

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Одеська політехніка»
Навчально-науковий інститут цифрових технологій, дизайну та транспорту

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по дисципліні
«Системи автоматизованого моделювання в будівництві» семестр 5
для студентів всіх форм навчання
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

**Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по дисципліні
«Системи автоматизованого моделювання в будівництві» семестр 5
для студентів всіх форм навчання
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Затверджено
на засіданні кафедри
Інформаційних технологій
проектування в машинобудуванні
Протокол № 1 від 28.08.2024р

ОДЕСА ОНПУ 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по дисципліні «Системи автоматизованого моделювання в будівництві» семестр 5 для студентів всіх форм навчання спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»/ Укл.: В.М. Тігарєв, О.С. Лопаків, Г.В. Зінченко. – Одеса: НУ «Одеська політехніка», 2024. – 122 с.

Укладачі: В.М. Тігарєв, канд. техн. наук, доцент
О.С. Лопаків, ст. викладач.
Г.В. Зінченко канд. техн. наук, доцент.

Зміст

<u>ВСТУП</u>	4
<u>Лабораторна робота № 1</u>	5
<u>Лабораторна робота № 2</u>	15
<u>Лабораторна робота № 3</u>	19
<u>Лабораторна робота № 4</u>	29
<u>Лабораторна робота № 5</u>	37
<u>Лабораторна робота № 6</u>	44
<u>Лабораторна робота № 7</u>	47
<u>Лабораторна робота № 8</u>	53
<u>Лабораторна робота № 9</u>	57
<u>Лабораторна робота № 10</u>	61
<u>Лабораторна робота № 11</u>	64
<u>Лабораторна робота № 12</u>	70
<u>Лабораторна робота № 13</u>	74
<u>Лабораторна робота № 14</u>	82
<u>ДЖЕРЕЛА ЛІТЕРАТУРИ</u>	98
<u>Додаток 1 Завдання до теми «Створення кресленика деталі»</u>	99
<u>Додаток 2 Завдання до теми «Побудова двовимірних креслеників методом каркасних ліній.»</u>	113
<u>Додаток 3 Завдання до теми «Робота з складними примітивами у САПР AutoCAD»</u>	122

ВСТУП

Зменшення часу виконання проекту, підвищення якості, зниження його собівартості сьогодні є визначальними факторами успіху в будівельному проектуванні. Для реалізації цих вимог необхідна модернізація проектно-технологічних процесів. Сучасний дизайн є перетворення вихідного опису об'єкта, сформульованого в технічному завданні, в остаточний опис необхідний для побудову об'єкта в заданих умовах. Остаточний опис являє собою комплект технічної документації. Отже дизайн (проектування) - це процес перетворення інформації. Одним з найпотужнішим засобом перетворення інформації при проектуванні технічних об'єктів є системи автоматизованого проектування (САПР). САПР застосовувані в будівельному дизайні, базуються на самих складних програмно методичних комплексах і потужних технічних засобах.

Розвиток техніки постійно вимагає нових рішень: конструктивних, технологічних, організаційних та ін. Ефективність нових технічних рішень потребує сучасних системних методів, методик, алгоритмів вирішення завдань автоматизації процесу проектування, включаючи і вирішення творчих завдань створення нових конструкцій і технологічних процесів. Для автоматизованого вирішення різних завдань в галузі будівельного проектування у сучасних САПР існує можливість створювати програмні модулі, які потім можливо застосовувати у системи автоматизованого проектування, які забезпечують реалізацію наскрізного процесу проектування, виготовлення і контролю якості виробів.

Інтеграція CAD-системами з спеціалізованими модулями на основі параметричних моделей дозволяє автоматизувати створення типових конструкцій і мінімізувати витрати часу при формуванні геометричних моделей та складальних конструкцій будівель.

Автоматизація процесу будівельного дизайну в САПР, реалізація пошукового конструювання і розвиток інформаційної підтримки цього процесу вимагають вирішення ряду проблем, які пов'язані з великим об'ємом інформаційних фондів, різноманітністю існуючих підходів до класифікацій у різних предметних областях, складністю постановки завдань автоматизованого пошуку нових технічних рішень. Для цього використовується BIM технології проектування.

Курс «Системи автоматизованого моделювання в будівництві» присвячений питанням вивчення основних можливостей автоматизованого проектування при створення будівельного дизайну. Сфера застосування САПР для вирішення будівельного проектів безупинно розширюється за рахунок суміжних галузей.

У цих методичних вказівках розглядається робота з системою САПР Autodesk AutoCAD з можливістю 3D – проектування. САПР Autodesk AutoCAD містить повний набір гнучких інструментів для будівельного 3D-проектування, створення інструментального оснащення та обміну проектними даними. В системі САПР Autodesk AutoCAD можливо не лише проектування окремих елементів але й дизайн проектів в цілому. Також крім об'ємної моделі є можливість створення кресленика плану поверху моделі з автоматичною побудовою виглядів, необхідних розрізів по моделі та формування експлікації приміщень.

Завдяки інструментам роботи з довільними формами можливо створювати й аналізувати найскладніші тривимірні будівельні об'єкти.

Autodesk AutoCAD дозволяє вирішувати найскладніші проектні проблеми. Засобами створення довільних форм моделюються найрізноманітніші тіла і поверхні; час перевірки проектів значно скорочується; параметричні креслення допомагають тримати під рукою всю потрібну інформацію. Проектні ідеї можна візуалізувати у форматі PDF, а також реалізовувати в макетах, одержуваних за допомогою 3D друку.

Методичні вказівки призначені для студентів всіх форм навчання спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» по дисципліні «Системи автоматизованого моделювання в будівництві».

Лабораторна робота № 1

на тему «Інтерфейс сучасних САПР. Створення кресленика деталі»

Мета роботи: Вивчити інтерфейс сучасних САПР на прикладі програмі AutoCAD. Побудова примітивів точка, відрізок. Засвоїти побудову двовимірних креслеників методом каркасних лінії.

Теоретична частина:

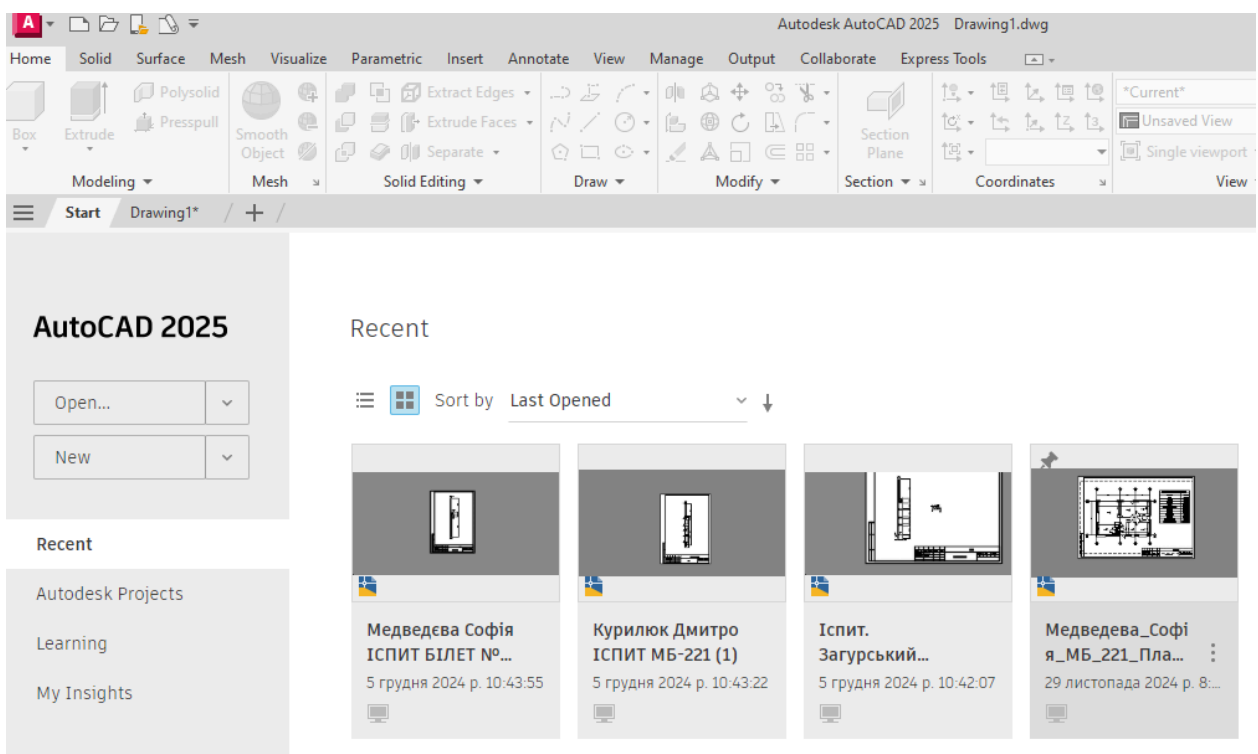
AutoCAD— це професійна і найбільш популярна система в світі система автоматизованого проектування (САПР), яка дозволяє працювати з плоскою (двовимірної) графікою в архітектурно-будівельному проектуванні, при розробці технологічних, конструкторських, сантехнічних, електричних, машинобудівних креслень. Програма має зручний інтерфейс, що дозволяє багаторазово масштабувати зображення, а також панорамні функції.

Крім основних функцій для складання креслень, у програми є можливість прив'язки інших об'єктів, що зберігаються в іншій базі даних за допомогою посилань. Ще однією зручністю є можливість виведення на друк одночасно декількох креслень.

САПР AutoCAD має інструменти для тривимірного проектування, а також можливість перегляду моделі під різними кутами, перевірка інтерференції, можливість експорту моделей для створення анімації і вилучення даних для проведення технічного аналізу.

Вивчення інтерфейсу:

1. Після відкриття програми, маємо вікно початку.



Вікно має 3 вертикальні панелі:

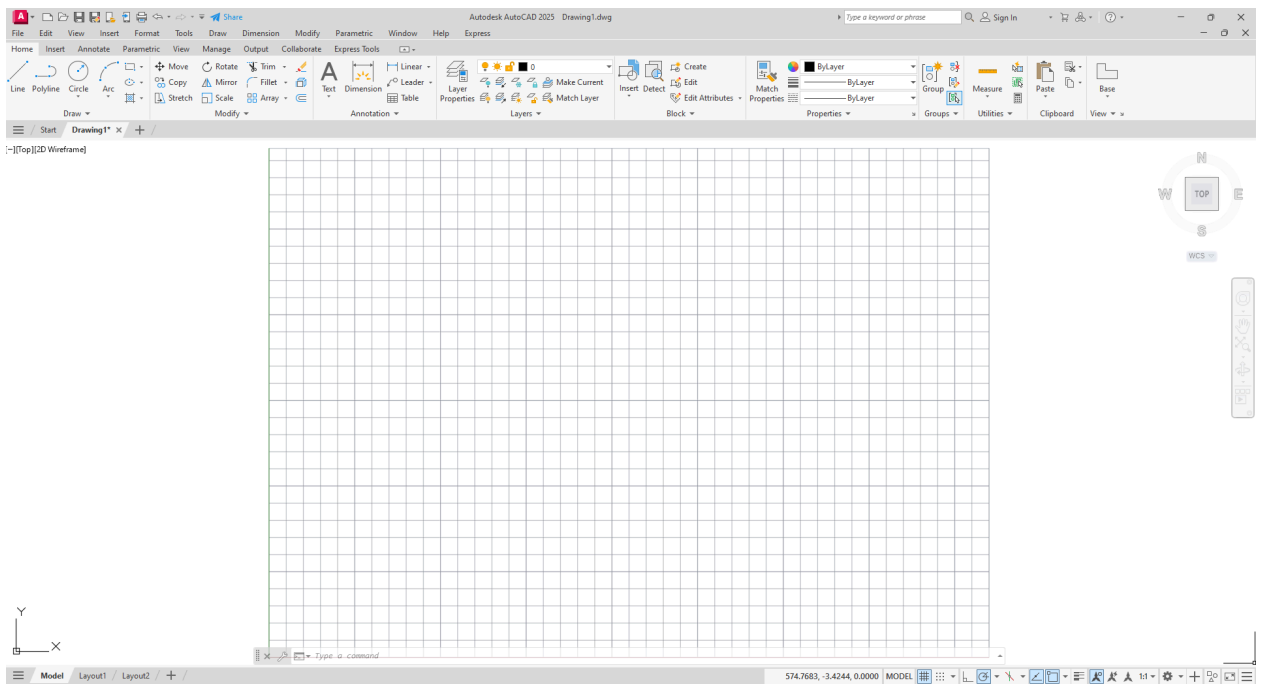
- 1) Початок роботи. Кликнув на зображенні «New» відкрито новий файл, можливо вибрати необхідний шаблон налаштувань.
- 2) «Open».
- 3) У правому стовпці знаходиться вікно підключення до хмарної системи Autodesk 360.

2. Обираємо створення нового документу «New».

Головне вікно AutoCAD

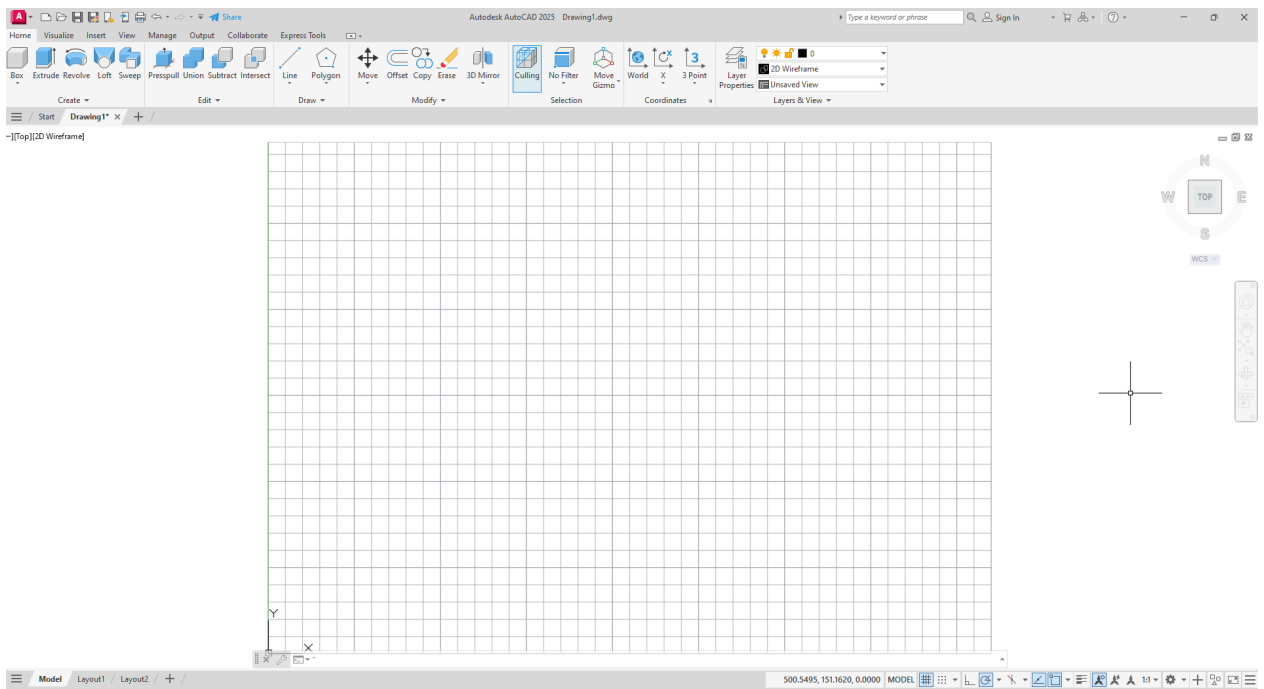
Перше, що ви побачите після запуску програми, – це головне вікно програми, яке володіє наступними елементами:

- Стрічка — містить згруповані за типами вкладки зібраними в них типовими командами AutoCAD: Головна (Home), Вставка (Insert), Анотація (Annotate), Параметризація (Parametric), вигляд (View), Керування (Manage), Вивід (Output), Співпрацювати (Collaborate), Додаткові інструменти (Express Toolsфайл).
- Інструментальні групи— кожна вкладка має набір інструментальних груп з набором піктограм, пов'язаних з виконанням певних команд autocad;
- Панель швидкого доступу - дозволяє викликати часто використовувані команди;
- Робоча область — безмежна зона головного вікна, призначена для розробки креслень;
- Командний рядок - вікно, використовуване для введення команд і виведення інформації про реакцію на них системи;
- Рядок стану — рядок, що містить інформацію про координати перехрестя курсору, а також про стан режимів креслення;
- Швидкий пошук — панель, що дозволяє знайти в довідці інформацію, що цікавить;
- Заголовок вікна - відображає назву поточного креслення;
- Панель робочого простору — містить в собі різні настройки редагування робочого місця користувача, а також дозволяє налаштовувати масштаб і відображення робочої області.

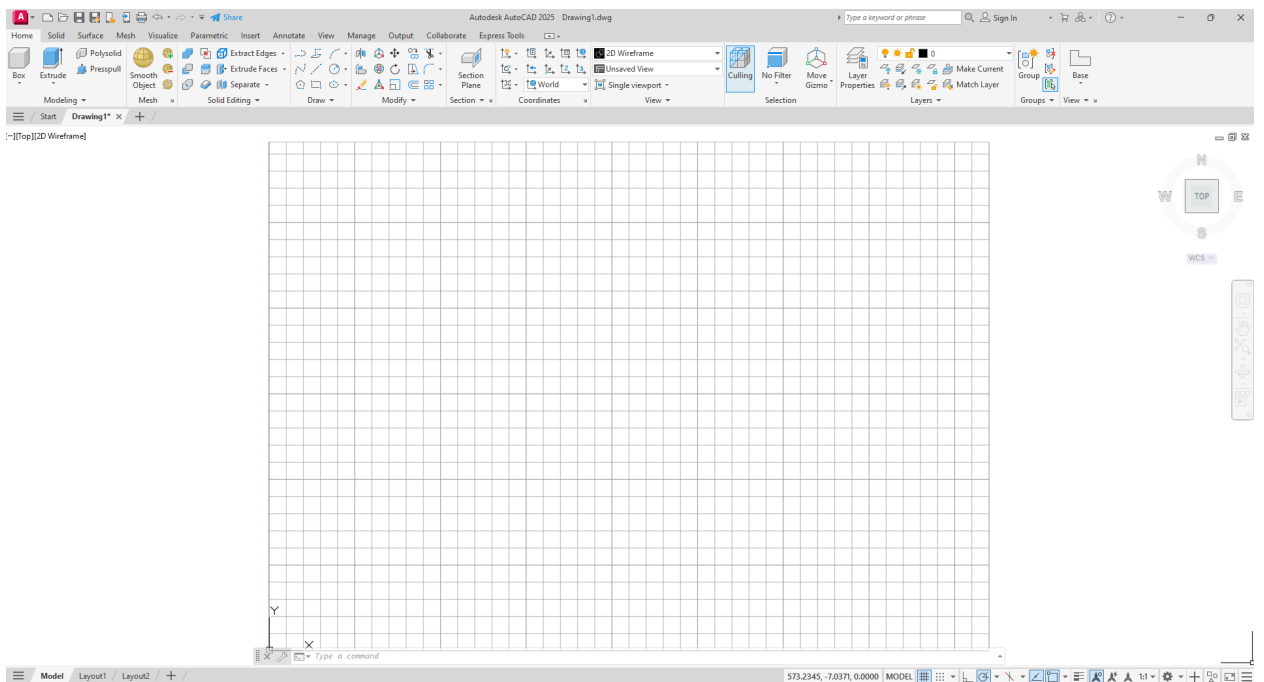


3. Робоче вікно AutoCAD можливо налаштувати за допомогою завдання типу робочого простору:

- Drafting&Annotaion
- 3D основні (3D Basc)
- 3D моделювання (3D Modelsng)
- Класичній AutoCAD



3D основні



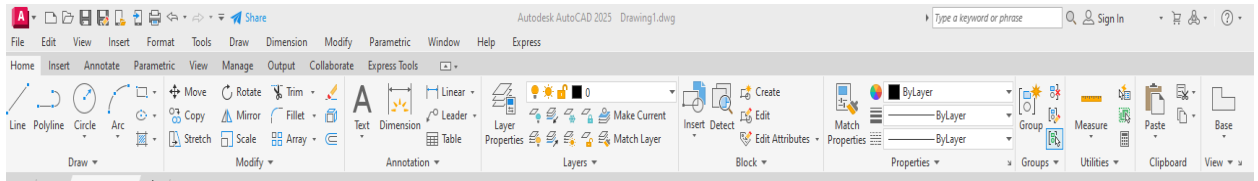
3D моделювання

Основні елементи інтерфейсу:

Робоча область або область креслення - основна частина робочого простору, на якому відображаються створювані об'єкти.

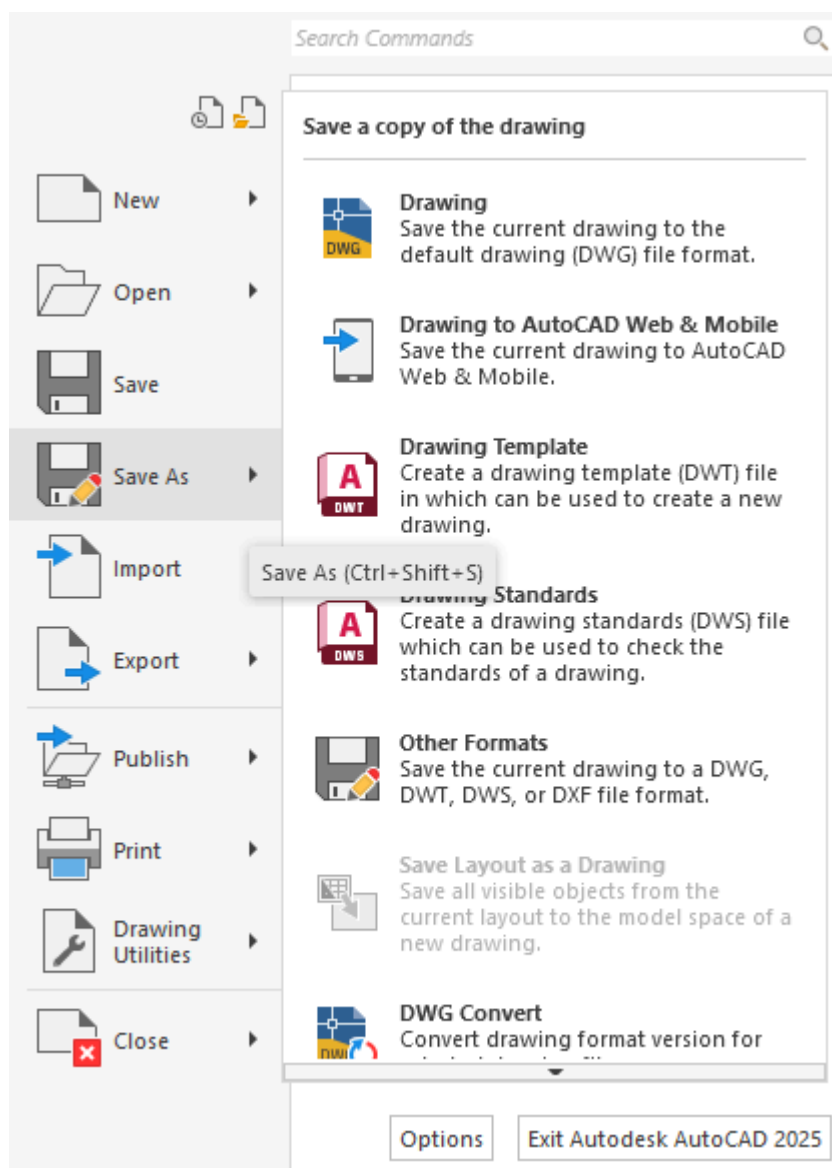
У верхній частині вікна знаходиться стрічка з вкладками, на яку винесені всі основні інструменти і засоби AutoCad. За замовчуванням стрічка відкривається на вкладці Основна. Стрічка розділена на різні вкладки, кожна з яких містить кілька панелей. Панелі містять інструментальні засоби (подібні панелям інструментів) і утворюють групи. Кожна

група служить для вирішення певних завдань.



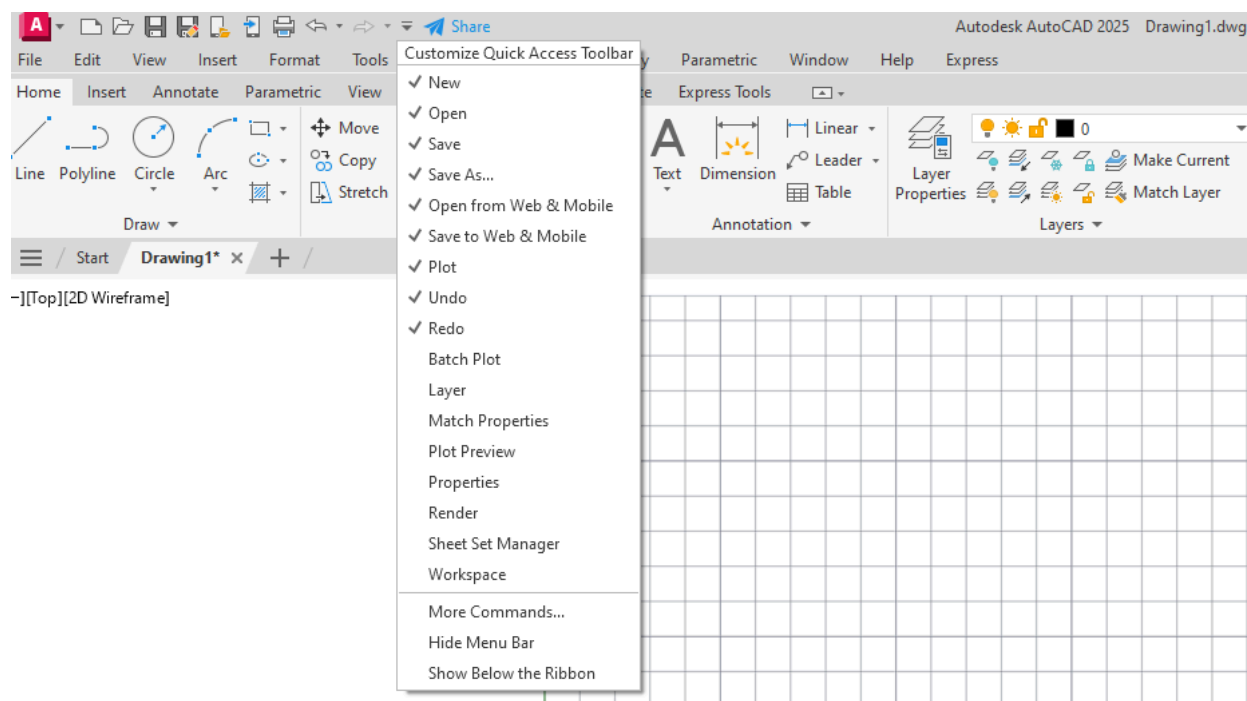
Стрічка легко налаштовується, її можна згорнути або закрити. Необхідно натиснути правою кнопкою мишки на стрічку і вибрати дію.

Над стрічкою в верхньому лівому кутку екрана AutoCad розташоване Меню додатка. З його допомогою можна виконувати різні операції з файлами: створювати, відкривати, зберігати, друк, експортувати в інші формати, посилати поточне креслення по електронній пошті і створювати комплекти для передачі, а також виконувати додаткової обслуговування креслення.



Рядок меню AutoCAD.

У самому верхньому ділянці екрана програми розташовується рядок падаючих меню. Для його виводу на екран необхідно адаптувати панель вигляд кого доступу. меню.



- До її складу входять підміню: файл, правка, вигляд , вставка, формат, інструменти, креслення, анотації, редагувати, компоненти, параметричні, вікно, довідка. У кожному меню можна вибрати певну дію. Користуючись даною рядком меню можна запускати різні команди і процеси:
- Файл-призначені для відкриття і збереження нових та існуючих креслень, друку, експорту файлів в інші формати, виконання деяких інших загальних файлових операцій, а також виходу з AutoCad.
- Правка- містить команди скасувати, повторити, вирізати, копіювати, вставити; команди організації зовнішніх зав'язків файлів AutoCad та інших файлів;
- Вигляд - містить команди, призначені для управління відображенням креслення в області креслення, а також команду Toolbars (панелі), яка як і в інших програмах Windows, дозволяє налаштовувати панелі інструментів;
- Вставка - містить команди вставки креслень і малюнків (в тому числі створених в інших програмах) або їх фрагментів в поточне креслення;
- Формат - містить команди налаштування загальних параметрів креслення;
- Інструменти - містить спеціальні команди, які не належать ні до однієї з інших категорій, наприклад, програмування роботи AutoCad за допомогою макросів;
- Креслення - містить всі основні команди, що забезпечують створення нових об'єктів креслення (ліній, кіл, багатокутників, тексту, таблиць);
- Анотації - містить команди для нанесення розмірів на поточному кресленні;
- Редагувати - містить команди, які призначені для зміни об'єктів поточного креслення;
- Довідка-містить довідку про програму AutoCAD;

- Параметризація-містить команди, призначені для створення параметричних об'єктів, вигляд яких визначається автоматично завданням певного параметра, наприклад, довжини або діаметра.
- Вікно- в основному, функціонують так само як і аналогічні меню програм для Windows.

Панелі інструментів

Для того щоб побачити список усіх панелей інструментів, необхідно натиснути правою кнопкою миші на будь-який з них - з'явиться контекстне меню.

Панель інструментів в AutoCad може бути як пристикувана, так і плаваюча. Будь-яку пристикувану панель можна відтискувати і зробити плаваючою, або навпаки.

Стрічка стану.

У нижній частині вікна під командним вікном розташована рядок стану, яка включає в себе рядок стану програми і рядок стану кресленика. Строки стану дозволяють:

- Відображати поточні координати покажчика перехрестя миші
5.1432, -0.5370, 0.0000
- Перемикає режими роботи AutoCad за допомогою кнопок індикаторів. Цих кнопок всього 10: крок (snap), сітка (grid), орто (ortho), ось-полярності (polar), прив'язка (osnap), ось-об'єкт (otrack), ДПСК (ducs), дин (dyn), вага (lwt), модель (model). Коли будь-яка з цих кнопок втиснула, то режим креслення, за який вона відповідає, включений; якщо кнопка опукла (НЕ втиснула), то відповідний режим креслення відключений. Якщо натиснути правою кнопкою миші на одну з кнопок і вибрати з меню, що пункт "настроювання ..." то з'явиться діалогове вікно настроювання даного режиму.

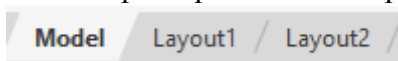


- Переключать режимы работы AutoCad с помощью кнопок индикаторов.

Командний рядок AutoCAD. Під графічної областю знаходиться командний рядок (Command), яка призначена для введення з клавіатури команд, а також виведення повідомлень і підказок AutoCad. З командного рядка можна запускати будь-які команди, вводити координати, параметри об'єктів, можна вибирати варіанти побудови примітивів.



Змінити розмір командного рядка можна шляхом перетягування розділової смуги.



Вкладення Модель, Аркуш1, Аркуш2.

В лівій нижній частині вікна програми відображаються вкладення Модель, Аркуш1, Аркуш 2. За допомогою ярликів вкладок можна переключатися між простором моделі Модель, призначеному для створення об'єктів, і простором аркуша Аркуш 1, Аркуш 2, що дозволяє виводити зображення на друк.

Контекстне меню.

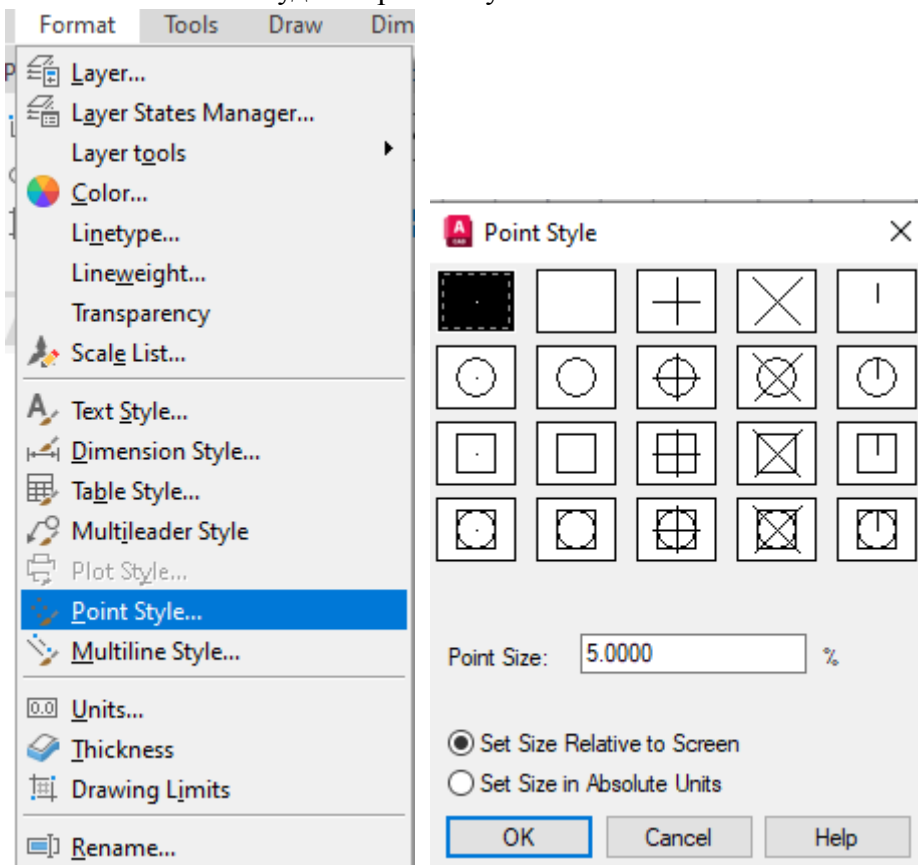
Одним з елементом інтерфейсу в AutoCAD є система контекстних меню. У загальному випадку контекстне меню - це спеціалізоване вікно з набором команд, призначених для роботи з активним об'єктом. Викликається контекстне меню клацанням правою кнопкою

миші по об'єкту і з'являється поруч з перехрестям курсора. Склад команд контекстного меню залежить від оброблюваної в момент його виклику команди, а також від клавіші Shift (викликати контекстне меню можна, утримуючи клавішу Shift). У AutoCAD застосовуються п'ять основних виглядів контекстних меню.

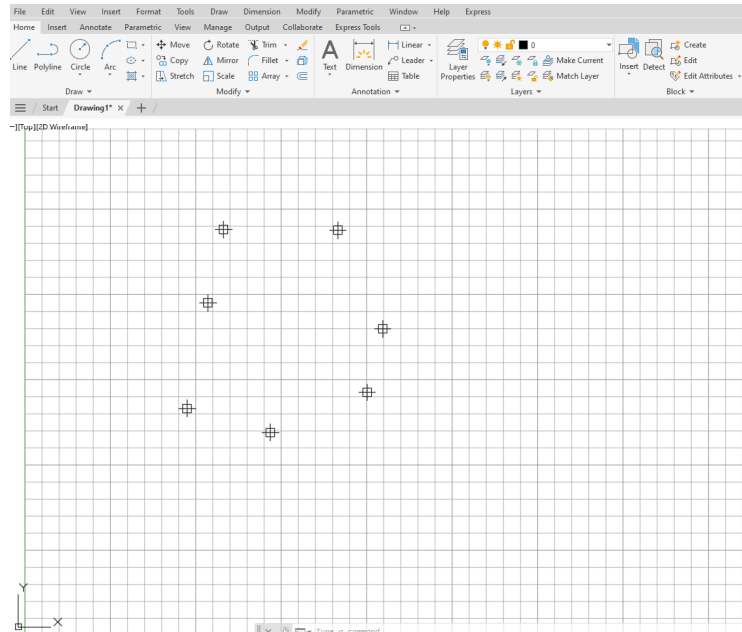
- Контекстне меню режиму редагування - відкривається відразу після вибору мишею якого-або об'єкта і наступного за цим клацання правою кнопкою миші. Для деяких складних об'єктів (наприклад розмірних ліній) контекстне меню режиму редагування буде містити об'єктно орієнтовані засоби управління об'єктами. Більшість контекстних меню мають в своєму арсеналі команду Properties (Властивості), наприклад меню, яке викликається для виділеного об'єкта креслення - лінії, кола, дуги та ін. Команда Properties призначена для виклику палітри властивостей обраного об'єкта, в якій можна змінити або переглянути характеризують його параметри, такі як приналежність до шару, колір, тип лінії, стиль, а також його геометричні характеристики - довжину, діаметр, площа тощо.
- Контекстне меню панелі, вікна або палітри - відкривається після клацання правою кнопкою миші по панелі, вікна або палітрі.
- Контекстне меню командного режиму - відкривається після клацання правою кнопкою миші на робочій області в момент активності будь-якої команди. Таке контекстне меню містить параметри активної команди.
- Службове контекстне меню - відкривається після клацання правою кнопкою миші в командному рядку. При цьому в розділі Recent Commands (Останні команди) можна побачити список з семи останніх виконаних команд.
- Контекстне меню за замовчуванням - відкривається відразу після клацання правою кнопкою миші в довільній області креслення. При цьому об'єкти графічної області не повинні бути виділені і ніяка команда в цей момент не повинна бути активної..

Практична частина.

Настоявання та побудова примітиву Точка.

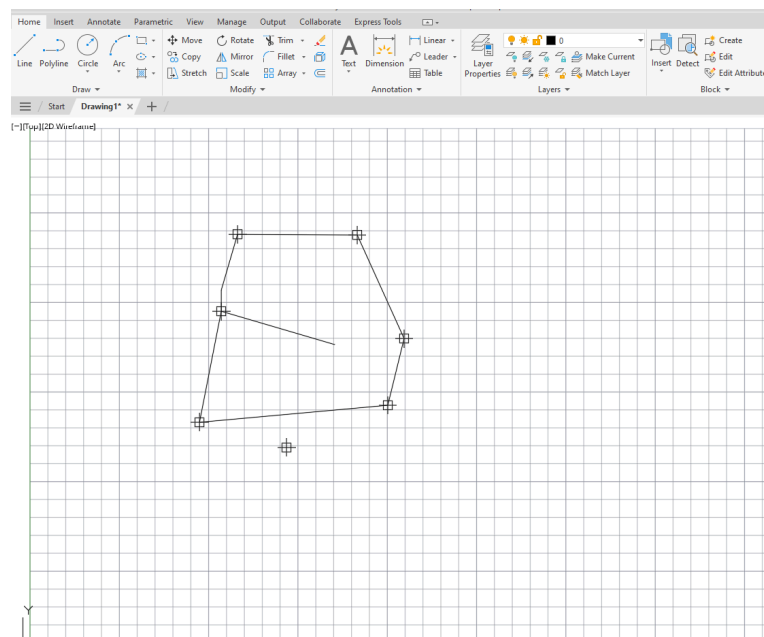


1.ТОЧКА



2.Відрізок

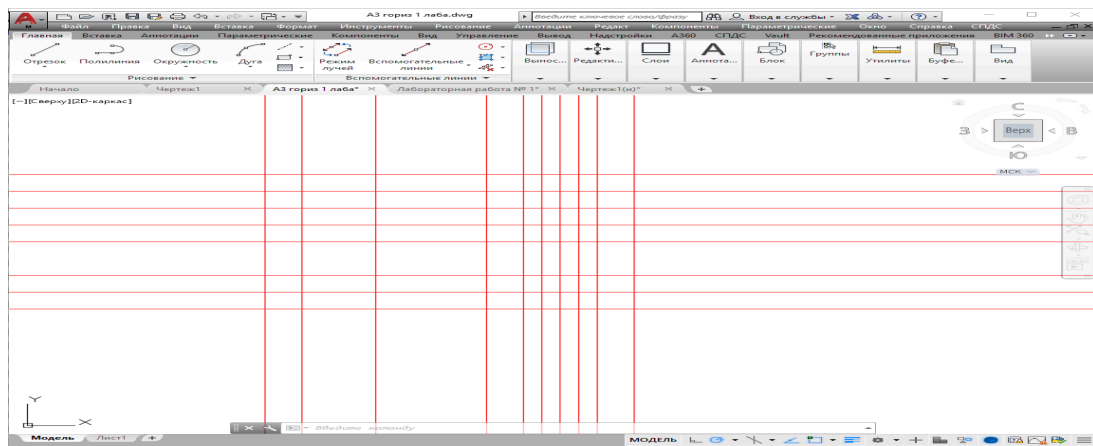
Побудова примитиву Відрізок у режимі одного об'єкта, а також як набір об'єктів – режим ламана.



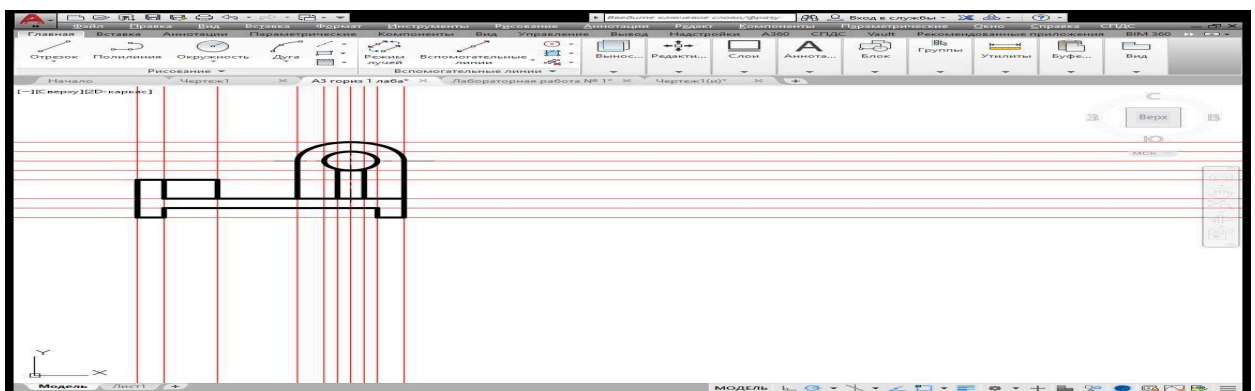
Побудова двовимірних креслеників методом каркасних ліній

1. Кресленик деталі має 3 вигляд и: вигляд попереду, вигляд ліворуч, вигляд зверху. Необхідно щоб вигляд и розташовувались по правилам проекційних зав'язків. Для побудови необхідного кресленика будемо використовувати метол каркасних ліній. Для створення каркасу побудови використаємо **XLINE** (construction line) в якості допоміжних ліній. Спочатку побудуємо вигляд попереду.
2. За допомогою інструменту «**XLINE**» будемо граничну горизонтальну та вертикальну ліній побудови каркасу. Для цього обираємо інструмент допоміжна пряма на панелі «**XLINE**».

- Будуємо вертикальну пряму за координатами **XLINЕ (Hor)**:
- 170,30
- Потім знов обираємо пряму й замість вертикали обираємо **XLINЕ (Ver)** **Гор(Горизонталь)** та будуємо горизонтальну пряму за координатами:
- 50,150
3. Обираємо «**XLINЕ**» та серед них обираємо «Паралельна лінія (Offset)» на завданому відстані. Вводимо поступово значення відступів у командному рядку для завдання кожного варіанту відступу:
10|15|20|25|30|40|70|90|100
- Обираємо створену вертикальну пряму та задаємо сторону створення паралельних ліній.
4. Обираємо «**XLINЕ**» та серед них обираємо «Паралельна лінія (Offset)» на завданому відстані. Вводимо значення відступів у командному рядку через вертикальну лінію:
10|20|40|50|60|70|90
- Обираємо створену горизонтальну пряму та задаємо сторону створення паралельних ліній.
- У результаті створено каркас лінії для вигляд а попереду.

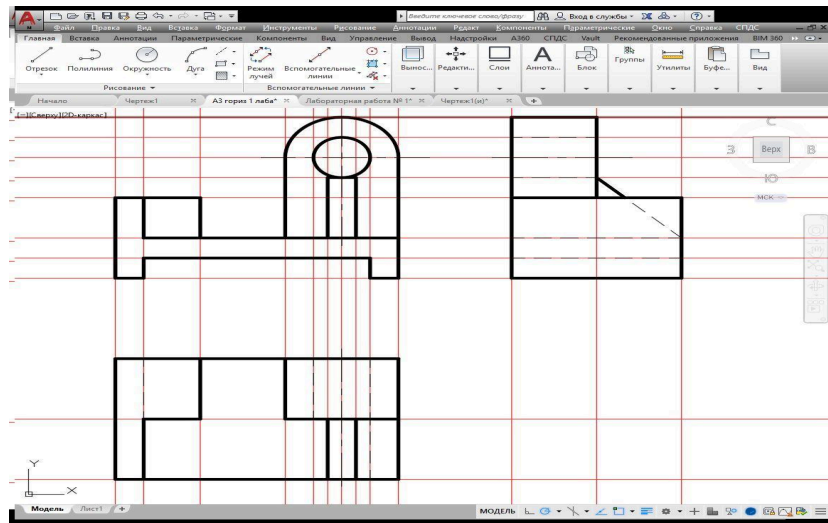


За допомогою команди відрізків, дуга та коло будуємо вигляд попереду.



5. Повторюймо пункти побудови 2-4, с заданням необхідних відступів для кожного вигляд у та будуємо необхідній каркас для 3-х вигляд ів. Розміри для відступів наступні:
- Вигляд зверху
По горизонталі 30|60
Вигляд зліва
По вертикали 30|60.

6. Використовуємо побудований каркас для побудови необхідних виглядів.
7. Отримаємо кінцевий вигляд кресленика.



При побудові обов'язково використовувати каркасний метод. При побудові ізометричного зображення кола необхідно використовувати команди еліпс та еліптична дуга. Результуюче зображення повинно мати наступний вигляд . Зберігаємо кресленик деталі під новим ім'ям.

Висновок: У даній лабораторній роботі необхідно вивчити, і освоїти основні принципи роботи налаштування елементів графічного інтерфейсу AutoCAD. Самостійно засвоїти налаштування колір екрану, а також панелі Адаптація. Побудувати кресленик з використанням примітивів точка та відрізок. У лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти основні принципи створення двовимірного зображення у AutoCad методом каркасних ліній, використав роботу з стрічкою. При виконанні роботи необхідно засвоїти команди креслення відрізок, дуга, коло, еліпс, допоміжні лінії. Самостійно виконати кресленик деталі з 3-х виглядів. Завдання для самостійної роботи у Додатку 1 за номером у груповому журналі.

Запитання до Лабораторної роботи №1

1. Які існують елементи інтерфейсу у AutoCAD?
2. Як налаштувати колір екрану?
3. Як зберегти файл у AutoCAD?
4. Як налаштувати інтерфейс програми?
5. Як налаштувати візуальне представлення примітива ТОЧКА?
8. Як створити каркас побудови об'єкту?
9. Скільки варіантів побудови Дуги?
10. Скільки варіантів побудови Коло?
11. Скільки варіантів побудови Еліпсу?
12. Як проводити побудову Відрізка?
13. Як проводити побудову Допоміжну лінію?

Лабораторна робота № 2

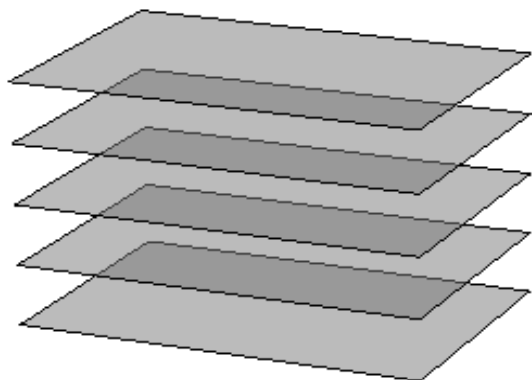
на тему «Побудова двовимірних креслеників методом каркасних ліній. Створення та редагування шарів у AutoCAD»

Мета роботи: Засвоїти побудову двовимірних креслеників методом каркасних ліній. Вивчити роботу з найпростішими примітивами креслення. Створення та редагування шарів у AutoCAD

Теоретична частина:

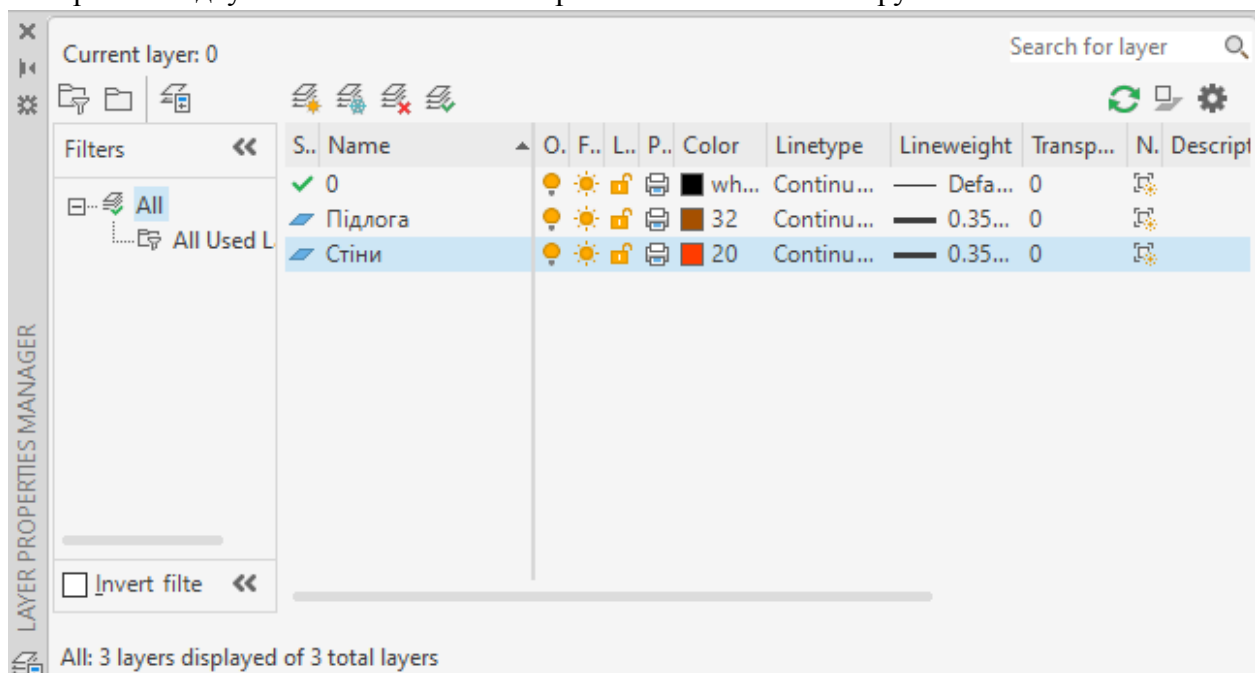
Обираємо команду **Layer** "-ШАР", відображаються параметри шару.

Приміщення
Прилади
Електроустаткування
Двері
План підлоги



Використовуйте шари для керування виглядом, видимістю об'єктів і для призначення таких їх властивостей, як колір і тип лінії. Об'єкти, що належать до якого-небудь шару, як правило, приймають властивості цього шару. Проте користувач може виконати для об'єкта перевизначення будь-якого властивості шару. Наприклад, якщо для властивості кольору об'єкта встановлено параметр «ЗАШАРОМ(Layer)», то колір об'єкта буде відповідати кольору шару. Якщо для кольору об'єкта встановлено значення "Червоний", то об'єкт відображається в червоному кольорі незалежно від того, який колір призначений для цього шару. Шари дозволяють впорядкувати об'єкти на кресленні по їх функції або за призначенням. З допомогою шарів можна візуально спростити креслення і підвищити продуктивність при відображенні за рахунок приховування релевантних даних. Для роботи з шарами можна використовувати «Диспетчер властивостей шарів».

Виберіть вкладку "Головна" панель "Шари" ➤ "Властивості шару"



Створення шару

1. Відкрийте «Диспетчер властивостей шарів» і натисніть кнопку "Створити шар". Ім'я шару додається в список шарів.
2. Введіть нове ім'я замість запропонованого за замовчуванням.
 - Ім'я шару може містити до 255 символів (двобайтових або буквено-цифрових) і складатися з букв, цифр, пробілів і деяких спеціальних символів.
 - Імена шарів не можуть містити такі символи: < > / \ “ : ; ? * | = ' "
3. При роботі зі складними кресленнями, що містять велику кількість шарів, у стовпці "Опис" можна ввести пояснювальний текст.
4. Задайте параметри і властивості за замовчуванням для нового шару, клацнувши мишею в кожному стовпці.

Перейменування шару

1. Виберіть шар у Диспетчері властивостей шарів клацанням миші.
2. Клацніть ім'я шару або натисніть клавішу F2.
3. Введіть нове ім'я.

Видалення шару

1. Виберіть шар у Диспетчері властивостей шарів клацанням миші.
2. Натисніть кнопку "Видалити шар".

Шари, які не можливо видалити.

- Шар 0 і шар визначальних точок (Defpoints)
- Шари, що містять об'єкти, включаючи об'єкти у визначеннях блоку
- Поточний шар
- Шари, використовувані у зовнішньому посиланню

Прим.: Щоб видалити всі непотрібні шари, використовуйте команду «ОЧИСТИТИ».

Завдання поточного шару

1. Виберіть шар у Диспетчері властивостей шарів клацанням миші.
2. Натисніть кнопку "Зробити поточним".

Зміна властивостей, призначених верстам

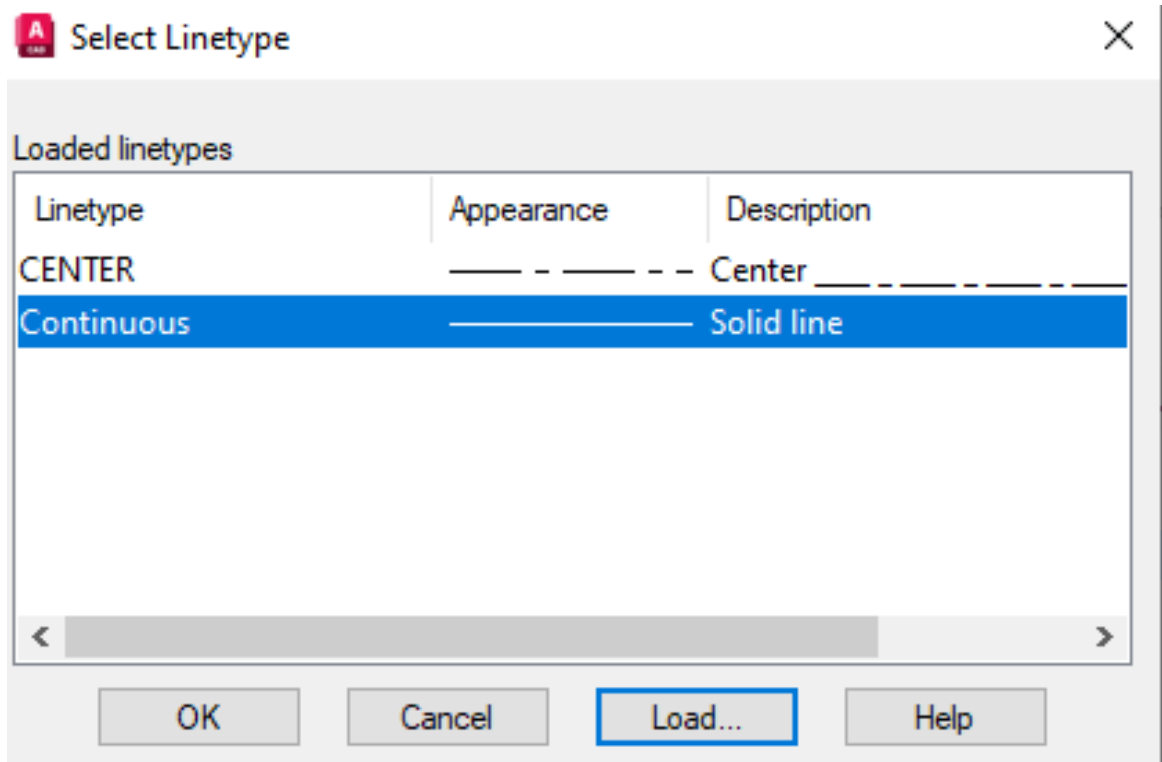
1. У Диспетчері властивостей шарів можна змінити одразу кілька шарів одним з наступних способів.
 - Натисніть і утримуйте клавішу CTRL і виберіть кілька імен шарів.
 - Натисніть і утримуйте клавішу SHIFT і виберіть перший і останній шар у діапазоні.
 - Клацніть правою кнопкою миші і виберіть "Показати фільтри у списку". Оберіть фільтр шарів у списку шарів.
 2. Клацніть поточний параметр у стовпці, який потрібно змінити.
- Відобразиться діалогове вікно для вибраного властивості.
3. Виберіть установку, яку потрібно використовувати.

