

**Дрогобицький державний педагогічний університет  
імені Івана Франка**

**Іван Нищак**

**Василь Яворський**

**ГЕОМЕТРИЧНЕ І ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ.  
ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ТА ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ  
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

*Навчальний посібник  
для студентів напрямку підготовки «Технологічна освіта»,  
а також учнів загальноосвітніх  
та професійно-технічних навчальних закладів*

Дрогобич, 2015

УДК 372.862  
ББК 30.11я7  
Н71

*Рекомендовано до друку вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка  
(протокол № 2 від 05 лютого 2015 року)*

**Рецензенти:**

*Корець Микола Савич,*

д. пед. н., професор, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін,  
директор інженерно-педагогічного інституту Національного педагогічного  
університету імені М.П. Драгоманова;

*Чубик Роман Васильович,*

к. тех. н., доцент кафедри машинознавства та основ технологій  
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка

**Нищак І.Д., Яворський В.В.**

**Н71** Геометричне і проєкційне креслення. Теоретичні відомості та графічні завдання для самостійної роботи : [навчальний посібник] / І.Д. Нищак, В.В. Яворський. – Дрогобич: ВВ ДДПУ ім. Івана Франка, 2015. – 155 с.: іл.

**Відповідальний за випуск:** доктор педагогічних наук, професор Л.В.Оршанський.

У навчальному посібнику наведено теоретичні відомості з геометричного і проєкційного креслення, а також графічні завдання для самостійної роботи.

Теоретичні відомості орієнтовані на ознайомлення студентів (учнів) з правилами оформлення графічної документації та основами проєкційного креслення. Виконання графічних завдань сприяє закріпленню знань, формуванню умінь і навичок складання та читання комплексних креслень, розвитку просторової уяви.

Посібник призначений для студентів напряму підготовки «Технологічна освіта», а також учнів загальноосвітніх та професійно-технічних навчальних закладів, які вивчають креслення.

УДК 372.862  
ББК 30.11я7

© Нищак І.Д., Яворський В.В., 2015

## ЗМІСТ

<b>Передмова</b> .....	5
<b>1. Геометричне креслення</b>	
1.1. Основні правила оформлення креслень .....	7
1.2. Формати. Позначення і розміри основних форматів .....	7
1.3. Масштаби зображень і їх позначення на кресленнях .....	9
1.4. Лінії. Назва, накреслення і призначення ліній на кресленнях .....	10
<i>Завдання 1.1. «Лінії креслень»</i> .....	14
1.5. Креслярські шрифти, їх особливості та розміри. Конструкція букв, цифр, знаків .....	15
<i>Завдання 1.2. «Креслярський шрифт»</i> .....	16
1.6. Графічне зображення матеріалів в розрізах і перерізах .....	18
<i>Завдання 1.3. «Штрихування в розрізах і перерізах»</i> .....	19
1.7. Основні правила нанесення розмірів на кресленні .....	20
<i>Завдання 1.4. «Загальні правила нанесення розмірів»</i> .....	24
<i>Завдання 1.5. «Нанесення розмірів на плоских деталях»</i> .....	26
<i>Завдання 1.6. «Нанесення розмірів на валах»</i> .....	31
1.8. Основні геометричні побудови: поділ відрізків, кутів, кіл .....	35
<i>Завдання 1.7. «Геометричні побудови. Поділ кіл»</i> .....	38
1.9. Спряження .....	40
<i>Завдання 1.8. «Виконання елементів спряження»</i> .....	45
<i>Завдання 1.9. «Виконання креслень деталей з елементами спряження»</i> .....	46
<b>2. Проекційне креслення</b>	
2.1. Методи проєкціювання .....	50
2.2. Класифікація зображень на кресленні. Вигляди .....	51
<i>Завдання 2.1. «Побудова групи геометричних тіл»</i> .....	55
<i>Завдання 2.2. «Побудова трьох виглядів»</i> .....	61
<i>Завдання 2.3. «Побудова третього вигляду за двома заданими»</i> ....	68
<i>Завдання 2.4. «Виконання креслення деталі згідно опису»</i> .....	73
<i>Завдання 2.5. «Виконання креслення з видаленням частини деталі».</i>	76
2.3. Розрізи .....	82

Завдання 2.6. «Виконання фронтальних розрізів деталей на кресленні» .....	91
Завдання 2.7. «Виконання горизонтальних розрізів деталей на кресленні» .....	94
Завдання 2.8. «Виконання складних ступінчастих розрізів деталей на кресленні» .....	97
Завдання 2.9. «Виконання складних ламаних розрізів деталей на кресленні» .....	100
2.4. Перерізи .....	103
Завдання 2.10. «Виконання перерізів деталей (валів) на кресленні»..	107
Завдання 2.11. «Виконання перерізів деталей призматичної форми на кресленні» .....	111
2.5. Аксонометричне проєкціювання .....	114
Завдання 2.12. «Виконання аксонометричних проєкцій деталей на кресленні» .....	125
Завдання 2.13. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (циліндр)» .....	130
Завдання 2.14. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (призма)» .....	134
Завдання 2.15. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (конус)» .....	138
Завдання 2.16. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (піраміда)» .....	142
Завдання 2.17. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (сфера)» .....	146
Завдання 2.18. «Виконання розрізів та аксонометричних проєкцій деталей на кресленні» .....	150
<b>Список рекомендованих джерел .....</b>	<b>153</b>

## ПЕРЕДМОВА

Прискорення науково-технічного прогресу, ускладнення суспільного виробництва, зміна змісту, характеру та умов праці визначають вимоги до якості графічної та трудової підготовки підростаючого покоління. У зв'язку з цим навчання прийомам розв'язування різнопланових просторових задач і вмінню сприймати, опрацьовувати і передавати інформацію графічними засобами набуває особливого значення. Тому необхідно постійно збагачувати зміст і вдосконалювати методи навчання кресленню, що в більшій мірі, ніж інші навчальні предмети, сприяє формуванню знань і вмінь, необхідних для оперування графічними моделями предметів, явищ і процесів.

Навчальний посібник «Геометричне і проєкційне креслення. Теоретичні відомості та графічні завдання для самостійної роботи» призначений для студентів педагогічних ВНЗ напряму підготовки «Технологічна освіта», а також може використовуватися учнями загальноосвітніх та професійно-технічних навчальних закладів.

У навчальному посібнику наведено теоретичні відомості з геометричного і проєкційного креслення, орієнтовані на ознайомлення студентів (учнів) з основними правилами оформлення креслень, найпростішими геометричними побудовами, основними способами проєкціювання просторових предметів на площину, послідовністю утворення та розміщення основних виглядів на кресленні, правилами виконання розрізів і перерізів, побудовою аксонометричних проєкцій; формування умінь читати комплексні креслення предметів й усвідомлювати проєкційний зв'язок між усіма графічними зображеннями.

При вивченні креслення особливого значення набувають графічні роботи, у процесі виконання яких створюються сприятливі умови для розвитку просторової уяви студентів (учнів), закріплюються набуті знання, формуються уміння і навички складання та читання конструкторської документації. Тому, крім теоретичних відомостей у посібнику представлені графічні завдання для самостійної роботи студентів (учнів).

Використання графічних завдань дає можливість активізувати процес навчання і самостійну роботу студентів (учнів), підвищити їх пізнавальну активність, розвинути інтерес до вивчення креслення.

Успішному виконанню графічних завдань сприяють відповідні теоретичні відомості, наведені у посібнику. Це дає змогу студентам (учням) належним чином підготуватися до графічної роботи й, у разі потреби, звертатися до навчального матеріалу, з'ясовуючи незрозумілі положення з курсу креслення.

Окремі графічні завдання супроводжуються однотипними зразками їх виконання, які дають змогу студентам (учням) грамотно оформити графічну роботу, правильно заповнити основний напис (кутовий штамп) креслення, виправити можливі помилки, раціонально розмістити зображення на полі формату та ін.

Перелік рекомендованих джерел уможливорює належну підготовку студентів (учнів) до виконання графічних робіт, сприяє самостійній навчально-пізнавальній діяльності.

У процесі роботи над навчальним посібником частково використовувалися зразки графічних завдань, запозичені з друкованих джерел, вказаних у кінці книги.

# 1. ГЕОМЕТРИЧНЕ КРЕСЛЕННЯ

## 1.1. Основні правила оформлення креслень

Для виготовлення будь-якого виробу треба знати, які його форма, розміри, як з'єднуються між собою деталі. Відповіді на ці запитання дають конструкторські документи. Основним з них є креслення.

*Креслення деталі* – це документ, що містить зображення деталі і дані, потрібні для її виготовлення.

Виконують креслення на спеціальному креслярському папері олівцем за допомогою лінійки, косинців, циркуля та інших креслярських інструментів відповідно до вимог державних стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

*Стандарти ЄСКД* – це документи, що визначають єдині правила виконання та оформлення конструкторських документів в усіх галузях промисловості, будівництва, транспорту і креслень у навчальних закладах.

Креслення виконують на аркушах певних форматів (розмірів).

Поле кожного креслення обводять рамкою. Лінії рамки проводять зверху, праворуч і знизу на відстані 5 мм від краю паперу, з лівого боку – на відстані 20 мм від краю.

Внизу, праворуч, у спеціальній рамці зазначають назву зображеної на кресленні деталі, матеріал, з якого її виготовлено, масштаб, хто й коли виконав креслення, хто перевірів, назву організації. Для написів на кресленнях використовують спеціальні шрифти.

## 1.2. Формати. Позначення і розміри основних форматів

*Форматом* (ГОСТ 2.301–68) називається розмір аркуша креслення або іншого конструкторського документа.

Формат визначається розмірами зовнішньої рамки, яку виконують тонкою суцільною лінією. Формати поділяють на основні (табл. 1.1) і додаткові. Формат *A0* з розмірами сторін  $1189 \times 841$  мм має площу  $1 \text{ м}^2$ . Кожен наступний основний формат утворюють діленням попереднього формату навпіл, причому ділення виконують паралельно меншій стороні формату.

Таблиця 1.1

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Розміри сторін формату	1189×841	841×594	594×420	420×297	297×210

Крім основних допускається застосовувати додаткові формати, які утворюються збільшенням сторін основних форматів на величину, кратну розміру 297 або 210 мм.

Рамку креслення виконують основною суцільною лінією на відстані 5 мм від верхньої, правої і нижньої меж формату. Між лівою межею і лінією рамки залишають поле завширшки 20 мм для підшивання і брошурування креслень і документів.

Кожне креслення і конструкторський документ повинні мати основний напис. Його розміщують у правому нижньому кутку формату і виконують за ГОСТ 2.104–68.

*Напис* – це своєрідна характеристика креслення, в якій наводять найважливіші відомості про предмет: його назву, матеріал, з якого його виготовлено, масштаб та ін.

На рис. 1.1, зображено основний напис за формою 1 (ГОСТ 2.104–68). У графі 1 пишуть назву креслення; у графі 6 – масштаб зображення; у графі 9 – скорочену назву технікуму і групи; у графі 11 – прізвища тих, хто креслив і перевіряв креслення; у графі 12 – їх підписи; у графі 13 – дату виконання креслення і дати підписів; у графі 2 – позначення креслення.

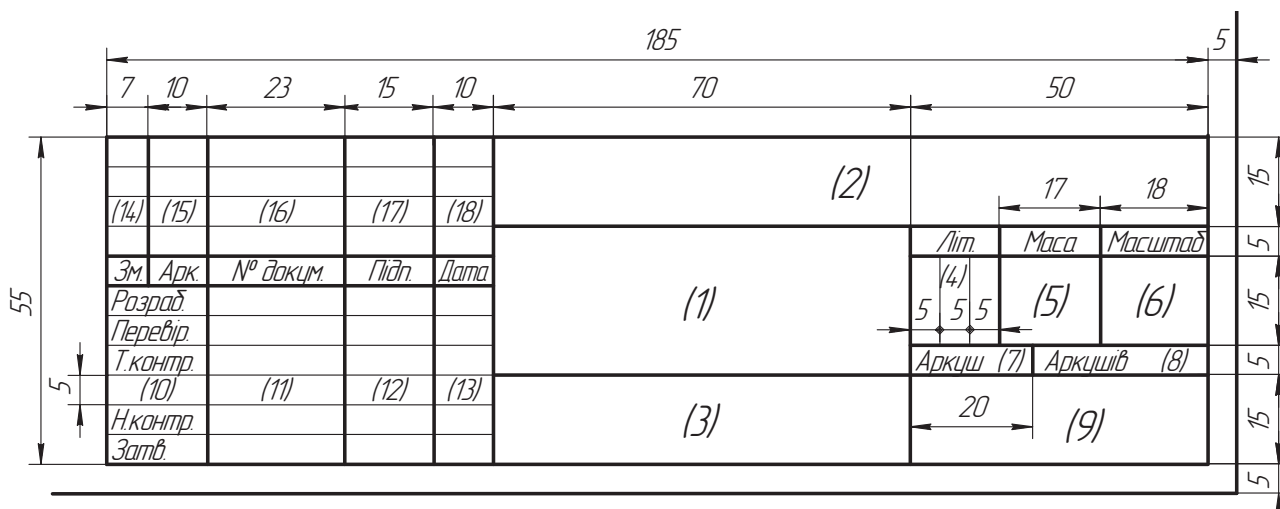


Рис. 1.1



### 1.3. Масштаби зображень і їх позначення на кресленнях

Не завжди є можливість накреслити предмет у натуральну величину. Великі предмети доводиться зображати зменшеними в кілька разів, а дрібні – збільшеними.

Масштаби бувають числові, лінійні і кутові. На занятті розглянемо тільки числові масштаби, які надалі називатимемо просто масштабами.

