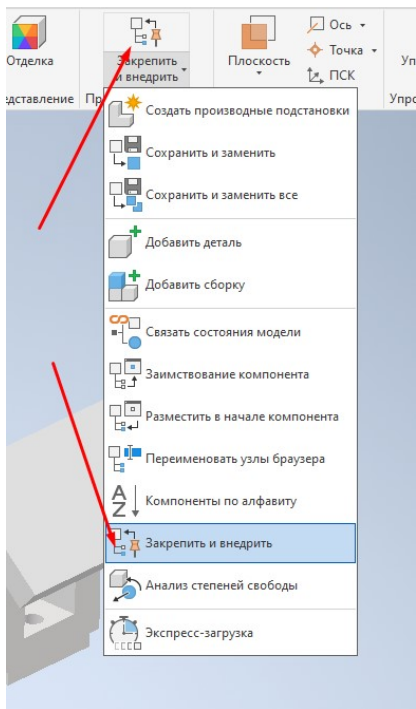
Коректно підготовлені деталі значно спрощують процес складання.

3. Логіка складання виробу

Складання рекомендується починати з **базової деталі**, яка:

- визначає положення всієї збірки;
- зазвичай закріплюється (Grounded);
- слугує опорною частиною конструкції.

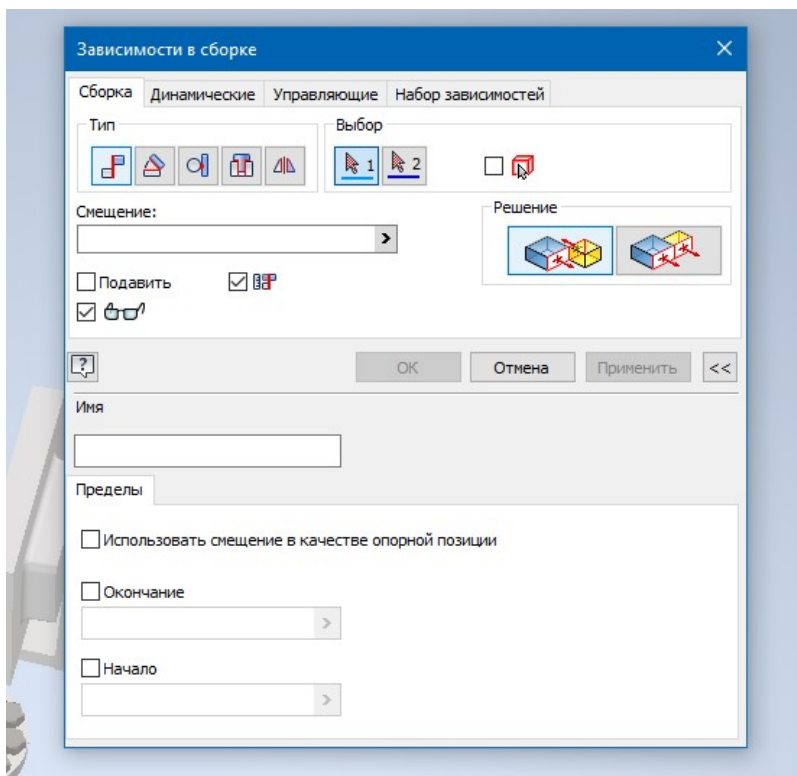


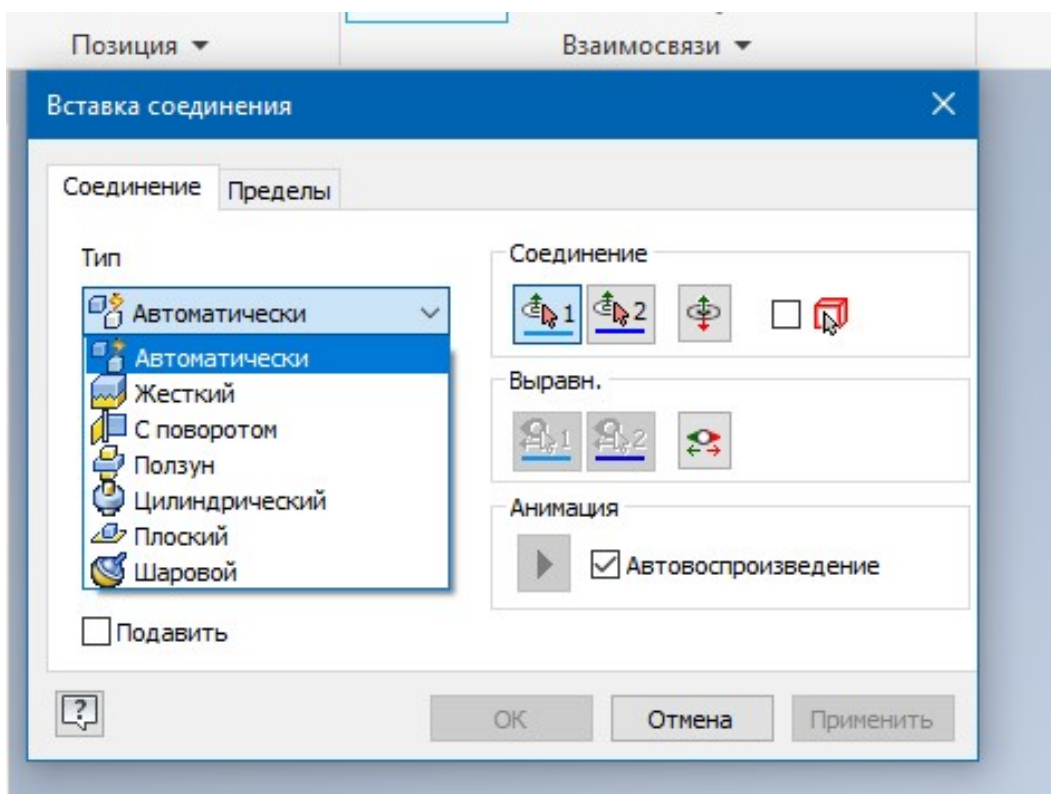
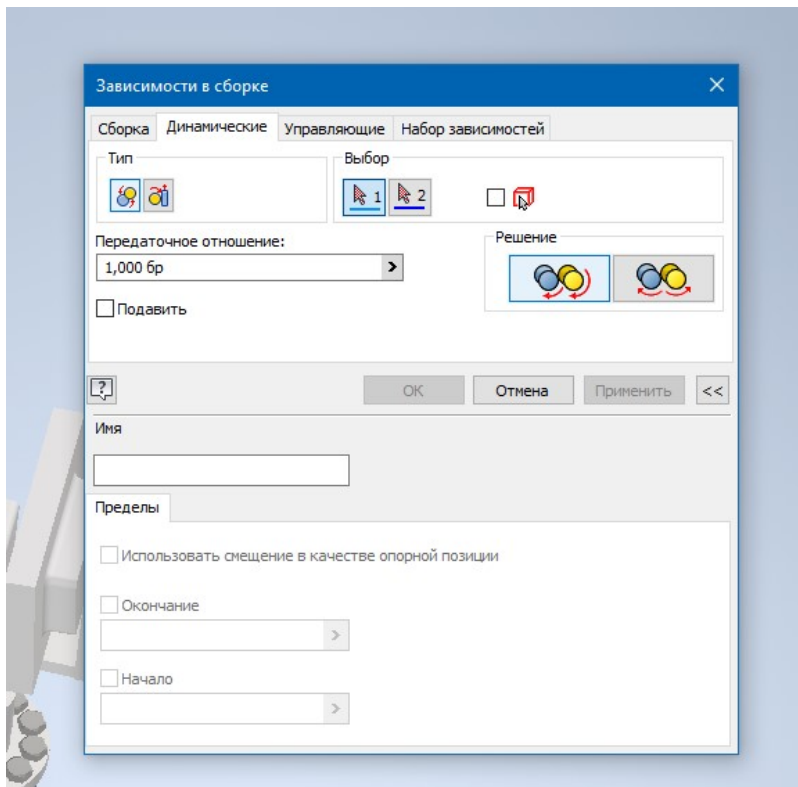


Подальше складання виконується:

- від базових деталей до допоміжних;
- з урахуванням функціонального призначення вузлів;
- з використанням симетрії та повторюваних елементів.

4. Збіркові зв'язки (Constraints) та з'єднання(Joints)





Збіркові зв'язки визначають взаємне положення деталей у просторі.

Основні типи зв'язків:

- **Mate** — суміщення поверхонь;

- **Flush** — вирівнювання площин;
- **Insert** — з'єднання циліндричних елементів;
- **Angle** — задання кутового положення;
- **Tangent** — дотичність поверхонь.

Правильне використання зв'язків:

- забезпечує коректну поведінку збірки;
- дозволяє моделювати рух;
- зменшує кількість обмежень.

5. Ступені свободи та їх контроль

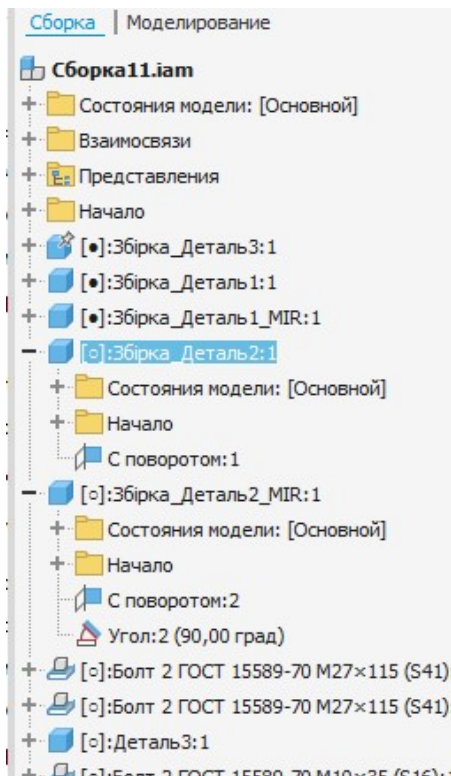
Кожна деталь у просторі має **шість ступенів свободи**:

- три поступальні;
- три обертальні.

Метою накладання зв'язків є:

- усунення зайвих ступенів свободи;
- забезпечення функціонального руху (за необхідності);
- запобігання перевизначенню збірки.

6. Структура та ієрархія збірки



Збірки можуть мати:

- ієрархічну структуру;
- підзбірки;
- стандартні компоненти.

Рекомендації:

- використовувати підзбірки для складних виробів;
- логічно іменувати компоненти;
- уникати надмірної вкладеності.

7. Типові помилки при створенні збірок

Найпоширеніші помилки:

- відсутність базової деталі;
- надмірна кількість зв'язків;
- перевизначення збірки;
- ігнорування параметричних залежностей;
- відсутність логічної структури.

Уникнення цих помилок забезпечує стабільну та керовану збірку.