При зміні властивостей шару

- Якщо потрібний тип лінії не відображається, натисніть кнопку "Завантажити" і використовуйте один з наступних способів:

У діалоговому вікні "Завантаження/перезавантаження типів ліній" виберіть тип ліній для завантаження.

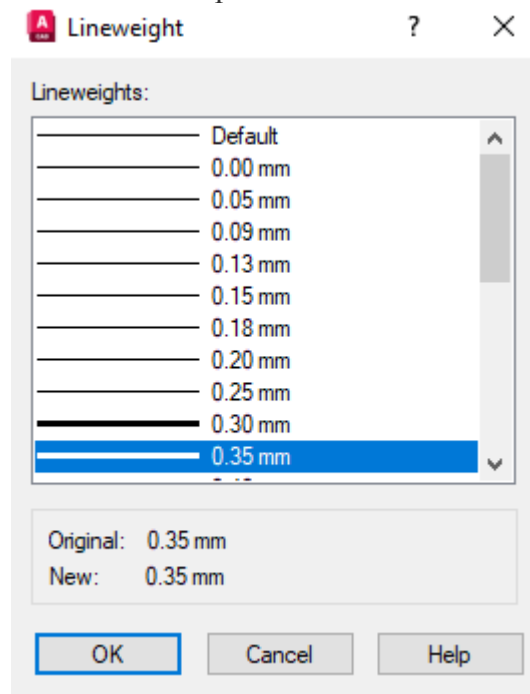
У діалоговому вікні "Завантаження/перезавантаження типів ліній" натисніть кнопку "Файл" для відкриття додаткового файлу визначення типів ліній (LIN). Виберіть типи ліній для завантаження та натисніть кнопку "ОК".



- Ваги ліній автоматично не відображаються. Якщо потрібно відобразити або приховати ваги ліній, натисніть кнопку "Показати/приховати вага ліній" у рядку стану.



- Якщо зміни не відображаються, можливо, це зумовлено поєднанням товщини лінії з екранною роздільною здатністю монітора.



- Прозорість не відображається автоматично. Якщо потрібно відобразити або приховати прозорість об'єктів, натисніть кнопку "Показати/приховати прозорість" у рядку стану.  знайти.

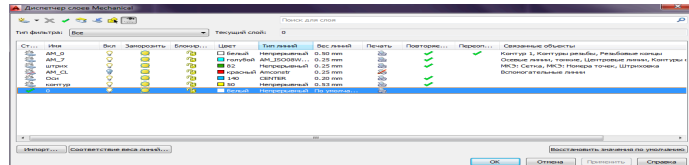
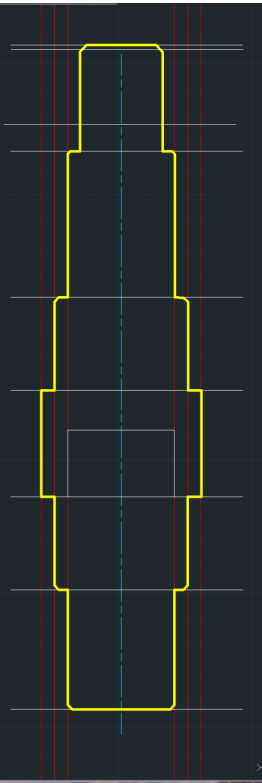
Практична частина завдання:

Необхідно побудувати кресленик валу з різноманітними конструктивними елементами. Кресленик потрібно виконати з використанням методу каркасних ліній.

За допомогою технології допоміжного каркасу (допоміжні лінії) можливо прискорити процес створення креслення. Команда OFFSET дозволяє створювати об'єкти на заданій відстані від існуючих або проходять через задані точки.

1. Створюємо шар для осі і даємо йому однойменну назву. Товщина осі 0.20 мм.
2. Створюємо шари для контуру, штрихування, основних ліній побудови.

Приклад різних шарів на кресленні.



3. Будуємо вісь, з допомогою допоміжних ліній починаємо будувати каркас деталі на відповідному шарі.
4. Наносимо на допоміжні лінії, лінії побудови на їх шарі.
5. Контур також будуємо на окремому шарі контуру, з товщиною в 0.53 мм
6. Будуємо контури перерізів у шарі контур.
7. Обираємо шар штрихування в потрібних місцях деталі наносимо її.
8. Робимо невидимим шар допоміжних ліній і приховуємо для друку.
- 9 Для завершення кресленника додаємо рамку та штамп.
10. Зберігаємо кресленик.

Висновки:

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити, і засвоїти основні принципи створення шарів у AutoCAD. Побудували кресленик деталі типу «Вал» з різноманітними конструктивними елементами використав метод каркасних ліній. Елементи кресленника розташувати у різних шарах. Самостійно необхідно виконати кресленик деталі типу «Вал». Завдання для самостійної роботи у Додатку 2 за номером у груповому журналі.

Запитання до Лабораторної роботи №2

1. Як створити новий шар?
2. Які властивості мають шари?
3. Як можливо створити новий шар?
4. Як керувати властивостями шару?
5. Як налаштувати вагу лінії?
6. Як створити каркас побудови об'єкту?
7. Як проводити побудову Допоміжну лінію?

Лабораторна робота № 3

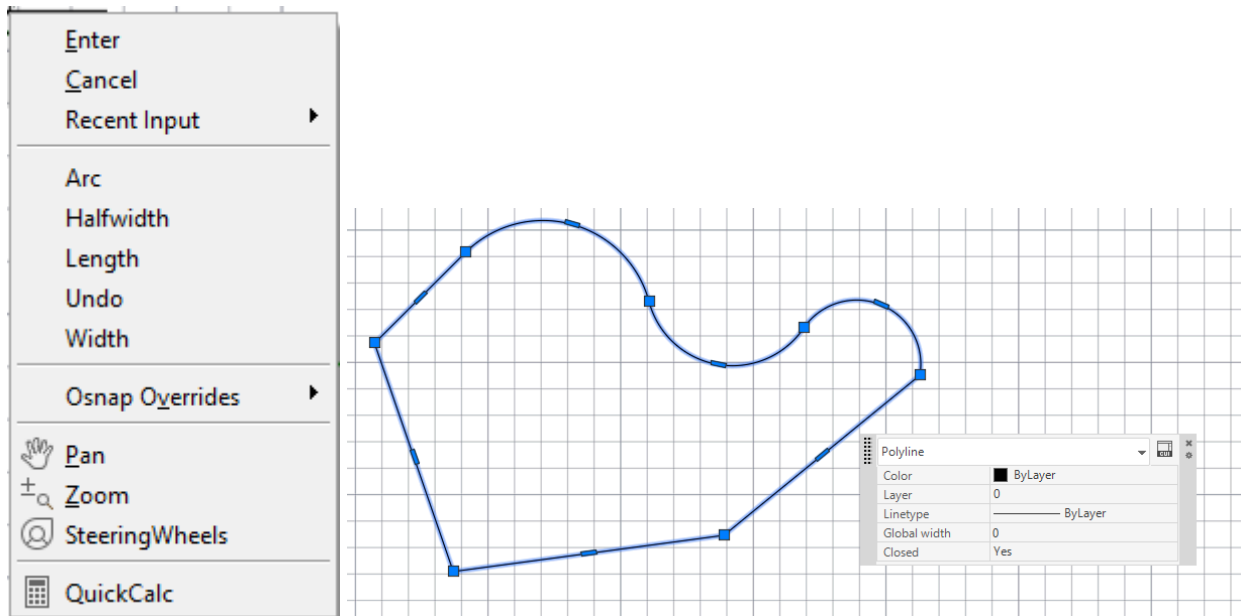
на тему «Робота з складними примітивами у AutoCad»

Мета роботи: Створення кресленика об'єкту типу «Штуцер» з використанням складних примітивів на основі полілінії.

Теоретична частина.

Полілінії

Полілінія являє собою зв'язану послідовність сегментів; всі ці сегменти є єдиним об'єктом. Вони можуть складатися з лінійних і дугових сегментів, а також з будь-яких їх поєднань



Використання поліліній ефективно з наступних причин.

Вершини не розбиваються навіть після редагування з допомогою ручок.

Замість відносного ваги лінії використовується абсолютна ширина лінії, яка може бути постійною або зменшуватися до кінця сегмента.

Полілінію можна переміщати і копіювати як один об'єкт.

Прямокутники, багатокутники можна легко створювати вигляд окремих об'єктів.

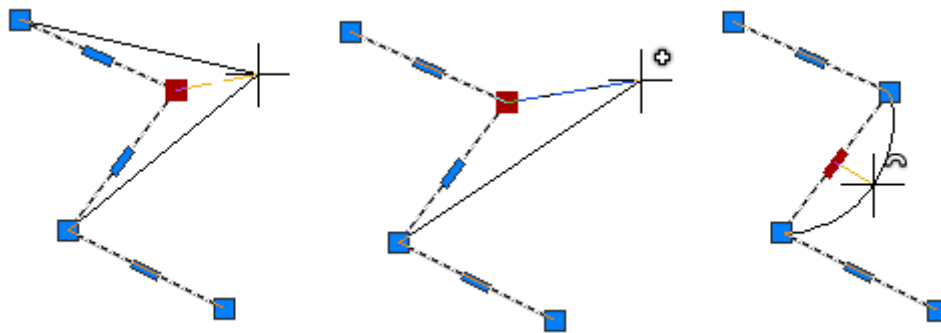
Переривчасті типи ліній більш ретельно обробляються біля вершин.

Проста процедура видавлювання 3D-тіл в AutoCAD.

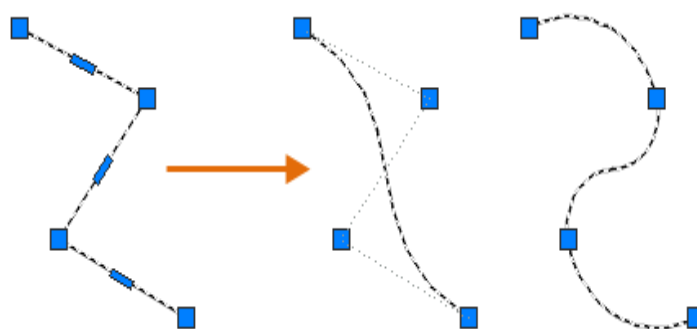
Зміна поліліній

Існує кілька способів змінити форму і зовнішній вигляд полілінії.

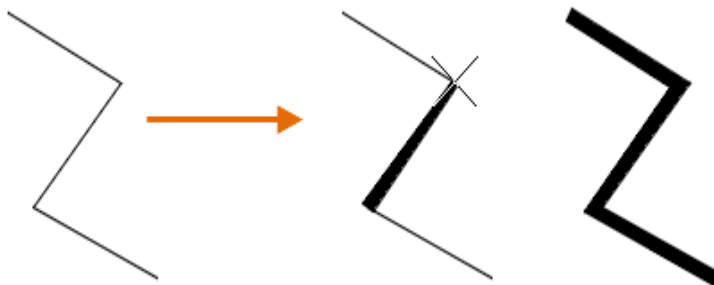
Вибравши полілінію, можна використовувати ручки, щоб переміщати, видаляти, додавати окремі вершини, а також перетворювати дугові сегменти прямі і навпаки.



Крім того, можна виконати згладжування полілінії сплайном або дугою

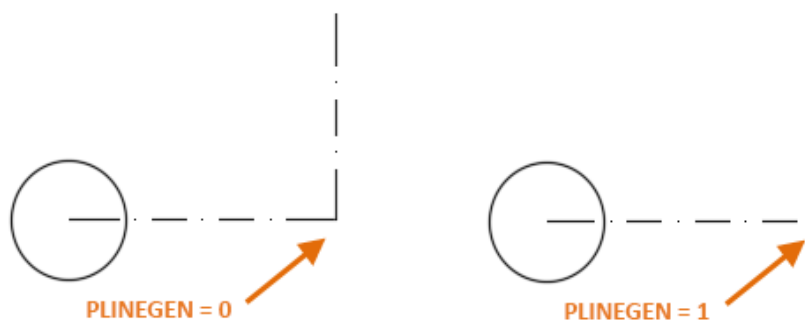


Для зміни ширини окремого сегмента або всієї полілінії можна використовувати команду ПОЛРЕД.



Типи ліній і вершини поліліній

Для полілінії є можливість центрувати зразок типу ліній у межах кожного сегмента, або розміщувати його безперервно по всій її довжині.



Щоб застосувати цей параметр до нових об'єктів, встановіть системну змінну PLINEGEN. Існуючі полілінії можна оновити на панелі "Властивості" або за допомогою параметра "Генерація типу ліній".

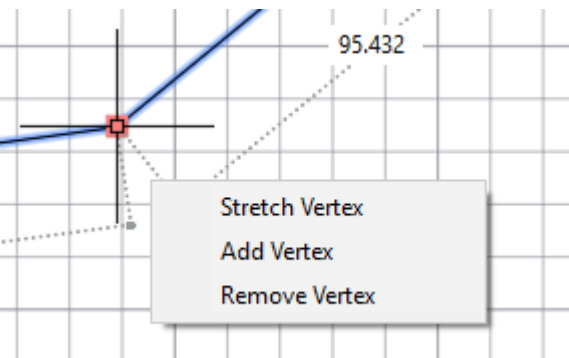
Побудова поліліній

Побудова поліліній з прямих і криволінійних сегментів. Визначення ширини сегментів полілінії та її звуження вздовж сегмента. Побудова багатокутників з вказівкою розмірів і кількості сторін.

Побудова полілінії з прямолінійних сегментів

Виберіть вкладку "Головна" панель "Креслення" "Полілінія".

Вкажіть початкову точку полілінії.



Виберіть кінцеву точку першого сегмента.

Продовжувати вказівку кінцевих точок для наступних сегментів.

Натисніть Enter для завершення роботи з командою або "з" для замикання полілінії.

Побудова широкої полілінії

Виберіть вкладку "Головна" панель "Креслення" "Полілінія".

Вкажіть початкову точку полілінії.

Введіть ш (Ширина).

Введіть значення ширини на початку сегмента.

Задайте ширину в кінці сегмента одним з наступних способів.

Для створення сегмента з постійною шириною натисніть клавішу ENTER.

Для побудови звужується або розширюється сегмента введіть інше значення ширини.

Виберіть кінцеву точку цього сегмента.

Продовжувати вказівку кінцевих точок для наступних сегментів.

Натисніть Enter для завершення роботи з командою або "з" для замикання полілінії.

Побудова полілінії з прямолінійних і дугових сегментів

Виберіть вкладку "Головна" панель "Креслення" "Полілінія".

Вкажіть початкову точку полілінії.

Виберіть кінцеву точку першого сегмента.

Для переходу до режиму побудови дуг у командному рядку введіть д (дуга).

Для повернення в режим побудови лінійних сегментів введіть л (Лінійний).

При необхідності побудуйте додаткові сегменти.

Натисніть ENTER для завершення роботи з командою або з для замикання полілінії.

Редагування поліліній

Розтягнення сегмента

Виберіть полілінію для відображення її ручок. Виберіть ручку і перетягніть її в нове місце.

Додавання вершини

Виберіть полілінію для відображення її ручок.

Наведіть вказівник на ручку вершини для відображення контекстного меню.

Клацніть "Додати вершину".

Видалення вершини

Виберіть полілінію для відображення її ручок.

Наведіть вказівник на ручку вершини для відображення контекстного меню.

Клацніть "Видалити вершину".

Перетворення прямолінійного сегмента в дуговий

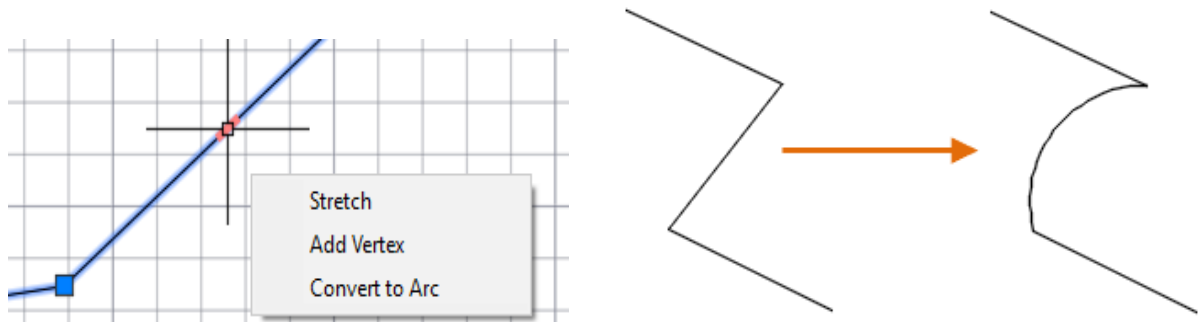
Виберіть полілінію для відображення її ручок.

Наведіть вказівник на ручку в центрі сегмента, який потрібно перетворити.

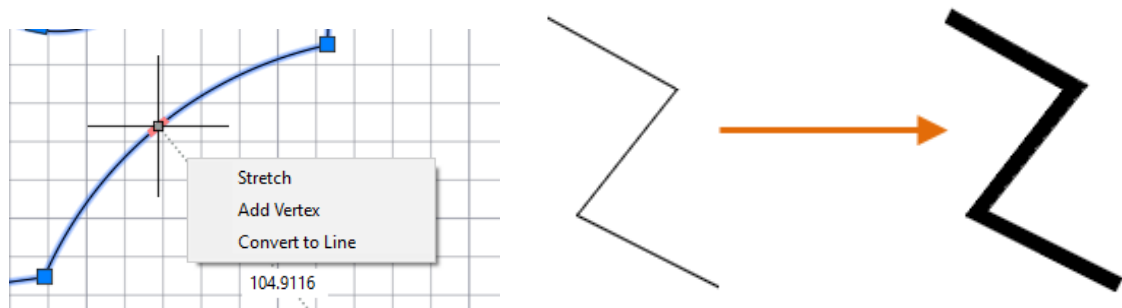
Виберіть "Перетворити в дугу".

Виберіть полілінію для відображення її ручок.

Наведіть вказівник на ручку вершини для відображення контекстного меню.
 Клацніть "Видалити вершину".
 Перетворення прямолінійного сегмента в дуговий
 Виберіть полілінію для відображення її ручок.
 Наведіть вказівник на ручку в центрі сегмента, який потрібно перетворити.
 Виберіть "Перетворити в дугу".



Вкажіть середню точку дуги.
 Перетворення дугового сегмента у прямолінійний
 Виберіть полілінію для відображення її ручок.
 Наведіть вказівник на ручку в середині дуги.
 Виберіть "Перетворити у відрізок".
 Перетворення дугового сегмента у прямолінійний
 Виберіть полілінію для відображення її ручок.
 Наведіть вказівник на ручку в середині дуги.
 Виберіть "Перетворити у відрізок".



Зміна ширини полілінії

Виберіть вкладку "Головна" панель "Редагування" "Редагувати полілінію".
 Виберіть полілінію для редагування.
 Введіть ш (Ширина) для завдання нової єдиної ширини для всієї полілінії.
 Введіть значення ширини для всіх сегментів

Зміна ширини полілінії

Виберіть вкладку "Головна" панель "Редагування" "Редагувати полілінію". Знайти
 Виберіть полілінію для редагування.
 Введіть ш (Ширина) для завдання нової єдиної ширини для всієї полілінії.
 Введіть значення ширини для всіх сегментів.

Зміна ширини окремих сегментів

Виберіть вкладку "Головна" панель "Редагування" "Редагувати полілінію".
 Виберіть полілінію для редагування.
 Введіть в (Вершина).

Перша вершина позначається хрестиком (X). Наведіть відповідну вершину за допомогою опцій "Наступна" або "Попередня".

Введіть ш (Ширина).

Введіть початкове і кінцеве значення ширини.

Зміна ширини окремих сегментів

Виберіть вкладку "Головна" панель "Редагування" "Редагувати полілінію".

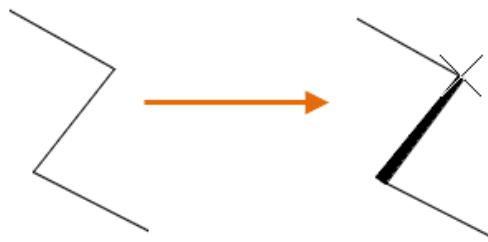
Виберіть полілінію для редагування.

Введіть в (Вершина).

Перша вершина позначається хрестиком (X). Наведіть відповідну вершину за допомогою опцій "Наступна" або "Попередня".

Введіть ш (Ширина).

Введіть початкове і кінцеве значення ширини.



Натисніть клавішу ENTER, щоб перейти до наступного вершині, або x, щоб завершити редагування вершини.

Побудова багатокутника

Виберіть вкладку "Головна" панель "Креслення" "Багатокутник"(Polygon).



Багатокутники це замкнуті, геометрично правильні фігури з рівними внутрішніми кутами і зі сторонами однакової довжини. Допустима кількість сторін багатокутника 1024, мінімально - 3. У разі збільшення кількості сторін, фігура буде прагнути до кола.

Введіть кількість сторін.

Вкажіть центр багатокутника.

Виконайте одну з наступних дій.

Введіть в (Вписаний) для включення режиму побудови вписаного багатокутника.



Введіть о (Описаний) для включення режиму побудови описаного багатокутника.

Оберіть радіус.

Побудова багатокутника з заданою стороною

Виберіть вкладку "Головна" панель "Креслення" "Багатокутник".

Введіть кількість сторін.

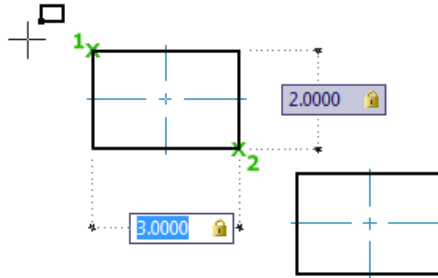
Введіть к (Кромка).

Вкажіть початкову точку однієї сторони багатокутника.

Виберіть кінцеву точку цієї ж сторони.

Побудова прямокутника з використанням замкнутої полілінії.

RECTANG (команда)



Відображаються наступні запити:

Перша кутова точка – Визначає початкову точку для побудови прямокутника. Натисніть клавішу пробіл, щоб перейти до положення початкової точки. Гліф на курсорі вказує поточну початкову точку.

Друга кутова точка – Визначення другої точки для побудови прямокутника. Якщо включений розмірний введення (DYNMODE = 3), підказка відображає відстань до другої точки. Натиснувши TAB, можна перейти до значення, яке потрібно змінити, і задати відстань до другої точки з клавіатури.

Площа

Створює прямокутник, користуючись для цього зазначеної площею і основою, або заввишки. Якщо параметри "Фаска" або "З'єднання" активні, в обчисленнях враховується їх вплив на кути прямокутника.

Введіть площу прямокутника: завдання площі прямокутника.

Обчислити розмір прямокутника: визначення того, чи будуть розміри прямокутника розраховуватися з довжини підстави або висоти (є відомим значенням).

Ввести підстава прямокутника: завдання ненульового значення довжини основи. Якщо введено від'ємне значення, підстава прямокутника буде побудовано вліво.

Ввести висоту прямокутника: завдання ненульового значення висоти. Якщо введено від'ємне значення, прямокутник буде побудований вниз.

Обертання

Побудова прямокутника із заданим кутом обертання.

Кут повороту: величина кута повороту прямокутника. Задайте значення кута або клацніть мишею в двох точках в області креслення, щоб задати напрямок.

Кут

Побудова прямокутника за заданими двома діагонально розташованими кутами.

Фаска

Побудова прямокутника зі скошеними кутами.

Використання значень, відображених у командному рядку як довжина фасок.

Режим

Відображення діалогового вікна "Фаска", в якому можна вказати довжини фасок.

Спряження

Побудова прямокутника зі спряженими кутами.

Використання значень, відображених у командному рядку як радіусів спряжень.

Відображення діалогового вікна "створення спряження", у якому можна задати радіус спряження.

Вкладка "Прямокутник"

Побудова прямокутника: кут, кут

Побудова прямокутника, починаючи з одного з кутів, за вказаною протилежного кута.

(RECTANG)

КІЛЬЦЕ (команда) (Donut)

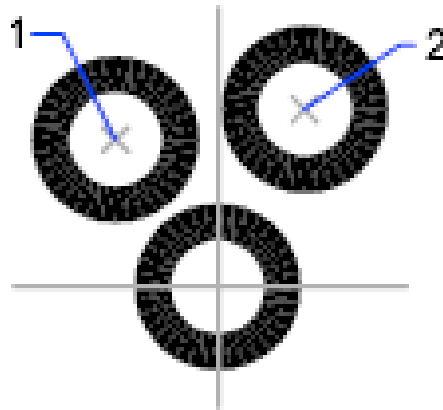
Створення зафарбованого кола або широкого кільця.

Кільце, що складається з двох дугових поліліній, кінці яких з'єднані і утворюють кругову форму. Ширина поліліній визначається заданими значеннями зовнішнього і внутрішнього діаметра. Якщо внутрішній діаметр дорівнює нулю, малюється зафарбоване коло.

Відображаються такі запити.

Внутрішній діаметр

Завдання внутрішнього діаметра кільця, як показано на малюнку



Зовнішній діаметр

Завдання зовнішнього діаметра кільця.

Центр кільця

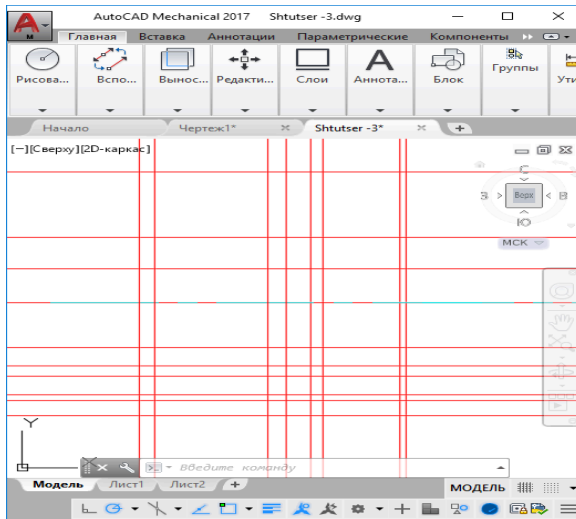
Визначення місця розташування кільця на основі його центральної точки. У кожній зазначеній точці буде створювати по кільцю до тих пір, поки для завершення виконання команди не буде натиснута клавіша ENTER.

Практична частина

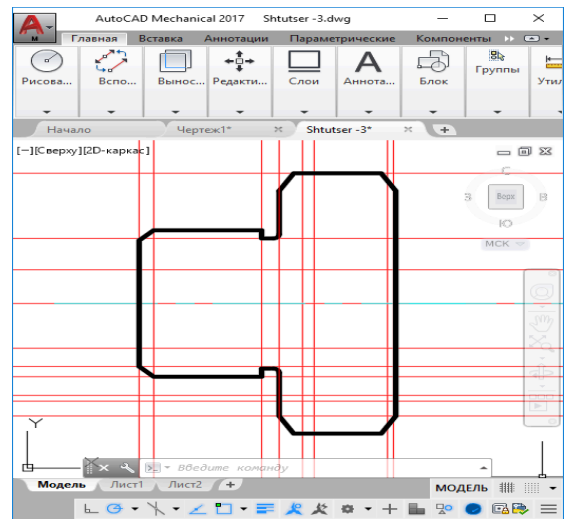
Треба побудувати кресленик деталі типу «Штуцер».

Кресленик має 2 зображення: вигляд попереду та вигляд зліва. Вигляд попереду повинен мати суміщення пів вигляду з пів розрізом. При виконанні кресленика обов'язково використовувати складні примітиви полілінію та багатокутник.

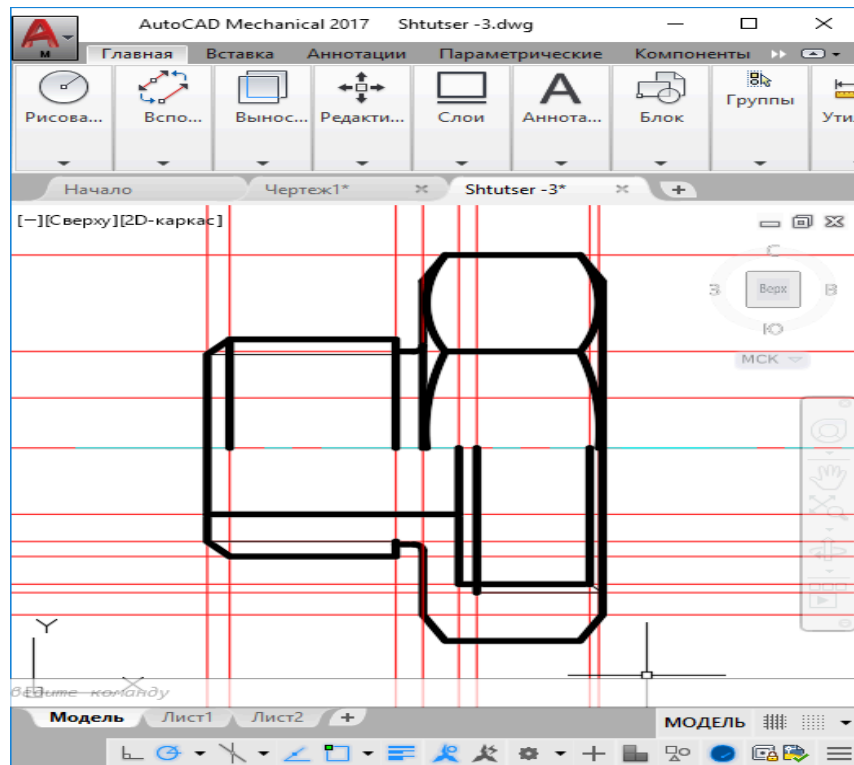
1. Створюємо новий документ. Налаштовуємо Шари, Одиниці виміру, Ліміти креслення.
2. Використовуючи «Допоміжні лінії» будуємо каркас для вигляду попереду.
3. Будуємо зовнішній контур вигляду за допомогою команди «Полілінія».
4. Будуємо, використовуючи «**XLINE**», внутрішні контури вигляду попереду за допомогою примітивів: відрізок, дуга, полілінія.
5. Створюємо вигляд зліва за допомогою примітивів: багатокутник, дуга, коло. При побудові багатокутника вказуємо кількість сторін рівної 6. Можливо використовувати обидва методу побудови: вказуючи радіус вписаного або описаного кола.
6. Додаємо вісі симетрії.
7. Виконуємо штрихування розрізу.
8. Відключаємо видимість шару **XLINE**.
9. Додаємо оформлення кресленика: рамка А3 та штамп основної надписи.
10. Зберігаємо кресленик.



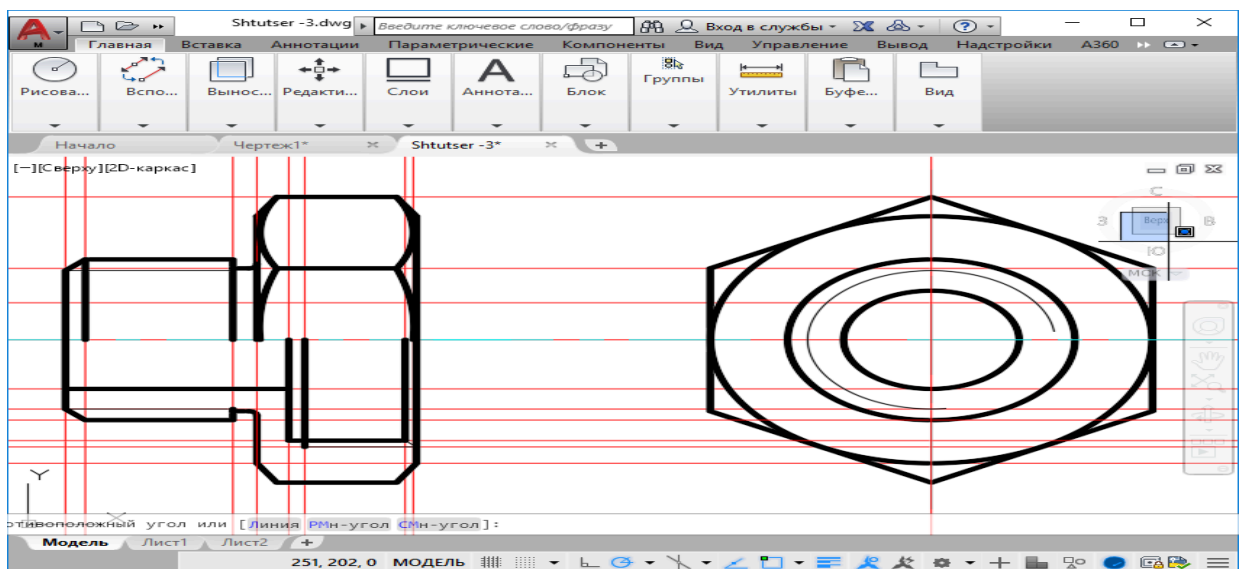
Каркас для вигляду попереду



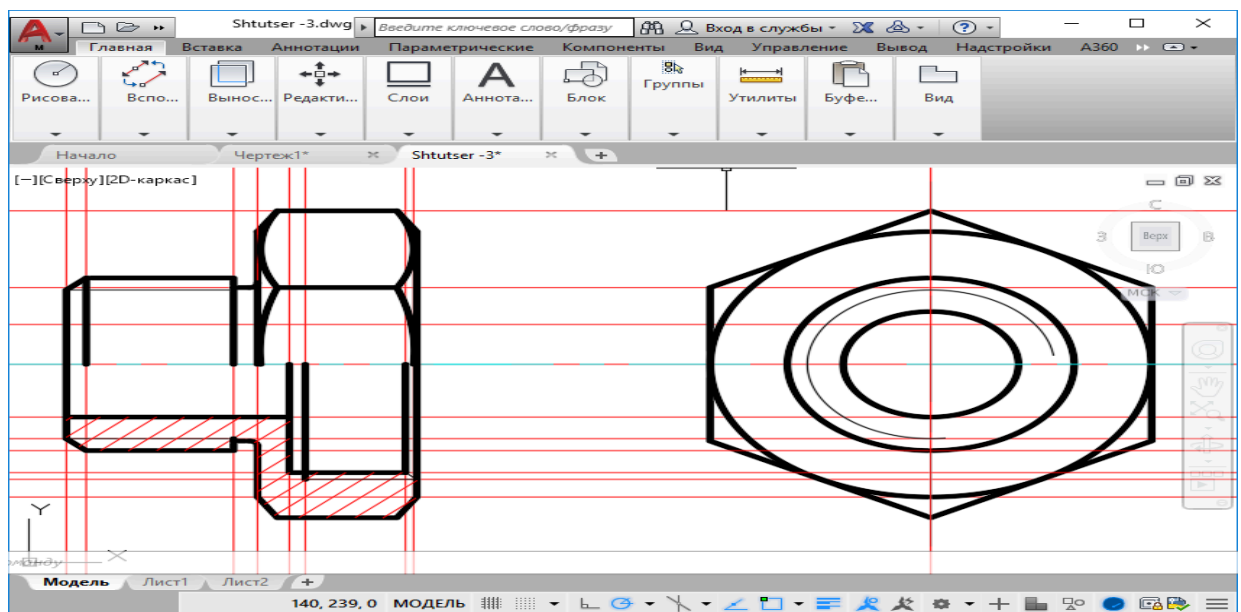
Зовнішній контур вигляду



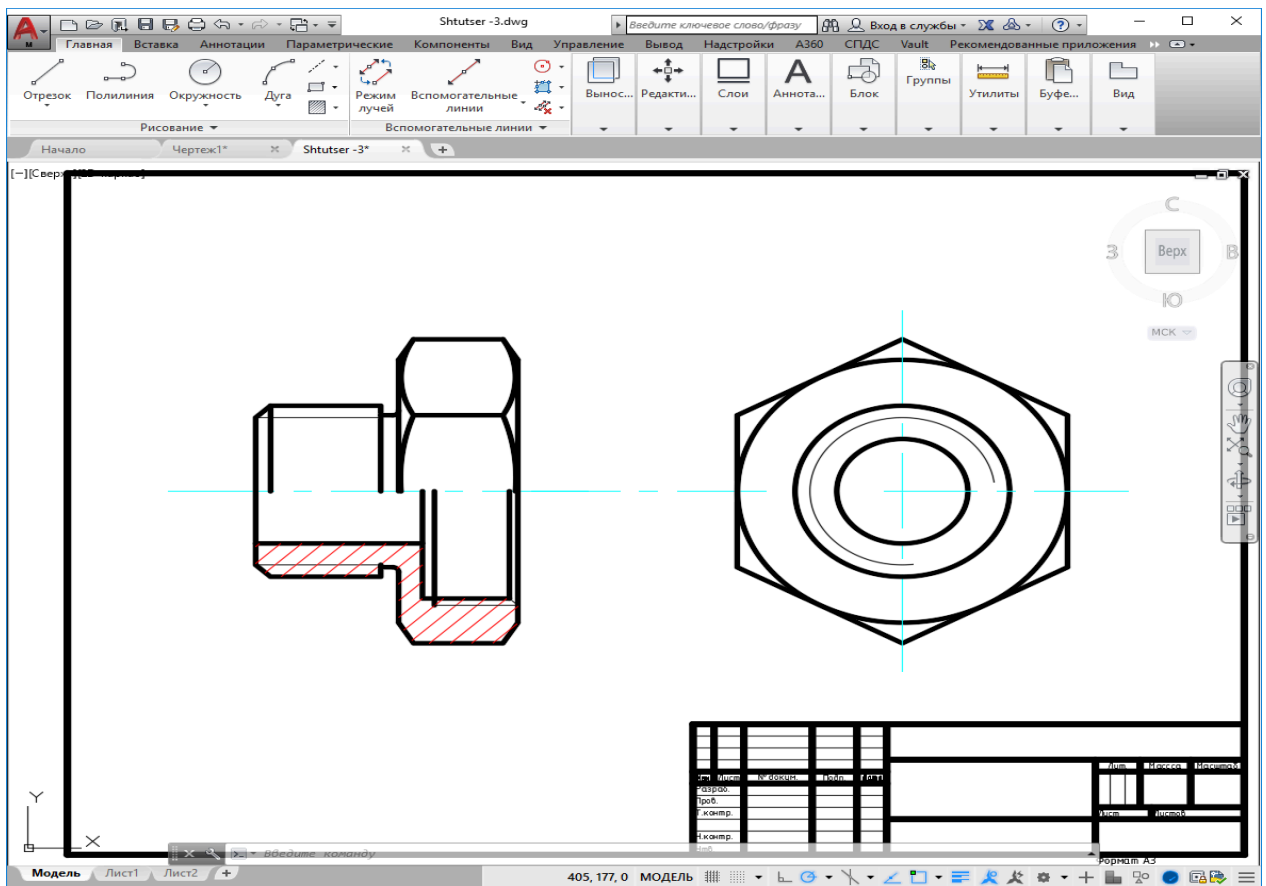
Внутрішні контури вигляду попереду



Два вигляду кресленника



Вигляди з штрихуванням.



Готовый кресленник детали «Штуцер»

Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити і освоїти створення складних примітивів на основі полілінії. Використовуючи різноманітні примітиви такі як полілінія, коло, відрізок, дуга необхідно побудувати деталь типу «Штуцер» за розмірами, які вказані у Додатку 3 методичних вказівок.

Запитання до Лабораторної роботи №3

1. Як створити побудови об'єкту за допомогою полілінії?
2. Скільки варіантів завдання товщини полілінії?
3. Які примітиви використовують властивості полілінії?
4. Як побудувати прямокутник?
5. Як будувати кільце?
6. Як побудувати багатокутник?
7. Скільки варіантів побудови багатокутника?

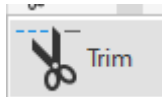
Лабораторна робота № 4

на тему «Підготовка підоснови плану приміщення у САПР AutoCAD»

Мета роботи: Вивчати та засвоїти команди налаштування геометрії підоснови двовимірних креслеників планів. Виконати побудову сітки осей плану поверху.

Теоретична частина

До елементів налаштування та редагування підоснови геометрії двовимірних креслень відносяться команди, які не змінюють форми об'єкта – це: стерти, перенести, копіювати, обертати, дзеркало, масив, масштабувати. Вивчити створення та редагування штрихування об'єктів.



Стирання об'єкта

Виберіть вкладку "Головна" панель "Редагування" "Стерти"(Trim).

У відповідь на підказку "Виберіть об'єкти" вкажіть об'єкти будь-яким способом або виберіть один із таких параметрів:

Введіть п (Останній) для стирання останнього створеного об'єкта.

Введіть т (Поточний) для стирання об'єктів з поточного набору.

Введіть **все** для стирання всіх об'єктів креслення.

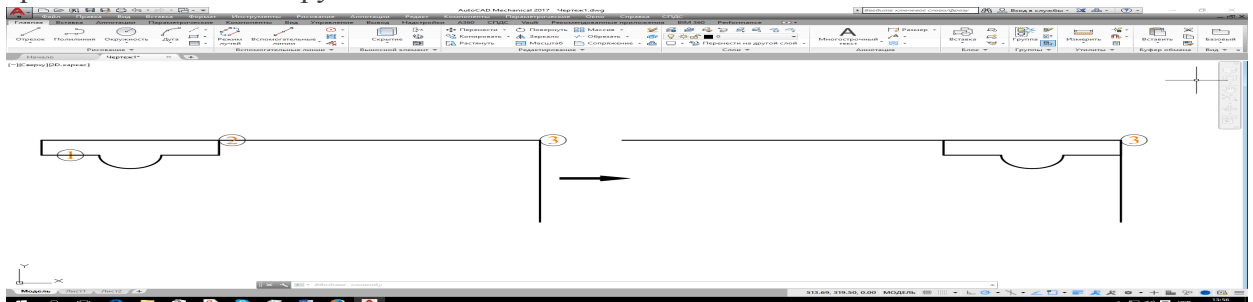
Введіть ? для отримання інформації про всі методи вибору.

Натисніть ENTER для завершення команди.

Переміщення об'єктів на задану відстань у вказаному напрямку (Move).



Для точного перенесення об'єктів використовуйте координати, крокову прив'язку, об'єктні прив'язки та інші інструменти.



Відображаються такі запити.

Виберіть об'єкти

Вибір переміщуваних об'єктів.

Базова точка

Завдання початкової точки перенесення.

Друга точка

У поєднанні з першою точкою дозволяє визначити вектор, який вказує, на яку відстань і в якому напрямку переміщуються вибрані об'єкти.

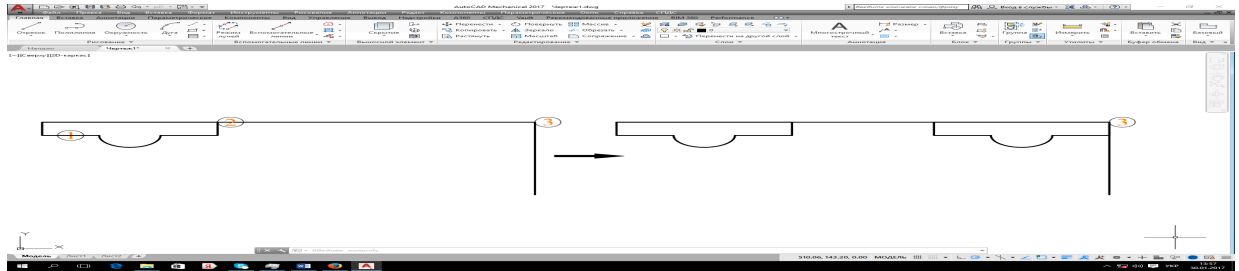
Якщо натиснути клавішу ENTER, щоб прийняти параметр "Використовувати першу точку в якості значення різниці", перша точка інтерпретується як відносний зсув по осях X, Y і Z.

Переміщення

Завдання відносної відстані та напрямки.

Дві зазначені точки задають направляючий вектор, який визначає, на яку відстань від вихідного положення і в якому напрямку повинні бути переміщені скопійовані об'єкти.

КОПІЮВАТИ (команда)



Копіювання об'єктів на задану відстань у вказаному напрямку.

Системна змінна COPYMODE дозволяє управляти можливістю автоматичного створення декількох копій.

Відображаються такі запити.

Виберіть об'єкти: Виберіть об'єкти будь-яким способом; по закінченні вибору натисніть ENTER

Базова точка або [Переміщення/Режим/Декілька]<Переміщення:>: Виберіть базову точку або задайте параметр

Вкажіть другу точку або [Масив] <використовувати для переміщення першу точку>:

Вкажіть точку або введіть параметр

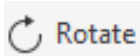
Переміщення

Завдання відносного відстані і напрямку за допомогою координат.

Дві зазначені точки задають направляючий вектор, який визначає, на яку відстань від вихідного положення і в якому напрямку повинні бути переміщені скопійовані об'єкти.

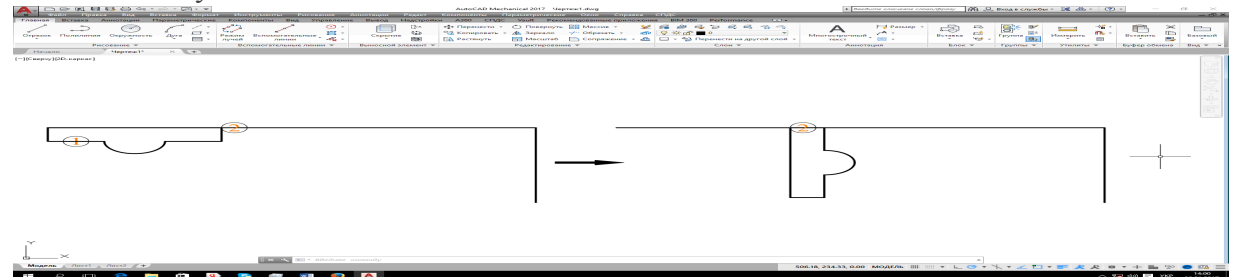
Якщо при запиті на ввід другої точки натиснути клавішу ENTER, перша точка інтерпретується як зміщення відносно осей X, Y, Z.

ПОВЕРНУТИ (команда)



Поворот об'єкта навколо базової точки.

Можна виконувати обертання обраних об'єктів навколо базової точки на величину абсолютного кута.



Відображаються такі запити.

Виберіть об'єкти

Виберіть об'єкти будь-яким способом; по закінченні натисніть клавішу ENTER

Базова точка

Вкажіть точку.

Кут повороту

Введіть кут, задайте точку, введіть до 0. або

- Кут повороту. Завдання кута повороту об'єкта навколо базової точки. Вісь, навколо якої обертаються об'єкти, проходить через зазначену базову точку і паралельна осі Z поточної ПСК.

- Копіювати. Створення копії обраних об'єктів для повороту.

- Опорний відрізок. Поворот об'єктів з вказаного кута на новий, абсолютний кут. При повороті об'єкта типу "видовий екран" межі видового екрана залишаються паралельними межах області малювання.

Поворот об'єкта

1. Виберіть вкладку "Головна" панель "Редагування" "Повернути".
2. Виберіть об'єкт для обертання.
3. Вкажіть базову точку повороту.
4. Виконати одну з наступних дій:
 - Введіть значення кута повороту.
 - Перетягніть об'єкт біля базової точки і вкажіть місце розташування точки, до якої треба повернути об'єкт.
 - Введіть для створення копії обраних об'єктів.
 - Введіть п для повороту обраних об'єктів не на зазначений опорний кут, а на абсолютний кут.

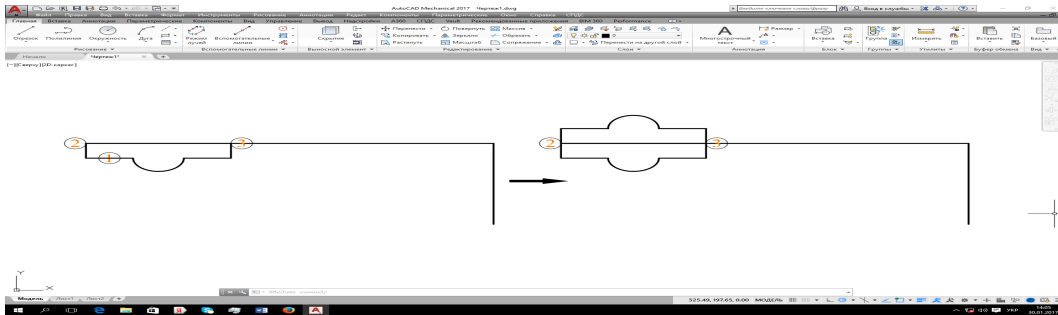


ДЗЕРКАЛО (команда)



Створення дзеркальної копії обраних об'єктів.

Можна створювати об'єкти, що становлять тільки половину креслення, потім вибирати їх для створення другої половини відображати вибрані об'єкти дзеркально відносно заданого відрізка.



Відображаються такі запити.

Виберіть об'єкти (1)

Вкажіть спосіб вибору підлягають дзеркального відображення об'єктів. Для завершення натисніть клавішу ENTER.

Вкажіть першу і другу точку осі відображення. (2,3)

Дві зазначені точки стають кінцевими точками лінії, щодо якої об'єкти відображаються дзеркально. Для виконання дзеркального відображення в тривимірному просторі ця лінія визначає площину відбивання, перпендикулярну площині XY користувальницької системи координат (ПСК), що містить вісь відображення.

Видалити початкові об'єкти

Зазначення того, чи будуть вихідні об'єкти видалені або збережені після дзеркального відображення.

Згідно використовуваним за промовчанням налаштувань, при дзеркальному відображенні тексти, штрихування, атрибути та визначення атрибутів не звертаються справа наліво і не перевертаються. Вирівнювання і відступи тексту залишаються такими ж, як до операції дзеркального відображення. Якщо звернення тексту справа наліво все-таки необхідно, встановіть значення 1 для системної змінної MIRRTEXT.

Змінна MIRRTEXT впливає на текст, який створений за допомогою команд ТЕКСТ, АТОПР або МТЕКСТ, а також на визначення атрибутів і змінні атрибути. При дзеркальному відображенні блоку текст і постійні атрибути, які є частиною доданого блоку, звертаються незалежно від значення параметра MIRRTEXT.

Системна змінна MIRR Hatch впливає на об'єкти-штрихування, створені командами ГРАДІЄНТ або ШТРИХ. Для управління дзеркальним відображенням або збереженням напрямки в зразку штрихування служить системна змінна MIRR Hatch.

МАСИВ (команда)

Створення копій об'єктів у вигляді масиву.

Можна створювати копії об'єктів через рівні інтервали в прямокутному, круговому масиві або у масиві по траєкторії.

Відображаються такі запити.

Системна змінна DELOBJ визначає, видаляються або зберігаються початкові об'єкти після створення масиву.

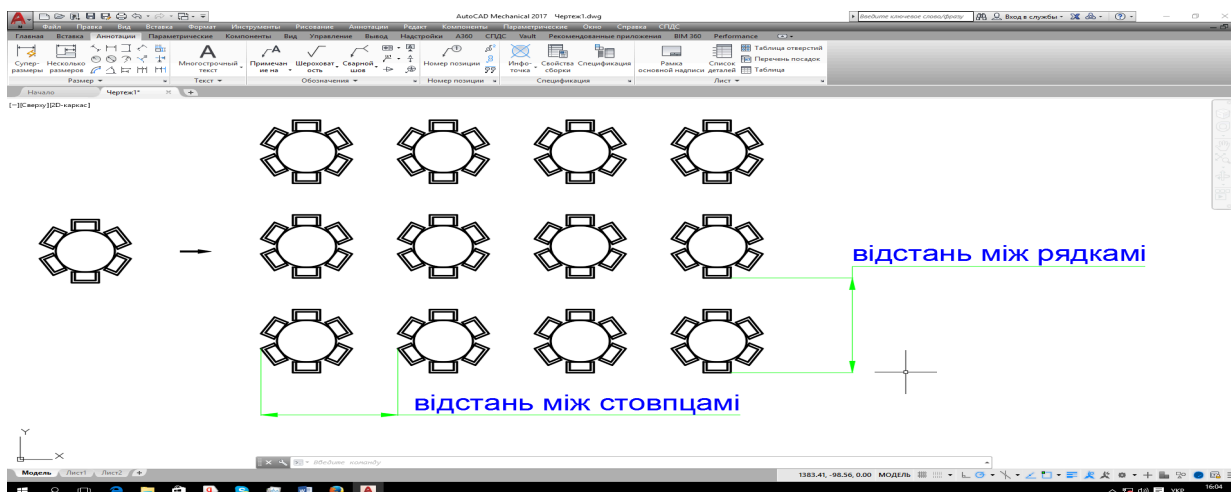
Виберіть об'єкти

Вибір одного чи декількох об'єктів для використання в якості основи масиву.

Тип масиву

Прямокутний

Створення прямокутного масиву шляхом розмноження обраних елементів із заданою кількістю рядків та стовпців, що утворюють прямокутну матрицю.



Вибраний об'єкт або базовий елемент міститься в нижній лівий кут, а інші елементи масиву створюються в напрямку вгору і праворуч від нього.

Кількість рядків (---)

Завдання кількості рядків з допомогою ненульового цілого числа. Якщо вибрано один ряд, необхідно поставити більше одного стовпця, і навпаки.

Кількість стовпців (|||)

Завдання кількості стовпців.

Відстань між рядками або розмір комірки

Завдання відстані між рядками, включаючи довжину об'єкта для створення масиву.

Для додавання рядів вниз необхідно задати негативне відстань між рядками.

Для одночасного завдання відстані між рядками і стовпцями вкажіть два набору координат або місця розташування креслень, які відповідають протилежних кутам прямокутника.

Відстань між стовпцями (|||)

Зазначення відстані між стовпцями.

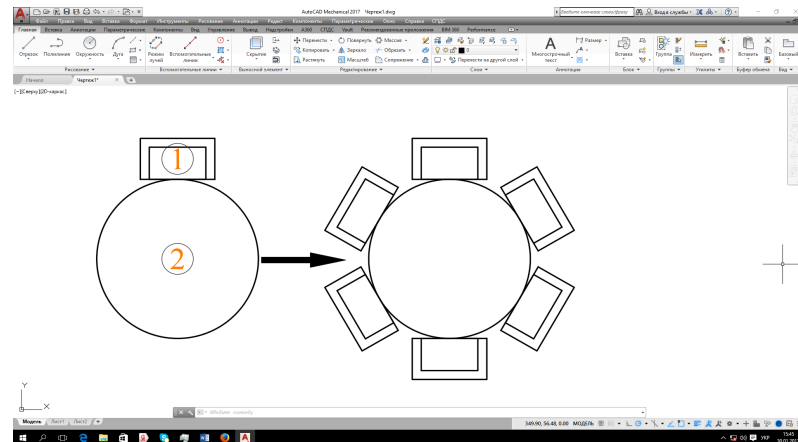
Для додавання стовпців вліво необхідно задати негативне відстань між стовпцями.

Прямокутні масиви будуються уздовж базової лінії, яка визначається поточним кутом повороту крокової прив'язки. Цей кут зазвичай дорівнює нулю, так що рядки і стовпці

взаємно перпендикулярні і розташовуються уздовж осей X і Y. Використовуйте параметр "Поворот" команди КРОК для зміни кута і створення масиву обертання. Кут повороту зберігається в системній змінній SNAPANG.

Полярні

Створює масив шляхом вказівки центральної точки, навколо якої будуються копії обраних об'єктів.



При побудові колового масиву базова точка останнього об'єкта в наборі використовується для всіх об'єктів. Якщо вибір об'єктів був зроблений за допомогою рамки або січної рамки, то останній об'єкт в наборі встановлюється довільно. Видалення об'єктів (1) з набору і додавання об'єктів до нього також впливає на те, який об'єкт буде вважатися останнім. Набір можна також об'єднати в блок, розмножуючи потім саме його.

На підставі введених значень запиту визначається, заснована конфігурація масиву на кількості елементів або на куту, що заповнюється елементами масиву.