*Масштабом* (ГОСТ 2.302–68) називається відношення лінійних розмірів зображення, поданого на кресленні, до відповідних розмірів самого предмета. За ГОСТ 2.302–68 в кресленні дозволяється застосовувати такі масштаби:

Натуральна величина – 1:1.

Масштаби зменшення – 1:2 ; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000.

Масштаби збільшення – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Перевагу слід віддавати зображенню предмета в натуральну величину.

**Позначення масштабу.** При позначенні масштабу в спеціальній графі основного напису букву *M* не ставлять, а пишуть тільки відношення, наприклад: 1:1, 1:2 і т.д. Якщо якийсь зображення на кресленні виконано в масштабі, що не відповідає зазначеному в основному написі, то над цим зображенням записують його умовне позначення й у дужках вказують масштаб, наприклад: *A* (2:1).

**Правила нанесення розмірів.** Незалежно від масштабу розміри на кресленні завжди проставляють дійсні (рис. 1.2).

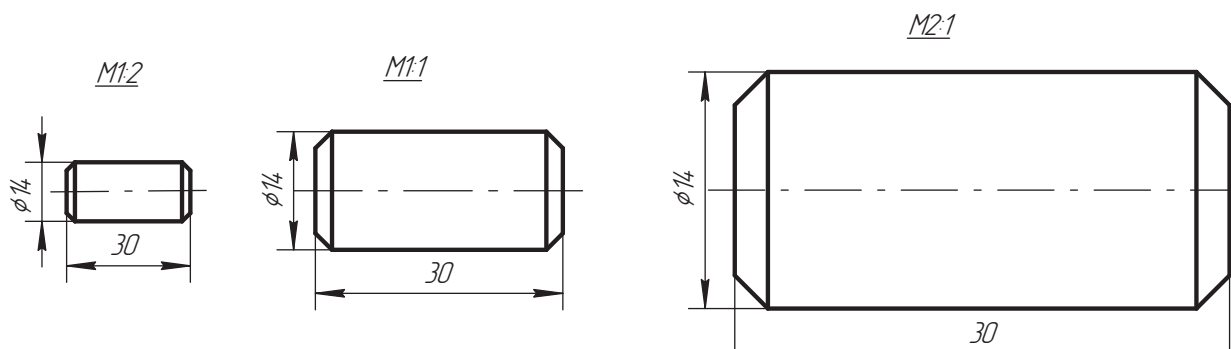


Рис. 1.2

У кресленні зустрічаються дві характерні задачі, пов'язані з масштабом:

1. Визначити масштаб, в якому накреслено пластинку (рис. 1.3, а).

Для цього вимірювальною лінійкою знаходять розмір сторони *AB*, який на кресленні дорівнює 20 мм. Справжня величина цього відрізка становить 300 мм. Отже, масштаб, в якому виконано креслення, становитиме 1:15.

2. Визначити справжню величину відрізка  $a$  і  $b$ , якщо позначено масштаб креслення –  $M 1:2,5$  (рис. 1.3, б).

Вимірюванням знаходять, що величина  $a$  становить на кресленні 10 мм. Звідси справжня величина відрізка  $a$  становитиме  $10 \times 2,5 = 25$  мм. Аналогічно знаходять величину відрізка  $b$  ( $b = 20 \times 2,5 = 50$  мм).

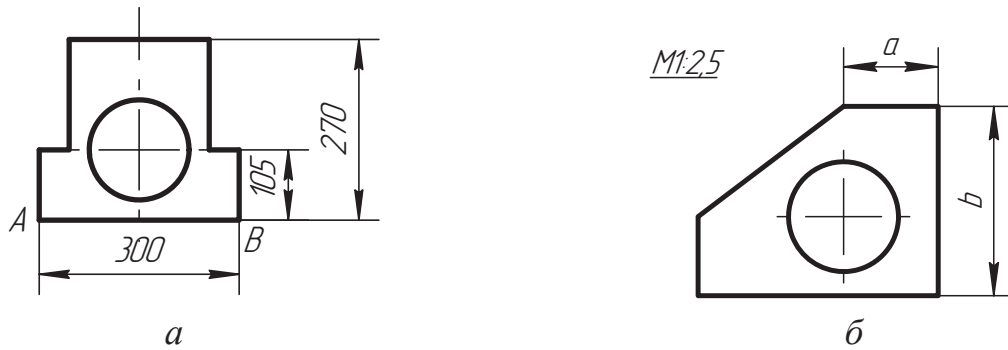






Рис. 1.3

#### 1.4. Лінії. Назва, накреслення і призначення ліній на кресленнях

Лінії, які застосовують для виконання креслення, їх призначення, проведення і співвідношення товщин установлені ГССТ 2.303–68. Відповідно до цього стандарту в кресленні бувають лінії трьох типів: суцільні, штрихові та штрих-пунктирні (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Тип лінії	Назва лінії	Товщина	Зразок лінії	Застосування
Суцільна	Основна	$S = 0,6 \dots 1,5$ мм		наведення видимого контуру, видимих ліній переходу і для обведення контурів винесених перерізів.
	Тонка	$S/3 \dots S/2$		для зображення розмірних і виносних ліній, ліній-виносок, контурів накладених перерізів, слідів площин, осей проєкцій, ліній побудови точок, штрихування розрізів і перерізів.
	Тонка із зламами	$S/3 \dots S/2$		Для виконання довгих ліній обриву.
	Хвиляста	$S/3 \dots S/2$		для зображення обривів та для розмежування вигляду і розрізу.

Тип лінії	Назва лінії	Товщина	Зразок лінії	Застосування
Штрихова	Тонка	$S/3 \dots S/2$		для зображення невидимого контуру і невидимих ліній переходу.
	Потовщена розімкнена	$S \dots 1,5S$		для позначення місця січної площини в перерізах і розрізах.
Штрих-пунктирна	Тонка	$S/3 \dots S/2$		для зображення центрових та осьових ліній, ліній симетрії, для зображення розгортки, суміщеної з виглядом.
	Потовщена	$S/2 \dots 2/3S$		для позначення в розрізах елементів, розміщених перед січною площиною (так званих “накладених проєкцій”), для позначення поверхні, що підлягає термообробці або покриттю.
	З двома точками	$S/3 \dots S/2$		для зображення ліній згину на розгортках, для зображення крайніх або проміжних положень рухомих частин деталі.

Товщина ліній на кресленні має бути кратною вибраній товщині  $s$  суцільних основних ліній, яка змінюється в межах  $0,6 \dots 1,5$  мм залежно від величини, складності і призначення креслення.

Суцільні лінії поділяють на основні, тонкі, хвилясті і тонкі із зламами.

Суцільну основну лінію завтовшки  $s$  застосовують для наведення видимого контуру 2 (рис. 1.4), для видимих ліній переходу і для обведення контурів 8 винесених перерізів.

Суцільну тонку лінію виконують завтовшки  $s/3 \dots s/2$ . Застосовують її для розмірних 5 і виносних 4 ліній, для штрихування 10 розрізів і перерізів, для ліній-виносів 11, для контурів 16 накладених перерізів, для осей 15 проєкцій, слідів 14 площин, ліній 13 побудови точок та ін.

Суцільна хвиляста лінія має товщину  $s/3 \dots s/2$  і застосовується для зображення обривів 3 та для розмежування 12 вигляду і розрізу.

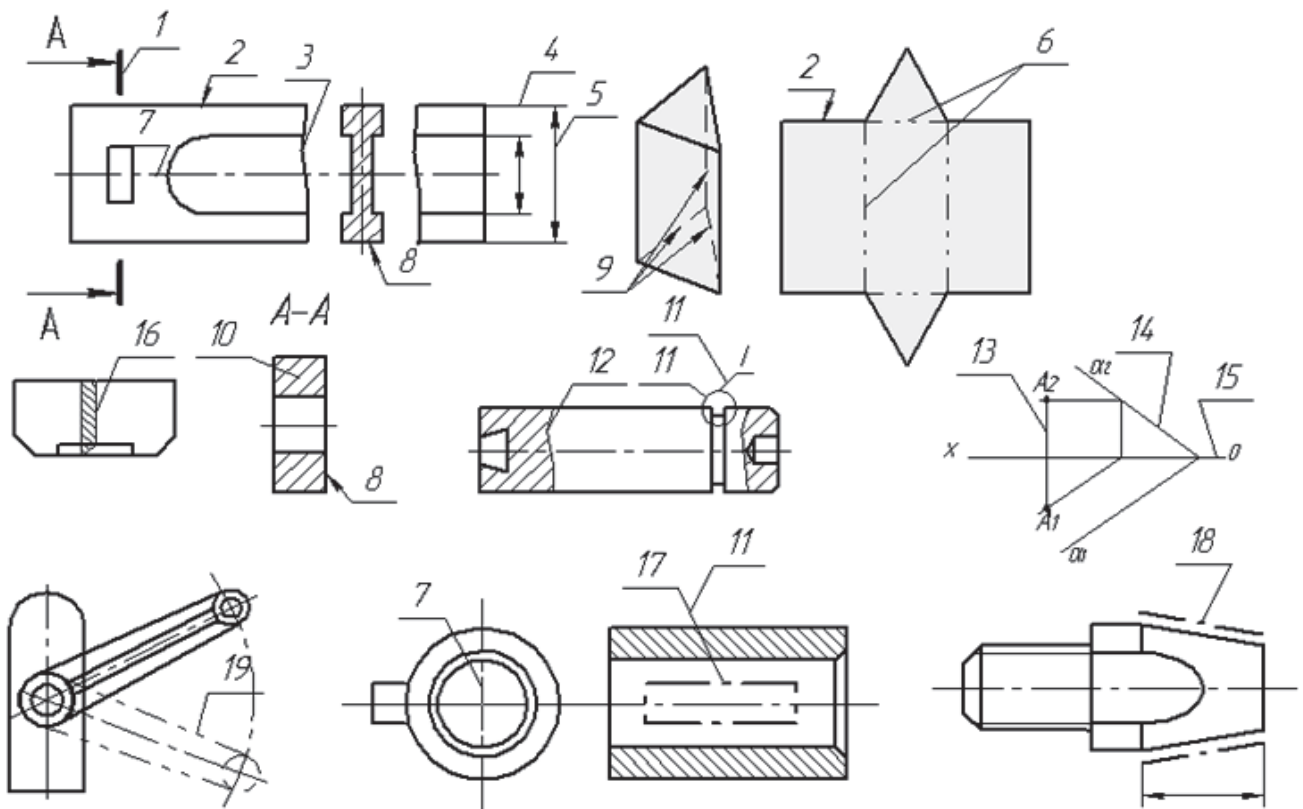


Рис. 1.4

Суцільна тонка лінія із зламами має товщину  $s/3 \dots s/2$  і застосовується для виконання довгих ліній обриву.

Штрихові лінії поділяють на тонкі і потовщені розімкнені. Штрихову тонку лінію виконують завтовшки  $s/3 \dots s/2$ . Довжину штрихів беруть у межах 2 ... 8 мм, а відстань між штрихами – 1 ... 2 мм. Штрихові тонкі лінії застосовують для зображення невидимого контуру 9 і невидимих ліній переходу.

Потовщена розімкнена лінія має товщину  $s \dots \frac{1}{2}S$  і застосовується лише для позначення місця січної площини 1 в перерізах і розрізах. Довжина штрихів цієї лінії – 8 ... 20 мм.

Штрих-пунктирні лінії поділяють на тонкі і потовщені і штрих пунктирні з двома точками.

Тонка штрих-пунктирна лінія має товщину  $s/3 \dots s/2$  і застосовується для зображення центрових та осьових ліній 7, ліній симетрії, для зображення розгортки, суміщеної з виглядом, тощо. Довжину штрихів беруть у межах 5 ... 30 мм, а відстань між штрихами – 3 ... 5 мм.

Штрих-пунктирну потовщену лінію завтовшки  $s/2 \dots \frac{2}{3}S$  застосовують для позначення в розрізах елементів 17, розміщених перед січною площиною (так званих «накладених проєкцій»), для позначення поверхні 18, що підлягає термообробці або покриттю.

Штрих-пунктирну з двома точка використовують для позначень місць згину в розгортках *б*, а також для зображення рухомих елементів деталей у крайніх або проміжних положеннях *19*.

Штрихи в штрихових і штрих-пунктирних лініях треба проводити однакової довжини. Штрих-пунктирні лінії повинні закінчуватися штрихами, а не точками (рис. 1.5, *б, в*). Центр кола позначають перетином штрихів (рис. 1.5). У колах діаметром до 12 мм центрові лінії слід виконувати суцільними тонкими (рис. 1.5, *а*).

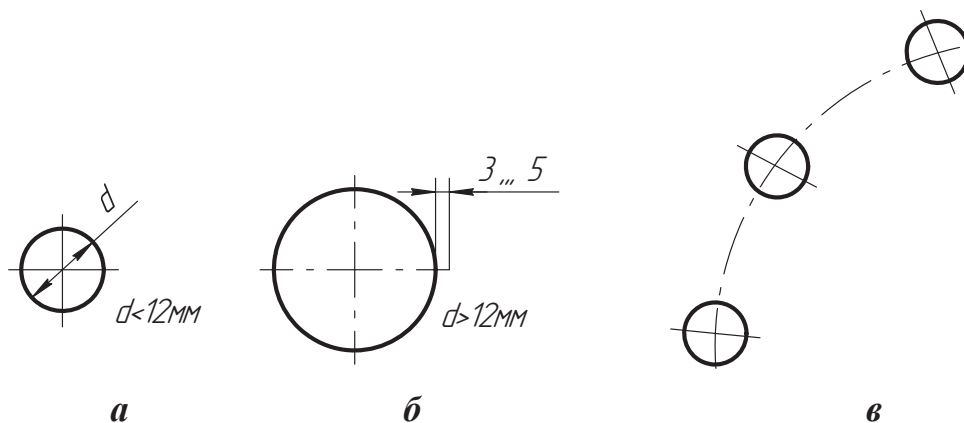


Рис. 1.5

### Завдання 1.1. «Лінії креслень»

Викреслити приведені лінії і зображення, витримуючи вказане розміщення. Товщину і накреслення ліній представити згідно з ГОСТ 2.303–68. Розміри не наносити (формат А4).

