

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

В.М. Сліденко,  
М.П. Осадчук,  
В.О. Поліщук

**КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА  
ПРАКТИКУМ З AUTOCAD**

**Навчальний посібник**

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавр  
за освітніми програмами:  
«Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів»,  
"Системи забезпечення споживачів електричною енергією",  
"Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології"  
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
та за освітньою програмою  
«Енергетичний менеджмент та інжиніринг теплоенергетичних систем»  
спеціальності 144 «Теплоенергетика»

Електронне мережне навчальне видання

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2022

Рецензент *Зуєвська Н.В.* докт. техн. наук, проф., професор кафедри  
геоінженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор *Шевчук С.П.*, докт. техн. наук, проф.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № 6 від 23.06.2022 р.)  
за поданням Вченої ради Навчально-наукового інституту  
енергозбереження та енергоменеджменту  
(протокол № 10 від 31.05.2022 р.)*

Навчальний посібник містить комп'ютерні практикуми з дисципліни «Комп'ютерна графіка» для студентів, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітні програми: «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів», "Системи забезпечення споживачів електричною енергією", "Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології" та за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» освітня програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг теплоенергетичних систем».

Реєстр. № НП XX/XX-XXX. Обсяг X,X авт. арк.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056  
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© В.М. Сліденко, М.П. Осадчук, В.О. Поліщук  
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022

<b>ВСТУП</b> .....	4
Комп'ютерний практикум №1. Вступ до AutoCAD.....	5
Комп'ютерний практикум №2. Геометричні примітиви .....	14
Комп'ютерний практикум №3. Спряження .....	24
Комп'ютерний практикум №4. Масив.....	44
Комп'ютерний практикум № 5. Проекційне креслення в AutoCAD .....	51
Комп'ютерний практикум №6, Блоки .....	57
Комп'ютерний практикум №7. Побудова моделі видавлюванням.....	74
Комп'ютерний практикум №8. Побудова тіл обертанням .....	82
Комп'ютерний практикум №9. Моделювання об'єктів складної форми на основі існуючих 3D примітивів з використанням булевих операцій.....	85
Комп'ютерний практикум №10. Сценарії в AutoCAD.....	94
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	101

## ВСТУП

Навчальний посібник містить комп'ютерні практикуми з дисципліни «Комп'ютерна графіка» студентів, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітні програми: «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів», "Системи забезпечення споживачів електричною енергією", "Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології" та за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» освітня програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг теплоенергетичних систем».

Дисципліна «Комп'ютерна графіка» належить до складу базових у циклі підготовки фахівців за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітні програми: «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів», "Системи забезпечення споживачів електричною енергією", "Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології" та за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» освітня програма «Енергетичний менеджмент та інжиніринг теплоенергетичних систем».

Основною метою викладання дисципліни "Комп'ютерна графіка" є формування у студентів системи ґрунтовних знань та практичних навичок з основних розділів проектування електротехнічних та електромеханічних систем автоматизованого проектування, створення та розроблення конструкторських проектів на основі пакету AutoCAD з дотримання стандартів при оформленні конструкторської документації.

Представлені у навчальному посібнику комп'ютерні практикуми охоплюють всі змістовні модулі дисципліни.

## Комп'ютерний практикум №1

1. *Назва:* Вступ до AutoCAD.
  2. *Мета:* Навчитися виконувати основний напис для креслення і схем в пакеті AutoCAD.
  3. *Задачі:*
    - 3.1. Ознайомитися з оболонкою пакета AutoCAD.
    - 3.2. Вміти вибирати формат креслення та робити початкові установки.
    - 3.3. Накреслити рамку основного напису, використовуючи команди Pline, Line, Offset.
    - 3.4. Виконати налаштування шарів, шрифтів, розмірів.
    - 3.5. Підписати основний напис.
    - 3.6. Зберегти файл (тип файлу - .dwg).
    - 3.7. Оформити звіт.
  4. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
    - 4.1. Конспект лекцій;
    - 4.2. Методичні вказівки;
    - 4.3. Тип ПК;
    - 4.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела, 2008, 336 с.;
    - 4.5. Інші джерела.
  5. *Теоретичні відомості:*
    - 5.1. Розміри основних форматів;
    - 5.2. Зміст основного напису;
    - 5.3. Команди AutoCAD: Limits, Zoom, Snap, Grid, Ortho, Pline, Line, Offset, Copy, MText, Save.
  6. *Результати роботи:*
    - 6.1. Виконане креслення на ПК;
    - 6.2. Звіт з комп'ютерного практикуму, теоретична частина якого є відповіддю на поставлені задачі.
- Висновок

### Теоретичні відомості

Правила оформлення конкретного конструкторського документа визначаються його специфікою і положеннями відповідних стандартів. Розглянемо спочатку загальні правила оформлення креслень, що діють відповідно до документації всіх галузей промисловості.

Креслення й інші конструкторські документи виконуються на форматах, визначених ГОСТ 2.301-68. Основні формати та їх позначки подані в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 — Розміри основних форматів, у мм

Позначення формату	Формат
A0	841x1189
A1	594x841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Допускається застосування додаткових форматів, які утворюються збільшенням менших сторін основних форматів на величину, кратну їх розмірам. Розміри додаткових форматів слід вибирати з табл. 1.2.

Позначка додаткових форматів складається з позначки основного формату і його кратності відповідно до табл. 1.2. Наприклад, формат 297x1261 позначається A4x6.

На форматі виконують внутрішню рамку (рис. 1.1, [Рамка.doc](#)), а в правому нижньому куті розміщують основний напис (ДСТУ ГОСТ 2.104:2006). На аркушах формату А4 відповідно до ГОСТ 2.301-68 основні написи розташовують лише вздовж короткого боку формату.

Таблиця 1.2 — Розміри додаткових форматів, у мм

Кратність	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1198x1682	-	-	-	-
3	1189x2523	841x1783	594x1261	420x891	297x630
4	-	841x2378	594x1682	420x1189	297x841
5	-	-	594x2102	420x1486	297x1051
6	-	-	-	420x1783	297x1261
7	-	-	-	420x2080	297x1471
8	-	-	-	-	297x1682
9	-	-	-	-	297x1892

Основний напис для креслень і схем:

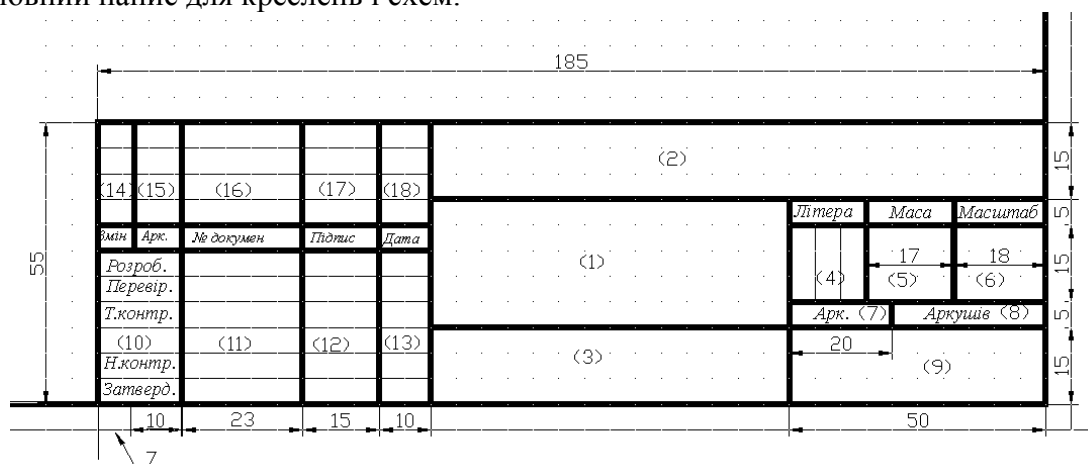


Рисунок 1.1 – Головний напис.

У графах основного напису вказують:

- 1) у графі 1 – назву виробу, починаючи з іменника, і назву документа, якщо йому присвоєно код. Наприклад, для робочого кресленика деталі - «Колесо зубчасте»; для схеми електричної принципової - «Генератор сигналів. Схема електрична принципова»;
- 2) у графі 2 – позначення документа відповідно до ГОСТ 2.201-80;
- 3) у графі 3 – позначення матеріалу деталі (графу заповнюють лише на кресленнях деталей);
- 4) у графі 4 – літеру, яка присвоєна цьому документу відповідно до ГОСТ 2.103-68;
- 5) у графі 5 – масу виробу відповідно до ГОСТ 2.109-73. На навчальних кресленнях графу не заповнюють;
- 6) у графі 6 – масштаб (проставляють згідно з ГОСТ 2.302-68 та ГОСТ 2.109-73);
- 7) у графі 7 – порядковий номер аркуша (на документах, що складаються з одного аркуша, графу не заповнюють);
- 8) у графі 8 – загальну кількість аркушів документа (графу заповнюють лише на першому аркуші);
- 9) у графі 9 – найменування або код організації, що випускає документ (графу не заповнюють, якщо код міститься в позначці документа);
- 10) у графі 10 – характер роботи, яка виконується особою, що підписує документ;
- 11) у графі 11 – прізвище особи, що підписала документ;
- 12) у графі 12 – підпис особи, прізвище якої вказано у графі 11;
- 13) у графі 13 – дату підпису документа;

14) у графах 14-18 записують дані про зміни, які внесені в документ відповідно до вимог ГОСТ 2.503-90.

Згідно з ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 використовують додаткові граfi до основного напису, в які заносять реквізити щодо затвердження, копіювання документа та ін. Місце розташування та розмір деяких інших додаткових граф може встановлювати розробник документа.

Команди AutoCAD, які використовуються в даному комп'ютерному практикумі:

*Команда Limits* – завдання формату креслення (A4, A3,...).

Установка меж екрану виконується за допомогою команди *Limits*, яка вводиться з клавіатури.

Після запуску команди видається запит:

```
Command: limits
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>:
Specify upper right corner <420.0000,297.0000>:
```

де слід вказати лівий нижній кут і правий верхній кут.

Опції: On – встановлює автоматичний контроль за додержанням меж,

Off – відключає вищезазначений контроль.

*Команда Zoom* – керує відображенням креслення на екрані. Опції роботи команди вибираються з командного рядка.

Опції:

*Realtime* – дозволяє збільшувати/зменшувати зображення шляхом переміщення курсору по екрану дисплея. Переміщення курсору від середини екрана до його верхньої межі дає дворазове збільшення, до нижньої – дворазове зменшення.

*Previous* – повертає попередній вигляд, створений командою *Zoom*.

*Window* – збільшує окреслену рамкою прямокутну область креслення до розмірів екрана.

*Dynamic* – дозволяє використовувати вікно вибору зображення, яке можна переміщувати (панорамувати) в межах креслення. Далі вибрану частину зображення можна масштабувати.

*Scale* – збільшує/зменшує зображення в задане число разів. Якщо за числом йде літера 'x', масштабування відбувається відносно поточного вигляду, якщо її немає – відносно меж креслення.

*Center* – відображає вигляд, центром якого є вказана точка.

*Object* – збільшується вказаний об'єкт.

*In / Out* – збільшує / зменшує креслення вдвічі.

*All* – виводить на екран усе креслення в межах його границь.

*Extents* – виводить на екран всі об'єкти креслення, навіть якщо вони виходять за межі креслення.

*Команда Snap* - покрокова прив'язка, при якому графічний курсор переміщається по вузлах уявної сітки із заданим кроком, який задається в вікні див. рис.2. Піктограма команди знаходиться внизу вікна редагування.

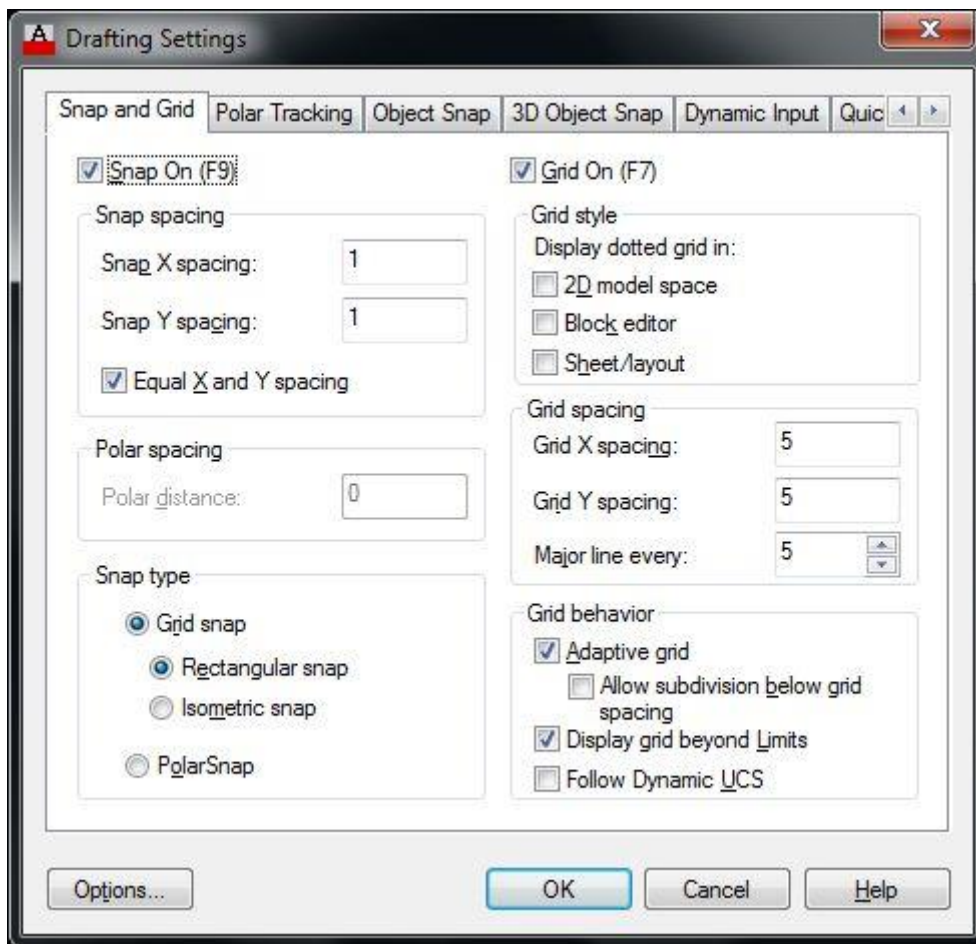


Рисунок 1.2 – Вікно установки параметрів для команд **Snap** і **Grid**.

Команда **Grid** - фонові допоміжна сітка (міліметровка за вказаним кроком). Параметри команди задаються у вікні див. рис.2. Піктограма команди знаходиться внизу вікна редагування.

Команда **Ortho** – ортогональність призначення для виконання ортогональних робіт. Піктограма команди знаходиться внизу вікна редагування.

Команда **Polar** – виконання робіт під кутом. Піктограма команди знаходиться внизу вікна редагування.

Команда **Osnap** – використання об'єктних прив'язок, їх перелік на рис.3. Піктограма команди знаходиться внизу вікна редагування. Прив'язки використовуються для побудови нових об'єктів на основі вже побудованих:

1. *Endpoint* (клавіатурний еквівалент – end) - прив'язка до кінцевої точки відрізка або дуги;
2. *Midpoint* (mid) – прив'язка до точки середини відрізка чи дуги;
3. *Center* (cen) – прив'язка до центра дуги, кола, еліпса;
4. *Node* (nod) – прив'язка до об'єкту типу Point;
5. *Quadrant* (qua) – прив'язка до так званих квадрантних точок – точок перетину координатних осей з колом, дугою або еліпсом;
6. *Intersection* (int) – прив'язка до точки перетину двох об'єктів;
7. *Extension* (ext) – прив'язка до точок, що є тимчасовим продовженням існуючих прямолінійних відрізків та дуг;
8. *Insertion* (ins) – прив'язка до точки вставки блоку чи тексту;
9. *Perpendicular* (per) – прив'язка до основи перпендикуляра;
10. *Tangent* (tan) – прив'язка до дотичної;
11. *Nearest* (nea) – прив'язка до точки на об'єкті, що є найближчою до позиції перехрестя курсору.
12. *Apparent intersection* (app) - прив'язка до точки уявного перетину, котра насправді точкою перетину не є. Використовується при роботі у тривимірному просторі.



13. *Parallel* (par) – побудова об'єкта паралельно попередньому.

Об'єктні прив'язки можна викликати з локального меню рядка стану. При використанні прив'язок слід уважно працювати з **Snap i Grid**.

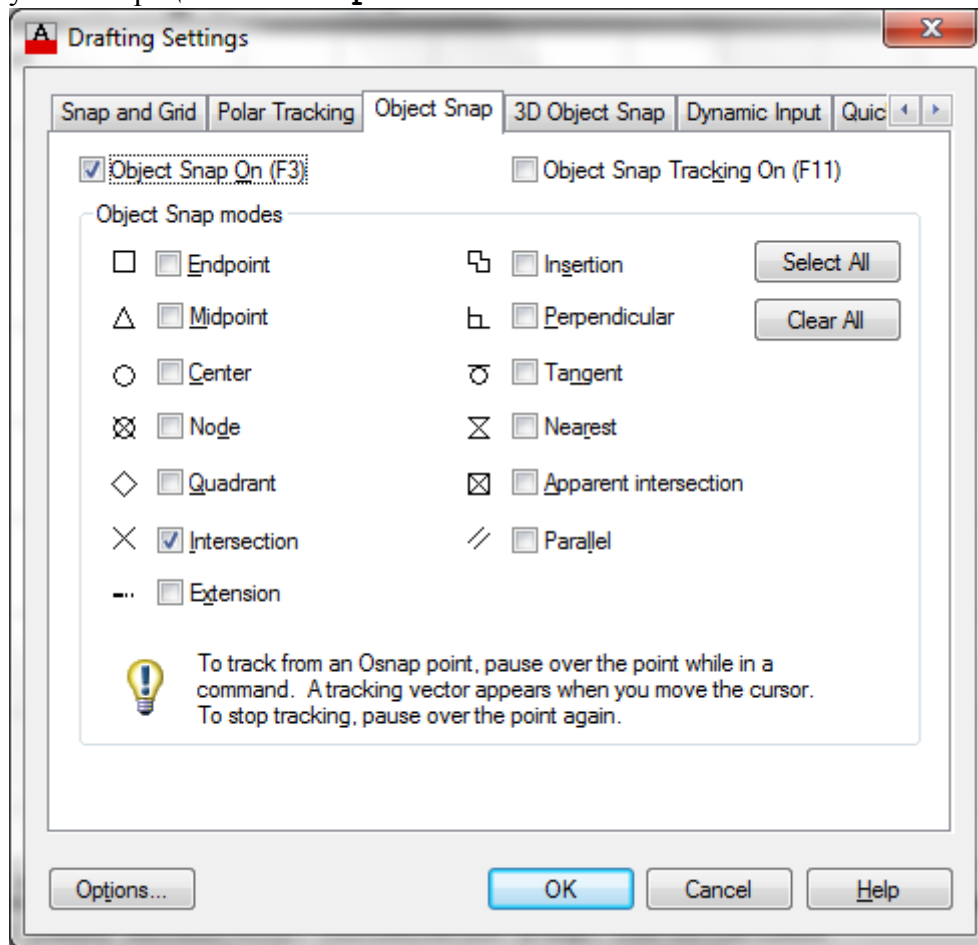


Рисунок 1.3 – Прив'язки до об'єктів, команда **Osnap**.

### **Команди побудови ліній**

**Команда Line** – будує послідовність прямолінійних сегментів. При цьому кожен сегмент є окремим об'єктом і може редагуватися самостійно. Відповідна кнопка знаходиться в розділі **Draw** панелі інструментів.

```
Command: Line
Specify first point:
Specify next point or [Undo]:
```

На перший запит слід вказати початкову точку, на другий - кінцеву чи наступну, вихід з команди Enter.

**Команда Pline** – полілінія – послідовність лінійних і дугових сегментів. Відповідна кнопка знаходиться в розділі **Draw** панелі інструментів. Незалежно від кількості складових сегментів, полілінія обробляється AutoCADi як єдиний об'єкт. Полілінії можуть мати ширину, яка до того ж може бути різною для різних сегментів, а також плавно змінюватися від початку до кінця сегменту.

```
Command: Pline
Specify start point:
Current line-width is 0.0000
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]:
Specify endpoint or arc or
[Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/
Undo/Width]:
```

Після запуску команди, у відповідь на запит `Specify start point:` слід вказати початкову точку полілінії. Повідомлення `Current line-width is < 0.0000 >` вказує поточну товщину полілінії, за потреби це значення можна змінити за допомогою опції `Width`.

Далі запит `Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]:` у відповідь на який потрібно вказати наступну точку, якщо наступний сегмент лінійний і вибрати `Arc`, якщо наступний сегмент дуговий.

Опції для лінійного сегменту:

`Arc` — дозволяє перейти в режим побудови дугових сегментів.

`Close` — з'єднує кінцеву точку останнього сегмента з початковою точкою першого сегмента та завершує команду.

`Halfwidth` — виводить запит на значення відстані від осі полілінії до її краю, тобто на половинне значення її ширини. Необхідно вказати значення на початку (`starting half-width`) та в кінці (`ending half-width`) сегмента.

`Length` — запитує довжину наступного сегмента полілінії. AutoCAD буде новий лінійний сегмент під тим же кутом, що і попередній.

`Undo` — відмінює сегмент, побудований останнім.

`Width` — дозволяє задати ширину для наступного сегмента. Сегмент можна зробити таким, що звужується або розширюється. Для цього потрібно вказати різні значення для початкової (`starting width`) та кінцевої (`ending width`) ширини сегмента.

Якщо у відповідь на запит для нового дугового сегмента вибрати опцію `Arc`, система відповідь запитом з опціями режиму побудови дугових сегментів: `Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width]:.`

Розглянемо їх.

`Endpoint of Arc` — потребує завдання кінцевої точки дуги, яка при цьому будується дотичною до попереднього сегмента полілінії.

`Angle` — виводить запит на значення центрального кута дуги. Від'ємне значення приведе до побудови дуги за годинниковою стрілкою.

`CEnter` — побудова дуги за центром кола, далі слід вказати кут чи хорду.

`CLose` — замикає полілінію дуговим сегментом.

`Direction` — виводить запит на напрям дотичної до сегмента.

`Halfwidth` — запитує половинне значення ширини полілінії.

`Line` — перемикає в режим побудови прямолінійних сегментів.

`Radius` — виводить запит на значення радіуса дугового сегмента.

`Second pt` — потребує завдання другої точки на дузі, що формується за трьома точками.

`Undo` — відмінює сегмент, побудований останнім.

`Width` — виводить запити на початкову та кінцеву ширину наступного дугового сегмента.

**Команда Copy** — команда копіювання об'єктів. Відповідна кнопка знаходиться в розділі **Modify** панелі інструментів.

```
Command: Copy
Select object:
Specify base point or [Displacement/mOde] <Displacement>:
Specify second point or [Array] <use first point as displacement>:
```

Команда забезпечує створення однієї чи декількох копій одного чи групи об'єктів. Копії розміщуються на заданій відстані від вихідних об'єктів. Вибрати об'єктів - запит `Select object`. Далі на запит `Specify base point or [Displacement/mOde] <Displacement>`: слід вказати базову точку об'єктів, які копіюються або переміщення, яке задається відносними координатами чи вказується кнопкою миші. Якщо було вибрано базову точку, то наступним буде запит `Specify second point or [Array] <use first point as displacement>`: тобто слід задати другу точку для копіювання об'єкту чи масив (якщо створюється масив об'єктів), чи завершити копіювання, чи відмінити останню дію. В результаті роботи команди створюється копія існуючого об'єкту, тобто на робочому полі AutoCAD залишається два об'єкта.

*Команда **Offset*** - створює новий об'єкт за допомогою паралельного перенесення, який буде подібний за формою до одного з наявних об'єктів. Розміщення нового об'єкту задається відстанню до вихідного об'єкта, або вибором точки, через яку він має проходити. Відповідна кнопка знаходиться в розділі **Modify** панелі інструментів.

```
Command: Offset
Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <Through>:
Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>:
Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>:
```

Після запуску команди виводиться запит `Specify offset distance or [Through/Erase/Layer] <Through>`: у відповідь на який потрібно вказати величину зміщення відносно вихідного об'єкту, або вибрати опцію `Through`, якщо потрібно, щоб подібний об'єкт проходив через задану точку. Величину зміщення можна задавати як введенням числового значення з клавіатури, так і вибором двох точок на екрані. Після визначення зміщення система виведе запит на вибір об'єкта `Select object to offset or [Exit/Undo] <Exit>`: та сторону зміщення `Specify point on side to offset or [Exit/Multiple/Undo] <Exit>`:. Вибирати можна тільки один об'єкт. Щоб завершити команду слід натиснути *Enter*.

*Команда **MText*** – створення написів з можливістю вибору параметрів тексту – стилю, висоти, вирівнювання і т.д.

```
Command: MText
Current text style: "Standard" Text height: 2.5 Annotative: No
Specify first corner:
Specify opposite corner or [Height/Justify/Line spacing/Rotation/
Style/Width/Columns]:
```

Після запуску команди необхідно вказати координати двох точок – лівий верхній (`Specify first corner:`) та правий нижній (`Specify opposite corner`) кути прямокутної області, в межах якої буде створений текст. Далі на кресленні з'являється прямокутне поле, в яке можна ввести текст напису. Параметри напису можна змінювати за допомогою опцій:

`Height` – встановити висоту тексту.

`Justify` – задати вирівнювання тексту по горизонталі та по вертикалі.

`Line spacing` – встановити інтервал між рядками напису.

`Rotation` – встановити кут між лінією напрямку тексту та віссю абсцис. Використовується якщо необхідно створити не горизонтальний напис.

`Style` – встановити стиль тексту.

`Width` – встановити ширину поля, в якому буде розміщений текст.

`Columns` – створення декількох колонок тексту.

Коли команда MText активна, на панелі інструментів AutoCAD з'являються додаткові кнопки, які дозволяють змінювати параметри тексту без використання командного рядка.

### *Хід виконання роботи*

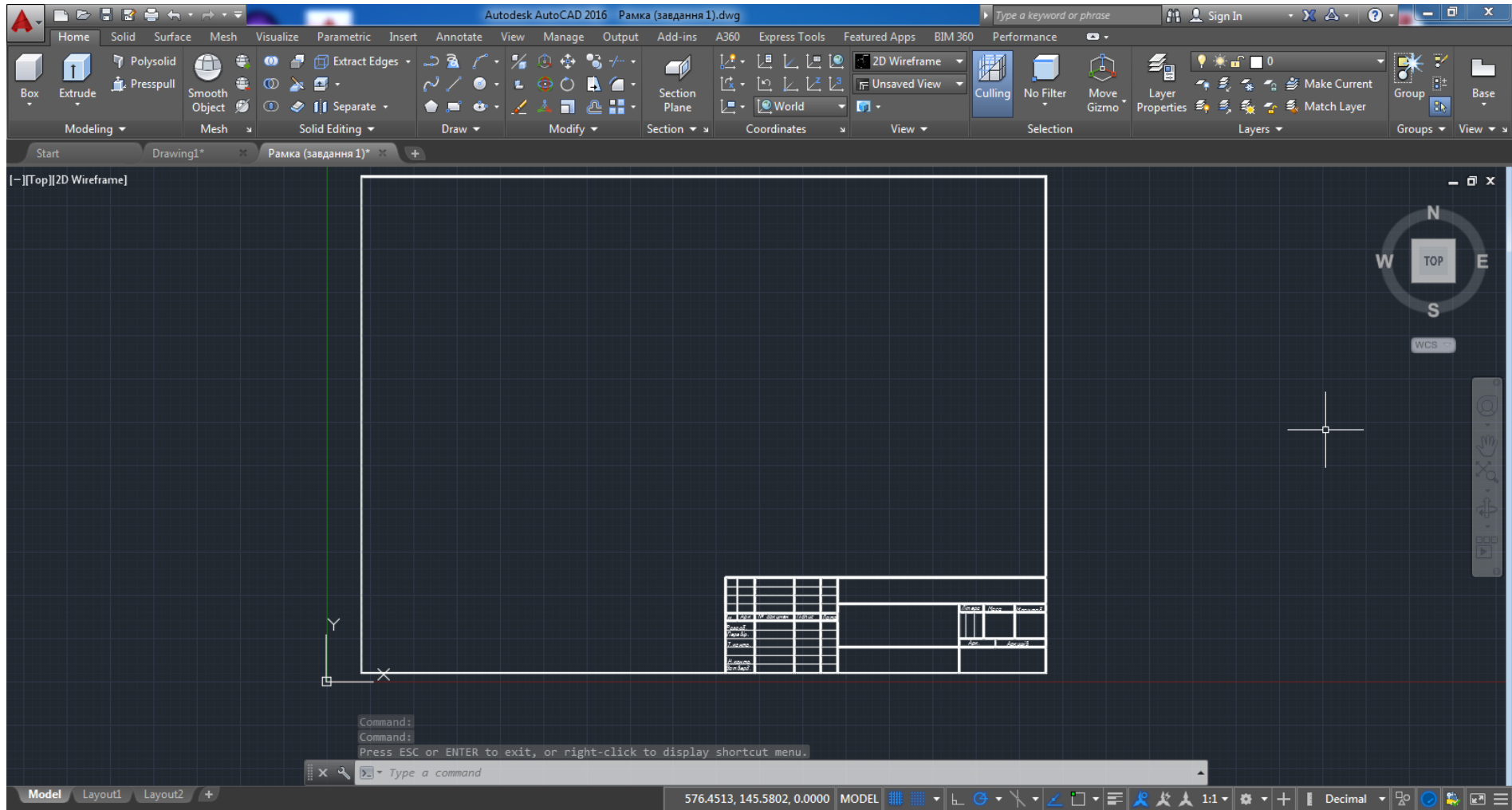
1. На диску D: створити папку за назвою групи (англійськими літерами), в середині папки створити папку поточного комп'ютерного практикуму, наприклад, D: \OE-p41\KP1
2. Завантажити AutoCAD.
3. Задати формат креслення. Для цього в командному рядку AutoCAD ввести команду Limits і задати координати для формату A3: ліва нижня точка – (0,0), верхня права (420, 297).
4. Прив'язати формат креслення до поля редагування командою Zoom, обравши опцію All.
5. В нижньому рядку редактора знаходимо кнопки: Snap, Grid і Ortho і активуємо їх (натиснути на них).
6. Команда Snap задає крок переміщення – права клавіша миші, опція Setting – задати 1.
7. Команда Grid виводить сітку (міліметровка) – права клавіша миші опція Setting – задати 5.
8. Команда Ortho дозволяє креслити лінії під прямим кутом.
9. Переходимо до креслення зовнішньої рамки. Вибираємо кнопку Polyline з панелі інструментів (клавіатурний еквівалент – Pline).

```
Command: PLINE
Specify start point: 20,5
Current line-width is 0.0000
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: w
Specify starting width <0.0000>: 1
Specify ending width <1.0000>: 1
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 287
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 395
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 287
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: c
```

10. Креслення основного напису. Використовуються команди побудови Pline, Line та редагування Copy, Offset.
11. У вкладці TextStyle налаштовуємо стиль. У списку шрифтів Font Name вибираємо шрифт ISOCPEUR, виставляємо його висоту Height 2,5 – 7 мм.
12. Командою MText підписати графі.
13. Збереження креслення – пункти головного меню Save або (Save as).

## Додаток А

### Результат виконання практикуму



## Комп'ютерний практикум №2

7. *Назва:* Геометричні примітиви
8. *Мета:* Навчитися працювати з командами побудови геометричних примітивів.
9. *Задачі:*
  - 9.1. Вміти побудувати лінію за заданими параметрами;
  - 9.2. Вміти побудувати прямокутник за заданими параметрами;
  - 9.3. Вміти побудувати дугу за заданими параметрами;
  - 9.4. Вміти побудувати коло за заданими параметрами;
  - 9.5. Вміти побудувати еліпс за заданими параметрами;
  - 9.6. Вміти побудувати багатокутник за заданими параметрами;
  - 9.7. Вміти виконувати побудови з використанням прив'язок;
  - 9.8. Виконати побудову полілінії за заданим варіантом.
10. *Теоретичні відомості:*
  - 10.1. Команда Line;
  - 10.2. Команда Rectangle;
  - 10.3. Команда Arc;
  - 10.4. Команда Circle;
  - 10.5. Команда Ellipse;
  - 10.6. Команда Polygon.
11. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
  - 11.1. Конспект лекцій;
  - 11.2. Методичні вказівки;
  - 11.3. Тип ПК;
  - 11.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренічна Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела, 2008, 336 с.;
  - 11.5. Інші джерела.
12. *Результати практикуму:*
  - 12.1. Виконане креслення на ПК;
  - 12.2. Звіт з комп'ютерного практикуму, теоретична частина якого є відповіддю на поставлені задачі.

Висновок

### *Теоретичні відомості*

*Команда **Line*** – розглядалася в КП №1.

*Команда **Rectangle*** - будує полілінію у вигляді прямокутника зі сторонами, паралельними осям X та Y поточної системи координат. Після її запуску система виведе запит та список додаткових опцій: Specify first corner point or [Chamfer/ Elevation/ Fillet/ Thickness/ Width]:. За замовчанням побудова здійснюється за двома діагонально протилежними вершинами прямокутника, які вказуються відповідно на запити: Specify first corner point: та Specify other corner point or [Dimensions]:. Опція Dimensions, що пропонується як альтернатива до протилежної вершини, дозволяє побудувати прямокутник за довжинами його сторін. Після її вибору система послідовно видасть запити на довжину прямокутника (Specify length for rectangles:), його ширину (Specify width for rectangles:), а далі на введення точки (Specify other corner point:). Завдання точки у даному випадку потрібне лише для того, щоб визначити орієнтацію прямокутника відносно його першої точки.

*Команда **Arc*** реалізує 11 способів побудови дуги залежно від вибору і поєднання опцій. Серед них: за початковою точкою, центром і кінцевою точкою; за початковою точкою, центром і кутом; за початковою та кінцевою точками і радіусом та інші.

Опції:

3 Points — за трьома точками;

Start — початкова точка дуги;  
Center — точка центра дуги;  
End — кінцева точка дуги;  
Angle — центральний кут дуги;  
Length — довжина хорди;  
Direction — напрям дотичної (вказується однією точкою і збігається з вектором, проведеним у цю точку з початкової точки);  
Radius — радіус дуги.

Команда **Circle** призначена для побудови кіл і надає користувачеві ряд опцій, що забезпечують різні способи побудови. Після запуску команди виводиться запит `Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:`, у відповідь на який потрібно задати точку центра кола або вибрати опцію.

Опції:

3P — будує коло по трьох точках, які потрібно вказувати відповідно на запити: `Specify first point on circle:`, `Specify second point on circle:`, `Specify third point on circle:`.

2P — визначає діаметр кола за двома заданими точками.

Ttr — будує коло заданого радіуса, дотичне до двох графічних елементів (ними можуть бути лінії, дуги чи кола). Спочатку треба вибрати дотичні (на запити `Specify point on object for first tangent of circle:` та `Specify point on object for second tangent of circle:`), а тоді вказати радіус.

Center point — точка центра. Після її вибору видається запит `Specify radius of circle or [Diameter]:`, у відповідь на який потрібно вказати значення радіуса кола або вибрати опцію `Diameter`, щоб потім вказати значення діаметра.

Підменю `Circle` панелі інструментів містить пункт `Tan, Tan, Tan`. Цей пункт відповідає опції 3P при увімкненому режимі прив'язки `Tangent` (дотично). При його виборі AutoCAD буде коло, дотичне до трьох графічних елементів.

Якщо команда вибирається з панелі інструментів, то пропонуються такі опції побудови кола:

`Center, Radius` — за центром і радіусом;

`Center, Diameter` — за центром і діаметром;

`2 Points` — за двома точками;

`3 Points` — за трьома точками;

`Tan, Tan, Radius` — за двома дотичними і радіусом;

`Tan, Tan, Tan` — за трьома дотичними.

Команда **Ellipse** призначена для побудови еліпсів та еліптичних дуг. Побудова здійснюється за двома осями або за центром та радіусом ізометричного кола, якщо встановлено ізометричний режим прив'язки. Після запуску команди виводиться запит `Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]:`, у відповідь на який потрібно вказати кінцеву точку осі еліпса або вибрати іншу опцію.

Опції:

`Axis endpoint` — визначає першу вісь еліпса за двома її кінцевими точками. Ця опція використовується за замовчуванням. Після того, як буде задана кінцева точка осі еліпса, AutoCAD виведе запит на другу кінцеву точку цієї осі: `Specify other endpoint of axis:`. Далі, у відповідь на запит `Specify distance to other axis or [Rotation]:`, потрібно визначити другу вісь еліпса. За замовчуванням друга вісь задається відстанню, що становить половину її довжини. Значення цієї відстані можна ввести з клавіатури або вказати курсором.

`Rotation` — дозволяє будувати еліпс як проекцію на площину креслення кола, що обертається навколо діаметра, визначеного заданими перед цим точками. Діапазон допустимих кутів становить від 0 до 89.4 градусів.

`Center` — центральна точка еліпса. Після її вибору (у відповідь на запит `Specify center of ellipse:`) з'являється запит `Specify endpoint of axis:`, на який треба вказати кінцеву точку осі, а далі — вже відомий запит: `Specify distance to other axis or [Rotation]:`.