Центр масиву (2)

Завдання центрального положення для масиву.

Базова точка

Завдання нової базової точки, яка залишається на постійному відстані від центральної точки при побудові масиву.

Число елементів у масиві

Зазначення загальної кількості елементів, скопійованих у масив навколо центральної точки.

Якщо значення не введено, масив буде створений на основі значень кута заповнення і кута між елементами.

Кут заповнення ("+" = прчс, "-" = почс)

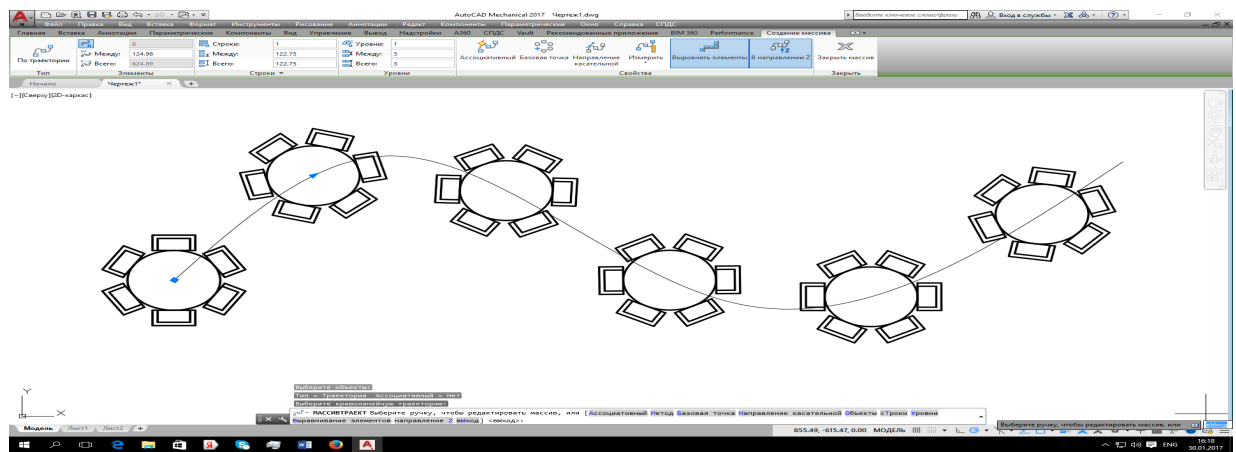
Визначення внутрішнього кута між базовими точками першого і останнього об'єктів масиву. Додає число для повороту елементів проти годинникової стрілки або негативне для повороту за годинниковою стрілкою.

Кут між елементами ("+" = прчс, "-" = пчс)

Визначення центрального кута між об'єктами на основі центральної точки масиву та базових точок об'єктів масиву. Додає число для повороту елементів проти годинникової стрілки або негативне для повороту за годинниковою стрілкою.

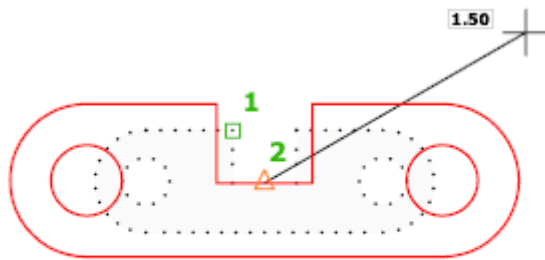
Траєкторія

Рівномірний розподіл копій об'єктів вздовж траєкторії або її частини (як в команді МАССИВТРАЕКТ).



SCALE (Command)

Збільшує або зменшує виділені об'єкти, зберігаючи пропорції об'єкта незмінними після масштабування. Щоб масштабувати об'єкт, вкажіть базову точку та коефіцієнт масштабування. Базова точка діє як центр операції масштабування та залишається нерухомою. Масштабний коефіцієнт більше 1 збільшує об'єкт. Масштабний коефіцієнт від 0 до 1 зменшує об'єкт.



Відображаються наступні підказки.

Виберіть об'єкти

Визначає, розмір яких об'єктів потрібно змінити.

Базова точка

Вкажіть базову точку для операції масштабування.

Зазначена вами базова точка визначає точку, яка залишається в тому самому місці, оскільки вибрані об'єкти змінюють розмір (і таким чином віддаляються від нерухомої базової точки).

Фактор масштабу

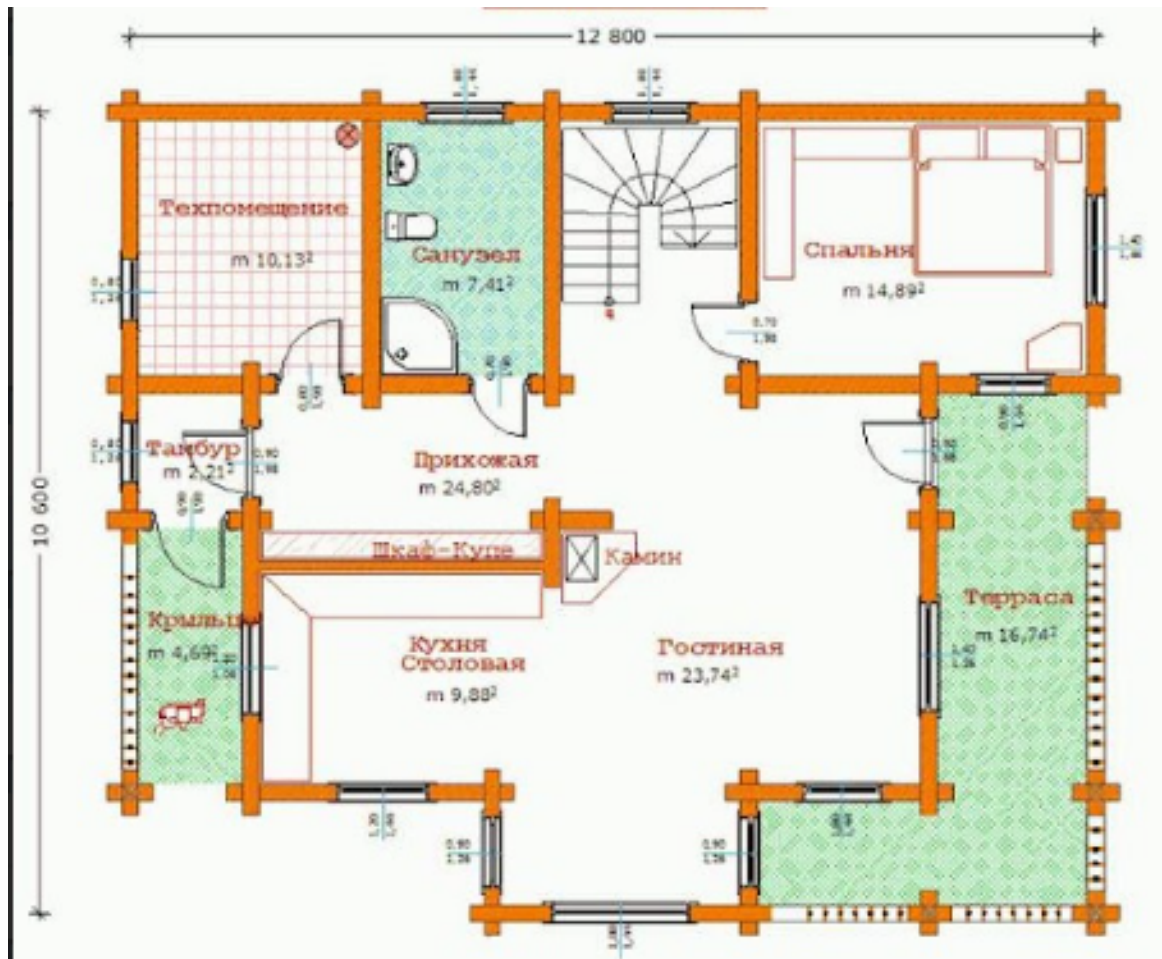
Множить розміри вибраних об'єктів на вказаний масштаб. Масштабний коефіцієнт більше 1 збільшує об'єкти. Масштабний коефіцієнт від 0 до 1 зменшує об'єкти. Ви також можете перетягнути курсор, щоб збільшити або зменшити об'єкт.

Копія

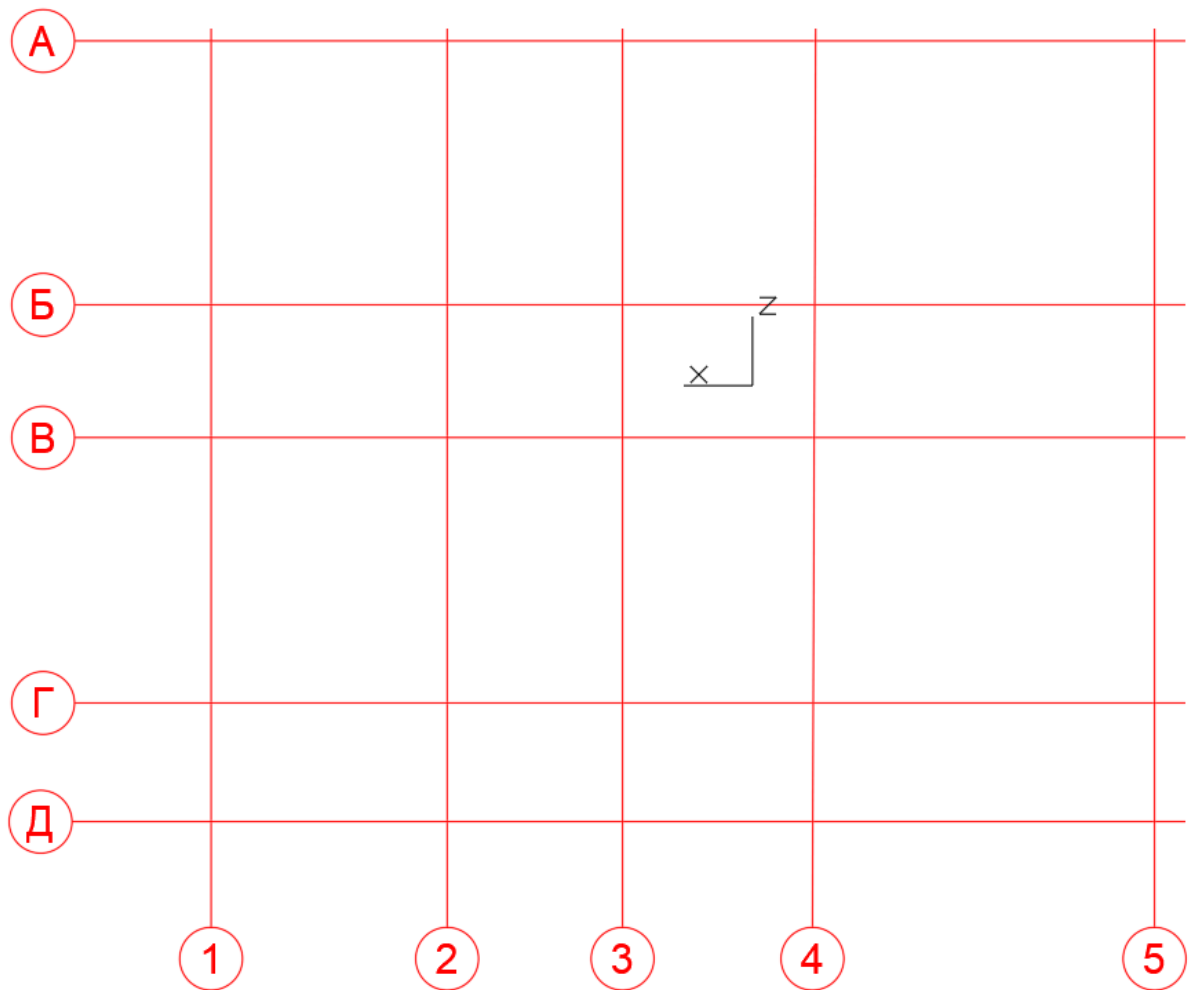
Створює копію вибраних об'єктів для масштабування

Практична частина

1. Створюємо новий кресленик.
2. Вставляємо картинку плану, який необхідно використовувати як підоснову побудови плану поверху.



3. Виміряємо довжину стіни, потім копіюю отримане число, відкриваю калькулятор, ділимо 12800 (довжина задана в плані) на 143734.0523, отримуємо 0.0890533579. Це коефіцієнт налаштування розмірів підоснови.
4. Змінюємо розмір зображення відповідно до коефіцієнту. Маємо можливість замірювати натуральні розміри елементів плану.
5. Створюємо шар «осі»; задаємо колір
6. Починаємо строїти осі; виміряю розміри між осями на плані.
7. Отримуємо : гор: 3600; 1800; 3600; 1600
вер: 1600; 1600; 1600; 800; 2600; 2400; 2200
8. В панелі «Draw» обираємо пряму й будуємо осі, використовуючи розміри, які отримані у пункті 7



Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди редагування геометрії двовимірних креслеників: стерти, перенести, копіювати, обертати, дзеркало, масив, масштабування. Для засвоєння теоретичної частини необхідно налаштувати підоснову плану приміщення Завдання для самостійної роботи у видається викладачем.

Запитання до Лабораторної роботи №4

1. Які команди відносяться до редагування?
2. Які використовувати команду Дзеркало?
3. Які масиви існують?
4. Пояснить як використовувати команду Масштабування?
5. Як налаштувати підоснову плану на кресленику?
6. За допомогою якій команди створюються висі плану приміщення?

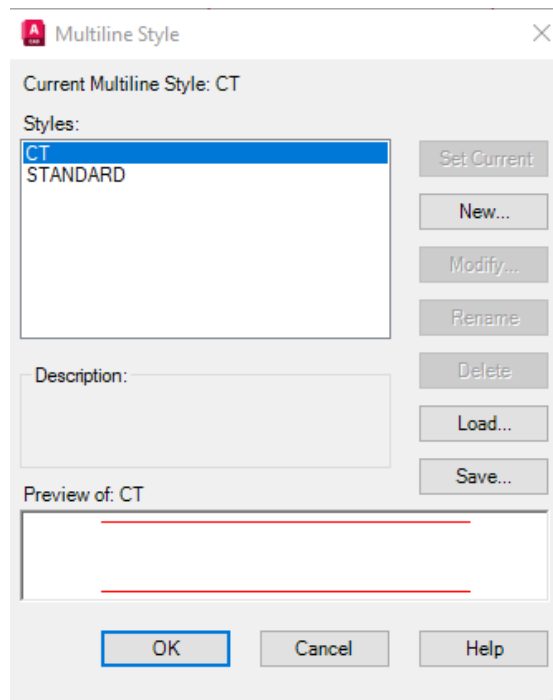
Лабораторна робота № 5
на тему «Побудова плану поверху за допомогою команди Мультилінія у САПР
AutoCAD»

Мета роботи: Вивчати та засвоїти команду Мультилінія (Multiline). Побудувати план стін приміщення за допомогою команди Мультилінія (Multiline). Засвоїти роботу з блоками.

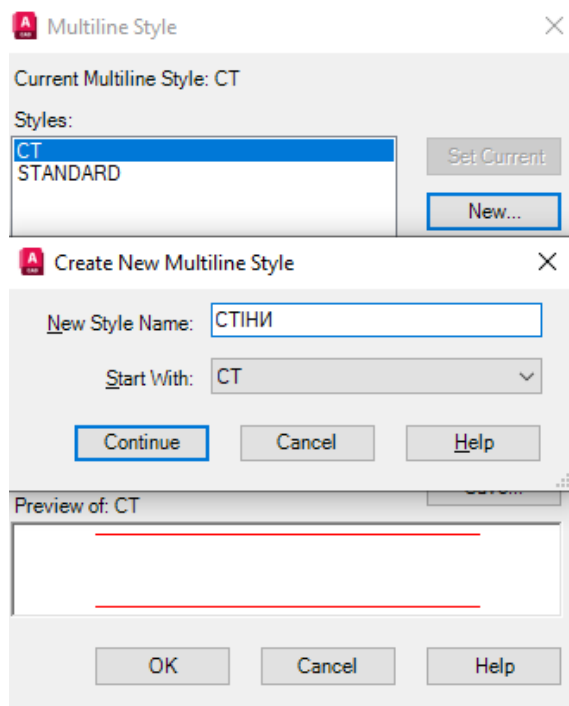
Теоретична частина

Мультилінія –це набір паралельних ліній. Формування мультилінії здійснюється за допомогою команди mLine. Мультилінію можливо будувати по внутрішньої лінії, по зовнішньої лінії або по центру.

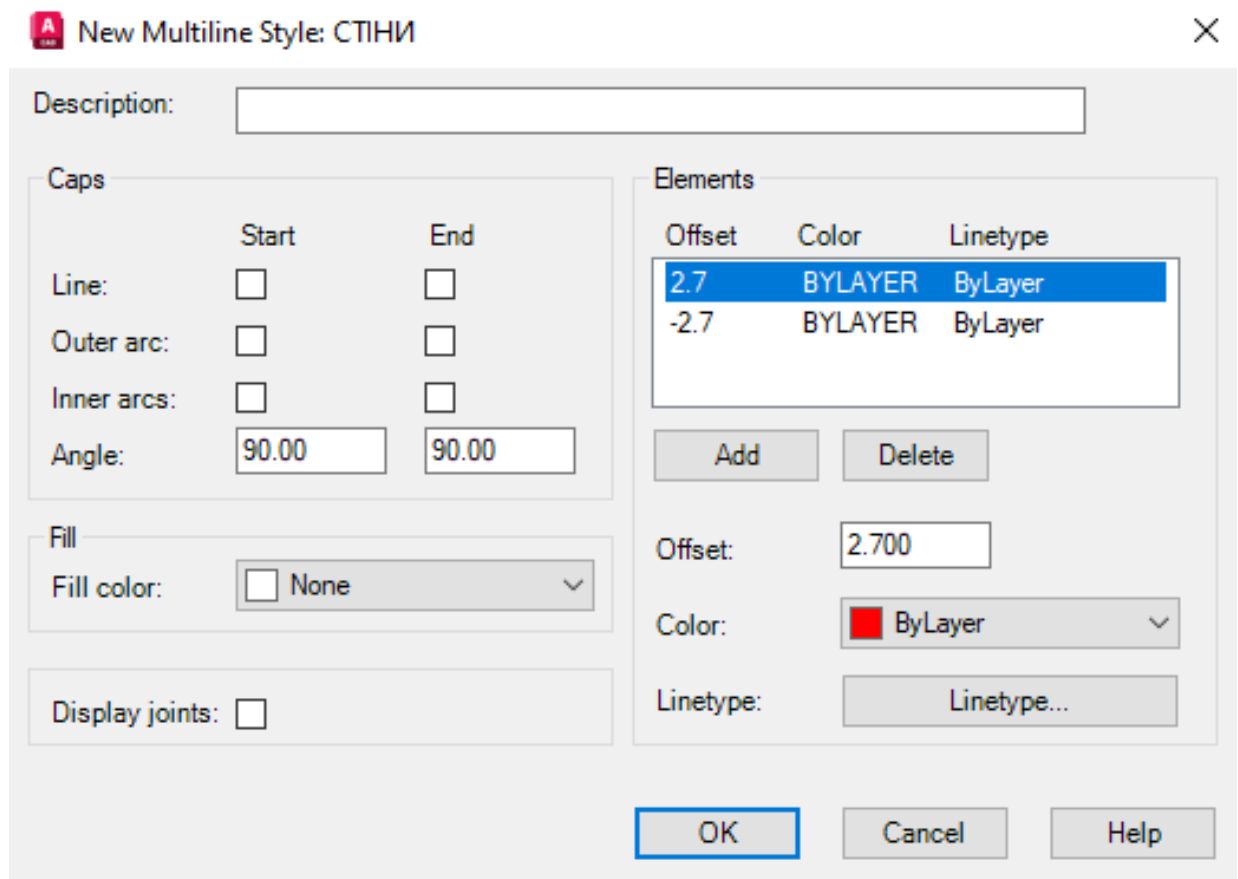
а) Обираємо у меню mstyle Відкривається діалогове вікно.



б) Тепер обираємо команду створити.



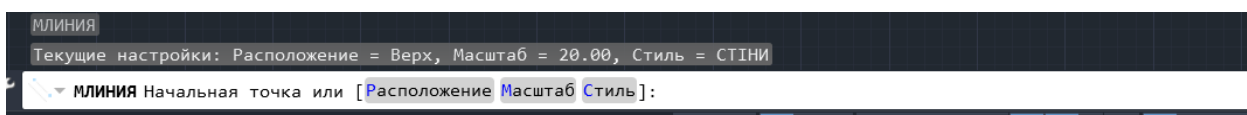
Ім'я нового стилю, наприклад, «Стіни». Він створюватиметься на основі стилю STANDARD. Натискаємо Продовжити. Маємо такий результат:



в) задаємо параметри майбутньої стіни. Для цього варто Додати третій елемент; проставити параметр верхньої лінії (наприклад, 200; це означає, що від нуля відкрадатиметься вгору 200 одиниць); та нижньої лінії (також 200; несучі стіни завтовшки будуть 400 метрів).

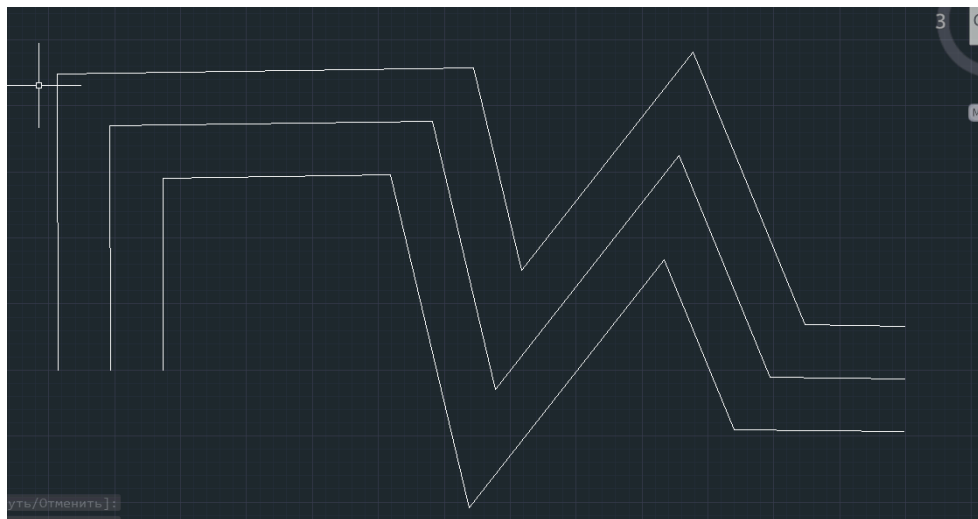
Натискаємо Ок. Далі – Установити і знову – Ок.

г) Тепер, аби активізувати нашу *Мультілінію* виконуємо команду МЛ (МЛИНИЯ)

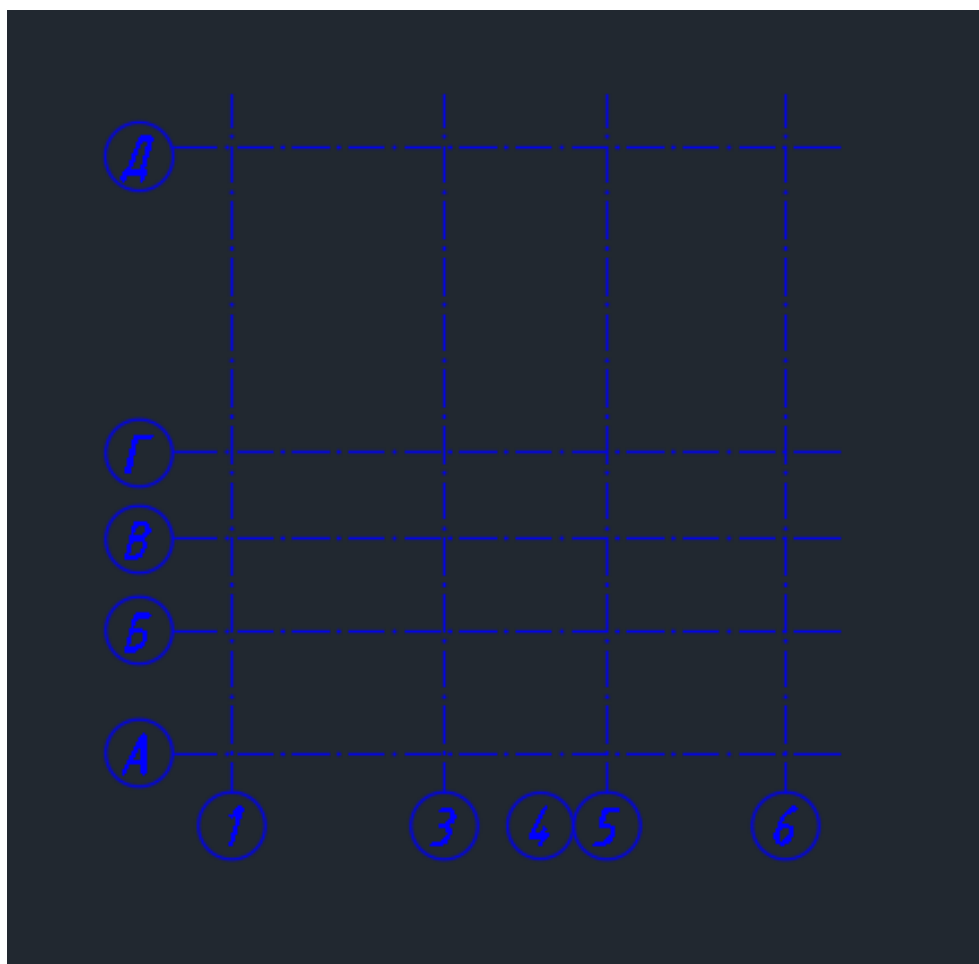


Розташування обираємо По центру. Масштаб – 1, оскільки в параметрах товщина стін уже завдана в натуральний розмір. Натискаємо Enter.

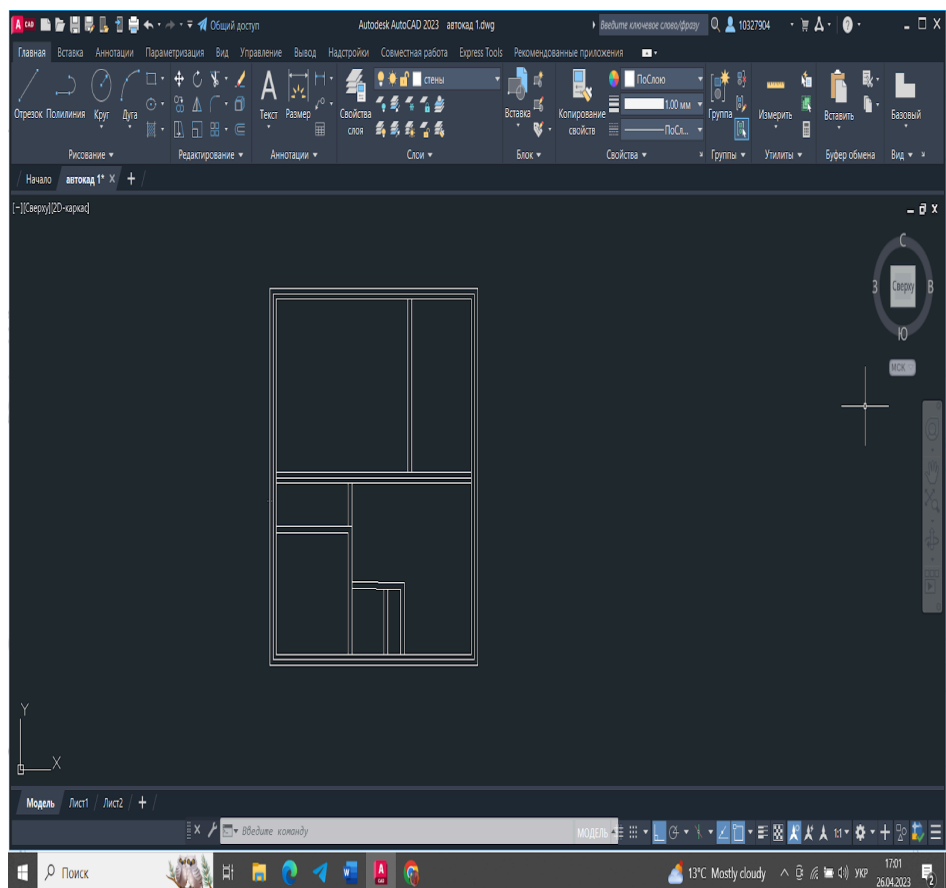
Починаємо створювати креслення. Такий вигляд матиме наша *Мультілінія*:



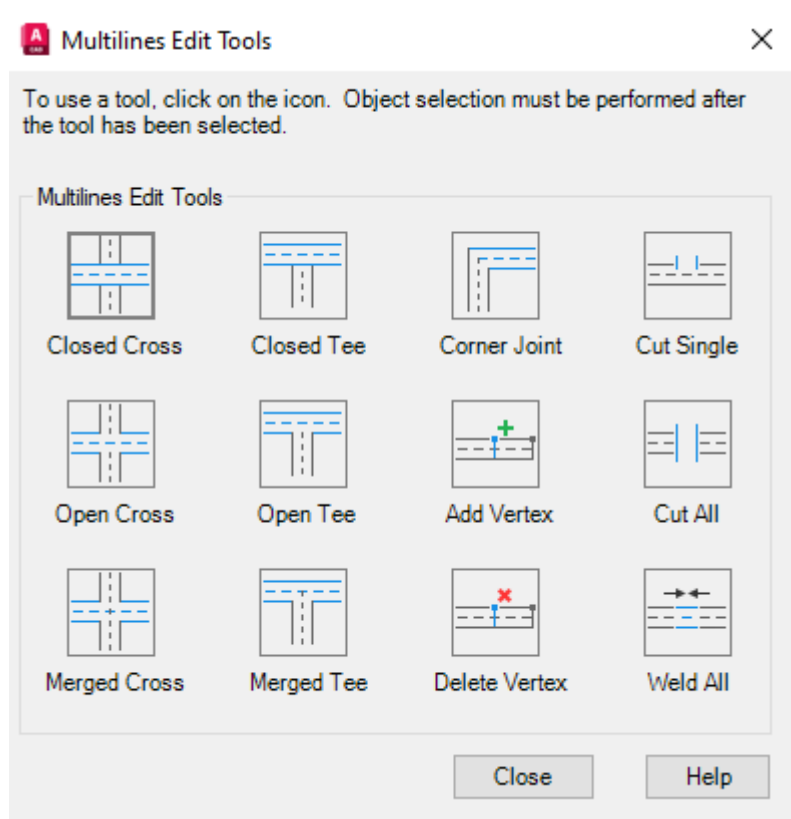
Використовуючи ситку осей будуємо план поверху.



Побудову стін та перегородок виконуємо змінюючи розташування елементів мультілінії.
Отримуємо такий результат:



Робимо корегування з'єднання стін за допомогою інструментів редагування мультілінії



Наступним кроком необхідно створити блоки вікон та дверей.

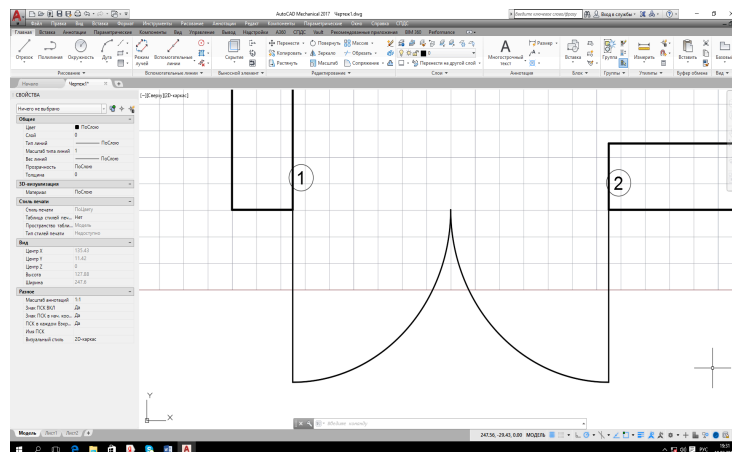
1. Створюємо необхідний об'єкт (вікно) зі звичайних примітивів.



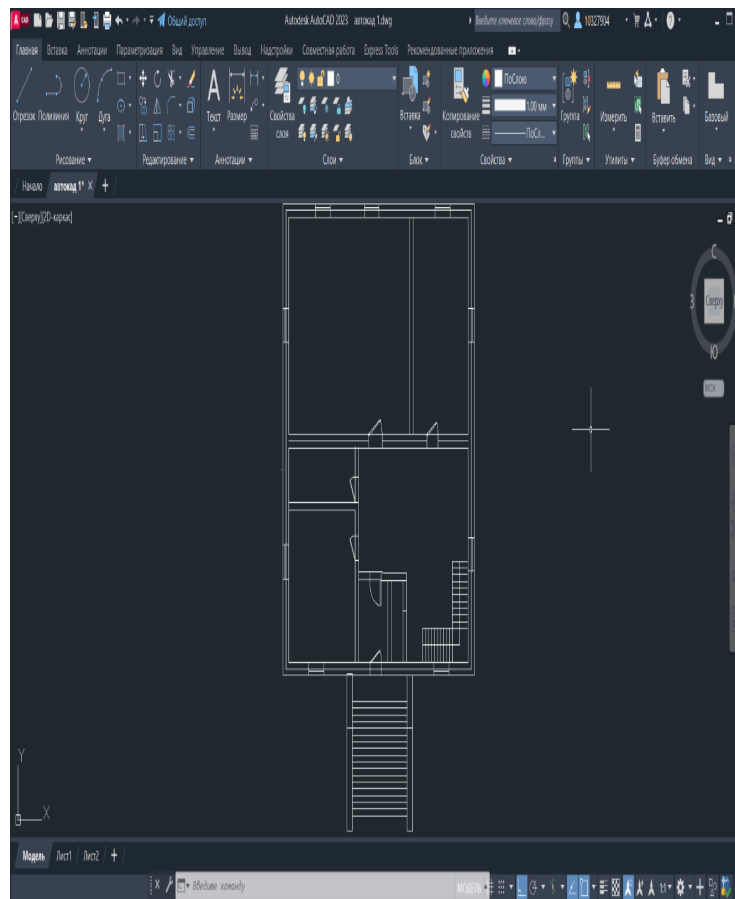
1000635728. Заходимо на панель «вставка», потім «створити блок» - перетворюємо набір створених примітивів на блок.

1000637328. Вставляємо на потрібні місця.

Потрібно зробити двері. Можливо використовувати дані блоки з архітектурної палітри, викликом клавіш «ctrl+3». Відредагуємо, як потрібно – задаємо ширину і кут нахилу. Можливо створити блоки дверей самостійно.



Отримаємо такий результат:



Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди побудови плану за допомогою команди Мультілінія. Навчитися створювати блоки для створення архітектурних об'єктів. Для засвоєння теоретичної частини необхідно виконати кресленик поверху за допомогою команди Мультілінія. Завдання для самостійної роботи отримано раніше.

Запитання до Лабораторної роботи №5

1. Як налаштувати новий стиль мультілінії?
2. Скільки варіантів побудови Мультілінії?
3. Скільки варіантів редагування взаємодії елементів Мультілінії?
4. Яким чином можливо створити блок?
5. Як вставити блок у кресленик?
6. Як можна сформувати кресленик поверху за допомогою Мультілінії?

Лабораторна робота № 6

на тему «Побудова плану поверху за допомогою команди Полілінія у САПР AutoCAD»

Мета роботи: Вивчати та засвоїти команду **Полілінія** (Polyline). Побудувати план стін приміщення за допомогою команди **Полілінія** (Polyline). Засвоїти роботу з вимірювання площі приміщень.

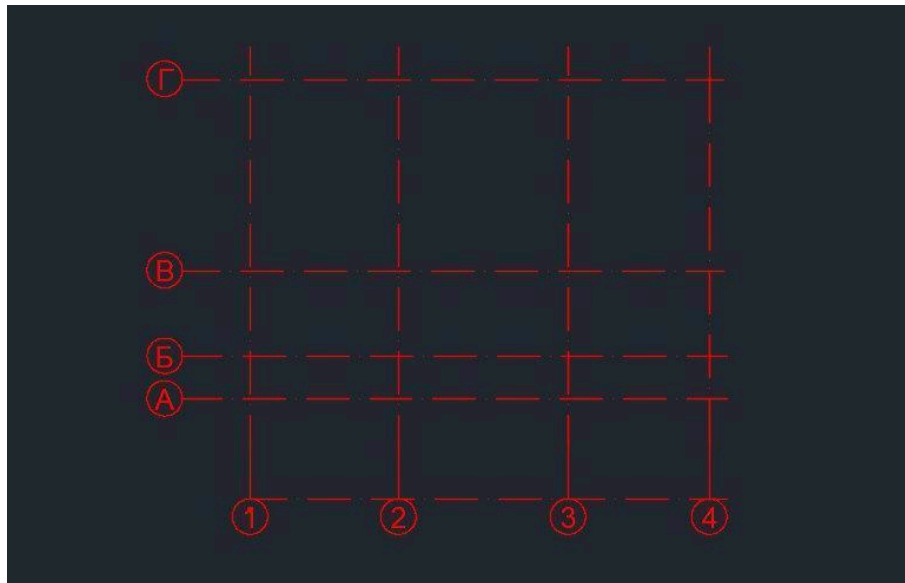
Теоретична частина.

Полілінії

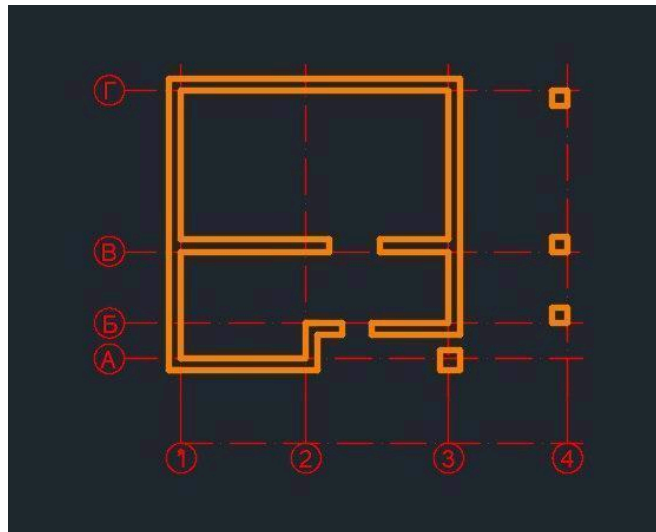
Полілінія являє собою зв'язану послідовність сегментів; всі ці сегменти є єдиним об'єктом. Робота з полілінією розглянуто у Лабораторній роботі № 4, тому розглянемо послідовність побудови плану приміщення.

Практична частина.

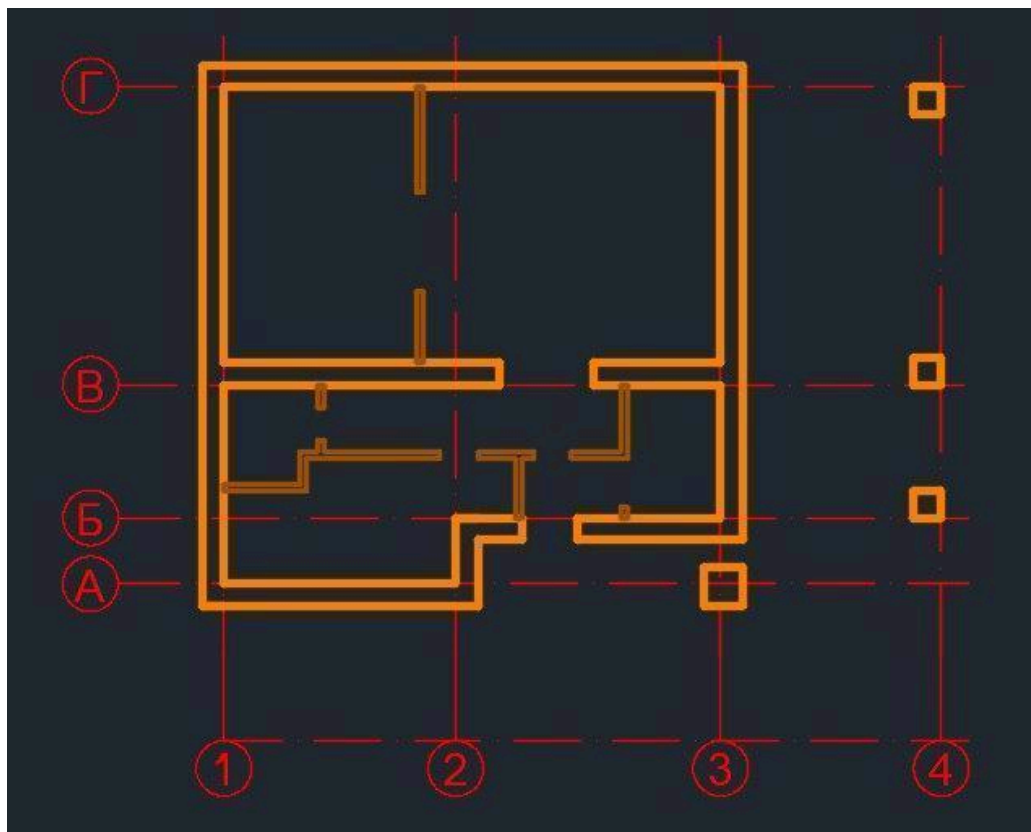
Використовуємо створену сітку осей.



Робимо активним шар «Стіни» та за допомогою полілінії будуємо за розмірами плану несучі стіни. Робимо отвори для дверей.



Робимо активним шар «Перегородки» та використовуючи «Полілінію» будуємо їх за відповідними розмірами, порівнюючи з планом.



Робимо активним шар «Вікна двері». Завдяки «Полілінії» створюємо вікна потрібного розміру, далі додаємо блок «Вікна», задаємо йому властивість розтягування та вставляємо блоки вікон у відповідних місцях. Створюємо двері за допомогою відрізка. Додаємо сходи.

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди створення плану за допомогою полілінії. Провести розрахунок площі окремих приміщень та оформити це на кресленику.

Запитання до Лабораторної роботи №6

1. Як налаштувати побудову плану при використанні полілінії?
2. Як будувати полілінію з зміщенням від осі?
3. Скільки варіантів редагування Полілінії?
4. Яким чином можливо будувати послідовно лінійні та дугові сегменти Полілінії?
5. Як можна розрахувати площу приміщення?
6. Як розрахувати суму площини декілька приміщень?
7. Як можна сформувати кресленик поверху за допомогою Мультілінії?

Лабораторна робота № 7

на тему «Параметричний кресленик та залежності у САПР AutoCAD»

Мета роботи: Створення кресленика з використання залежності та можливість його редагування.

Параметричний кресленик — це технологія, застосовувана в проектах з залежностями, які являють собою зв'язки і обмеження, застосовані до 2D-геометрії.

Існує два основних типи залежностей.

- Геометричні залежності керують розміщенням об'єктів по відношенню один до одного
- Розмірні залежності керують відстанню, довжиною, кутом і радіусом об'єктів

На наступній ілюстрації показано геометричні і розмірні залежності, використовують прийнятий за замовчуванням формат і режим видимості.

При наведенні курсору на об'єкт з накладеними залежностями відображається значок вказівника.

На стадії проектування залежності дають можливість посилити вимоги під час експериментування з різними проектними рішеннями або при внесенні змін. Що вносяться в об'єкти зміни можуть привести до автоматичного підстроювання інших об'єктів і обмежити можливості зміни відстаней або куткових величин.

Залежності дають можливість:

- підтримувати відповідність проекту специфікаціям і вимогам шляхом накладення залежностей на геометрію креслення;
- накладати на об'єкти відразу кілька геометричних залежностей;
- включати в розмірні залежності формули і рівняння;

- швидко вносити в проект зміни шляхом зміни значення змінної.

Практичні рекомендації. Рекомендується спочатку накладати геометричні залежності для визначення форми і розмірні залежності для визначення розмірів об'єктів в проекті.

Проектування з використанням залежностей

При роботі з залежностями креслення може бути в одному з трьох станів:

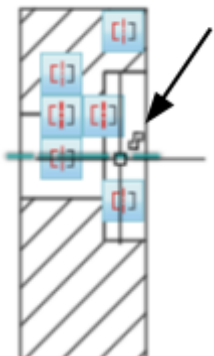
- Без залежності. Ні на яку геометрію не накладені ніякі залежності.
- З неповним набором залежностей. На геометрію креслення накладено деяку кількість залежностей.
- З повним набором залежностей. На геометрію креслення накладені всі відповідні геометричні і розмірні залежності. Для закріплення розташування геометрії набір об'єктів з повним набором залежностей також потребує щонайменше в одній залежності фіксації. Таким чином, в цілому існує два способи проектування з використанням залежностей:
- Можна працювати з кресленням з неповним набором залежностей шляхом поступового його зміни, використовуючи для цього команди редагування в поєднанні з ручками і додаючи залежності або змінюючи наявні.
- А можна створити креслення і відразу зробити його повністю залежним, а потім управляти проектом виключно шляхом зняття і повторного накладення геометричних залежностей, а також зміни значень розмірних залежностей.

Вибір методу залежить від наявного досвіду проектування і від вимог конкретної галузі.

Видалення або зняття залежностей

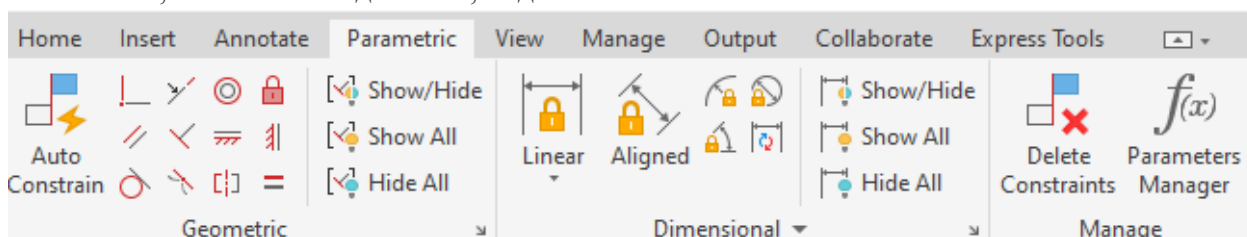
При необхідності внесення змін у креслення є два способи скасування дії залежностей:

- Видаляйте залежності по одній, згодом накладаючи нові залежності. Наводимо курсор на значок геометричної залежності, можна натиснути клавішу Delete або видалити залежність за допомогою контекстного меню.
- Можна виконати тимчасове зняття залежностей на обраних об'єктах для внесення змін. Якщо обрана ручка або якщо під час виконання команди редагування задаються



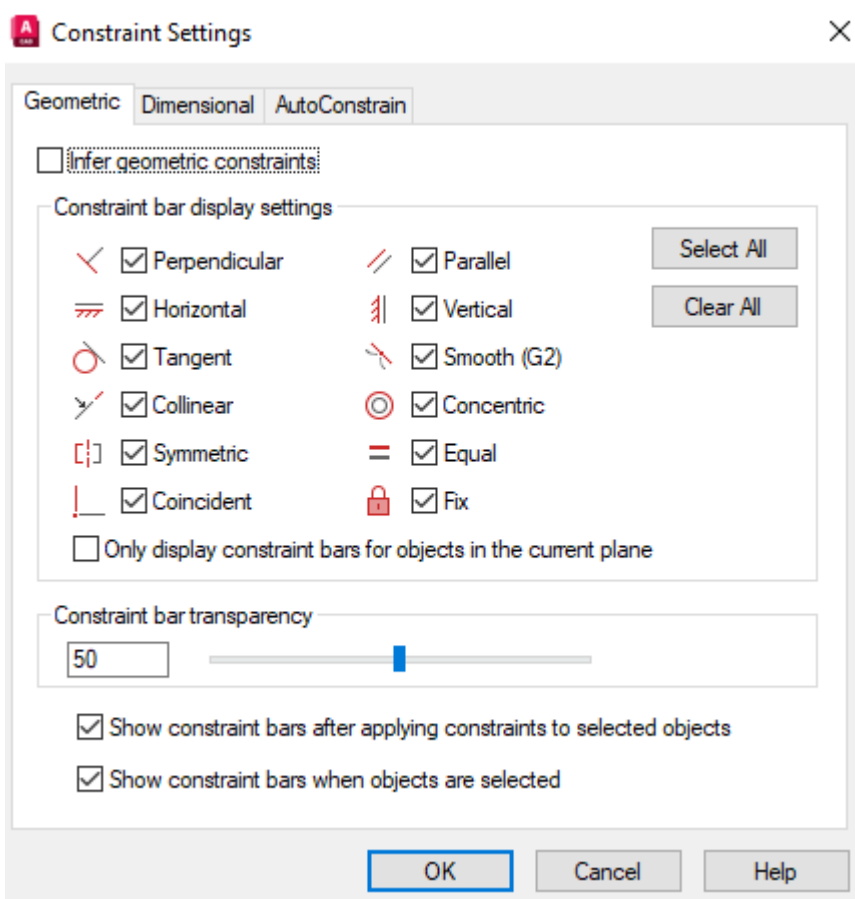
параметри, натисніть клавішу Shift для переходу між режимами зняття та збереження залежностей.

Зняті залежності під час редагування не зберігаються. Якщо це можливо, то відновлення залежностей відбувається автоматично після завершення процесу редагування. Залежності, не є більш надійними, видаляються.



Геометричні залежності

Геометричні залежності задаються між 2D об'єктами або між точками на об'єктах. При подальшому редагуванні геометрії з накладеними залежностями ці залежності зберігаються.

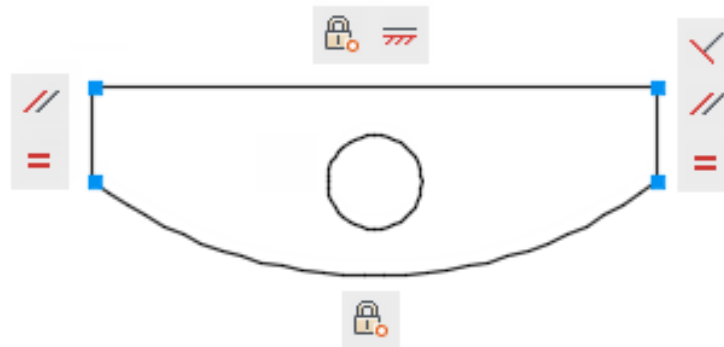


Таким чином, використання геометричних залежностей забезпечує можливість включення в креслення вимог, що пред'являються до проекту.

На рисунку показані наступні накладені на геометрію залежності.

- На кожен кінцеву точку накладена залежність збігу з кінцевою точкою кожного суміжного об'єкта — ці залежності відображаються у вигляді маленьких синіх квадратиків
- На вертикальні відрізки накладена залежність, що визначає паралельність і рівність довжини кожного з них по відношенню до всіх інших вертикальних відрізків
- На правий вертикальний відрізок зліва накладена залежність перпендикулярності по відношенню до горизонтального відрізка

- Горизонтальний відрізок повинен залишатися горизонтальним
- На коло і горизонтальний відрізок накладена залежність, що визначає їх фіксоване розташування. На наявність цих фіксованих залежностей вказують значки блокування.

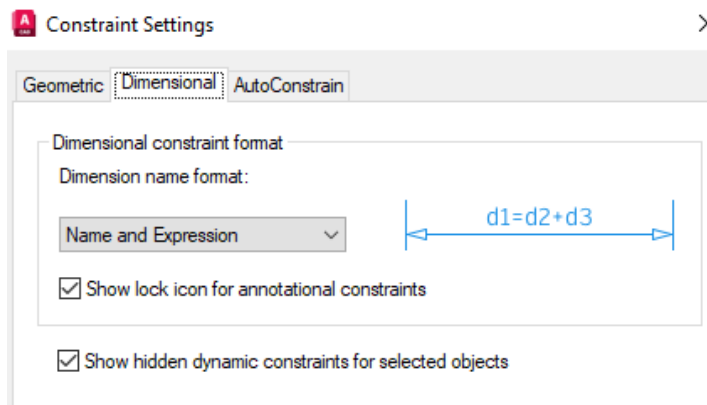


Геометрія проекту не має повної залежності. За допомогою ручок можна змінити радіус дуги, діаметр кола, довжину горизонтального відрізка і довжину вертикальних відрізків. Щоб задати ці відстані, необхідно накласти розмірні залежності.

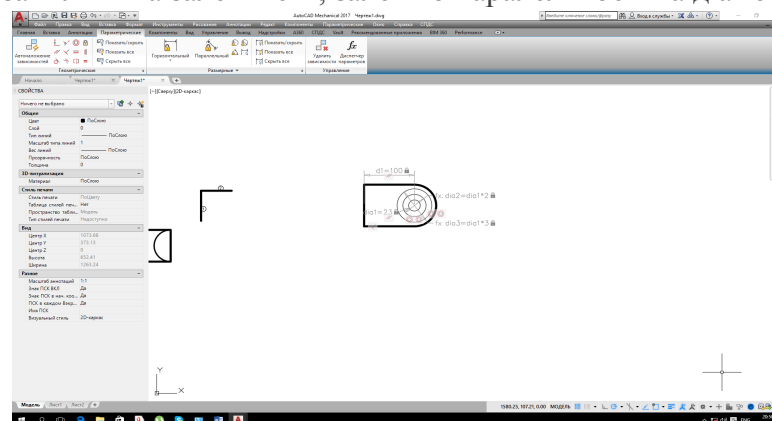
Розмірні залежності.

Розмірні залежності управляють розміром і пропорціями об'єктів проекту. Вони можуть визначати наступне:

- Відстань між об'єктами або між точками на об'єктах
- Кути між об'єктами або між точками на об'єктах
- Розміри дуг та кіл
-



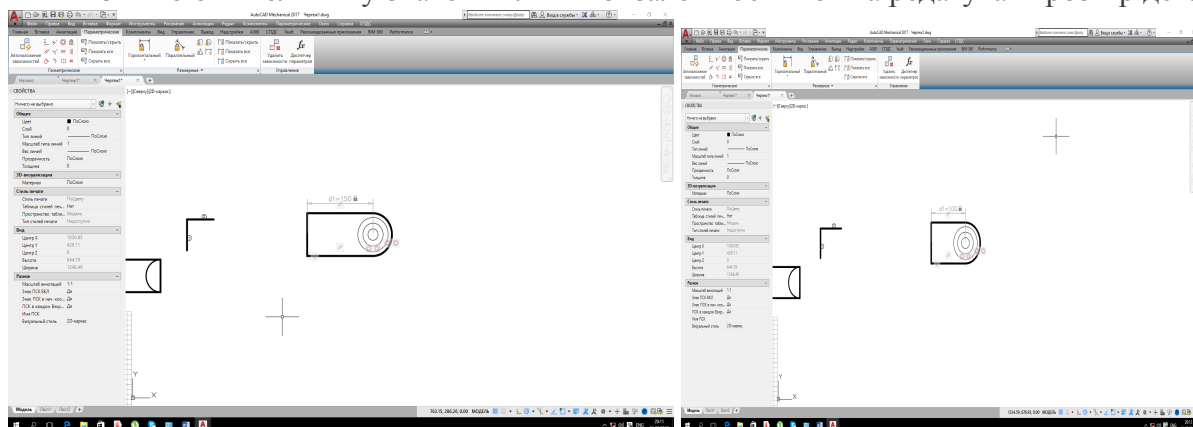
На рисунку показані лінійна залежність, залежно паралельності та діаметру.



При зміні значення розмірної залежності виконується розрахунок всіх залежностей, накладених на даний об'єкт, і автоматичне оновлення об'єктів, на які впливає ця зміна.

Крім того, залежно можуть бути накладені безпосередньо на сегменти полілінії, як ніби ці сегменти є окремими об'єктами.

Змінюючи величину значення лінійної залежності можна редагувати розмір деталі.



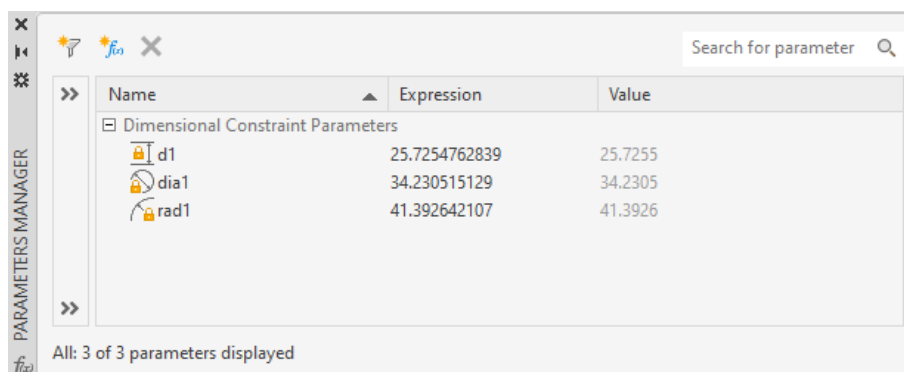
Диспетчер параметрів (кресленик)

Управління асоціативними параметрами в кресленні.