The drawing shows the following elements and dimensions:

- Four groups of horizontal lines, each with a vertical dimension of 10 units between groups and 15 units within each group.
- Group 1: Three solid lines.
- Group 2: Three dashed lines.
- Group 3: Three dash-dot lines.
- Group 4: Three dash-dot-dot lines.
- Four zigzag lines with a horizontal spacing of 55 units between their centers.
- Two circular patterns, each with a diameter of 35 units, consisting of a solid outer circle, a dashed middle circle, and a solid inner circle.
- Five vertical lines between the circles, with a horizontal spacing of 55 units between their centers.
- Dimensions for line thickness: 5, 5.5, 5, 5, 5.

					ДДПУ.000101.001			
Зм.	Арк.	№ док.им.	Підп.	Дата	Лінії креслення	Літ.	Маса	Масштаб
Розраб.		Петренко М.В.				Н		1:1
Перевір.		Нищак І.Д.				Аркцш	Аркцшів	
Т.контр.						ТТІ-11		
Н.контр.								
Затв.								

## 1.5. Креслярські шрифти, їх особливості та розміри.

### Конструкція букв, цифр, знаків

Зображення на кресленнях доповнюють написами, які виконують креслярським шрифтом за ГОСТ 2.304–81. У стандарті наведено основні відомості щодо конструкції букв і цифр, встановлено їх висоту, ширину, товщину обведення, відстань між буквами, рядками та інші елементи, які дають змогу чітко, охайно і досить красиво виконувати написи.

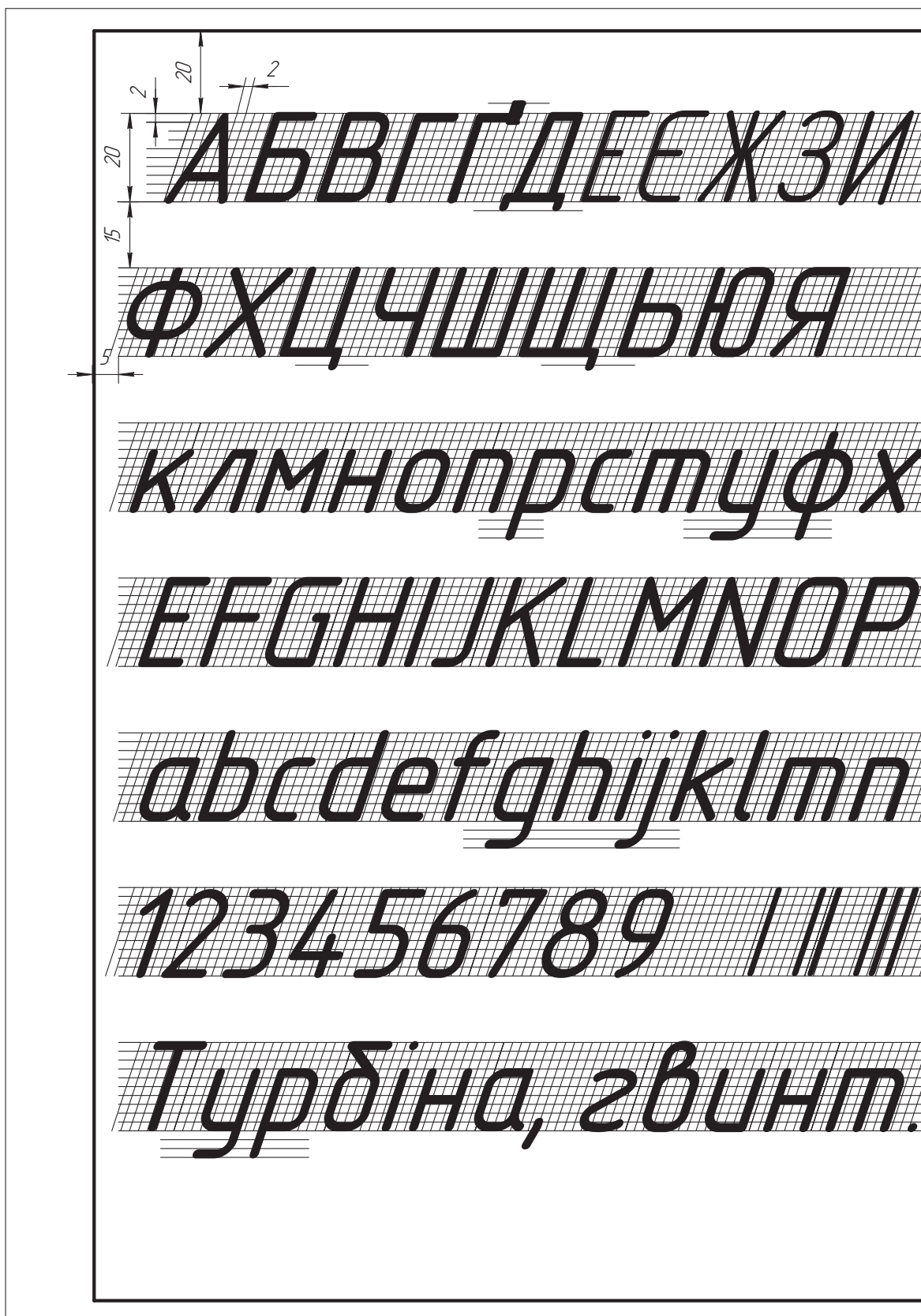
Шрифт алфавіту поділяється на основний з нахилом, широкий з нахилом, і прямий без нахилу. Відмінність широкого шрифту від основного полягає не у висоті і не в конструкції букв, а лише в їх ширині.

За стандартом шрифт має бути нахиленим до основи рядка вправо під кутом  $75^\circ$ . Прямий шрифт без нахилу застосовують рідко: для деяких заголовків, позначень в основному написі, на полі креслення тощо.

ГОСТ 2.304–81 встановлює такі розміри шрифту: 40; 28; 20; 14; 10; 7; 5; 3,5; 2,5. Розміром шрифту називається висота  $h$  великих букв у міліметрах. Отже, висота великих букв шрифту розміру 10 дорівнює 10 мм, розміру 5 – відповідно 5 мм і т. д. Висота  $h_1$  малих букв становить  $5/7$  висоти великих букв, що приблизно відповідає наступному меншому розміру шрифту. Так, висота малих букв шрифту 10 дорівнює 7 мм, тобто відповідає висоті великих букв наступного шрифту 7-го розміру. Винятком є висота малих букв  $\bar{b}$ ,  $\bar{v}$ ,  $\bar{d}$ ,  $\bar{p}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{f}$ , яка дорівнює висоті  $h$  великих букв, або, що те саме, розміру шрифту, застосованого для написів.

### Завдання 1.2. «Креслярський шрифт»

Написати букви, цифри і слова основним креслярським шрифтом з нахилом. Конструкцію букв і цифр витримати згідно з ГОСТ 2.304–81 (формат А3).





ІІЙКЛМНОПРСТУ

абвггґдеєжзшїії

цчшщьюя ABCD

QRSTUVWXYZ

opqrstuvwxyz

IVVVVVIIIIIXX

					ДДПУ.000101.003		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розраб.		Петренко М.В.			Н		1:1
Перевір.		Нищак І.Д.			Аркш	Аркшів	
Т.контр.					ТТІ-11		
Н.контр.							
Затв.							

## 1.6. Графічне зображення матеріалів в розрізах і перерізах

Перерізи, незалежно від того, чи є вони окремими зображеннями, чи входять до складу розрізу, виділяють на кресленні штриховкою. Деталі можуть бути виготовлені з різних матеріалів, кожний з яких за ГОСТ 2.306–68 має певний тип штрихування.

Штриховку виконують під кутом  $45^\circ$  до рамки креслення (рис. 1.6, *a*). Якщо в цьому випадку лінії штриховки зливаються з напрямом ліній контуру, дозволяється виконувати її під кутом  $30^\circ$  або  $60^\circ$  (рис. 1.6, *б*, *в*). Лінії штриховки можна наносити з нахилом праворуч або ліворуч, але обов'язково в один бік для всіх розрізів і перерізів однієї деталі. Відстань між лініями штриховки повинна бути в межах 1–10 мм (залежно від матеріалу і площі штриховки). Для металу можна рекомендувати відстань 2–4 мм, а для цегли і бетону – 4–10 мм. Довгі і вузькі площадки, ширина яких на кресленні становить 2–4 мм, рекомендується штрихувати від руки і не повністю, а лише так, як показано на рис. 1.6, *г*, *д*. Вузькі площадки завтовшки до 2 мм дозволяється в перерізах затушовувати, залишаючи просвіт між суміжними деталями (рис. 1.6, *е*). На рис. 1.6, *е* зображено штриховку кількох суміжних деталей з одного матеріалу.

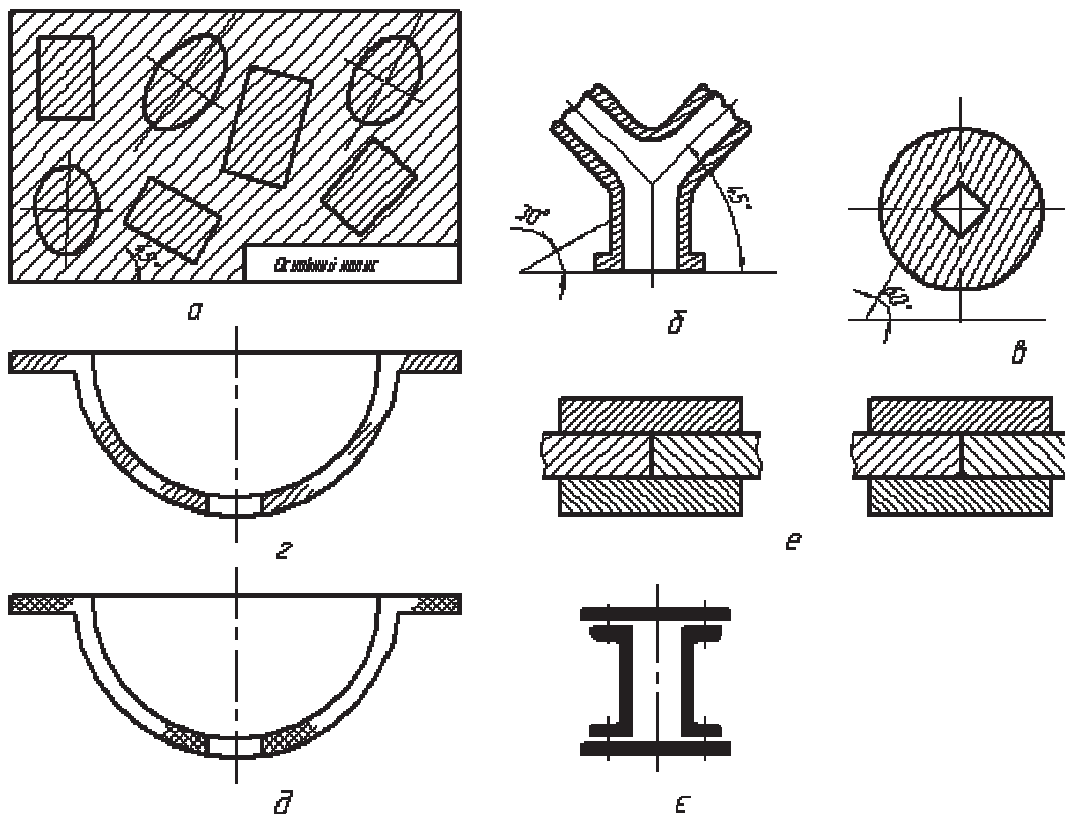


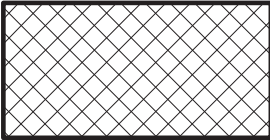
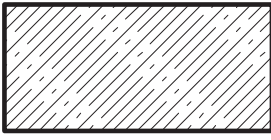
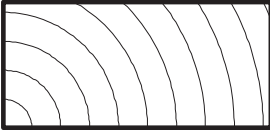
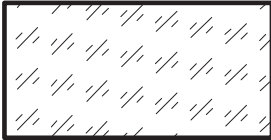

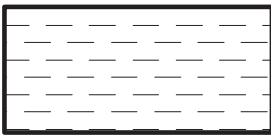
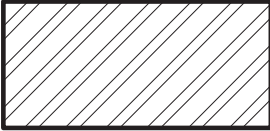
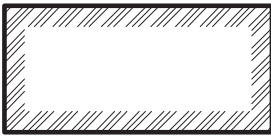




Рис. 1.6

### Завдання 1.3. «Штрихування в розрізах і перерізах»

Викреслити приведені види штрихування матеріалів згідно ГОСТ 2.306–68 (формат А4).

*Графічне зображення матеріалів у розрізах і перерізах  
ГОСТ 2.306 – 68*

<i>Метали і тверді сплави</i>		<i>Бетон</i>	
<i>Неметалеві матеріали</i>		<i>Залізобетон</i>	
<i>Дерево</i>		<i>Скло та інші прозорі матеріали</i>	
<i>Камінь природний</i>		<i>Рідини</i>	
<i>Кераміка, силікатні матеріали</i>		<i>Ґрунт природний</i>	
<i>Пісок</i>		<i>Ґрунт насипний</i>	

					<i>ДДПУ.000101.002</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.ум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Штрихування матеріалів у розрізах і перерізах</i>	<i>Літ.</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Розраб.</i>		<i>Петренко М.В.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Нищак І.Д.</i>				<i>Арк.ш</i>	<i>Арк.шів</i>	
<i>Т.контр.</i>						<i>ТТІ-11</i>		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затв.</i>								

## 1.7. Основні правила нанесення розмірів на кресленні

Для того щоб за кресленням можна було визначити величину зображеного виробу або якоїсь його частини, на креслення наносять розміри.