Arc — дозволяє побудувати еліптичну дугу. У разі вибору цієї опції з'явиться запит на визначення кінця осі або центра еліптичної дуги (Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center] :), який потребує надання такої ж інформації, як і у разі побудови повного еліпса. Після відповіді на послідовність запитів для повного еліпса з'являться запити на визначення початкового (Specify start angle or [Parameter]:) та кінцевого (Specify end angle or [Parameter/Included angle]:) кутів дуги. Значення кутів можна вводити з клавіатури або вказуючи точки. При введенні значень з клавіатури слід мати на увазі, що нульовий кут відповідає напрямку від центра еліпса до кінцевої точки його великої осі. Вибір опції Included angle дозволяє замість кінцевого кута задати центральний кут дуги, виміряний відносно її початкового кута. Побудова еліптичної дуги з використанням опції Parameter потребує введення таких самих даних, як і побудова за початковим та кінцевим кутами. Однак при цьому дуга будується відповідно до наступного параметричного рівняння:

$$p(u) = c + a \times \cos(u) + b \times \sin(u)$$

де  $c$  — центр еліпса,  $a$  і  $b$  — довжини великої та малої осей відповідно.

Команда **Polygon** будує правильний багатокутник з числом сторін від 3 до 1024. Після її введення з'являється запит Enter number of sides:, на який потрібно вказати число сторін багатокутника. Наступний запит Specify center of polygon or [Edge]: потребує завдання центру або вибору опції. Якщо у відповідь на нього задати центральну точку багатокутника, то далі будуть запропоновані опції, що визначають спосіб його побудови, а саме:

Inscribed in circle — багатокутник будується як вписаний у певне коло;

Circumscribed about circle — багатокутник будується як описаний навколо певного кола.

Після визначення способу побудови необхідно у відповідь на запит Specify radius of circle: задати радіус кола. Якщо радіус задається шляхом уведення його числового значення, то орієнтація нижньої сторони багатокутника збігається з орієнтацією сітки для фіксованого переміщення курсору. Здебільшого це 0. Якщо ж радіус задається за допомогою курсору, то для вписаного багатокутника з вказаною точкою буде збігатися одна з його вершин, а для описаного — середина однієї зі сторін.

Опція Edge дозволяє побудувати багатокутник за положенням однієї з його сторін шляхом завдання її початкової (Specify first endpoint of edge:) та кінцевої (Specify second endpoint of edge:) точок. AutoCAD будує багатокутник, створюючи круговий масив указаних сторін. Побудова ведеться проти годинникової стрілки.

Команда **Join** — дозволяє об'єднати декілька відрізків, дуг або поліліній в одну полілінію. Після запуску команди необхідно обрати лінії, які будуть об'єднані в полілінію. В разі успішного виконання команди з'явиться повідомлення N segments joined into 1 polyline (якщо серед об'єктів для об'єднання вже була полілінія) або N objects converted to 1 polyline (якщо виконувалося об'єднання тільки відрізків та дуг), де N — кількість об'єктів, що були обрані. Для успішного виконання команди Join необхідно, щоб кінці ліній співпадали. Якщо між кінцями ліній є проміжок, то об'єднання не відбудеться, а в командному рядку з'явиться повідомлення N objects discarded from the operation. Тому необхідно використовувати прив'язки або точні значення координат при побудові ліній, до яких в подальшому буде застосована команда Join.

Команди **Pline** та **Osnap** наведені в КП №1.

### Хід виконання роботи

1. Завантажити AutoCAD.
2. Завантажити файл створений на КП №1 і зберегти його з новим іменем, наприклад, kp2\_1.dwg.
3. Виконати побудови згідно варіанту за таблицею №1.
4. Побудувати відрізок від центра еліпса дотичний до кола, використовуючи прив'язки.
5. Побудувати відрізок від середини відрізка, побудованого в п. 3, до точки перетину відрізка, побудованого в п. 4, та еліпса, використовуючи прив'язки.
6. Файл зберегти.



7. Завантажити файл створений на КП №1 і зберегти його з новим іменем, наприклад, kp2\_2.dwg.

8. Виконати побудову полілінією за заданим варіантом (див. приклад). Контур виконується **однією полілінією**. Виконувати побудову осевих та розмірних ліній не потрібно. За потреби контур можна побудувати декількома полілініями, які потім об'єднати за допомогою команди Join. Якщо контур (зовнішній або внутрішній) має форму повного кола, то його необхідно побудувати за допомогою команди Circle, а не Pline.

9. Файл зберегти.

### Приклад побудови контуру деталі

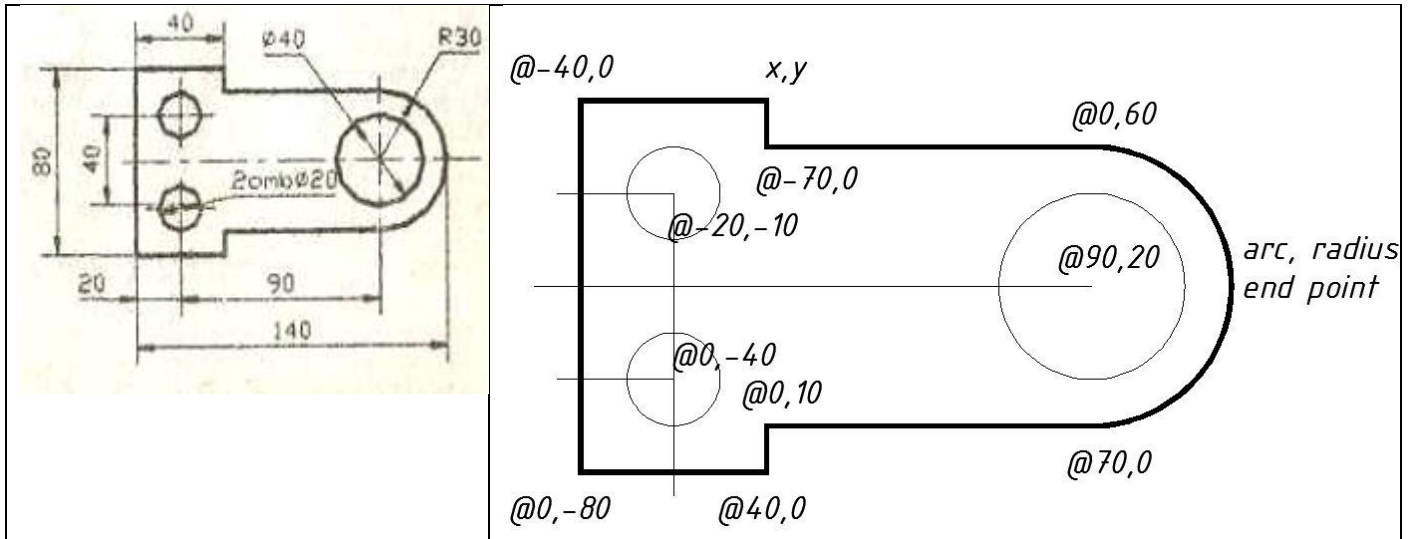


Рисунок 2.1 – Приклад побудови контуру деталі.

Контур, показаний на рис. 2.1, можна побудувати двома способами.

*Спосіб 1* передбачає використання відносних координат. Якщо при введенні координат на початку поставити символ @, то координати будуть використані як зміщення відносно попередньої точки. Для побудови контуру спочатку виконується довільний вибір першої точки, а потім за допомогою відносних координат послідовно вказуються всі наступні точки. Детальна реалізація наступна:

Command: PLINE	
Specify start point:	Початкова точка вказується довільно за допомогою миші
Current line-width is 0.0000	
Specify next point or [Arc/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: w	Зміна товщини полілінії
Specify starting width <0.0000>: 1	
Specify ending width <1.0000>: 1	
Specify next point or [Arc/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: @-40,0	Побудова лінійних ділянок контуру з використанням відносних координат (рис. 2.1)
Specify next point or [Arc/ Close/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: @0,-80	
Specify next point or [Arc/ Close/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: @40,0	
Specify next point or [Arc/ Close/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: @0,10	
Specify next point or [Arc/ Close/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: @70,0	
Specify next point or [Arc/ Close/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: @0,60	

Specify next point or [Arc/ Close/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: A	Перехід до побудови дуги
Specify endpoint of arc or [Angle/ CEnter/ CClose/ Direction/ Halfwidth/ Line/ Radius/ Second pt/ Undo/ Width]: R Specify radius of arc: 30	Вибір радіуса дуги
Specify endpoint of arc or [Angle]: @0,60	Вибір кінцевої точки дуги відносно початкової точки
Specify endpoint of arc or [Angle/ CEnter/ CClose/ Direction/ Halfwidth/ Line/ Radius/ Second pt/ Undo/ Width]: L	Перехід до побудови лінійних сегментів полілінії
Specify next point or [Arc/ Close/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: @-70,0	Побудова лінійної ділянки контуру
Specify next point or [Arc/ Close/ Halfwidth/ Length/ Undo/ Width]: C	Створення замкненої полілінії (остання ділянка контуру)
Command: CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: @-20,-10 Specify radius of circle or [Diameter] <5.0000>: d Specify diameter of circle <10.0000>: 20	Побудова кола меншого діаметра, координати центра вказуються відносно останньої точки контуру
Command: CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: @0,-40 Specify radius of circle or [Diameter] <10.0000>: d Specify diameter of circle <20.0000>: 20	Побудова другого кола меншого діаметра, координати центра вказуються відносно центра першого кола
Command: CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: @90,20 Specify radius of circle or [Diameter] <10.0000>: d Specify diameter of circle <20.0000>: 40	Побудова кола більшого діаметра, координати центра вказуються відносно центра другого кола

*Спосіб 2* (з використанням допоміжних ліній):

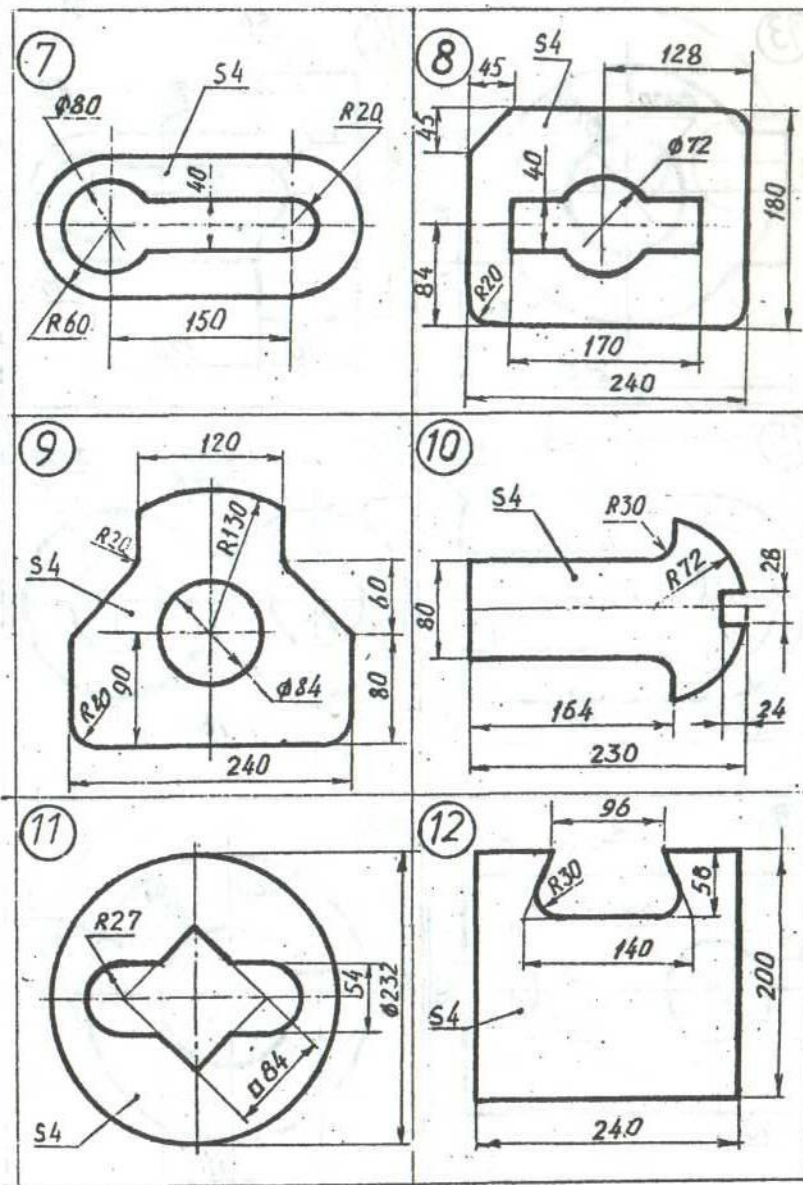
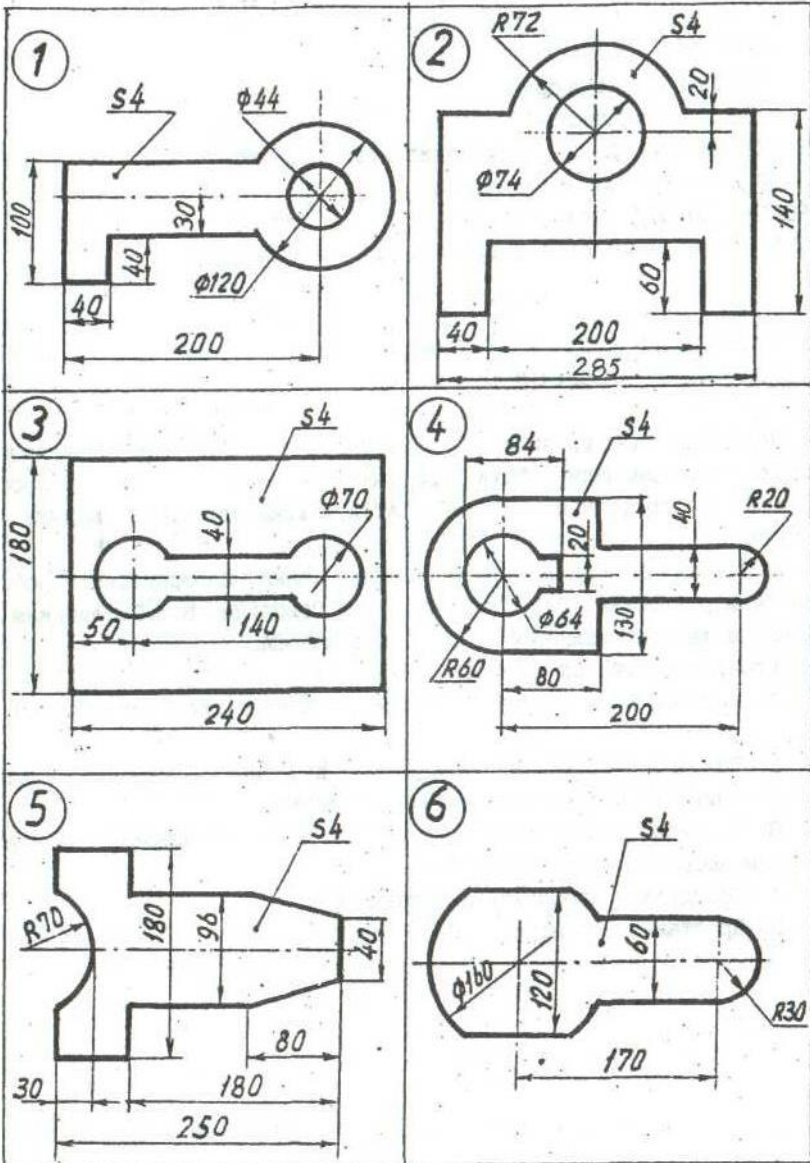
1. Провести допоміжну горизонтальну лінію.
2. Провести допоміжну вертикальну лінію, яка перетинає горизонтальну лінію з п. 1. В точці перетину ліній буде знаходитися центр більшого кола.
3. За допомогою *Offset* виконати паралельне перенесення горизонтальної лінії, побудованої в п. 1, вгору та вниз на відстані 20 мм, 30 мм, 40 мм.
4. За допомогою *Offset* виконати паралельне перенесення вертикальної лінії, побудованої в п. 2, вліво на 90 мм.
5. За допомогою *Offset* виконати паралельне перенесення вертикальної лінії, побудованої в п. 4, вправо та вліво на 20 мм.
6. Виконати побудову контуру деталі полілінією, використовуючи прив'язки до точок перетину допоміжних ліній.
7. Виконати побудову кіл командою *Circle*, для вибору центрів кіл використати прив'язки до точок перетину допоміжних ліній.
8. Видалити допоміжні лінії.

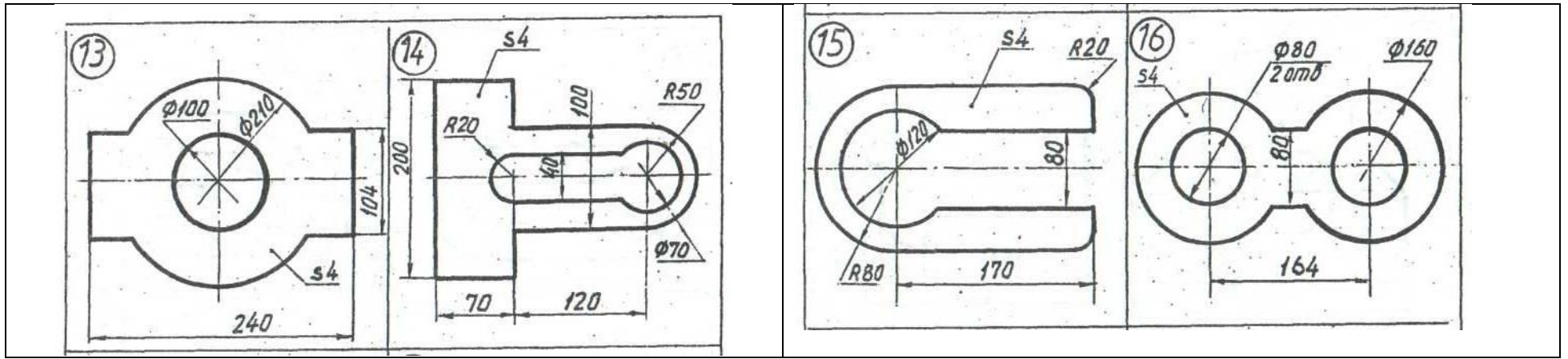
Для побудови контуру можна використовувати комбінацію двох вище наведених способів, коли частина точок контуру вибирається за координатами, а інша частина – за допомогою прив'язок.

Варіанти до виконання – 1 завдання

<b>Початкова точка вибирається довільно</b>													
<b>Варіант</b>	<b>Відрізок</b>		<b>Прямокутник</b>		<b>Дуга (S,E,R)</b>		<b>Коло (T,T,R)</b>		<b>Еліпс</b>		<b>Багатокутник</b>		
	<b>дов- жина, мм</b>	<b>кут нахилу, град</b>	<b>довжина, мм</b>	<b>висота, мм</b>	<b>кінцева точка</b>	<b>радіус , мм</b>	<b>радіус, мм</b>	<b>дотик до</b>	<b>довша вісь, мм</b>	<b>корот- ша вісь, мм</b>	<b>кіль- кість вершин</b>	<b>радіус кола, мм</b>	<b>коло</b>
1	11	168	33	8	110,64	117	22	дуга	58	51	8	27	вписане
2	7	175	39	18	250,66	133	17	відрізок	64	30	8	25	описане
3	20	106	27	8	60,77	130	18	дуга	61	36	8	25	вписане
4	16	66	23	24	290,52	116	24	відрізок	64	48	6	20	описане
5	10	138	31	15	280,65	119	22	дуга	66	53	8	21	вписане
6	5	151	21	9	35,64	122	26	відрізок	61	30	5	16	описане
7	7	162	23	14	21,57	121	20	дуга	61	35	7	15	вписане
8	14	173	24	17	29,78	125	18	відрізок	59	54	10	17	описане
9	21	150	35	15	25,72	127	18	дуга	55	43	8	26	вписане
10	6	142	37	12	27,76	121	15	відрізок	61	52	10	14	описане
11	24	74	29	15	191,74	128	18	дуга	60	37	9	26	вписане
12	6	73	24	15	70,75	126	12	відрізок	69	59	8	10	описане
13	11	48	26	9	122,67	122	18	дуга	53	42	9	20	вписане
14	9	179	34	5	29,50	130	27	відрізок	65	34	9	27	описане
15	19	139	30	16	27,52	116	27	дуга	55	23	5	15	вписане
16	22	105	24	15	25,74	117	14	відрізок	61	41	10	27	описане

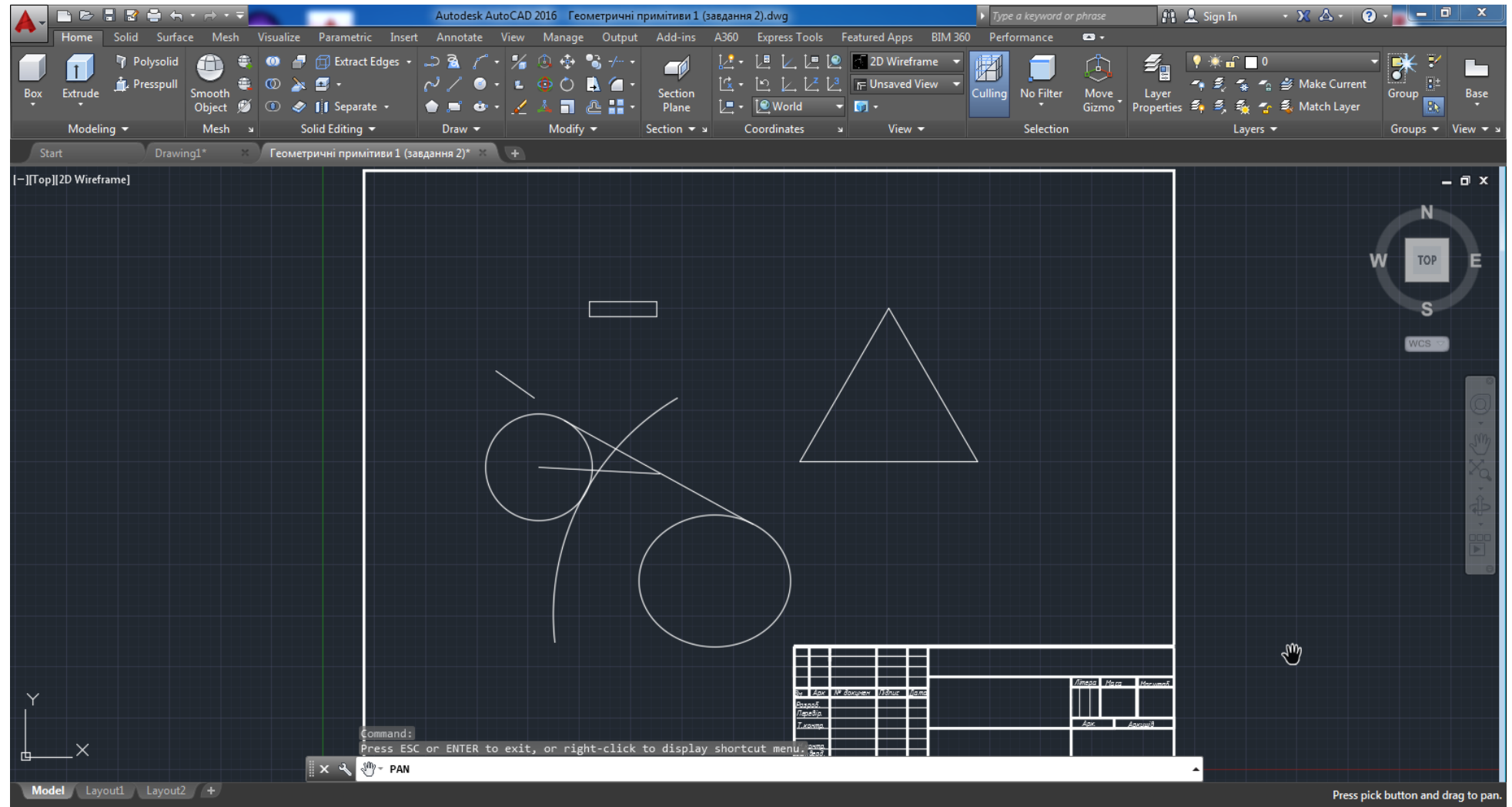
Варіанти виконання завдання - 2



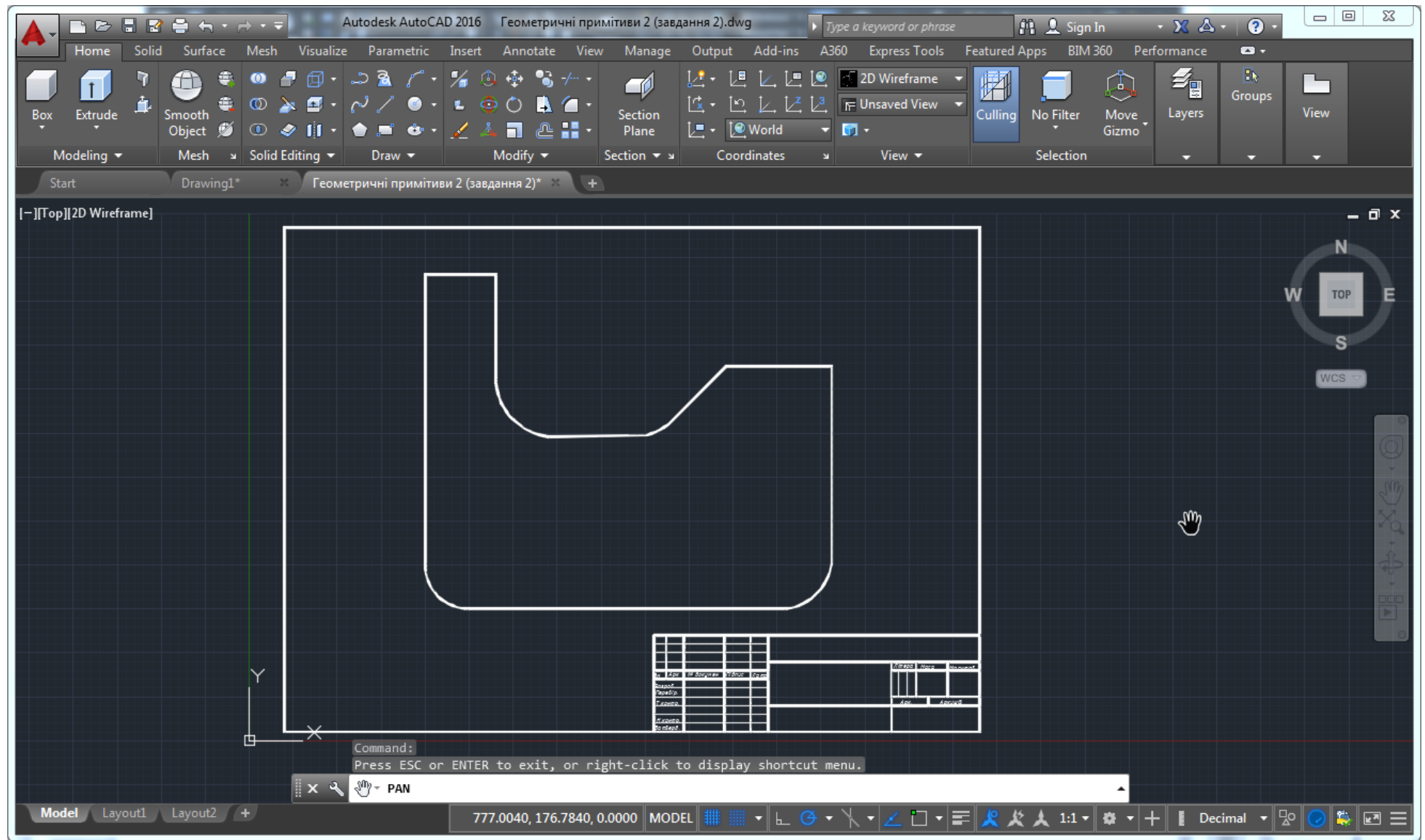


## Додаток А

### Результат виконання практикуму Завдання 1



## Завдання 2



## Комп'ютерний практикум №3

13. *Назва:* Спряження.
  14. *Мета:* Навчитися виконувати спряження об'єктів в AutoCAD.
  15. *Задачі:*
    - 15.1. Вміти створювати шари та задавати властивості об'єктів;
    - 15.2. Вміти використовувати команди побудови геометричних примітивів;
    - 15.3. Вміти використовувати команди редагування об'єктів;
    - 15.4. Вміти виконувати спряження;
    - 15.5. Вміти проставляти лінійні і радіальні розміри.
  16. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
    - 16.1. Конспект лекцій;
    - 16.2. Методичні вказівки;
    - 16.3. Тип ПК;
    - 16.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела, 2008, 336 с.;
    - 16.5. Інші джерела.
  17. *Теоретичні відомості:*
    - 17.1. Команда Layer і властивості об'єктів;
    - 17.2. Команди побудови геометричних примітивів;
    - 17.3. Команди редагування креслення.
    - 17.4. Побудова спряжень в AutoCAD.
    - 17.5. Налаштування розмірів, робота зі стилями розмірів.
  18. *Результати роботи:*
    - 18.1. Виконане креслення на ПК;
    - 18.2. Звіт з лабораторної роботи.
- Висновок.

### *Теоретичні відомості*

#### *Створення шарів креслення*

Використання шарів – це найкращий спосіб упорядкувати креслення. Шари надають користувачу потужні засоби групування і відбору графічних об'єктів креслення.

Команда **Layer** – відкриває вікно властивостей шарів креслення. Замість команди можна використати кнопку Layer Properties з панелі інструментів. Властивості шарів представлені у вигляді таблиці, колонки якої мають наступні значення:

Status – якщо в колонці є “галочка”, то шар поточний, інакше ні. Поточним може бути тільки один шар. Під час побудови графічних об'єктів вони знаходяться на поточному шарі.

Name – назва шару.

On/Off – включені шари за замовчуванням є видимими. Відключені шари невидимі, але приймають участь в процесі регенерації креслення. Якщо шар знаходиться в режимі On, то “лампочка” горить, інакше – ні. В разі вимкнення поточного шару всі подальші побудови не відобразяться на екрані до увімкнення шару. З цієї причини, перед вимкненням поточного шару буде відображене вікно з попередженням.

Freeze – розморожені шари за замовчування є видимими. Заморожені – невидимі і не можуть редагуватися, а також не приймають участі в процесі регенерації креслення. Якщо в даній опції “сніжинка” шар заморожений, якщо “сонечко” – розморожений.

Lock – розблоковані шари за замовчуванням є видимі і можуть редагуватися. Заблоковані шари не редагуються, але вони видимі. Також можна використовувати прив'язки до об'єктів на заблокованому шарі, але змінювати ці об'єкти неможливо. Розблокований шар “замок” відкритий, інакше – заблокований.



Color – колір шару. Колір задається по шару для всіх його об'єктів. Для використання кольору шару у властивостях графічних об'єктів замість кольору має бути вказане значення ByLayer (значення за замовчуванням). Якщо змінити колір у властивостях об'єкта, то колір об'єкта залишатиметься незмінним, незалежно від кольору шару.

Linetype – тип лінії по шару для всіх його об'єктів. При зміні типу лінії відкривається вікно, в якому на початку доступний тільки один тип ліній – Continuous (суцільна). Необхідно завантажити потрібний тип лінії за допомогою кнопки Load (відкриється додаткове вікно з переліком всіх доступних типів ліній), а потім обрати тип лінії для шару.

Lineweight – дана опція встановлює товщину лінії по шару для всіх його об'єктів.

Transparency – дана опція встановлює прозорість зображення на шарі. Можливі варіанти від 0 до 90 (зображення не видно).

Plot Style – дана опція задає стиль друку.

Plot – дозволяє відображати шар під час друку.

New VP Freeze – дана опція використовується для плаваючих видових екранів.

Description – в даній опції можна описати шар, зробити примітки для користувача.

Для того щоб створити новий шар, слід в полі вікна Layer Properties Manager натиснути праву кнопку миші, тобто викликати контекстне меню і вибрати New. Далі вказати властивості об'єктів на даному шарі, тобто колір, тип лінії та товщину лінії.

Контекстне меню надає такі можливості роботи з шарами як установити поточний шар, видалити не поточний шар, перейменувати шар, змінити опис шару і т. ін.

### ***Команди редагування об'єктів.***

Більшість кнопок команд редагування знаходяться в розділі Modify панелі інструментів. Виконання команд редагування починається з запиту Select objects: – вибір об'єктів. Існує декілька способів вибору об'єктів. Найпростіший – курсор AutoCAD мишкою установити на об'єкті і натиснути ліву кнопку миші, таким чином буде вибрано один об'єкт. Вибраний об'єкт помічається пунктирною лінією. Програма AutoCAD буде повторювати запрошення Select objects:, тому можна послідовно вказувати потрібні об'єкти. Коли всі заплановані для операції об'єкти будуть виділені, слід натиснути клавішу Enter або натиснути праву кнопку миші.

В AutoCAD існує можливість вибору сукупності об'єктів. Після запуску команди редагування на запит Select objects: можна відповісти одним з 16 параметрів вибору об'єктів. Найпопулярнішими є:

Window – вибір об'єктів за допомогою прямокутної рамки. Для виконання вибору необхідно вказати лівою кнопкою миші перший кут рамки, не затискаючи ліву кнопку миші пересунути курсор в протилежний кут (при цьому на екрані з'являється рамка), вказати лівою кнопкою миші протилежний кут рамки. Якщо під час вибору рамкою курсор рухався зліва направо, то будуть вибрані тільки ті об'єкти які повністю знаходилися всередині рамки. Якщо курсор рухався справа наліво, то будуть обрані всі об'єкти, які хоча б частково потрапили до рамки. Якщо під час руху курсору затиснути ліву кнопку миші, то замість прямокутної рамки область вибору матиме форму багатокутника, який створюється вздовж траєкторії руху курсору.

Last – на запит Select objects: слід вказати літеру L, тобто буде вибрано останній створений об'єкт.

Crossing – вибір об'єктів рамкою, аналогічно до Window. Будуть вибрані тільки ті об'єкти які перетинають рамку.

Undo – скасувати вибір останнього об'єкта, не перериваючи виконання поточної команди.

All – вибираються всі об'єкти активних шарів креслення.

Якщо об'єкти були вибрані до запуску команди, то після запуску команди запит Select objects: не з'являється.

Розглянемо деякі з команд редагування.

Команда **Erase** – видалення об'єктів. Після запуску команди виводиться запит Select objects:, на який слід вибрати об'єкти, одним з вище описаних способів, натиснути клавішу Enter або праву кнопку миші.

**Команда Copy** – виконує копіювання об'єктів. На запит `Select objects`: слід вибрати об'єкти, одним з вище описаних способів, натиснути клавішу `Enter` або праву кнопку миші. Далі на запит `Specify base point or [Displacement mode] <Displacement>`: слід вказати базу точку об'єктів, які копіюються або переміщення, яке задається відносними координатами чи вказується кнопкою миші. Якщо було вибрано базову точку, то наступним буде запит `Specify second point or [Array / Exit / Undo] <Exit>`: тобто слід задати другу точку для копіювання об'єкту чи масив (якщо створюється масив об'єктів), чи завершити копіювання, чи відмінити останню дію. В результаті роботи команди створюється копія існуючого об'єкту, тобто на робочому полі AutoCAD залишається два об'єкта.

**Команда Move** – виконує переміщення об'єктів. Команда працює аналогічно команді `Copy`, але в результаті роботи на робочому полі AutoCAD залишається тільки один об'єкт, який було переміщено в нову позицію.

**Команда Mirror** – дзеркальне відображення об'єктів, в основному використовується для побудови симетричних зображень. Тобто можна побудувати половину чи четвертину зображення, а потім використовуючи команду виконати повну побудову. Після запуску команди, на запит `Select objects`: слід вибрати об'єкти, одним з вище описаних способів, натиснути клавішу `Enter` або праву кнопку миші. На запит `Specify first point of mirror line`: слід сказати першу точку вісі відображення. На запит `Specify second point of mirror line`: – другу точку вісі відображення. На запит `Erase source objects? [Yes / No] <N>`: натиснути клавішу `Enter` або праву кнопку миші, щоб підтвердити відповідь `No`, тобто слід зберегти початкове зображення. Якщо потрібно знищити початкове зображення, тоді вибирається відповідь `Yes`.

**Команда Rotate** – виконує поворот вказаних об'єктів на вказаний кут. Після запуску команди, на запит `Select objects`: слід вибрати об'єкти, одним з вище описаних способів, натиснути клавішу `Enter` або праву кнопку миші. На запит `Specify base point`: слід вказати базову точку навколо, якої буде виконуватися поворот вибраних об'єктів. На запит `Specify rotation angle or [Copy Reference] <0>`: слід задати кут повороту чи посилання. Параметр `Copy Reference` дозволяє визначити кут шляхом посилання на інший кут чи інший об'єкт. В цьому випадку слід застосовувати режим прив'язки.

**Команда Trim** – використовується для коректування креслення, а саме коли потрібно підрізати частину дуги, кола, еліпса, лінії і т. ін. Працює команда наступним чином – спочатку вказується, так звана ріжуча кромка, а потім ті частини об'єктів, які слід підрізати. На запит `Select objects or <select all>`: слід вказати ріжучу кромку і натиснути клавішу `Enter` або праву кнопку миші. На запит `Fence Crossing [Project / Edge / eRase / Undo]`: слід вказати ті частини об'єктів, які слід підрізати. Якщо вибрати опцію `Project`, то передбачається робота з проекцією. Опція `Edge` – кромка, використовується для продовження ріжучої кромки. Опція `eRase` – для видалення об'єкта. Опція `Undo` для відміни попередньої дії.

**Команда Break** – команда розриву. Часто простіше побудувати один об'єкт, а потім розірвати його на декілька частин, ніж будувати саме ці окремі частини. Для цього використовується саме ця команда. На запит `Select objects`: слід вказати першу точку, з якої починається розрив і натиснути клавішу `Enter` або праву кнопку миші. Точки задаються проти годинникової стрілки. Далі на запит `Specify second break point or [First point]`: слід вказати другу точку. Для роботи команди слід підключити режим прив'язки. Якщо вибрати опцію `First point`, то вказується перша точка, далі запит на другу точку, тобто продовження роботи команди.