При відкритті з області креслення на панелі «Диспетчера параметрів» відображаються асоціативні змінні (змінні розмірної залежності і користувальницькі змінні, доступні в кресленні).

Можливо створювати, редагувати, перейменовувати, групувати і видаляти асоціативні змінні.

За замовчуванням палітра «Диспетчера параметрів» включає елемент керування сіткою з трьома стовпцями. За допомогою контекстного меню можна додати два стовпці ("Опис", "Тип").



Вкладка " Автообмеження " (діалогове вікно "Параметри залежностей")

Управління параметрами Автообмеження на панелі залежностей.

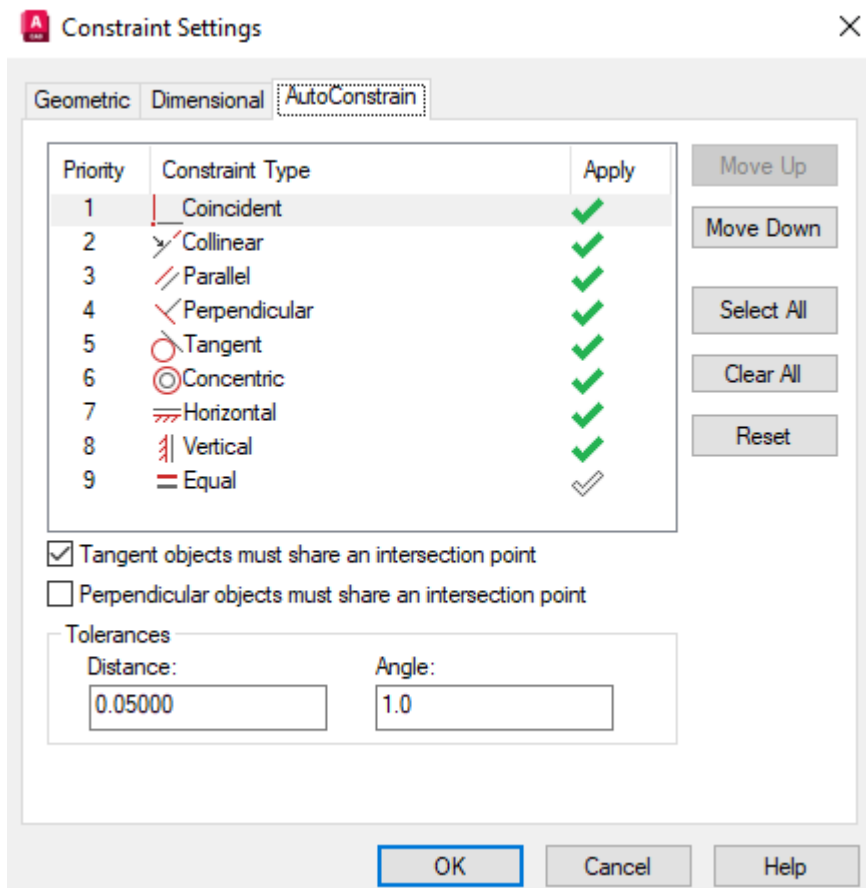
Управління залежностями, які накладені на набір об'єктів, та порядком накладення цих залежностей при використанні команди АВТООБМЕЖЕННЯ.

Перш ніж може бути накладено декілька геометричних залежностей, виконується перевірка наступних умов:

- Дотримуються встановлені на вкладці "Автообмеження" допуски для об'єктів, що перебувають у відносинах перпендикулярності або дотичності?
- Перетинаються вони в межах вказаних допусків?

Якщо виконується перша умова, то залежно дотичності і перпендикулярності завжди накладаються на об'єкти, якщо прапорець знято.

Якщо встановлені додаткові прапорці, допуск по відстані розглядається для пересічних об'єктів. Якщо об'єкти не перетинаються, але найменша відстань між ними відповідає заданому значенню допуску по відстані, то залежність буде накладена навіть у разі, якщо встановлені прапорці.



Практична частина

1. Підготовка робочого середовища.

У графі робочий простір вибираємо AutoCAD.

Вибираємо Формат – Ліміти креслення. Потім у командному рядку вводимо значення «0,0» і «420,297».

2. Налаштовуємо стиль оформлення.

Включаємо функції «відображення сітки», «об'єктна прив'язка», «полярне відстеження».

Створюємо шар «осі» з типом лінії «штрихпунктирна», шар «невидиме» з типом лінії «пунктир».

3. Створення кресленника деталі виконуємо з використанням методу каркасних ліній.

Будуємо вигляд зліва.

З допомогою команди коло створюємо коло, шляхом завдання потрібно радіуса з клавіатури. Далі, за допомогою цієї команди, будуємо кола на заданій відстані від центру вже побудованих кіл. Кола з кроком 30 градусів. Невидимі кола створюємо, попередньо вибравши шар «невидиме».

4. Виконуємо параметризацію елементів креслення. Після цього пов'язуємо всі кола з загальними центрами параметризацій. Для цього в графі параметризація вибираємо геометричні залежності – концентричність.

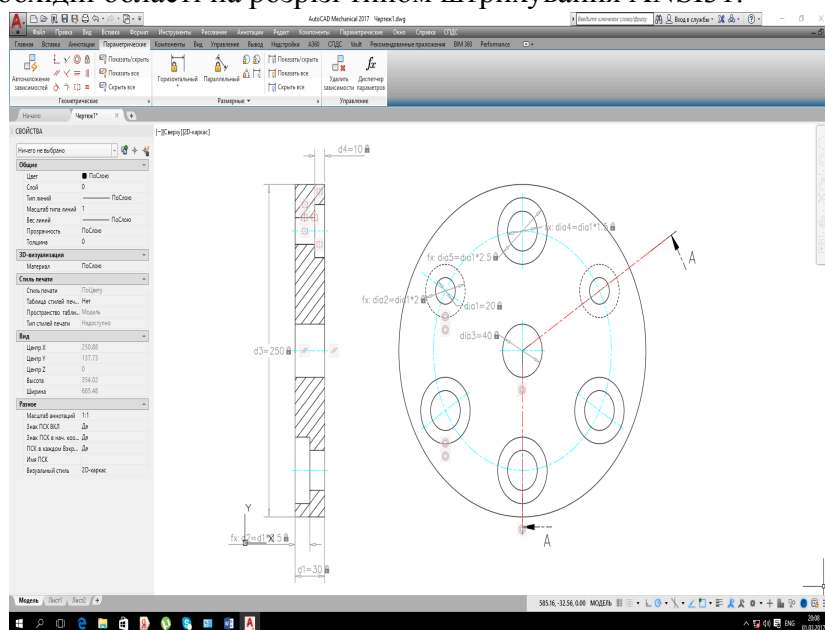
Потім розставляємо параметричні розміри. Для цього вибираємо параметризація – розмірні залежності – радіус.

5. Побудова розрізу на місці вигляду спереду.

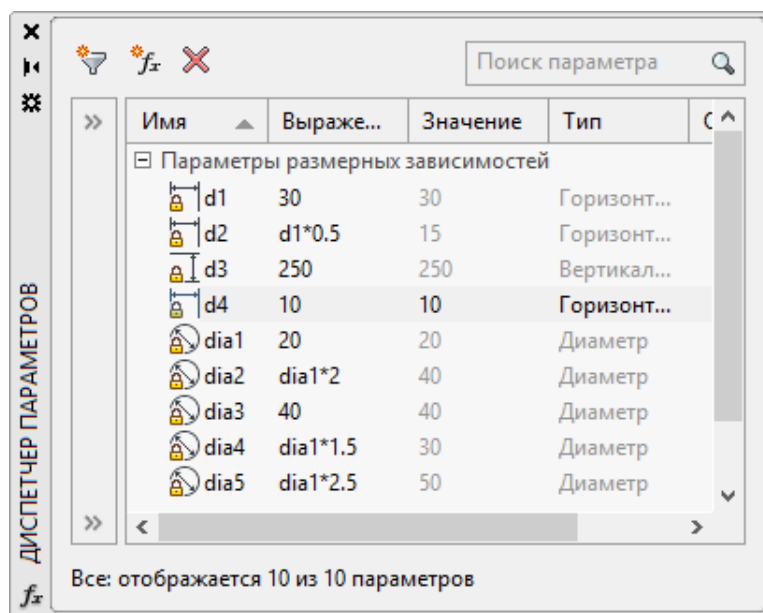
Включаємо шар «осі» і проводимо лінії зв'язку від виду зліва.

Вибираємо команду лінія і будуємо прямокутник. Потім на певних відстанях розміщуємо інші видимі елементи розрізу з використанням геометричної параметризації:

паралельність і симетрія. Розставляємо параметричні розміри. Параметризація – розмірні залежності – горизонтальний/вертикальний.
Штрихуємо необхідні області на розрізі типом штрихування ANSI31.



В менеджері параметрів задаємо необхідні розмірні залежності для лінійних та діаметральних розмірів. При необхідності можливо створити користувацькі параметри та залежності.



Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди створення геометричних та розмірних залежностей при побудові геометрії двовимірних креслеників. Необхідно засвоїти роботу з диспетчером параметрів розмірних залежностей. Для засвоєння теоретичної частини необхідно виконати кресленик об'єкту з використання геометричних та розмірних залежностей.

Запитання до Лабораторної роботи №7

1. Які залежності існують у AutoCAD?
2. Як налаштовувати геометричні залежності?
3. Як налаштовувати розмірні залежності?
4. Як налаштовувати автообмеження для залежностей?
5. Як налаштовувати та використовувати менеджер параметрів?

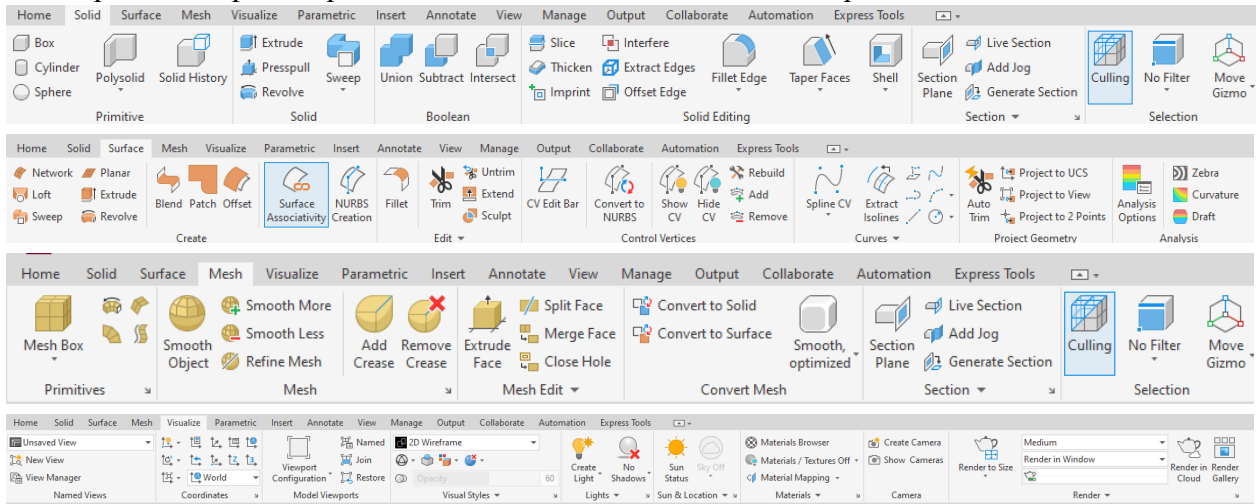
Лабораторна робота № 8

на тему «Інтерфейс та 3D моделювання у САПР AutoCAD»

Мета роботи: Вивчити та засвоїти інтерфейс та примітиви 3D моделювання у САПР AutoCAD. Виконати завдання з їх використанням.

Теоретична частина.

Меню роботи з тривимірними об'єктами складається з таких розділів:



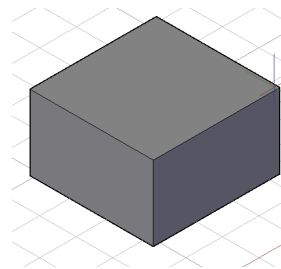
- Головна: моделювання, мережа, згладжування об'єкта, редагування, будова, координати.
- Об'єкт: примітив, тіло, логічні операції, редагування тіл, вибір.
- Поверхня: створити, правка, управління.
- Мережа: примітиви, мережа, редагування мережі, перетворення мережі, розріз.
- Візуалізація: види, координати, візуальні стилі, видові екрани моделі, постачальник світла.
- Параметричні: геометричні, розмірні, управління.
- Вставка: блок, вибір блока, хмара точок.
- Анотації: розмір, текст, позначення, означення, номер позиції, специфікація, лист.
- Вид: інструменти видового екрану, палітри, інтерфейс.
- Управління: адаптація, додатки, перенос.
- Висновок: печать.

Основні примітиви 3D-моделювання розміщені на панелі інструментів «Тіло»: паралелепіпед, циліндр, конус, сфера, піраміда, клин, тор. Більшість з інструментів мають свої особливості виконання, їх регулювання можливо проводити у налаштуванні.

Паралелепіпед

При введенні позитивного значення висота позитивному напрямку осі Z поточної ПСК. При негативного значення висота відраховується в напрямку осі Z поточної ПСК.

Підстава "Паралелепіпед" завжди паралельно площині XY поточної ПСК (робочої "Паралелепіпед" задається в напрямку осі Z. вказувати позитивні і негативні значення.

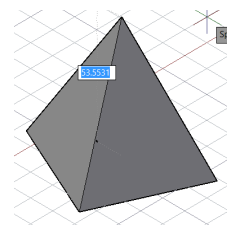


відраховується в введенні негативному

викреслюється площини). Висота Для висоти можна

Піраміда.

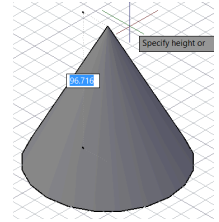
За замовчуванням піраміда визначається по центру базової точки, точки посередині кромки і іншій точці, яка задає висоту. За



допомогою параметра "Радіус верхнього підстави" можна створити усічену піраміду.

Конус.

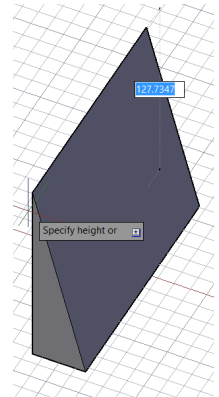
Створює 3D тіло з підставою у формі кола або еліпса, симетрично звужується до точки або до плоскої грані в формі кола або еліпса. Можна керувати ступенем згладжування 3D криволінійних тіл, наприклад конуса, для яких заданий візуальний стиль тонування або придушення прихованих ліній, за допомогою системної змінної FACETRES. Можна використовувати параметр "Радіус верхнього підстави" для створення усіченого конуса.



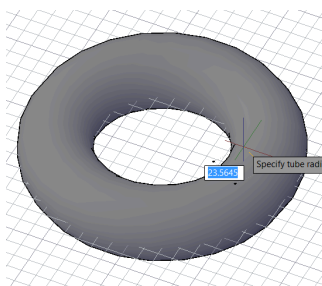
Клин.

Напрямок звуження завжди має позитивне значення по осі X в системі ПСК.

При введенні позитивного значення висота відраховується в позитивному напрямку осі Z поточної ПСК. При введенні негативного значення висота відраховується в негативному напрямку осі Z поточної ПСК.



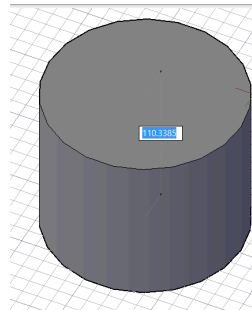
Тор.



Створити тор можливо шляхом вказівки центру, радіуса або діаметра тора, а потім радіуса або діаметра навколишньої тор порожнини. Можна керувати ступенем згладжування 3D тіл, наприклад, тора, для яких заданий візуальний стиль тонування або придушення прихованих ліній, за допомогою системної змінної FACETRES.

Цилиндр.

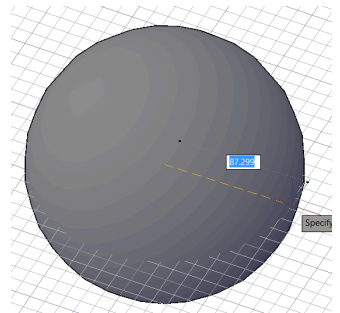
Підстава циліндра завжди знаходиться на робочій. Можна керувати ступенем наприклад циліндра, для яких заданий тонування або придушення прихованих системної змінної FACETRES.



площині, паралельної згладжування 3D тіл, візуальний стиль ліній, за допомогою

Сфера.

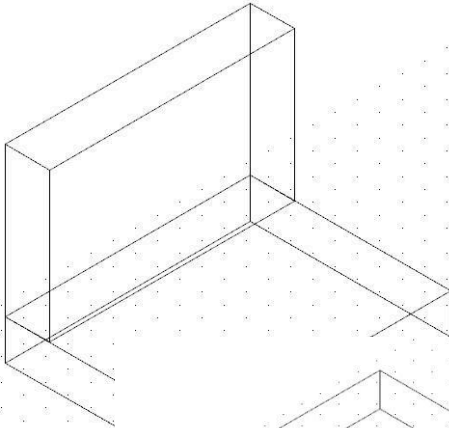
Створити сферу можна шляхом вказівки його центральної точки і точки на радіусі. Можна керувати ступенем згладжування 3D тіл, наприклад, сфери, для яких заданий візуальний стиль тонування або придушення прихованих ліній, за допомогою системної змінної FACETRES.



Практична частина:

1. Налаштовуємо робочу область за допомогою команди «ліміти», задаємо сітку тільки в робочій області і відключаємо функцію 2D (в настройках сітки)

2. Перемикаємо настройки на 3D (шестерня в правому нижньому кутку)



3. Приступаємо до створення моделі. Спочатку будуємо паралелепіпед, задаючи його довжину-110 мм, ширину-90 мм і висоту-18 мм.

4. Будуємо другий паралелепіпед, так само за допомогою завдання довжини-110 мм, ширини-20 мм, висоти-67 мм, і ставимо його на попередній паралелепіпед, за допомогою функції перенесення, обравши кутову точку в якості базової.

5. Створюємо новий паралелепіпед: довжина-70 мм, ширина-20 мм, висота-15мм. Ставимо його на вже складену конструкцію з 2-х паралелепіпедів, за допомогою функції перенесення, вибравши за базову точку центр паралелепіпеда.

Будуємо ще один паралелепіпед довжиною-70 мм, шириною-70 мм і висотою-7 мм. Ставимо його на перший

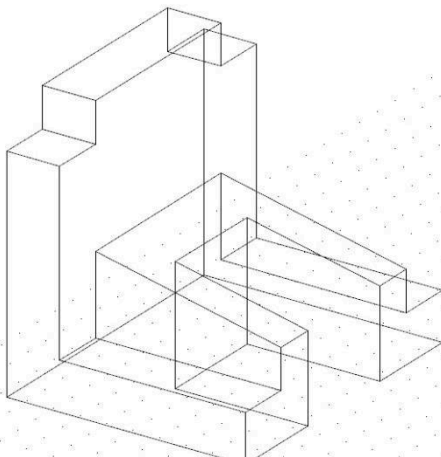
паралелепіпед, за допомогою перенесення, вибравши в якості базової точкою-центр ребра.

мм,
ставимо

функцію

8. Знову довжиною-40 більше 40 мм, нижня передня переднім за допомогою цього ребра за

9. Віднімаємо з з'єднаної конструкції цей паралелепіпед, використовуючи функцію віднімання.



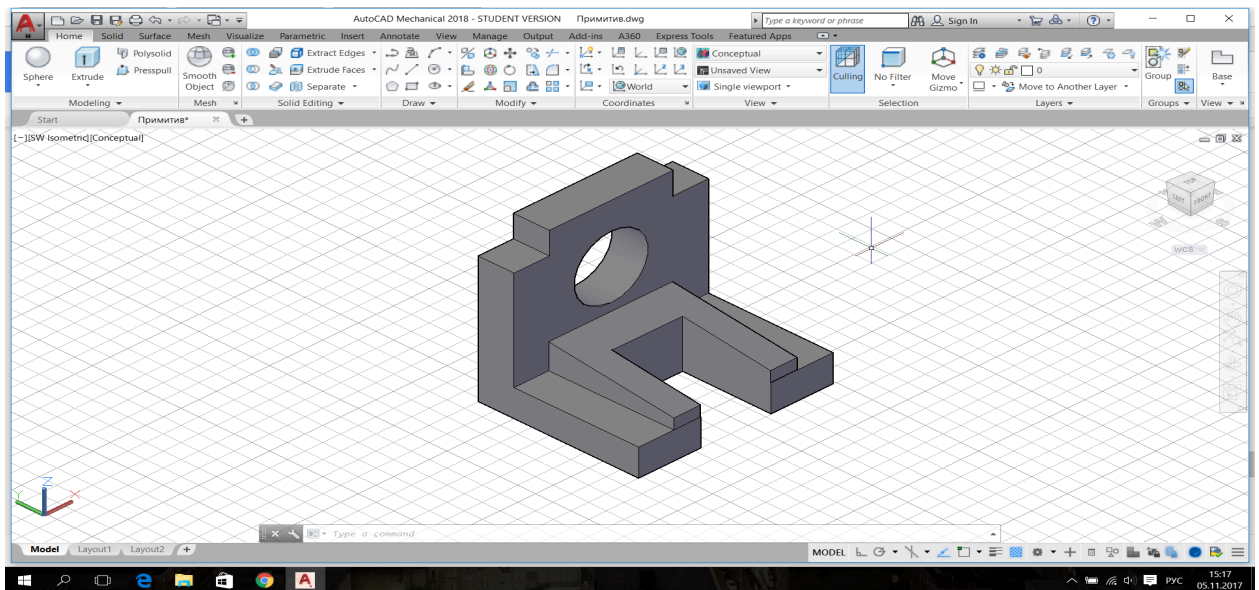
10. Створюємо робочу область на передню грань фігури, функцією зміни області, так щоб вісь Oz була спрямована на нас.

11. Створюємо відрізок з центру верхньої межі, що виходить за межі фігури і, за допомогою функції

зміщення, копіюємо і переміщаємо цей відрізок вниз під кутом 90° на 32мм.

12. Створюємо циліндр з центром в вийшла точці, діаметром-42 мм і висотою-20 мм, спрямованої від нас

13. Віднімаємо з нашої конструкції цей циліндр, використовуючи функцію віднімання, і міняємо назад робочу область. Отримаємо необхідну модель об'єкта.



Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти елементи графічного інтерфейсу Autocad для 3D моделювання та команди створення геометричних примітивів 3D моделювання. Для засвоєння теоретичної частини необхідно виконати 3D модель завдання для самостійної роботи у Додатку 1 за номером у груповому журналі.

Запитання до Лабораторної роботи №8

1. Які стандартні існують тривимірні примітиви?
2. Як побудувати примітив БОКС?
3. Як побудувати примітив КОНУС?
4. Як побудувати примітив ЦИЛИНДР?
5. Як побудувати примітив ТОР?
6. Як побудувати примітив СФЕРА?
7. Як можливо модифікувати тіла за допомогою Булевих операцій?

Лабораторна робота № 9

на тему «Створення 3D тіл за допомогою команд моделювання у САПР AutoCAD»

Мета роботи: Вивчати та засвоїти побудову моделі деталі методом основних команд моделювання.

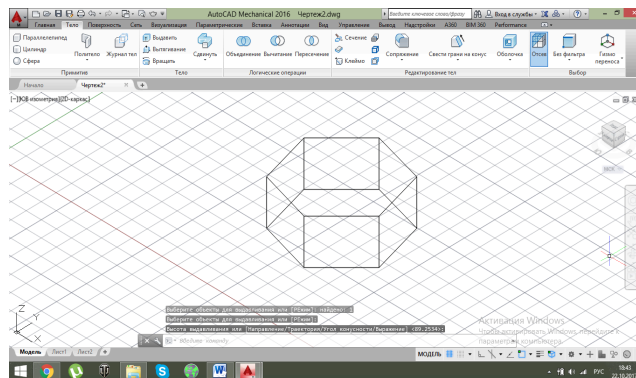
Теоретична частина:

Існує чотири головні команди створення моделі: видавлювання, витягування, обертання, зсув.

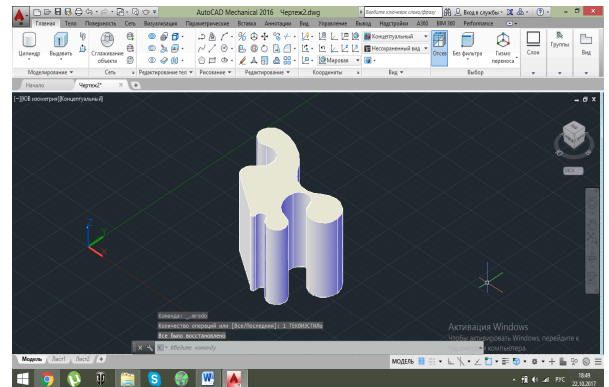
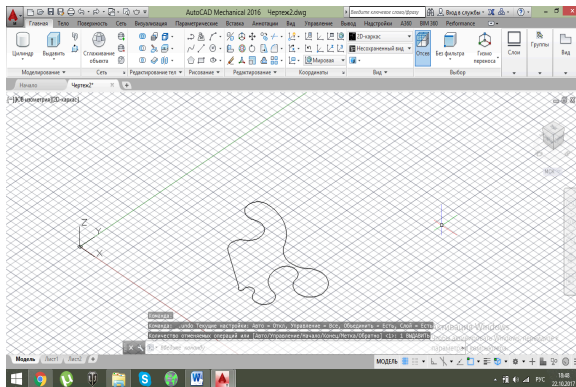
Видавлювання.

Видавлювання дозволяє створити тіло або поверхню, що є результатом подовження форми кривої. Розірвані криві створюють поверхні, а замкнуті криві - тіла або поверхні.

Воно застосовується до наступних об'єктів: відрізки, дуги, еліптичні дуги, 2D полілінії, 2D сплякни, кола, еліпси, двовимірні фігури, смуги, області, плоскі 3D полілінії, плоскі 3D межі, плоскі поверхні, плоскі грані на тілах.

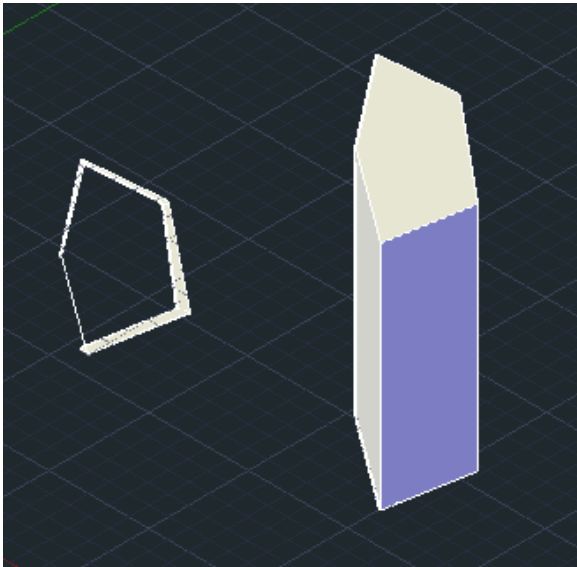


Створення 3D тела з полілінії:



Не можна видавити об'єкти, що входять в блоки, а також полілінії з пересічними сегментами. Якщо задана полілінія має ширину, ця ширина ігнорується, і полілінія видавлюється з центру свого шляху. Якщо вибраний об'єкт має товщину, ця товщина ігнорується.

Видавлювання об'єктів уздовж позитивної осі Z на системі координат об'єкту, якщо введено позитивне значення. При завданні негативного значення об'єкти видавлюються уздовж негативної осі Z. Об'єкти не обов'язково повинні бути паралельні одній і тій же площині. Якщо всі об'єкти розташовуються на загальній площині, об'єкти видавлюються в напрямку, перпендикулярному до цієї площини. За замовчуванням, видавлювання плоских об'єктів виконується в напрямку, перпендикулярному площині об'єкту.

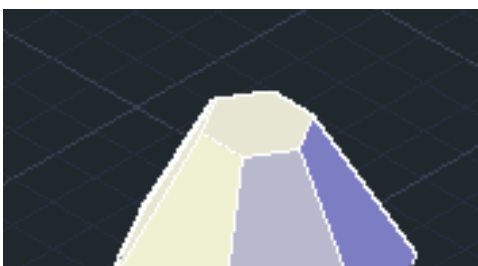
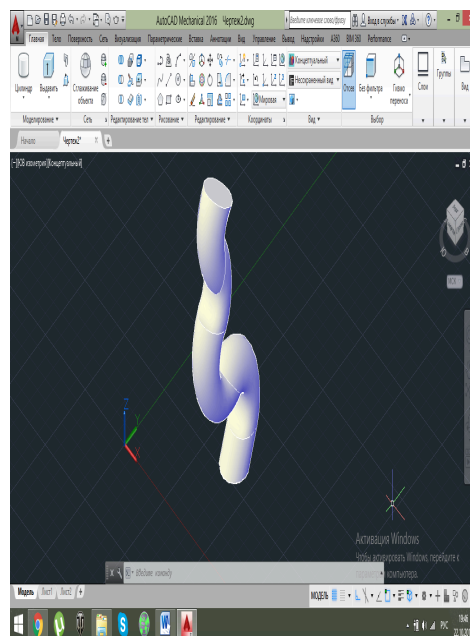
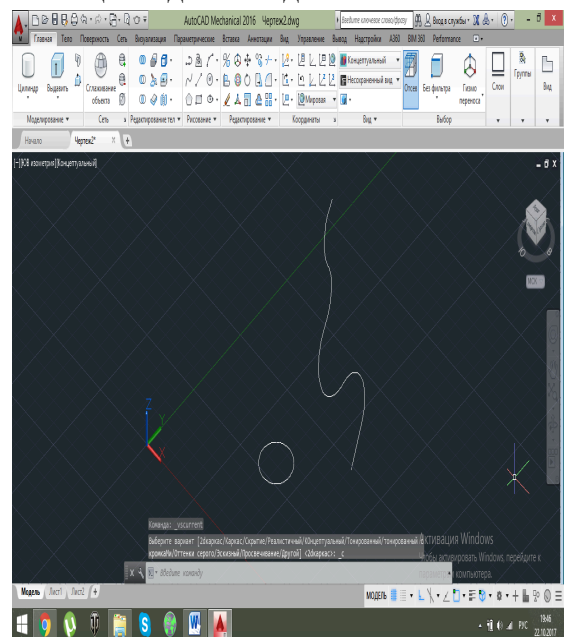


Завдання траєкторії видавлювання. Траєкторія переміщається до центру тяжіння профілю. Потім профіль обраного об'єкта видавлюється уздовж обраної траєкторії для створення тел або поверхонь.

Траєкторіями можуть бути наступні об'єкти:

- Відрізки, кола, дуги, еліпси, еліптичні дуги, 2D полілінії, 3D полілінії, двовимірні сплакни, тривимірні сплакни, грані тіл, грані поверхонь, спіралі.

Якщо замість введення значення користувач вказує для кута конуса точку, необхідно вказати і другу точку. У застосуванні до витискування кутом конуса є відстань між цими двома заданими точкам



Позитивні величини кута звужують об'єкт, негативні - розширюють його. За замовчуванням кут заданий

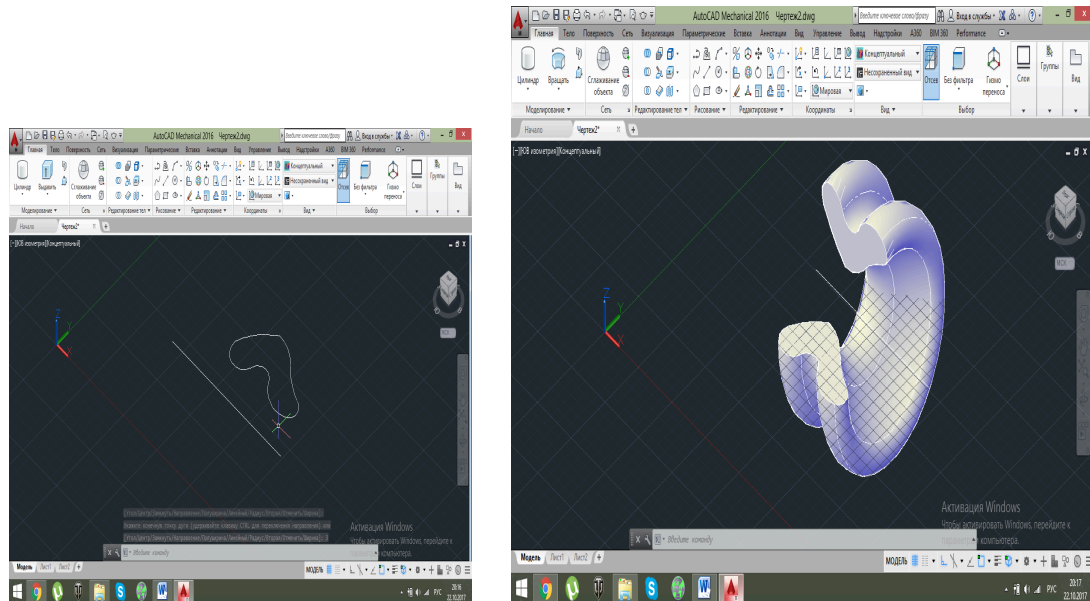
рівним 0, а 2D об'єкти видавлюються перпендикулярно їх 2D площині. Розширення і звуження всіх обраних об'єктів і замкнутих контурів виконується відповідно до одним і тим же значенням кута конуса.

Завдання занадто великих значень кута конусності або глибини видавлювання може привести до того, що об'єкт звужиться до нуля, не досягнувши заданої висоти.

При конусному видавлюванні дуги її центральний кут залишається постійним, а радіус змінюється.

Обертання.

Для створення тіла шляхом обертання об'єкта навколо осі необхідно спочатку вибрати замкнутий контур. Потім визначити вісь обертання і вказати кут (за замовчуванням 360°).

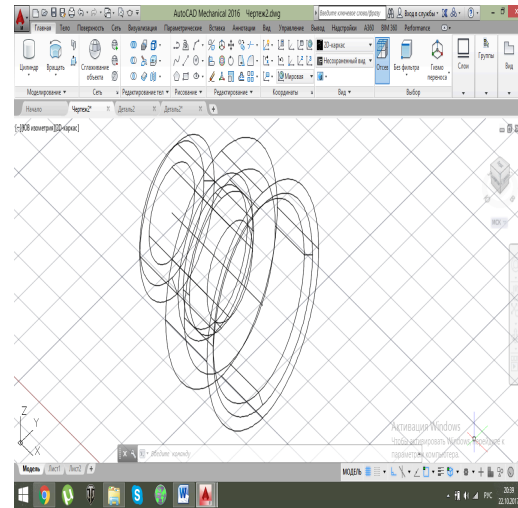
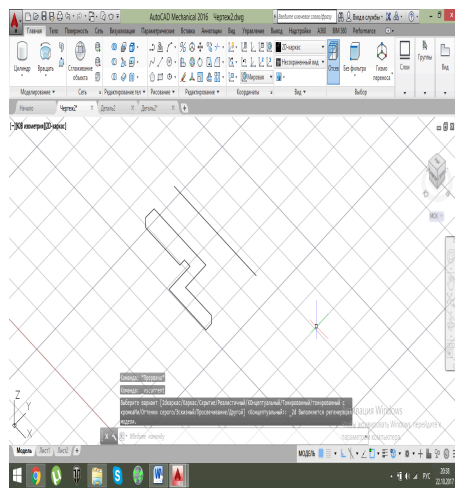


Команда «Зсув» дозволяє створити тіло або поверхню шляхом подовження форми профілю (зрушуваної об'єкта) уздовж заданої траєкторії. При виконанні зсуву профілю уздовж траєкторії він переміщається і вирівнюється по нормалі (перпендикулярно) до траєкторії. Розірвані профілі створюють поверхні, а замкнуті профілі - тіла або поверхні. Можна зрушувати уздовж траєкторії кілька об'єктів, які використовуються в якості профілю.

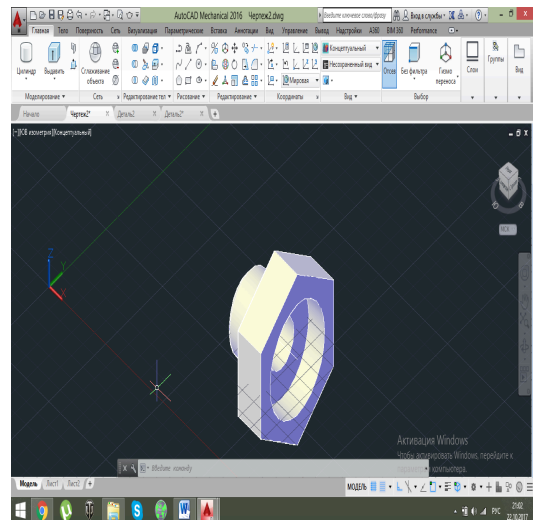
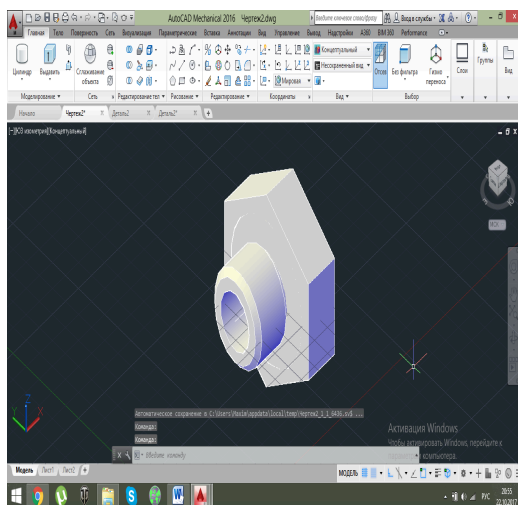
Практична частина:

Необхідно побудувати деталь типу «Штуцер» згідно додатку 3.

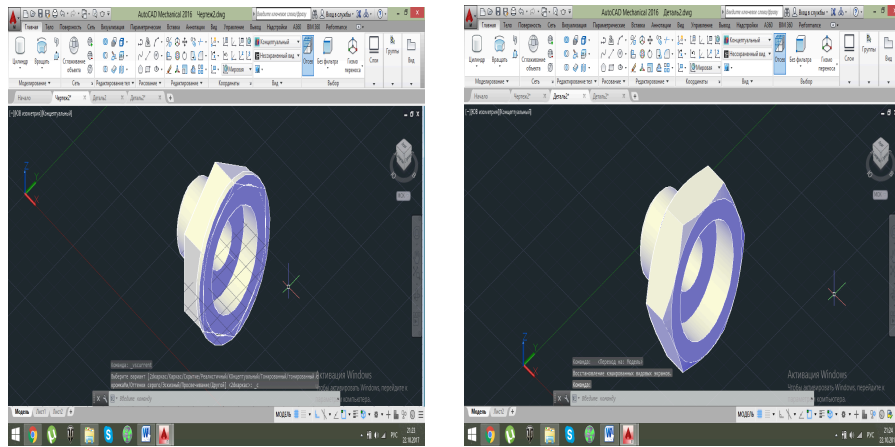
1. З початку будемо за розмірами замкнений контур для тіла обертання. Використовуємо інструмент «Полилиния».



2. Будуємо багатокутник з 6 сторонами. Вказуємо, що він описаний навколо кола з радіусом 55 мм. Далі за допомогою інструменту «3D обертання» обертаємо його на кут 90 градусів.
3. Використовуємо інструмент «Выдавлювання» та вказуємо величину выдавлювання 40мм.
4. Будуємо циліндр з радіусом основи 45 мм та висотою 32 мм на зовнішній грані основи побудованої шестиграной призми.



5. Використовуємо логічні операції: «Об'єднання», «Віднімання».
6. Для редагування циліндричних поверхонь використовуємо команду «Фаска».
7. Для створення фаски на ребрах шестиграной призми створюємо трикутник з кутом 30° и повертаємо його навкруг основної висі тіла на 360 градусів. Отримаємо об'єкт у вигляді кільця.
8. Створюємо дзеркальну копію кільця відносно середини боковій грані призми.
9. Віднімаємо створені кільця з початкового об'єкту.



Модель «Штуцеру» створено.

Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди створення 3D тіл видавлювання, витягування, обертання, зсув. Побудувати деталь типу «Штуцер». Розміри треба взяти у Додатку 3. Для засвоєння теоретичної частини необхідно виконати 3D модель деталі типу «Колона» у завданні для самостійної роботи у Додатку 2 за номером у груповому журналі.

Запитання до Лабораторної роботи №9

1. Які стандартні тривимірні примітиви використані при формуванні деталі Штуцер?
2. Які існують команди створення моделі?
3. Як можливо використовувати команду Видавлювання?
4. Як можливо використовувати команду Обертання?
5. Як можливо використовувати команду Зсув?
6. Як можливо створити елемент фаска?

Лабораторна робота № 10

на тему «Створення 3D моделі поверху за допомогою команди AutoCAD Видавити (Extrude)»

Мета роботи: Вивчити та засвоїти команди складного моделювання та редагування тіл. Виконати модель поверху за допомогою команди AutoCAD Видавити (Extrude).

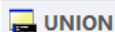
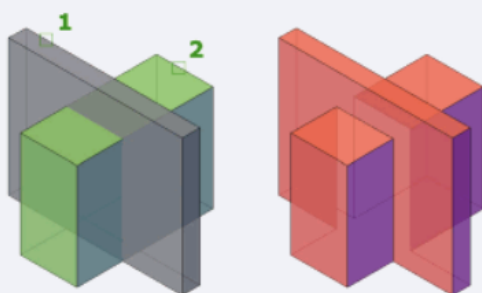
Теоретична частина:

Команда «Об'єднання»

Solid, Union

Combines selected 3D solids or 2D regions by addition.

You can combine two or more 3D solids, surfaces, or 2D regions into a single, composite 3D solid, surface, or region. You must select the same type of objects to combine.



UNION

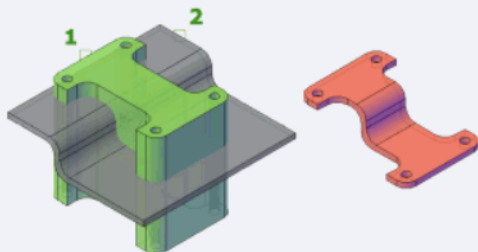
Команда «Віднімання»

- ☐ На панелі «Редагування тіла» обираємо операцію «Віднімання».
- ☐ Вказуємо об'єкти, з яких потрібно відняти необхідний об'єм. Натискуємо «Enter».
- ☐ Обираємо об'єкти, які потрібно відняти. Натискуємо Enter.

Solid, Intersect

Creates a 3D solid or 2D region from selected overlapping solids or regions.

You can extrude 2D profiles and then intersect them to create a complex model efficiently.



INTERSECT

Головна умова, необхідно щоб об'єкти були одного типу.

- ☐ Обираємо команду «Об'єднання»
- ☐ Обираємо всі об'єкти, які необхідно об'єднати та натискуємо «Enter».

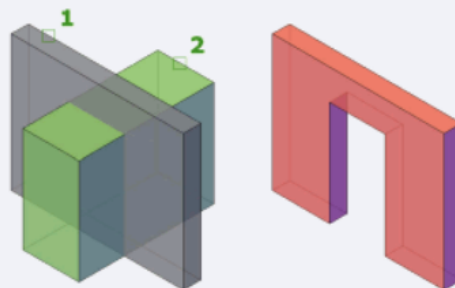
Як відмінити об'єднання в AutoCAD

Можливо використати командою «Розділення» на панелі «Редагування тіла». Але розділити складений об'єкт можливо тільки тоді коли немає спільних точок між елементами.

Solid, Subtract

Combines selected 3D solids or 2D regions by subtraction.

Select the objects that you want to keep, press Enter, then select the objects that you want to subtract.



SUBTRACT

Команда «Перетин»

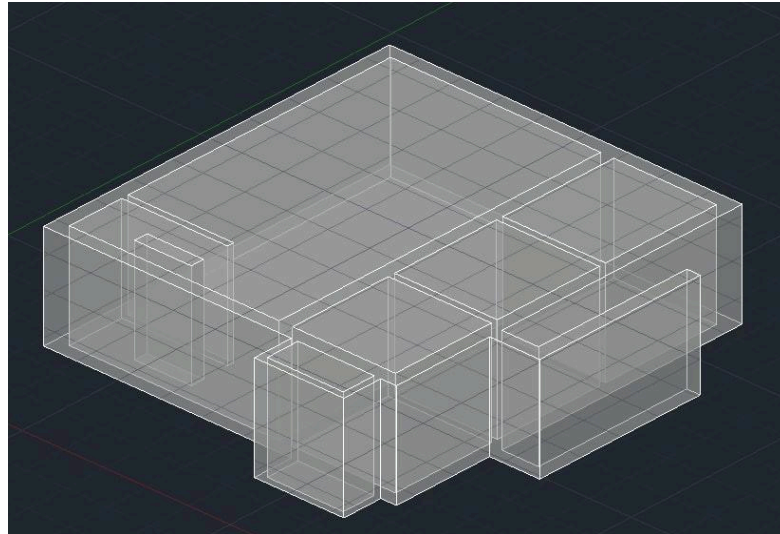
Вона знаходиться на вкладенні «Головна» - панелі «Редагування тіла». С її допомогою можливо виконати побудову 3D моделей у AutoCAD за рахунок видалення об'єму, який є загальним для двох або більше об'єктів які перетинаються.

Практична частина:

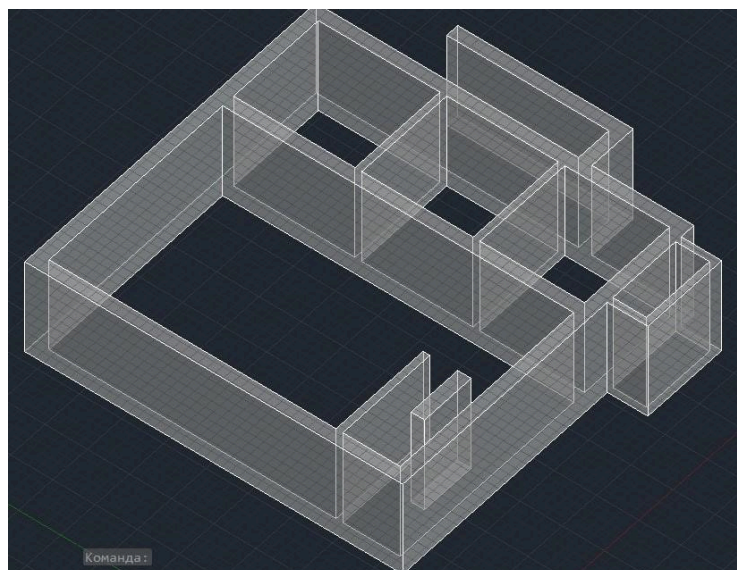
Для побудови просторової моделі поверхів нашого будинку використовуємо створені раніше плани-креслення.

Робимо такі кроки:

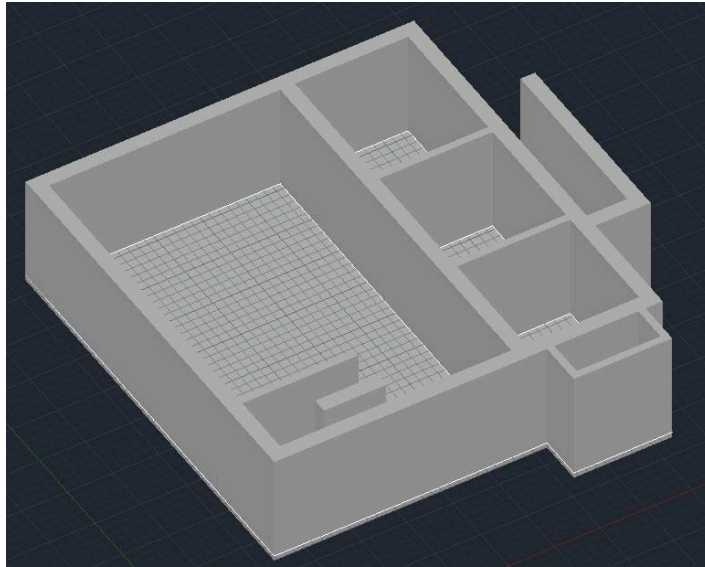
1. Передовсім, вводимо у командний рядок команду DELOBJ і виставляємо значення 0 – щоби наші об'єкти під час роботи не видалялися.
2. Переходимо до роботи з наявним планом. Мусимо перетворити мультілінію – в полілінію.
3. Для цього спочатку викликаємо команду Розчленувати. Розчленовуємо нашу мультілінію на відрізки.
4. За допомогою команди Перетворити перетворимо відрізки на Полілінії та об'єднуємо у замкнуті полілінії.
5. Для створених замкнутих поліліній застосуємо команду Видавити (Extrude). Вказуємо висоту 3000 та натискаю Enter.
6. Повторюємо для всіх контурів. Отримуємо такий результат



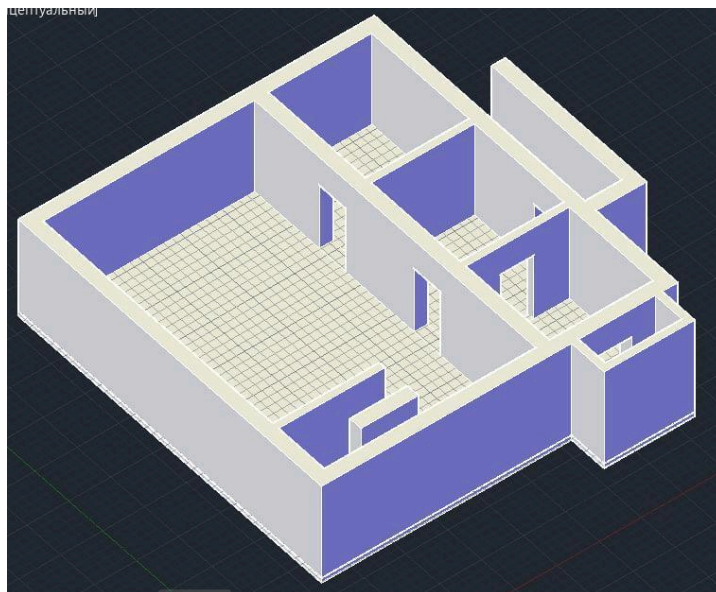
7. Далі потрібно вирізати кімнати всередині будинку, для цього обираємо Булеву операцію Віднімання (Subtract) виділяю найбільший об'єкт, тобто каркас будинку - об'єкт з якого буде відніматися, натискаємо Enter, обираємо об'єкти які будемо вирізати, тобто кімнати, натискаю Enter. Отримуємо результат.



8. Наступним кроком потрібно побудувати підлогу. Для цього викликаємо команду Видавити та виділяю зовнішній контур нижньої площини будівлі, вказую висоту 150, натискаю Enter. Отримуємо каркас будинку



9. Далі потрібно вирізати вікна та двері. Для цього обираємо примітив Ящик (Box) фіксуємо першу точку, там де по плану мають бути двері, вказую довжину - 1000, ширину- 200, висоту - 2100. Формується об'єкт для створення проходу. Обираємо функцію віднімання, спочатку обираємо стіну - об'єкт з якого віднімається, потім створений ящик - об'єкт який віднімають. Отримуємо такий результат.



Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди створення 3D модель поверху з використанням команд Видавити, та команд редагування віднімання, об'єднання. План приміщення отримали раніше.

Запитання до Лабораторної роботи №10

1. Які існують команди булевих операцій?
2. Як використовувати команду Об'єднання при створення моделі будинку?
3. Як використовувати команду Віднімання при створення моделі будинку?
4. Як використовувати команду Перетин при створення моделі будинку?
5. Як можливо перетворити мультілінію у плілінію?
6. Як можливо сформувати поверх приміщення на основі полілінії?

Лабораторна робота № 11

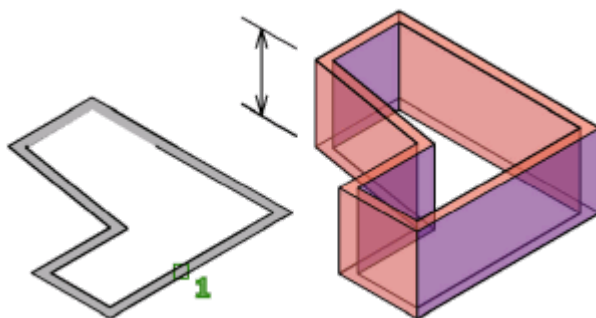
на тему «Створення 3D моделі поверху за допомогою команди AutoCAD Presspull»

Мета роботи: Вивчити та засвоїти команди складного моделювання та редагування тіл.
Виконати модель поверху за допомогою команди AutoCAD Presspull.

Теоретична частина.

Команда **Presspull** динамічно змінює об'єкти шляхом видавлювання та зсуву.

Отримайте візуальний зворотний зв'язок під час переміщення курсору після вибору 2D-об'єкта, області, утвореної замкнутою межею, або 3D-суцільної грані. Поведінка натискання або витягування відповідає типу об'єкта, який ви вибираєте для створення екструзії і зсувів. У цьому прикладі область між двома ламаними лініями витягується, щоб створити тривимірну суцільну стіну.



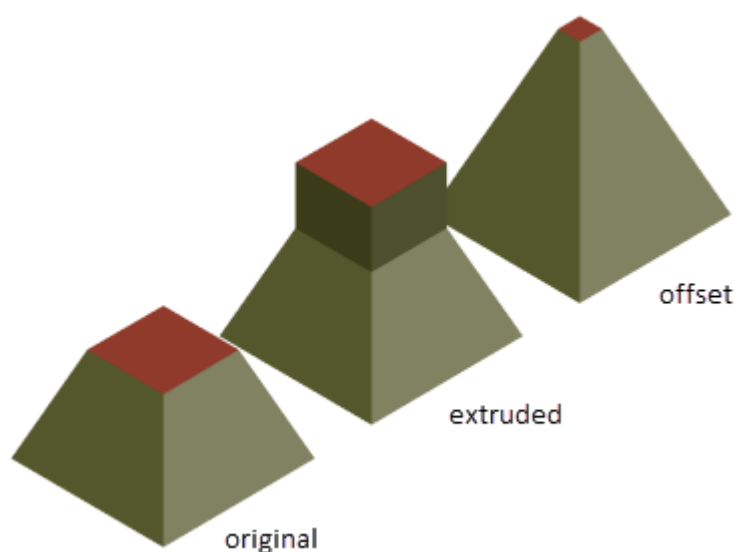
Команда повторюється автоматично, доки ви не натиснете Esc, Enter або пробіл.

Відображаються наступні підказки.

Об'єкт або обмежена область

Виберіть об'єкт, обмежену область або 3D суцільну грань, яку потрібно змінити.

Вибір грані витягує грань, не впливаючи на суміжні грані. Якщо натиснути клавішу Ctrl і клацнути грань, грань буде зміщена, і зміна також вплине на суміжні грані.



Можливі опції команди.

Множинний

Вказує, що ви бажаєте зробити більше одного вибору.

Ви також можете Shift+клацнути, щоб зробити кілька виділень.

Відстань зміщення

Якщо ви вибрали грань тривимірного тіла, укажіть зсув, перемістивши курсор або ввівши відстань.