Розрізняють лінійні і кутові розміри. Лінійні розміри характеризують довжину, ширину, товщину, висоту, діаметр або радіус вимірювальної частини виробу. Кутовий розмір характеризує величину кута.

Лінійні розміри на кресленнях подають у міліметрах, але позначення одиниці вимірювання не наносять. Кутові розміри подають у градусах, хвилинах і секундах, зазначаючи одиниці вимірювання, наприклад:  $4^\circ$ ;  $4^\circ 30'$ ;  $12^\circ 45' 30''$ ;  $0^\circ 30' 40''$ ;  $0^\circ 18'$ ;  $0^\circ 5' 25''$ ;  $0^\circ 0' 30''$ ;  $30^\circ \pm 1'$ ;  $30^\circ \pm 10'$ .

Необхідно, щоб загальна кількість розмірів на кресленні була найменшою, але достатньою для виготовлення і контролю виробу.

Не допускається повторювати розміри одного і того ж елемента на різних зображеннях креслення.

1. Розміри на кресленнях показують розмірними лініями і розмірними числами. Для цього спочатку проводять виносні лінії перпендикулярно до відрізка, розмір якого зазначають (рис. 1.7). Потім на відстані

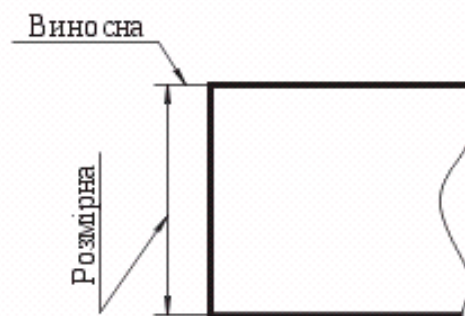


Рис. 1.7

6...10 мм від контуру деталі проводять паралельну йому розмірну лінію. Розмірну лінію з обох сторін обмежують стрілками.

Розміри стрілок (рис. 1.8) вибирають залежно від товщини лінії видимого контуру: довжина стрілки  $l = 2s$ , де  $s$  – товщина лінії видимого контуру. Найчастіше довжину стрілки беруть у межах 4...6 мм. Вістря стрілок слід упирати в контурні, виносні, центрові або осьові лінії. Виносні лінії виходять за кінці стрілок розмірної лінії на 1...5 мм. Виносні й розмірні лінії проводять суцільною тонкою лінією. Над розмірною лінією, ближче до її середини, наносять розмірне число.

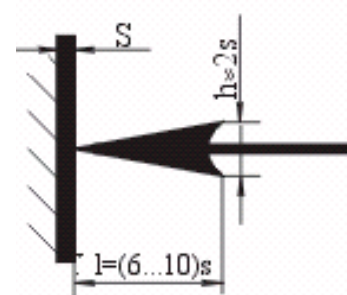


Рис. 1.8

Розмірні лінії бажано проводити поза контуром зображення. В окремих випадках, якщо дозволяє місце, допускається наносити розміри і на самому зображенні (див. рис. 1.10, 1.14).

Відстань розмірної лінії від паралельної їй лінії контуру, осьової, виносної та інших ліній, а також відстань між паралельними розмірними лініями повинна бути в межах 6...10 мм.

2. Якщо на кресленні є кілька розмірних ліній, паралельних одна одній, то ближче до зображення наносять менший розмір. Так, на рис. 1.9 спочатку нанесено розмір 10, а потім 35, щоб виносні й розмірні лінії на кресленні не перетиналися. Відстань між паралельними розмірними лініями вибирають від 6 до 10 мм.

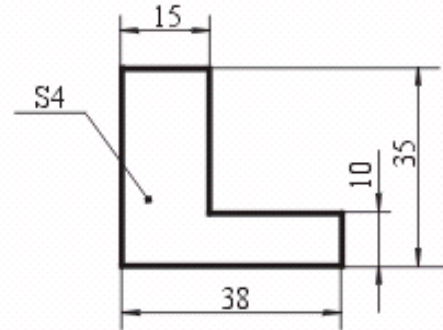


Рис. 1.9

При нанесенні декількох паралельних або концентричних розмірних ліній на невеликій відстані одна від одної розмірні числа над ними рекомендується розміщувати у шахматному порядку.

Якщо довжина розмірної лінії недостатня для розміщення на ній стрілок, то розмірну лінію продовжують за межі виносних ліній і стрілки спрямовують до середини (розмір 10 на рис. 1.9). При відсутності місця для стрілок на розмірних лініях, розташованих ланцюжком, стрілки допускається замінити засічками, нанесеними під кутом  $45^\circ$  до розмірної лінії, або чітко нанесеними точками.

Розмірні числа не допускається розділяти або перетинати якими-небудь лініями креслення. Не допускається розривати лінію контуру для нанесення розмірного числа і наносити розмірні числа в місцях перетину розмірних, осьових або центрових ліній. У місці нанесення розмірного числа осьові, центрові лінії і лінії штриховки переривають.

3. Для позначення діаметра перед розмірним числом наносять спеціальний знак – « $\varnothing$ » (рис. 1.10). Якщо розмірне число не вміщується всередині кола, його виносять за межі кола, як показано на рис. 1.11.

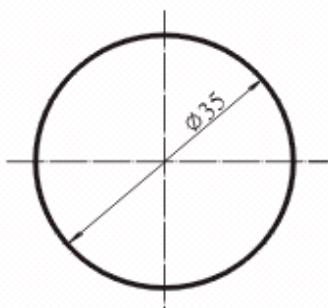


Рис. 1.10

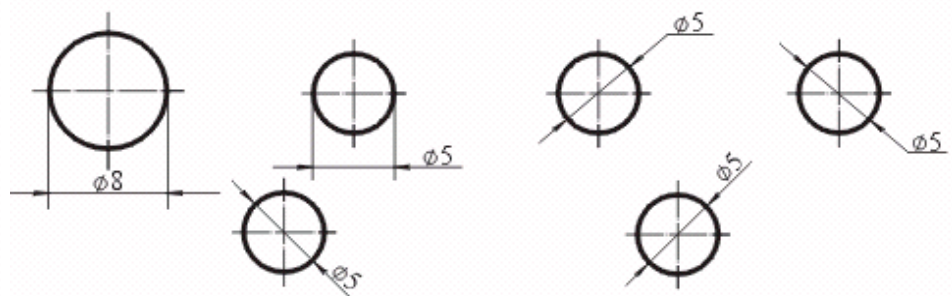


Рис. 1.11

4. Для позначення радіуса перед розмірним числом пишуть велику латинську літеру  $R$  (рис. 1.12). Розмірну лінію проводять звичайно з центра дуги і закінчують стрілкою з одного боку, яка упирається в точку дуги кола.

При проведенні декількох радіусів з одного центра розмірні лінії довільних двох радіусів не розміщують на одній прямій.

Якщо радіуси скруглень, згинів і т.д. на всьому кресленні однакові, то їх розміри можна не наносити. Тоді у технічних вимогах необхідно зробити запис типу: «Радіуси скруглень 4 мм.»; «Внутрішні радіуси згинів 10 мм.»; «Невказані радіуси 8 мм.» тощо.

5. Показуючи розмір кута, розмірну лінію проводять у вигляді дуги кола з центром у вершині кута (рис. 1.13).



Рис. 1.12



Рис. 1.13

6. Перед розмірним числом, що вказує сторону квадратного елемента, наносять знак «□» (рис. 1.14). При цьому висота знака дорівнює висоті цифр.

7. Якщо розмірна лінія розміщена вертикально (див. рис. 1.7), розмірне число пишуть і читають зліва. Якщо розмірні лінії похилі, то цифри розташовують, як показано на рис. 1.11.

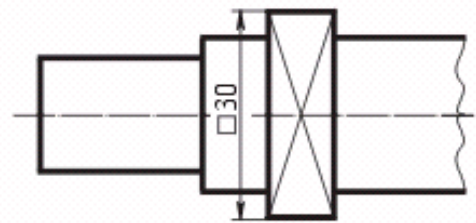


Рис. 1.14

8. При нанесенні розмірів елементів, які рівномірно розміщені по колу виробу (наприклад, отворів), дозволяється зображати лише один з них, а для усіх інших – визначити лише положення центру (рис. 1.15, а).

Якщо деталь має кілька однакових елементів (рис. 1.15), то на кресленні рекомендують наносити розмір лише одного з них, зазначаючи їх кількість. Наприклад, напис на кресленні (рис. 1.15, б) «4 отв. Ø 8» означає, що в деталі є 4 однакових отворів Ø 8 мм.

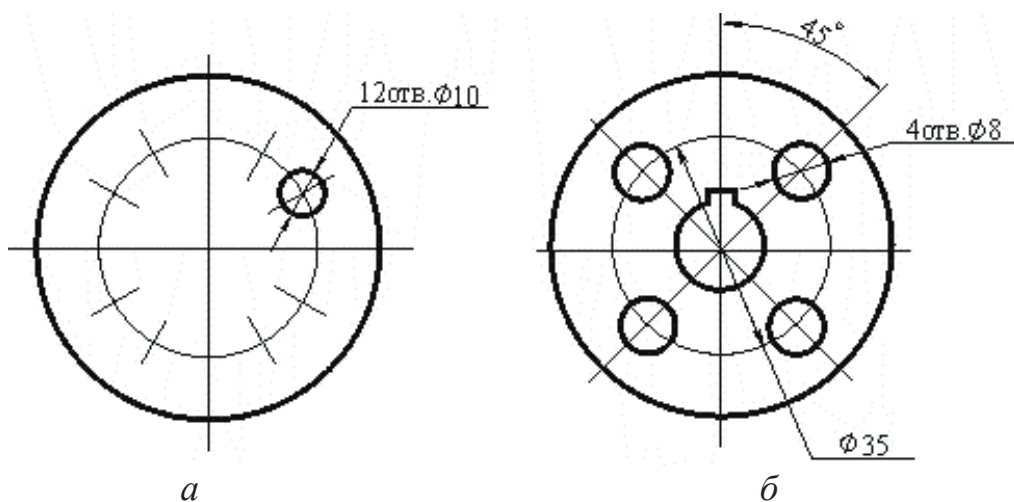


Рис. 1.15

9. При зображенні плоских деталей в одній проекції товщину деталі показують так, як на рис. 1.9. У такому випадку перед цифрою ставлять малу латинську букву *s*.

10. Перед розмірним числом, що характеризує конусність, ставлять знак «▷», гострий кут якого повинен бути направлений у сторону вершини конуса (рис. 1.16, *a*). Перед розмірним числом, що характеризує уклон, ставлять знак «≧», гострий кут якого має бути направлений в сторону уклону (рис. 1.16, *б*).

Розміри фасок під кутом 45° наносять, як зображено на рис. 1.16, *в*.