**Команда Fillet** – спряження, використовується для побудови дуги, яка плавно спрягає два відрізки (лінії чи дуги). Спряження виконується в два етапи. Спочатку задається радіус спряження. На запит `Specify first object or [Undo / Polyline / Radius / Trim / Multiple]`: слід вибрати `Radius` і вказати радіус спряження. Далі на той же запит `Specify first object or [Undo / Polyline / Radius / Trim / Multiple]`:

слід вказати перший об'єкт спряження. На запит `Select second object`: вказати другий об'єкт спряження. Програма створить спряження. Опції команди:

`Undo` – відмінює останню дію.

`Polyline` – вибрані об'єкти перетворюються на полілінію.

`Trim` – якщо режим включений, то об'єкти, які спрягаються одночасно і підрізаються, якщо виключений, то спряження виконується, але об'єкти не підрізаються.

`Multiple` – повторити попередню дію з іншими об'єктами.

### ***Побудова спряжень в AutoCAD.***

Спряженням називається плавний перехід однієї лінії в іншу, виконаний за допомогою проміжної лінії. Основні елементи спряження – це радіус дуги спряження, центр спряження, точки спряження. Спільну точку, в якій здійснюється плавний перехід, називають точкою спряження. Необхідна умова плавного переходу – існування в точці спряження спільної дотичної. Для побудови спряжень в AutoCAD використовуються декілька способів. Розглянемо їх.

1. Спряження прямих, що перетинаються, за допомогою дуги заданого радіуса. Тобто спряження прямих, які перетинаються під прямим, гострим та тупим кутом виконуються завдяки команді `Fillet`.

2. Побудова зовнішньої дотичної до дуг кола. Таке спряження виконується завдяки команді `Line` з підключенням режиму прив'язки (`Tangent`).

3. Спряження прямої і дуги кола дугою заданого радіуса виконуються командою `Fillet`.

4. Спряження двох кіл дугою заданого радіуса. Якщо радіус внутрішній, то командою `Circle` опція `Ttr` (дві дотичних і радіус). Якщо радіус зовнішній, то командою `Fillet`.

### ***Налаштування розмірів***

Нанесення розмірів є важливим етапом розробки конструкторської документації. В AutoCAD розміри можна нанести і редагувати багатьма способами. Використання розмірних стилів дозволяє швидко форматувати розміри, забезпечуючи їх відповідність державним та галузевим стандартам.

AutoCAD підтримує три типи розмірів: лінійні, радіальні та кутові. Розміри можуть бути горизонтальними, вертикальними, паралельними, повернутими, ординатними; підтримується нанесення розмірів ланцюжком та від спільної бази.

Розміри можуть бути асоціативними, неасоціативними та розчленованими.

*Асоціативні розміри* автоматично змінюють своє положення, орієнтацію та значення величин при редагуванні асоційованих з ними геометричних об'єктів.

*Неасоціативні розміри* потребують виділення і редагування разом з об'єктами, до яких вони належать. Неасоціативні розміри не змінюються автоматично при зміні об'єктів.

*Розчленовані розміри* це не єдині об'єкти (розмірні блоки), а набір об'єктів: стрілок, ліній, тексту.

AutoCAD розміщує розміри на поточному шарі. Кожен розмір наноситься відповідно до поточного розмірного стилю, який визначає такі властивості, як форма та розмір стрілок, розміщення розмірного тексту та допусків тощо.

Розмірним стилем називається поіменована група установок розмірних змінних, яка визначає зовнішній вигляд розміру. Створюючи різні розмірні стилі, можна просто і швидко задавати значення необхідних розмірних змінних та керувати положенням та виглядом розмірів, які наносяться. Розмірні стилі можна модифікувати, перейменовувати, видаляти та переносити в інше креслення.

Контроль за розмірними змінними, які визначають розмірний стиль, можна здійснювати двома способами: безпосереднім введенням імені змінної у командному рядку або за допомогою діалогового вікна `Dimension Style`.

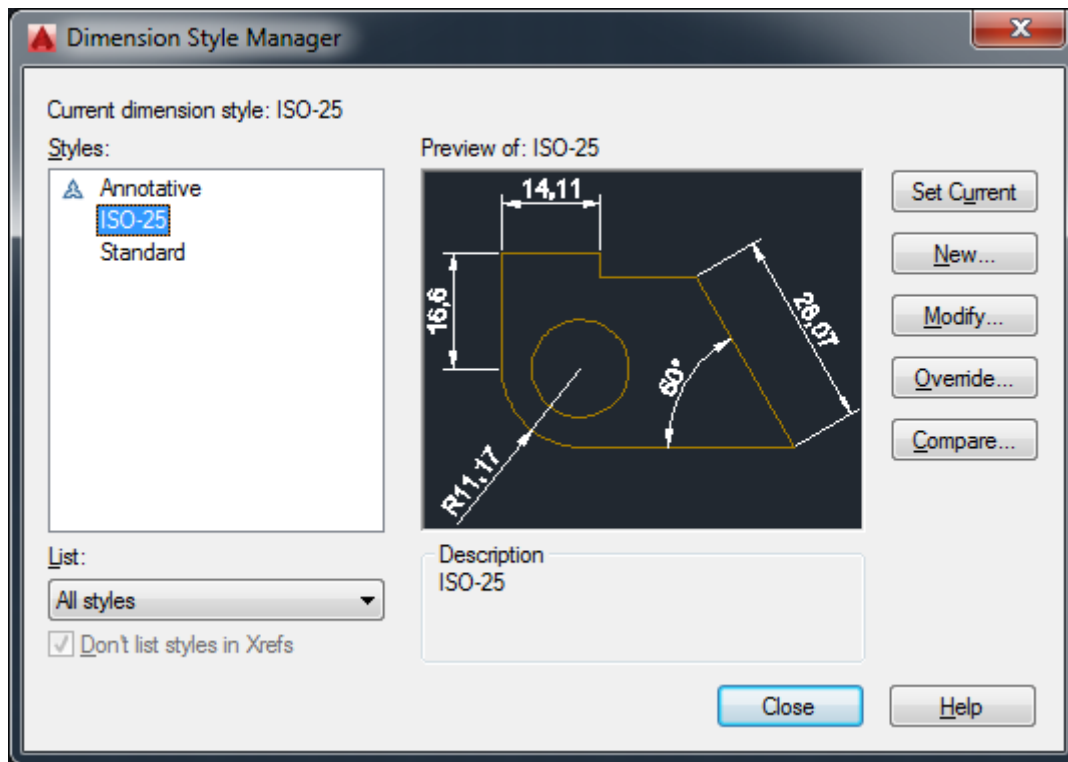


Рисунок 3.1 – Діалогове вікно розмірних стилів

Зліва зверху виводиться ім'я поточного стилю. У всіх нових кресленнях за замовчуванням використовується внутрішній розмірний стиль AutoCAD. Це стиль **ISO-25** при використанні метричних одиниць вимірювання і стиль **Standard** при використанні британських одиниць вимірювання.

Нижче імені поточного стилю знаходиться список Styles, у якому відображаються імена розмірних стилів поточного креслення. Якщо у списку вибрано пункт All Styles, то відображаються всі наявні стилі, якщо Styles in Use, то тільки ті, які використовуються. Щоб зробити стиль поточним, слід вибрати його та натиснути кнопку Set Current. Для перейменування і видалення стилю потрібно, виділивши попередньо у списку його ім'я, викликати правою кнопкою миші контекстне меню, з якого вибрати пункт Rename, якщо треба перейменувати, або пункт **Delete**, якщо розмірний стиль треба видалити. Розмірні стилі, які використовуються, видалити не можна.

У вікні перегляду, розміщеному справа від списку Styles, можна побачити, як виглядатиме на кресленні вибраний стиль.

Кнопки New та Modify дозволяють відповідно створювати новий та модифікувати наявний розмірний стиль.

Кнопка Override забезпечує виклик діалогового вікна Override Current Style, в якому можна тимчасово перевизначити розмірні змінні без зміни поточного розмірного стилю. Опції цього вікна аналогічні до опцій вікна New Dimension Style, у якому задаються параметри нового стилю і яке буде описане нижче.

Кнопка Compare відкриває діалогове вікно Compare Dimension Style, за допомогою якого можна переглянути значення розмірних змінних, властиві даному стилю, або порівняти два стилі між собою.

Розглянемо послідовність дій при створенні нового розмірного стилю.

Після натиснення у вікні Dimension Style Manager кнопки New відкривається діалогове вікно

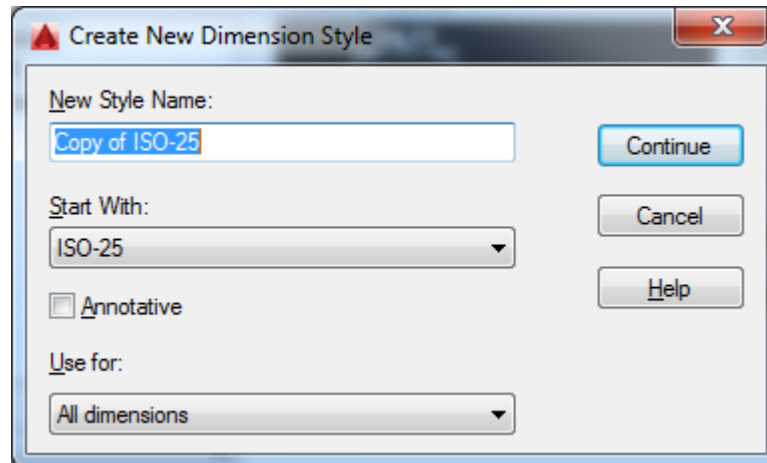


Рисунок 3.2 – Діалогове вікно створення нового стилю

Вікно містить поле введення та два списки.

В полі введення New Style Name вводиться ім'я стилю, що створюється.

Список Start With дозволяє вибрати базовий розмірний стиль, тобто стиль, на основі якого створюється новий. Використання наявного стилю як основи дозволяє створити новий стиль доклавши мінімум зусиль, оскільки на практиці більшість розмірних стилів відрізняються один від одного лише деякими установками розмірних змінних.

Список Use For дозволяє вказати тип розмірів, на які впливатиме новий стиль. При виборі будь-якого пункту, окрім All dimensions (Всі розміри), створюється вторинний стиль від стилю, ім'я якого відображається у списку Start With. Поле введення New Style Name при цьому блокується, оскільки створюється вторинний стиль, який впливає тільки на один тип розмірів, а до решти типів розмірів буде застосовуватися первинний (базовий) стиль. Один первинний стиль може містити кілька вторинних стилів.

Після визначення у вікні Create New Dimension Style усіх установок потрібно натиснути кнопку Continue, щоб викликати діалогове вікно New Dimension Style.

### ***Модифікація існуючого стилю***

В діалоговому вікні розмірних стилів (рис.3.1) вибираємо потрібний стиль та клавішу Modify.

Вікно Modify Dimension Style має сім вкладок, на кожній з яких міститься область перегляду, в якій миттєво відображаються результати установок, визначених користувачем.

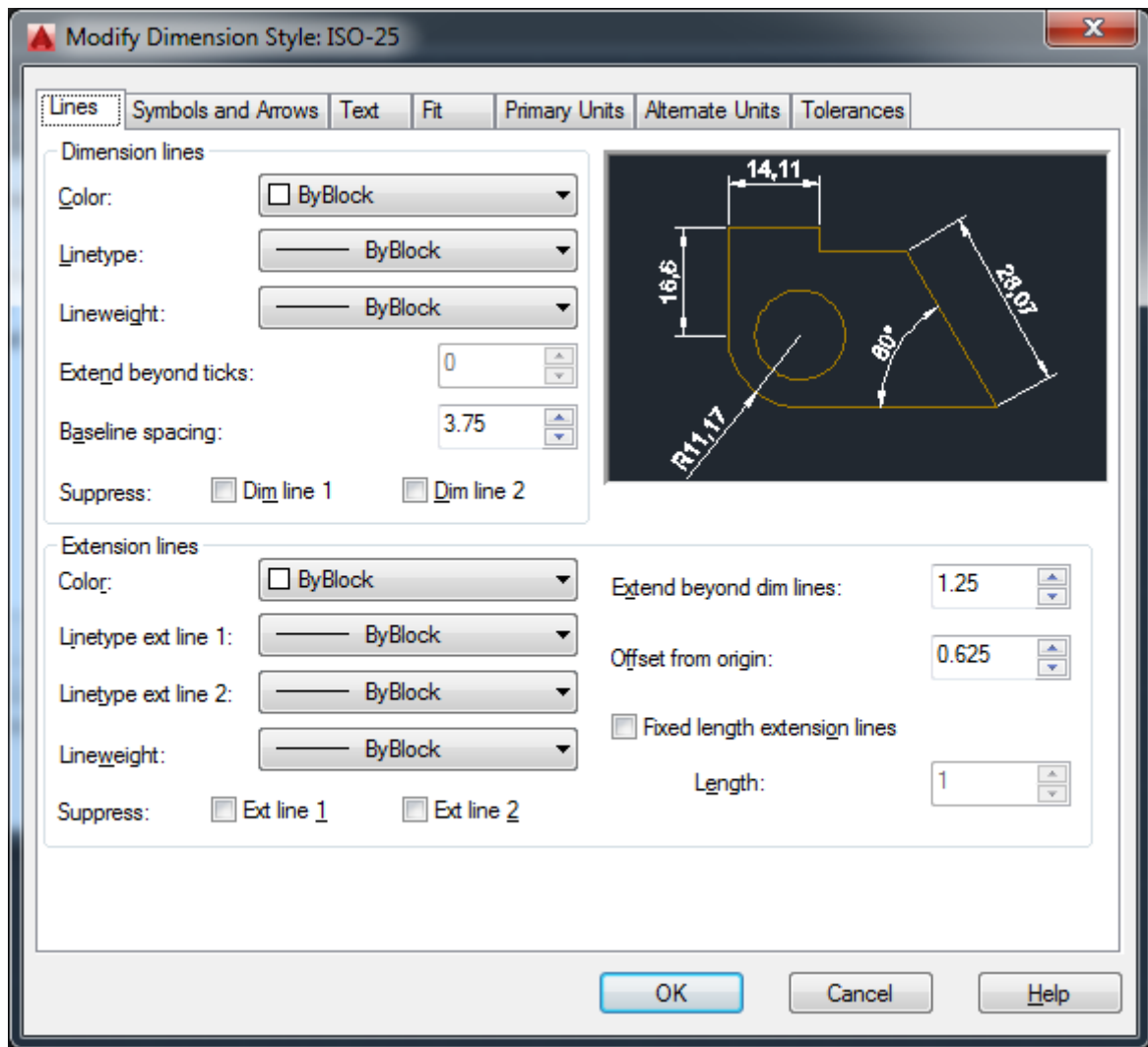


Рисунок 3.3 – Діалогове вікно вкладки Lines

**Вкладка Lines** (рис.3.3) дозволяє задати властивості розмірних та виносних ліній. Ця вкладка містить дві області: Dimension lines (Розмірні лінії), Extension lines (Виносні лінії). В області Dimension lines встановлюється:

- колір розмірної лінії (список Color),
- тип розмірної лінії (список Linetype),
- товщина розмірної лінії (список Lineweight),
- визначається, наскільки виступатиме розмірна лінія за виносні у разі, коли замість розмірних стрілок використовуються засічки (поле введення Extend beyond ticks),
- задається відстань між розмірними лініями при нанесенні їх від спільної бази (поле введення Baseline spacing),
- визначається керування подавленням першої чи другої частин розмірної лінії (прапорці DimLine 1 та DimLine 2 групи Suppress).

В області Extension Lines встановлюють:

- колір виносної лінії (список Color),
- тип виносної лінії першої (Linetype ext line 1),
- тип виносної лінії другої (Linetype ext line 2),
- товщину виносних ліній (список Lineweight),

- керують подавленням першої та другої виносних ліній (прапорці Ext Line 1 та Ext Line 2 групи Suppress),
- визначають, наскільки виносні лінії виступатимуть за розмірну лінію (поле введення Extend beyond dim lines),
- задають величину відступу виносних ліній від точок об'єкта (поле введення Offset from origin),
- вказується, що виносна лінія буде фіксована (прапорець Fixed length extension lines), а її довжина задається в полі Length.

**Вкладка Symbols and Arrows** (рис.3.4) дозволяє задати властивості стрілок та маркерів центра.

В області Arrowheads встановлюють:

- вигляд першої (список First) та другої (список Second) стрілок на кінцях розмірної лінії,
- визначається вид стрілки для виноски (список Leader),
- у полі Arrow Size задається розмір стрілки.

Область Center Marks призначена для встановлення типу та розміру маркерів центрів кіл та дуг. Пропонуються три варіанти для вибору:

None – не створюється ні маркер, ні центрові лінії,

Mark – створюється маркер у вигляді знака +,

Line - створюються центрові лінії.

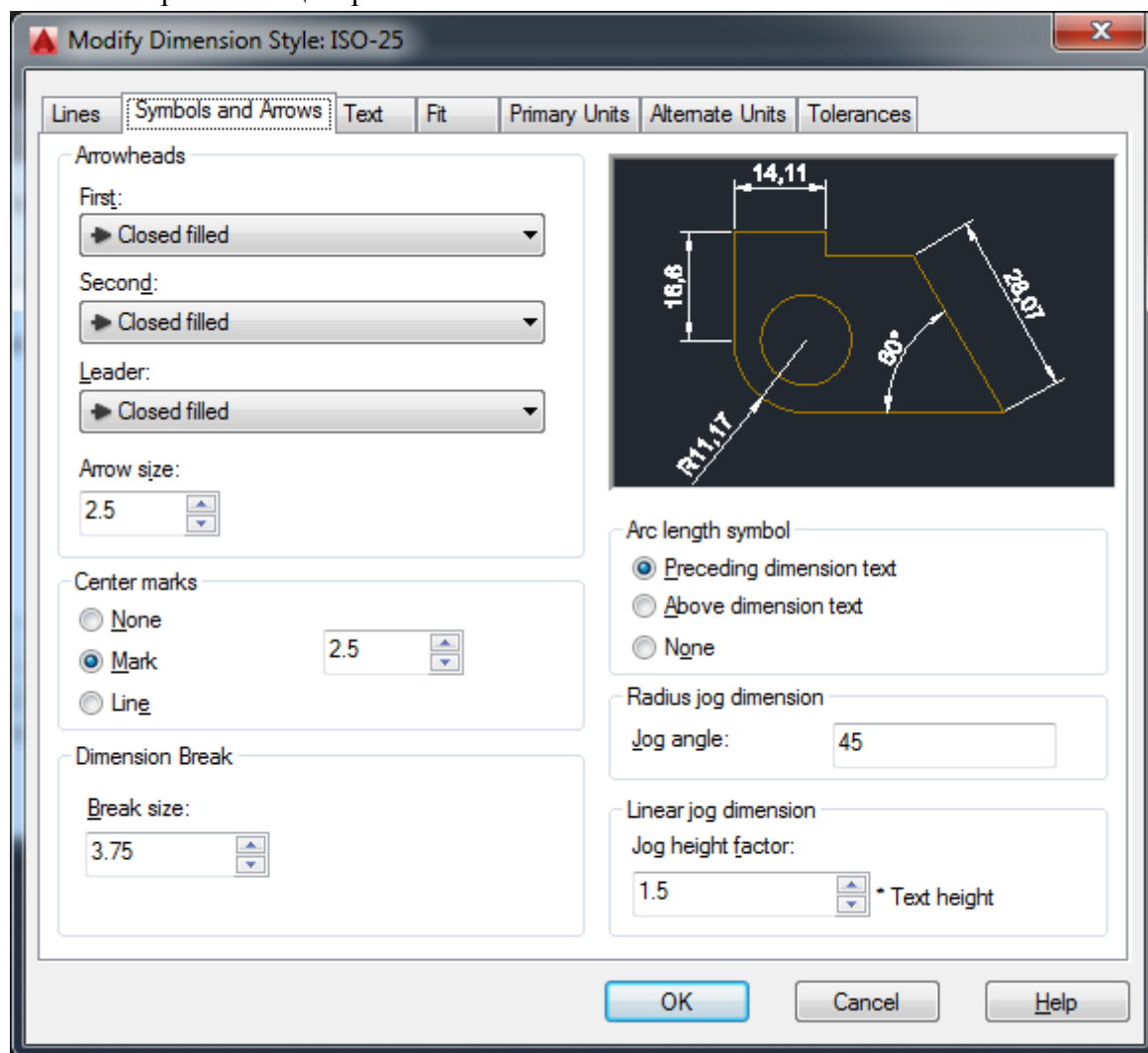


Рисунок 3.4 – Діалогове вікно вкладки Symbols and Arrows

Область Dimension Break призначена для завдання розміру розриву між виносною лінією і об'єктом Break size.

Область Arc length symbol призначена для завдання символу довжини дуги. Можливі варіанти:

Preceding dimension text – текст розміру виноситься послідовно до дуги.

Above dimension text – розмірний текст виноситься вище дуги.

None - розмірний текст не виноситься.

Область Radius job dimension використовується для завдання кута для розміщення розміру радіуса.

Область Linear job dimension призначена для завдання висоти тексту для лінійних розмірів.

**Вкладка Text** (рис.3.5) призначена для визначення формату, розміщення та вирівнювання тексту.

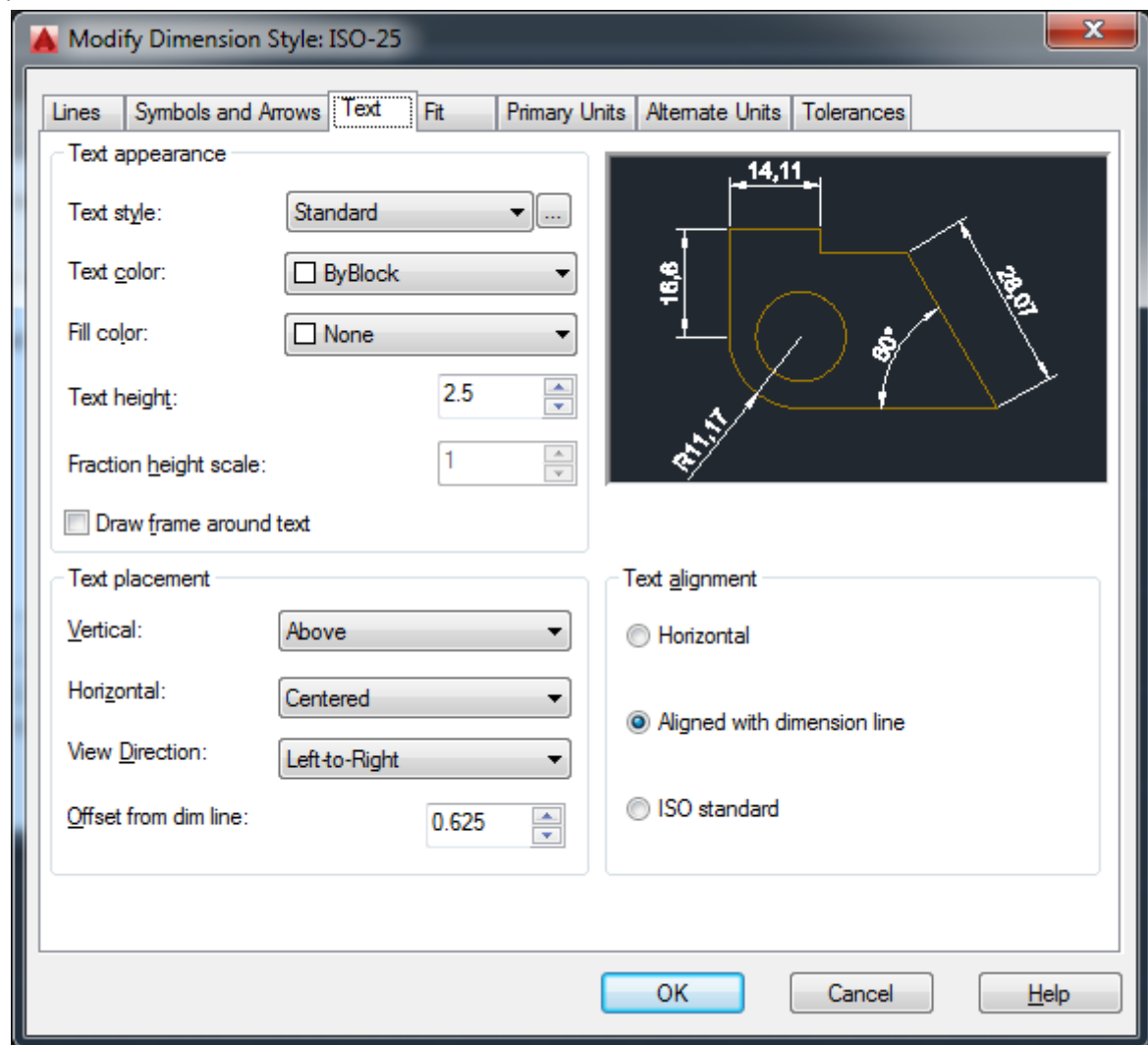


Рисунок 3.5 – Діалогове вікно вкладки Text

Ця вкладка містить три області: Text Appearance (Вигляд тексту), **Text Placement** (Розміщення тексту) та Text Alignment (Вирівнювання тексту).

В області Text Appearance визначають:



- стиль тексту (можна вибрати наявний зі списку Text Style або створити новий, викликавши за допомогою розміщеної поряд кнопки із зображенням трьох крапок діалогове вікно Text Style),

- колір (список Text Color),

- фон виведення тексту (список Fill color),

- висоту (поле введення Text height),

- задають у разі використання дробового формату одиниць вимірювання, масштаб дробової частини розмірного числа відносно висоти розмірного тексту (поле введення Fraction height scale),

- дозволяють або забороняють окреслення рамки навколо розмірного тексту (прапорець Draw frame around text).

В області Text Placement задається положення тексту відносно розмірних та виносних ліній.

Списку Vertical керують положенням тексту по вертикалі відносно розмірної лінії. Доступні такі опції:

Centered – текст центрується між виносними лініями і розміщується у розриві розмірної лінії,

Above - текст розміщується над розмірною лінією,

Outside – текст розміщується зовні,

JIS - текст розміщується відповідно до вимог промислових стандартів Японії.

Списку Horizontal задають позицію тексту по горизонталі. Розмірний текст можна відцентрувати вздовж виносної лінії (опція Centered), помістити біля першої (опція At Ext Line 1) або другої (опція At Ext Line 2) виносної лінії чи розташувати на першій (опція Over Ext Line 1) або на другій (опція Over Ext Line 2) виносній лінії.

Список View Direction використовується для вибору напрямку виведення тексту, наприклад, Left-to-Right –зліва направо.

У полі введення Offset from dim line задається величина зазору між текстом та розмірною лінією.

Три перемикачі області Text Alignment визначають орієнтацію тексту: Horizontal – текст розміщується горизонтально;

Aligned with dimension line – текст розміщується вздовж розмірної лінії,

ISO standart – текст розміщується вздовж розмірної лінії, якщо він знаходиться всередині виносних ліній, і горизонтально, якщо він знаходиться зовні.

**Вкладка Fit** (рис.3.6) призначена для керування взаємним положенням стрілок та розміщенням тексту. Вкладка містить чотири області.

В області Fit Options (Опції вписування) задається положення розмірного тексту і стрілок, коли між виносними лініями недостатньо місця для розміщення обох елементів. Варіант розміщення тексту і стрілок у цьому разі визначається станом п'яти перемикачів.

При встановленому перемикачі **Enter the text or the arrows (best fit)** AutoCAD розміщує за виносними лініями або текст, або стрілки, залежно від того, яке розміщення оптимальніше.

Якщо встановлено перемикач Arrows, то текст, якщо для нього достатньо місця, розміщується між виносними лініями, а стрілки виносяться за їх межі. Якщо ж і для тексту місця недостатньо, то за виносні лінії виносяться як стрілки, так і текст.

При встановленому перемикачі Text за виносні лінії виносяться текст, а стрілки розміщуються між ними, якщо, звичайно, для них визначає місця. У протилежному випадку за виносні лінії виносяться обидва елементи розмірного блоку.

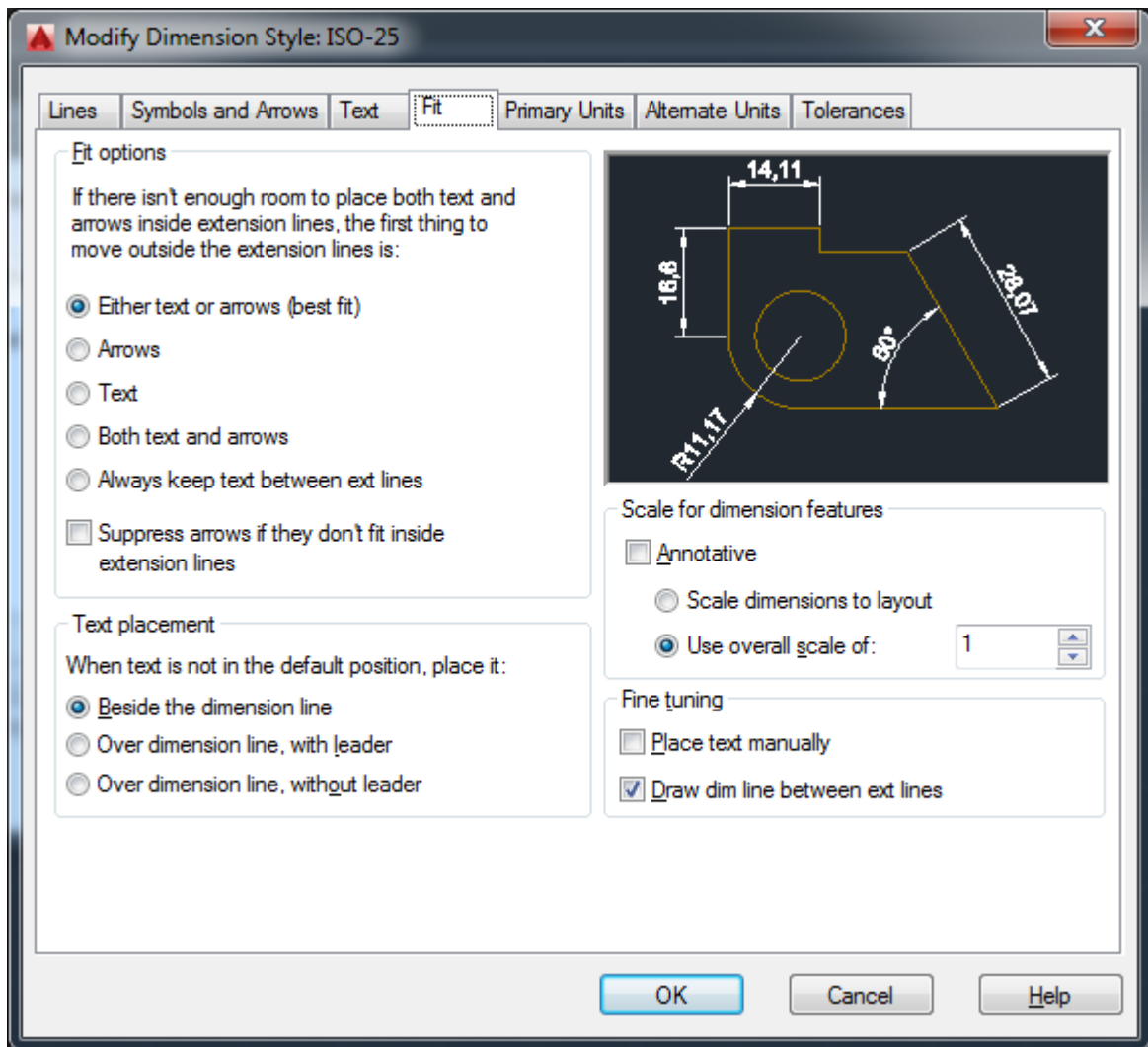


Рисунок 3.6 – Діалогове вікно вкладки Fit

Встановлення перемикача Both text and arrows спричинить винесення за виносні лінії обох елементів, а при встановленому перемикачі Always keep text between ext lines текст за будь-яких умов буде розміщуватися між виносними лініями.

При встановленому прапорці Suppress arrows if they don't fit inside extension lines стрілки, якщо для їх розміщення між виносними лініями не вистачає місця, подавляються.

Опції області Text Placement визначають дії програми тоді, коли розмірний текст переноситься зі своєї позиції за замовчуванням (заданої розмірним стилем).

При встановленому перемикачі Beside the Dimension Line текст розміщується за розмірною лінією, яка при цьому відстежує його переміщення (відповідно видовжується чи вкорочується).

Якщо встановлено перемикач Over the dimension line, with a leader, то при відведенні тексту від розмірної лінії будується виноска, яка з'єднує їх. AutoCAD не буде виноску, якщо текст знаходиться близько до розмірної лінії.

При встановленому перемикачі Over the dimension line, without a leader ніякого з'єднання розмірної лінії і тексту при переміщенні останнього не відбувається.

В області Scale for dimension features (Масштаб розмірних елементів) можна задати коефіцієнт масштабування для всіх елементів розмірного блоку.

В області Fine tuning (Точне налагодження) задається режим, коли користувач визначає положення розмірного тексту вручну (прапорці Place text manually when dimensioning), а також

режим, коли між виносними лініями завжди будується розмірна, навіть якщо стрілки до виносних ліній підходять зовні (прапорець Always dim line between ext lines).

**Вкладка Primary Units** (Основні одиниці, рис. 3.7) дозволяє задати формат та точність подання одиниць вимірювання лінійних та кутових розмірів. Тут можна ввести постійний префікс або суфікс, які будуть автоматично додаватися до розмірного тексту.

Вкладка містить п'ять областей.

В області Linear dimensions встановлюють:

1. формат одиниць вимірювання для всіх типів розмірів, крім кутових (список Unit Format);
2. точність (список Precision);
3. форму подання дробових значень (список Fraction Format); опція доступна лише у разі, коли у списку Unit Format вибрано дробовий (Fractional) формат одиниць вимірювання;
4. десятковий розділювальний знак (наприклад, кома чи крапка) (список Decimal Separator);
5. точність заокруглення (список Round Off);
6. префікси та суфікси (відповідно поля введення Prefix та Suffix).

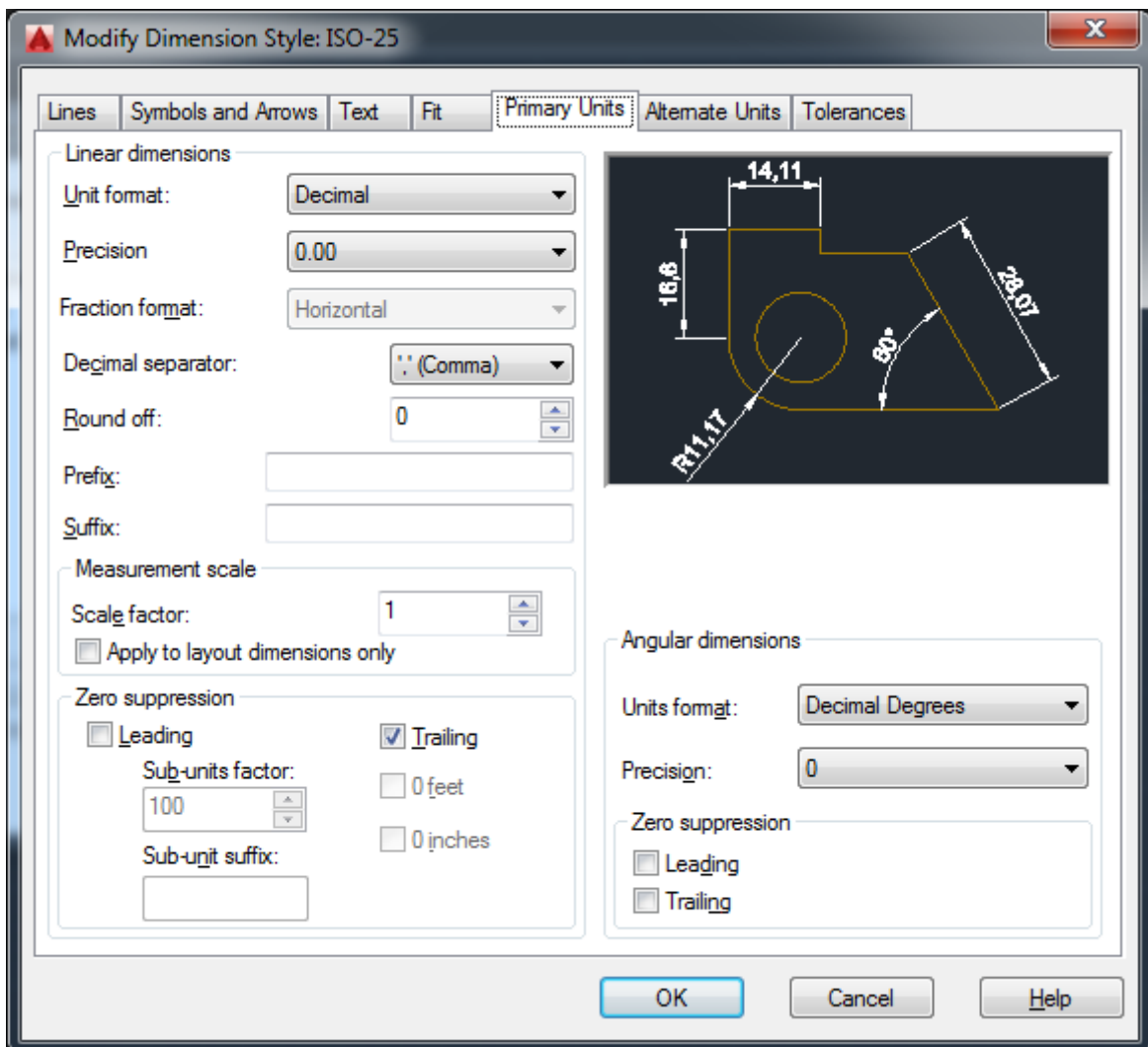


Рисунок 3.7 – Діалогове вікно вкладки Primary Units

В області Measurement Scale задається значення масштабного коефіцієнта (Scale factor) для довжини вимірюваного системою об'єкта. При встановленому прапорці Apply to layout

dimensions only заданий масштабний коефіцієнт застосовується лише до розмірів, що наносяться в просторі аркуша.