Висота екструзії

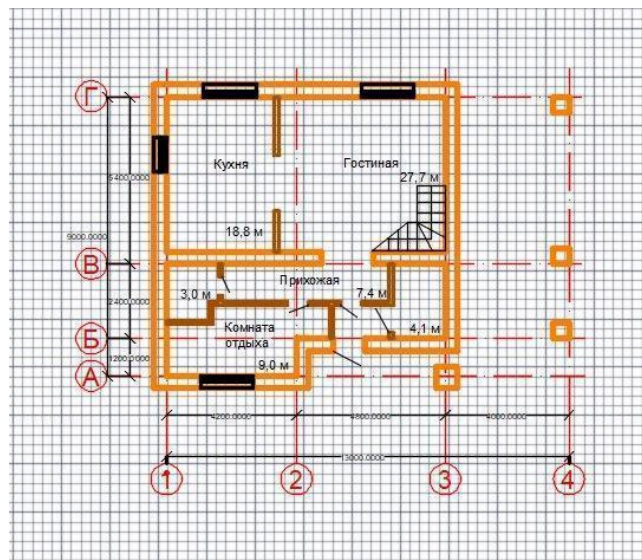
Якщо ви вибрали двовимірний об'єкт або клацнули в закритій області, укажіть висоту екструзії, перемістивши курсор або ввівши відстань. Напрямок екструзії плоских об'єктів є перпендикулярним до плоских об'єктів і в напрямку Z поточної UCS для неплоских об'єктів.

Практична частина:

Для побудови просторової моделі поверхів нашого будинку використовуємо створені раніше плани-креслення.

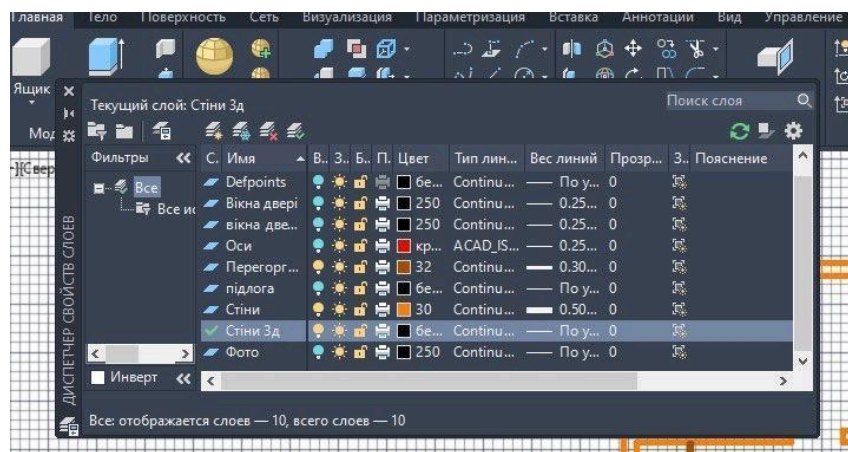
Для створення тривимірної моделі першого поверху будинку в AutoCAD за допомогою команди Presspull виконуємо наступні кроки:

1. Починаємо працювати з планом. За основу моделі першого поверху у 3Д використовуємо готовий план поверху, який був створений завдяки інструменту «Полілінія».



2. Редагуємо «Шари», додаємо нові шари з якими буду працювати у 3Д.

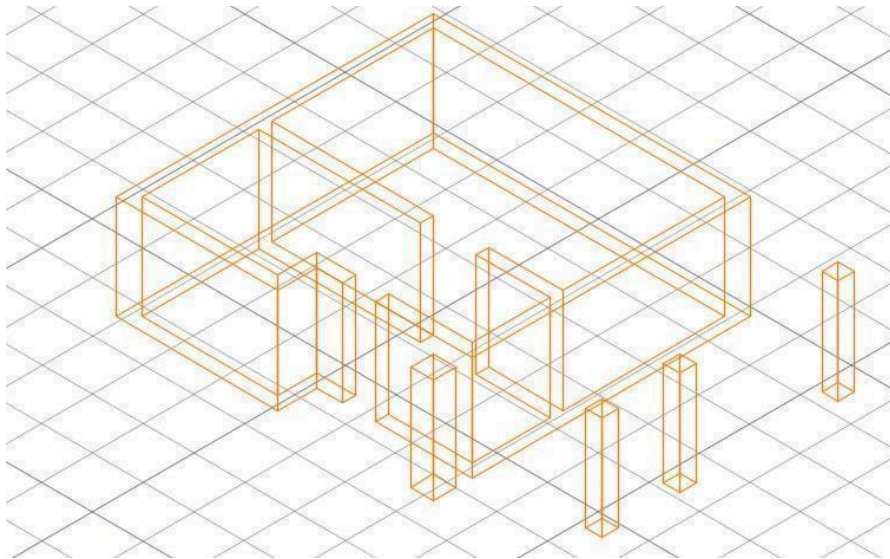
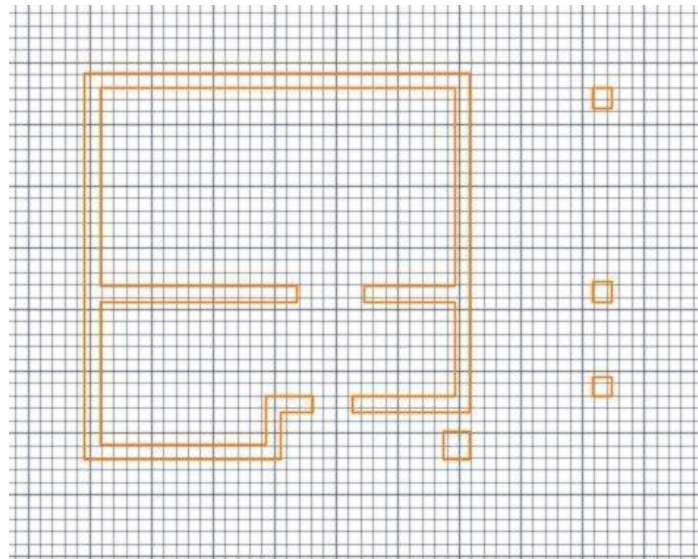
Додаємо такі шари як: «Стіни 3Д», «Вікна Двері 3Д», «Підлога», «Перегородки 3Д».



3. Переходимо до шару «Стіни 3Д» та будуємо несучі стіни завдяки інструменту

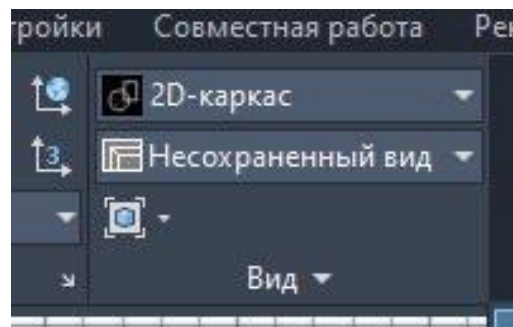
« Presspull ».

1. Обираємо внутрішній контур стін, які необхідно сформувати.
2. Ввожу команду " Presspull "
3. Помічаю базову точку.
4. Вказую напрямок і довжину стін «3200».

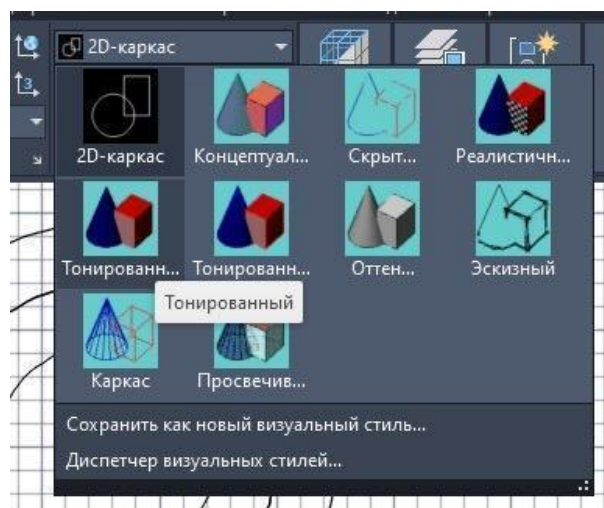


Отримуємо такий результат.

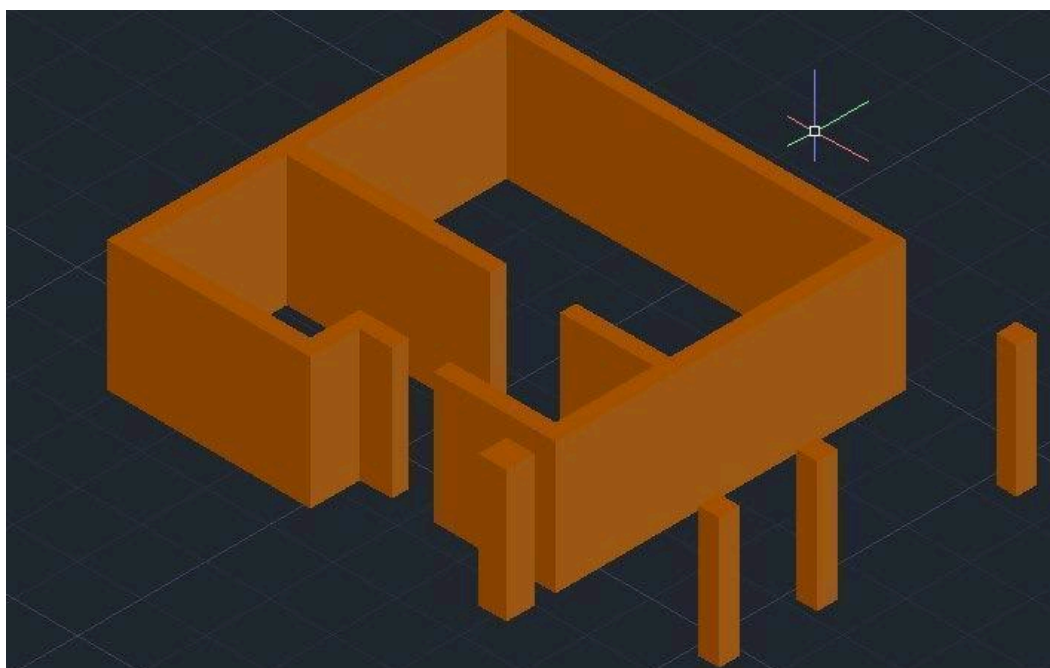
4. Задаємо тонування стін. Для цього на панелі інструментів обираємо розділ «Вид».



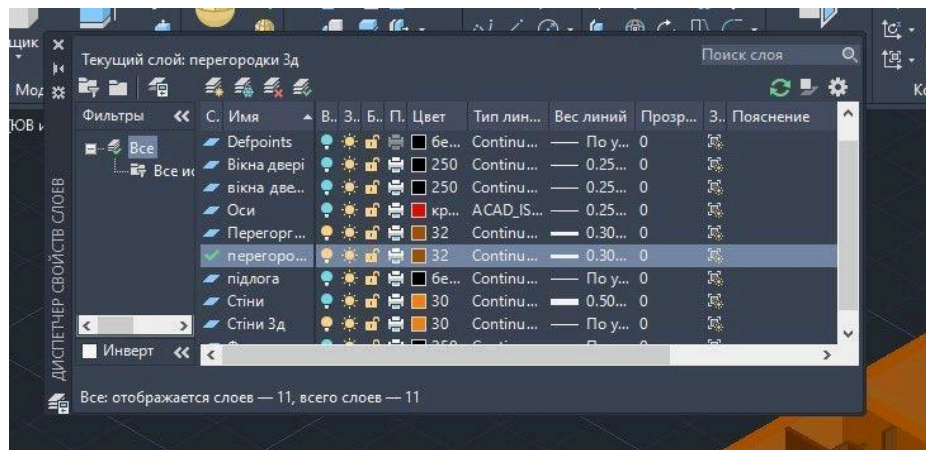
Далі натискаємо «Стиль» та обираємо «Тонований».



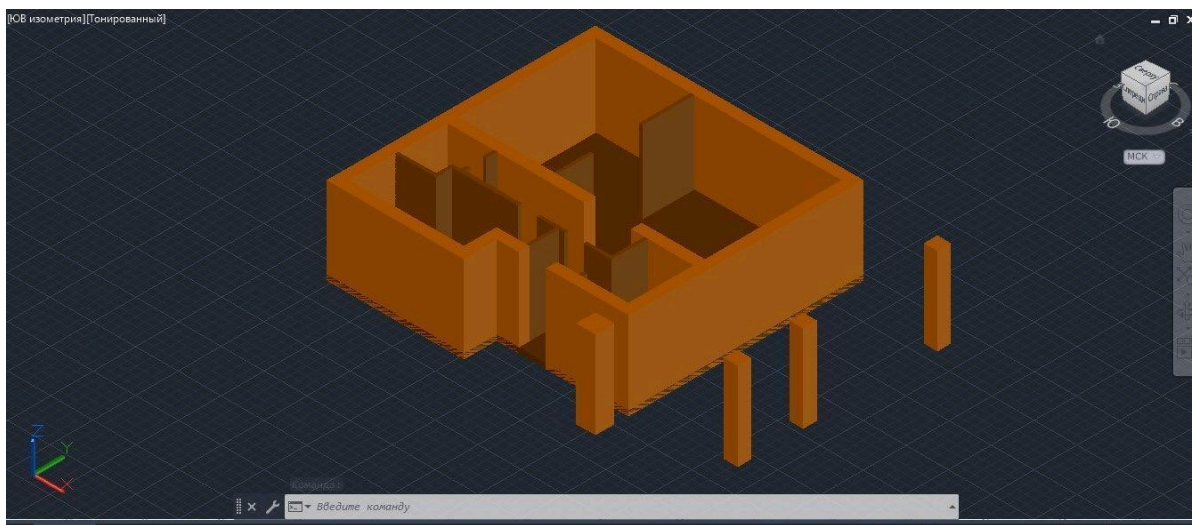
Отримуємо такий результат .



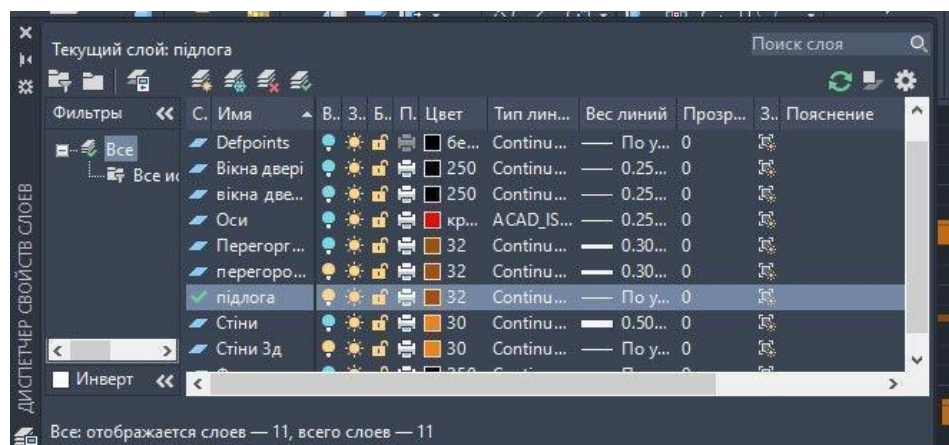
5. Наступним етапом переходимо на шар «Перегородки 3Д».



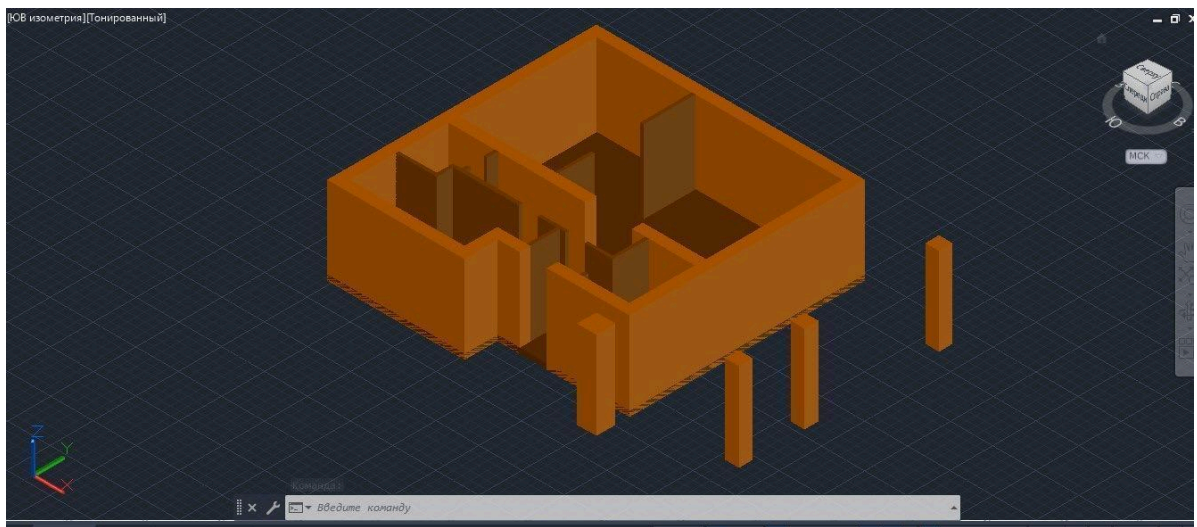
Знову використовуємо команду « Presspull » та робимо стіни - перегородки. Отримуємо такий результат.



6. Переходимо до створення підлоги, для цього переходимо до шару «Підлога».



Змінюємо положення моделі до «Низ», використовуючи правий верхній кут. Обводимо контур першого поверху будинку. Застосовуємо команду « Presspull ». Отримуємо такий результат.



Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди створення 3D модель поверху з використанням команди Presspull, План приміщення було сформовано раніше.

Запитання до Лабораторної роботи №11

1. Як використовувати команду Presspull при створення моделі будинку?
2. Які існують опції команди Presspull моделі?
3. Які об'єкти можливо використовувати у команді Presspull при створення моделі?
4. Як можливо використовувати плілінію при створенні поверху за допомогою команди Presspull?
5. Як можливо завдати висоту стіни, яку формуємо за допомогою команди Presspull?

Лабораторна робота № 12

на тему «Створення 3D моделі поверху за допомогою команди AutoCAD Політіло (Polysolid)»

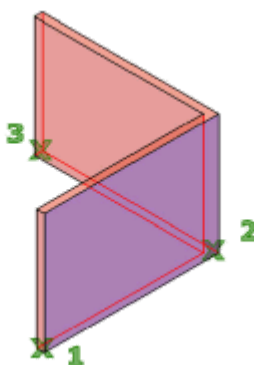
Мета роботи: Вивчити та засвоїти створення 3D моделі поверху за допомогою команди AutoCAD Політіло (Polysolid). Виконати модель поверху за допомогою команди AutoCAD Політіло (Polysolid).

Теоретична частина.

POLYSOLID (команда)

Створює тривимірне тіло у формі стіни або ряду стін.

Можливо створювати тривимірні стіни з прямими та вигнутими сегментами постійної висоти та ширини.



Можливо створити тривимірне тіло за допомогою POLYSOLID так само, як і ламану лінію. Системна змінна PSOLWIDTH встановлює ширину за замовчуванням для тривимірного тіла. Системна змінна PSOLHEIGHT встановлює стандартну висоту. Ви також можете перетворити існуючі 2D-об'єкти, такі як лінії, 2D-ламані лінії, дуги та кола, у 3D-тіла з висотою, шириною та вирівнюванням за замовчуванням.

Відображаються наступні підказки.

Початкова точка

Визначає початкову точку сегмента політела.

Об'єкт

Визначає вибір двовимірного об'єкта для перетворення на тривимірне тіло.

Висота

Визначає висоту висоти сегментів політела. (системна змінна PSOLHEIGHT)

Ширина

Визначає ширину сегментів політела. (системна змінна PSOLWIDTH)

Обґрунтуйте

Визначає ширину політела, яке буде розміщено: у центрі, ліворуч або праворуч від профілю політела або визначення 2D-об'єкта.

Наступна точка

Визначає наступну точку профілю політела.

Арк

Додає сегмент дуги до профілю політела. За умовчанням початковий напрямок дуги є дотичним до попереднього сегмента. Ви можете вказати інший початковий напрямок за допомогою опції Напрямок.

Закрити

Закриває Політіло шляхом створення лінійного або дугового сегмента від останньої вершини до початку профілю політела.

Напрямок

Визначає сегмент дуги, встановлюючи початковий напрям дотичної та кінцеву точку лінія

Вихід із підказки «Дуга» та повернення до прямолінійних сегментів.

Другий пункт

Визначає другу точку та кінцеву точку сегмента дуги з трьох точок.

Скасувати

Видаляє останній дуговий сегмент, доданий до профілю політела.

Закрити

Закриває Політіло шляхом створення сегмента лінії або дуги від останньої вказаної точки до початкової точки політела. Для використання цієї опції необхідно вказати принаймні три точки.

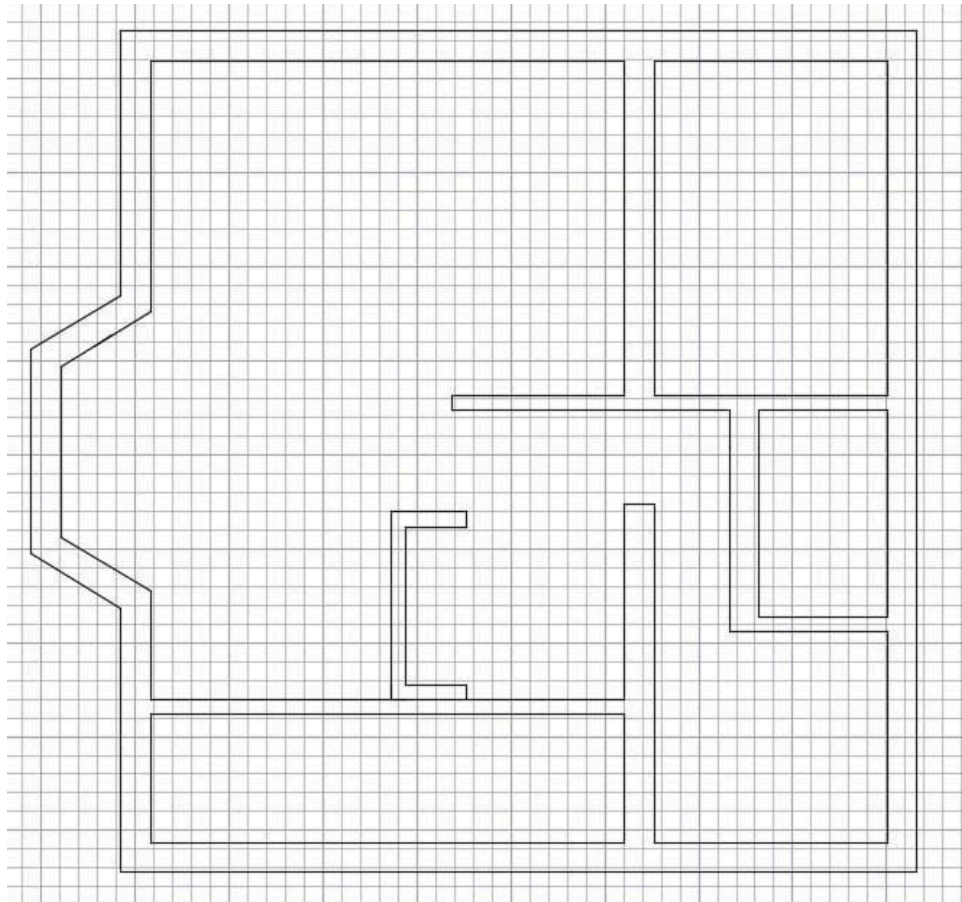
Скасувати

Видаляє останній сегмент, доданий до політела.

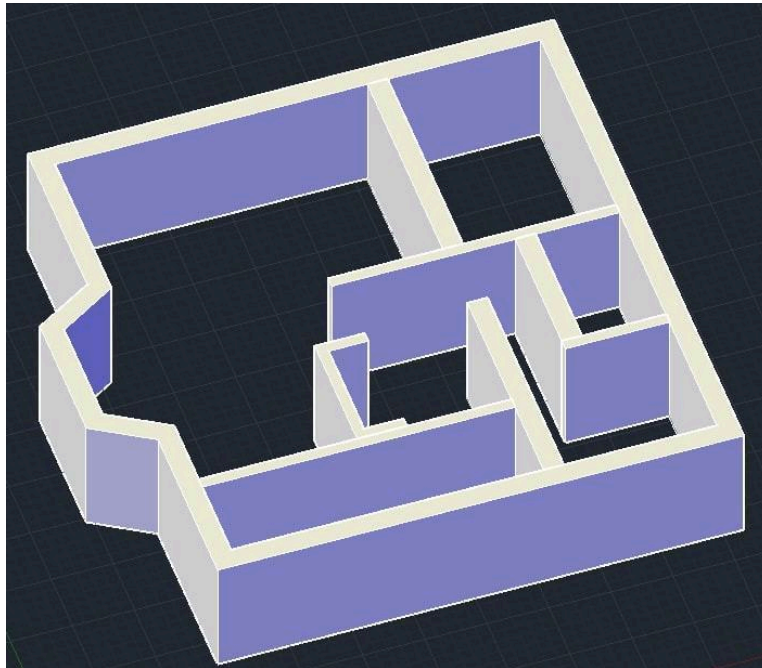
Практична частина.

1. У властивостях шарів вимикаємо усі шари окрім *стіни*. План поверху будинку був створений за допомогою відрізків. Їх потрібно перетворити на полілінію, для цього

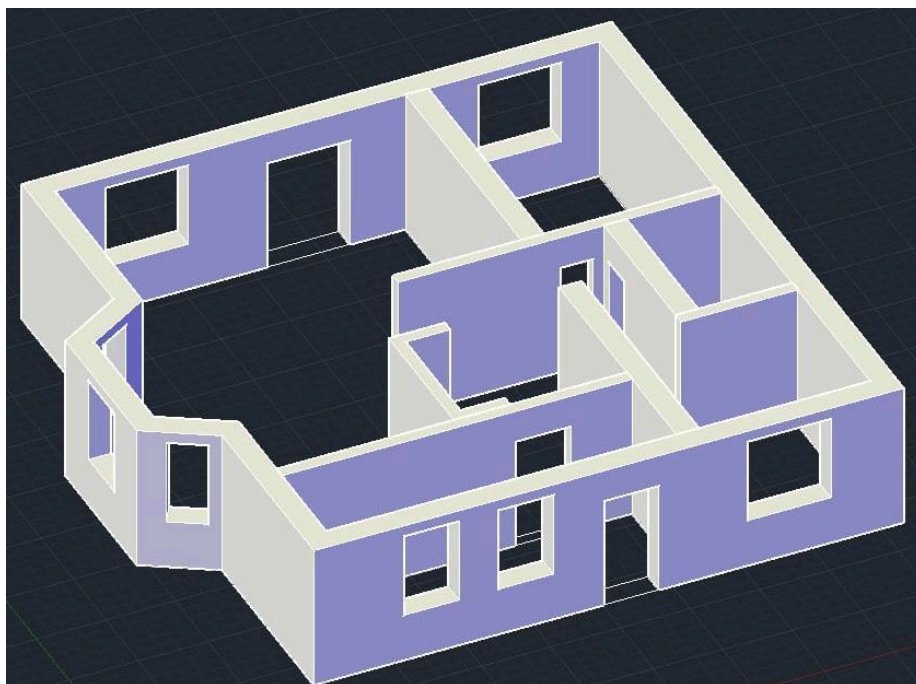
обираємо функцію *редагувати полілінію*  та в командному рядку натискаємо *декілька* та виділяємо весь план, натискаємо Enter, в командному рядку обираю наступне: так-додати-0, натискаю Enter та отримуємо план з поліліній.



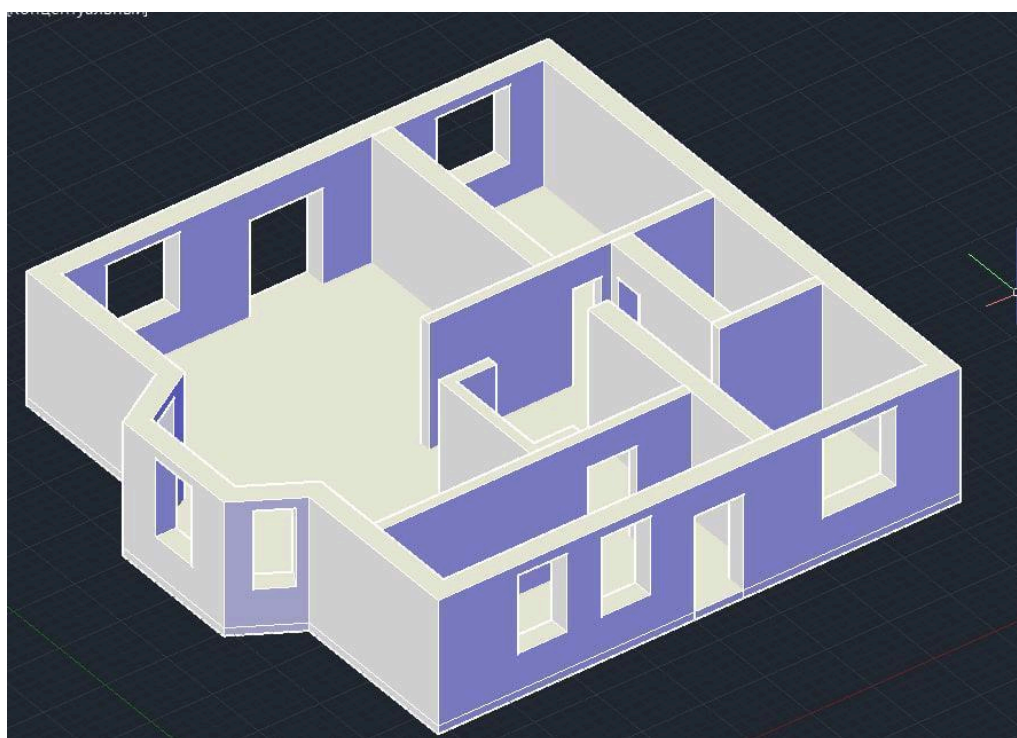
1000636208. Викликаємо команду *політіло*, в командному рядку вводимо такі данні: висота - 2700, ширина - 400, вирівнювання- зліва. Обводимо по плану всі несучі стіни. Для цього вказуємо першу точку та ведемо спочатку по зовнішнім стінам, вкінці замикаємо. Знову вибираємо політіло та проводимо несучі стіни в середині плану, натискаємо Enter. Викликаємо команду політіло та вказуємо такі данні: висота - 2700, ширина- 200, вирівнювання- зліва. Обводимо по плану стіни, які залишилися. Отримуємо такий результат:



1000638768. Далі потрібно вирізати вікна та двері. Для цього обираємо Ящик та ставимо першу точку, там де по плану мають бути двері, вказуємо довжину - 1000, ширину- 200, висоту - 2100. Обираємо функцію віднімання, спочатку обираємо стіну - об'єкт з якого віднімається, потім створений ящик. Вмикаємо шар вікна, вибираємо ящик та виділяємо по плану довжину та ширину, висоту вказуємо 1600, виділяємо створені ящики та в властивостях вказуємо положення z 900. Вибираємо функцію вирізання, обираємо об'єкт з якого вирізається - стіна, і об'єкти які вирізаємо - вікна.



1000638208. Тепер потрібно побудувати підлогу. Для цього викликаємо функцію *Видавити* та виділяємо зовнішній контур нижньої площини будівлі, вказуємо висоту 150, натискаємо Enter.



Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди створення 3D модель поверху з використанням команди Політіло (Polysolid), План приміщення було сформовано раніше.

Запитання до Лабораторної роботи №12

1. Як використовувати команду Політіло (Polysolid) при створення моделі будинку?
2. Які налаштування існують у команди Політіло (Polysolid)моделі?
3. Які об'єкти можливо використовувати у команді Політіло (Polysolid)при створення моделі?
4. Як можливо використовувати плілінію при створенні поверху за допомогою команди Політіло (Polysolid)?
5. Як можливо завдати висоту стіни, яку формуємо за допомогою команди Політіло (Polysolid)?
6. Як можливо завдати ширину стіни, яку формуємо за допомогою команди Політіло (Polysolid)?
7. Як можливо завдати точки прив'язки побудови стіни, яку формуємо за допомогою команди Політіло (Polysolid)?

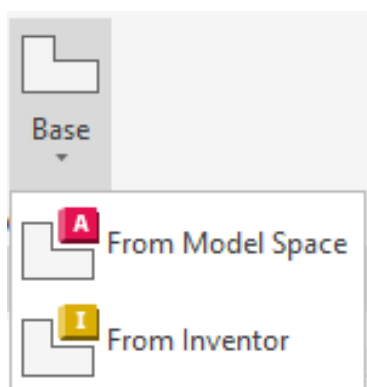
Лабораторна робота № 13

на тему «Створення технічної документації на основі тривимірної моделі об'єкта у САПР AutoCAD»

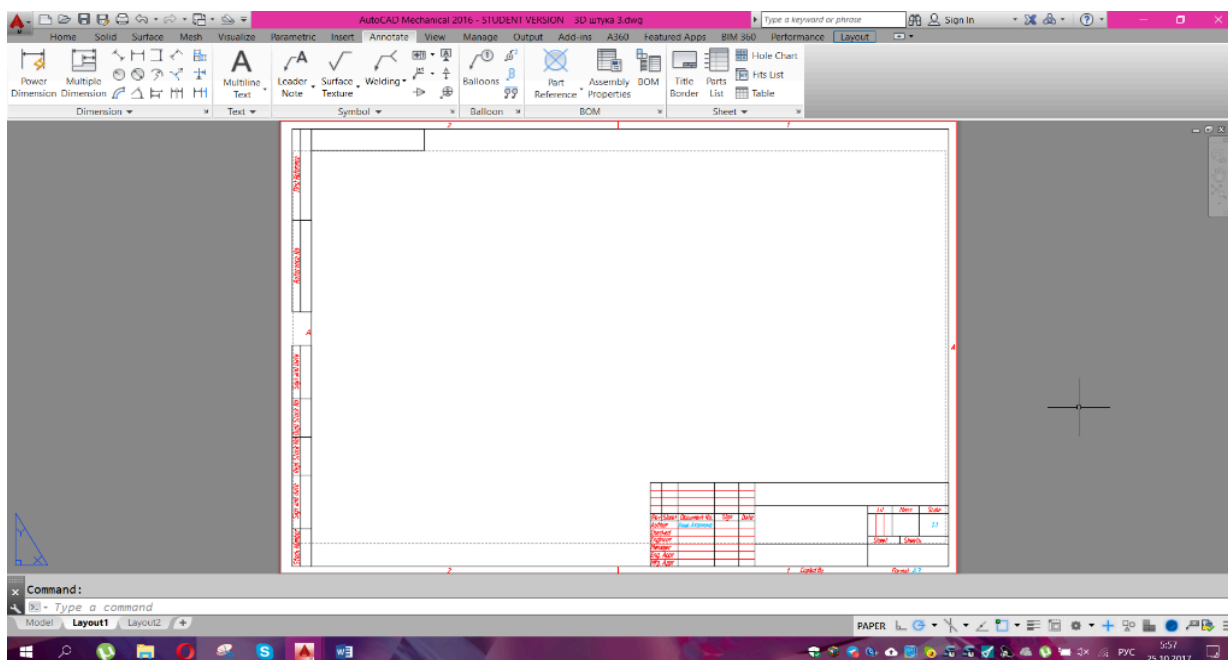
Мета роботи: Навчитися створювати технічну документацію на основі тривимірної моделі поверху.

Теоретична частина. Для створення 2D кресленику з моделі необхідно в першу чергу створити модель. Після цього заходимо на вкладку внизу екрану «Аркуш 1» і створюємо рамку через вкладку на головній панелі «Анотації». Отримаємо такий результат:

AutoCAD дозволяє створювати кресленик на основі 3D моделі. Для цього потрібно перейти на новий лист кресленика та обрати команду «Базовий», натиснути ліву клавішу миші для того щоб розгорнути випадне меню.



У цьому мені обираємо «3 простору моделі» та вставляємо на лист нашу модель поверху деталь у вигляді виду. Обираємо тип лінії на кресленики «Видимі і невидимі»



Обираємо місце розташування та лівою клавішею миші підтверджуємо дії, а також можливо вибрати інші дії такі як:

1. Напрямок (який напрям повороту фігури);
2. Приховані лінії (ті лінії, які показані в каркасі моделі);

3. Масштаб – зміна масштабу отриманого кресленика;
4. Видимість;
5. Перенесення;

Після розміщення видів кресленика з різних видимих напрямків команда дозволяє показати виносні елементи та елементи проекції, а також перерізи.

1. **Виносний елемент** – дозволяє більш широко показати необхідну частину отриманої моделі, або як у нашому випадку кресленика.
2. **Переріз** – дозволяє показати «де?» и «як?» уявно розрізали модель на дві частини та показати що знаходиться усередині.

Має декілька опцій команди:

- 1) Повний – повністю показує переріз деталі.
 - 2) Неповний – неповністю, а лише деяку частину показує переріз деталі.
 - 3) Паралельний – дозволяє показати паралельний переріз.
 - 4) Із-за об'єкта – дозволяє показати те, що не видно через вибраний неправильний кут.
 - 5) Зі зміщенням – дозволяє показати як саме змінюється деталь.
3. **Проекції** – дозволяє перенести вигляд з одного боку на інший та відокремити його на окремому кресленнику. (Використовується на самому початку).

РОЗДІЛ (команда)

Використовує перетин площини з тривимірними тілами, поверхнями або сітками для створення двовимірного об'єкта області.

Команда SECTION створює об'єкт області, який представляє двовимірний переріз тривимірних об'єктів, включаючи тривимірні тіла, поверхні та сітки.

Цей метод не має живих можливостей розрізу, які доступні для об'єктів площини перетину, створених за допомогою команди SECTIONPLANE.

Відображаються наступні підказки.

Виберіть об'єкти

Вибирає один або декілька 3D-об'єктів. Вибір кількох об'єктів створює окремі області для кожного об'єкта.

Укажіть першу точку на січній площині одним із таких способів:

Об'єкт

Вісь Z

Переглянути

XY

YZ

ZX

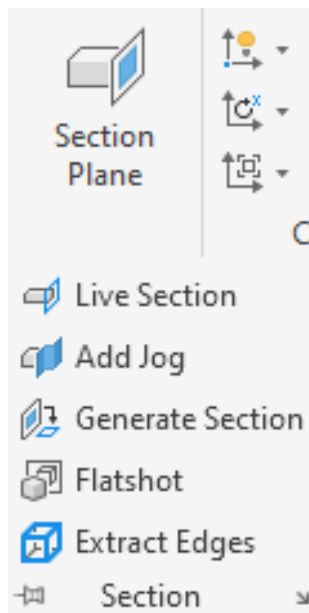
3 бали

Об'єкт

Вирівнює площину розрізу з колом, еліпсом, круговою або еліптичною дугою, 2D-сплайном або 2D-сегментом полілінії.

Другий варіант створення кресленику.

Для створення плану використовуємо команду Січення (Section)



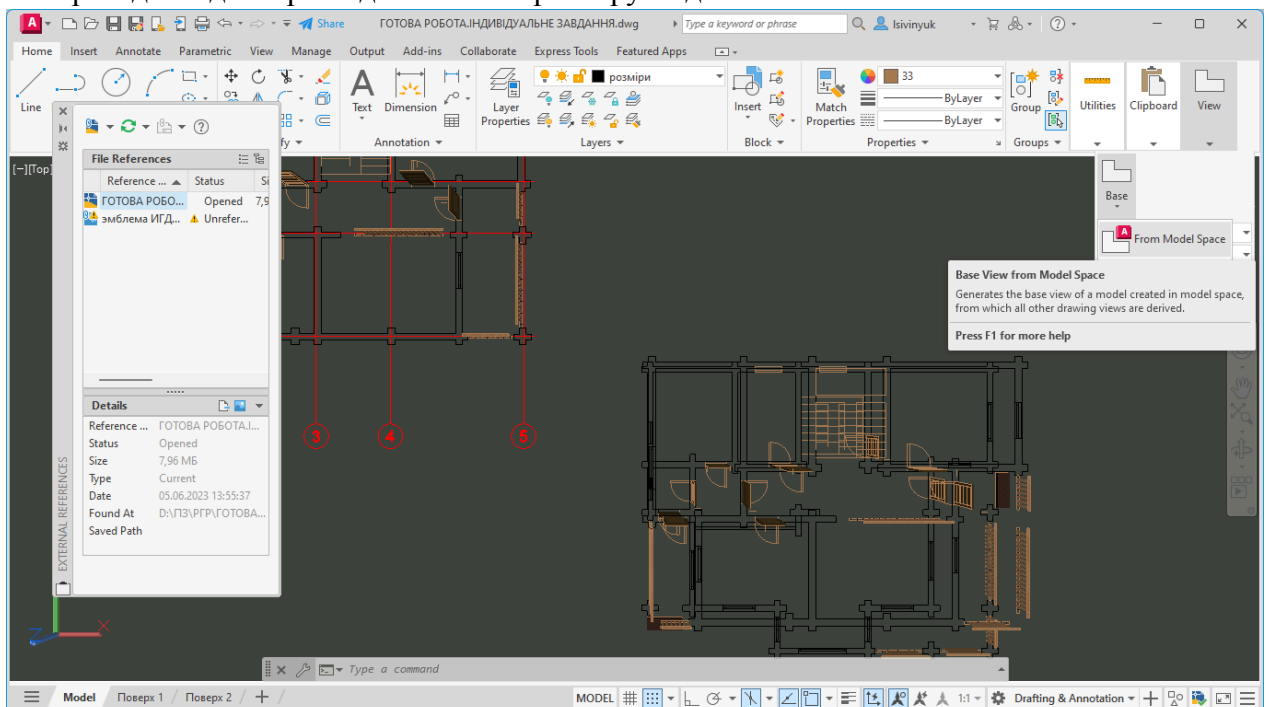
Послідовність використання цієї команди наступна:

1. Створюємо Січну площину (Section Plane)
2. Налаштовуємо як буде формуватися січення – двовимірне або тривимірне.
3. Додаємо злам на січній площині (якщо це потрібно)
4. Формуємо січення (Generate Section).
5. Розміщуємо зображення у області моделі.
6. На основі отриманого зображення формуємо кресленик.

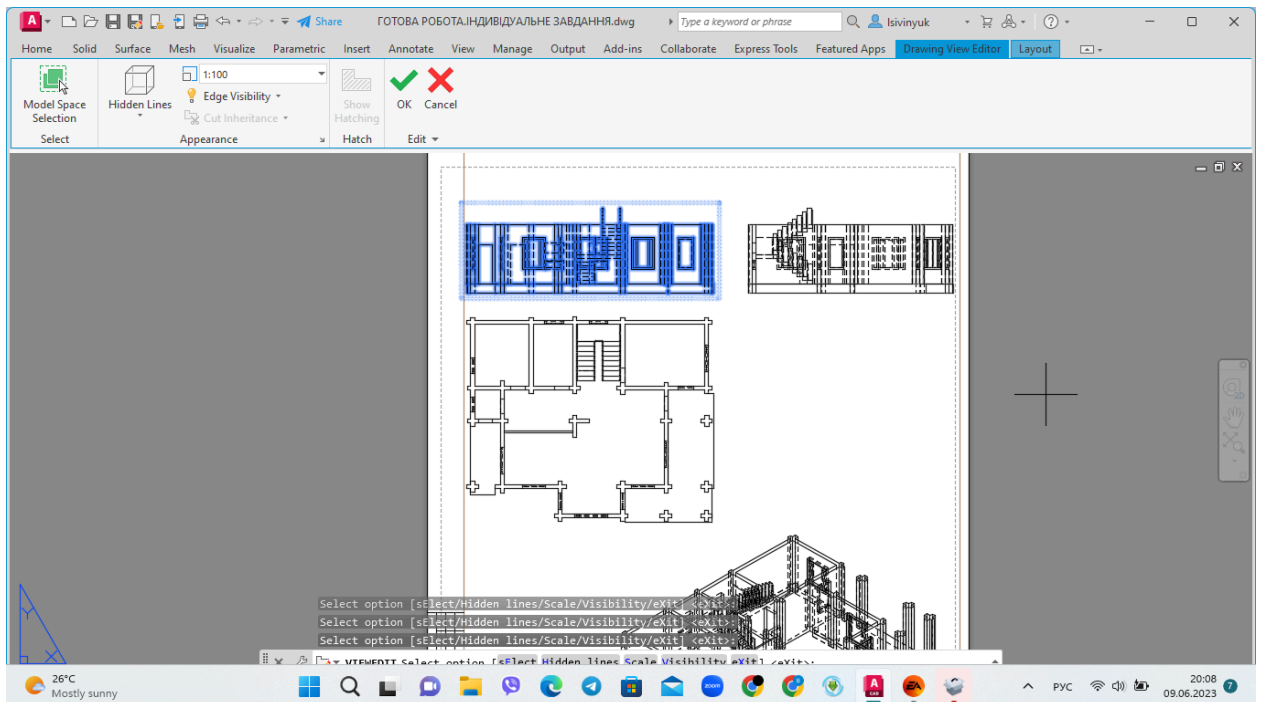
Практична частина.

Завдання:

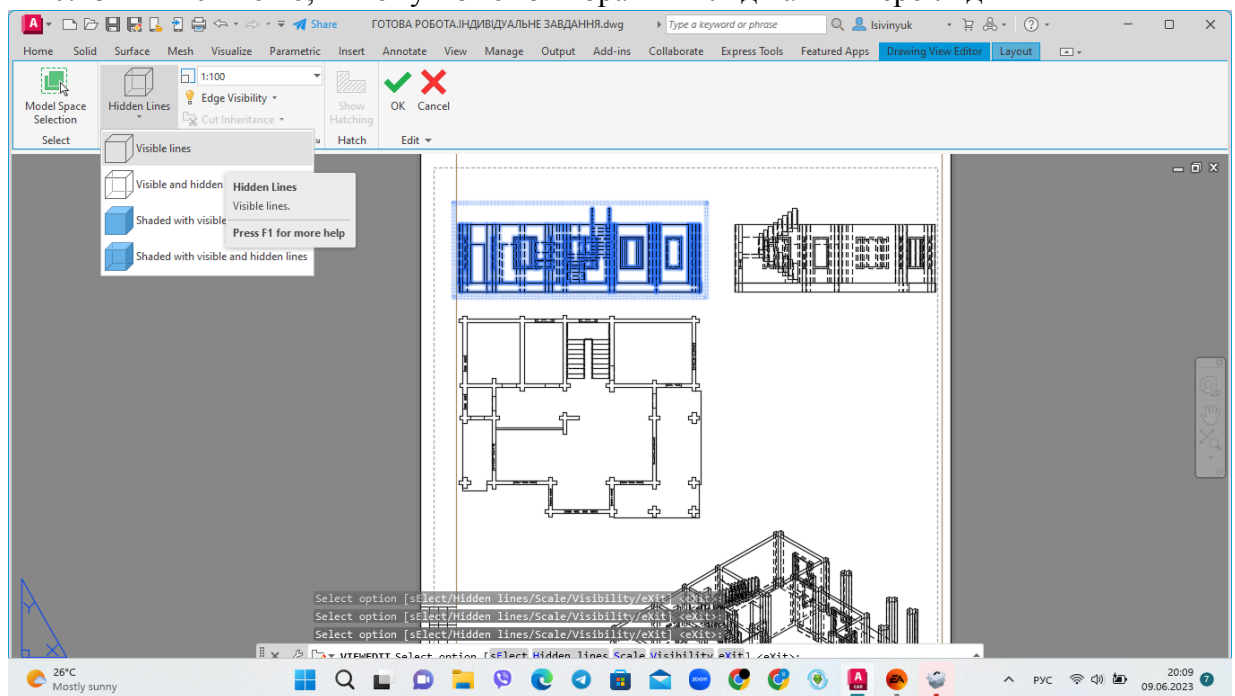
1. Побудова технічної документації (кресленика) моделі поверху.
2. Обираємо тривимірну модель поверху.
3. Переходимо до Перегляд->База->3D простору моделі



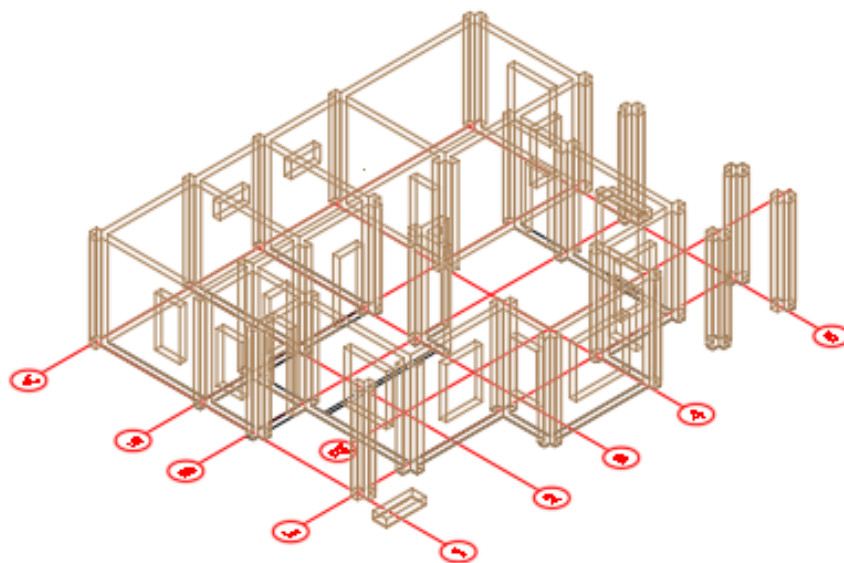
4. Будуємо проєкції моделі поверху
5. Вибираємо аркуш з назвою "Види. 1 поверх "
6. Перетягаємо вниз і додаємо вид зверху
7. Також додаємо вид зверху ліворуч.
8. Можливо додати вид праворуч.



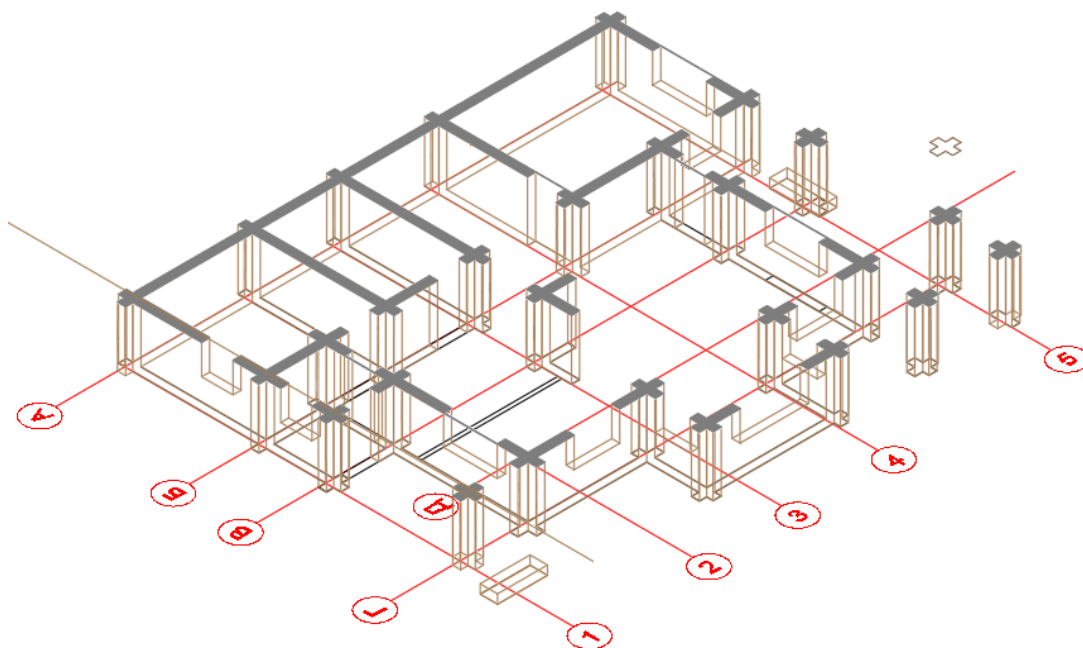
9. Обравши достатню кількість переглядів, клацніть по одному з них
10. З'явиться меню, в якому можемо вибрати вигляд наших переглядів



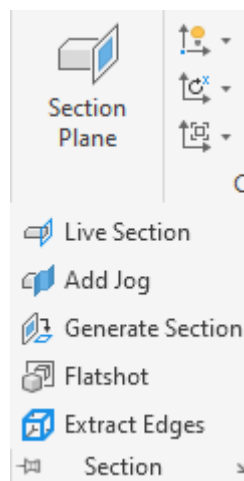
Обираємо «Заштриховано видимими лініями»
 Натисніть ОК
 Оформлюємо додаванням основного напису та штампу.



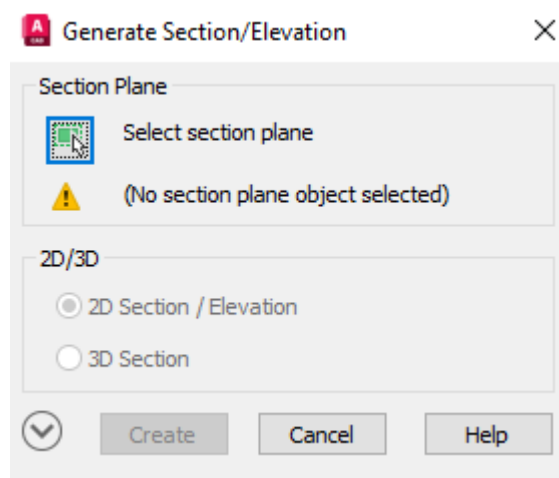
Спочатку формуємо об'єкт січення, потім обертаємо на кут 90 градусів.



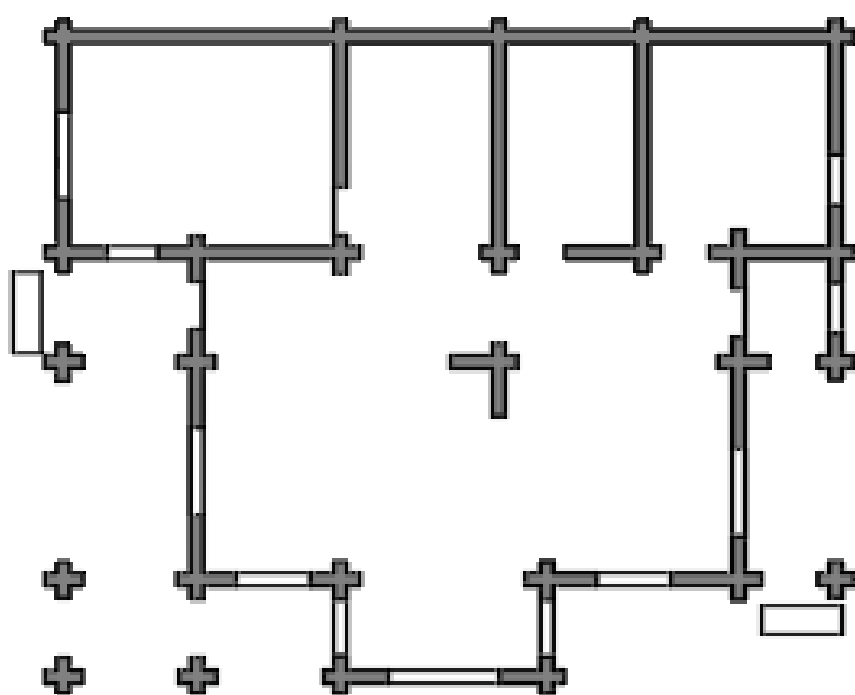
У розділі Section обираємо команду Generate Section/



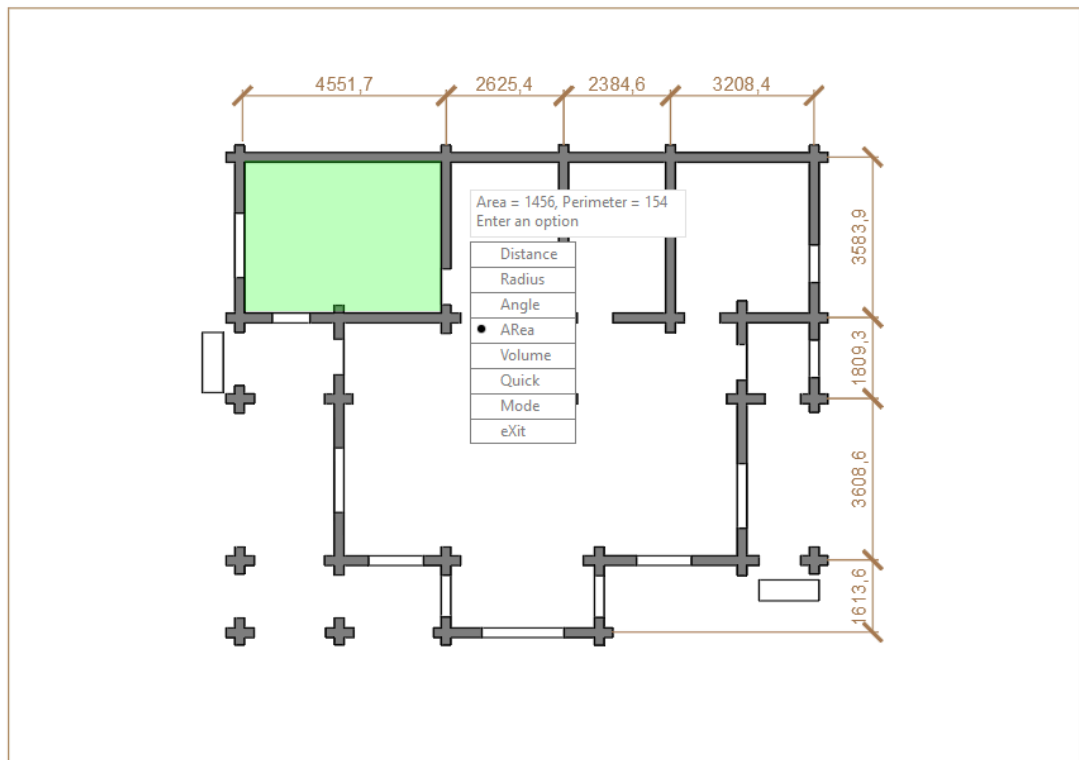
Обираємо Section Plane



Потім формуємо Січення.