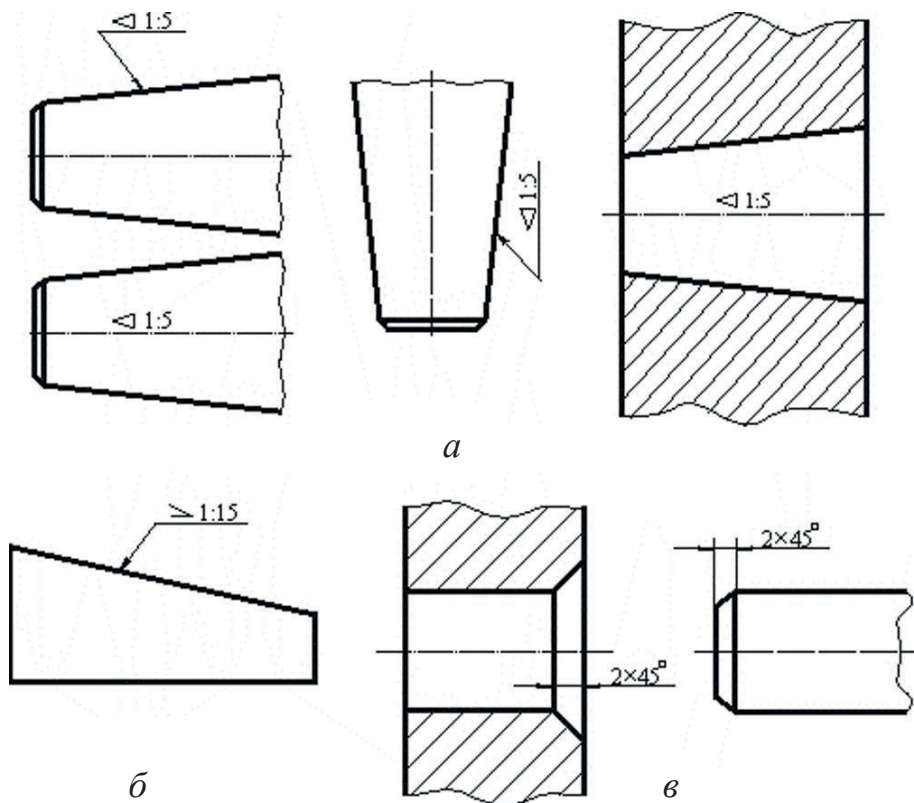
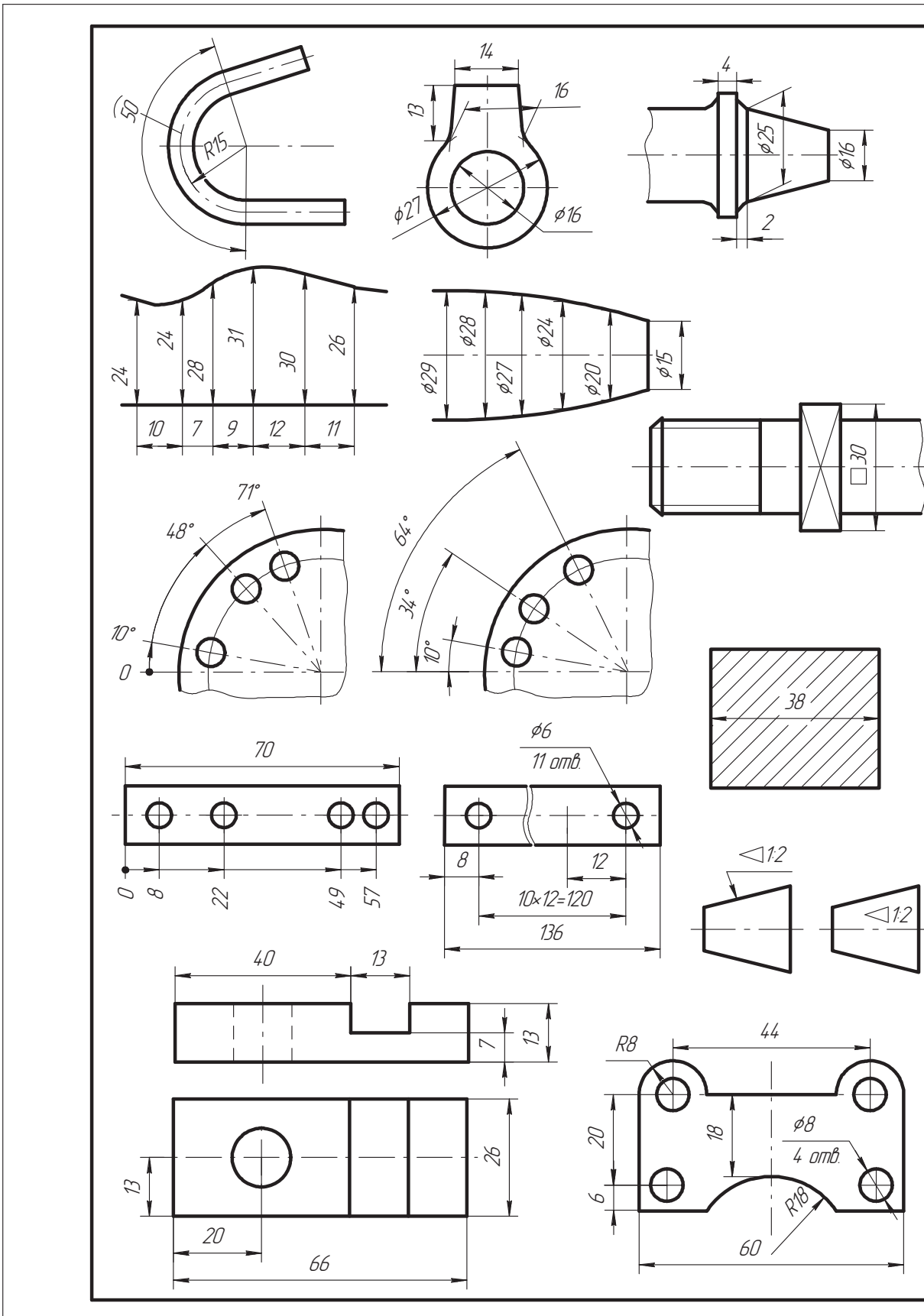


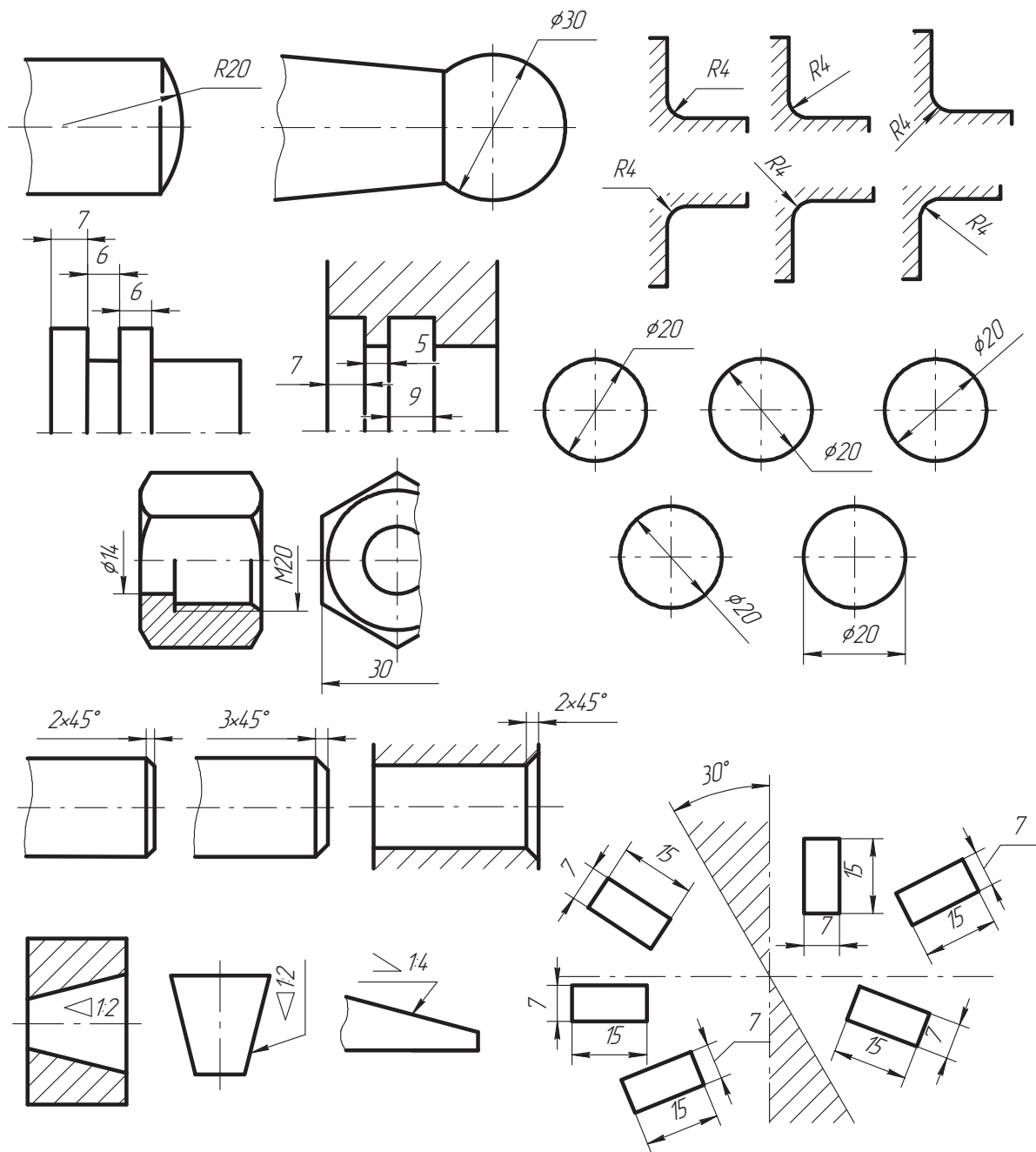
Рис. 1.16

**Завдання 1.4. «Загальні правила нанесення розмірів»**

Перекреслити зображення, нанести розміри згідно ГОСТ 2.307–68 (масштаб 1:1, формат А3).





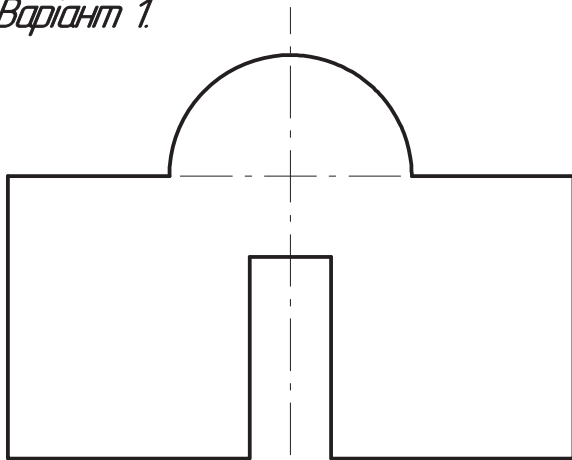


				ДДПУ.000101.004			
Зм.	Арк.	№ докум.	Гідн.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.		Петренко М.В.					1:1
Перевір.		Нищак І.Д.			Аркциш	Аркцишів	
Т.контр.					ТТІ-11		
Н.контр.							
Затв.							

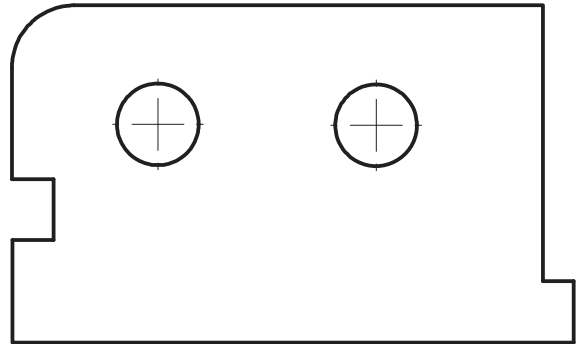
**Завдання 1.5. «Нанесення розмірів на плоских деталях»**

Виконати креслення плоских деталей, нанести розміри (масштаб 2:1, формат А4, дійсні розміри вимірювати з креслення).