Область Zero suppression дозволяє встановити режими подавлення передуючих (Leading) чи хвостових (Trailing) нулів у розмірному числі, а також нульових значень футів і дюймів. Наприклад, при встановленні прапорця Leading число 0,5000 буде відображатися як , 5000, і при встановленні прапорця Trailing це ж число буде відображатися як 0,5.

В області Angular dimensions задаються формат (список Units format) та точність (список Precision) подання кутових розмірів. В цій області також можна вибрати одиниці вимірювання кутів, клавіша Decimal Degrees.

Область Zero suppression, розміщена нижче області Angular dimensions, дозволяє встановити режими подавлення передуючих (Leading ) чи хвостових (Trailing ) нулів у розмірному числі кутового розміру.

**Вкладка Alternate Units** (Альтернативні одиниці, рис. 3.8) призначена для керування відображенням у кресленні альтернативних одиниць вимірювання. Наприклад, у кресленні десяткові одиниці можуть використовуватися як основні, архітектурні – як альтернативні.

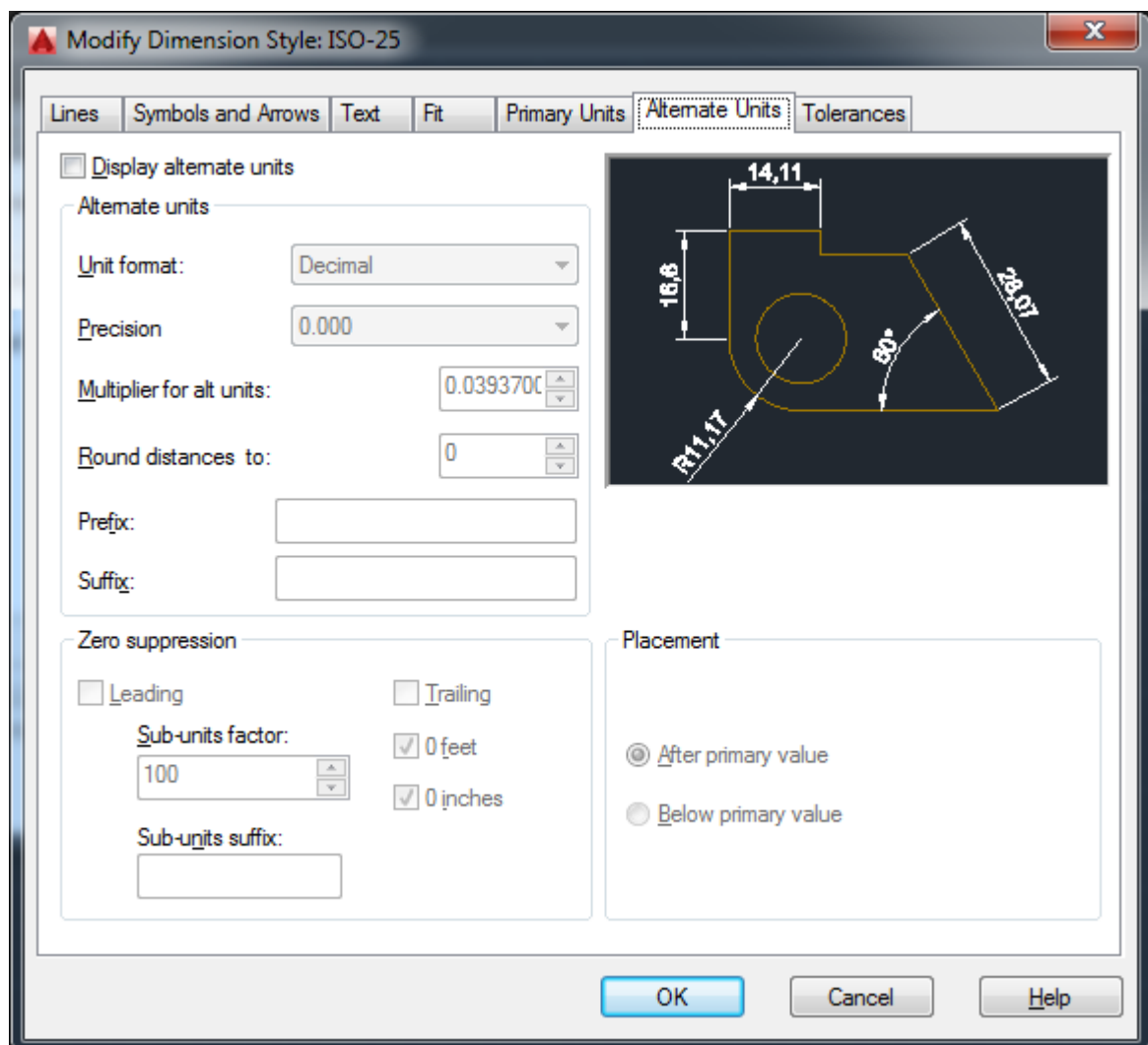


Рисунок 3.8 – Діалогове вікно вкладки Alternate Units

Альтернативні одиниці проставляються у дужках поряд з основними або під ними. Коли дозволено використання альтернативних одиниць (встановлено прапорець Display alternate units), опції вкладки Alternate units збігаються з опціями вкладки Primary Units.

**Вкладка Tolerance** (Допуски, рис.3.9) керує відображенням та форматом допусків у розмірному тексті. У списку Method можна вибрати один з п'яти варіантів подання допуску:

1. None (Без допуску) вимикає показ допусків.
2. Symmetrical (Симетричний) наносить два граничних відхилення. AutoCAD виводить розмірний текст з однаковими верхнім та нижнім граничними відхиленнями. Допуск відділяється від розміру символом “±”. Значення виводиться у полі Upper value.
3. Deviation (Відхилення) наносить два граничні відхилення. AutoCAD виводить розмірний текст з різними верхнім та нижнім граничним відхиленнями. При нанесенні розміру перед верхнім граничним відхиленням ставиться знак плюс (+) та перед нижнім – знак мінус (-).
4. Limits (Граничні розміри). Виводить розмірний текст у вигляді граничних розмірів. AutoCAD розміщує найбільший граничний розмір над найменшим. Найбільший граничний розмір отримують додаванням до номінального розміру верхнього граничного відхилення, а найменший – відніманням від номінального розміру нижнього граничного відхилення.
5. Basic (Номінальний). Допуск не використовується, але навколо розміру AutoCAD окреслює рамку, яка вказує на те, що розмір є базовим.

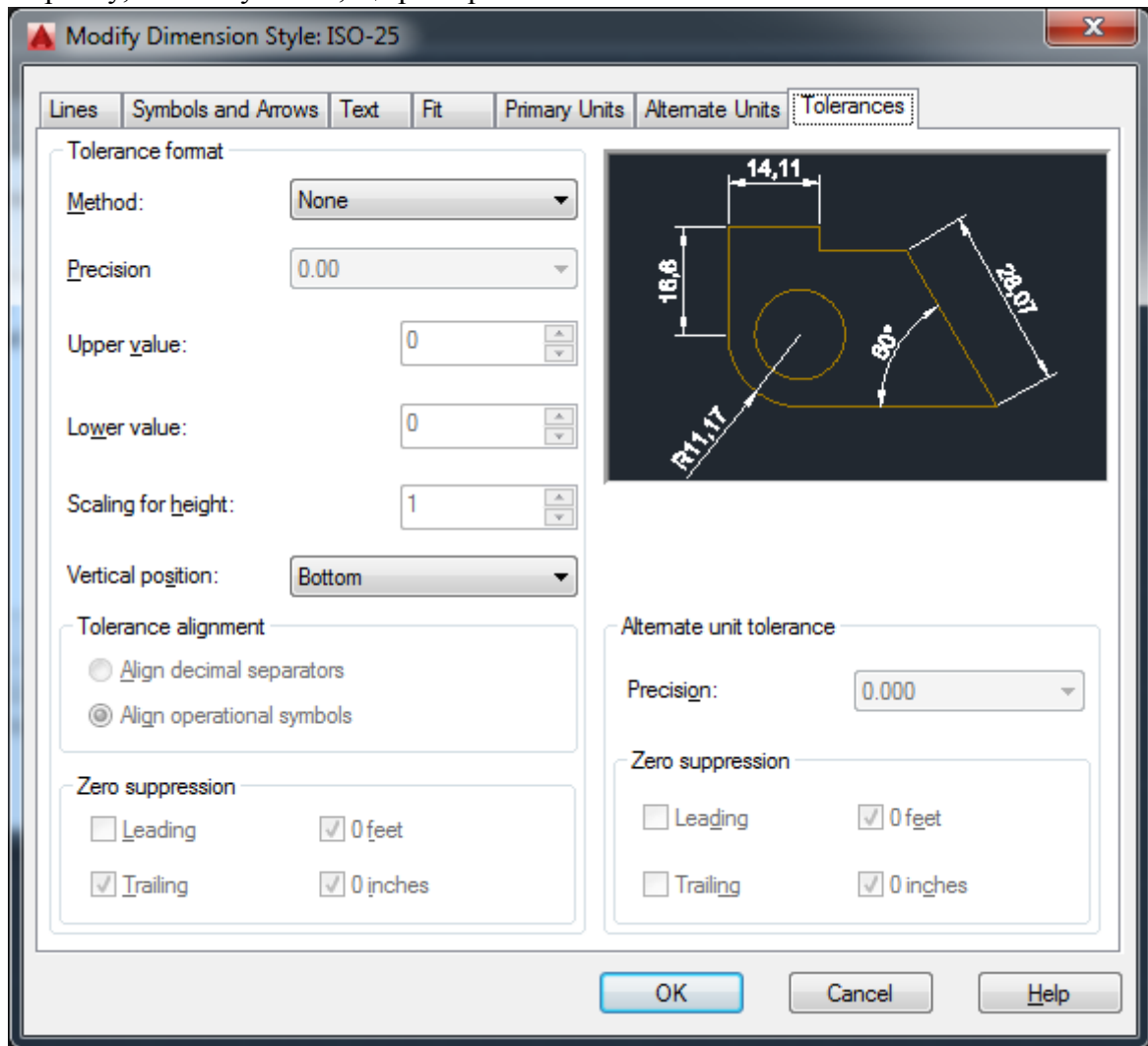


Рисунок 3.9 – Діалогове вікно вкладки Tolerances

Після вибору варіанта подання допуску можна задати точність подання (Precision) його верхнє (Upper value) та нижнє (Lower value) значення, а також режими масштабування висоти тексту (Scaling for height) та вирівнювання тексту відносно розмірного числа (Vertical position).

В області Tolerance alignment задається варіант розміщення допуску. Вирівнювання відносно:

- десяткових розподільвачів (Align decimal separators),
- керуючих символів (Align operational symbols).

Область Zero suppression дозволяє встановити режими подавлення передуючих (Leading) чи хвостових (Trailing) нулів у розмірному числі, а також нульових значень футів і дюймів.

Область Alternate unit tolerance призначена для завдання альтернативних одиниць вимірювання допусків.

В області Tolerance alignment задається варіант розміщення допуску. Вирівнювання відносно:

- десяткових розподільвачів (Align decimal separators),
- керуючих символів (Align operational symbols).

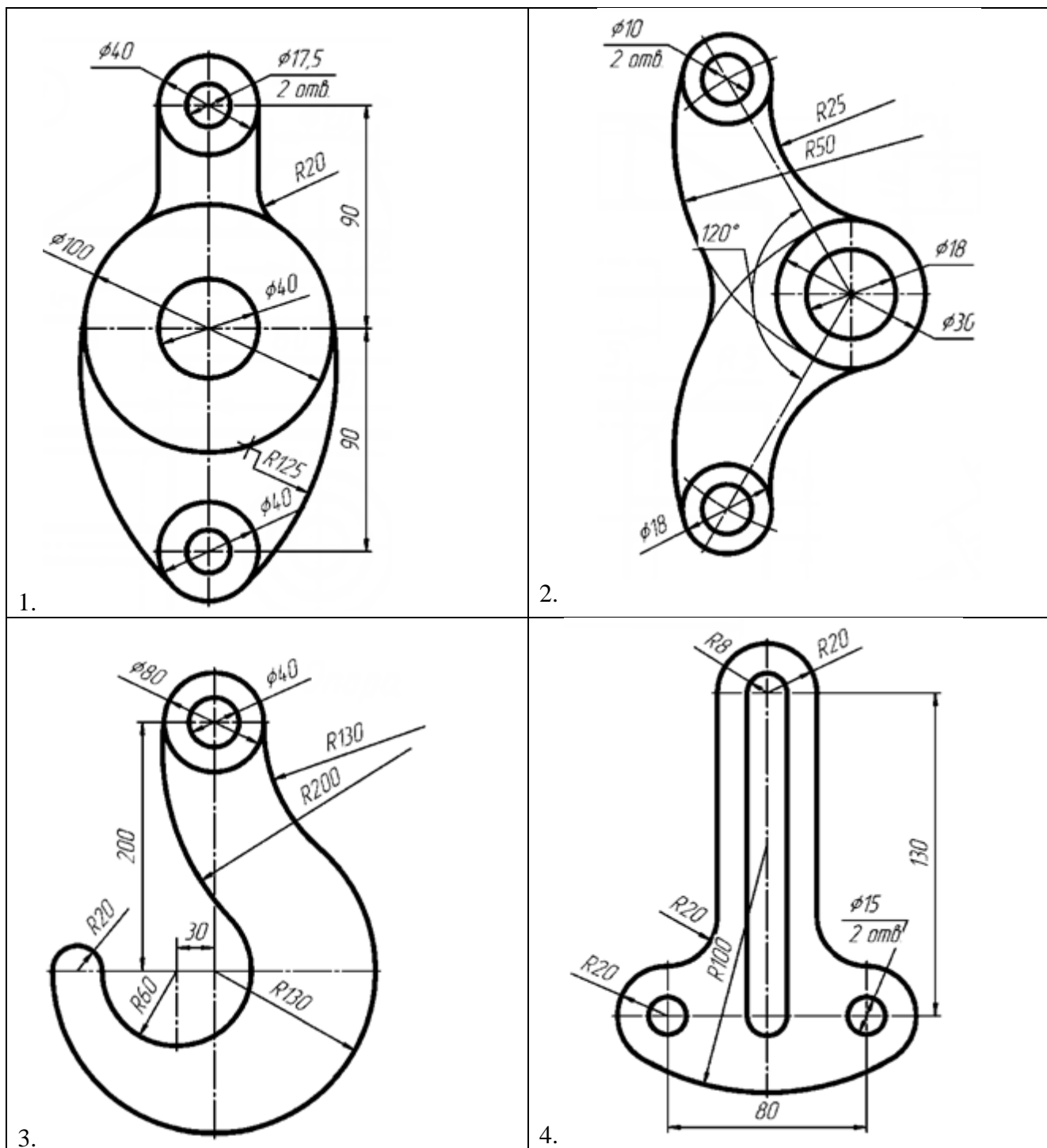
Область Zero suppression дозволяє встановити режими подавлення передуючих (Leading) чи хвостових (Trailing) нулів у розмірному числі, а також нульових значень футів і дюймів.

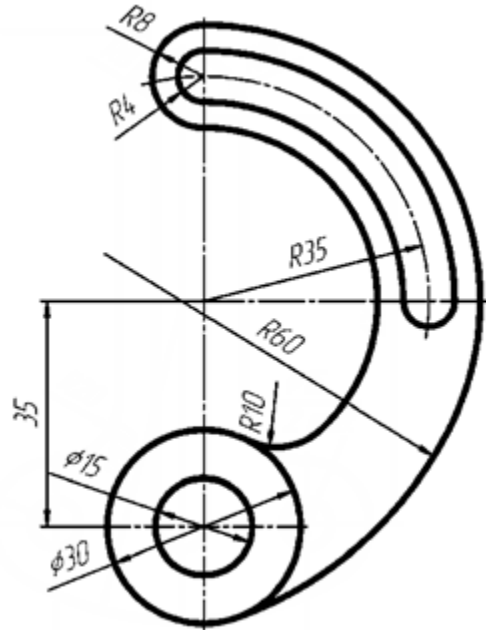
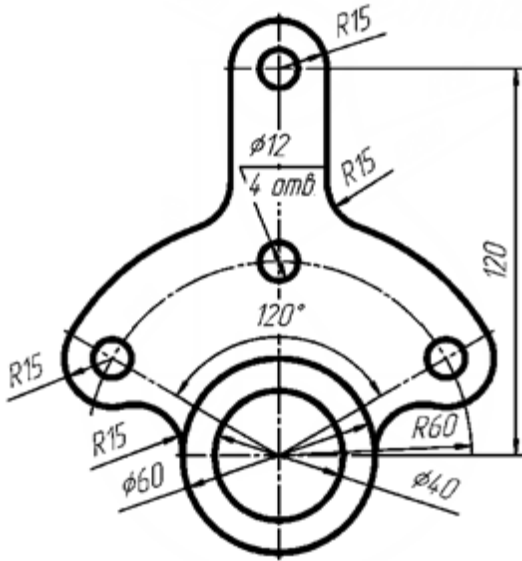
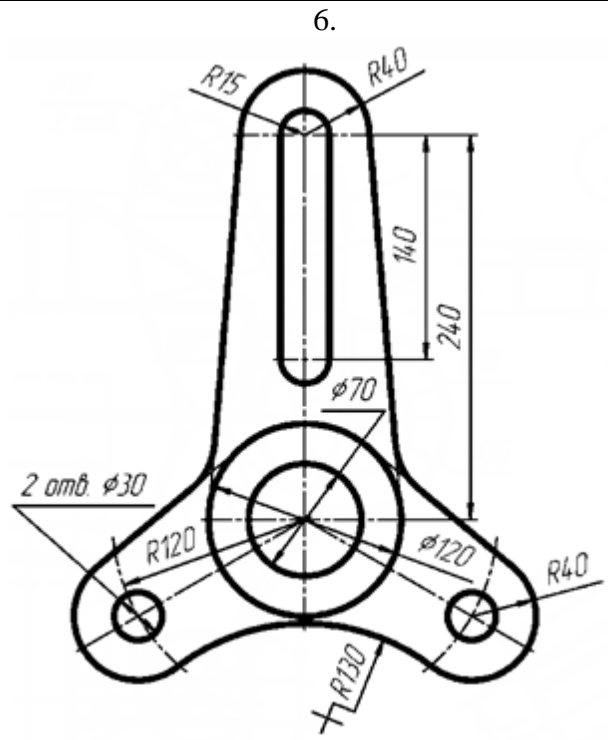
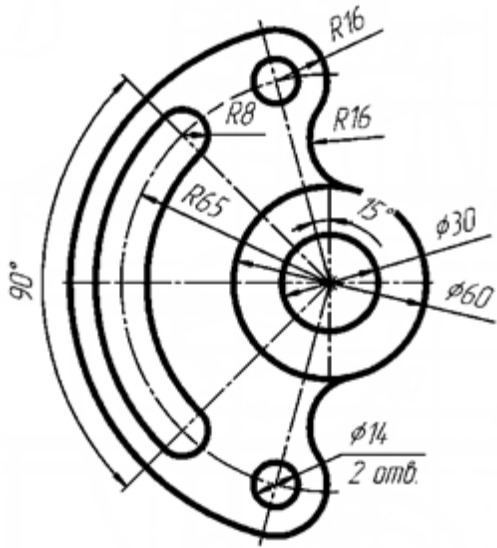
Область Alternate unit tolerance призначена для завдання альтернативних одиниць вимірювання допусків.

### ***Хід виконання роботи в AutoCAD***

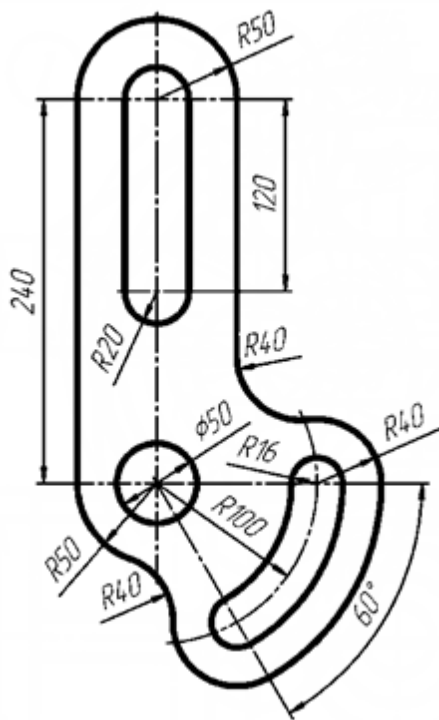
1. Завантажити AutoCAD.
2. Завантажити .dwg файл з КП №1.
3. Проаналізувати виданий варіант завдання.
4. Створити три шари:
  - 4.1. Layer1: ім'я – axis, колір – червоний, тип лінії – штрих-пунктирна, товщина лінії – Default. Для креслення осьових ліній.
  - 4.2. Layer2: ім'я – contour, колір – чорний, тип лінії – суцільна, товщина лінії – 0,3. Для креслення контуру.
  - 4.3. Layer3: ім'я – dim, колір – зелений, тип лінії – суцільна, товщина лінії – Default. Для простановки розмірів.
5. Підключити Snap, Grid, Ortho.
6. Перейти на шар axis. Провести осьові лінії.
7. Перейти на шар contour. Відключити Ortho. Підключити прив'язки. Побудувати контур, використовуючи команди геометричних примітивів і редагування, виконати спряження.
8. Перейти на шар dim. Проставити розміри.
9. Зберегти креслення.

## Варіанти завдань

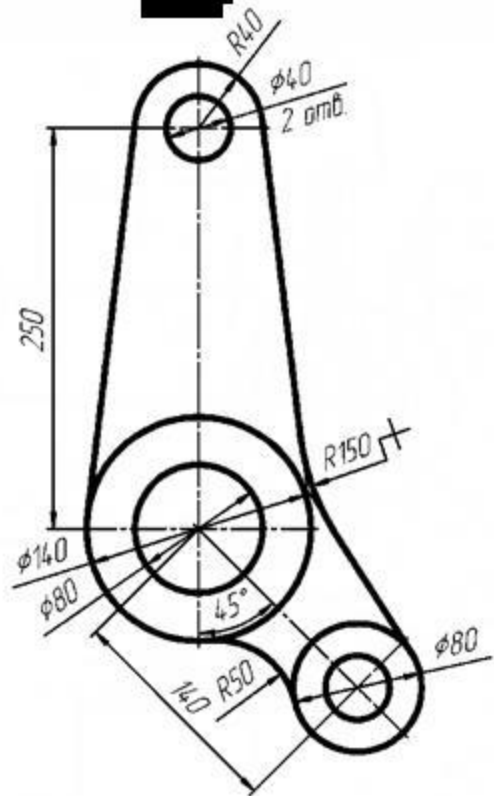




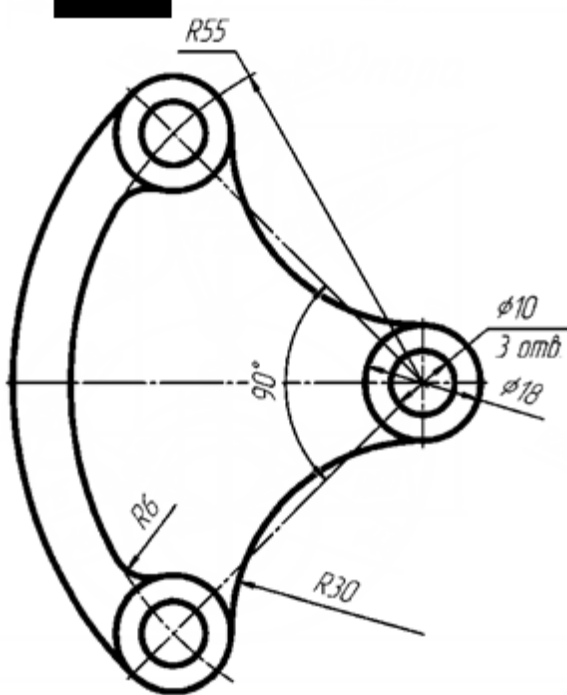




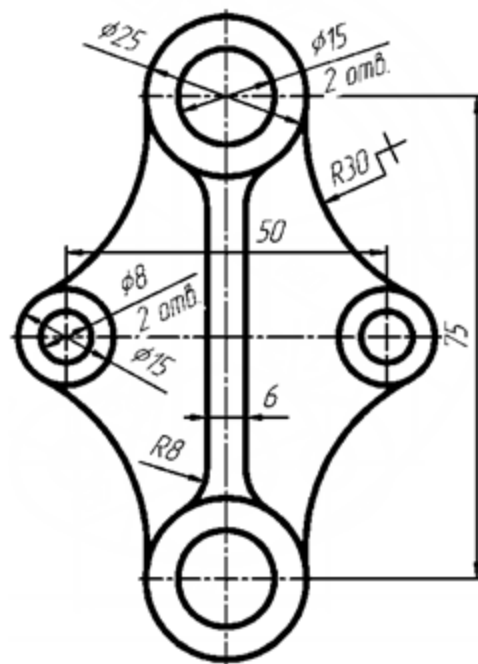
9.



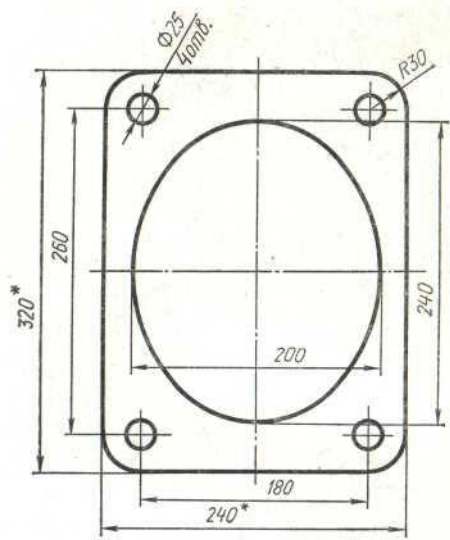
10.



11.



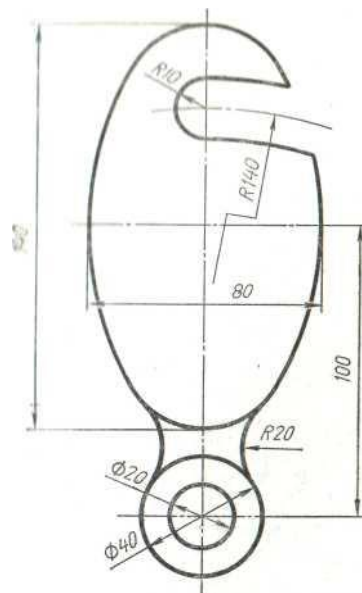
12.



Размеры для справок

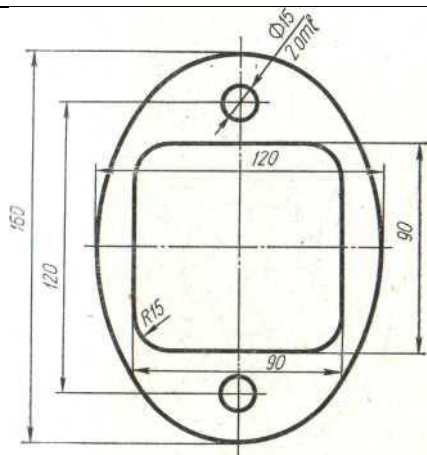
Контур прокладки

13.



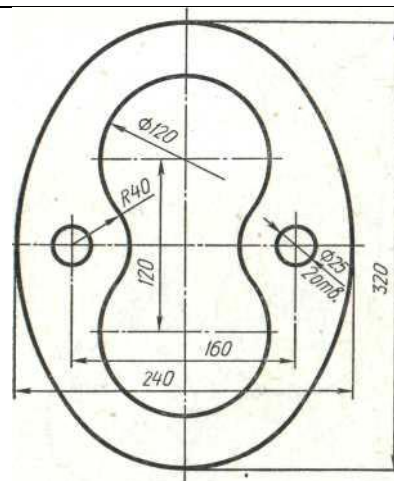
Контур накидки

14.



Контур прокладки

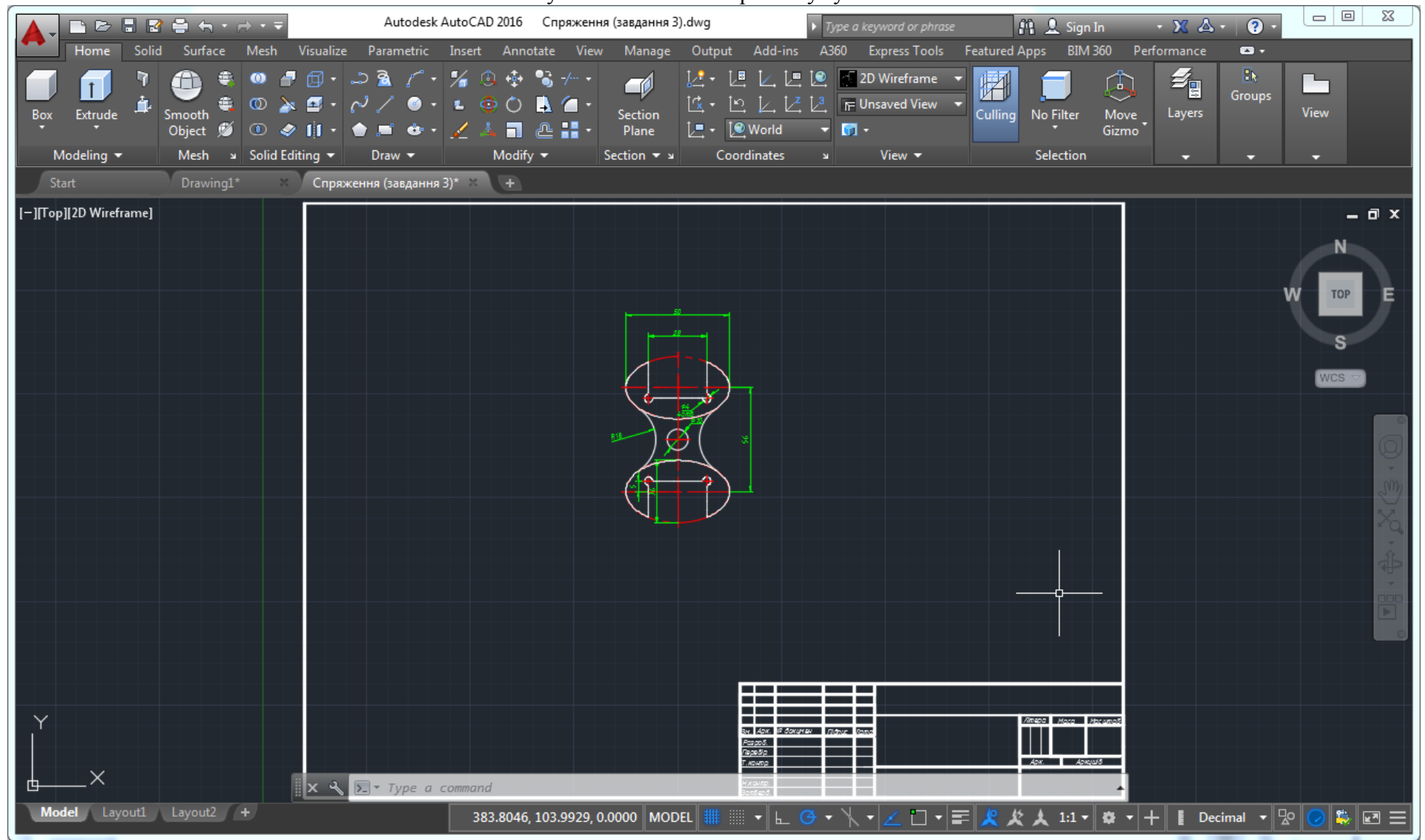
15.



Контур прокладки

16.

Додаток А  
Результат виконання практикуму



## Комп'ютерний практикум №4

1. *Назва:* Масив.
  2. *Мета:* Навчитися створювати масиви об'єктів в AutoCAD.
  3. *Задачі:*
    - 3.1. Вміти створювати системи координат користувача.
    - 3.2. Вміти створювати масиви в AutoCAD.
    - 3.3. Вміти використовувати команди Divide та Measure.
  4. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
    - 4.1. Конспект лекцій;
    - 4.2. Методичні вказівки;
    - 4.3. Тип ПК;
    - 4.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела, 2008, 336 с.;
    - 4.5. Інші джерела.
  5. *Теоретичні відомості:*
    - 5.1. Команда UCS;
    - 5.2. Команда Array;
    - 5.3. Команда Divide та Measure;
  6. *Результати роботи:*
    - 6.1. Виконане креслення на ПК;
    - 6.2. Звіт з лабораторної роботи.
- Висновок.

### *Теоретичні відомості*

Системи координат користувача – визначається шляхом вказування початкових координат і орієнтації площини X, Y та осі Z. Немає ніяких обмежень на положення системи координат користувача в тримірному просторі. Можна визначити, зберігати і поновляти необмежену кількість системи координат користувача. Усі координати як при введенні і в при виведенні визначаються відносно поточної системи координат користувача. Для зручності конструювання при роботі в тривимірному просторі має сенс завдання кількох систем координат з різними точками початку та орієнтації.

Визначення нової системи координат користувача може бути здійснене кількома способами:

1. Вказування нової точки координат, нової площини X, Y та нової осі Z;
2. Суміщення системи координат користувача з існуючим об'єктом.
3. Суміщення системи координат користувача з поточним напрямком погляду.
4. Обертання поточної системи координат користувача навколо будь-якої з осей.
5. Зміщення початкових координат уздовж осі Z на задану відстань.
6. Суміщення площини X, Y з гранню тривимірного об'єкту.
7. Вибір стандартної системи координат користувачем із списку AutoCAD.

Вся робота зі створення, збереження та зміни СКК проводиться за допомогою команд UCS. Число опцій цієї команди досить велике, і не всі опції регулярно застосовуються на практиці. Деякі з опцій команди UCS можуть бути вибрані безпосередньо за допомогою відповідних піктограм на панелі інструментів UCS.

**Команда UCS** – створення нової системи координат. Команда дозволяє створити локальну систему координат, напрям осей якої та розташування початку координат обирає користувач. Після запуску команди в командному рядку з'являється запит:

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del /Apply/?/ World] <World>:

У відповідь на який слід вибрати потрібну опцію. Доступні опції:

New – дозволяє створити нову систему координат користувача. При виборі цієї опції ініціюється запит: Specify origin of new UCS or [zAxis/3point /oBject/Face/View/X/Y/Z] <0,0,0>:. Можна вказати початкову точку нової ССК (при цьому напрями осей X, Y та Z залишаються без зміни) або вибрати опцію.

Опції в режимі створення нової системи координат користувача:

zAxis – визначає нову ССК за початковою точкою та напрямом осі Z. У відповідь на подальші запити Specify new origin point <0,0,0>: та Specify point on positive portion of Z-axis: потрібно відповідно спочатку вказати нову точку початку координат, а потім точку на новому додатному напрямку осі Z.

3point – створює нову ССК за початковою точкою та точками на додатних напрямках осей X та Y. Діалог із системою при виборі цієї опції буде наступним:

Specify new origin point <0,0,0>: – вказати точку 1.

Specify point on positive portion of Z-axis: – вказати точку 2.

Specify point on positive Y portion of the UCS XY plane: – вказати точку 3 (рис. 13.3).

oBject – вирівнює систему координат по об'єкту. Наприклад, якщо у відповідь на наступний запит: Select object to align UCS: (виберіть об'єкт для вирівнювання ССК) вибрати коло, то площина XY системи координат буде збігатися з площиною кола, а вісь X проходить через центр кола та точку вибору.

Face – вирівнює ССК по грані тривимірного об'єкта.

View – встановлює систему координат, у якій площина XY перпендикулярна до напрямку погляду, тобто паралельна екрану. Початок координат залишається незмінним.

X/Y/Z – при виборі цих опцій система координат обертається навколо відповідної осі на заданий кут; потрібне значення кута вказується у відповідь на запит: Specify rotation angle about ... axis<0>:.

Інші опції команди UCS:

Move – дозволяє перенести початок координат у вказану точку, не змінюючи орієнтацію площини XY. У відповідь на запит: Specify new origin point or [Zdepth]<0,0,0>: потрібно вказати нову точку початку координат або вибрати запропоновану опцію Zdepth (переміщення по осі Z). В останньому випадку система координат зміщується вздовж осі Z на вказану користувачем величину.

orthoGraphic – визначає одну з шести наявних у AutoCAD систем координат, що відповідають шести основним видам на кресленні (зверху, знизу, спереду, ззаду, зліва, справа). На запит: Enter an option [Top/Bottom/Front/Back/Left /Right]: потрібно вибрати відповідну назву системи.

Prev – відновлює попередню систему координат.

Restore – відновлює раніше збережену систему координат, тобто робить її поточною. На запит: Enter name of UCS to restore or [?]: потрібно вказати ім'я системи координат або ввести з клавіатури ?, щоб отримати список імен систем координат, створених у даному кресленні.

Save – зберігає поточну ССК під вказаним ім'ям.

? – виводить на екран список визначених у даному кресленні систем координат.

Del – видаляє вказані користувачем ССК зі списку збережених систем.

Apply – застосовує установки поточної системи координат до вказаного екрану вигляду.

? – дає перелік імен усіх наявних систем координат разом з координатами їх початку, вимірними відносно поточної СКК.

World – відновлює глобальну систему координат, яка існувала на кресленні від моменту його створення.