Використовуючи створене зображення фомуємо кресленик поверху.



Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди створення кресленику з 3D моделі поверху з використанням команди From Model Space та команди Section Plane. Модель приміщення було сформовано раніше.

Запитання до Лабораторної роботи №13

1. Як використовувати команду Формувати з області моделі?
2. Які налаштування існують у команди Формувати з області моделі?
3. З яких об'єктів можливо отримати кресленик за допомогою команди Формувати з області моделі?
4. Як можливо налаштувати показ лінії у команді Формувати з області моделі?
5. Які види можливо сформувати за допомогою команди Формувати з області моделі\?
6. Як можливо створювати Січну площину?
7. Як можливо формувати січення (переріз) за допомогою Січної площини?

Лабораторна робота № 14

на тему «Розрахунок площі приміщень та візуалізація у САПР AutoCAD

Мета роботи: Навчитися проводити розрахунок площі та периметр приміщень на плані за допомогою команди ОБЛАСТЬ "Area". Провести налаштування та виконати візуалізацію приміщення.

Теоретична частина.

Одним з важливих параметрів при виконання будівельних проєктів є розрахунок площі та приміщень. У САПР AutoCAD існує для цього команда ОБЛАСТЬ "Area".

ОБЛАСТЬ (команда)

Обчислює площу та периметр об'єктів або визначених областей.

Ви можете отримати вимірювання, вибравши об'єкт або вказавши точки, щоб визначити, що ви хочете виміряти. Площа та периметр зазначеного об'єкта відображаються в командному рядку та спливаючій підказці.

Команда MEASUREGEOM надає додаткові параметри вимірювання. Ви також можете використовувати BOUNDARY, щоб створити замкнуту полілінію або область, а потім використовувати LIST або палітру Properties, щоб знайти область.

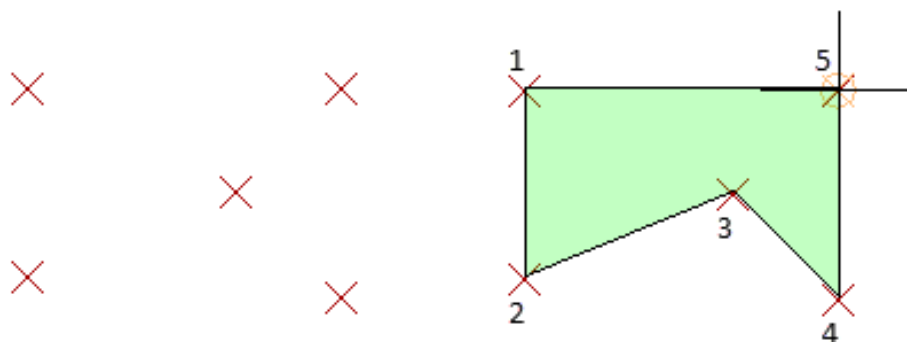
Відображаються наступні підказки.

Вкажіть першу кутову точку

Обчислює площу та периметр, визначені вказаними точками. Почніть із визначення першого пункту. Усі точки мають лежати в площині, паралельній площині XY поточної системи координат користувача (UCS).

Укажіть наступний пункт

Відображається гумова лінія від першої вказаної точки до курсору. Продовжуйте вказувати точки, щоб визначити багатокутник, а потім натисніть Enter, щоб завершити визначення периметра. Площа для обчислення виділена зеленим кольором.



Якщо ви не замкнете багатокутник, площа обчислюється так, якби була проведена лінія від останньої введеної точки до першої. Під час обчислення периметра ця довжина лінії додається.

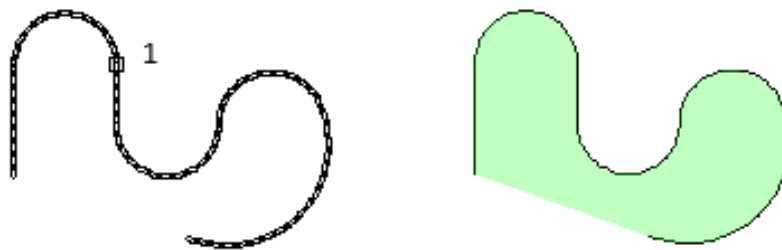
Об'єкт

Обчислює площу та периметр вибраного об'єкта.

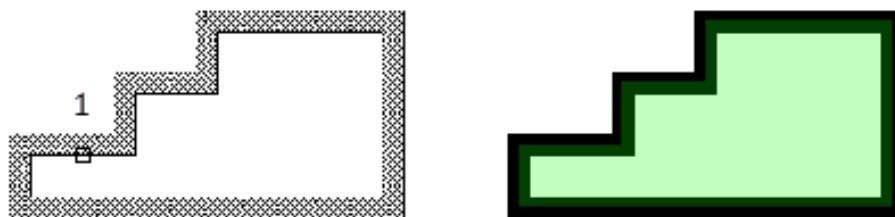
Виберіть об'єкти

Виберіть такі об'єкти, як кола, еліпси, сплайни, полілінії, багатокутники, області та тривимірні тіла.

Якщо вибрати незамкнуту ламану, площа обчислюється так, якби лінія була проведена від останньої введеної точки до першої. Під час обчислення периметра довжина лінії ігнорується.

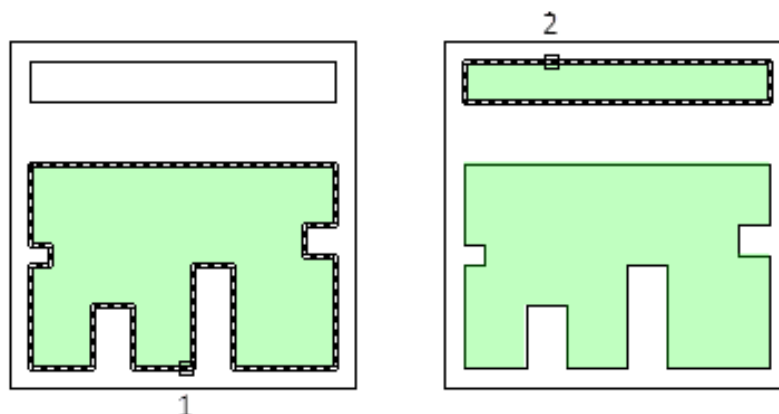


Центральна лінія широкої ламаної використовується для обчислення площі та периметра (або довжини).



Режим Додати область

Вмикає режим додавання та відображає загальні сукупні вимірювання наступних областей, які ви вказуєте. Ви можете вибирати точки та об'єкти для отримання розрахунку. Наприклад, ви можете вибрати два об'єкти, щоб отримати загальну площу.

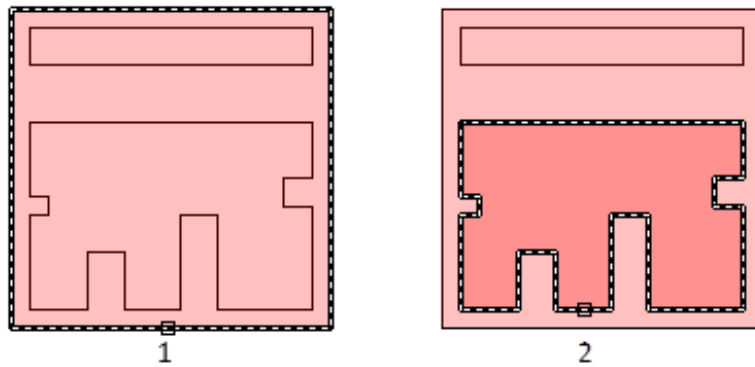


Якщо вибрати точки і не закрити багатокутник, площа обчислюється так, якби була проведена лінія від останньої введенної точки до першої.

Режим Відняти площу

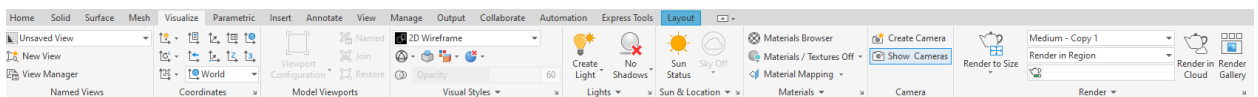
Віднімає площі та периметри із загальної площі. Ви можете вибрати точки або об'єкти, щоб отримати обчислення. У наступному прикладі другий вибраний об'єкт віднімається від першого.

При необхідності можливо переходити між режимами обчислення не виходячи з команди, а тільки змінюючи режими.



Дуже важливим елементом створення проєкту є налаштування та виконання візуалізації створеної моделі приміщенні або будинку.

Для створення візуалізації моделі використовується панель “Visualize”. На якій розміщені необхідні інструменти:



Джерела світла, редактор матеріалів, камери, рендер.

POINTLIGHT (команда)

Створює точкове світло, яке випромінює світло в усіх напрямках від свого розташування.

Використовуйте точкові світильники для загального освітлення.

Відображаються наступні підказки.

Місцезнаходження джерела

Визначає розташування світла на кресленні.

Ім'я

Визначає назву світла. В імені можна використовувати великі та малі літери, цифри, пробіли, дефіси (-) і підкреслення (_). Максимальна довжина – 256 символів.

Інтенсивність/Коефіцієнт інтенсивності

Встановлює інтенсивність або яскравість світла. Діапазон становить від 0,00 до максимального значення, яке підтримує ваша система.

Статус

Вмикає і вимикає світло. Якщо на кресленні не ввімкнене освітлення, цей параметр не діє.

Фотометрія

Фотометрія — це вимірювання сили світла джерел видимого світла.

У фотометрії сила світла є мірою сприйнятої потужності, випромінюваної джерелом світла в певному напрямку. Світловий потік - це сприймана потужність на одиницю тілесного кута. Загальний світловий потік для лампи - це сприймана потужність, випромінювана в усіх напрямках. Яскравість — це загальний світловий потік, що падає на поверхню на одиницю площі.

Інтенсивність

Введіть значення інтенсивності в канделах, значення потоку або значення освітленості.

Інтенсивність. Визначає значення інтенсивності в канделах (Cd).

Флюс. Визначає сприйману потужність у значенні світлового потоку (Лм).

Освітленість. Визначає інтенсивність світла на основі значення освітленості. (Lx/Fc).

Значення освітленості можна вказати в люксах або фут-канделах. Введіть d (Відстань), щоб указати відстань, яка використовуватиметься для розрахунку освітленості.

Колір

Назва кольору. Визначає назву кольору.

?. Відображає список назв кольорів. Введіть текстовий рядок, використовуючи символи підстановки, щоб відобразити частковий список назв кольорів, або зірочку (*), щоб відобразити всі можливі варіанти.

Кельвін. Визначає значення температури Кельвіна.

Вихід

Вихід із параметра команди.

Тінь

Змушує світло відкидати тіні.

Вимк. / Увімк

Вимикає та вмикає відображення та розрахунок тіней для світла. Вимкнення тіней підвищує продуктивність.

Гострий

Відображає тіні з різкими краями. Використовуйте цю опцію для підвищення продуктивності.

Soft Mapped

Відображає реалістичні тіні з м'якими краями.

Розмір карти. Визначає об'єм пам'яті для обчислення карти тіней (64/128/256/512/1024/2048/4096).

М'якість. Визначає м'якість, яка використовується для обчислення карти тіней. Введіть значення (1-10).

М'яка вибірка

Відображає реалістичні тіні з більш м'якими тінями (півтінь) на основі розширених джерел світла.

Форма. Визначає форму (лінійну, дискову, прямокутну, сферу, циліндр) і розміри фігури.

Зразки. Визначає розмір вибірки.

Видно. Визначає, чи повинна форма тіні бути видимою (так чи ні).

Вихід. Вихід із параметра команди.

Затухання

Контролює, як світло зменшується на відстані. Чим далі об'єкт від точкового світла, тим темнішим він здається. Затухання також відоме як розпад.

Визначає спосіб ослаблення світла.

Жодного. Не встановлює ослаблення. Об'єкти, розташовані далеко від точкового світла, такі ж яскраві, як і об'єкти, розташовані поблизу світла.

Зворотний лінійний. Встановлює значення ослаблення як величину, обернену лінійній відстані від світла. Наприклад, на відстані 2 одиниці світло вдвічі менше, ніж у точкового світла; на відстані 4 одиниці світло на чверть сильніше. Значення за замовчуванням для зворотної лінійної інтенсивності становить половину максимальної інтенсивності.

Обернений квадрат. Встановлює значення ослаблення, обернене квадрату відстані від світла. Наприклад, на відстані 2 одиниці світло на чверть сильніше, ніж у точкового світла; на відстані 4 одиниці світло становить одну шістнадцяту сили.

Використовуйте обмеження

Вмикає та вимикає межі затухання.

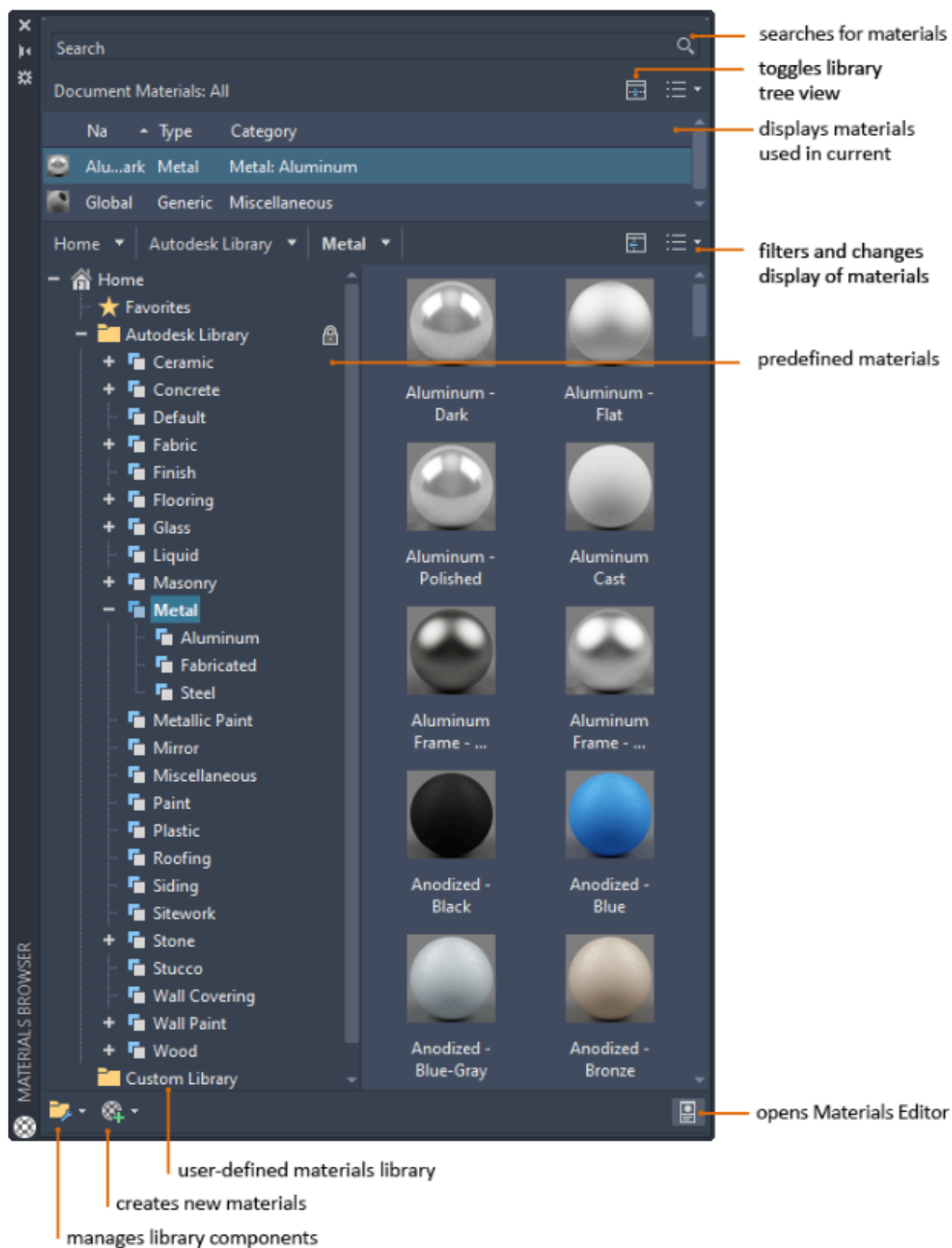
Межа початку затухання

Визначає точку, де починається світло, як зміщення від центру світла. За замовчуванням 0. Кінцева межа затухання.

Браузер матеріалів

Браузер матеріалів (Переглядач матеріалів) дозволяє вам переміщатися та керувати матеріалами.

MATBROWSEROPEN (команда)



Керуємо бібліотеками матеріалів, наданими Autodesk, або створюємо власні бібліотеки для конкретних проектів. Використовуємо кнопки фільтрів, щоб змінити, які матеріали відображаються, розмір ескізів і кількість інформації, що відображається.

Список опцій

Відображаються такі параметри.

Пошук

Пошук матеріалів у кількох бібліотеках.

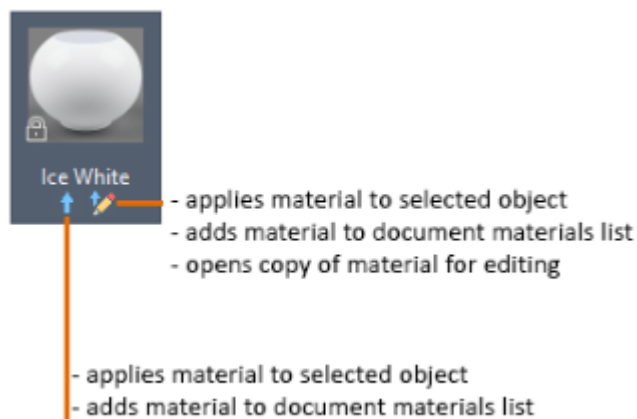
Панель «Матеріали документа».

Відображає матеріали, збережені з відкритим кресленням.

Бібліотечна панель

Перелічує категорії в бібліотеках матеріалів, які зараз доступні.

Матеріали вибраної категорії відображаються праворуч. Кнопки для застосування або редагування матеріалу стають доступними, коли ви наводите курсор миші на зразок матеріалу.



Розкритий список параметрів відображення

Надає параметри для фільтрації та відображення списків матеріалів.

Матеріали документів (тільки розділ «Матеріали документів»)

Надає параметри фільтрації відображуваних матеріалів.

Показати все. Відображає всі матеріали в поточному кресленні. (Варіант за замовчуванням)

Показати застосовані. Відображає лише матеріали, які використовуються в поточному кресленні.

Показати вибране. Відображає лише матеріали, застосовані до вибраних об'єктів у поточному малюнку.

Тип перегляду

Налаштовує список для відображення великих ескізів, маленьких ескізів та інформації або лише тексту.

Сортувати

Контролює порядок відображення матеріалів документа. Ви можете сортувати за назвою, типом або кольором матеріалу. У розділі «Бібліотека» також можна сортувати за категоріями.

Розмір мініатюри

Встановлює розмір відображуваного зразка матеріалу.

Бібліотека (лише розділ Бібліотека)

Відображає вказану вами бібліотеку

Вибране. Спеціальна бібліотека користувача, яка зберігає колекцію визначених користувачем матеріалів. Цю бібліотеку не можна перейменувати.

Бібліотека Autodesk. Містить матеріали, надані Autodesk для використання в усіх програмах.

Користувацькі бібліотеки. Користувацькі бібліотеки, які ви створюєте або імпортуєте в поточний малюнок.

Показати/сховати дерево бібліотеки. Показує або приховує список бібліотек матеріалів (ліва панель).



Додому на початок роботи з матеріалами

Відображає перегляд папок із бібліотеками на правій панелі вмісту. Натисніть папку, щоб відкрити список бібліотек.



Керування бібліотеками

Створює, відкриває або редагує бібліотеки та категорії бібліотек.



Створіть матеріал . Створює нові матеріали.



Редактор матеріалів

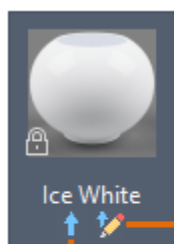
. Відображає редактор матеріалів.

Створення та зміну матеріалів

Матеріал визначається низкою властивостей. Доступні властивості залежать від обраного типу матеріалу.

Не можливо змінювати матеріали в бібліотеці матеріалів Autodesk, але можливо використовувати їх як основу для нових матеріалів. Редактор матеріалів надає такі параметри властивостей, як глянець, прозорість, відблиски та текстура. Доступні налаштування властивостей змінюються залежно від типу матеріалу, який ви оновлюєте.

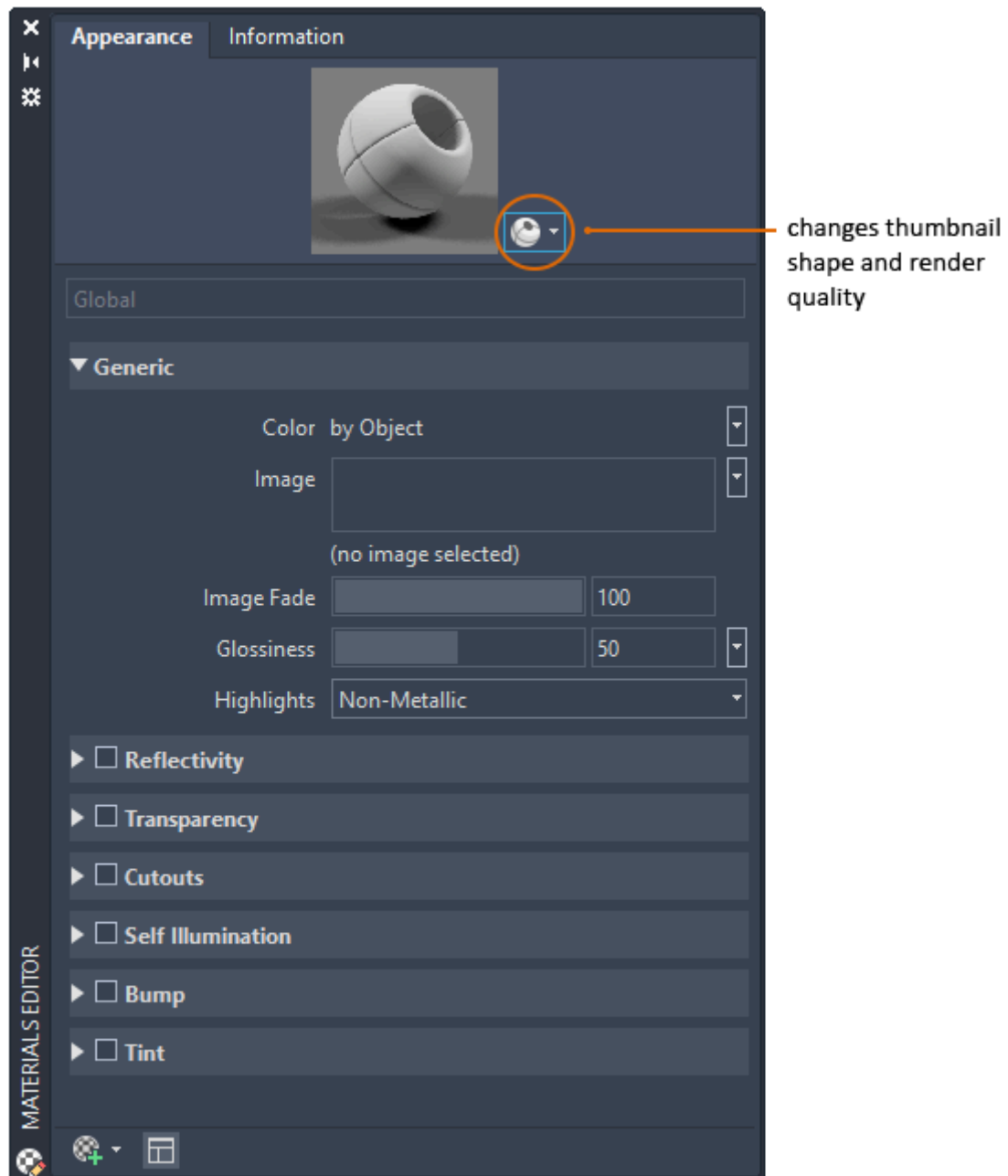
Щоб змінити налаштування властивостей матеріалу, двічі клацніть зразок матеріалу або клацніть зразок матеріалу правою кнопкою миші та виберіть «Редагувати».



- applies material to selected object
- adds material to document materials list
- opens copy of material for editing

- applies material to selected object
- adds material to document materials list

Оновіть загальний матеріал. Відредагуємо наявний матеріал (надається в бібліотеці матеріалів Autodesk) або починаємо із загального матеріалу. Внесені зміни відображаються в попередньому перегляді зразка матеріалу. Можливо змінити форму зображення, яке відображається в попередньому перегляді.



Типовий загальний матеріал має такі властивості.

Колір. Колір матеріалу при нанесенні на об'єкт може відрізнятися в різних частинах об'єкта. Наприклад, коли ви дивитеся на червону сферу, вона не виглядає рівномірно червоною. Сторони від світла виглядають більш темно-червоними, ніж сторони, звернені до світла. Віддзеркалення виглядає найсвітліше червоним. Насправді, якщо червона сфера дуже блискуча, її відблиск може здаватися білим.

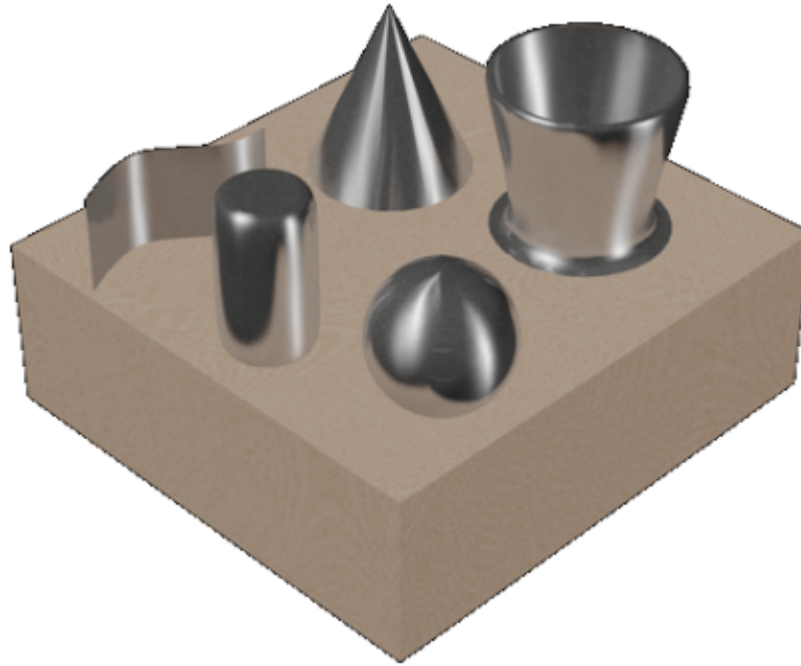
Матеріалу можна призначити певний колір або матеріал може успадкувати свій матеріал від кольору, призначеного об'єкту, на який застосований матеріал.

Зображення. Керує основною дифузною кольоровою картою матеріалу. Розсіяний колір - це колір, який відбиває об'єкт, освітлений прямим денним або штучним світлом. Можливо призначити спеціальну текстуру, яка може бути як зображенням, так і процедурною текстурою.

Вицвітання зображення. Керує поєднанням основного кольору та дифузного зображення. Властивість Image Fade можна редагувати, лише якщо використовується зображення.

Глянцевість. Відбиваюча якість матеріалу визначає ступінь глянцевої або тьмяності. Для імітації глянцевої поверхні матеріал має невеликий відблиск, а його дзеркальний колір більш світлий, можливо навіть білий. Більш тьмянний матеріал має більшу відблиск, який ближче до основного кольору матеріалу.

Основні елементи. Керує засобами для отримання дзеркальних відблисків матеріалу. Параметр «Металевий» розсіює світло відповідно до кута світла на об'єкт (аністропічний). Металеві відблиски під колір матеріалу. Неметалічні - це колір світла, що потрапляє на матеріал.



Використовуємо інші властивості для спеціальних ефектів. Наступні властивості можна використовувати для створення певних ефектів. Залежно від типу матеріалу доступні додаткові властивості.

Відбивна здатність Reflectivity імітує сцену, відображену на поверхні блискучого предмета. Щоб карти відбиття добре рендерилися, матеріал повинен бути блискучим, а саме зображення відображення має мати високу роздільну здатність (мінімум 512 на 480 пікселів). Повзунки Direct і Oblique контролюють рівень відблисків і інтенсивність дзеркального відблиску на поверхнях.

Прозорість. Абсолютно прозорий предмет пропускає світло через нього. При 1.0 матеріал повністю прозорий, а при 0.0 – повністю непрозорий. Ефект прозорості найкраще переглядати на фоні візерунка.

Властивості «Прозорість» і «Заломлення» можна редагувати лише тоді, коли значення «Прозорість» перевищує 0. Напівпрозорий об'єкт, наприклад матове скло, пропускає світло та розсіює його всередині об'єкта. При 0,0 матеріал не є напівпрозорим; при 1,0 матеріал максимально прозорий.

Показник заломлення контролює ступінь згинання світлових променів, коли вони проходять крізь матеріал, і таким чином спотворюють зовнішній вигляд об'єктів з іншого боку об'єкта. Наприклад, при 1.0 об'єкт за прозорим об'єктом не спотворюється. При 1,5 об'єкт сильно спотворюється, ніби його бачать крізь скляну кульку.

Вирізи. Карти вирізів роблять матеріал частково прозорим, створюючи ефект перфорації на основі інтерпретації текстури в градаціях сірого. Можливо вибрати файл зображення для використання для відображення вирізу. Світліші ділянки карти відображаються непрозорими, а темніші – прозорими.

Коли використовуємо прозорість для глазури або напівпрозорих ефектів, відбивна здатність зберігається. Вирізи не відбивають.

Самоосвітлення. Карти самоосвітлення створюють враження, що частини об'єкта світяться. Наприклад, щоб імітувати неон без використання джерела світла, ви можете встановити значення самоосвітлення більше нуля. Світло не падає на інші об'єкти, і самоосвітлений об'єкт не отримує тіні. Білі області карти відображаються як повністю самоосвітлювані. Чорні області відображаються без самопідсвічування. Сірі області відтворюються як частково самосвітяться залежно від значення градацій сірого.

Кольоровий фільтр створює ефект кольорового фільтра на освітленій поверхні.

Яскравість змушує матеріал імітувати освітленість у фотометричному джерелі світла.

Кількість випромінюваного світла є вибраним значенням у фотометричних одиницях.

Світло не падає на інші об'єкти. Колірна температура встановлює колір самоосвітлення.

Шорсткість. Можливо вибрати файл зображення або процедурні карти для використання для відображення. Завдяки відображенню рельєфу об'єкт виглядає як нерівна або нерівна поверхня. Коли візуалізуємо об'єкт із рельєфним матеріалом, світліші (біліші) ділянки карти здаються піднятими, а темніші (чорніші) — низькими. Якщо зображення кольорове, використовується значення сірого кольору для кожного кольору. Bump mapping значно збільшує час візуалізації, але додає реалістичності.

Використовуємо рельєфні карти, коли потрібно зменшити гладкість поверхні або створити рельєфний вигляд. Ефект глибини карти рельєфу обмежений, оскільки вона не впливає на профіль об'єкта та не може самозатінити. Якщо потрібна надзвичайна глибина поверхні, замість цього слід використовувати методи моделювання. Нерівності — це симуляція, створена шляхом збурення нормалей обличчя перед відтворенням об'єкта. Через це нерівності не з'являються на силуеті об'єктів, нанесених на карту рельєфу.

Використовуємо повзунок «Кількість», щоб відрегулювати висоту горбка. Вищі значення відображаються як вищий рельєф, а низькі — як низький. Зображення у відтінках сірого створюють ефективні карти рельєфу.

Відтінок. Встановлює відтінок і значення насиченості кольору, змішаного з білим.

Застосування матеріалів до предметів і граней.

Можливо застосовувати матеріали до об'єктів, шарів або площині. Можливо застосувати матеріали до обличчя об'єкта, цілого об'єкта або всіх об'єктів на шарі.



Матеріали в браузері матеріалів можна застосувати до 3D-об'єкта за допомогою:

1. Вибору об'єктів на кресленні для призначення матеріалу, а потім клацання матеріалу в бібліотеці. Як альтернативу клацання матеріалу в бібліотеці, ви можете клацнути правою кнопкою миші на матеріалі в бібліотеці та вибрати з контекстного меню «Призначити до вибору».
2. Перетягуванням матеріалу з бібліотеки та скидання його на об'єкт на малюнку. Вибираючи об'єкти, можливо виділяти окремі грані, утримуючи натиснутою клавішу Ctrl перед вибором об'єктів на малюнку.

Робота з нанесенням матеріалів

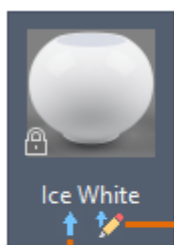


Застосуємо матеріал із браузера матеріалів

Перейдемо на вкладку «Візуалізація» панель «Матеріали» Браузер матеріалів.

Виберемо об'єкти, яким необхідно призначити матеріал.

У браузері матеріалів клацніть правою кнопкою миші матеріал, який потрібно призначити, і вибираємо «Призначити до вибору». Матеріал закріплюється за об'єктами.



- applies material to selected object
- adds material to document materials list
- opens copy of material for editing

- applies material to selected object
- adds material to document materials list



Застосування матеріалу з палітри інструментів

Перейдемо на вкладку «Вигляд» панель «Палітри» «Палітри інструментів». У вікні «Палітри інструментів» необхідно клацніть вкладку, щоб встановити поточну палітру інструментів. Перетягуємо інструмент матеріалу з палітри інструментів на об'єкт.

Нанесення матеріал за шаром. Перейдемо на вкладку «Візуалізація» панель «Матеріали»



(розгорнуто) «Приєднати за шаром».

У діалоговому вікні «Параметри приєднання матеріалу» перетягнімо матеріал зі списку «Матеріали» на шар у списку «Шари». Матеріал призначається всім об'єктам на шарі, властивість якого має значення ByLayer. (ByLayer є типовим для властивості Material під час створення об'єкта.)

Видалення матеріалу з об'єкта

Переходимо на вкладку «Візуалізація» панель «Матеріали» (розгорнуто) «Видалити матеріали». Вибираємо об'єкт, матеріал якого потрібно видалити. Матеріал видаляється з об'єкта та замінюється матеріалом ByLayer.

Створення нового матеріалу.



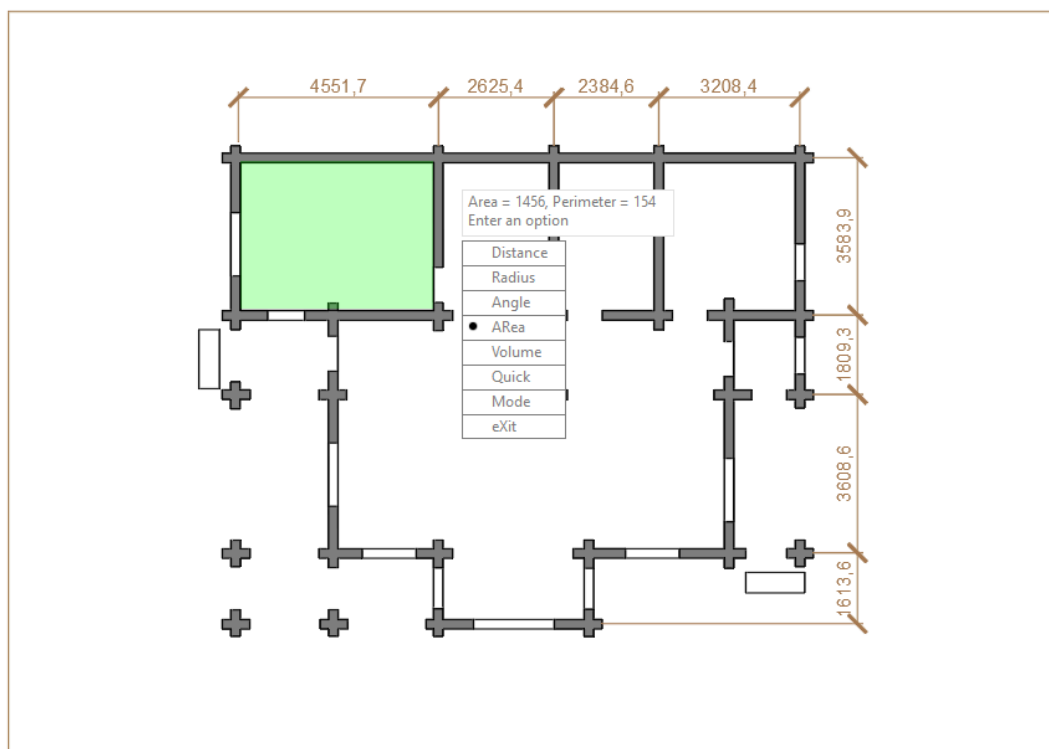
Переходимо на вкладку «Візуалізація» панель «Матеріали» Браузер матеріалів.

У браузері матеріалів натиснімо «Створити матеріал»  і вибираємо тип матеріалу. У редакторі матеріалів введіть назву для нового матеріалу. Вказуємо варіанти кольору матеріалу. Встановлюємо властивості для параметрів відбиття, прозорості, вирізів, самопідсвічування, рельєфу та відтінку.

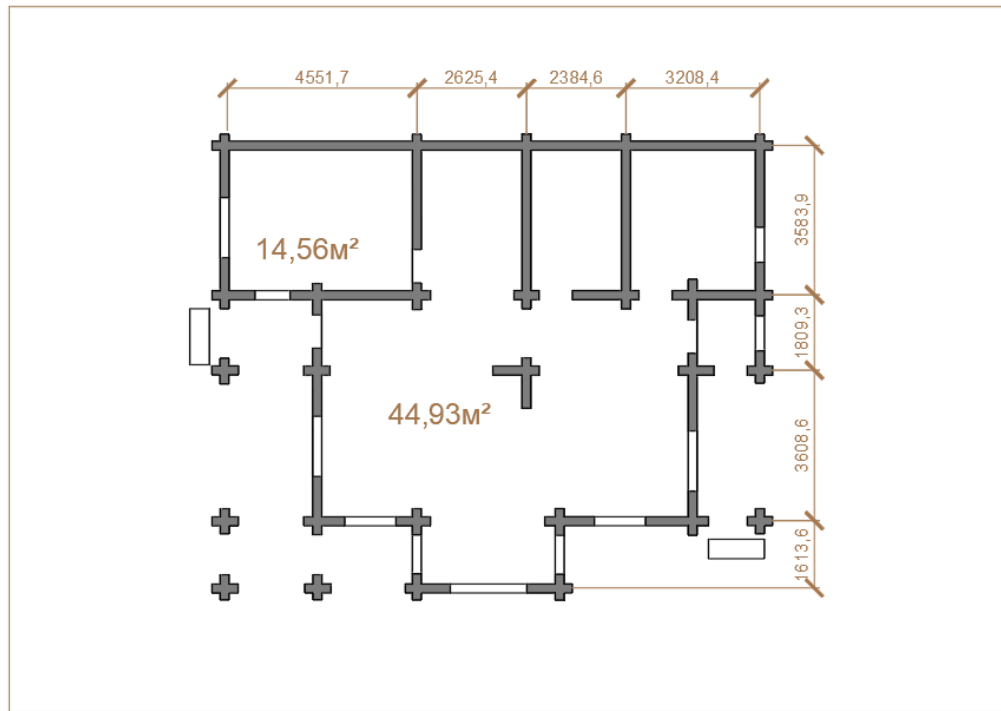
Практична частина.

Для обчислення площі приміщень Можливо використовувати один з варіантів плану, який побудовано окремо або сформовано з тривимірної моделі.

Наприклад обираємо план отриманий за допомогою січення.



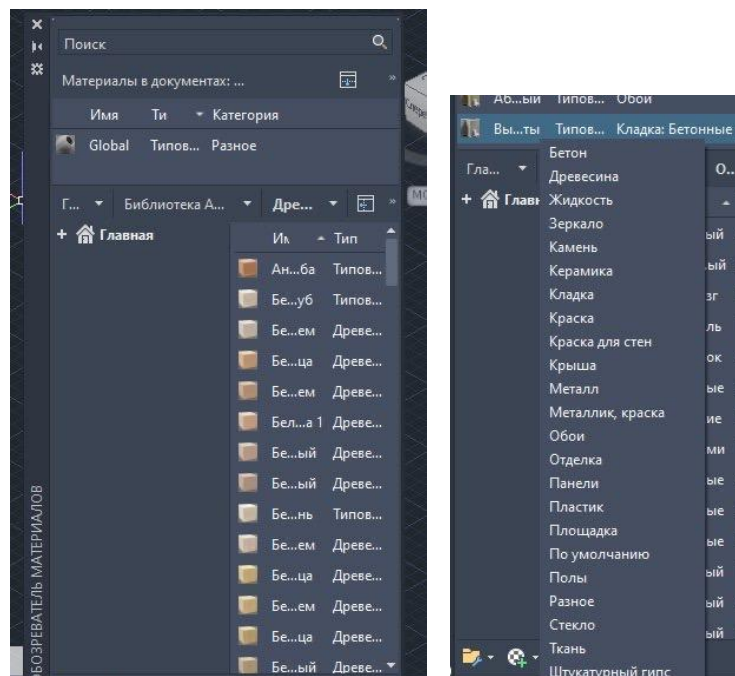
Обираємо внутрішні межі приміщення у вигляді побудованої фігури, або поступовим показом граничних точок. Приміщення буде зафарбовано зеленим кольором. У командної стрічки буде вказане значення площі у квадратних міліметрах. Для розрахунків у квадратних метрах треба результат обчислення розділити на 1000000. Одночасно система розраховує периметр приміщення.



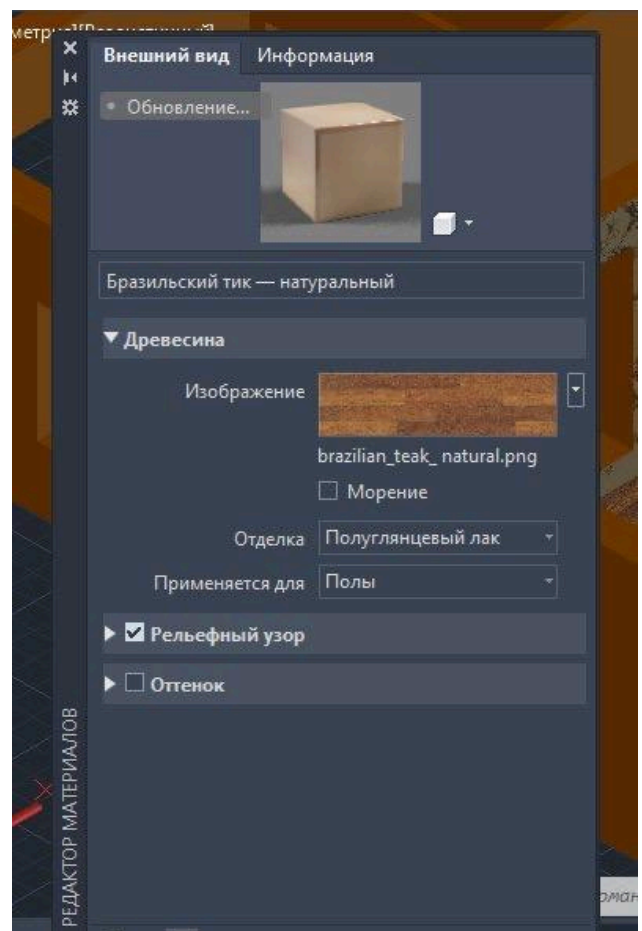
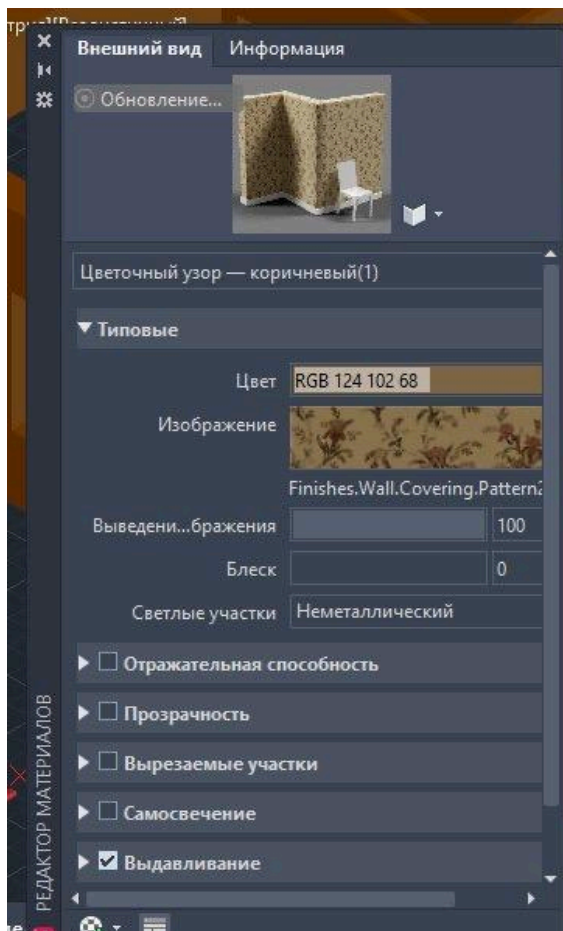
Відкриваємо панель "Visualization"

Вибираємо спеціалізований інструмент під назвою "Material Browser".

Цей інструмент надає доступ до широкого спектру готових матеріалів, які можливо застосовувати у своїй роботі. Він також дозволяє створювати власні матеріали і зберігати їх для подальшого використання.



Для зручного використання цього інструменту матеріали розділені на групи та підгрупи. починаємо додавати шпалери та підлогове покриття до кімнати. Для цього вибираємо відповідну групу, шукаємо і обираємо потрібні шпалери з доступних варіантів у бібліотеці AutoCAD.



Масштабуємо шпалери до "2000-2000". Потім шукаємо підлогове покриття і застосовуємо такий же масштаб "2000 на 2000" до текстури. Додаємо шпалери та підлогу, отримуємо такий результат. Додаємо кам'яне облицювання до колони. Таким чином створюємо два поверхи будинку та додаємо шпалери і підлогу у кожен кімнату.

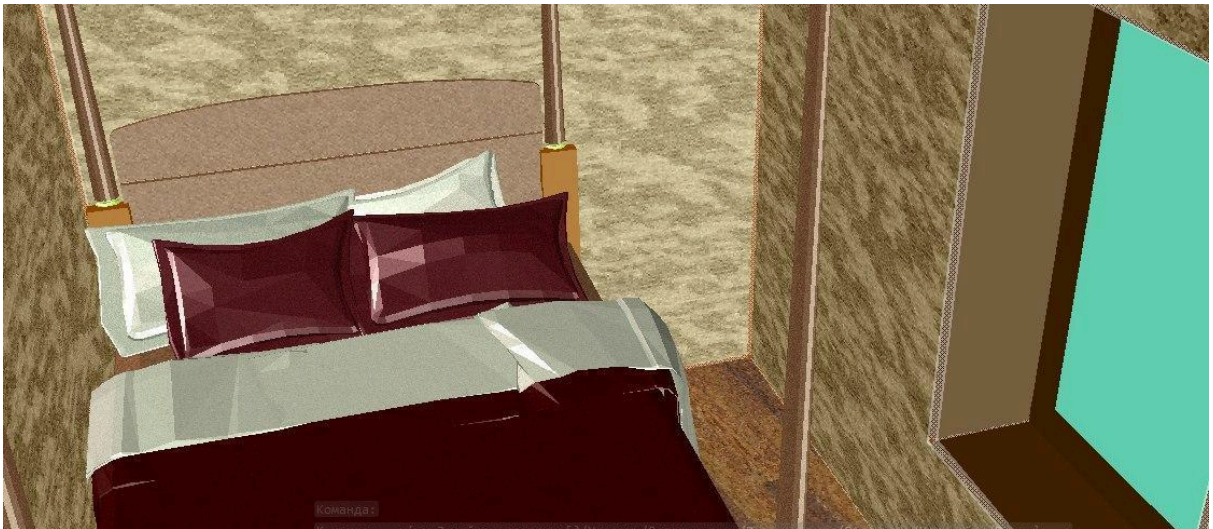




Перший поверх

Другий поверх

Таким чином формуємо зображення для всіх приміщень.





Висновок

У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди розрахунок площі та периметр приміщень на плані за допомогою команди Площа "Area". У даній лабораторній роботі необхідно вивчити та засвоїти команди створення матеріалів, додавання джерел світла, провести візуалізацію приміщень. Модель приміщення було сформовано раніше.

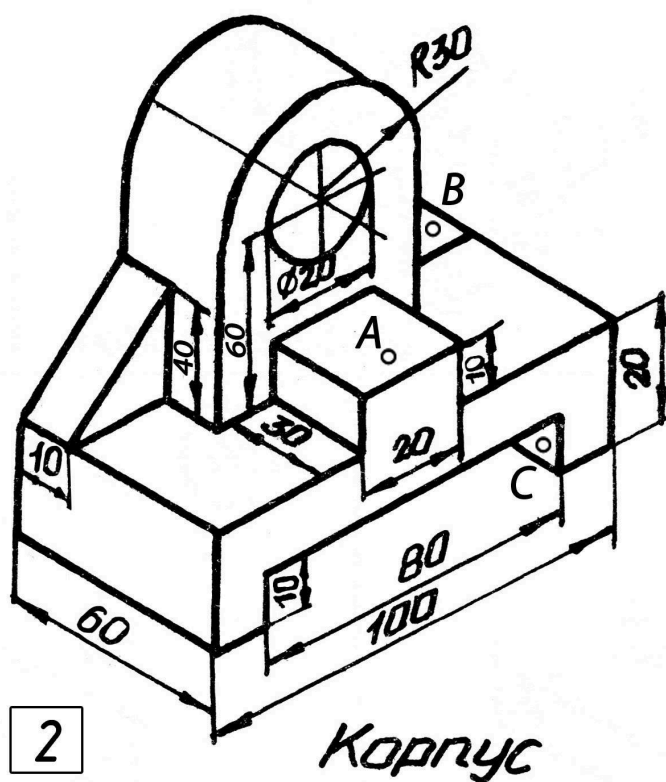
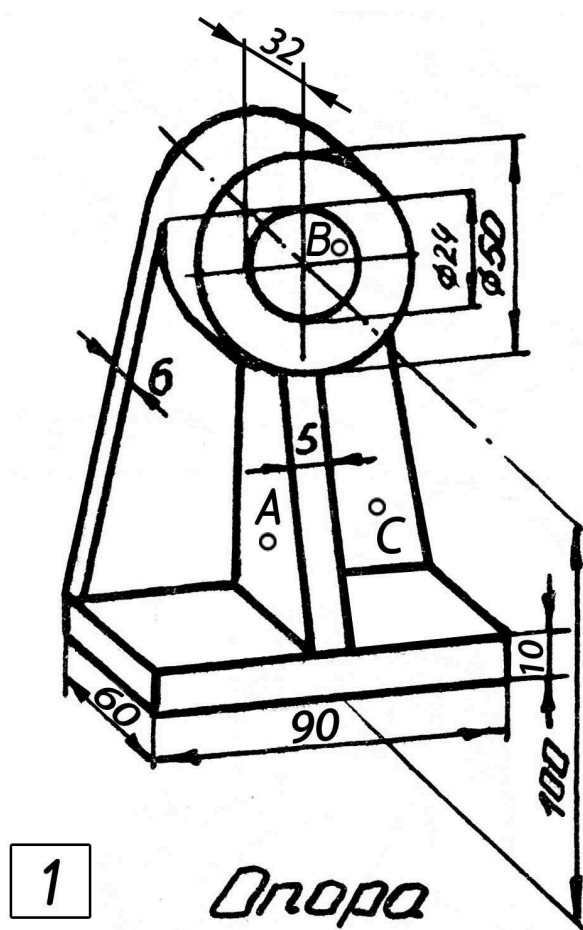
Запитання до Лабораторної роботи №12

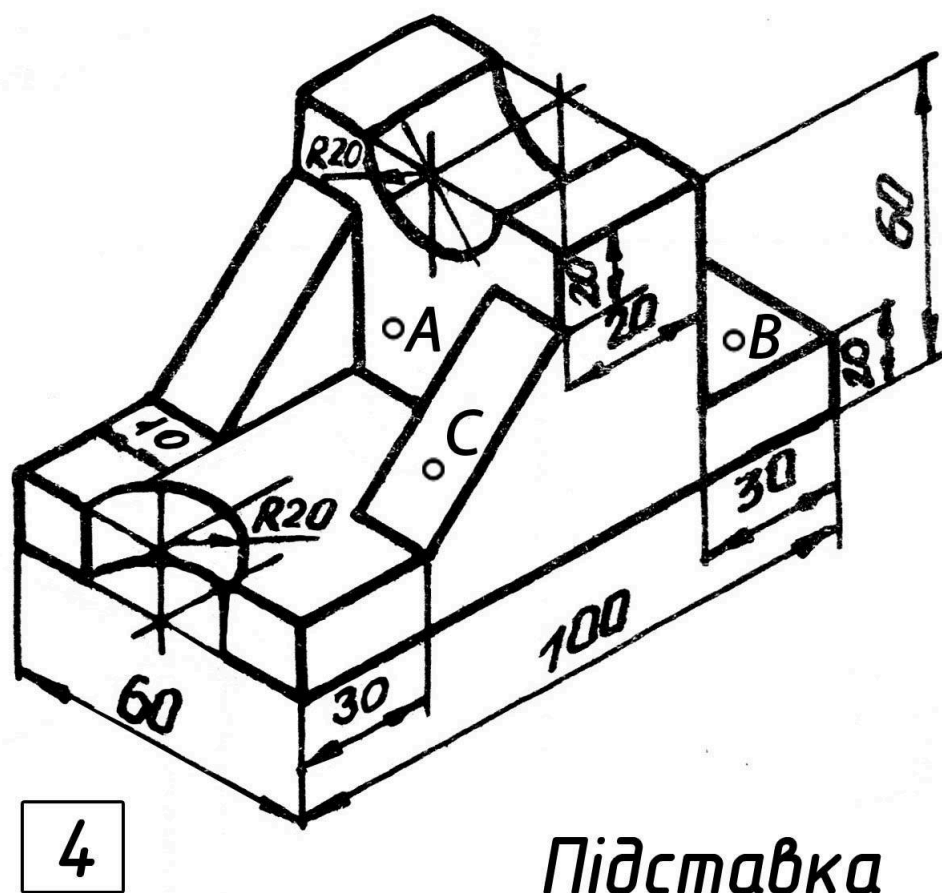
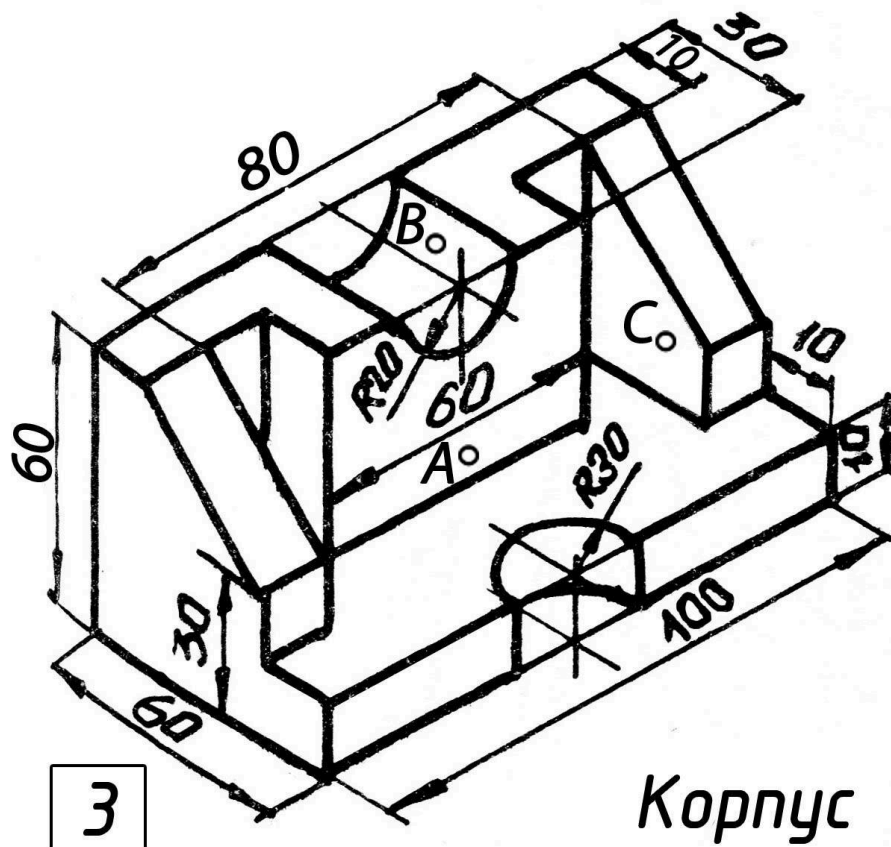
1. Як використовувати команду ОБЛАСТЬ "Area" для обчислення площі приміщень при створенні моделі будинку?
2. Які налаштування існують режими у команди ОБЛАСТЬ "Area"?
3. Площу яких об'єктів можливо розрахувати за допомогою команди ОБЛАСТЬ "Area"?
4. Як необхідно налаштовувати виконання візуалізацію створеної моделі приміщенні або будинку?
5. Які існують джерела світла у САПР AutoCAD)?
6. Як можливо налаштувати матеріал у САПР AutoCAD?
7. Які властивості існують у матеріалі у САПР AutoCAD?