*Варіант 1.*

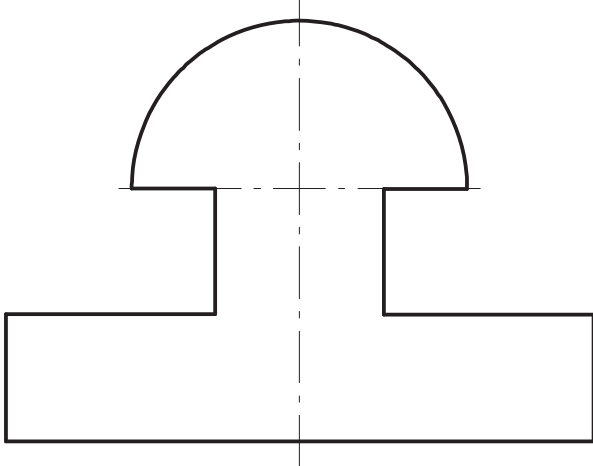


*Прокладка*

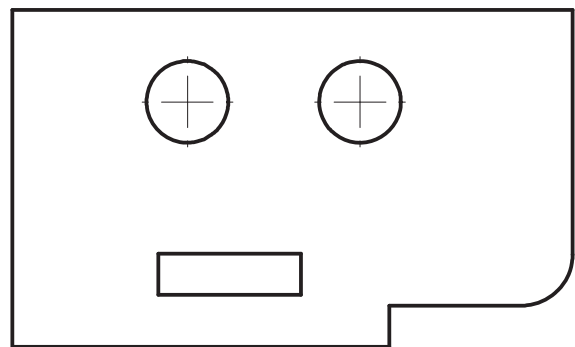


*Пластина*

*Варіант 2.*

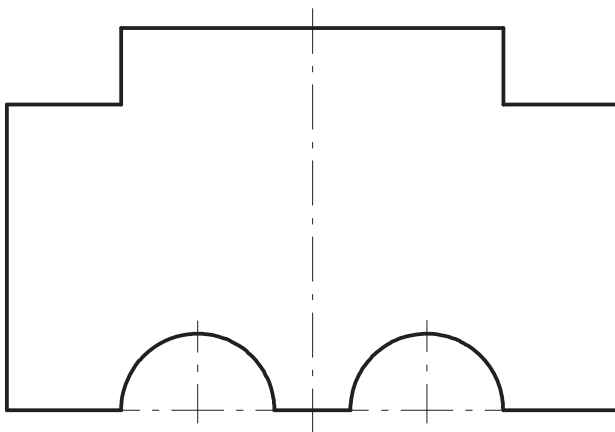


*Прокладка*

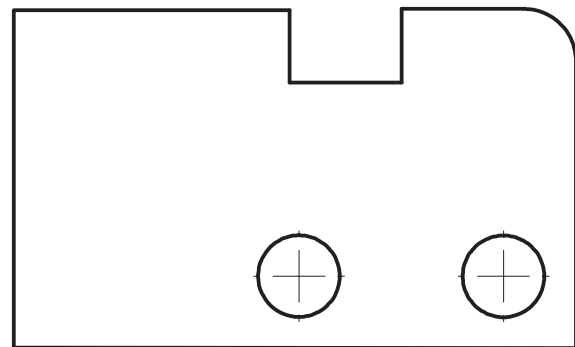


*Пластина*

*Варіант 3.*

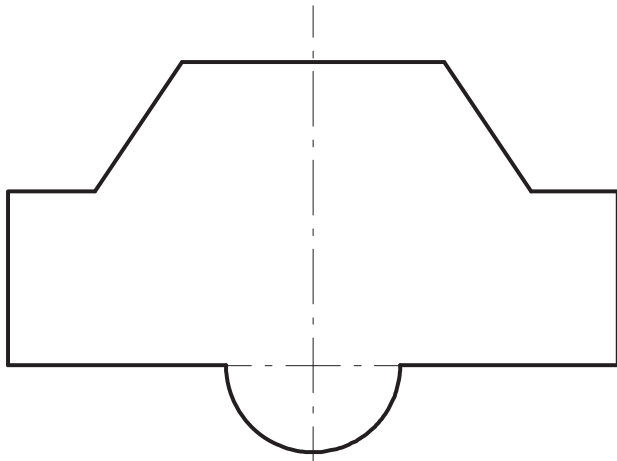


*Прокладка*

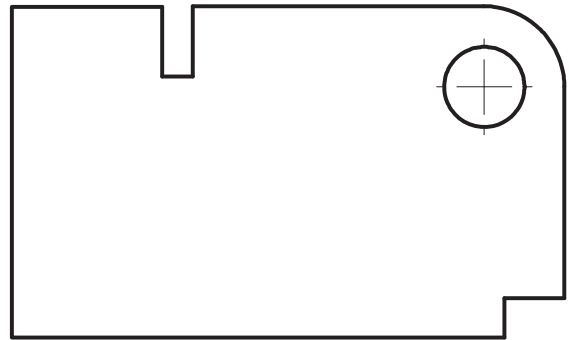


*Пластина*

*Варіант 4.*

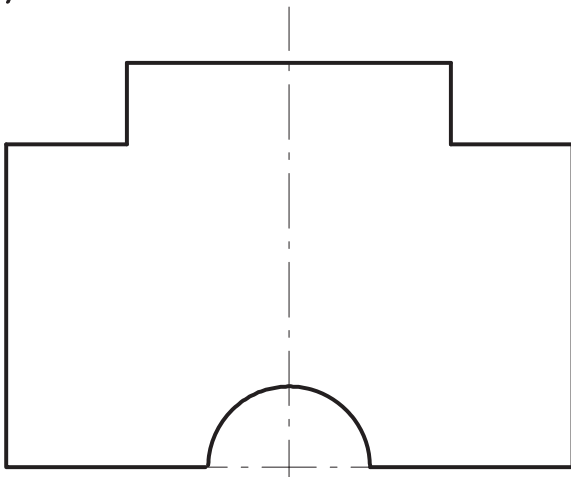


*Прокладка*

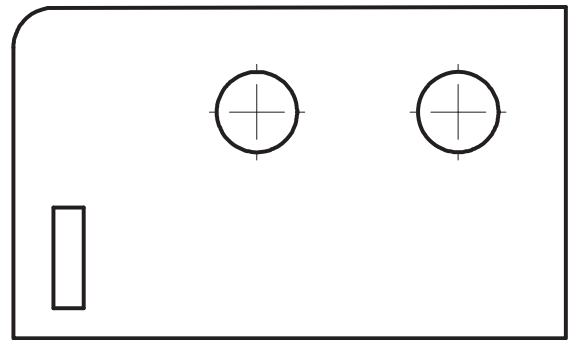


*Пластина*

*Варіант 5.*

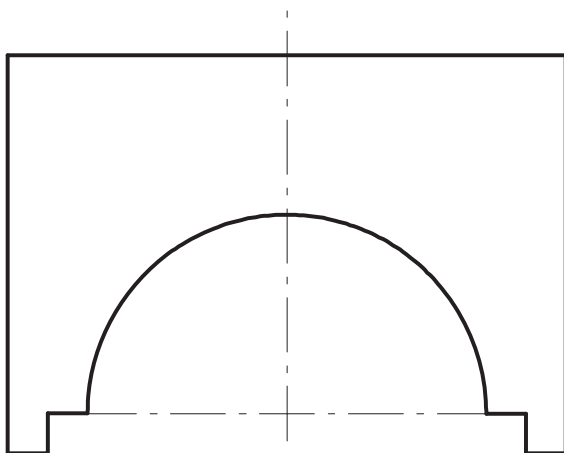


*Прокладка*

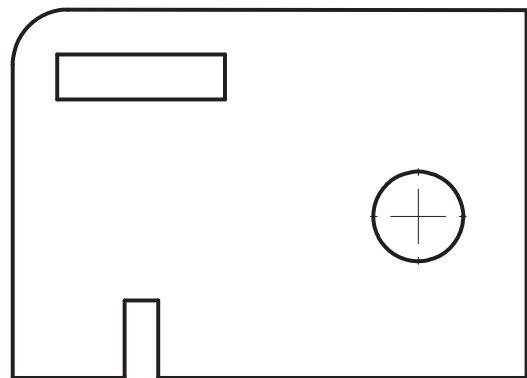


*Пластина*

*Варіант 6.*

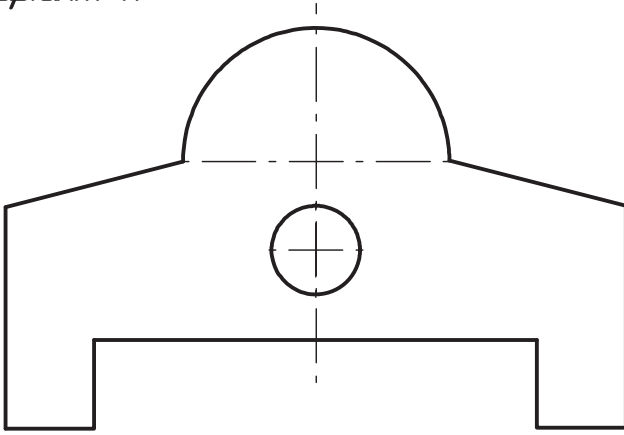


*Прокладка*

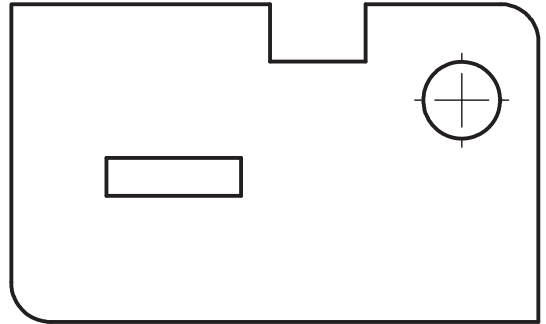


*Пластина*

*Варіант 7.*

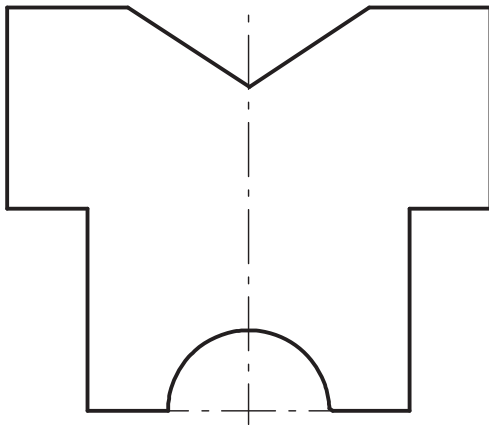


*Прокладка*

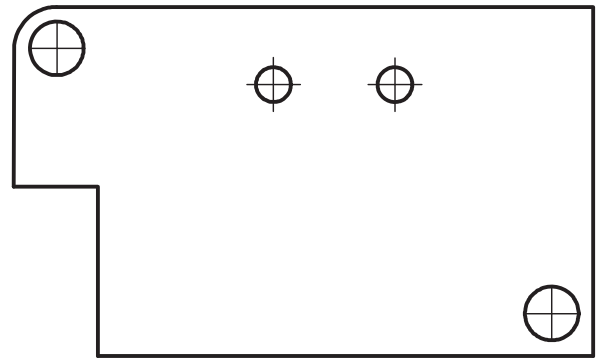