### **Створення масивів об'єктів**

Команда **Array** – створює масив з декількох однотипних об'єктів. Об'єкти можуть розташовуватися в масиві у вигляді прямокутної сітки, вздовж кола, або вздовж довільної лінії. Готовий масив об'єктів вважається одним об'єктом креслення, якщо його вибрати, то з'являється можливість змінювати параметри масиву – кількість об'єктів, відстань між об'єктами і т.д. Якщо необхідно редагувати окремі об'єкти масиву, то спочатку його необхідно розкласти на примітиви командою **Explode**.

Після запуску команди **Array** з'являється запит `Select objects:` – вибір об'єктів, з яких буде створений масив. Потім з'являється запит вибору типу масиву `Enter array type [Rectangular/PAth/POLar] <Polar>:`, в якому доступні опції:

**Polar** – створення кругового масиву, подальша робота команди аналогічна команді **Arraypolar**;

**Rectangular** – створення прямокутного масиву, подальша робота команди аналогічна команді **Arrayrect**;

**Path** – створення масиву вздовж лінії, подальша робота команди аналогічна команді **Arraypath**.

Команда **Arraypolar** – створення кругового масиву. Після вибору об'єктів з'являється запит вибору центру масиву `Specify center point of array or [Base point/Axis of rotation]:`. Опція **Base point** дозволяє вибрати базову точку об'єкта, а опція **Axis of rotation** дозволяє створити масив в просторі відносно осі обертання. Після вибору центру масиву з'являється запит `Select grip to edit array or [Associative/Base point/Items/Angle between/Fill angle /ROWS/Levels/ROTate items/eXit]<eXit>:` та стають доступні опції:

**Associative** – дозволяє увімкнути або вимкнути створення масиву як одного об'єкта;

**Base point** – вибрати базову точку об'єкта;

**Items** – кількість елементів в масиві;

**Angle between** – кут між елементами в масиві;

**Fill angle** – кут сектора, в межах якого будуть розташовані копії об'єкта;

**ROWS** – створення кругового масиву з декількома рядами об'єктів;

**Levels** – створення кругового масиву з декількома рівнями об'єктів, рівні розташовуються в просторі в паралельних площинах.

**ROTate items** – дозволяє увімкнути або вимкнути обертання об'єктів під час створення масиву;

**eXit** – завершення роботи команди.

Команда **Arrayrect** – створення прямокутного масиву. Після вибору об'єктів з'являється запит `Select grip to edit array or [Associative /Base point/COUnt/Spacing/COlumns/Rows/Levels/eXit] <eXit>:` та стають доступні опції:

**Associative** – дозволяє увімкнути або вимкнути створення масиву як одного об'єкта;

**Base point** – вибрати базову точку об'єкта;

**COUnt** – одночасний вибір кількості рядків та колонок масиву;

**Spacing** – вибір відстані між рядками та колонками масиву;

**COlumns** – кількість колонок в масиві;

Rows – кількість рядків в масиві

Levels – кількість рівнів в масиві в просторі;

eXit – завершення роботи команди.

**Команда Divide** – виконує поділ лінії (відрізка, дуги, полілінії) по довжині на рівні частини. Після запуску команди та вибору лінії для поділу, з'являється запит Enter the number of segments or [Block]: – вибір кількості частин, на які буде розділена лінія. Після виконання команди межі частин лінії будуть позначені точками. В подальшому до точок можна використати прив'язку Node та змінити відображення точок на екрані за допомогою команди DDPtype. Опція Block дозволяє замість точок використати блоки (КП №6) для позначення меж ділянок.

**Команда Measure** – виконує поділ лінії (відрізка, дуги, полілінії) по довжині на рівні частини, але на відміну від Divide можна вказати не кількість ділянок, а їх довжину. Після запуску команди та вибору лінії для поділу, з'являється запит Specify length of segment or [Block]: – вибір відстані між двома точками поділу лінії.

**Команда DDPtype** – зміна відображення точок на екрані. Після запуску команди відкривається діалогове вікно, яке дозволяє вибрати символ для відображення точок та його розмір.

**Команда Explode** – розкладає складний об'єкт (полілінію, блок, масив) на примітиви.

#### ***Хід виконання роботи:***

1. Завантажити AutoCAD.
2. Завантажити .dwg файл з рамкою з лабораторної роботи №3.
3. Проаналізувати виданий варіант завдання.
  - 3.1. Створити власну систему координат (варіанти Origin або 3points), початок координат має розташовуватися в центрі деталі.
  - 3.2. Виконати допоміжні побудови за допомогою команд Divide та Measure, якщо це необхідно.
4. Використовуючи команду Agraу виконати креслення.
5. Проставити розміри.
6. Зберегти креслення.

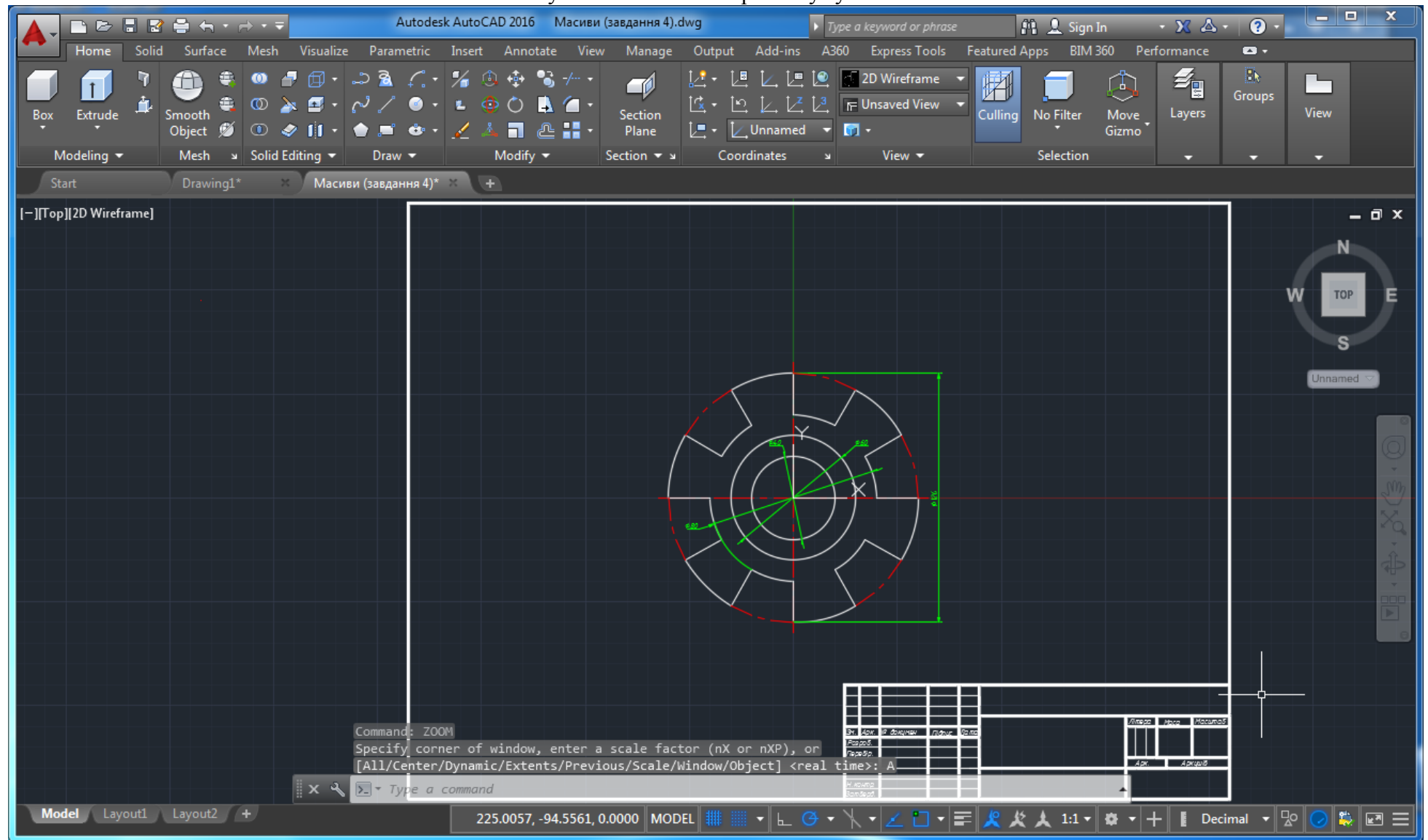
### Варіанти завдання

1	2	3	4
5	6	7	8



9	10	11	12
13	14	15	16

Додаток А  
Результат виконання практикуму



## Комп'ютерний практикум № 5

1. *Назва:* Проекційне креслення в AutoCAD.
  2. *Мета:* Навчитися виконувати проекційне креслення в AutoCAD.
  3. *Задачі:*
    - 3.1. Виконати проекційне креслення.
    - 3.2. Навчитися використовувати об'єктне відслідковування (трекінг).
    - 3.3. Навчитися виконувати штриховку в AutoCAD.
    - 3.4. Навчитися проставляти розміри ланцюжком та від спільної бази.
  4. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
    - 4.1. Тип ПК;
    - 4.2. Конспект лекцій;
    - 4.3. Методичні вказівки;
    - 4.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела 2008, 336 с.;
    - 4.5. Інші джерела.
  5. *Теоретичні відомості:*
    - 5.1. Нанесення штриховки.
    - 5.2. Нанесення розмірів ланцюжком та від спільної бази.
  6. *Результати практикуму:*
    - 6.1. Виконане креслення на ПК;
    - 6.2. Звіт з комп'ютерного практикуму, теоретична частина якого є відповіддю на поставлені задачі.
- Висновок

### *Теоретичні відомості*

Об'єктне відслідковування – це механізм, який працює разом з механізмом об'єктної прив'язки, і дозволяє користувачу тимчасово використовувати характерні точки креслення для відслідковування напряму кожної з них від поточного положення до наступного їх перенесення на інший об'єкт. Щоб можна було скористатися цим механізмом потрібно підключити ортогональне об'єктне відслідковування, піктограма внизу вікна редагування – Object Snap Tracking (F11).

**Команда Hatch** – нанесення штриховки. Після запуску команди необхідно обрати опцію Settings, яка відкриває вікно налаштування штриховки. В цьому вікні доступні параметри штриховки:

Pattern – вибір типу штриховки за назвою. Також тип штриховки відображається в полі попереднього перегляду;

Angle – кут нахилу штриховки;

Scale – щільність штриховки.

Після вибору параметрів штриховки необхідно натиснути кнопку Pick points, яка дозволяє обрати точки нанесення штриховки. Штриховка наноситься від вибраної точки в межах замкненого контуру (заливка). Необхідно обрати одну або декілька точок, а потім завершити команду натисканням кнопки Esc. Створена штриховка вважається одним з об'єктів креслення. Якщо виділити існуючу штриховку, то панель інструментів зміниться, дозволяючи налаштувати параметри штриховки. Видалення штриховки виконується командою Erase.

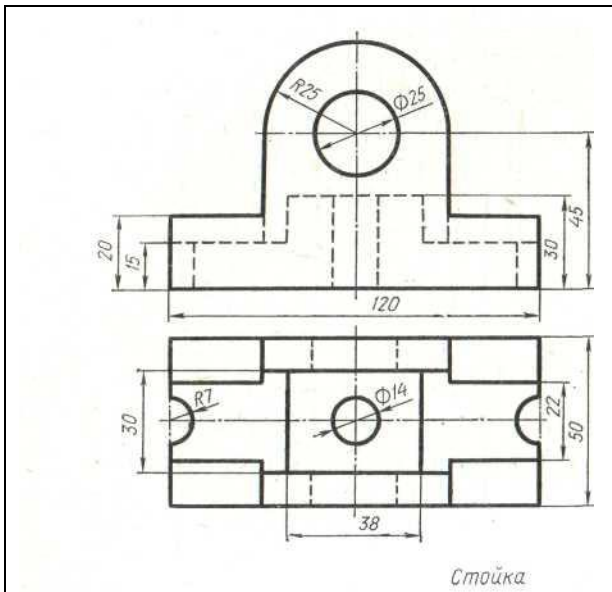
**Команда Dimbaseline** – нанесення розмірів від базової лінії. Після запуску команди з'являється запит Select base dimension: – вибір базового розміру. Якщо перед виконанням команди Dimbaseline був нанесений лінійний розмір, то вказаний запит не з'являється. Далі необхідно вказати одну або декілька точок, кожна з яких буде точкою для другої виносної лінії нового розміру. При цьому перша виносна лінія співпадає з першою виносною лінією базового розміру, а положення розмірної лінії обирається автоматично.

*Команда Dimcontinue* – нанесення розмірів від базової лінії. Після запуску команди з'являється запит `Select continued dimension:` – вибір розміру для продовження. Якщо перед виконанням команди `Dimcontinue` був нанесений лінійний розмір, то вказаний запит не з'являється. Далі необхідно вказати одну або декілька точок, кожна з яких буде точкою для другої виносної лінії нового розміру. При цьому перша виносна лінія співпадає з другою виносною лінією попереднього розміру, а розмірні лінії послідовно нанесених розмірів розташовуються на одній прямій.

### *Хід виконання роботи*

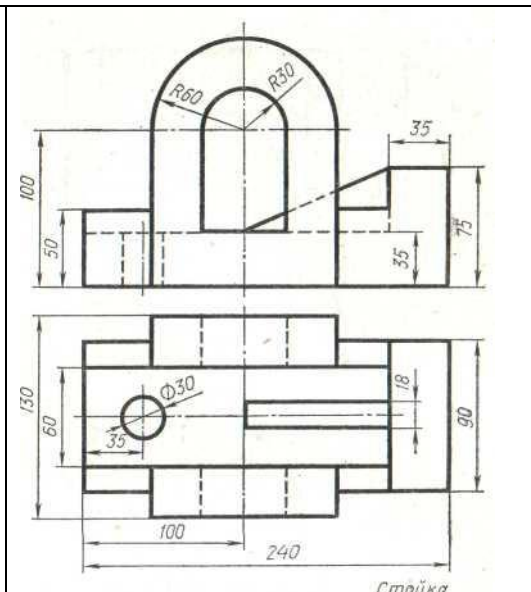
1. Завантажити AutoCAD.
2. Завантажити .dwg файл з рамкою з КП №3.
3. Проаналізувати виданий варіант завдання.
4. Створити додаткові шари, якщо потрібно.
5. За даними двома проекціями побудувати третю з використанням об'єктного відслідковування.
6. Виконати розрізи, використовуючи об'єктні прив'язки (для симетричних об'єктів – піввигляду / піврозрізу).
7. Командою `Hatch` виконати штриховку.
8. Проставити розміри, використовуючи варіанти – ланцюжок та від спільної бази.
9. Вимкнути відображення шару допоміжних ліній.
10. Зберегти креслення.

## Варіанти завдань



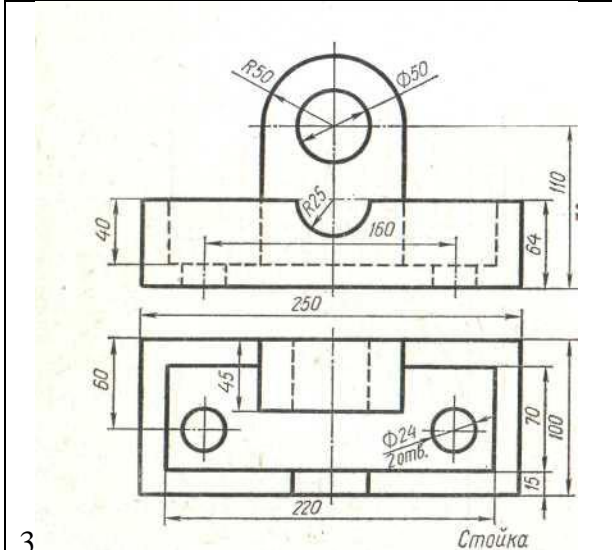
Стойка

1



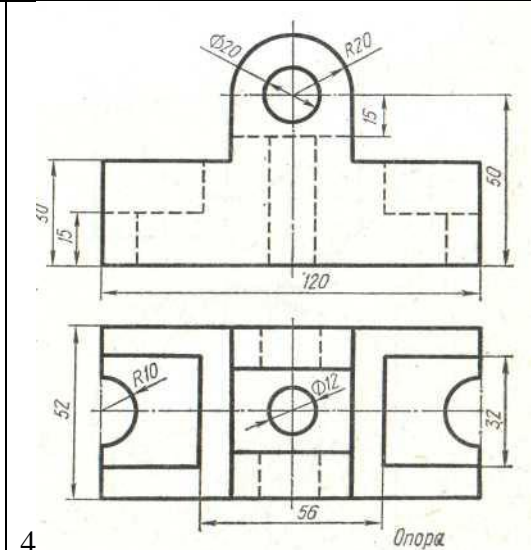
Стойка

2



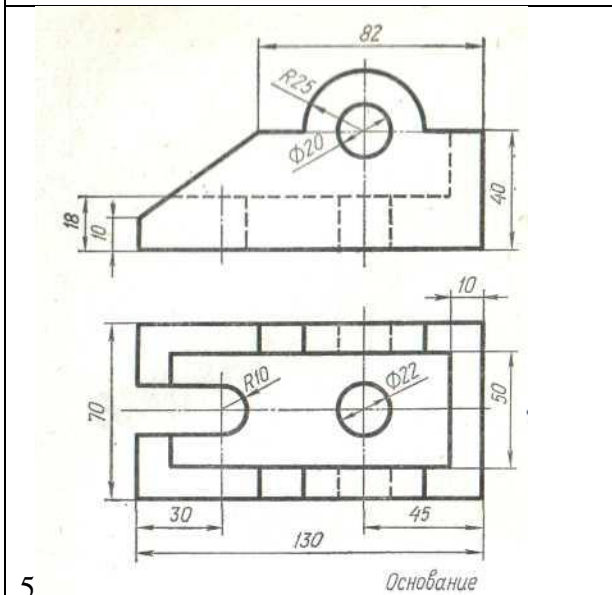
Стойка

3



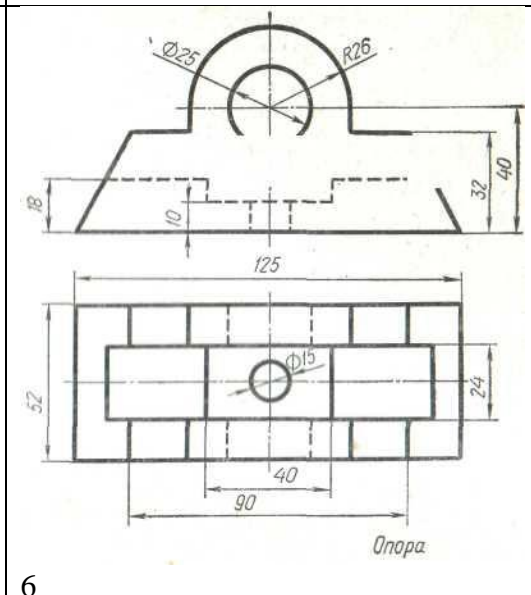
Опора

4



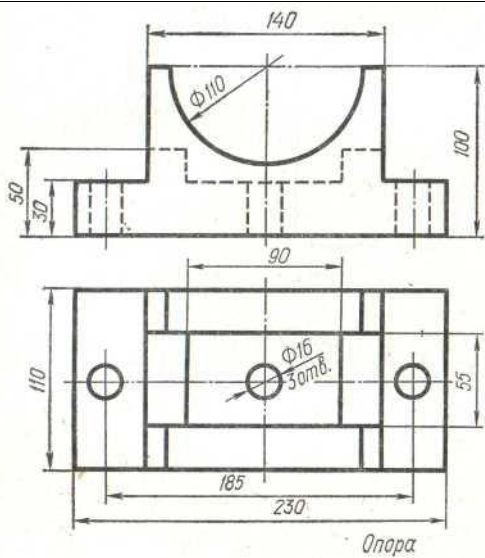
Основание

5

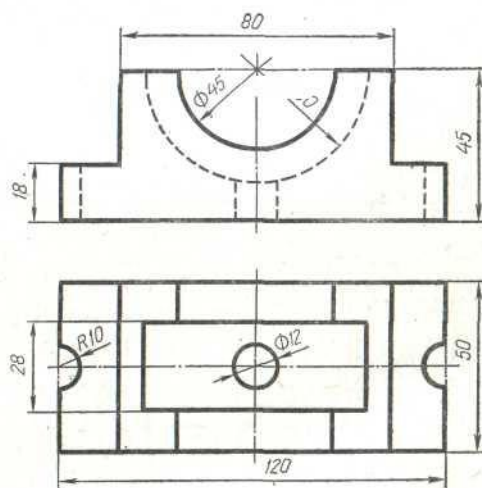


Опора

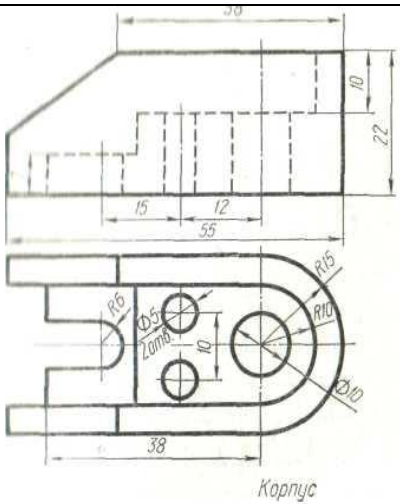
6



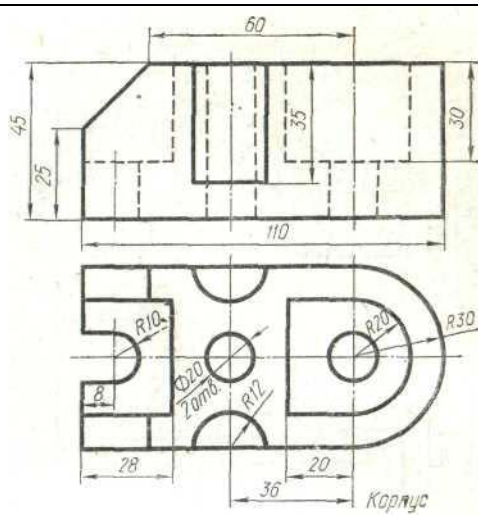
7



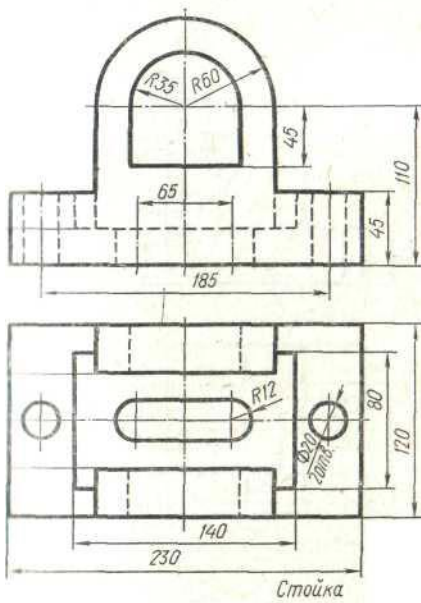
8



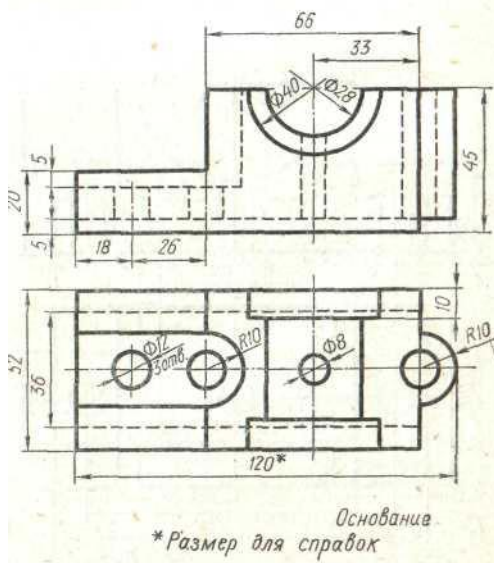
9



10

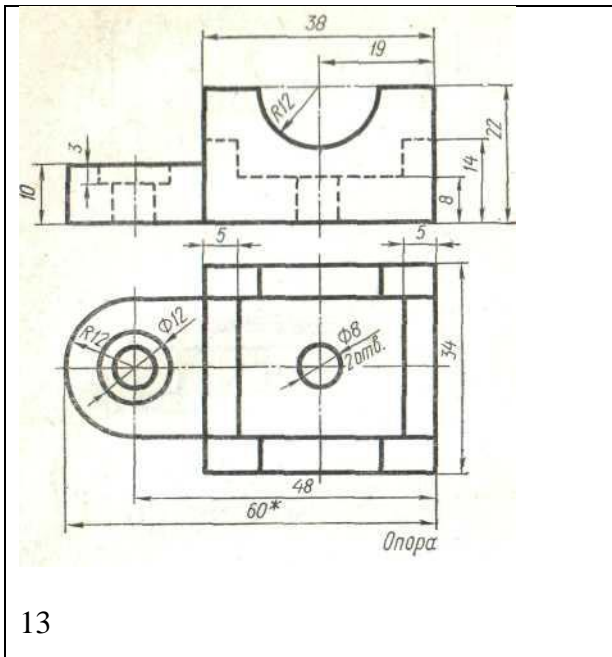


11

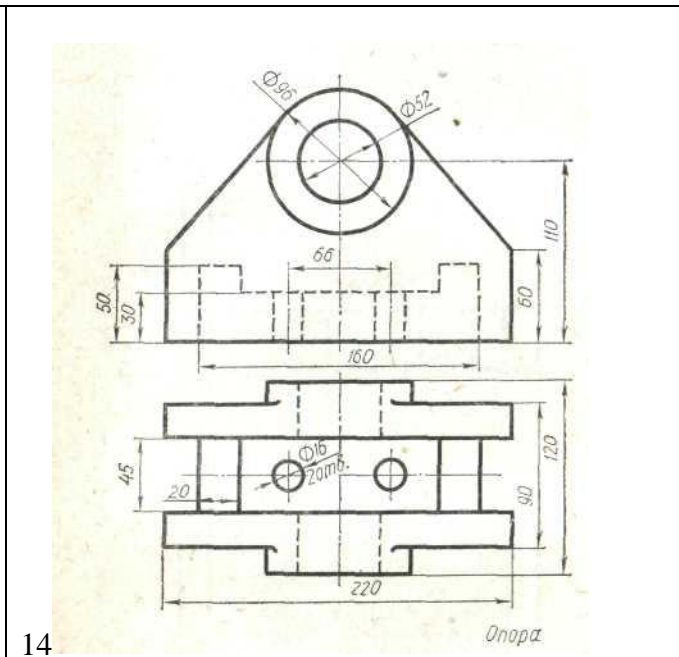


12

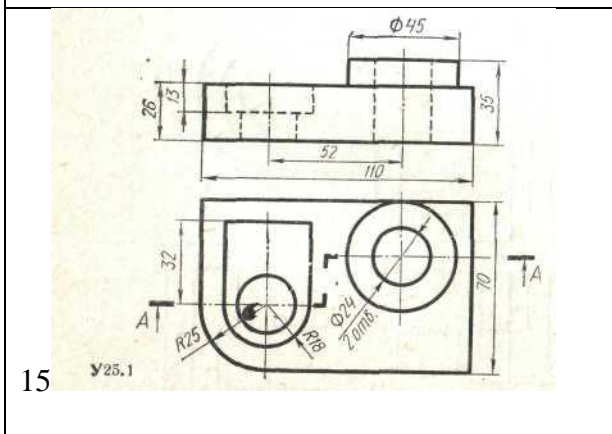
Основание  
\*Размер для справок



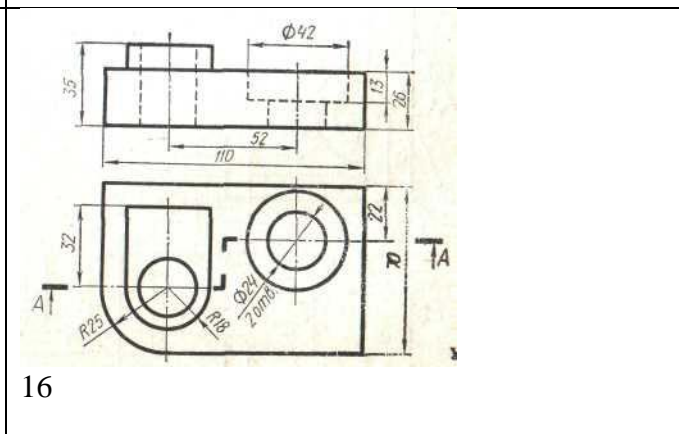
13



14



15



16





## Комп'ютерний практикум №6

7. *Назва:* Блоки.
  8. *Мета:* Навчитися створювати блоки в AutoCAD на основі електричної схеми принципової.
  9. *Задачі:*
    - 9.1. Проаналізувати виданий варіант креслення;
    - 9.2. Завантажити файл комп'ютерного практикуму №1;
    - 9.3. Створити блок до кожного елемента схеми;
    - 9.4. Накреслити схему з використанням блоків;
    - 9.5. Заповнити таблицю переліку елементів схеми;
    - 9.6. Зберегти файл (тип файлу .dwg).
  10. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
    - 10.1. Конспект лекцій;
    - 10.2. Методичні вказівки;
    - 10.3. Тип ПК;
    - 10.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела, 2008, 336 с.;
    - 10.5. Інші джерела.
  11. *Теоретичні відомості:*
    - 11.1. Команда Block;
    - 11.2. Команда Insert;
    - 11.3. Команда Explode;
    - 11.4. Принципи оформлення електричних схем принципових.
  12. *Результати роботи:*
    - 12.1. Виконане креслення на ПК;
    - 12.2. Звіт до комп'ютерного практикуму.
- Висновок.

### *Теоретичні відомості*

#### *Принципи оформлення електричних схем принципових*

Головним конструкторським документом, яким користуються для розробки, виготовлення й експлуатації електронних пристроїв - є електрична схема. Тому знання умовних позначень елементів і правил графічного оформлення електричних схем слід вважати важливою складовою частиною підготовки спеціалістів з електротехніки.

Схема - це конструкторський документ, в якому показані у вигляді умовних зображень складові частини виробу, а також зв'язки між ними.

Схема електрична принципова - це конструкторський документ, виконаний без збереження масштабу, на якому показані у вигляді умовних графічних позначень усі електричні елементи та пристрої виробу, а також електричні зв'язки між ними, причому дійсне просторове розташування складових частин виробу звичайно не враховується.

Принципові схеми використовують для вивчення принципів роботи виробів, а також при їх налагодженні, контролі й ремонті. Вони є основою для розробки інших конструкторських документів, наприклад схем з'єднань (монтажних) і креслень.

Елементами електричних схем можуть бути резистори, конденсатори, котушки індуктивності, трансформатори, напівпровідникові вироби - діоди, транзистори, тиристори, мікросхеми, а також елементи комутаційних і контактних з'єднань (вимикачі, контакти, реле).

### Умовні графічні позначення елементів

Елементи схем зображуються у вигляді умовних графічних позначень, встановлених відповідними стандартами. Дозволяється зображати ці позначення також оберненими на кут  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ . Допускається повертати на кут, кратний  $45^\circ$ , або зображати дзеркально повернутими.

Умовні графічні позначки, співвідношення розмірів яких наведені у відповідних стандартах на модульній сітці, повинні зображуватись на схемах у розмірах, що визначаються по вертикалі і горизонталі кількістю кроків модульної сітки. При цьому крок модульної сітки для кожної схеми може бути будь-яким, але однаковим для всіх елементів і пристроїв даної схеми. Розміри умовних графічних позначок, а також товщини їх ліній повинні бути однаковими на всіх схемах даного виробу. Розміри умовних графічних позначок допускається пропорційно змінювати. Електричні з'єднання між елементами зображаються лініями електричного зв'язку, розташованими у вигляді горизонтальних та вертикальних відрізків з найменшою кількістю зламів і взаємних перетинів.

Кожний елемент, що входить у склад виробу, повинен мати літерно-цифрове позиційне позначення. Воно складається з двох частин, які записуються без розділових знаків і пропусків.

Перша частина - літерний код елемента, що визначає його вид згідно з ГОСТ 2.710-81 (одна чи кілька літер латинського алфавіту), наприклад R - резистор, VT - транзистор, VD - діод або стабілітрон та ін.

Друга частина - порядковий номер елемента (одна або кілька арабських цифр). Порядкові номери присвоюють елементам одного й того самого виду, яким привласнений однаковий літерний код, наприклад R1, R2, VT1, VT2. Порядкові номери привласнюються елементам, починаючи з одиниці, і далі згідно з послідовністю розташування елементів на схемі - зліва направо і зверху вниз (рис. 6.1).

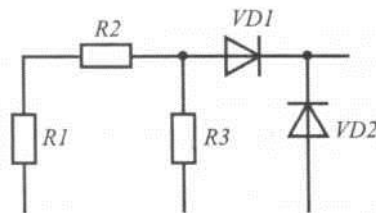


Рисунок 6.1 – Виконання літерно-цифрових позначень.

Написи R1- VT1 та інші слід писати зверху або праворуч від умовних графічних позначень елементів. Для них застосовують креслярський шрифт одного й того самого розміру.

### Характеристики вхідних і вихідних кіл

Замість умовних графічних позначень елементів зовнішньої комутації на схемі виконують таблицю вхідних і вихідних даних. Кожній такій таблиці привласнюють позиційне позначення елемента, замість якого вона введена. Це позиційне позначення записується над таблицею і включається в перелік елементів, наприклад X1...X12 (див. рис. 6.2).

У графу "Коло" записують характеристики електричних кіл виробу (частоту, напругу та ін.). Для написів використовують шрифт розміру 3,5 або 5. Саму таблицю орієнтують тільки горизонтально, можна її виконувати дзеркально повернутою (див. рис. 6.2).

Схема може містити одну, дві або більшу кількість таблиць вихідних даних.



Рисунок 6.2 – Таблиця вхідних і вихідних характеристик.

### Оформлення переліку елементів

Інформацію про елементи схеми записують у перелік елементів, який є таблицею, що виконується згідно з стандартом. Розміри таблиці переліку елементів наведені нижче (рис. 6.3).

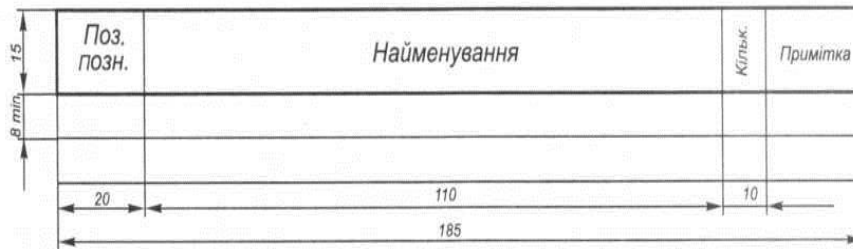


Рисунок 6.3 – Таблиця переліку елементів

За звичай перелік елементів вміщують на першому аркуші схеми, як правило, над основним написом, причому відстань між ними не повинна бути меншою за 12 мм. У разі необхідності продовження таблиці розміщується ліворуч від неї.

У таблиці переліку елементів вказують такі дані:

у графі "Поз. позн." - позиційне позначення елемента;

у графі "Найменування" - назву елемента, його номінальні параметри і номер-стандарту або ТУ;

у графі "Кільк." - кількість елементів;

у графі "Примітка" - у разі необхідності вказують додаткові дані елемента.

Елементи записуються у перелік групами в алфавітному порядку літерно-цифрових позиційних позначень. У межах кожної групи з однаковим літерним кодом елементи вказують за зростанням порядкових номерів елементів.

Якщо потрібно записати кілька елементів, що мають однакову першу частину позиційного позначення і назву, можна записати загальні дані елементів у вигляді спільного заголовка. Цей заголовок підкреслювати не потрібно.

Згідно з стандартом можна оформляти перелік елементів у вигляді окремого документа. Допускається залишати один чи кілька вільних рядків між окремими групами елементів. Перелік елементів записують у специфікацію після схеми, до якої він випущений.

### Умовності та спрощення на схемах

Розглянемо деякі умовності та спрощення, що допускаються під час виконання схем.

Якщо у виробі є кілька однакових елементів (за найменуванням, типом і номіналом), з'єднаних паралельно, можна замість зображення всіх розгалужень зобразити тільки один елемент, вказавши кількість за допомогою позначення розгалуження (рис. 6.4).

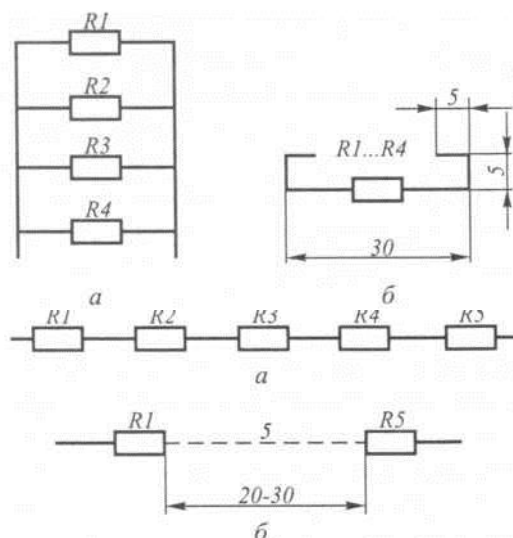


Рисунок 6.4 – Зображення кількох паралельно та послідовно з'єднаних однакових елементів: а - дійсне; б – умовне.

### Робота з блоками в AutoCAD

Блоком називається об'єкт креслення, який складається з декількох графічних примітивів, має ім'я та може багатократно використовуватися. На відміну від копіювання фрагментів креслення за допомогою команди Copy, в кресленні зберігається інформація про приналежність графічних примітивів відповідному блоку. Завдяки цьому при редагуванні одного блока автоматично змінюються всі однотипні блоки на кресленні.