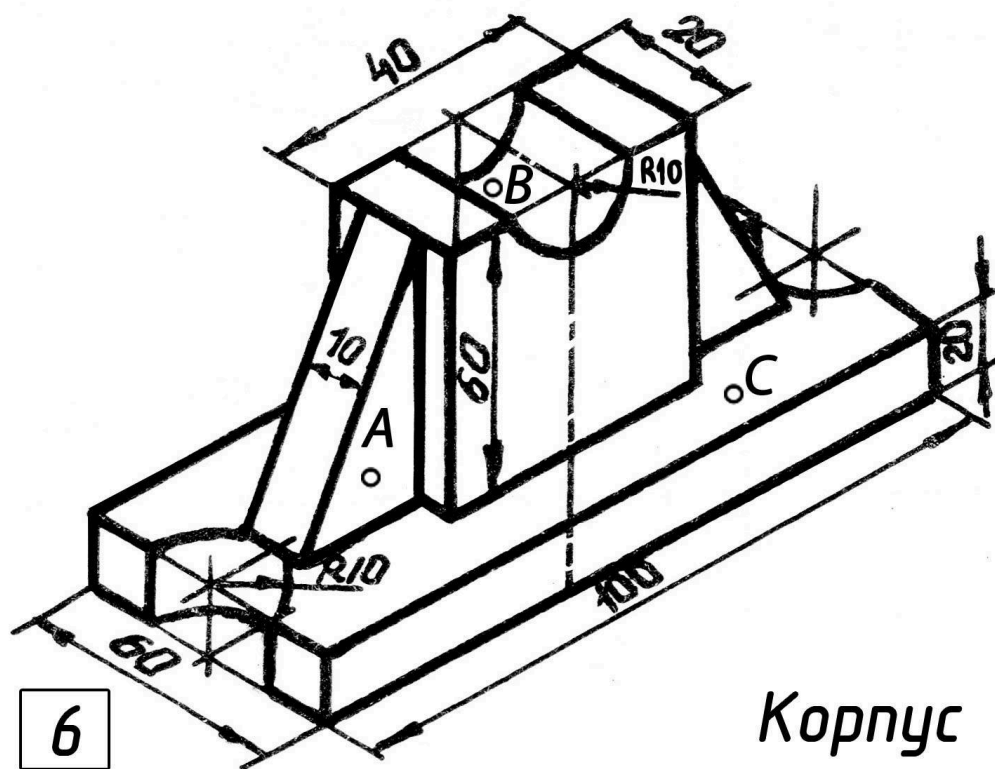
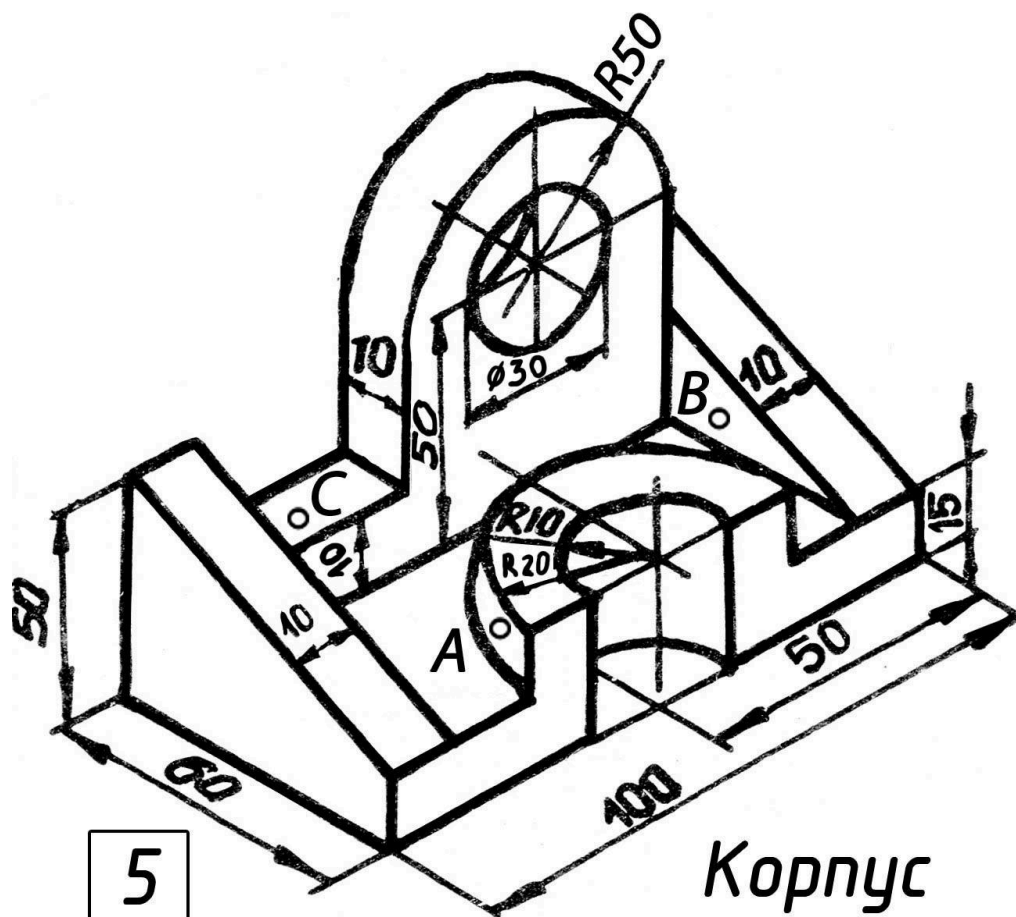
8. Як можливо додавати матеріал до об'єкту

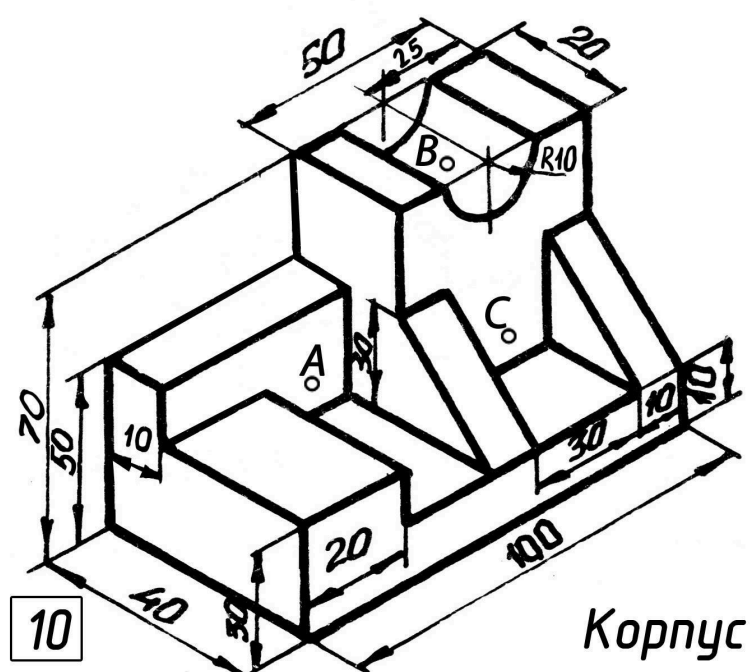
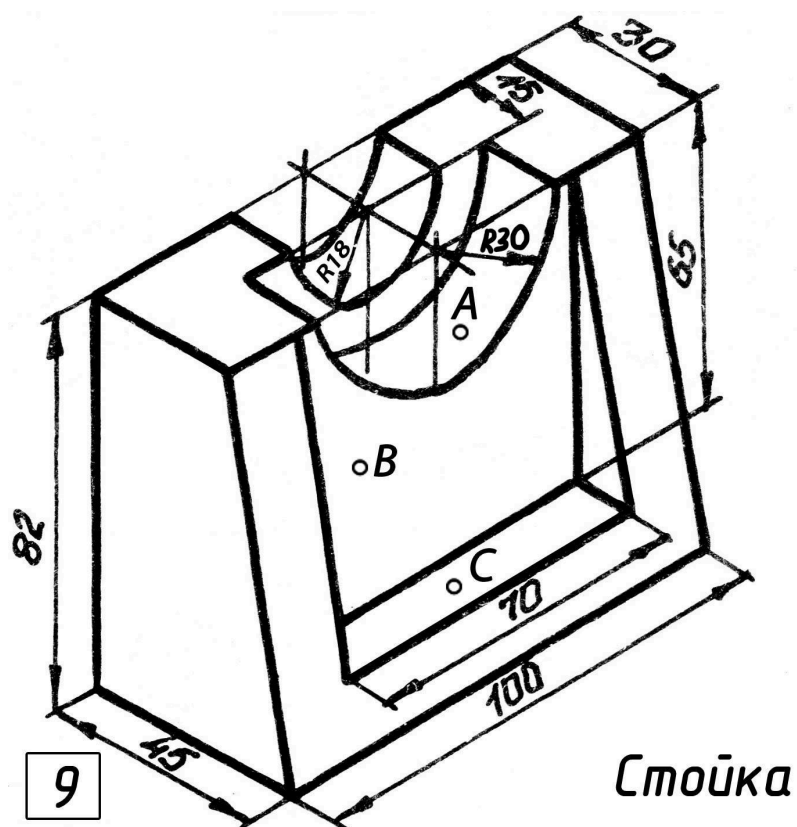
ДЖЕРЕЛА ЛІТЕРАТУРИ

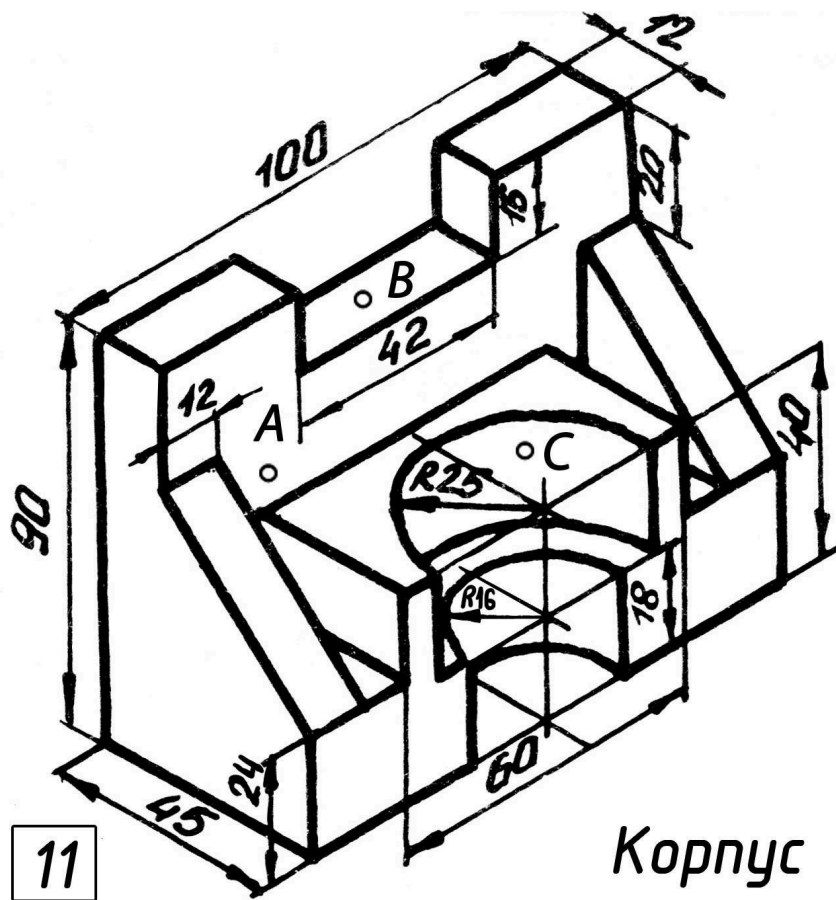
1. В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скідан Інженерна та комп'ютерна графіка. / За ред. В.Є. Михайленко. – 2-ге вид., перероб. – К.: Вища шк., 2001. – 350 с.: іл.. (50 прим).
2. В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скідан Інженерна та комп'ютерна графіка. / За ред. В.Є. Михайленко. – К.: Вища шк., 2000. – 350 с.: іл.. (300 прим)
3. Чернієнко В.В, Заболотний О.В., Граменицький В.А., Тігарєв В.М. Основи автоматизованого проектування деталей та вузлів у системі AutoCAD: Навчальний посібник. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2011. – 282 с. (10 прим.)
4. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCad: Навч. Посібник/В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична.- К.: Каравела, 2016.-336с.
5. <http://www.autodesk.ua/>
6. AUTODESK AUTOCAD AUTOCAD 2025 Help
7. Федоренко В.А., Шошин А.І. Довідник з машинобудівного креслення.-К.: Машинобудування, 2021.- 416с., ил. (120 прим).
8. Гервас О. Г. САПР об'єктів середовища. Навчально-методичний посібник / Гервас Ольга Геннадіївна. – Умань: Візаві, 2018. – 160 с.
9. Основи автоматизації проектування в будівництві : конспект лекцій Укладач: Сорочак А.П. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 120 с.
10. Саєнко С. Ю. Основи САПР / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко – Х.: ХДУХТ, 2017. – 119 с.
11. Курс комп'ютерної графіки в середовищі AUTOCAD/ Т.М. Надкернична, О.О Лебедева. – Київ: КПІ ім. Сікорського, 2020. – 191с.



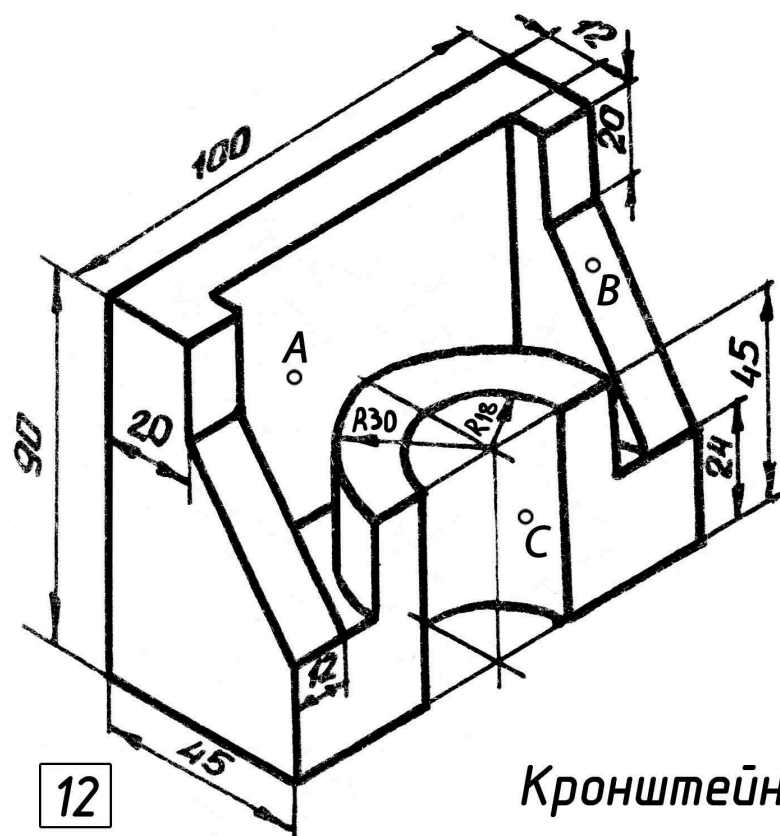






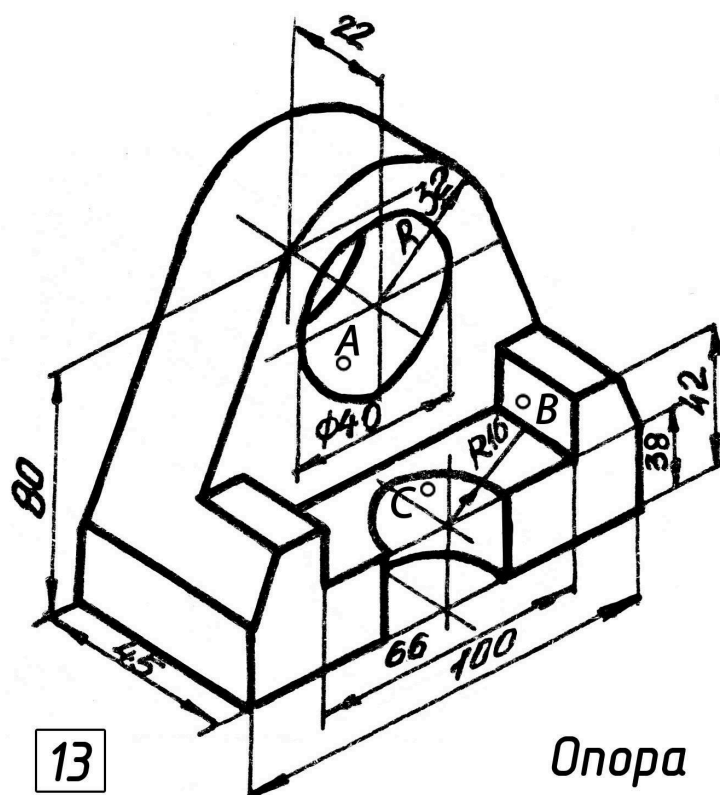


Копирус



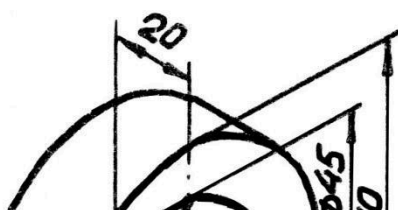
12

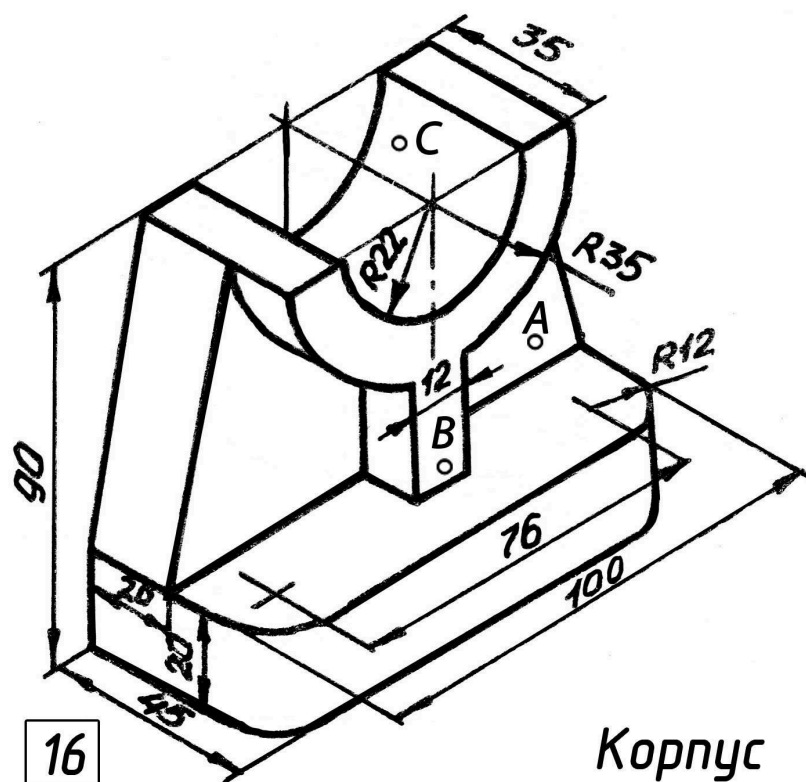
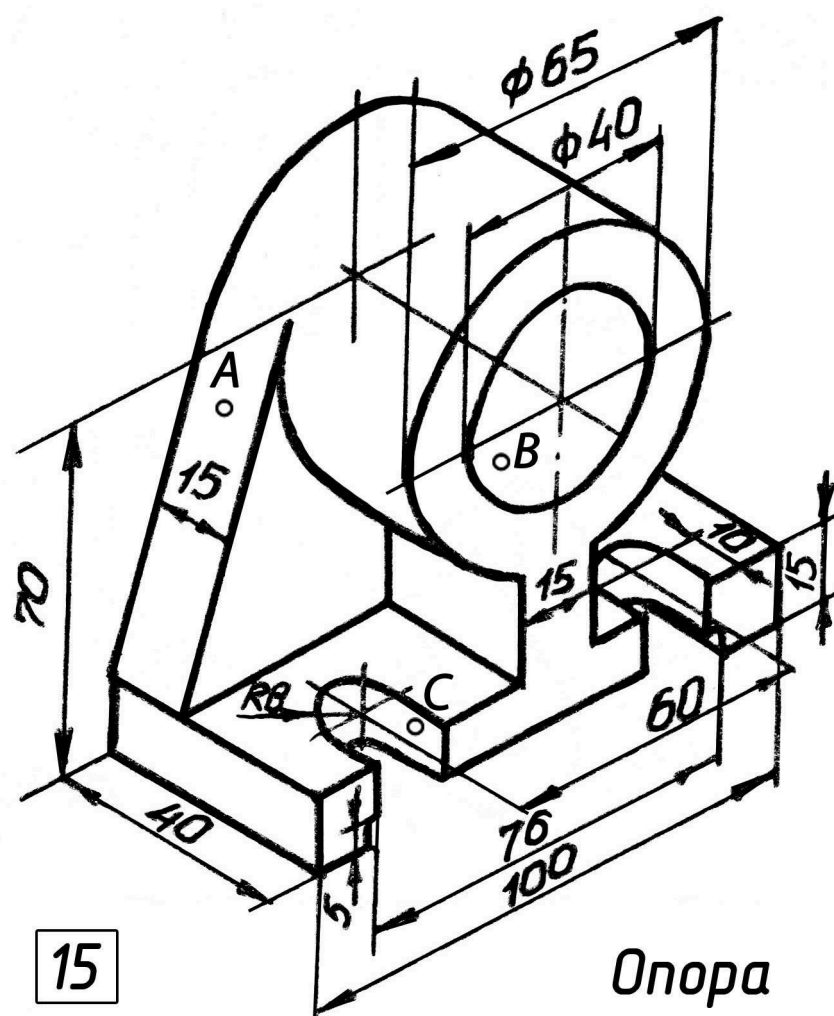
Кронштейн

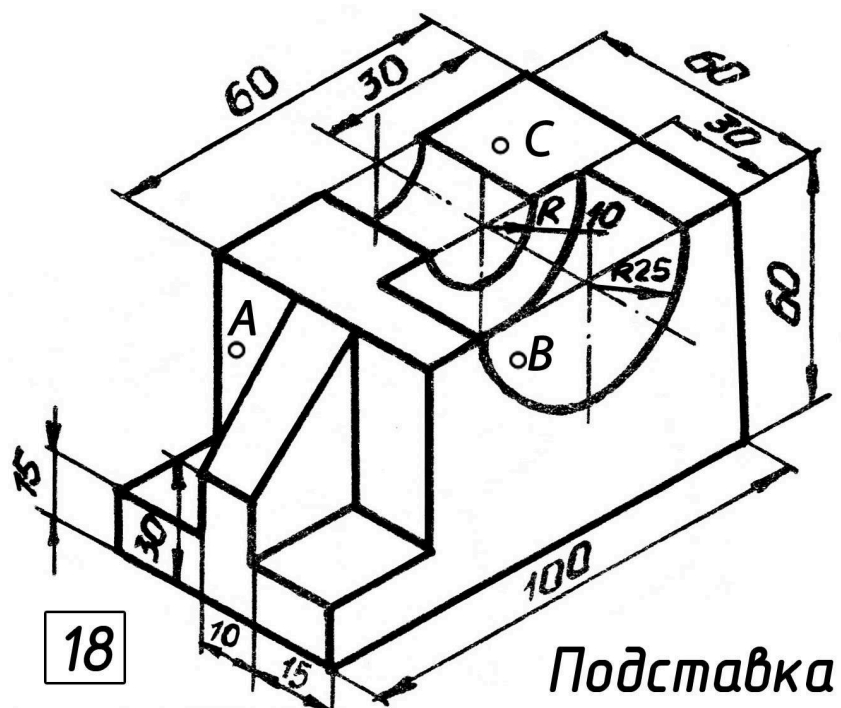
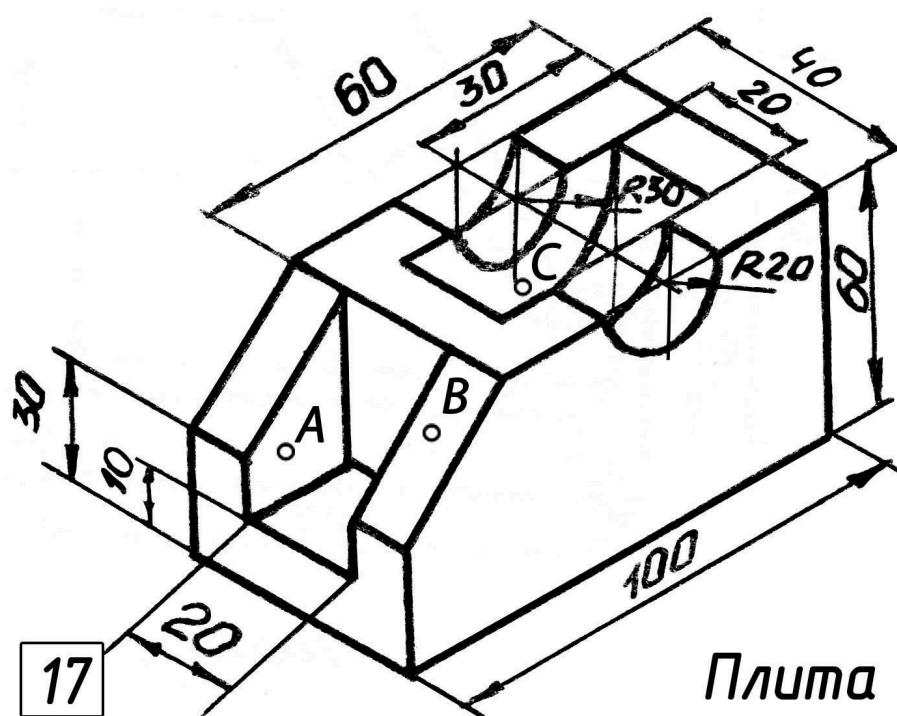


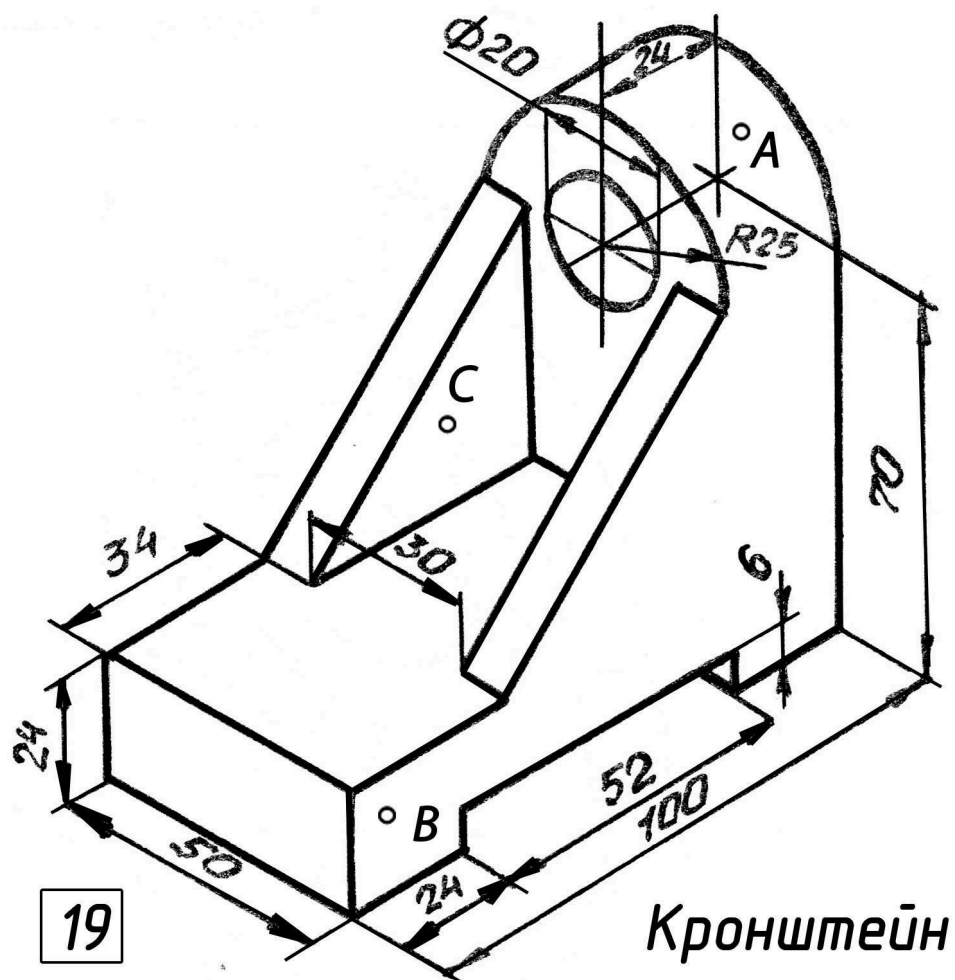
13

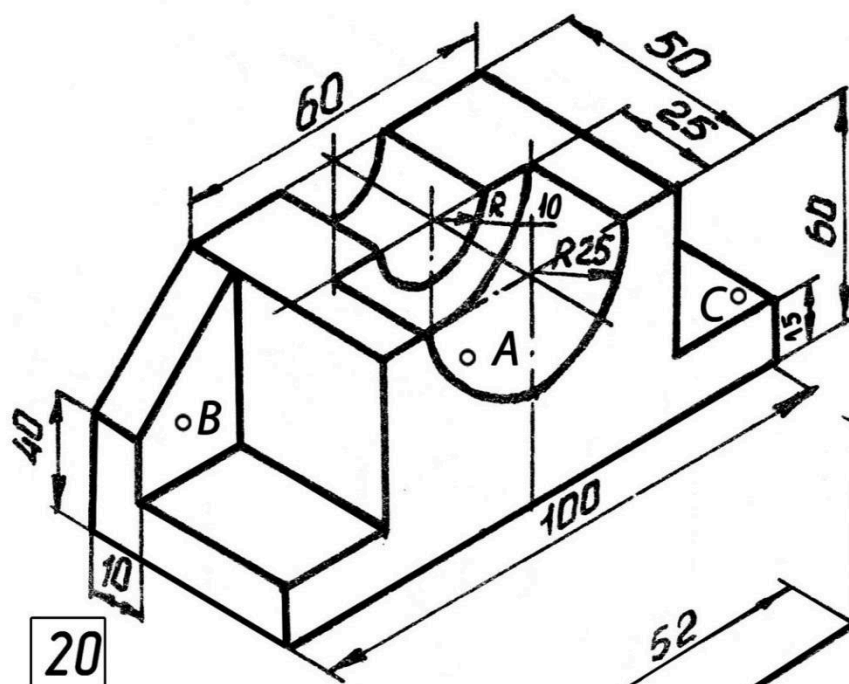
Опора



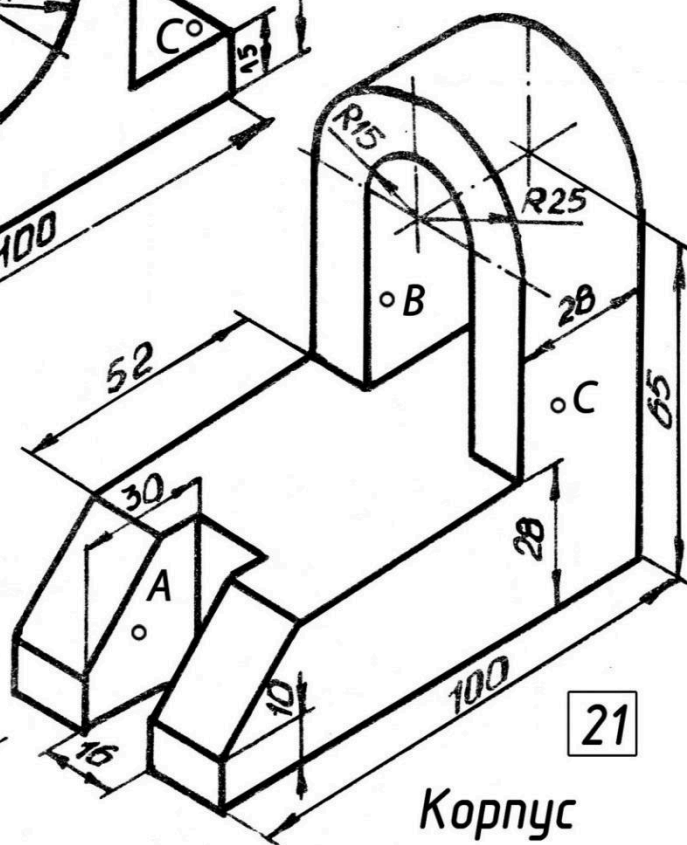




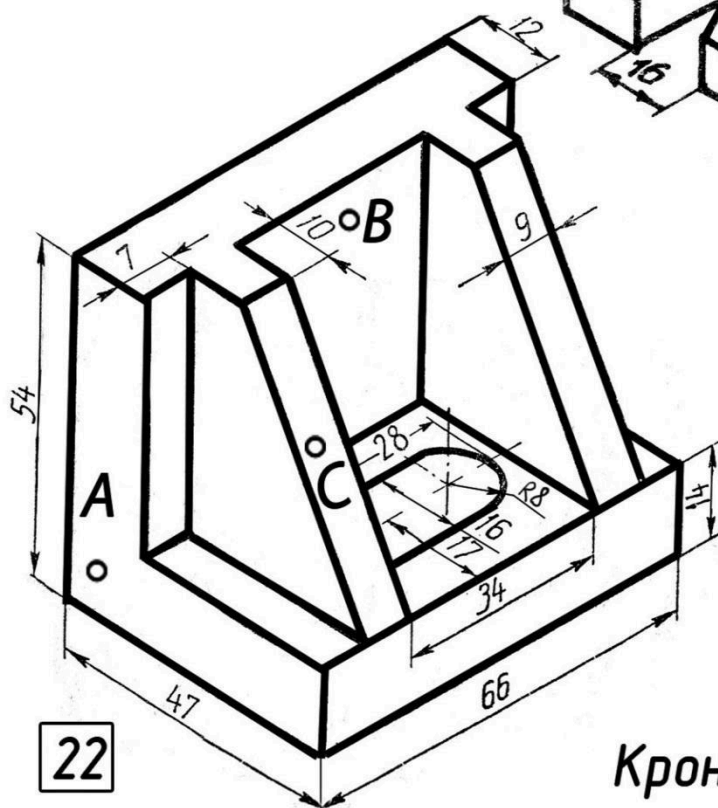




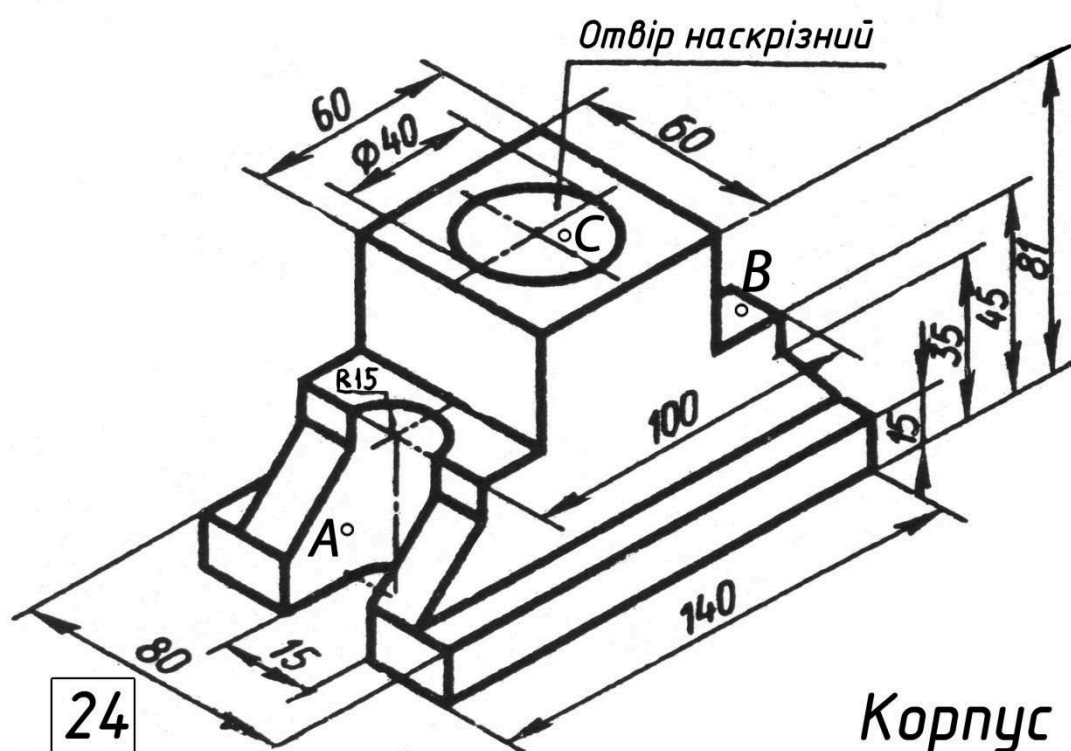
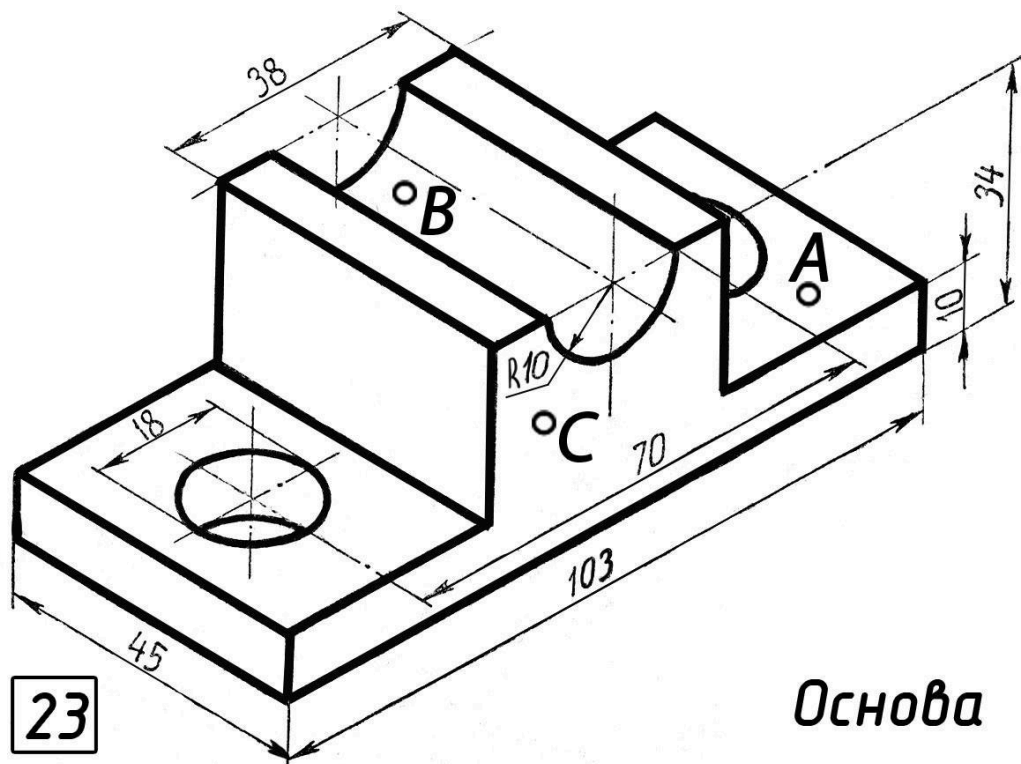
Корпус



Корпус

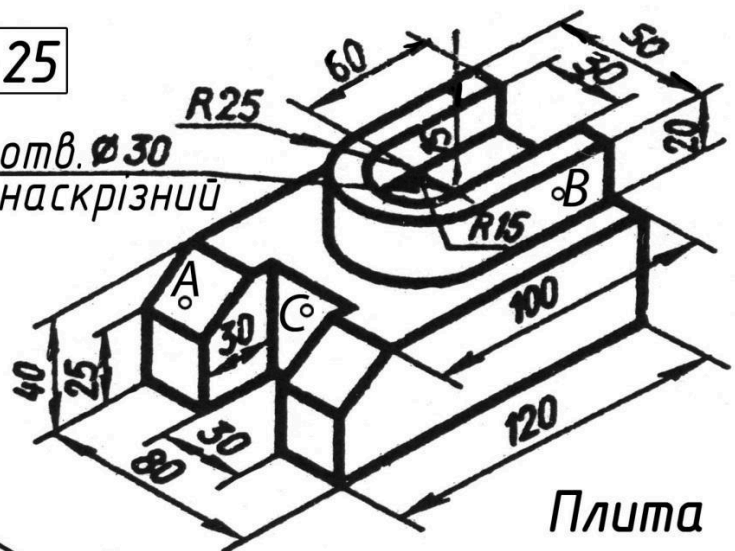


Кронштейн

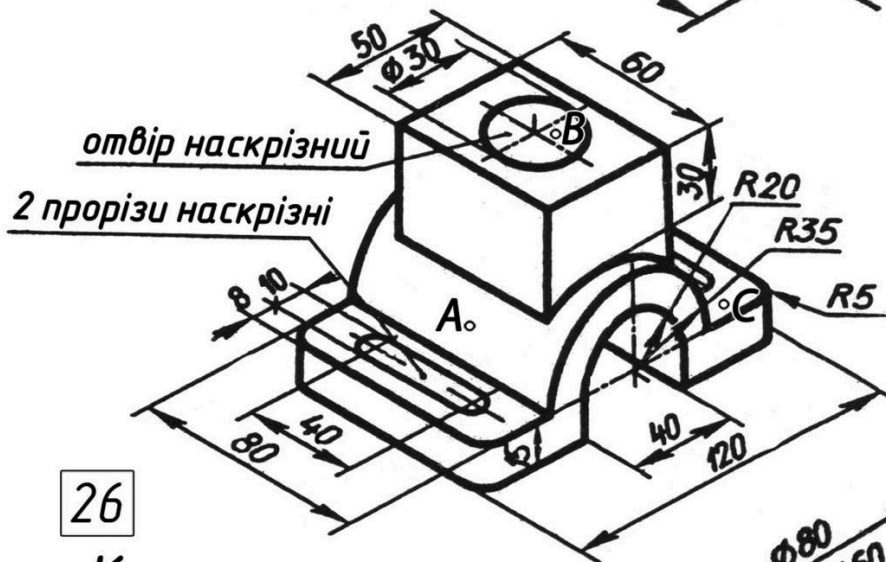


25

отв. $\varnothing 30$
наскрізний



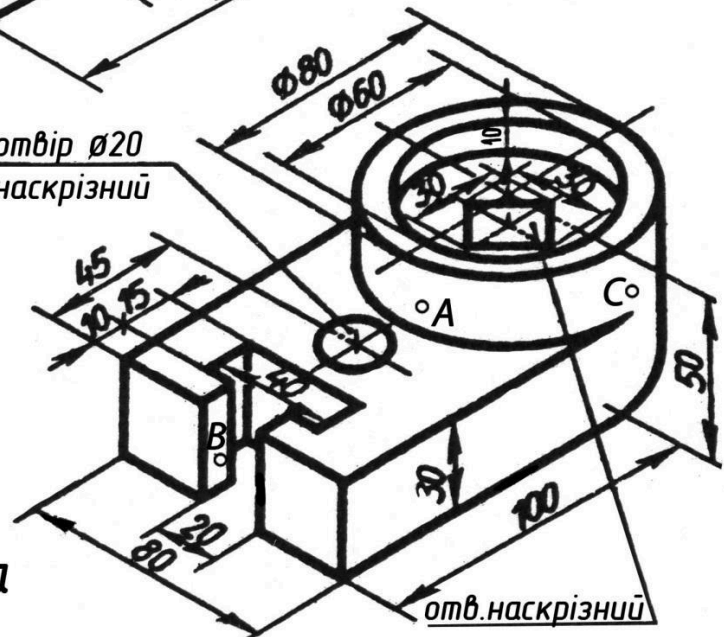
Плита



26

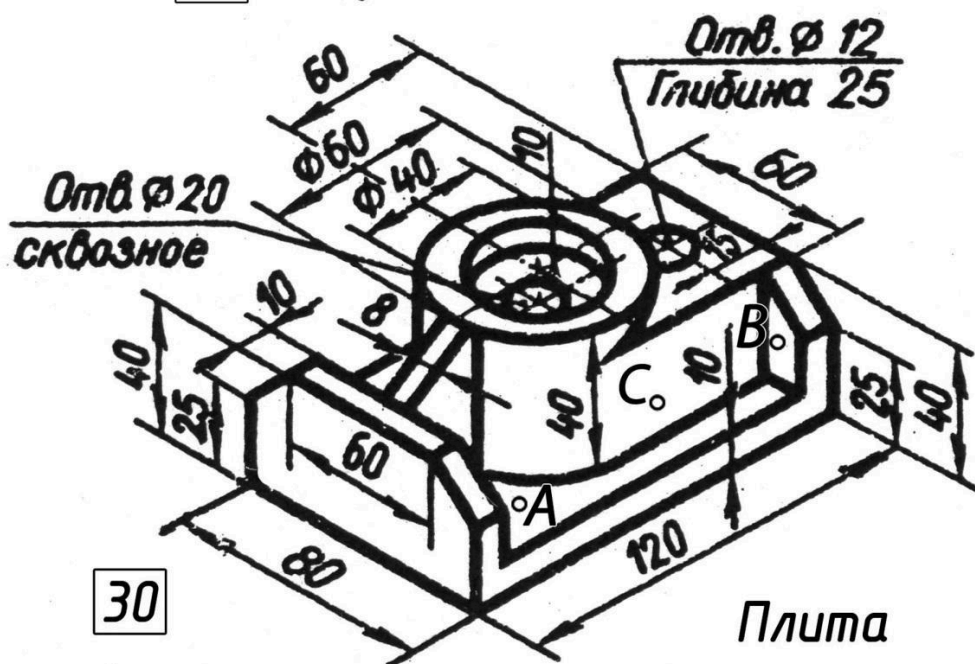
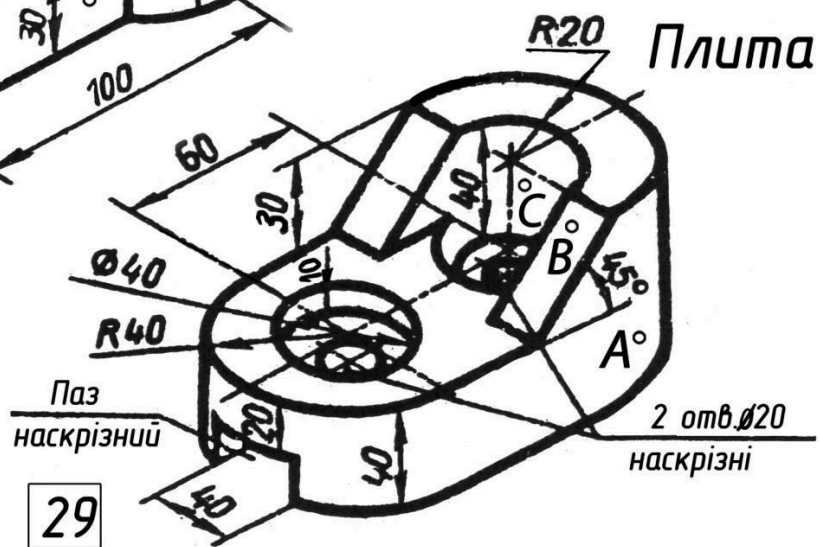
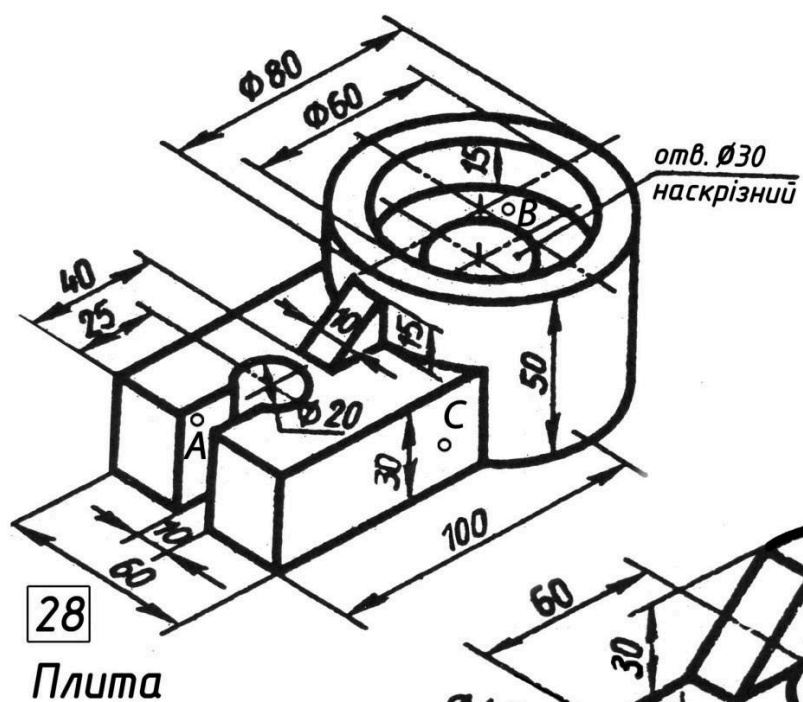
Корпус