*Пластина*

*Варіант 8.*

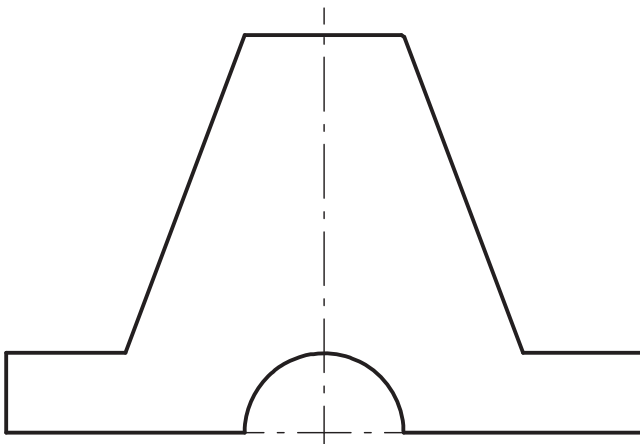


*Прокладка*

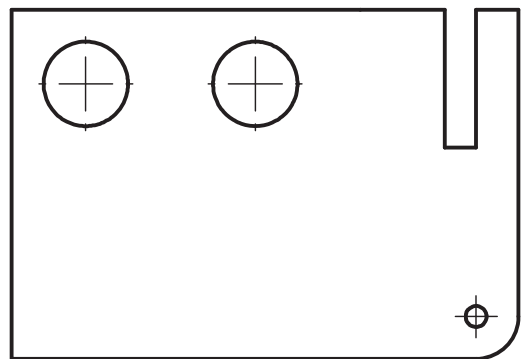


*Пластина*

*Варіант 9.*

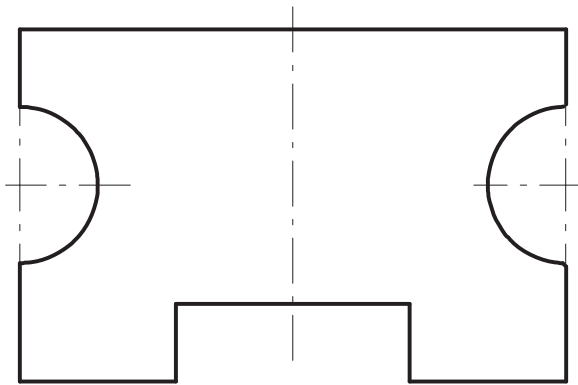


*Прокладка*

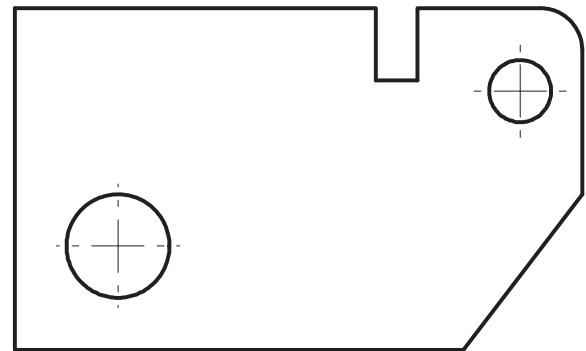


*Пластина*

*Варіант 10.*

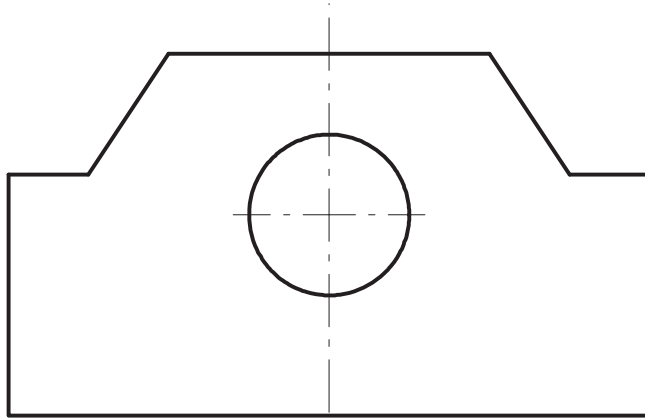


*Прокладка*

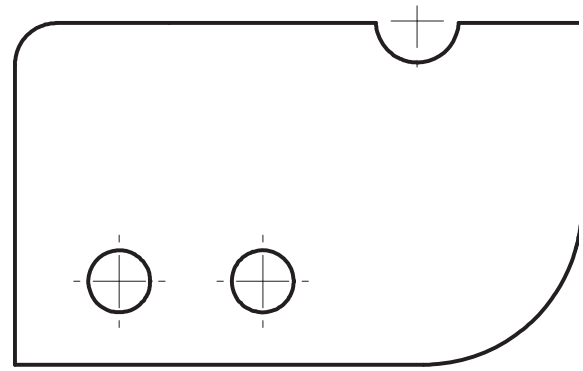


*Пластина*

*Варіант 11.*

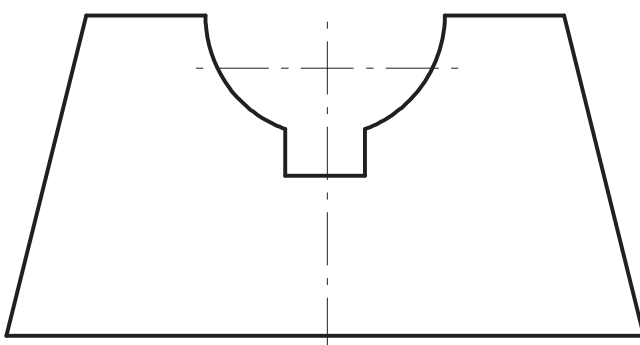


*Прокладка*

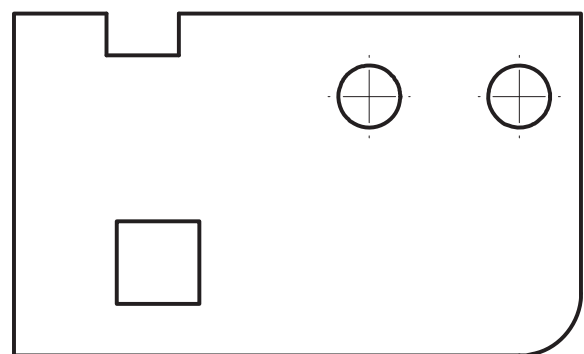


*Пластина*

*Варіант 12.*

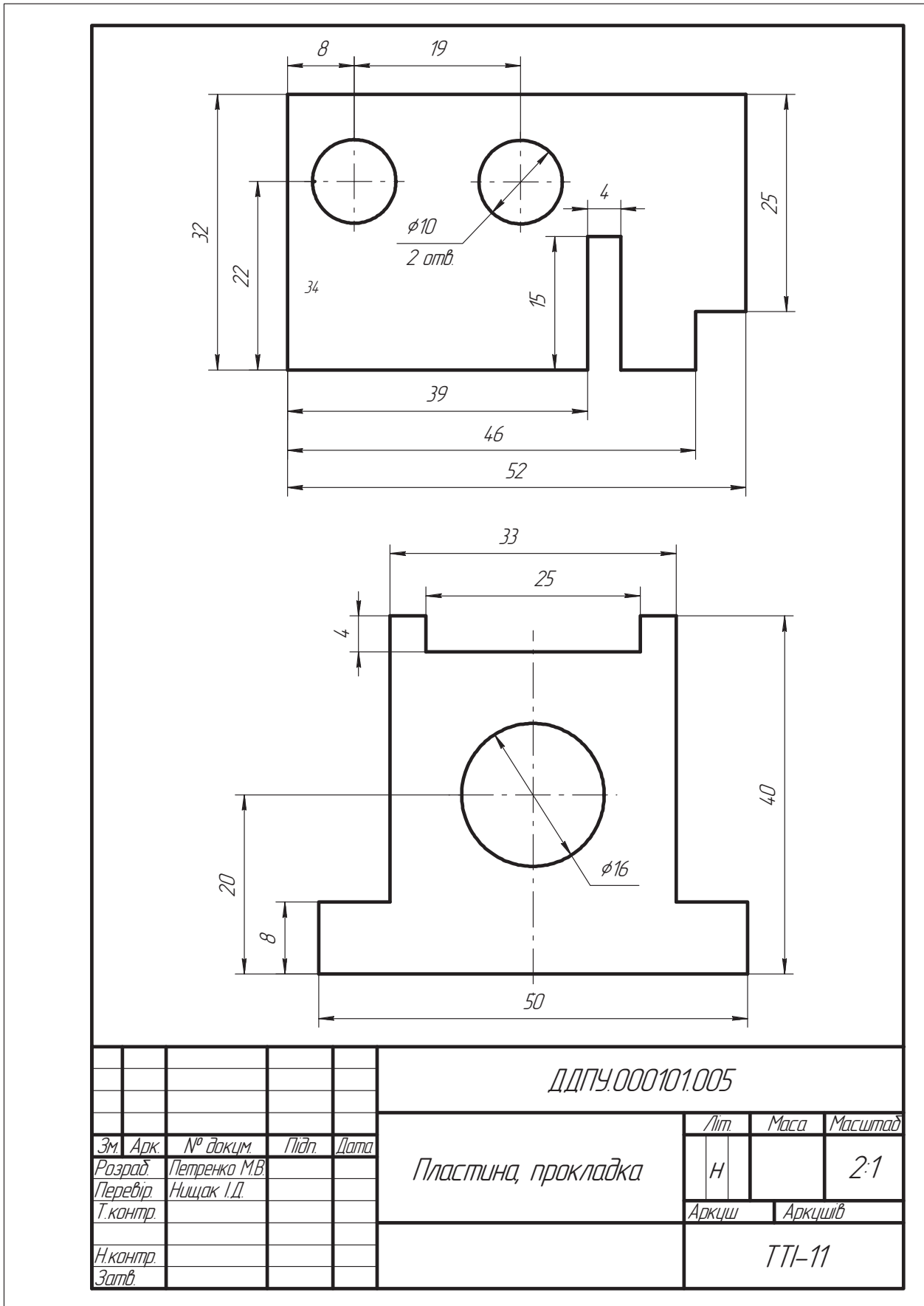


*Прокладка*



*Пластина*

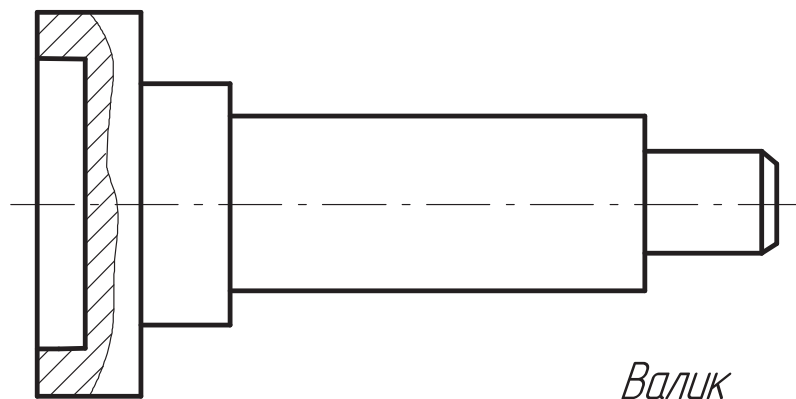
Приклад виконання завдання 1.5



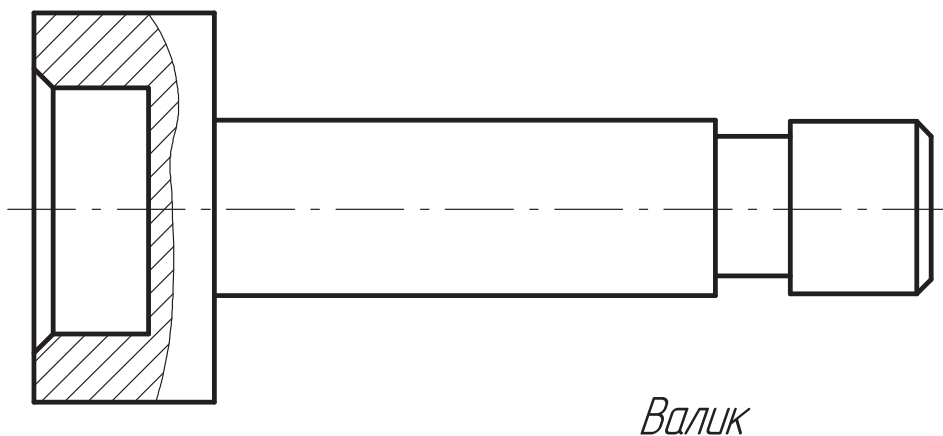
**Завдання 1.6. «Нанесення розмірів на валах»**

Виконати креслення вала, нанести розміри (масштаб 2:1, формат А4, дійсні розміри вимірювати з креслення).