Команда **Block** – створення нового блока. Після запуску команди відкривається діалогове вікно (рис. 6.5), яке дозволяє обрати параметри нового блока. В полі Name необхідно вказати ім'я нового блока, яке не співпадає з іменами інших блоків. Кнопка Select objects дозволяє обрати об'єкти для створення блока, якщо вони не були обрані перед запуском команди Block. Можна обрати дії, які будуть виконані з обраними об'єктами:

Retain – залишити вибрані об'єкти як є;

Convert to block – перетворити вибрані об'єкти на блок (дія за замовчуванням);

Delete – видалити об'єкти.

Під час створення блока, в розділ Base point необхідно вказати координати базової точки нового блока – у вигляді чисел у відповідних полях або вказати точку на екрані за допомогою кнопки Pick point. Базову точку доцільно обирати в межах блока для зручності його подальшої вставки.

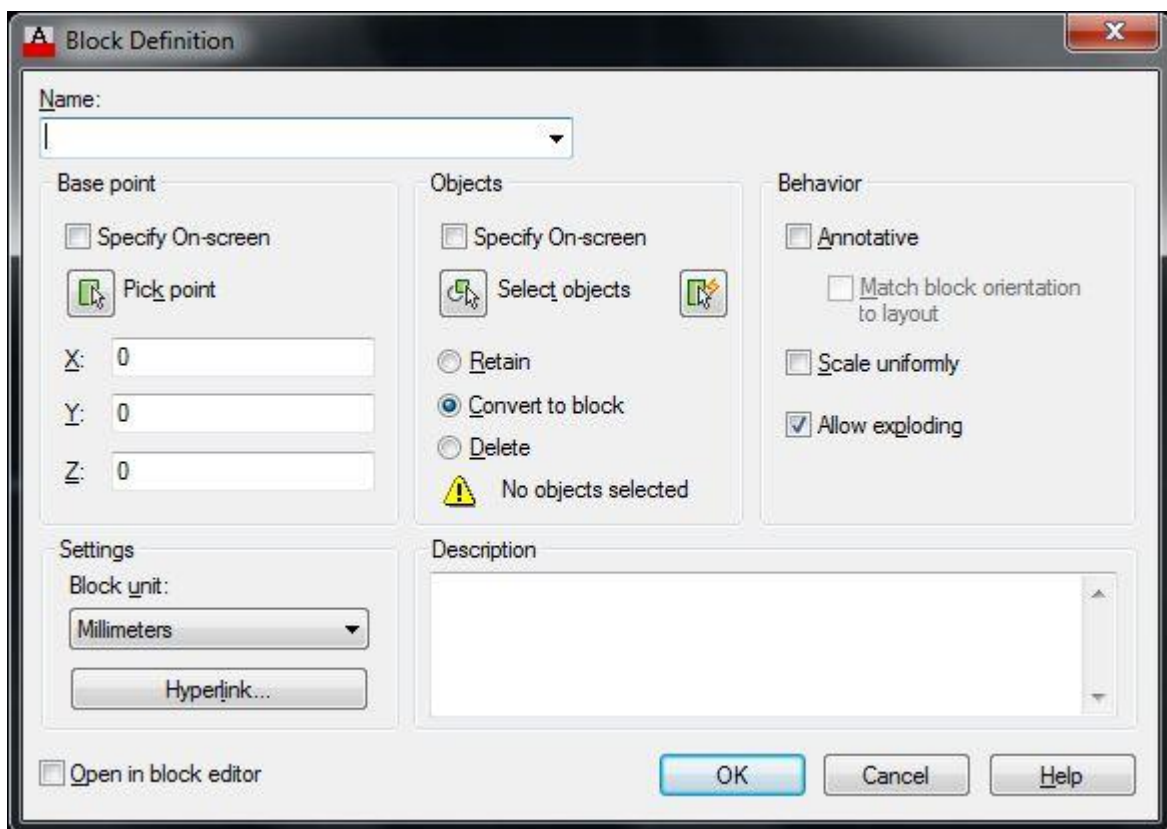


Рисунок 6.5 – Діалогове вікно створення нового блока.

Команда **Insert** – вставка блока. Після запуску команди відкривається діалогове вікно (рис. 6.6), яке дозволяє обрати параметри блока, який буде вставлений на креслення. В полі Name необхідно вказати ім'я блока, який буде вставлений. Далі у відповідних розділах необхідно задати параметри вставки блока:

Insertion point – точка вставки блока, в якій буде розташовуватися базова точка блока;

Scale – коефіцієнт масштабу блока;

Rotation – кут повороту блока.

Для кожного параметра вставки можна обрати опцію *On screen*, тоді відповідний параметр можна буде обрати на екрані під час вставки. Наприклад, для принципової електричної схеми доцільно обирати опцію *On screen* для точки вставки та кута повороту блока. Тоді під час вставки блока всі елементи схеми матимуть однаковий розмір, але буде можливість обирати їх розташування на кресленні та кут повороту.

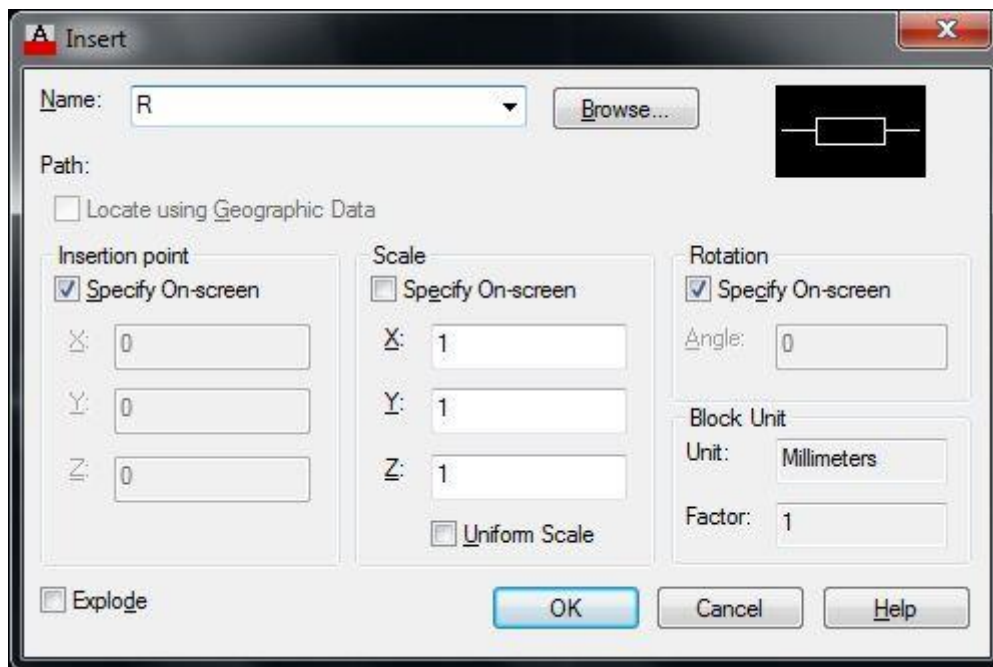


Рисунок 6.6 – Діалогове вікно вставки блока.

*Команда Explode* – розкладає складний об'єкт (полілінію, блок, масив) на примітиви.

*Команда Bedit* – редагування існуючого блока. Після запуску команди, на екрані відображається тільки вибраний блок і всі подальші команди редагування впливають тільки на нього. Після закриття редактора блоків, на кресленні всі блоки з однаковим ім'ям автоматично змінюються.

*Команда Purge* – видалення елементів креслення, які не використовуються (блоків, шарів, типів ліній і т.д.). Блок, створений командою *Block*, вважається існуючим навіть якщо він жодного разу не використаний на кресленні. Через це неможливо створити новий блок з таким самим ім'ям. Команда *Purge* відображує перелік елементів креслення, які не використовуються, та дозволяє їх видалити (всі разом або вибірково).

*Команда Adcenter* або комбінація клавіш **Ctrl+2** – дозволяє використати блоки з іншого файлу креслення. Команда відображує діалогове вікно, яке дозволяє вибрати файл креслення та використати наявні в ньому блоки на іншому кресленні.

## Зміст роботи

Як варіант завдання студент отримує схему електронного модуля, елементи якого закодовані у вигляді числових позначень (рис. 6.7).

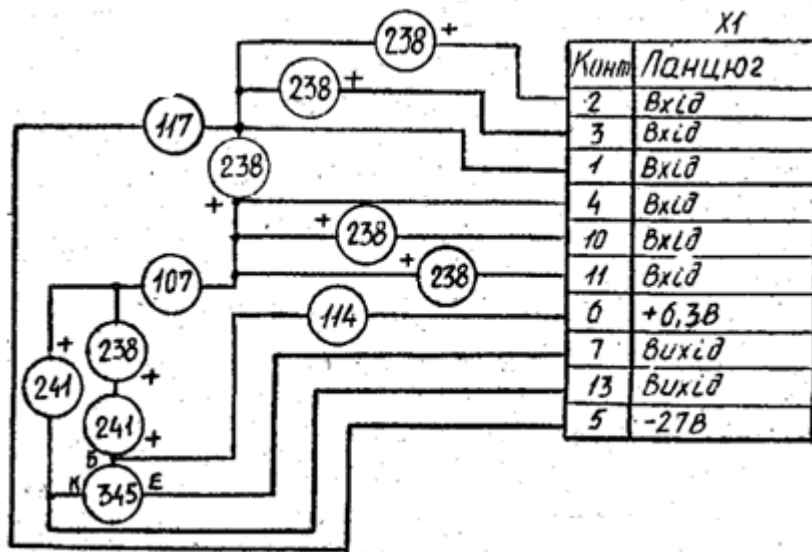
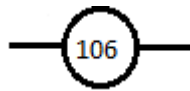


Рисунок. 6.7 – Схема електронного модуля.

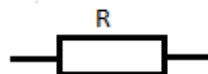
Щоб накреслити схему, слід спочатку розкодувати числові позначення всіх її елементів і замінити їх умовними графічними позначеннями, взятими з додатку А і В. Код чисельного позначення складається з трьох цифр: перша – номер групи елементів, дві останні – номер саме елементами в цієї групи. Наприклад,



розкодується так:

“1” – резистори (сталого опору);

“06” – резистор МЛТ-0,5 – 750 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77



За додатком А умовне позначення резистора , яке зображаємо замість коду



. Подальшу інформацію використовуємо для переліку елементів.



розкодується так:

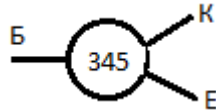
“2” – діоди;

“38” – Д9Б – Д9Ж ГОСТ 14322-66.



(знаком “+” позначений анод діода, на схемі його повторювати не треба).

При заповненні таблиці переліку елементів треба записати тільки одне з позначень діода, тобто Д9Б, Д9В, Д9Г, Д9Д, Д9Е або Д9Ж.



розкодовується так:

“3” – транзистори;

“45” – П416 А, П416 ШТЗ.365.001ТУ (тип р-n-p)

З додатку А маємо умовне позначення транзистора типу *p-n-p*.



Позначення “Б”, “Е”, “К” означають відповідно “база”, “емітер”, “колектор”. Ці позначки на схемі відтворювати не треба.

При заповненні таблиці переліку елементів слід записати тільки одну марку транзистора, тобто або П416, або П416А.

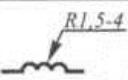
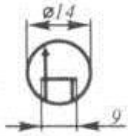

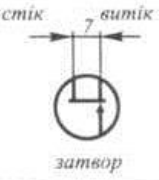

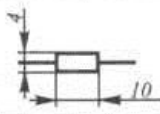
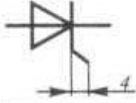
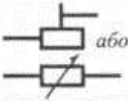

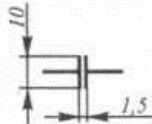
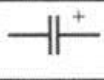
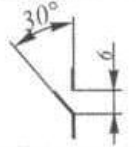
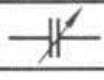
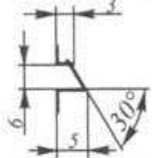
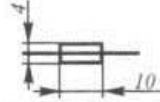
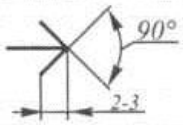
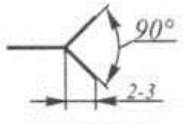
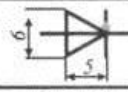
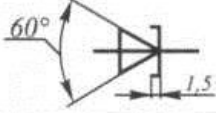
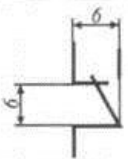

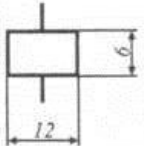
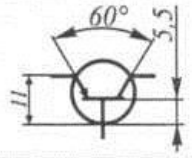

Після розкодування всіх елементів слід накреслити схему, видаляючи з неї зайві злами ліній електричного зв'язку та спрощуючи зображення послідовного або паралельного з'єднання однотипних елементів. Далі слід нанести умовні літерно-цифрові позиційні позначення всіх елементів, включаючи й таблицю вхідних і вихідних характеристик.

#### ***Хід виконання роботи в AutoCAD:***

1. Завантажити AutoCAD.
2. Завантажити .dwg файл з рамкою комп'ютерного практикуму №1.
3. Проаналізувати виданий варіант завдання.
4. Створити блоки елементів схеми.
5. Накреслити схему з використанням блоків.
6. Заповнити таблицю переліку елементів схеми.
7. Зберегти креслення.

### Додаток А

Таблиця 1 – Умовні графічні позначення в електричних схемах

Найменування	Умовне графічне позначення	Позначення згідно з ГОСТ 2.710-81	Найменування	Умовне графічне позначення	Позначення згідно з ГОСТ 2.710-81
Катушки індуктивності, дроселі, трансформатори ГОСТ 2.723-68					
Катушка індуктивності, дросель		L	Транзистор (польовий, з каналом р-типу)		VT
Трансформатор напруги з магнітопроводом		TV	Транзистор (польовий, з каналом n-типу)		VT
Трансформатор напруги без магнітопроводу		TV			
Резистори, конденсатори ГОСТ 2.728-74					
Резистор постійного опору		R	Тиристор		VS
Резистор змінного опору		R	Світлодіод		VD (HL)
Конденсатор постійної ємності		C	Пристрої комутаційні і контактні з'єднання ГОСТ 2.755-87		
Конденсатор оксидний (електролітичний)		C	Вимикач однополюсний із замикаючим контактом		SA
Конденсатор змінної ємності		C	Вимикач однополюсний із розмикаючим контактом		SA
Запобіжник плавкий		FU	Контакт рознімного з'єднання (штур)		XP
Прилади напівпровідникові ГОСТ 2.730-73			Контакт рознімного з'єднання (зіздо)		XS
Діод		VD			
Тунельний діод		VD	Перемикаючий контакт реле		K
Стабілітрон		VD	Катушка реле		
Транзистор (біполярний р-п-р типу)		VT			
Транзистор (біполярний n-р-n типу)		VT			



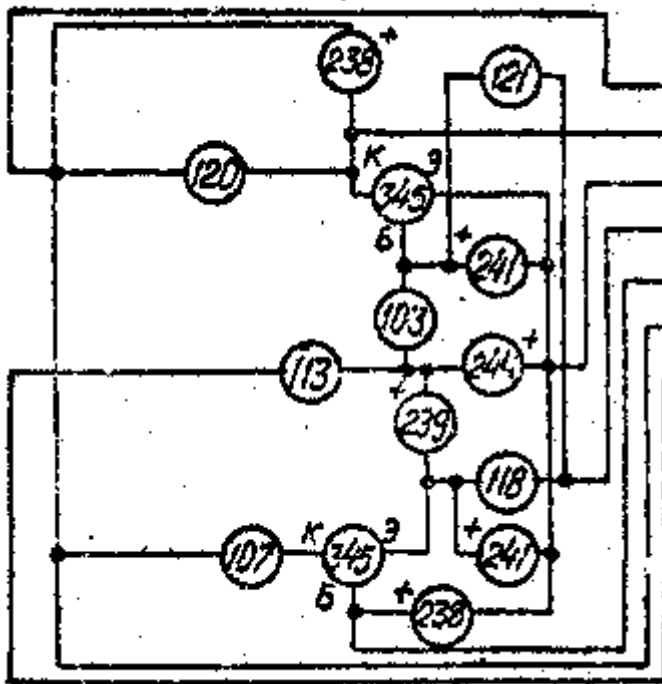
## Додаток Б

### Коди елементів у завданнях

Номер групи	Номер елемента	Найменування елементів, тип, номінал
1 Резистори	1	МЛТ-0,5 – 160 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77
	2	МЛТ-0,5 – 300 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77
	3	МЛТ-0,5 – 360 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77
	4	МЛТ-0,5 – 430 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77
	5	МЛТ-0,5 – 680 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77
	6	МЛТ-0,5 – 750 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77
	7	МЛТ-0,5 – 1,1 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	8	МЛТ-0,5 – 1,3 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	9	МЛТ-0,5 – 1,5 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	10	МЛТ-0,5 – 2 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	11	МЛТ-0,5 – 2,2 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	12	МЛТ-0,5 – 2,7 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	13	МЛТ-0,5 – 3 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	14	МЛТ-0,5 – 3,3 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	15	МЛТ-0,5 – 3,6 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	16	МЛТ-0,5 – 4,7 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	17	МЛТ-0,5 – 5,1 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	18	МЛТ-0,5 – 6,2 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	19	МЛТ-0,5 – 6,8 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	20	МЛТ-0,5 – 10 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	21	МЛТ-0,5 – 12 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	22	МЛТ-0,5 – 56 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	23	МЛТ-0,5 – 100 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	24	МЛТ-0,5 – 1,8 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	25	МЛТ-0,5 – 820 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	26	МЛТ-1 – 1,8 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	27	МЛТ-1 – 2,2 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	28	МЛТ-2 – 460 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77
	29	МЛТ-2 – 3,9 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	30	МЛТ-0,25 – 1 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	31	МЛТ-0,25 – 6,2 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	32	МЛТ-0,25 – 10 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77
	33	УЛИ-1 – 130 Ом ГОСТ 12305-66
	34	УЛИ-1 – 187 Ом ГОСТ 12305-66
	35	УЛИ-1 – 200 Ом ГОСТ 12305-66
	36	ТВО-0,25 – 27 Ом ГОСТ 11324-65
	37	ВС-0,125 – 27 Ом ГОСТ 6562-67
2 Діоди	38	Д9Б – Д9Ж ГОСТ 14322-69
	39	Д20 – ЩЕЗ. 362. 004. ТУ
	40	Д 206 – Д 211ГР 3.362.012ТУ
	41	Д 220 СМ 3.362. 010 ТУ
	42	Д 310 ЩГ 3.362.000 ТУ
Стабілітрон	43	Д 814 А – Д614Д СМ3.362.012 ТУ
Тунельний діод	44	АИ301Б ГОСТ 15606-70
3 Транзистори	45	П416 А, П416 ШТ3.365.001ТУ (тип р-n-p)
	46	П605 А, П605 ШТ3.365.014ТУ (тип р-n-p)
	47	МП25 ПЖО.336.004 ТУІ (тип р-n-p)
	48	МП26А ПЖО.336.004 ТУІ (тип р-n-p)

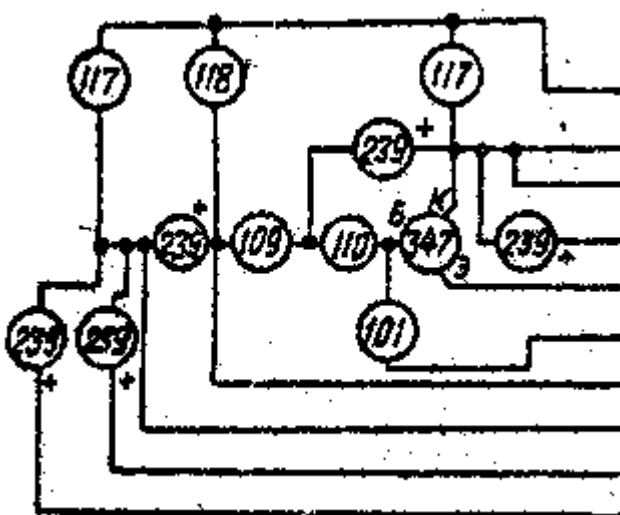
	49	МП41А ГОСТ 14948-73 (тип р-п-р)
	50	МП42А ГОСТ 14947-73 (тип р-п-р)
	51	ІТ 30.8АЖК3.365.158 ТУ (тип р-п-р)
4 Конденсатори	52	КЛС-1-а м-750-1000 пф ±10% ОЖО.460.020.ТУ
	53	КТ-1-а МІ300-220 ОЖО.460.158.ТУ
5 Дросель	54	ММДН 101-0,01-04 0100.472.026 ТУ
6 Трансформатор	55	ТИМ 12-127/220-50 0100.472.045 ТУ

Додаток В  
Варіанти завдань



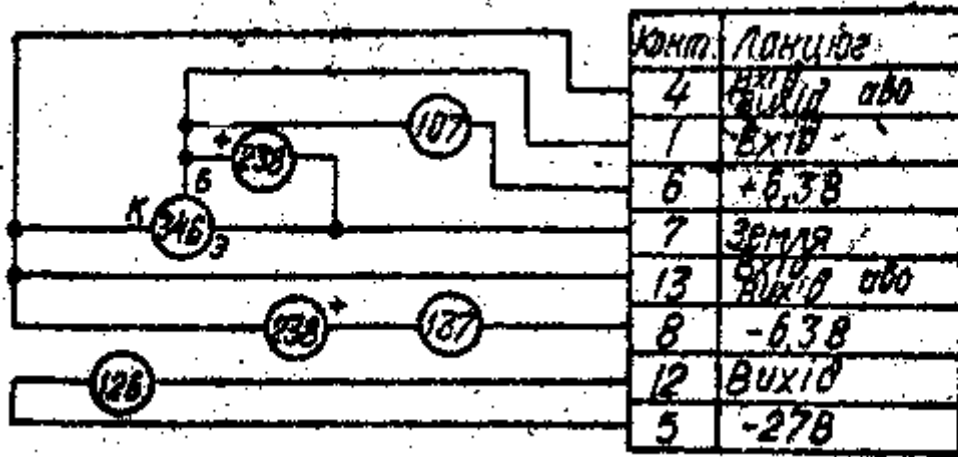
Конт.	ПВ. 100
5	-27В
13	Вихід
7	Земля
6	+6,3В
1	Вхід
8	-6,3В
9	Вхід 2

1

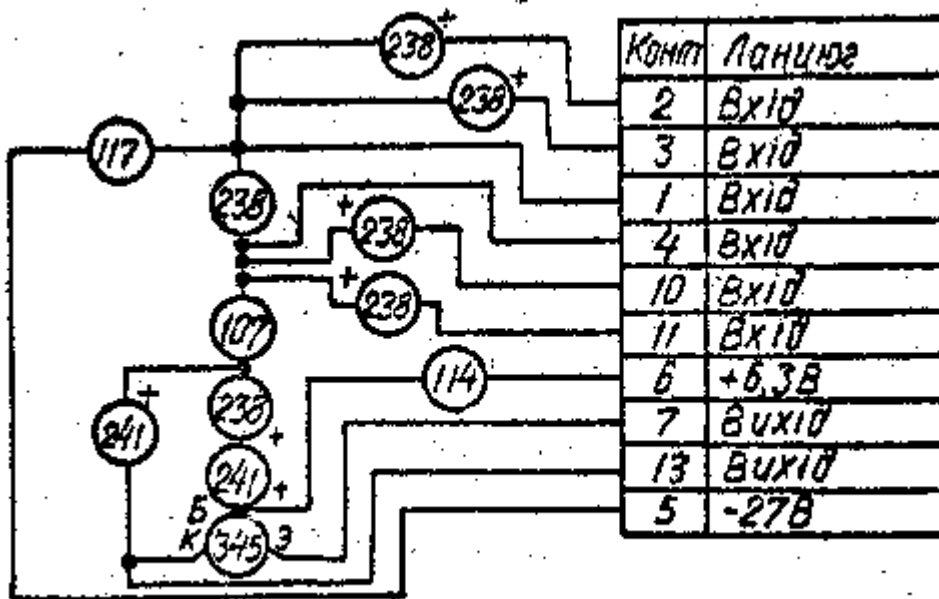


Конт.	Ланцюг
5	-27В
13	Вихід
8	-6,3В
7	Земля
6	-6,3В
4	Вхід „ А “
1	Вхід
3	Вхід
2	Вхід

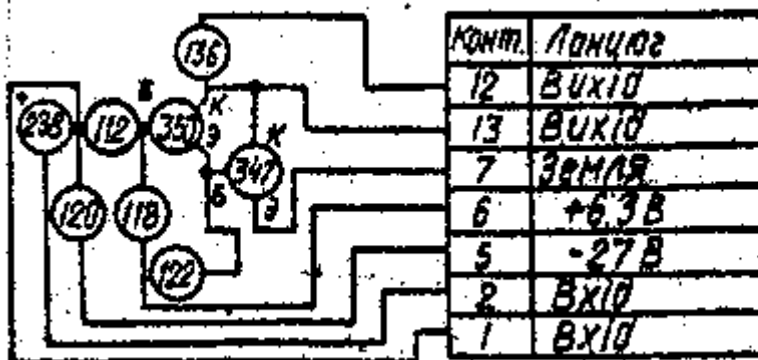
2



3

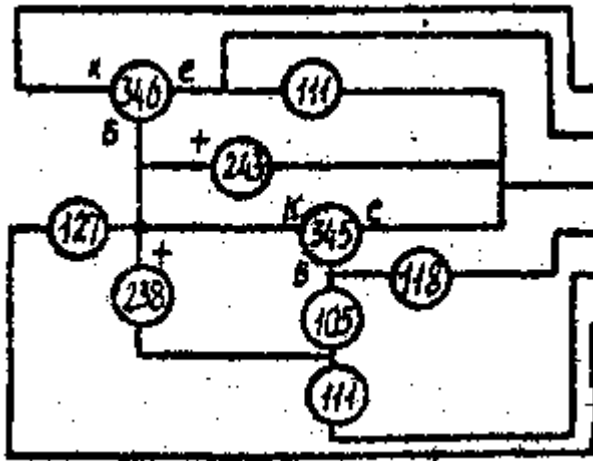


4



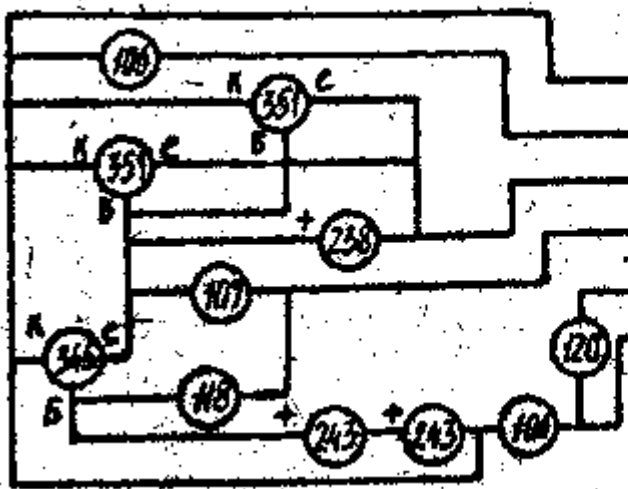
5





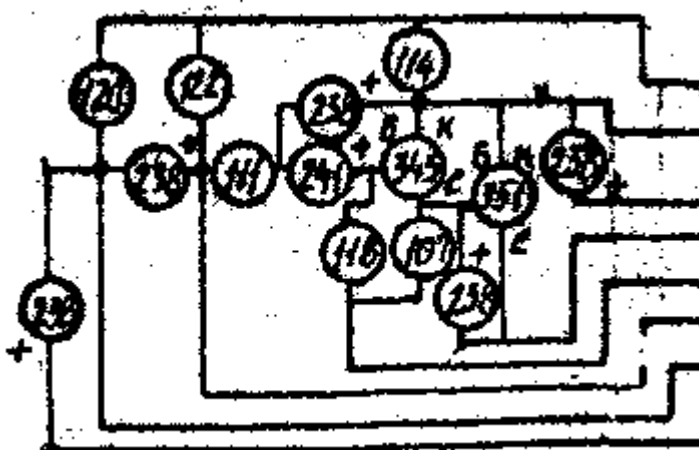
Конт.	Панель
9	-12,0 В
13	Вх10
7	Земля
0	+0,3 В
1	Вх10
5	-27 В

9



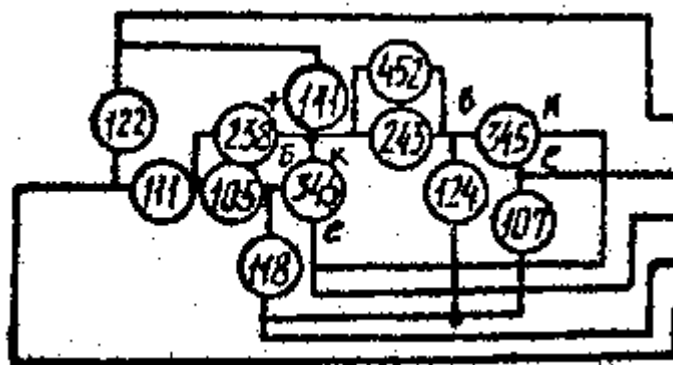
Конт.	Панель
13	Вх10
9	-12,0 В
7	Земля
0	+0,3 В
5	-27 В
1	Вх10

10



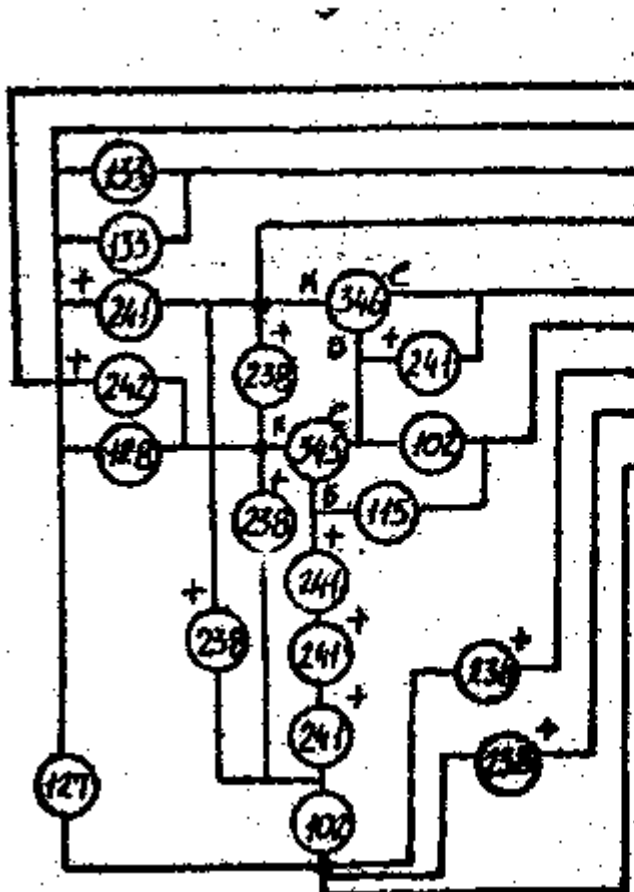
Конт.	Панель
5	-27 В
13	Вх10
8	-0,3 В
7	Земля
0	+0,3 В
4	Вх10, 101"
1	Вх10
11	Вх10

11



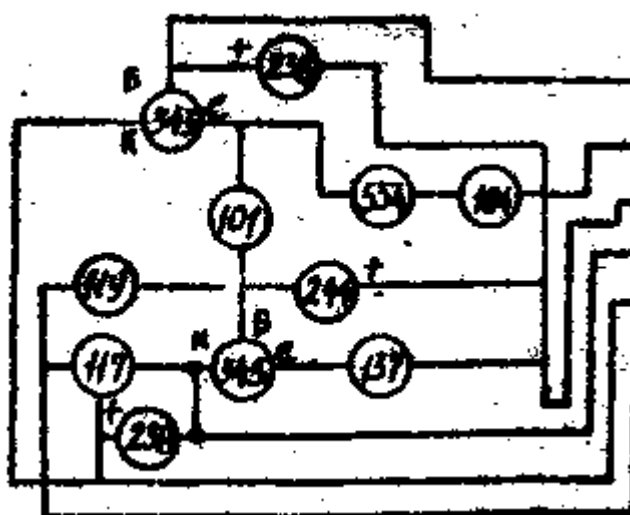
Конт.	Линция
5	-27 В
13	Вх10
7	Земля
0	+0.3В
1	Вх10

12



Конт.	Линция
8	-0.3В
3	-2.7В
10	Вх102
18	Вх101
7	Земля
0	+0.3В
3	Вх103
2	Вх102
1	Вх101

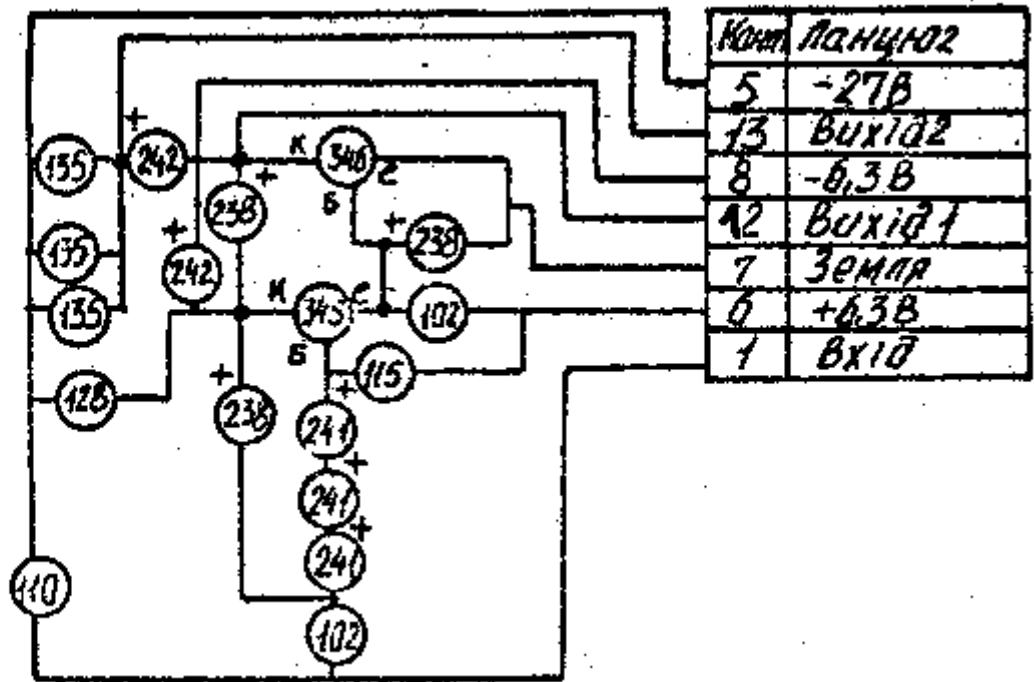
13



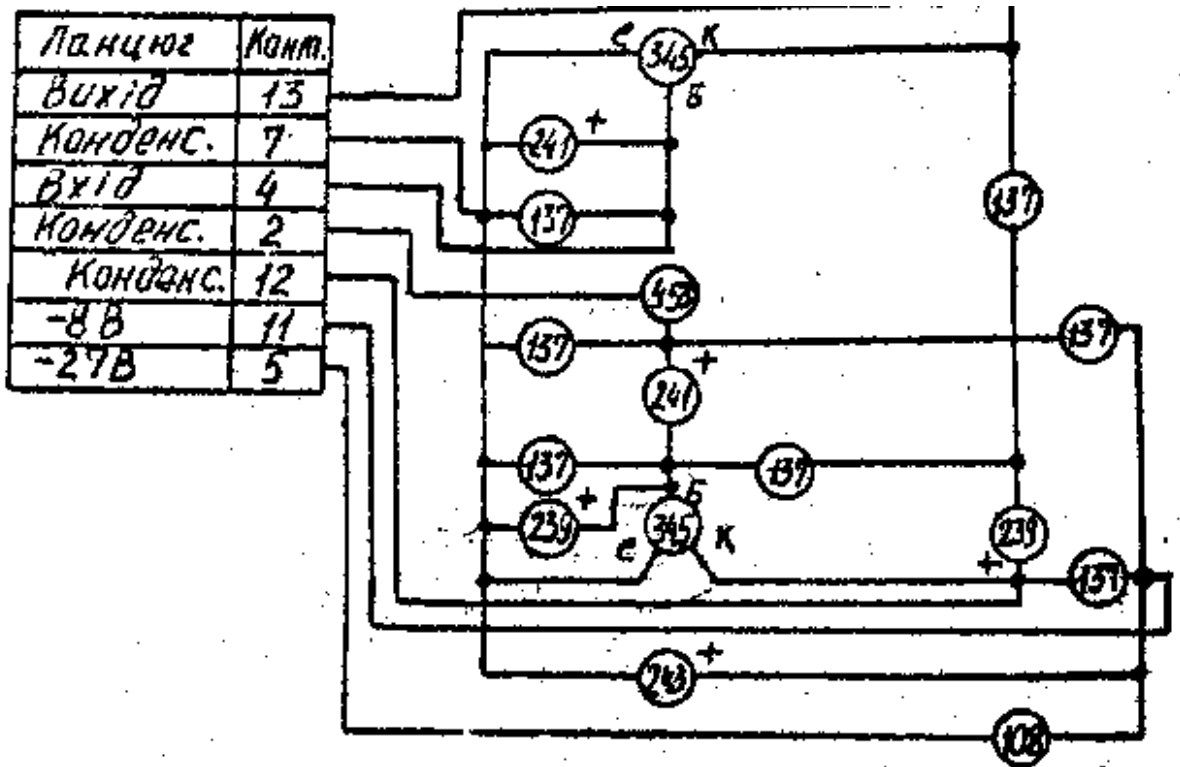
Конт.	Линция
1	Вх10
0	+0.3В
7	Земля
13	Вх10
8	-0.3В
5	-2.7В

14

15



16





## Додаток Г Результат роботи практикуму

Autodesk AutoCAD 2016    Блоки (6 завдання).dwg

Type a keyword or phrase    Sign In

Home    Solid    Surface    Mesh    Visualize    Parametric    Insert    Annotate    View    Manage    Output    Add-ins    A360    Express Tools    Featured Apps    BIM 360    Performance

Box    Extrude    Smooth Object    Section Plane    2D Wireframe    Culling    No Filter    Move Gizmo    Layers    Groups    View

Modeling    Mesh    Solid Editing    Draw    Modify    Section    Coordinates    View    Selection

Start    Drawing1\*    Блоки (6 завдання)\*

[--][Top][2D Wireframe]

Поз. лямб.	Наименование	Кільк.	Прим.
R1	Резистор ММТ-0,5 - 10 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77	1	
R2	Резистор ММТ-0,5 - 12 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77	1	
R3	Резистор ММТ-0,5 - 360 Ом ± 5% ГОСТ 7113-77	1	
R4	Резистор ММТ-0,5 - 3 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77	1	
R5	Резистор ММТ-0,5 - 1,1 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77	1	
R6	Резистор ММТ-0,5 - 6,2 кОм ± 5% ГОСТ 7113-77	1	
VD2, VD5	Діод Д 220 СМ 3.362. 010 ТУ	2	
VD3	Тунельний діод АИ 301Б ГОСТ 15604-70	1	
VD4	Діод Д20 - ШЕЗ. 362. 004. ТУ	1	
VT1, VT2	Транзистор П416 А, П416 ШТ3.365.001ТУ (тип р-п-р)	2	
VD1, VD6	Діод Д9Б - Д9Ж ГОСТ 14322-69	2	

Конт.	Ланцюг
5	-2.78
13	Вихід
7	Земля
6	-6.38
1	Вихід
8	-6.38
9	Вихід 2

Вид	Масштаб	Підтип	Стор.	Масштаб	Стор.
Модель	1:1	3D	Левий	1:1	Левий
Лист	1:1	2D	Левий	1:1	Левий
Таблиця	1:1	2D	Левий	1:1	Левий
Список	1:1	2D	Левий	1:1	Левий
Сторінка	1:1	2D	Левий	1:1	Левий

Command: Press ESC or ENTER to exit, or right-click to display shortcut menu.