отвір $\varnothing 20$
наскрізний

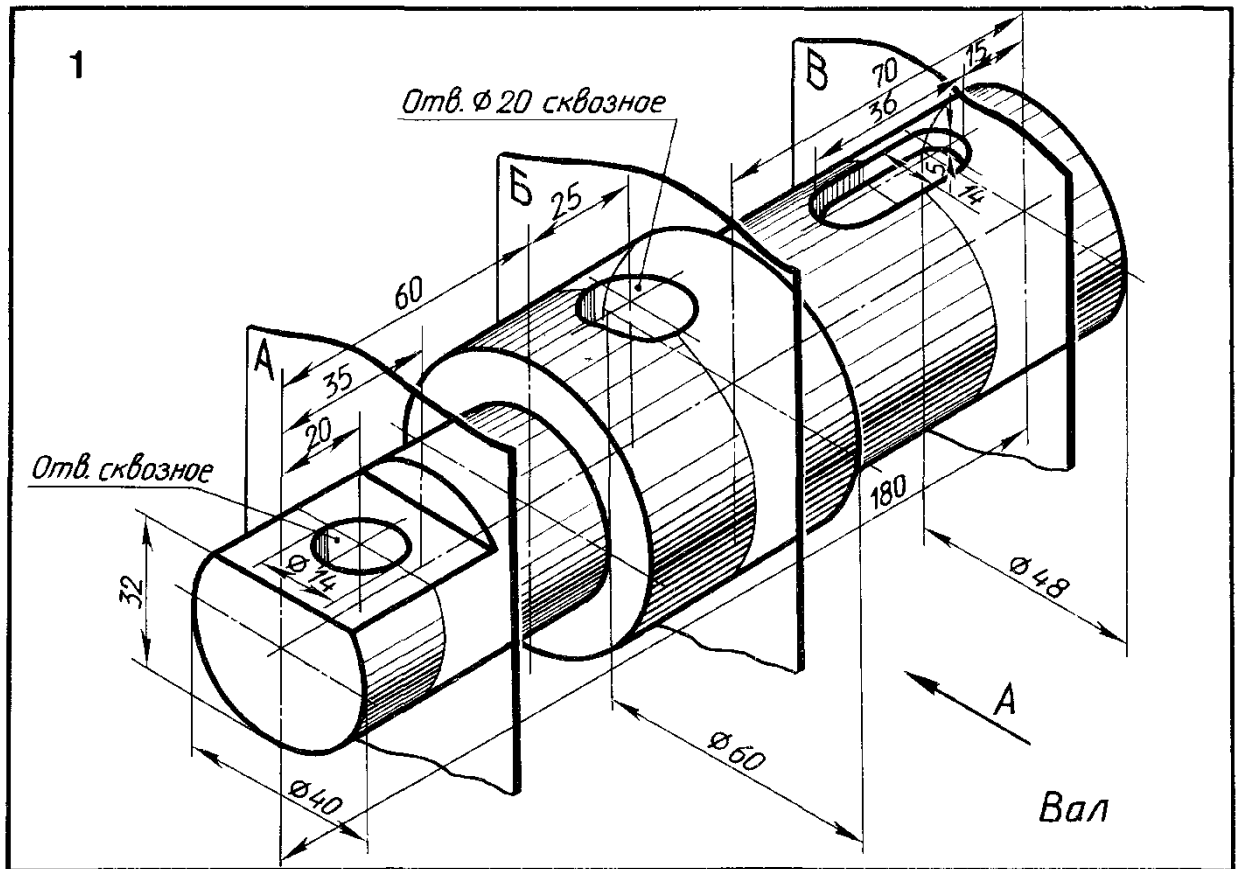


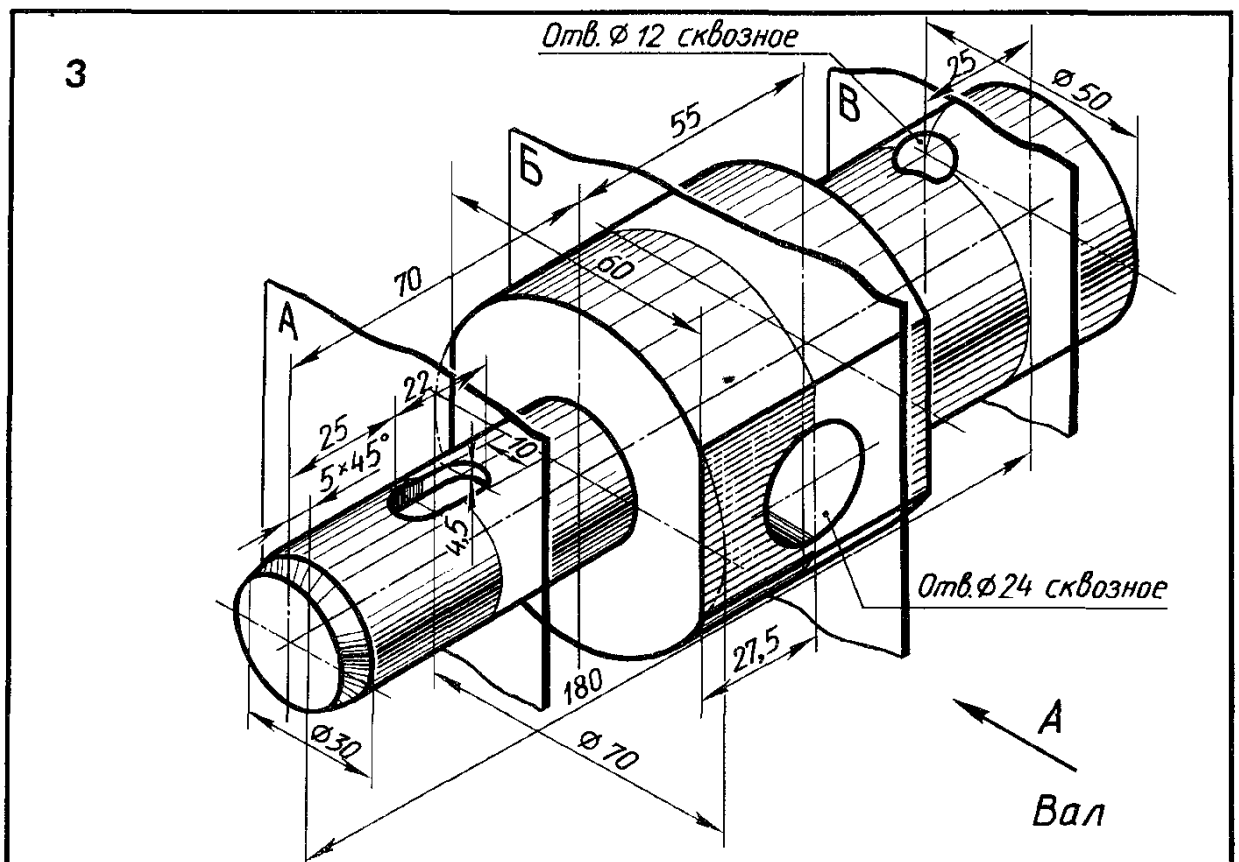
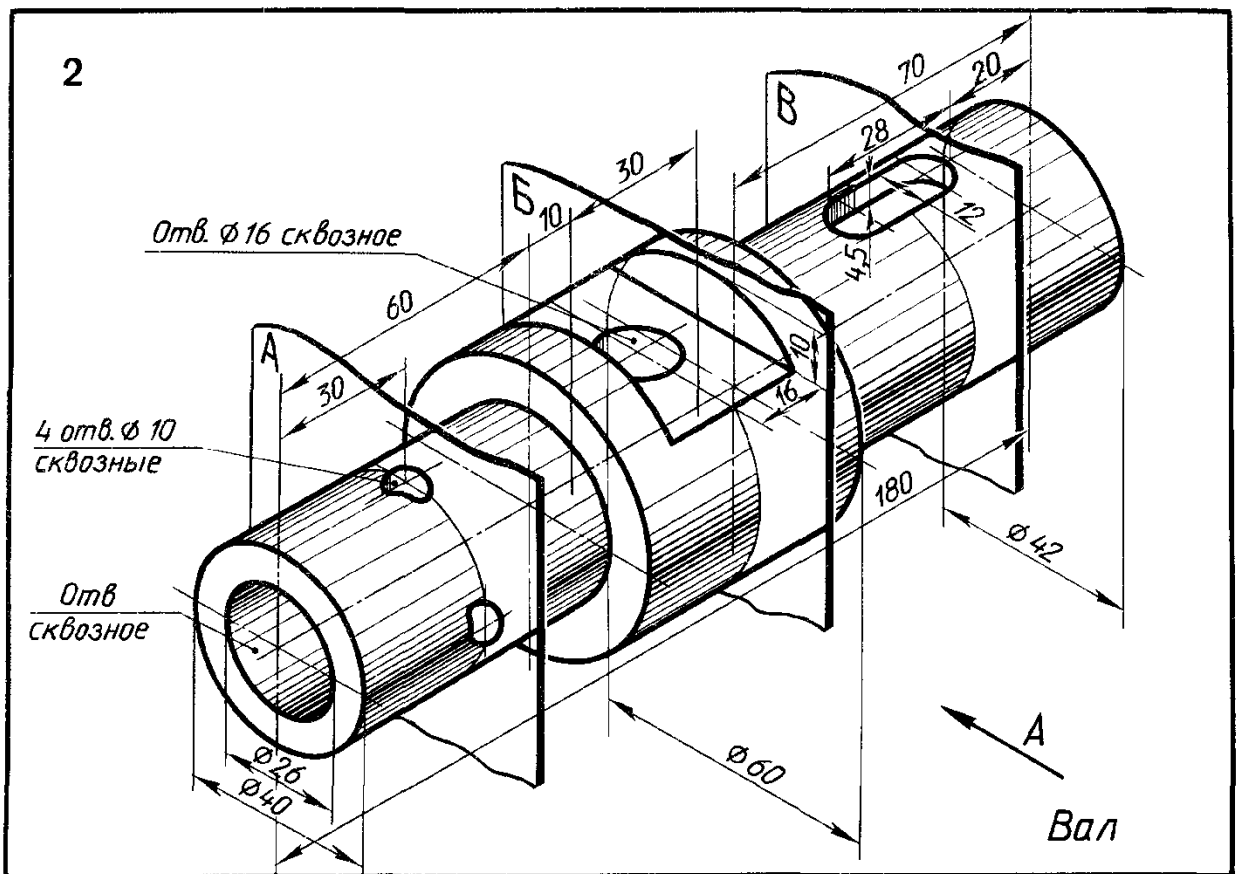
27

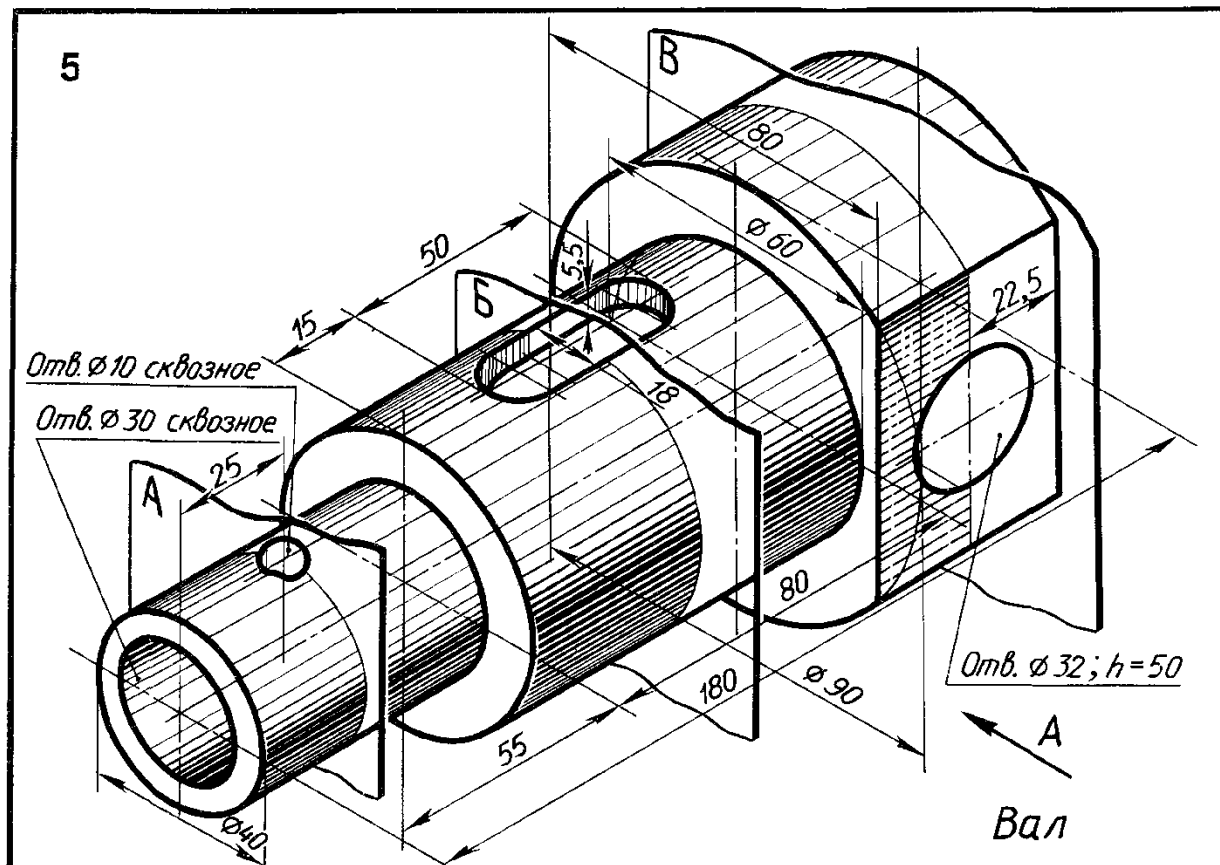
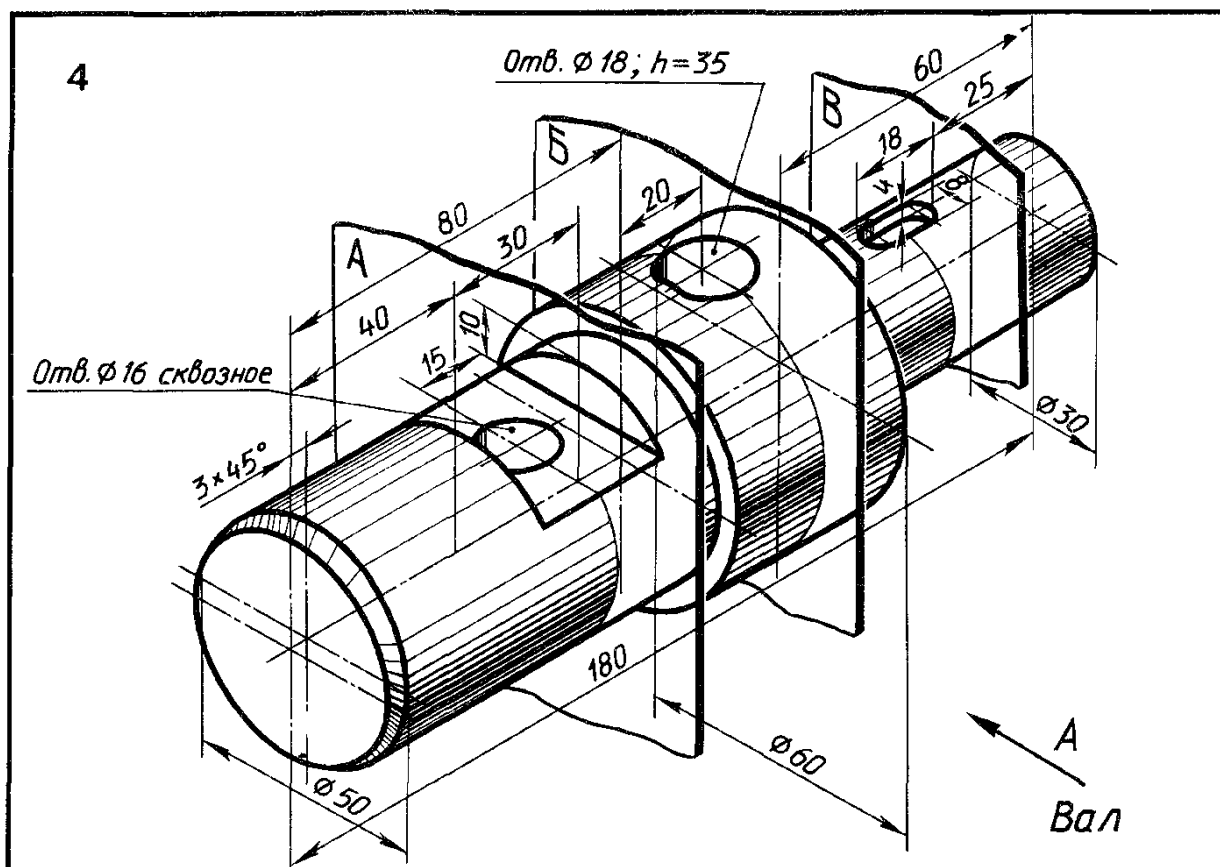
Плита

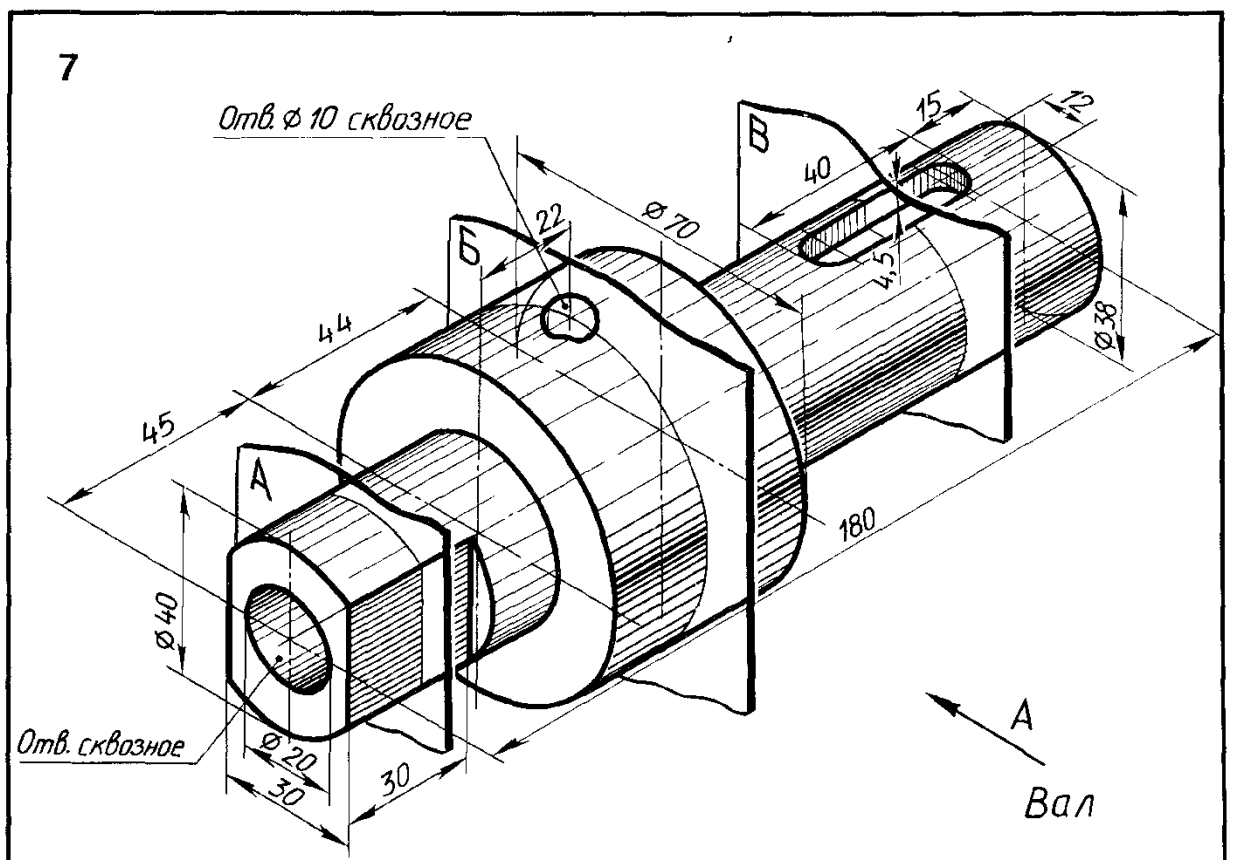
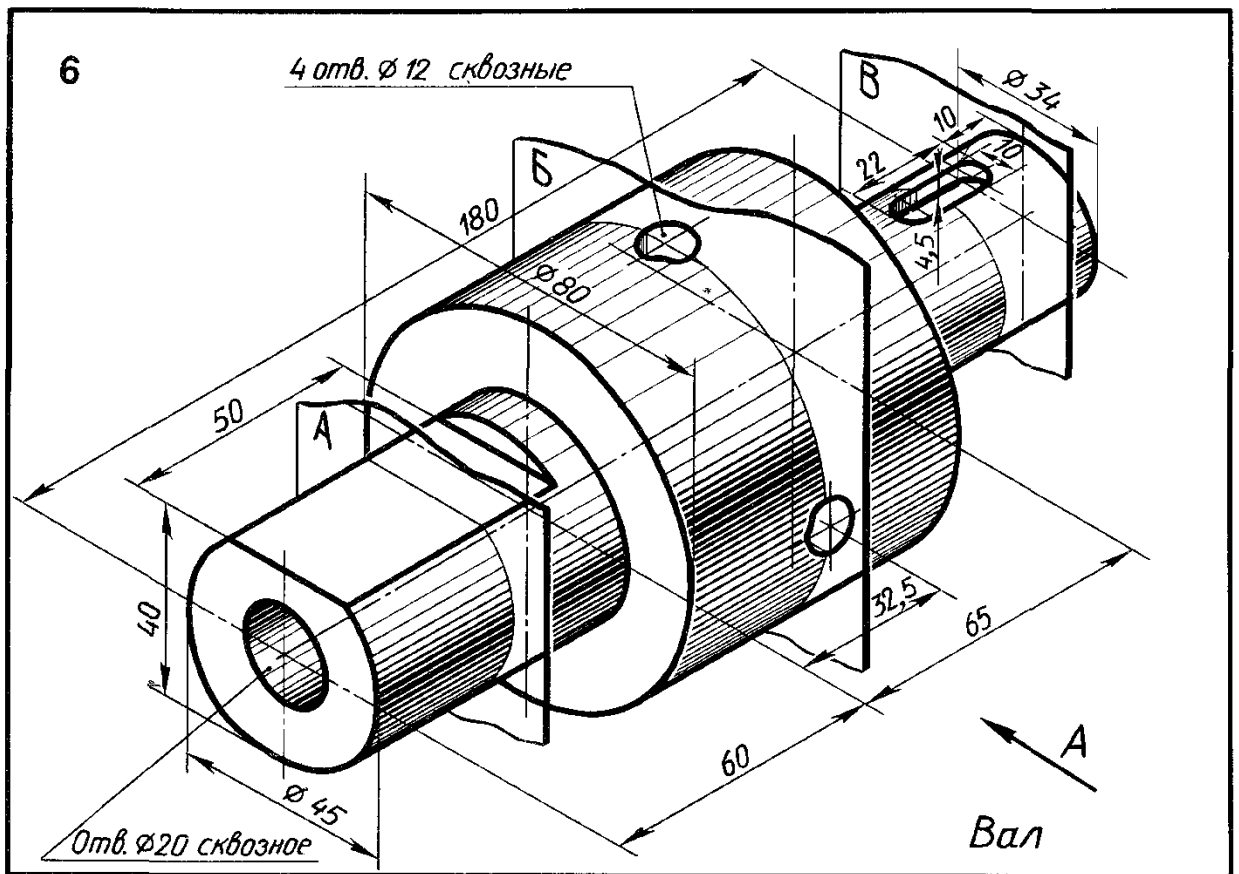


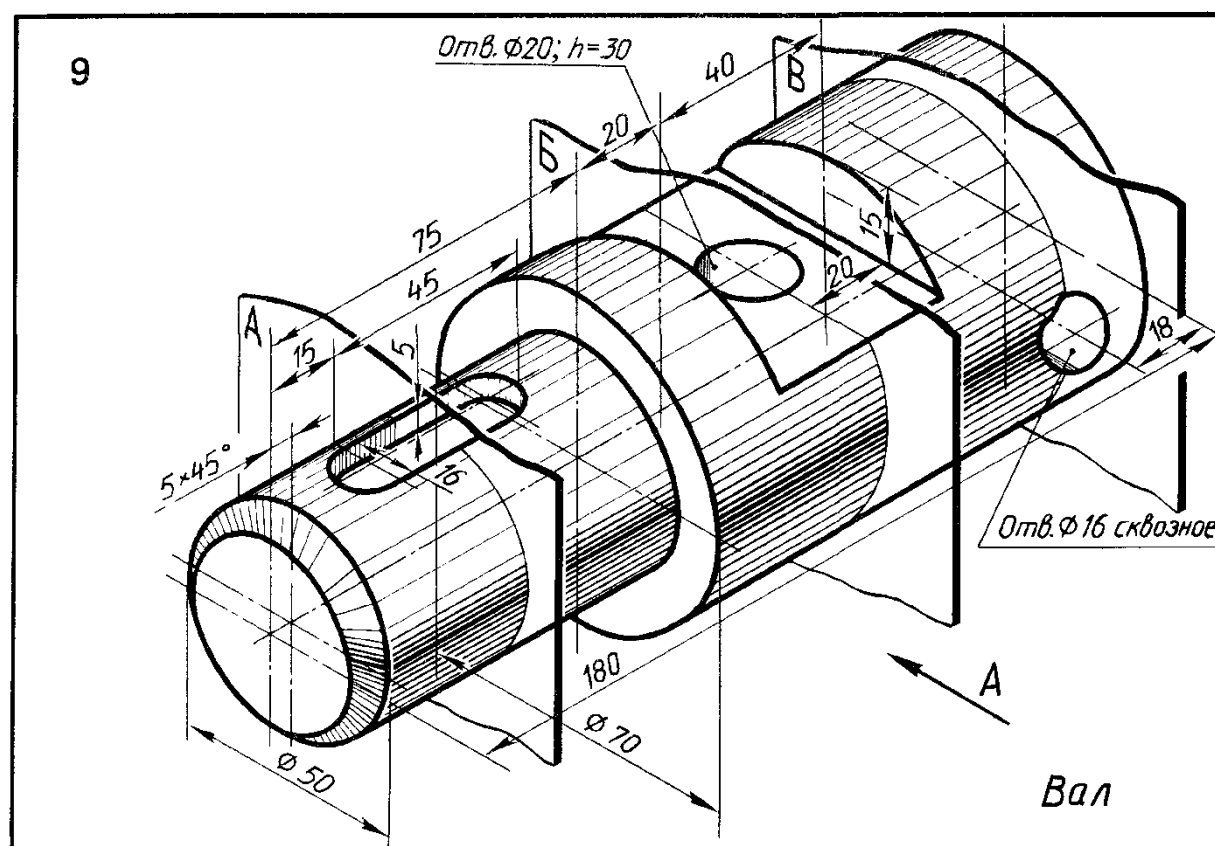
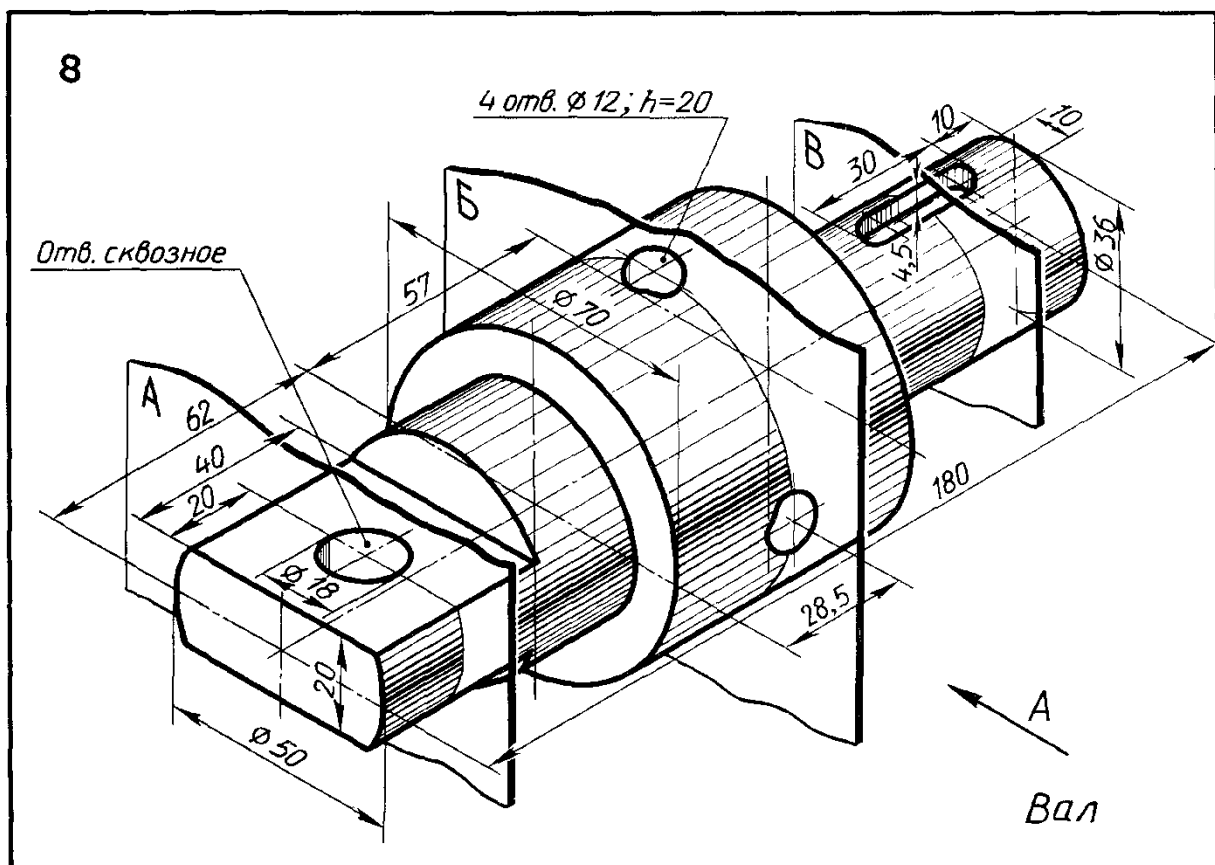
Додаток 2 Завдання до теми «Побудова двовимірних креслеників методом каркасних ліній.»

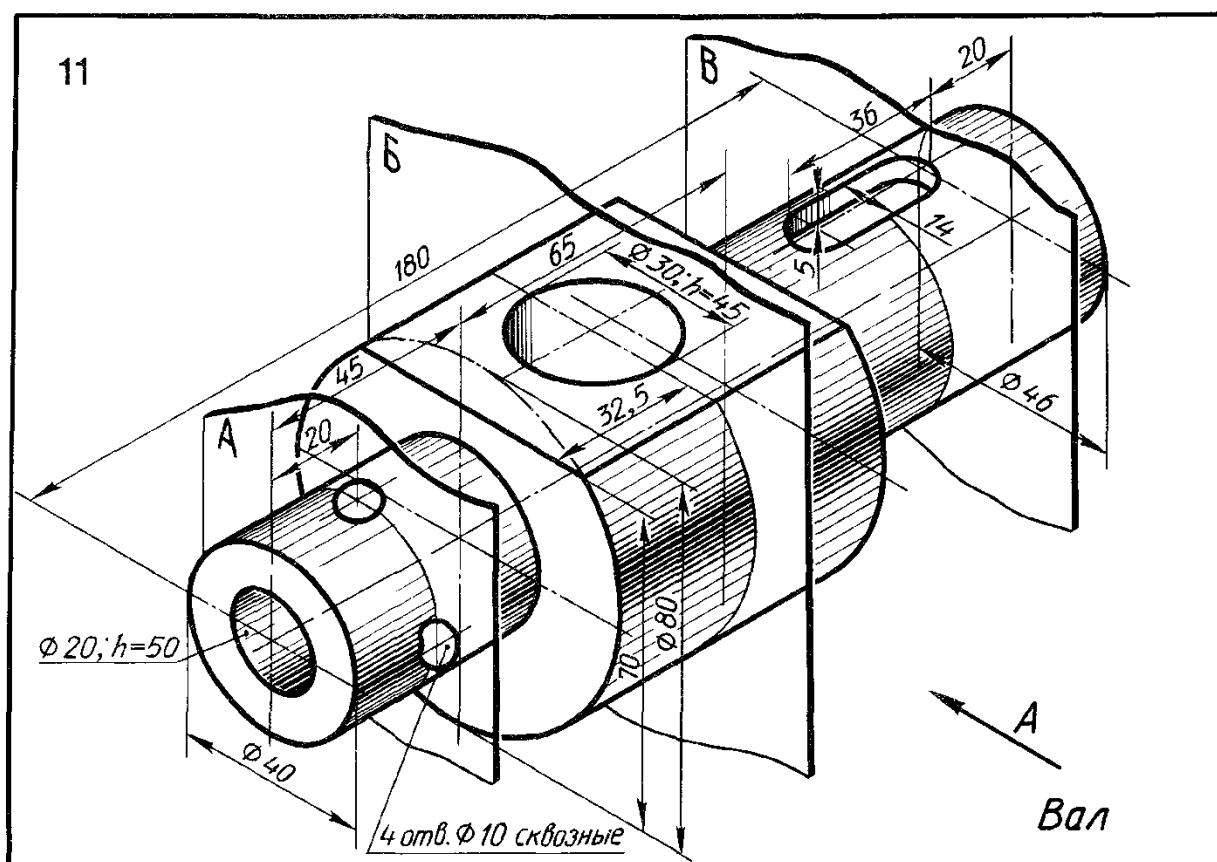
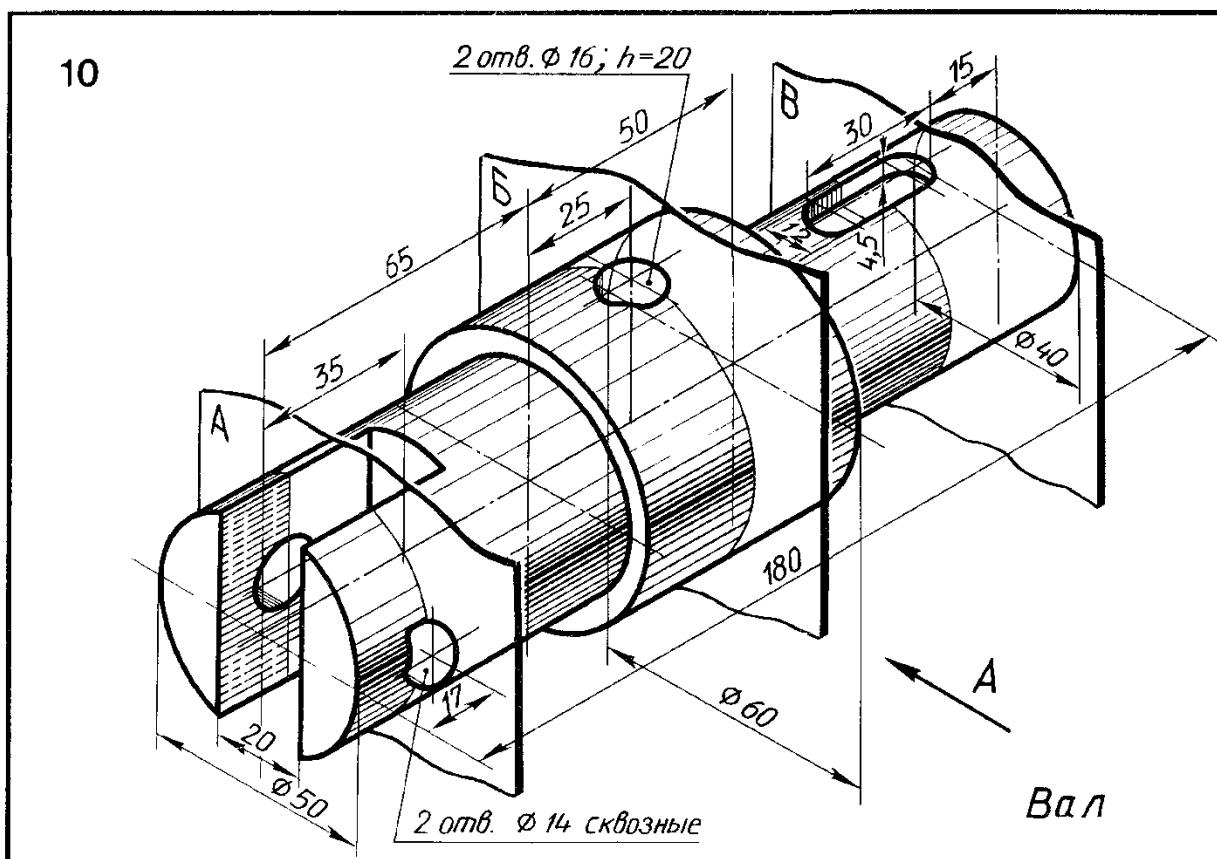




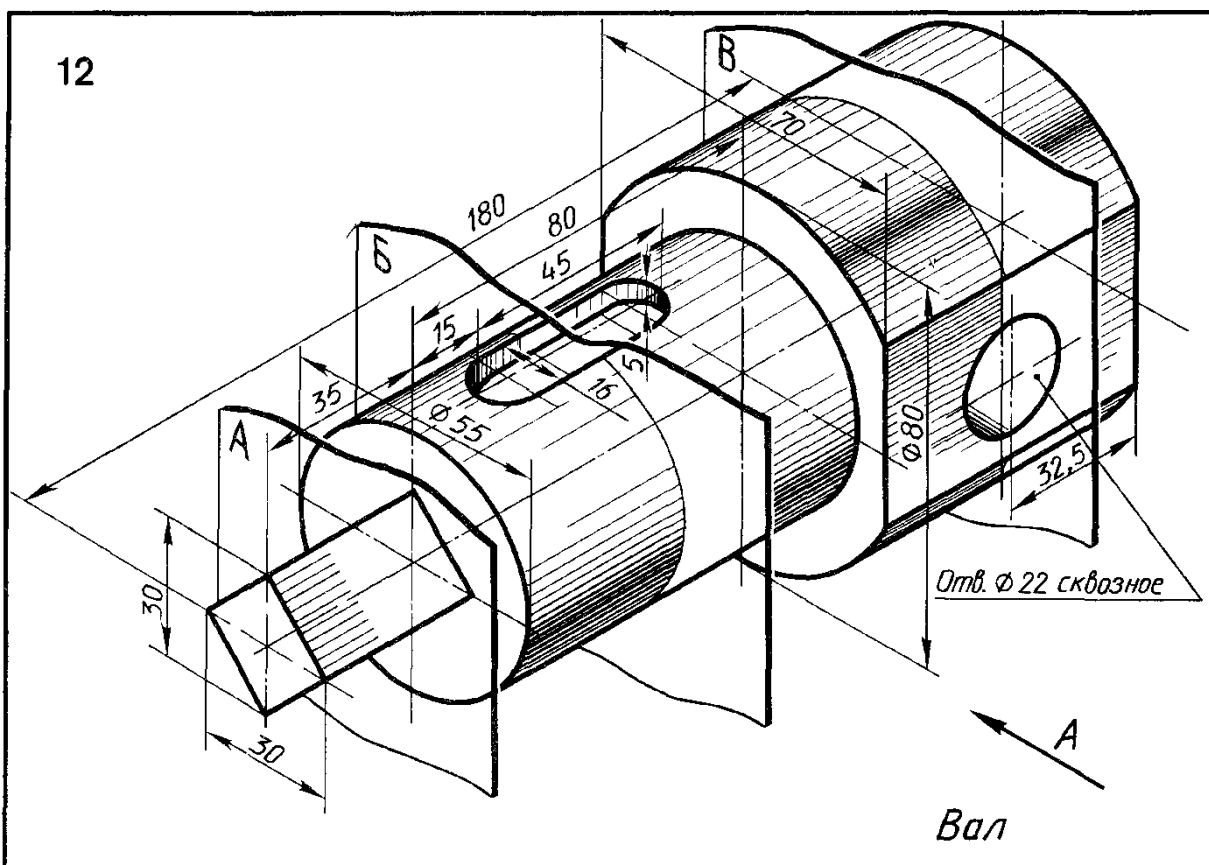




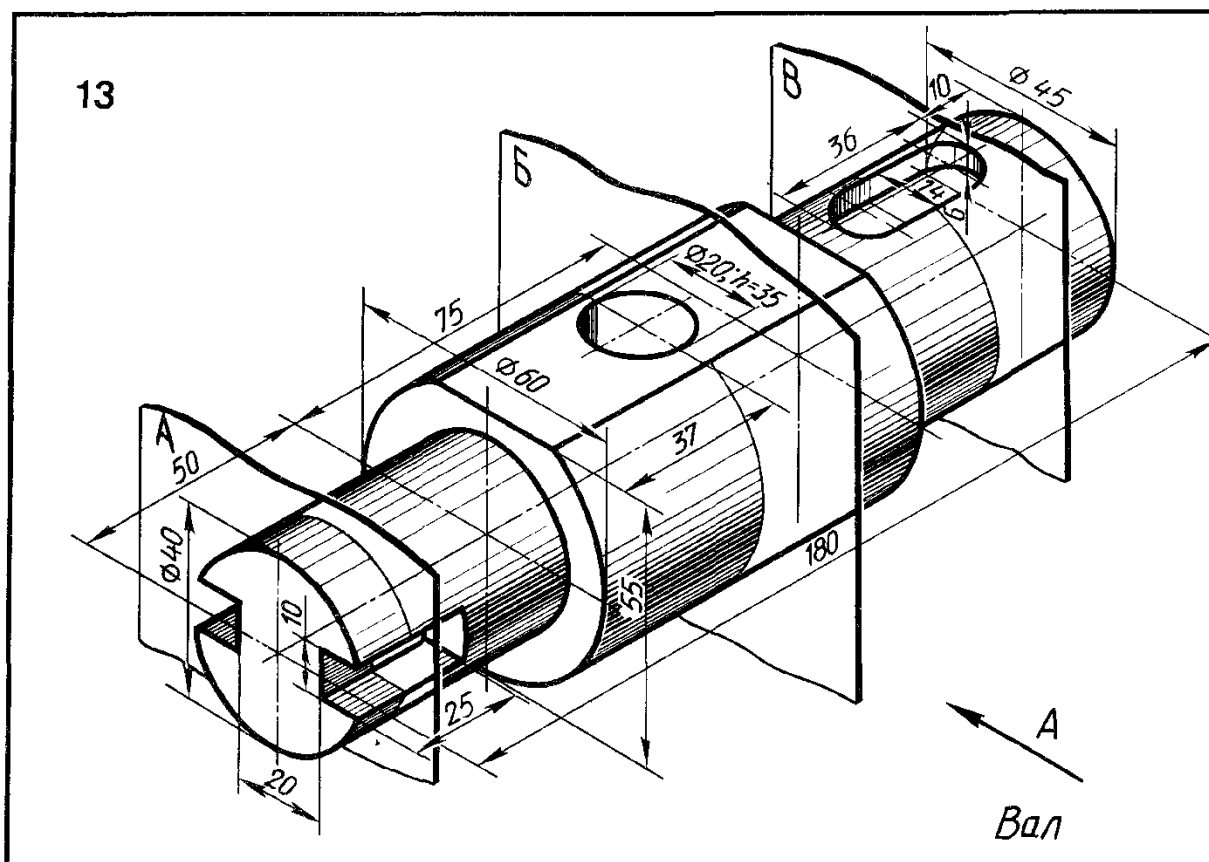


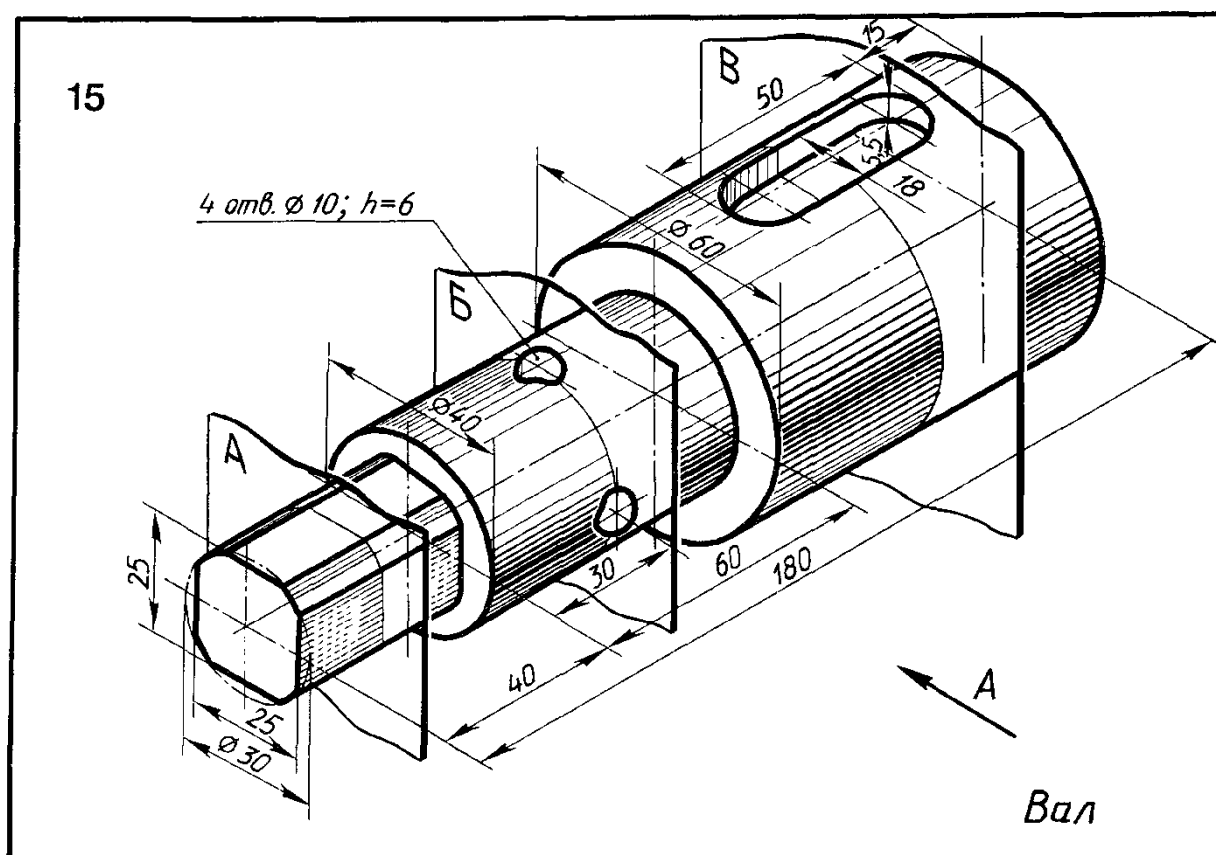
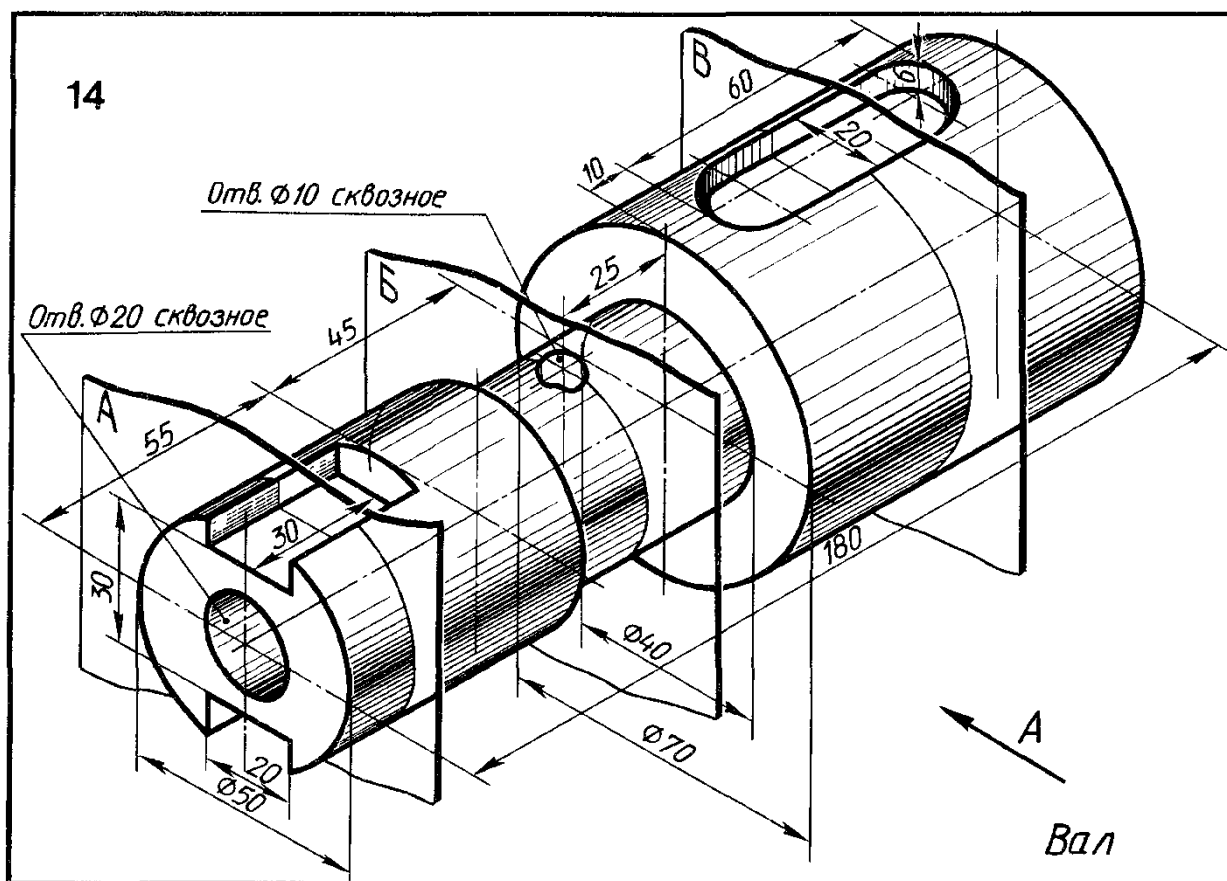


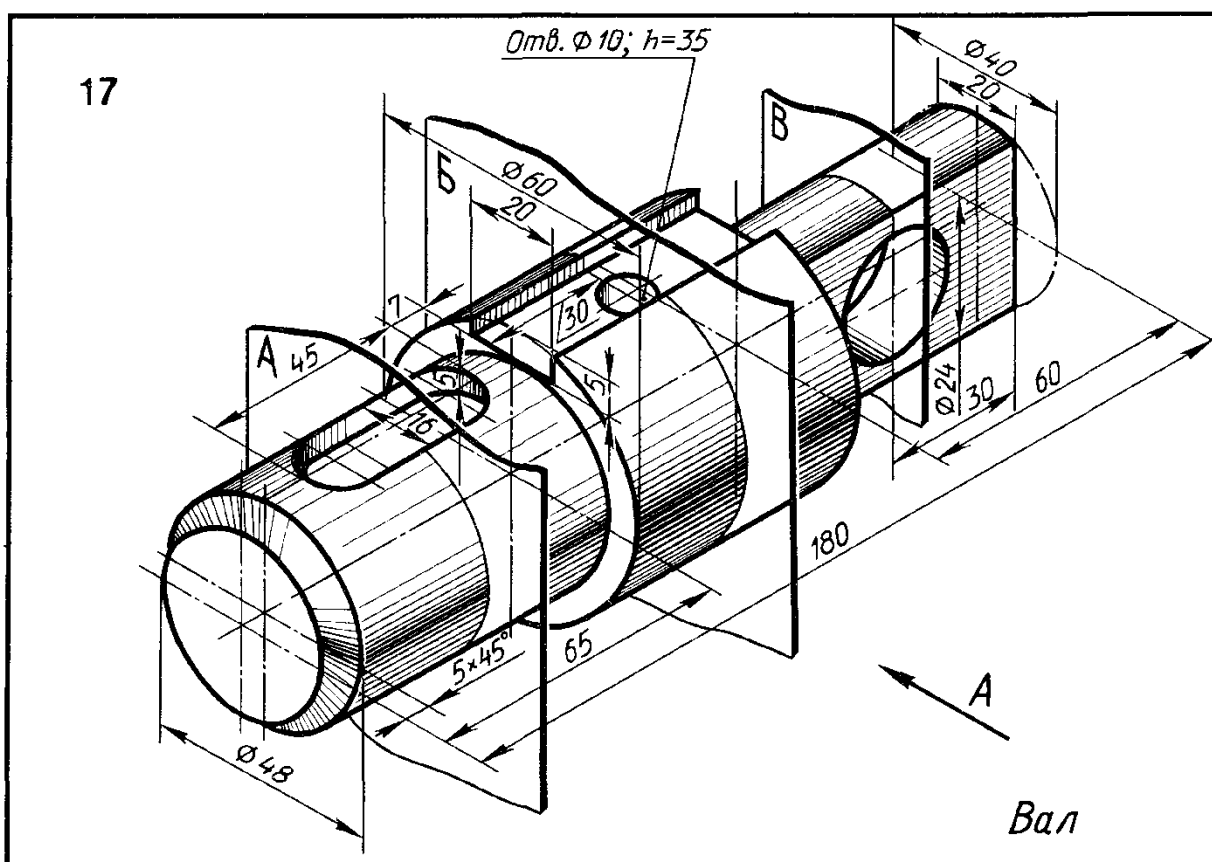
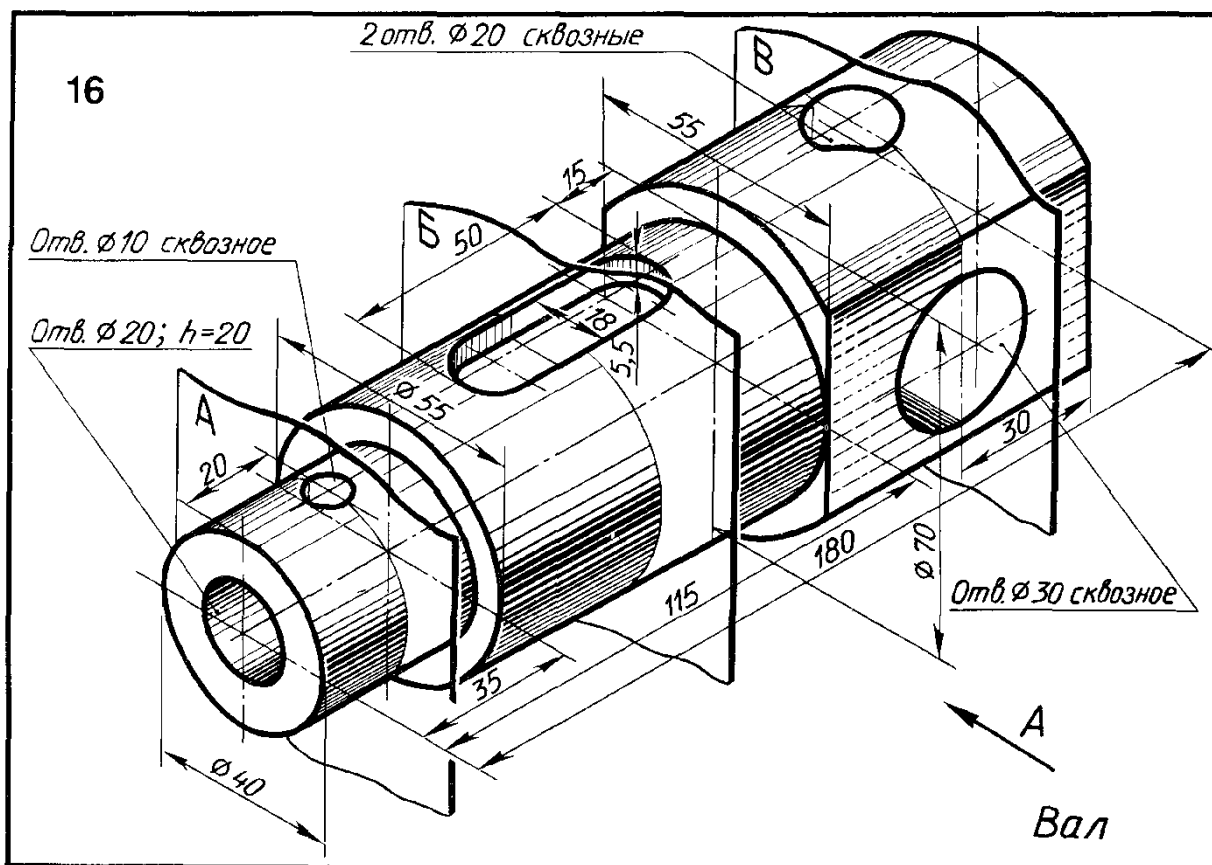
12

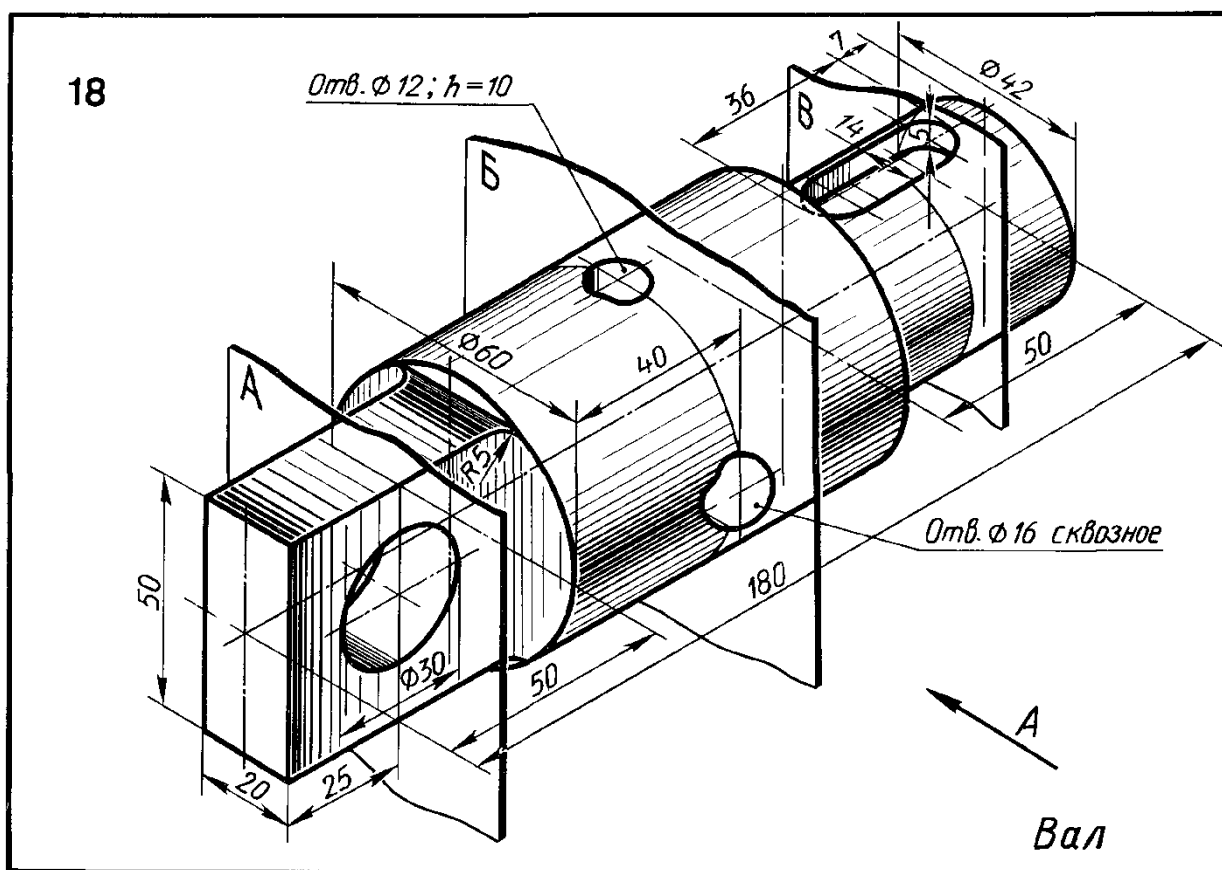


13









Додаток 3 Завдання до теми «Робота з складними примітивами у САПР AutoCAD»