Model    Layout1    Layout2    511.6937, 149.7155, 0.0000    MODEL    1:1    Decimal

## Комп'ютерний практикум №7

19. *Назва:* Побудова моделі видавллюванням.
  20. *Мета:* Навчитися створювати просторові зображення за допомогою видавллювання за профілем.
  21. *Задачі:*
    - 21.1. Проаналізувати виданий варіант креслення;
    - 21.2. Побудувати контур за варіантом;
    - 21.3. Створити області;
    - 21.4. Об'єднати чи вирізати області;
    - 21.5. Видавити деталь за контуром;
    - 21.6. Увімкнути тонування;
    - 21.7. Створити проекції деталі;
    - 21.8. Створити ізометричне зображення деталі;
    - 21.9. Зберегти файл (тип файлу .dwg).
  22. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
    - 22.1. Конспект лекцій;
    - 22.2. Методичні вказівки;
    - 22.3. Тип ПК;
    - 22.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела, 2008, 336 с.;
    - 22.5. Інші джерела.
  23. *Теоретичні відомості:*
    - 23.1. Команда Region;
    - 23.2. Команди Union, Subtract, Intersect;
    - 23.3. Команда Extrude;
    - 23.4. Команда Solview;
    - 23.5. Команда Soldraw;
    - 23.6. Команда Vports.
  24. *Результати роботи:*
    - 24.1. Виконане креслення на ПК;
    - 24.2. Звіт з лабораторної роботи.
- Висновок.

### *Теоретичні відомості*

AutoCAD надає можливість не тільки виконувати креслення на площині, але й виконувати побудову тривимірних об'єктів. У випадку використання просторових побудов стає можливим в подальшому автоматично створити проекції деталі, завдяки чому витрати часу на виконання креслення стають меншими, порівняно з безпосередньою побудовою проекцій деталі.

Для зручності виконання просторових побудов доцільно змінити налаштування панелі інструментів AutoCAD. Для цього необхідно використати перемикач Workspace Switching з рядку стану (або команду **WSCurrent**) та вибрати варіант налаштувань "3D Modeling". Варіанти налаштувань, які доступні в Workspace Switching, не є різними режимами роботи AutoCAD, а тільки впливають на набір кнопок на панелі інструментів. Для повернення до звичайного вигляду панелі інструментів необхідно за допомогою Workspace Switching обрати варіант "Drafting & Annotation".

Під час створення тривимірної моделі видавллюванням можуть використовуватися наступні команди.

**Команда Region** — створення області за заданим плоским контуром. Після запуску команди, на запит `Select objects:` слід вибрати один або декілька замкнених контурів та натиснути клавішу Enter. В результаті в командному рядку з'явиться повідомлення `N Regions created`, де N - кількість створених областей. Команда Region потребує тільки замкнені

контури. Якщо контур має розрив, то буде повідомлено про створення меншої кількості областей, ніж було обрано контурів.

Області вважаються частинами площини, обмеженими замкненими контурами, і над ними можна виконувати операції об'єднання, віднімання, перетину.

**Команда Union** — об'єднання областей. Після запуску команди, на запит `Select objects:` слід вибрати дві або більше області та натиснути клавішу `Enter`. В результаті буде створена одна область, яка є об'єднанням обраних областей. Якщо обрані області перетиналися, то після об'єднання зайві частини областей будуть видалені. Якщо обрані області неможливо об'єднати, то буде відображене повідомлення `At least 2 solids, surfaces, or coplanar regions must be selected.`

**Команда Subtract** — віднімання областей. Після запуску команди, на запит `Select objects:` слід вибрати область, від якої буде виконане віднімання та натиснути клавішу `Enter`. Далі буде відображене повідомлення `Select solids, surfaces, and regions to subtract,` після якого необхідно обрати одну або декілька областей, які будуть відняті, та натиснути клавішу `Enter`.

**Команда Intersect** — перетин областей. Після запуску команди, на запит `Select objects:` слід вибрати дві або більше області та натиснути клавішу `Enter`. В результаті буде створена одна область, яка є перетином обраних областей. Якщо обрані області не перетинаються, то буде відображене повідомлення `At least 2 solids, surfaces, or coplanar regions must be selected.`

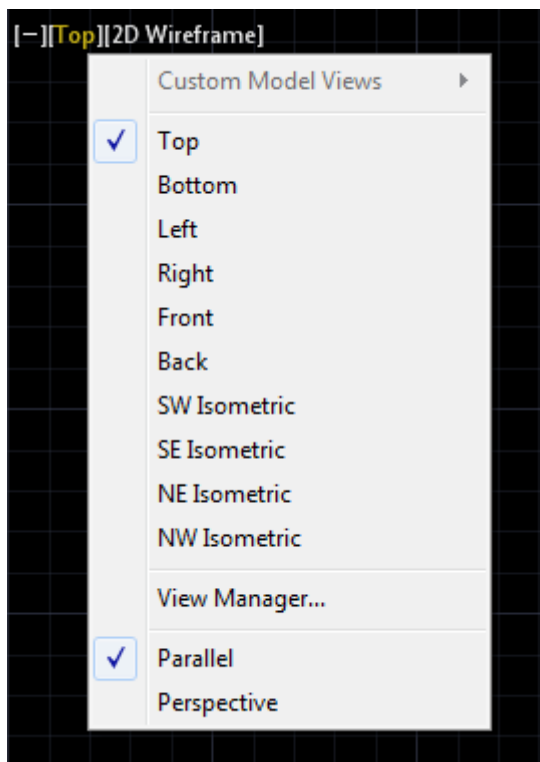
**Команда Extrude** — створення тривимірного об'єкта за допомогою видавлювання за профілем. Після запуску команди відображується запит `Select objects to extrude or [Mode]:`, у відповідь на який необхідно обрати область, яка стане профілем тривимірного об'єкта. Якщо замість області буде обрана лінія, то в результаті видавлювання буде створена поверхня, а не тіло. Опція `Mode` дозволяє явно обрати режим видавлювання – тіло або поверхня. Після вибору однієї або декількох областей необхідно натиснути клавішу `Enter`. Далі з'явиться запит `Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression]:`, після якого необхідно ввести висоту видавлювання. видавлювання буде виконане на вказану висоту в напрямку осі `Z` поточної системи координат. За допомогою опції `Direction` можна виконати видавлювання вздовж відрізка, заданого двома кінцями. За допомогою опції `Path` можна виконати видавлювання вздовж довільної лінії.

За замовчуванням AutoCAD відображає вид деталі згори, через що на екрані може відображатися тільки одна грань тривимірної моделі. Для зміни кута огляду моделі можна використати меню в лівому верхньому куті креслення (рис. 7.1 а). За замовчуванням обраний варіант `Top` (вид згори), який можна замінити на ізометрію. За замовчуванням тривимірна модель відображається у варіанті `2D Wireframe` (каркас). За допомогою меню в лівому верхньому куті креслення (рис. 7.1 б) можна замінити каркасне відображення моделі тонуванням (рис. 7.2).

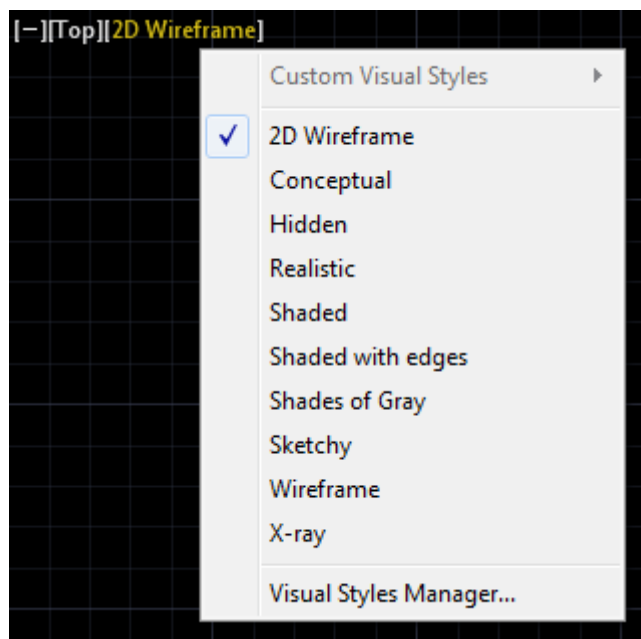
За замовчуванням всі двовимірні та тривимірні побудови виконуються в AutoCAD в просторі моделі – на нескінченній площині, яка дозволяє виконувати побудову креслення в натуральну величину. Крім моделі, AutoCAD надає `Layouts` – конкретні аркуші паперу. Перехід між моделлю та аркушем паперу здійснюється за допомогою закладок в лівому нижньому куті креслення (рис. 7.3). Закладка `Model` відповідає моделі, а закладки `Layout1`, `Layout2` і т.д. – аркушам паперу. Залежно від налаштувань AutoCAD, при першому увімкненні аркушу паперу може бути запропоновано обрати розмір аркуша. Якщо увімкнений `Layout1` (або інший) то основною відмінністю роботи AutoCAD стають видимі межі аркушу паперу (рис. 7.4). На аркуші паперу за замовчуванням створюється об'єкт креслення у вигляді прямокутника, який називається `Viewport` – видовий екран. Через видовий екран на аркуш паперу відображується частина креслення з моделі. Якщо креслення в моделі буде змінене, то зображення у видовому екрані буде автоматично перебудоване.

Під час роботи з аркушем паперу стає доступним перемикач `Paper/Model` в рядку стану, який визначає режим роботи видових екранів. Якщо увімкнений режим `Paper` (або використана команда `PSPACE`), то всі команди AutoCAD для створення графічних примітивів, редагування

креслення, навігації і т.д. працюють на аркуші паперу так само, як в моделі. При цьому зображення всередині видового екрану недоступне для редагування, але сам видовий екран як об'єкт креслення може бути змінений, переміщений, видалений і т.д. Якщо увімкнений режим Model (або використана команда **MSpace**), то стає можливим змінювати зображення всередині видового екрану. Якщо на аркуші паперу присутні декілька видових екранів, то перед увімкненням режиму Model необхідно вибрати один з екранів. В режимі Model межі активного видового екрану відображаються жирними лініями і всередині екрану з'являються такі самі елементи керування зображенням, як на всьому кресленні в моделі. Якщо в режимі Model застосувати команди навігації, то буде змінюватися зображення всередині активного видового екрану. Якщо в режимі Model виконати побудову графічних примітивів або редагування креслення, то всі зміни через видовий екран будуть перенесені в модель.

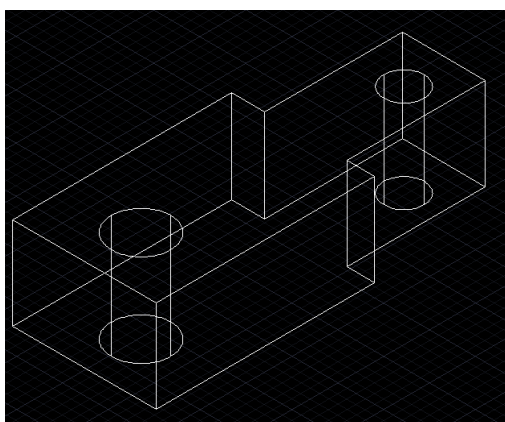


а

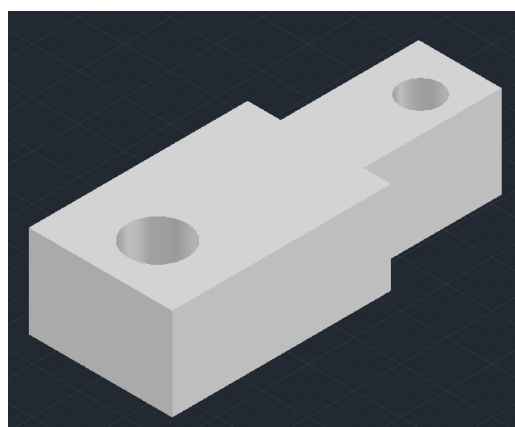


б

Рисунок 7.1 – Зміна відображення тривимірної моделі на екрані: а – зміна кута огляду; б – тонування.



а



б

Рисунок 7.2 – Варіанти відображення тривимірної моделі: а – каркас; б – тонування.

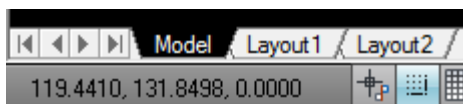


Рисунок 7.3 – Перехід між моделлю та аркушами паперу.

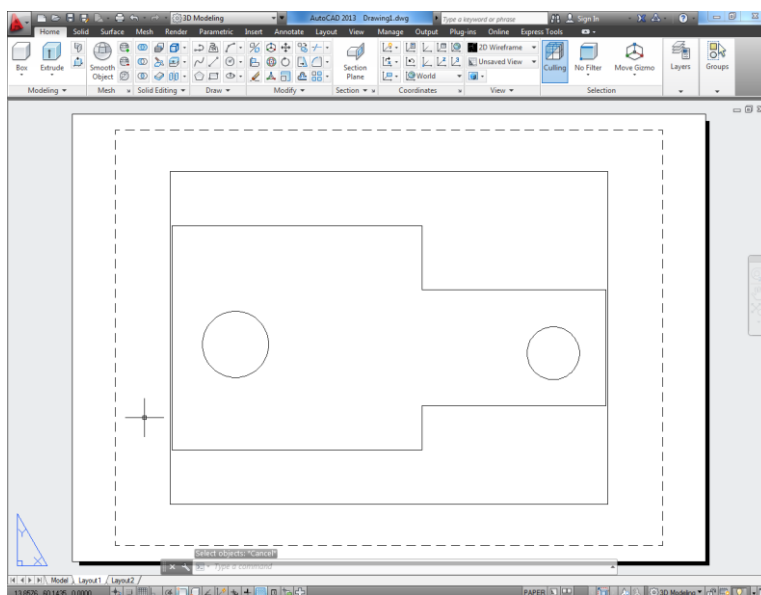


Рисунок 7.4 – Відображення в AutoCAD конкретного аркуша паперу.

Команда **Solview** — створення видового екрану для відображення проєкції тривимірного об'єкту з моделі. Після запуску команди відображується запит `Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]:`. Опція `Ucs` дозволяє вибрати налаштування системи координат для нового видового екрану. Після її вибору буде відображений запит `Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>:` – вибір системи координат:

`Named` – вибір іменованої системи координат;

`World` – глобальна система координат;

`?` – відобразити перелік доступних систем координат;

`Current` – поточна система координат, яка використовується в моделі.

Зображення в видовому екрані буде відповідати площині `XY` вибраної системи координат. Після цього з'являється запит `Enter view scale <1>:`, який дозволяє задати масштабний коефіцієнт для видового екрану.

Після встановлення налаштувань, команда `Solview` дозволяє створити видовий екран. З'являється запит `Specify view center:`, який дозволяє обрати розташування центра видового екрану. Цей запит повторюється багаторазово, що дозволяє використати декілька спроб для розміщення проєкції деталі на аркуші. Якщо розташування проєкції обране, то необхідно натиснути клавішу `Enter`. Далі будуть послідовно виведені два запити `Specify first corner of viewport:` та `Specify opposite corner of viewport:`, які дозволяють вказати два протилежні кути прямокутника, що буде обмежувати новий видовий екран. Створення видового екрану завершується запитом `Enter view name:`, який дозволяє ввести ім'я проєкції деталі.

Після створення одного видового екрану, команда `Solview` продовжує працювати та відображує запит `Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]:`. Опція `Ortho` дозволяє створити проєкцію, ортогональну до існуючої. Після вибору `Ortho` з'являється запит `Specify side of viewport to project:` і необхідно обрати сторону існуючого видового екрану (буде автоматично увімкнена прив'язка до середини відрізка). Подальші дії зі створення видового екрану такі самі, як викладено раніше.

В результаті застосування команди `Solview` будуть створені шари, що відповідають кожному новому видовому екрану. Шари з суфіксом `"VIS"` в назві будуть використані для відображення видимих ліній деталі, з суфіксом `"HID"` – для невидимих ліній, з суфіксом `"DIM"` – для розмірів. Шар `VPORIS` використовується для відображення на аркуші рамок видових екранів.

*Команда **Soldraw*** — створення плоскої проекції. Після запуску команди необхідно обрати існуючий видовий екран та натиснути клавішу Enter. В результаті в просторі моделі будуть створені лінії, що відповідають видимим та невидимим ребрам об'єкта в обраному видовому екрані, та спроектовані на площину перпендикулярну напрямку огляду в обраному екрані.

*Команда **VPorts*** — створення нового довільного видового екрану. Після запуску команди відкривається вікно, в якому можна задати налаштування видового екрану. Після вибору налаштувань будуть послідовно виведені два запити `Specify first corner or [Fit]` <Fit>: та `Specify opposite corner:`, які дозволяють вказати два протилежні кути прямокутника, що буде обмежувати новий видовий екран. Опція `Fit` задає розмір видового екрану рівним розміру аркушу.

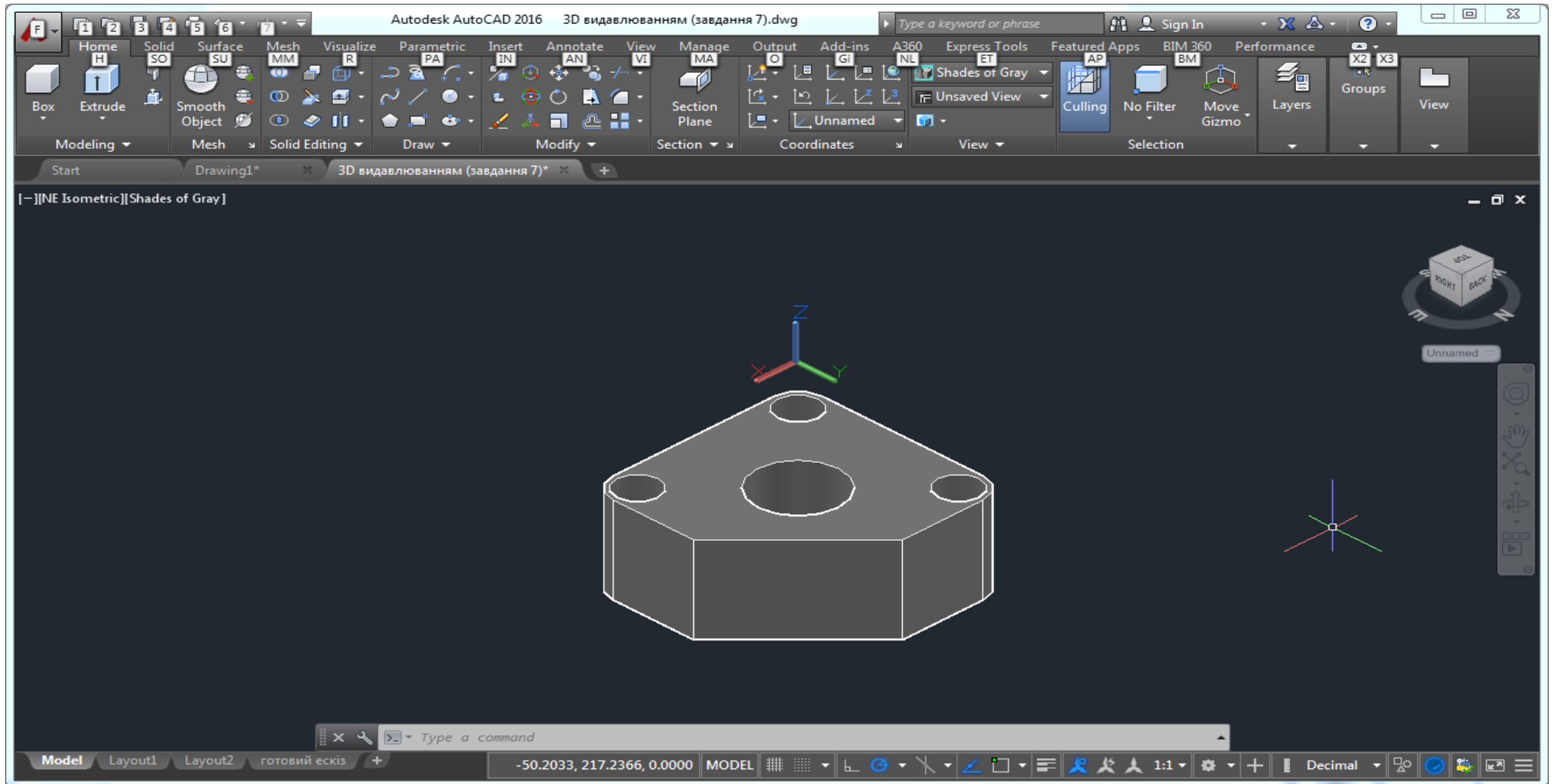
### *Хід виконання роботи*

1. Створити нове креслення за шаблоном acadiso.dwt та виконати початкові налаштування креслення. При цьому не потрібно створювати рамку та штамп креслення.
2. Накреслили плоский контур відповідно до варіанта завдання. При цьому не потрібно наносити осьові та розмірні лінії. Якщо для побудови контуру необхідні допоміжні лінії, то їх можна створити на допоміжному шарі, відображення якого потім відключити.
3. За допомогою команди `Region` перетворити всі замкнені контури на області.
4. Використовуючи за потребою команди `Union`, `Subtract`, `Intersect`, створити одну область, яка буде відповідати профілю деталі. Якщо в профілі деталі мають бути отвори, то їх необхідно виконати командою `Subtract`.
5. Використовуючи команду `Extrude`, виконати видавлювання за профілем. Висоту видавлювання обрати довільно (орієнтовне значення – половина максимального розміру профілю деталі).
6. Увімкнути ізометрію та тонування щоб переконатися, що тривимірна модель була правильно створена.
7. Увімкнути каркасне відображення моделі, увімкнути вид згори та вимкнути відображення сітки.
8. Перейти на аркуш паперу (`Layout1` або інший) та видалити видовий екран, який був створений за замовчуванням.
9. За допомогою команди `Solveview` створити три проекції деталі:
  - 9.1. Послідовно обрати опції `Ucs` та `Current`.
  - 9.2. Встановити масштабний коефіцієнт 0,5 (або 0,25, якщо деталь має великі розміри).
  - 9.3. Обрати розташування центру виду згори та натиснути клавішу Enter.
  - 9.4. Обрати розташування меж видового екрану так, щоб вони охоплювали тільки вид згори.
  - 9.5. Задати ім'я видового екрану – `top`.
  - 9.6. Обрати опцію та `Ortho` та вказати верхню сторону видового екрану `top`. Далі задати параметри головного виду аналогічно до п. 9.3-9.5. Для головного виду задати ім'я `front`.
  - 9.7. Обрати опцію та `Ortho` та вказати праву сторону видового екрану `front`. Далі задати параметри виду зліва аналогічно до п. 9.3-9.5. Для виду зліва задати ім'я `left`.
  - 9.8. Завершити виконання команди `Solveview` за допомогою клавіші `Esc`.
10. Вимкнути відображення шару `VPORTS`.
11. Обрати для нанесення розмірів один з шарів з суфіксом "DIM" в назві, зробити його поточним та встановити зелений колір.
12. Нанести розміри деталі так, щоб на кожному виді деталі був хоча б один розмір.
13. За допомогою команди `VPorts` створити новий видовий екран та налаштувати його для ізометричного відображення деталі.

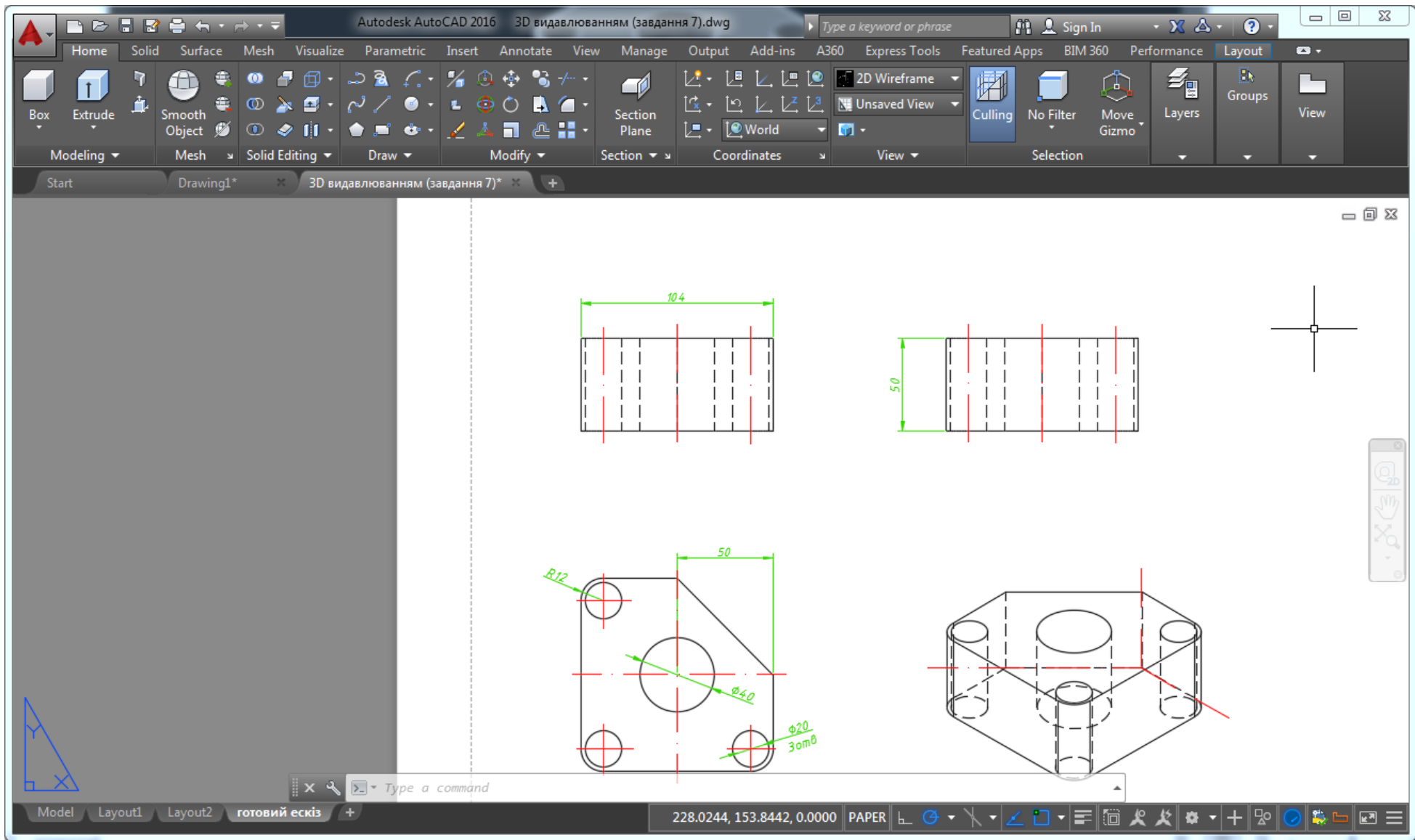
## **Варіанти завдань**

Використовуються завдання з комп'ютерного проктикуму №2-2

Додаток А  
Результат роботи практикума







## Комп'ютерний практикум №8

25. *Назва.* Побудова тіл обертання.
  26. *Мета.* Навчитися створювати просторові зображення обертанням двовимірною профілю навколо осі.
  27. *Задачі:*
    - 27.1. Проаналізувати виданий варіант креслення;
    - 27.2. Побудувати контур за варіантом;
    - 27.3. Побудувати тривимірний об'єкт за допомогою обертання двовимірною профілю;
    - 27.4. Увімкнути тонування;
    - 27.5. Зберегти файл (тип файлу .dwg).
  28. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
    - 28.1. Конспект лекцій;
    - 28.2. Методичні вказівки;
    - 28.3. Тип ПК;
    - 28.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела, 2008, 336 с.;
    - 28.5. Інші джерела.
  29. *Теоретичні відомості:*
    - 29.1. Команда Revolve;
  30. *Результати роботи:*
    - 30.1. Виконане креслення на ПК;
    - 30.2. Звіт з комп'ютерного практикуму.
- Висновок.

### *Теоретичні відомості*

Команда **Revolve** — створення тривимірною об'єкта за допомогою обертання. Після запуску команди відображується запит `Select objects to revolve or [MOde]:`, у відповідь на який необхідно обрати область, яка стане профілем тіла обертання. Якщо замість області буде обрана лінія, то в результаті обертання буде створена поверхня, а не тіло. Опція `MOde` дозволяє явно обрати режим – тіло або поверхня. Після вибору однієї або декількох областей необхідно натиснути клавішу `Enter`. Далі з'явиться запит `Specify axis start point or define axis by [Object/X/Y/Z] <Object>:` у відповідь на який необхідно послідовно вказати дві точки, що стануть осями обертання. Опція `Object` дозволяє обрати лінію, яка стане віссю обертання. Опції `X`, `Y`, `Z` дозволяють вибрати в якості осі обертання відповідні осі поточної системи координат. Після вибору осі обертання з'являється запит `Specify angle of revolution or [SStart angle/Reverse/EXpression] <360>:` – вибір кута обертання. Опція `SStart angle` встановлює початковий кут обертання (за замовчуванням початковий кут обертання відповідає площині `XY` поточної системи координат). Опція `Reverse` дозволяє змінити напрям обертання.

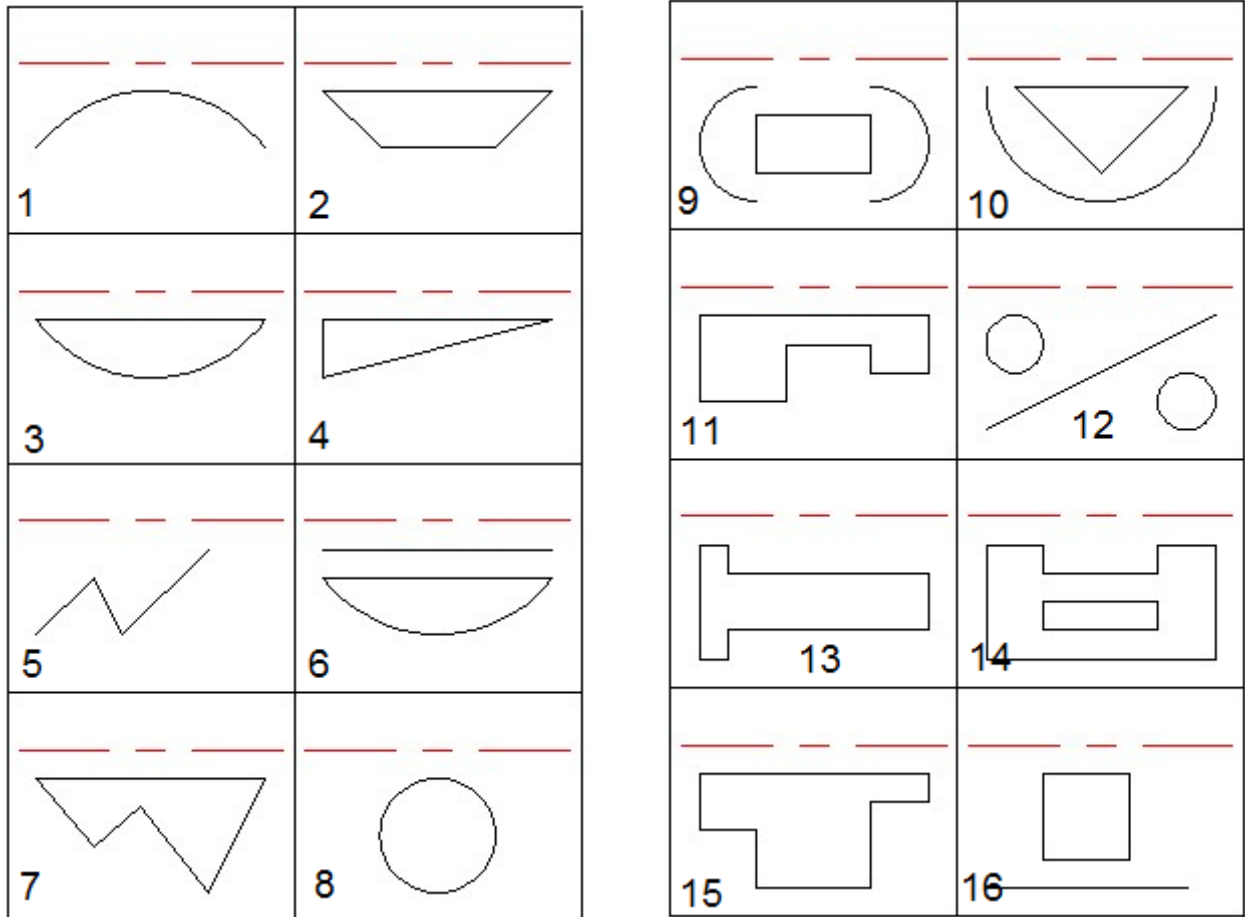
### *Хід виконання роботи*

14. Створити нове креслення за шаблоном `acadiso.dwt` та виконати початкові налаштування креслення. При цьому не потрібно створювати рамку та штамп креслення.
15. Створити додатковий шар для креслення осьових ліній: ім'я – `axis`, колір – червоний, тип лінії – штрих-пунктирна, товщина лінії – `Default`.
16. Накреслити горизонтальну осьову лінію.
17. Накреслити контур деталі відповідно до варіанта завдання. Розміри контуру обрати довільно.
18. Якщо контур замкнений, то використати команду `Region` для створення областей. Якщо заданий контур з отвором, то використати команду `Subtract`.

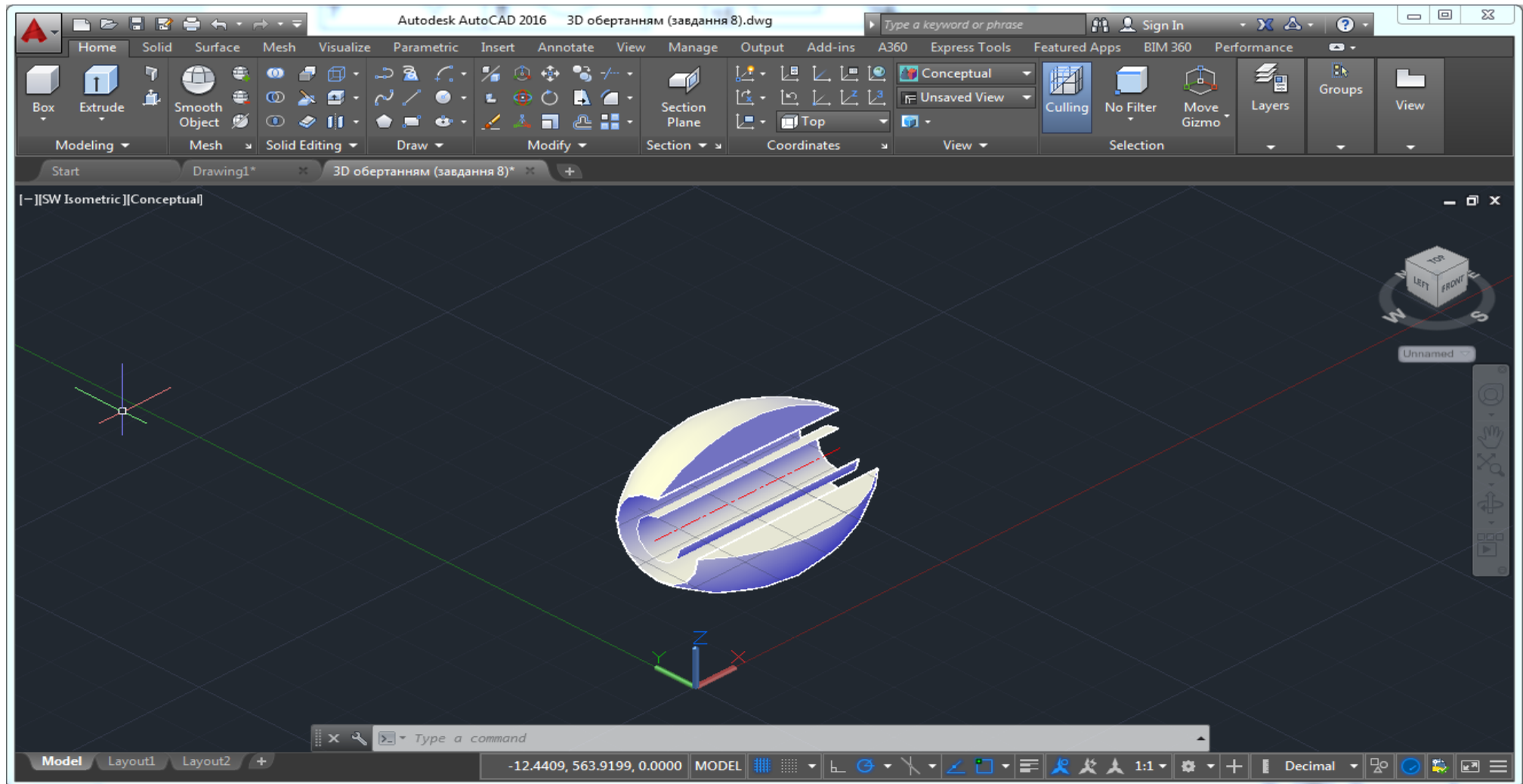
19. За допомогою команди Revolve створити тіло обертання. В якості осі обертання обрати лінію з п. 3. Задати кут обертання  $270^{\circ}$ .

20. Увімкнути ізометрію та тонування щоб переконатися, що тривимірна модель була правильно створена.

### Варіанти завдання



Додаток А  
Результат роботи практикуму



## Комп'ютерний практикум №9

31. *Назва:* Моделювання об'єктів складної форми на основі існуючих 3D примітивів з використанням булевих операцій.

32. *Мета:* Навчитися створювати об'єктів складної форми на основі існуючих 3D примітивів з використанням булевих операцій.

33. *Задачі:*

33.1. Проаналізувати виданий варіант креслення, з точки зору його складових (Box, Sphere, Cylinder, Cone, Wedge, Torus, Pyramid);

33.2. Виконати побудову на основі існуючих 3D примітивів та булевих операцій;

33.3. Проставити розміри;

33.4. Зберегти файл (тип файлу .dwg).

34. *Інформаційне та технічне забезпечення:*

34.1. Конспект лекцій;

34.2. Методичні вказівки;

34.3. Тип ПК;

34.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренична Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела, 2008, 336 с.;

34.5. Інші джерела.

35. *Теоретичні відомості:*

35.1. Зміна системи координат – команда UCS;

35.2. Команди створення 3D примітивів: Box, Sphere, Cylinder, Cone, Wedge, Torus, Pyramid;

35.3. Команди булевих операцій: Union, Subtract, Intersect;

35.4. Нанесення розмірів під час виконання просторових побудов.

36. *Результати роботи:*

36.1. Виконане креслення на ПК;

36.2. Звіт з комп'ютерного практикуму.

Висновок.

### *Теоретичні відомості*

Робота команд AutoCAD для побудови тривимірних примітивів залежить від розташування поточної системи координат, через що при створенні тривимірних моделей з примітивів часто виникає необхідність зміни системи координат.

Команда **UCS** – створення нової системи координат. Команда дозволяє створити локальну систему координат, напрям осей якої та розташування початку координат обирає користувач. Після запуску команди в командному рядку з'являється запит:

```
Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del /Apply/?/World] <World>:
```

У відповідь на який слід вибрати потрібну опцію. Доступні опції:

New – дозволяє створити нову систему координат користувача. При виборі цієї опції ініціюється запит: Specify origin of new UCS or [zAxis/3point/object/Face/View/X/Y/Z] <0,0,0>:. Можна вказати початкову точку нової ССК (при цьому напрями осей X, Y та Z залишаться без зміни) або вибрати опцію.

Опції в режимі створення нової системи координат користувача:

zAxis – визначає нову ССК за початковою точкою та напрямом осі Z. У відповідь на подальші запити Specify new origin point <0,0,0>: та Specify point on positive portion of Z-axis: потрібно відповідно спочатку вказати нову точку початку координат, а потім точку на новому додатному напрямку осі Z.

Zpoint – створює нову СКК за початковою точкою та точками на додатних напрямках осей X та Y. Діалог із системою при виборі цієї опції буде наступним:

Specify new origin point <0,0,0>: – вказати точку 1.

Specify point on positive portion of Z-axis: – вказати точку 2.

Specify point on positive Y portion of the UCS XY plane: – вказати точку 3 (рис. 13.3).

object – вирівнює систему координат по об'єкту. Наприклад, якщо у відповідь на наступний запит: Select object to align UCS: (виберіть об'єкт для вирівнювання СКК) вибрати коло, то площина XY системи координат буде збігатися з площиною кола, а вісь X проходить через центр кола та точку вибору.

Face – вирівнює СКК по грані тривимірного об'єкта.

View – встановлює систему координат, у якій площина XY перпендикулярна до напрямку погляду, тобто паралельна екрану. Початок координат залишається незмінним.

X/Y/Z – при виборі цих опцій система координат обертається навколо відповідної осі на заданий кут; потрібне значення кута вказується у відповідь на запит: Specify rotation angle about ... axis<0>:.

Інші опції команди UCS:

Move – дозволяє перенести початок координат у вказану точку, не змінюючи орієнтацію площини XY. У відповідь на запит: Specify new origin point or [Zdepth]<0,0,0>: потрібно вказати нову точку початку координат або вибрати запропоновану опцію Zdepth (переміщення по осі Z). В останньому випадку система координат зміщується вздовж осі Z на вказану користувачем величину.

orthoGraphic – визначає одну з шести наявних у AutoCAD систем координат, що відповідають шести основним видам на кресленні (зверху, знизу, спереду, ззаду, зліва, справа). На запит: Enter an option [Top/Bottom/Front/Back/Left /Right]: потрібно вибрати відповідну назву системи.

Prev – відновлює попередню систему координат.

Restore – відновлює раніше збережену систему координат, тобто робить її поточною. На запит: Enter name of UCS to restore or [?]: потрібно вказати ім'я системи координат або ввести з клавіатури ?, щоб отримати список імен систем координат, створених у даному кресленні.

Save – зберігає поточну СКК під вказаним ім'ям.

? – виводить на екран список визначених у даному кресленні систем координат.

Del – видаляє вказані користувачем СКК зі списку збережених систем.

Apply – застосовує установки поточної системи координат до вказаного екрану вигляду.

? – дає перелік імен усіх наявних систем координат разом з координатами їх початку, вимірними відносно поточної СКК.

World – відновлює глобальну систему координат, яка існувала на кресленні від моменту його створення.

Для створення примітивів тривимірних об'єктів доступні наступні команди.

**Команда Box** — створення паралелепіпеда. Після запуску команди відображується запит Specify first corner or [Center]:, який дозволяє обрати розташування одного з кутів основи паралелепіпеда. Опція Center дозволяє вказати замість кута центр основи. Основа паралелепіпеда буде розташована в площині XY поточної системи координат. Далі відображується запит Specify corner or [Cube/Length]: – вибір протилежного кута основи. Опція Cube дозволяє вказати довжину сторони куба. Опція Length дозволяє по черзі вказати довжини сторін паралелепіпеда. Після вибору розташування основи відображується запит Specify height or [2Point]:, який дозволяє задати висоту паралелепіпеда, причому висотою вважається напрям вздовж осі Z поточної системи координат. Опція 2Point дозволяє послідовно вибрати 2 точки, відстань між якими буде прийнята в якості висоти паралелепіпеда.

**Команда Cylinder** — створення циліндра. Після запуску команди відображується запит `Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]`: для вибору центра основи циліндра. Опції 3P, 2P, Ttr аналогічні відповідним опціям команди `Circle`. Опція `Elliptical` дозволяє створити циліндр з еліптичною основою. Після вибору центра основи відображується запит `Specify base radius or [Diameter]`: для вибору радіусу (або діаметру при використанні опції `Diameter`) основи. Основа циліндра буде розташована в площині XY поточної системи координат. Після вибору розташування основи відображується запит `Specify height or [2Point/Axis endpoint]`: , який дозволяє задати висоту циліндра, причому вісь циліндра буде спрямована вздовж осі Z поточної системи координат. Опція `Axis endpoint` дозволяє вибрати розташування другого кінця осі циліндра, в цьому випадку вісь може бути не паралельна осі Z.

**Команда Cone** — створення конуса. Команда працює аналогічно команді `Cylinder`, але замість циліндра створює конус. Основною відмінністю в роботі команди є запит вибору висоти конусу `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]`: , в якому опція `Top radius` дозволяє створити зрізаний конус.

**Команда Sphere** — створення сфери. Під час виконання команди послідовно відображаються запити `Specify center point or [3P/2P/Ttr]`: та `Specify radius or [Diameter]`: як при побудові кола, але замість кола створюється сфера, перерізом якої є відповідне коло в площині XY поточної системи координат.

**Команда Pyramid** — створення піраміди. Після запуску команди відображується запит `Specify center point of base or [Edge/Sides]`: для вибору центра основи піраміди. Опція `Edge` дозволяє замість центру основи вказати кінці однієї зі сторін основи. Опція `Sides` дозволяє змінити кількість сторін основи (за замовчуванням основою є квадрат). Наступний запит `Specify base radius or [Inscribed]`: дозволяє вказати радіус кола, навколо якого описана основа піраміди (або в яке основа вписана, якщо обрана опція `Inscribed`). Вибір висоти піраміди здійснюється після запиту `Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]`: , в якому опція `Top radius` дозволяє створити зрізану піраміду.

**Команда Wedge** — створення тригранної призми. Команда працює аналогічно команді `Box`, але замість паралелепіпеда створює тригранну призму. При цьому через точку, яка була обрана як перша точка основи, будуть проходити три взаємно перпендикулярні грані призми, а похила грань буде проходити через протилежну вершину основи.

**Команда Torus** — створення тора. Після запуску команди послідовно відображаються запити `Specify center point or [3P/2P/Ttr]`: та `Specify radius or [Diameter]`: як при побудові кола, які дозволяють задати розташування осі тора в площині XY. Наступний запит `Specify tube radius or [2Point/Diameter]`: дозволяє встановити радіус перерізу тора.

Під час створення тривимірних об'єктів з примітивів можна застосовувати операції об'єднання, віднімання, перетину. Для цього використовуються команди `Union`, `Subtract`, `Intersect`, які у випадку тривимірних об'єктів працюють так само, як у випадку областей. Необхідно звернути увагу, що при застосуванні вказаних команд втрачається інформація про примітиви, з яких тривимірний об'єкт був створений, що в подальшому може утруднити виправлення помилок.

Під час створення тривимірних об'єктів, в деяких випадках може бути доцільним замість збирання об'єкта з примітивів використати видавлювання. Наприклад, якщо в деталі наявний отвір зі складним профілем, то на одній з граней можна накреслити профіль отвору, командою `Extrude` виконати видавлювання за профілем допоміжного об'єкта, який відняти від деталі. Під час тривимірних побудов доступні всі команди креслення на площині, але вони працюють тільки в площині XY, через що перед їх застосуванням необхідно перемістити систему координат командою `UCS`.

Для нанесення розмірів тривимірних об'єктів застосовуються ті самі команди, які використовувалися під час нанесення розмірів на площині. Ці команди працюють тільки в площині XY, а тому при нанесенні розмірів необхідно переміщувати систему координат командою `UCS`. При

цьому систему координат необхідно розташовувати так, щоб вісь Z була спрямована "на нас", інакше напис на розмірній лінії буде дзеркально відображений.

**Команда MLeader** — побудова виносної лінії. Після запуску команди відображується запит `Specify leader arrowhead location or [leader Landing first/Content first/Options] <Options>`: для вибору розташування кінця виносної лінії. Наступний запит `Specify leader landing location`: дозволяє вказати розташування напису. Далі відкривається редактор напису, як при виконанні команди `MText`, за допомогою якого можна ввести текст напису на виносній лінії.

**Команда MLeaderedit** — редагування існуючої виносної лінії. Після запуску команди з'являється запит `Select a multileader`: для вибору виносної лінії. Наступний запит `Specify leader arrowhead location or [Remove leaders]`: дозволяє додати до існуючого виносного напису додаткову лінію. Опція `Remove leaders` використовується для видалення виносних ліній.

**Команда MLeaderstyle** — зміна стилю виносних ліній. Після запуску команди відкривається діалогове вікно, яке дозволяє змінити налаштування виносних ліній.

### *Хід виконання роботи*

21. Створити нове креслення за шаблоном `acadiso.dwt` та виконати початкові налаштування креслення. При цьому не потрібно виконувати рамку та штамп креслення.

22. Створити додаткові шари:

22.1. `Layer1`: ім'я – `axis`, колір – червоний, тип лінії – штрих-пунктирна, товщина лінії – `Default`. Для креслення осьових та допоміжних ліній.

22.2. `Layer2`: ім'я – `dim`, колір – зелений, тип лінії – суцільна, товщина лінії – `Default`. Для нанесення розмірів.

23. Увімкнути ізометрію.

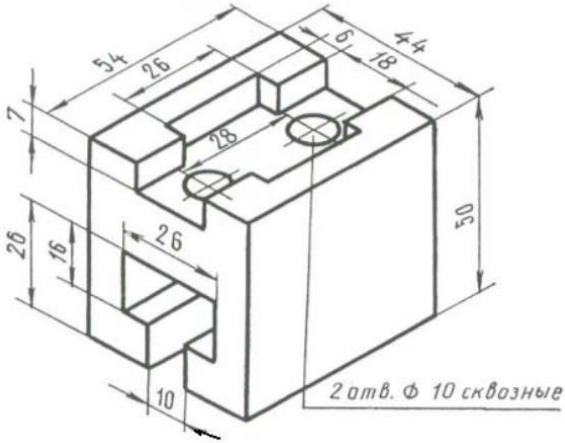
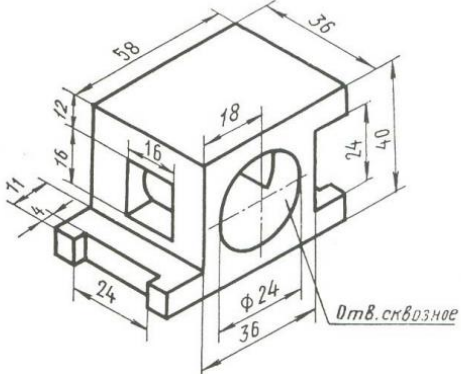
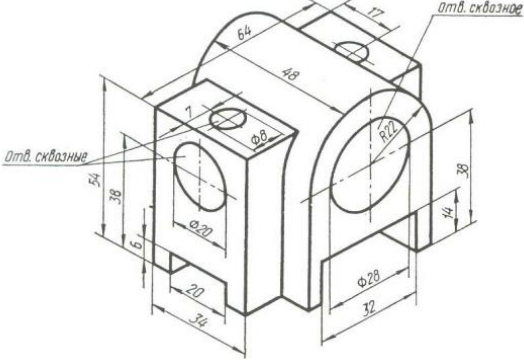
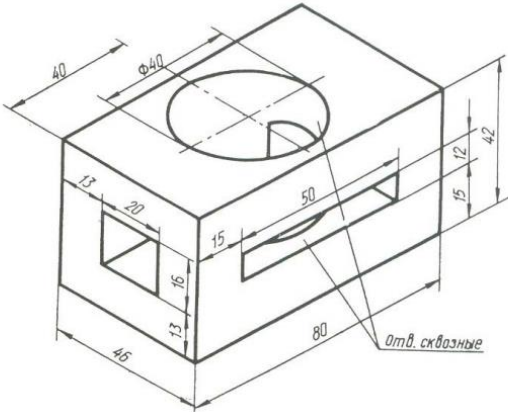
24. Виконати створення тривимірної моделі деталі відповідно до варіанта завдання. При цьому можна використати об'єднання об'єктів з тривимірних примітивів, видавлювання за профілем або скомбінувати ці два способи.

25. Нанести розміри деталі в просторі так само, як показано в завданні.

26. Зберегти креслення.



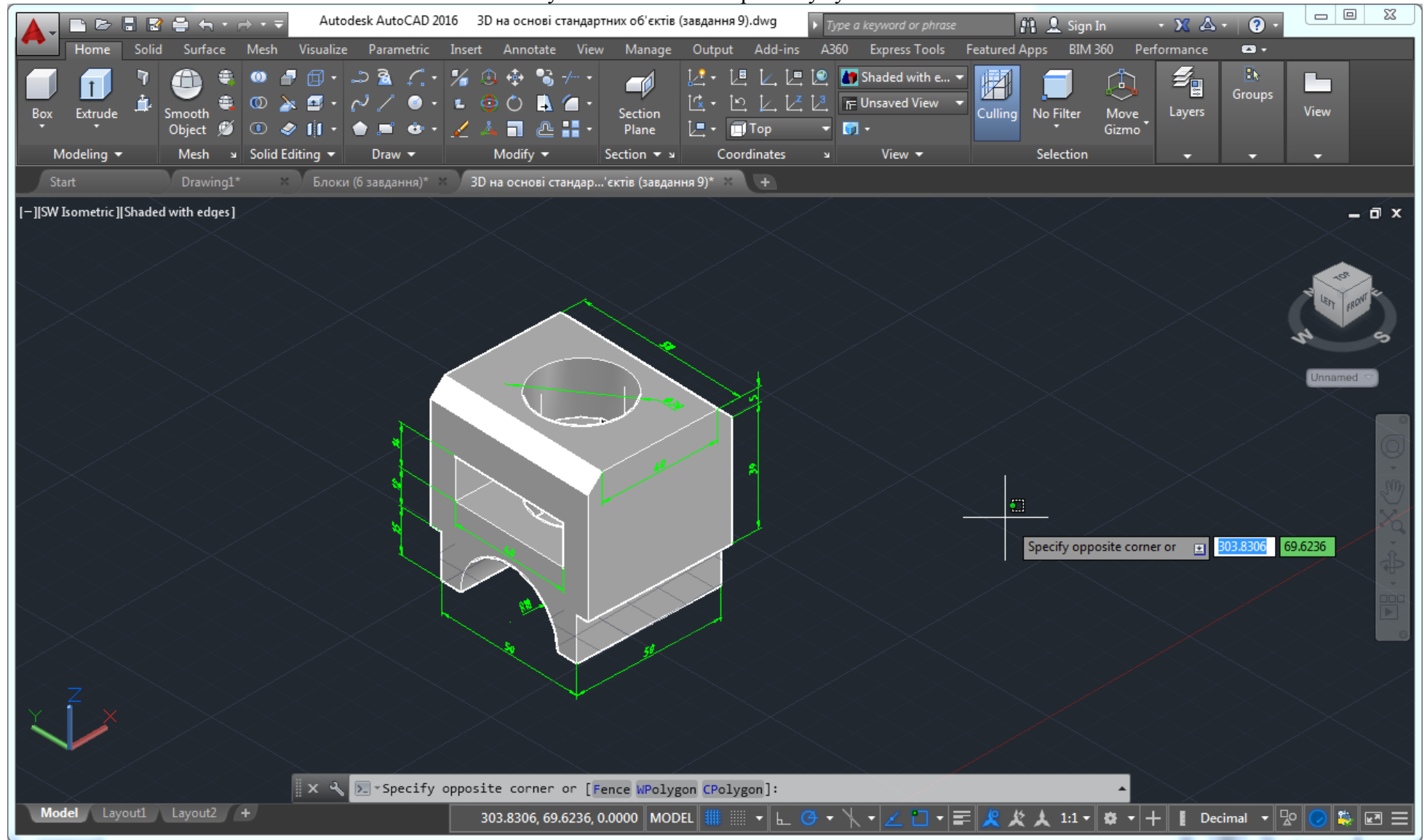


5	 <p>2 отв. ф 10 сквозные</p>
6	 <p>отв. сквозное</p>
7	 <p>отв. сквозные</p>
8	 <p>отв. сквозные</p>

9	<p>Technical drawing of a mechanical part (9). The part is a stepped cylindrical component with a diameter of 40 mm. It features a central hole with a diameter of 28 mm (Ф28) and a depth of 17 mm. A smaller hole with a diameter of 10 mm is located 13 mm from the left end. The part has a total length of 44 mm and a base diameter of 16 mm. A fillet with a radius of 20 mm (R20) is applied to the bottom edge. A chamfered edge with a width of 36 mm is shown on the right side. The text "Отв. сквозное" (Through hole) is present.</p>
10	<p>Technical drawing of a mechanical part (10). The part is a stepped cylindrical component with a diameter of 28 mm. It has a total length of 62 mm and a base diameter of 16 mm. A hole with a diameter of 20 mm (Ф20) is located 20 mm from the left end. The part has a total height of 50 mm. A fillet with a radius of 17 mm (R17) is applied to the top edge. The text "Отв. сквозное" (Through hole) is present.</p>
11	<p>Technical drawing of a mechanical part (11). The part is a stepped cylindrical component with a diameter of 48 mm. It has a total length of 50 mm and a base diameter of 14 mm. A hole with a diameter of 10 mm (Ф10) is located 16 mm from the left end. The part has a total height of 55 mm. A hole with a diameter of 34 mm (Ф34) is located 14 mm from the left end. The text "Отв. сквозное" (Through hole) is present.</p>
12	<p>Technical drawing of a mechanical part (12). The part is a stepped cylindrical component with a diameter of 73 mm. It has a total length of 36 mm and a base diameter of 20 mm. A hole with a diameter of 24 mm (Ф24) is located 12 mm from the left end. A hole with a diameter of 22 mm (Ф22) is located 15 mm from the left end. The text "Отв. сквозные" (Through holes) is present.</p>

13	
14	
15	
16	

Додаток А  
Результат виконання практикуму



## Комп'ютерний практикум №10

13. *Назва:* Сценарії в AutoCAD
  14. *Мета:* Навчитися створювати файли сценаріїв.
  15. *Задачі:*
    - 15.1. Проаналізувати виданий варіант креслення;
    - 15.2. Створити порожній .scr файл;
    - 15.3. На основі команд побудови записати файл сценарію;
    - 15.4. Зберегти файл (тип файлу .scr).
  16. *Інформаційне та технічне забезпечення:*
    - 16.1. Конспект лекцій;
    - 16.2. Методичні вказівки;
    - 16.3. Тип ПК;
    - 16.4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкренічна Т.О. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD : навчальний посібник для вищих навчальних закладів, Київ: Каравела 2008, 336 с.;
    - 16.5. Інші джерела.
  17. *Теоретичні відомості:*
    - 17.1. Інформація про створення сценаріїв в AutoCAD.
  18. *Результати роботи:*
    - 18.1. Виконане креслення на ПК;
    - 18.2. Файл сценарію для побудови креслення;
    - 18.3. Звіт з комп'ютерного практикуму.
- Висновок.

### *Теоретичні відомості*

Під час роботи в AutoCAD будь-які дії (побудова графічних примітивів, редагування креслення і т.д.) можна виконувати двома способами – використовуючи кнопки з панелі інструментів або використовуючи командний рядок. У випадку застосування командного рядка є можливість спочатку записати послідовність команд в текстовий файл, а потім запустити файл на виконання. Такий файл з командам AutoCAD називається сценарієм (від англ. script).

Сценарій створюється в форматі простого текстового файлу (plain text) з розширенням .scr. Для редагування сценарію необхідно використовувати редактор простого тексту, такий як Notepad або аналогічний. В файл сценарію записується така сама послідовність символів, як і при введенні команд з клавіатури – команди, опції команд, координати, числові параметри команд. В файлі сценарію кожний пробіл та кожний кінець рядка еквівалентний натисканню клавіші Enter в командному рядку. Якщо AutoCAD русифікований, то перед кожною англійською командою або опцією команди необхідно ставити символ "\_".

Команда **Script** – виконує запуск сценарію на виконання. Після запуску команди відкривається діалогове вікно вибору файлу сценарію. При цьому відображаються тільки файли з розширенням .scr. Тому при створенні файлу сценарію необхідно переконатися, що він має розширення саме .scr, а не подвійне розширення, таке як .scr.txt.

Після запуску сценарію, AutoCAD виконує побудову відповідно до команд з файлу. Якщо сценарій не містить помилок, то його виконання завершується появою в командному рядку запиту Command – готовність до виконання нової команди. За наявності помилок, виконання сценарію переривається і в командному рядку відображується повідомлення про помилку, а також можуть відображатися назва команди та запит параметрів, на якому виникла помилка. Щоб виявити причину помилки необхідно натиснути клавішу F2 для відображення історії команд та за історією визначити яка саме команда або параметр команди спричинили помилку. Поширені причини помилок в сценаріях:

1. Використання неправильних команд або неправильних параметрів та опцій команд. Для виправлення цієї помилки необхідно спочатку ввести команду та її параметри в командний рядок, щоб переконатися в правильності виконання команди, а потім, використовуючи історію команд, записати команду та її параметри в файл сценарію.

2. Неправильна кількість пробілів або зайві порожні рядки в файлі сценарію. Кількість пробілів має відповідати кількості натискань клавіші Enter під час використання команди з командного рядка. Особливо слід звернути увагу, якщо пробіли розташовані в кінці рядка.

3. Помилка з вибором об'єктів під час застосування команд редагування. При застосуванні в сценарії команд редагування спочатку необхідно вибрати об'єкти (за їх координатами або іншими способами), а потім вказувати інші параметри команди. Деякі команди, такі як Trim, передбачають здійснення вибору об'єктів двічі з натисканням Enter між вибором груп об'єктів. В файлі сценарію в такому випадку вибір груп об'єктів необхідно розділити порожнім рядком.

### *Приклади сценаріїв AutoCAD*

Приклад файлу contour.scr, який виконує побудову простого контуру деталі.

```
pline
100,100
w
1
1
@100,0
a
ce
@0,50
@0,50
l
@-100,0
c
line 150,150 @50,0

circle 200,150 25
```

В цьому прикладі параметри команди Pline розміщені по одному в кожному рядку, а параметри команди Line розділені пробілами, що є рівнозначним. Зверніть увагу, що команді Line для побудови розімкненого контуру необхідне додаткове натискання клавіші Enter, для чого в файлі сценарію після команди Line доданий порожній рядок. Команда Pline виконує побудову замкненого контуру, тому її останнім параметром є опція c. Якщо за допомогою Pline необхідно побудувати розімкнений контур, то в кінці команди замість опції c теж необхідно додати порожній рядок, як в команді Line. Також в команді Pline були використані зміна товщини лінії (опція w), побудова дуги за центром (опції a та ce) і повернення до побудови відрізків (опція l).

Приклад файлу select.scr, який використовує команди редагування.

```
circle 200,200 30
line 150,200 250,200

line 200,150 200,250

trim
w 160,160 240,240

150,200
```

В цьому прикладі виконується побудова кола та двох відрізків, а потім командою Trim видаляється частина відрізка зовні кола. В команді Trim виконується вибір меж видалення (кола) за допомогою рамки (опція w) а потім за координатами 150,200 вибирається частина відрізка для

видалення. Порожній рядок в команді Trim необхідний, щоб розділити вибір меж видалення та об'єктів для видалення.

Приклад файлу new.scr, який виконує початкові налаштування креслення.

```
limits 0,0 420,297
zoom a
snap 1
grid 5
```

В цьому прикладі використані команди (КП №1):

Limits – встановлення розмірів креслення;  
Zoom – вирівнювання екрана за розмірами креслення;  
Snap – крок руху курсору;  
Grid – крок видимої сітки.

Приклад файлу slide.scr, в якому використовується створення шарів, побудова осьових ліній та нанесення розмірів. Для наочності в командах Layer та Line пробіли позначені символами " \_".

```
limits 0,0 420,297
zoom all
snap 1
grid 5
; - коментар
layer_m_contur_c_7_ _lt_continuous_ _
pline 200,200 w 1 1 @-60,0 a ce @0,-60 @0,-60 1 @70,0 c
pline 140,160 a ce @0,-20 1 40 cl
;
layer_m_axis_c_1_ _lt_center_ _
ltscale 15
line_205,140_@-125,0_
line_140,205_@0,-125_
;
layer_m_dim_c_3_ _lt_continuous_ _
dimasz 5 dimtxt 7 dimtih off dimtoh off dimtad 1
dimexe 3 dimdli 10 dimtvp 1
dim
ver 200,200 200,80 235,80 120
dia 126.1319,125.4787 %%c40
175,175
hor 140,200 200,200 170,210

exit
```

В цьому прикладі створення нових шарів здійснюється за допомогою команди Layer. Якщо команда Layer була запущена зі сценарію, то створення шарів здійснюється за допомогою параметрів командного рядка.

Команда **Ltscale** – задає коефіцієнт щільності пунктирних ліній. Збільшення коефіцієнту призводить до збільшення довжини штрихів.

Команди налаштування параметрів розмірних ліній:

**dimasz** – керує величиною стрілок розмірних ліній;

**dimtxt** – висота тексту;

**dimtih** – керує розміщенням розмірного тексту всередині ліній;

**dimtoh** – керує розміщенням розмірного тексту, якщо текст вписується між виносними лініями;



**dimtad** – керує розміщенням розмірного тексту по вертикалі відносно розмірної лінії;  
**dimexe** – задає величину, на яку виносна лінія має виступати за розмірну лінію;  
**dimdli** – керує відстанню між розмірними лініями в базових розмірах;  
**dimtvp** – задає вертикальне розміщення розмірного тексту над чи під розмірною лінією.

Команда **Dim** – нанесення розмірів. Після запуску команди стають доступними наступні команди нанесення розмірів:

Hor – горизонтальний розмір;  
Ver – вертикальний розмір;  
Align – похилий розмір;  
Ang – кутовий розмір;  
Dia – діаметр;  
Rad – радіус;  
Exit – завершення виконання команди Dim.

Рядки файлу сценарію, що починаються з символу ";", вважаються коментарями та не впливають на виконання сценарію.

Приклад файлу contour2.scr – варіанту contour.scr, в який додані команди початкових налаштувань, створення шарів, побудови осьових ліній та нанесення розмірів. Для наочності в команді Layer пробіли позначені символами "\_".

```
;початкові налаштування креслення
limits 0,0 420,297
zoom a
snap 1
grid 5
osnap off
ortho off
;створення контуру
layer_m_contur_c_7_lt_continuous_
pline
100,100
w 1 1
@100,0
a ce @0,50 @0,50 1
@-100,0
c
line 150,150 @50,0

circle 200,150 25
;осьові лінії
layer_m_axis_c_1_lt_center_
ltscale 15
line 165,150 235,150

line 200,115 200,185

;простановка розмірів
layer_m_dim_c_3_lt_continuous_
dimasz 5 dimtxt 7 dimtih off dimtoh off dimtad 1
dimexe 3 dimdli 10 dimtvp 1
dim
hor 100,100 200,100 150,90 100
ver 100,100 100,200 90,150 100
dia nea 218,132 %%c50
```

В цьому прикладі для початкових налаштувань креслення використані команди

**Osnap** – увімкнути або вимкнути прив'язки;

**Ortho** – увімкнути або вимкнути режим Ortho.

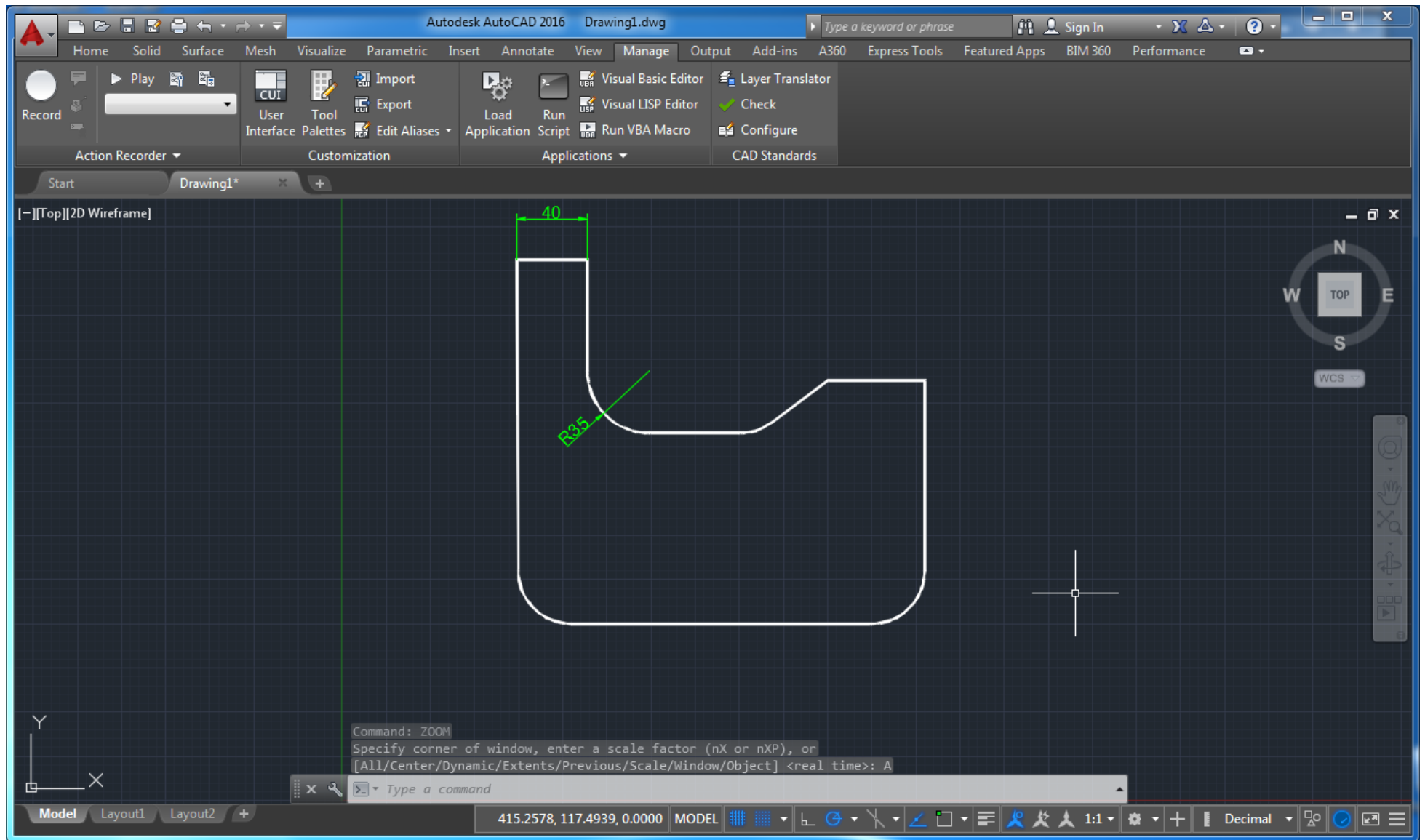
### *Хід виконання роботи*

1. Створити новий файл AutoCAD.
2. Створити порожній текстовий файл з розширенням .scr.
3. Відкрити файл з контуром деталі з КП №2.
4. Проаналізувати креслення та спланувати, які команди будуть необхідні для створення контуру деталі.
5. Працюючи з порожнім файлом з п. 1, ввести в командний рядок команду (Line, Circle і т.д.), яка необхідна для побудови одного графічного примітиву контуру деталі. Під час виконання команди всі необхідні координати та опції вводити тільки з клавіатури. Координати точок можна взяти з файлу КП №2 за допомогою команди Id.
6. Переконавшись, що графічний примітив правильно побудований, відкрити історію команд AutoCAD та скопіювати команду разом з її параметрами в файл сценарію.
7. Повторювати п. 5-6 поки контур деталі не буде побудований. В результаті в файлі сценарію будуть знаходитися команди побудови контуру.
8. Додати в файл сценарію команди початкових налаштувань, створення шарів, нанесення осьових ліній та розмірів.
9. Готовий файл сценарію зберегти.
10. Створити новий файл AutoCAD.
11. Запустити файл сценарію за допомогою команди Script та переконатися, що сценарій правильно виконує побудову креслення.

Додаток А  
Результат виконання практикуму

Файл script

```
;початкові налаштування креслення
LIMITS 0,0 420,297
ZOOM a
SNAP 1
GRID 5
osnap off
ortho off
;створення шару "контур" та креслення деталі
layer m contour c 7 lt continuous
PLINE
100,100
w 1 1
@230,0 @0,138 @-55,0 @-40,-30 @-96,0 @0,98 @-40,0
C1
FILLET
r
35
FILLET
159,208
139,230
FILLET
r
30
FILLET
130,100
100,120
FILLET
r
30
FILLET
305,100
330,130
FILLET
r
30
FILLET
248,218
218,208
;осьові лінії
layer m axis c 1 lt center
ltscale 15
;простановка розмірів
layer m dim c 3 lt continuous
dimasz 5 dimtxt 7 dimtih off dimtoh off dimtad 1 dimexe 3 dimdli 10 dimtvp 1
DIM
hor 139,306 99,306 35
rad 148,219 R35
EXIT
```



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ванін В.В., Надкринична Н.А., Перевертун В.О. Система AutoCad. К. Каравелла. 2007 – 386с.
2. Цвіркун Л.І., Бешта Л.В. Інженерна та комп'ютерна графіка. AutoCAD : навч. посіб. / М-во освіти і науки України, НТУ “Дніпровська політехніка”. – Дніпро: НТУ “ДП” , 2018. –209с.
3. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. К. Каравелла. 2012 – 200с.
4. Сліденко В.М., Поліщук В.О.. Вступ до AutoCAD. Геометричне креслення в AutoCAD. Методичні вказівки. - К.: КПІ, 1999 – 71с.
5. Эллен Финкельштейн. AutoCAD 2004. Библия пользователя. М.:“Вильямс”, 2004–1184 с.
6. [http://ng-kg.kpi.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=619&Itemid=32](http://ng-kg.kpi.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=619&Itemid=32)