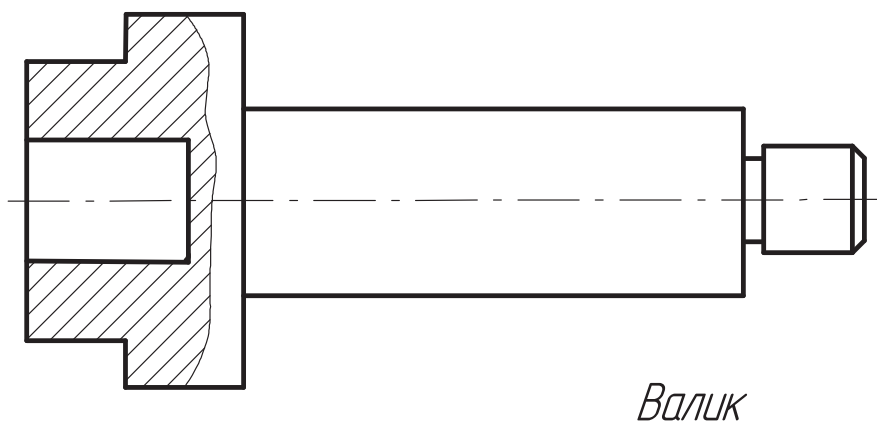
*Варіант 1.*



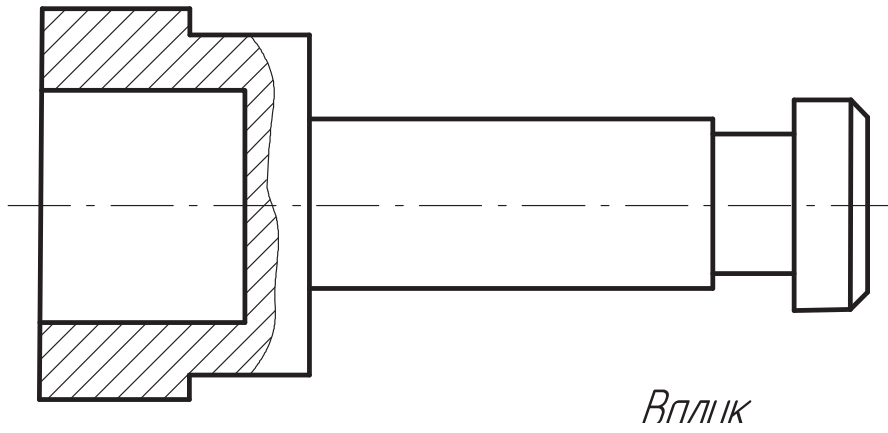
*Варіант 2.*



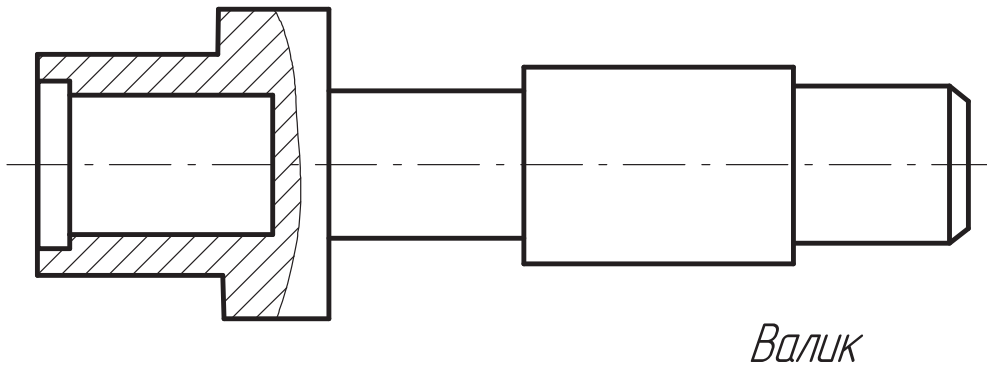
*Варіант 3.*



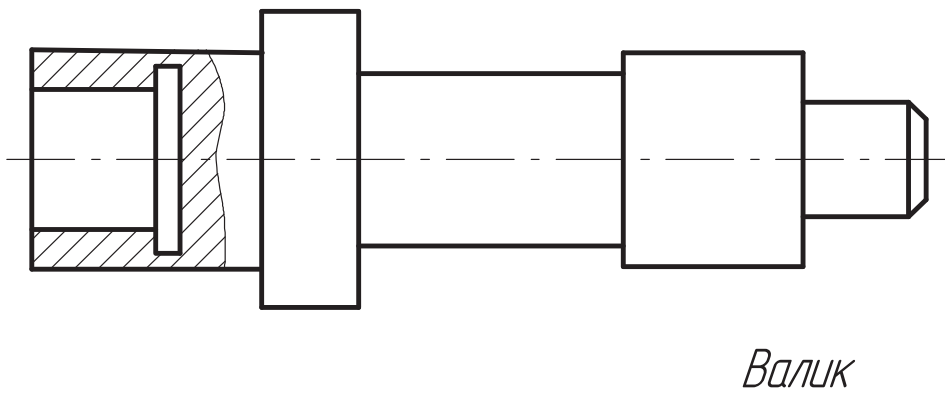
*Варіант 4.*



*Варіант 5.*

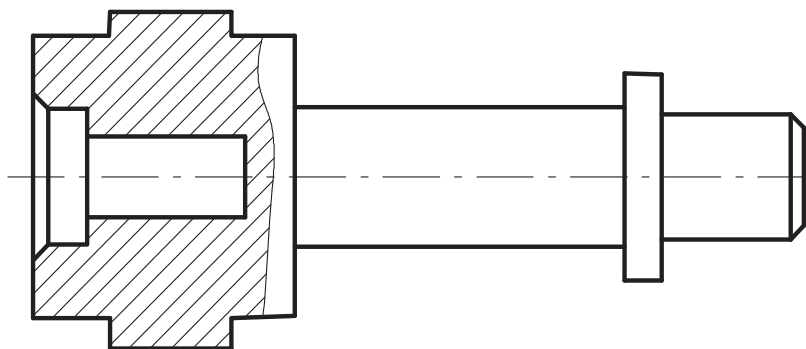


*Варіант 6.*



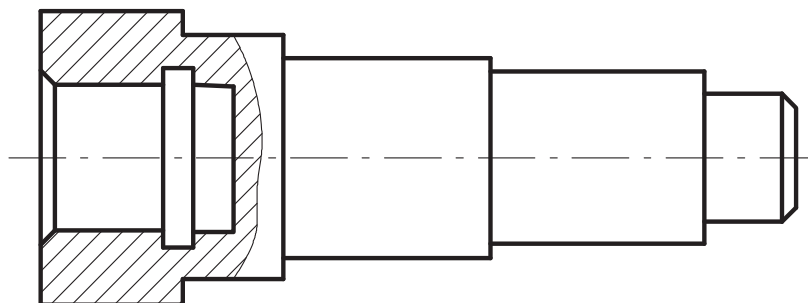


*Варіант 7.*



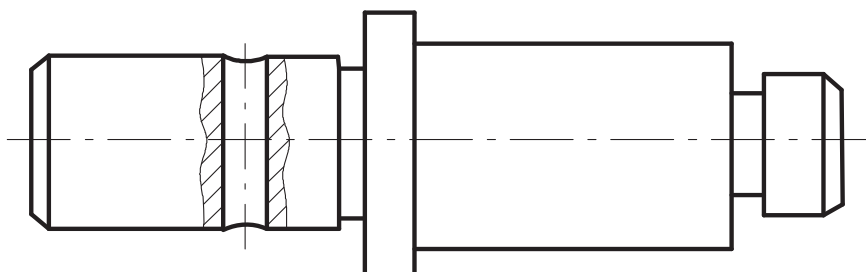
*Валик*

*Варіант 8.*



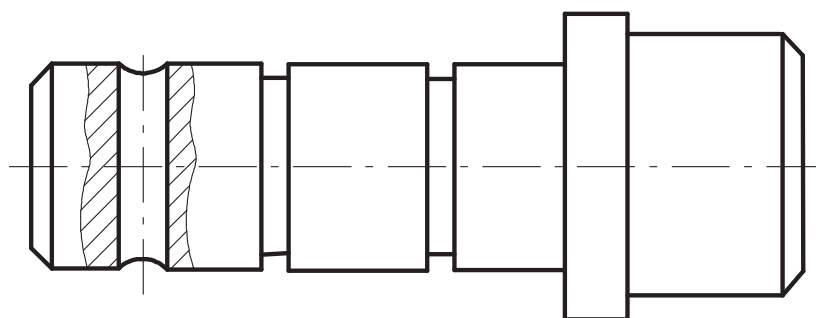
*Валик*

*Варіант 9.*



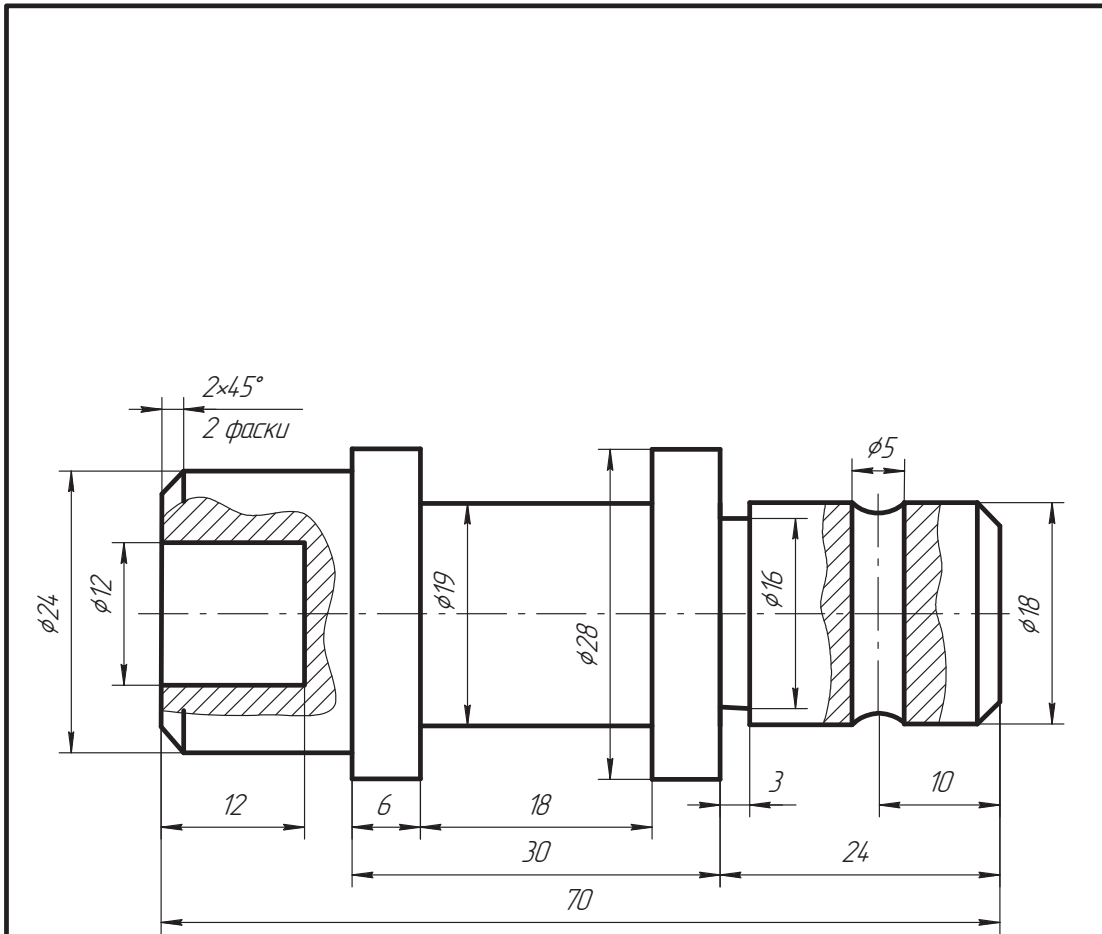
*Валик*

*Варіант 10.*



*Валик*

Приклад виконання завдання 1.6



					ДДПУ.000101.006			
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Валик	Лит.	Маса	Масштаб
Розраб.		Петренко М.В.				Н		2:1
Перевір.		Нищак І.Д.				Аркцш	Аркцшів	
Т.контр.								
Н.контр.					ТТ-11			
Затв.								

## 1.8. Основні геометричні побудови: поділ відрізків, кутів, кіл

Під час виконання креслень деталей або в процесі розмічання нерідко доводиться вдаватися до геометричних побудов.

Під *геометричними побудовами* розуміють елементарні побудови на площині, в основі яких лежать певні геометричні закони. До геометричних побудов належать: ділення відрізків, кутів, побудова взаємно перпендикулярних і паралельних прямих, правильних багатокутників тощо.

**Ділення відрізка  $AB$  на дві рівні частини** (рис. 1.17, *a*). Із точок  $A$  і  $B$  як із центрів радіусом  $R$ , більшим за половину відрізка  $AB$ , проводять дуги до взаємного перетину в точках  $M$  і  $N$ . Пряма  $MN$  ділить відрізок  $AB$  навпіл. Так само частина  $BC$  поділена ще на дві рівні частини.

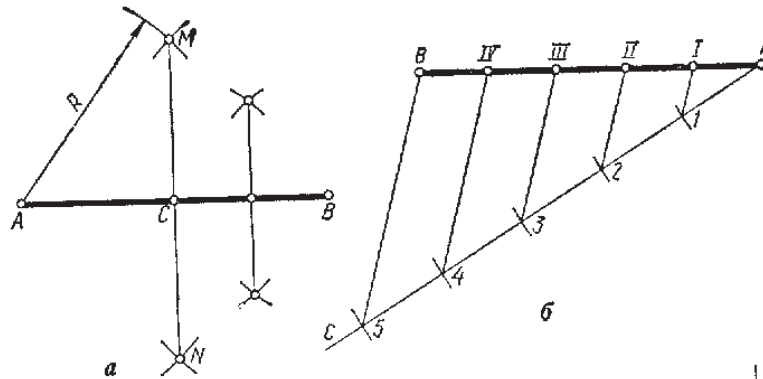


Рис. 1.17

**Ділення відрізка  $AB$  на довільну кількість рівних частин** (рис. 1.17, *б*). Щоб відрізок  $AB$  графічно поділити на п'ять рівних частин, із крайньої точки  $A$  під довільним кутом до  $AB$  проводять допоміжну пряму  $AC$  і на ній відкладають п'ять рівних частин довільної довжини. Крайню точку 5 сполучають з точкою  $B$  і за допомогою косинця та лінійки через точки поділу проводять прямі, паралельні  $B5$ . Знайдені точки  $I, II, III, IV$  ділять відрізок  $AB$  на п'ять рівних частин.

**Ділення кута на дві рівні частини** (рис. 1.18, *a*). З вершини  $B$  кута довільним радіусом  $R$  проводять дугу, яка перетинає сторони кута в точках  $M$  і  $N$ . Із знайдених точок як із центрів роблять дві засічки радіусом, більшим від половини відстані між точками  $M$  і  $N$ . Пряма  $BE$  поділяє кут  $ABC$  на дві рівні частини, тобто є бісектрисою цього кута.

**Ділення прямого кута на три рівні частини** (рис. 1.18, *б*). Довільним радіусом  $R$  з вершини  $B$  прямого кута проводять дугу. Із знайдених точок  $M$  і  $N$

тим самим радіусом проводять дуги до перетину з дугою  $MN$  у точках  $E$  і  $F$ . Прямі  $BE$  і  $BF$  ділять прямий кут на три рівні частини.

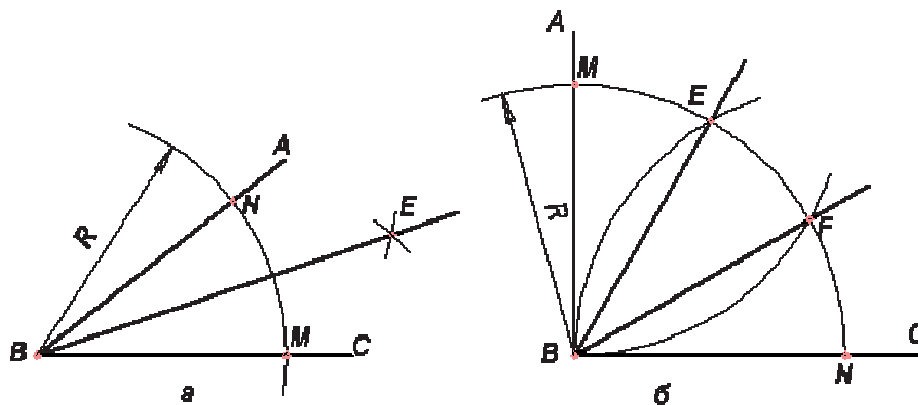


Рис. 1.18

**Ділення кола на чотири рівні частини** (рис. 1.19, а). Два взаємно перпендикулярних діаметри ділять коло на чотири рівні частини. Сполучивши точки поділу, дістають описаний квадрат.

**Ділення кола на вісім рівних частин** (рис. 1.19, б). Дуги кола між точками  $A$  і  $C$ ,  $B$  і  $C$  ділять навпіл за допомогою циркуля або транспортира. Знайдені точки сполучають прямими з центром кола і продовжують прямі до перетину з протилежною частиною кола. Коло поділиться па вісім рівних частин. Сполучивши точки поділу, дістають правильний восьмикутник.

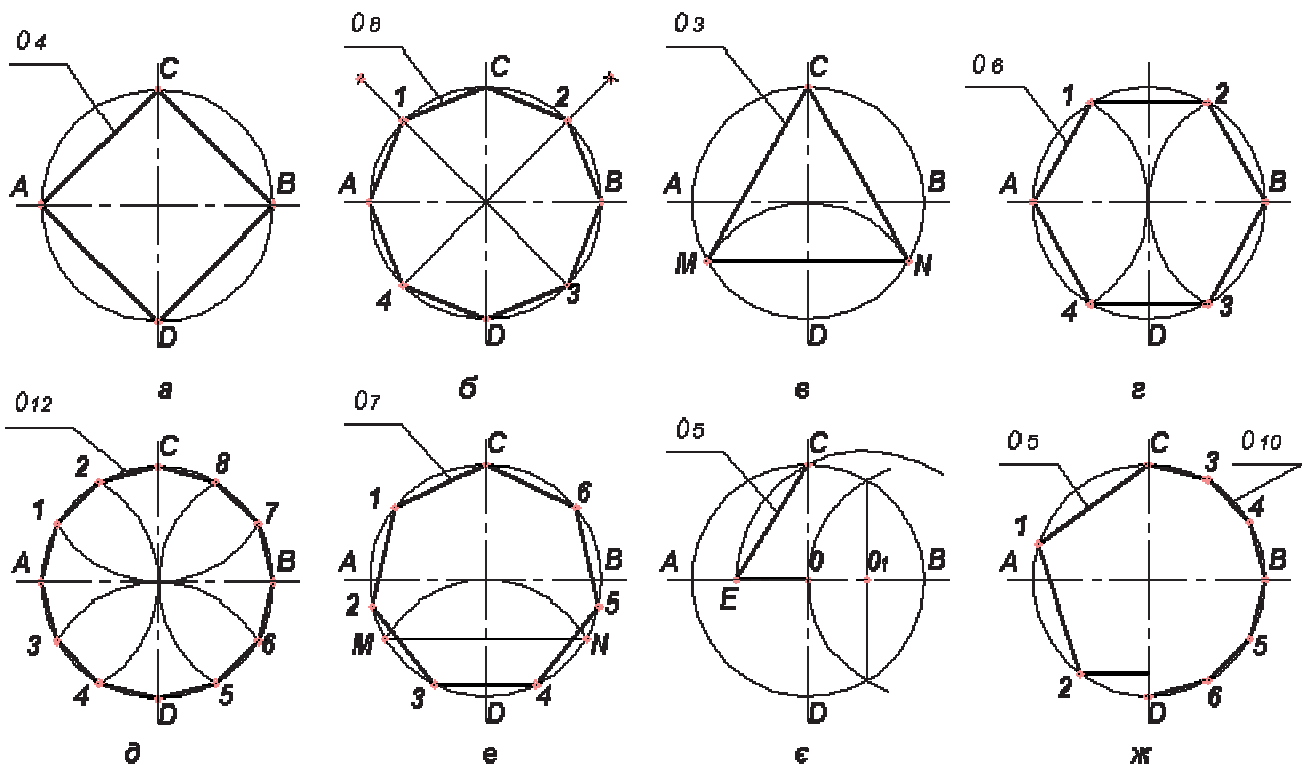


Рис. 1.19

**Ділення кола на три рівні частини** (рис. 1.19, в). З кінця  $D$  вертикального діаметра як із центра радіусом кола  $R$  проводять дугу, яка засікає коло в точках  $M$  і  $N$ . Сполучивши точки  $M$ ,  $N$  і  $C$ , дістають правильний вписаний трикутник.

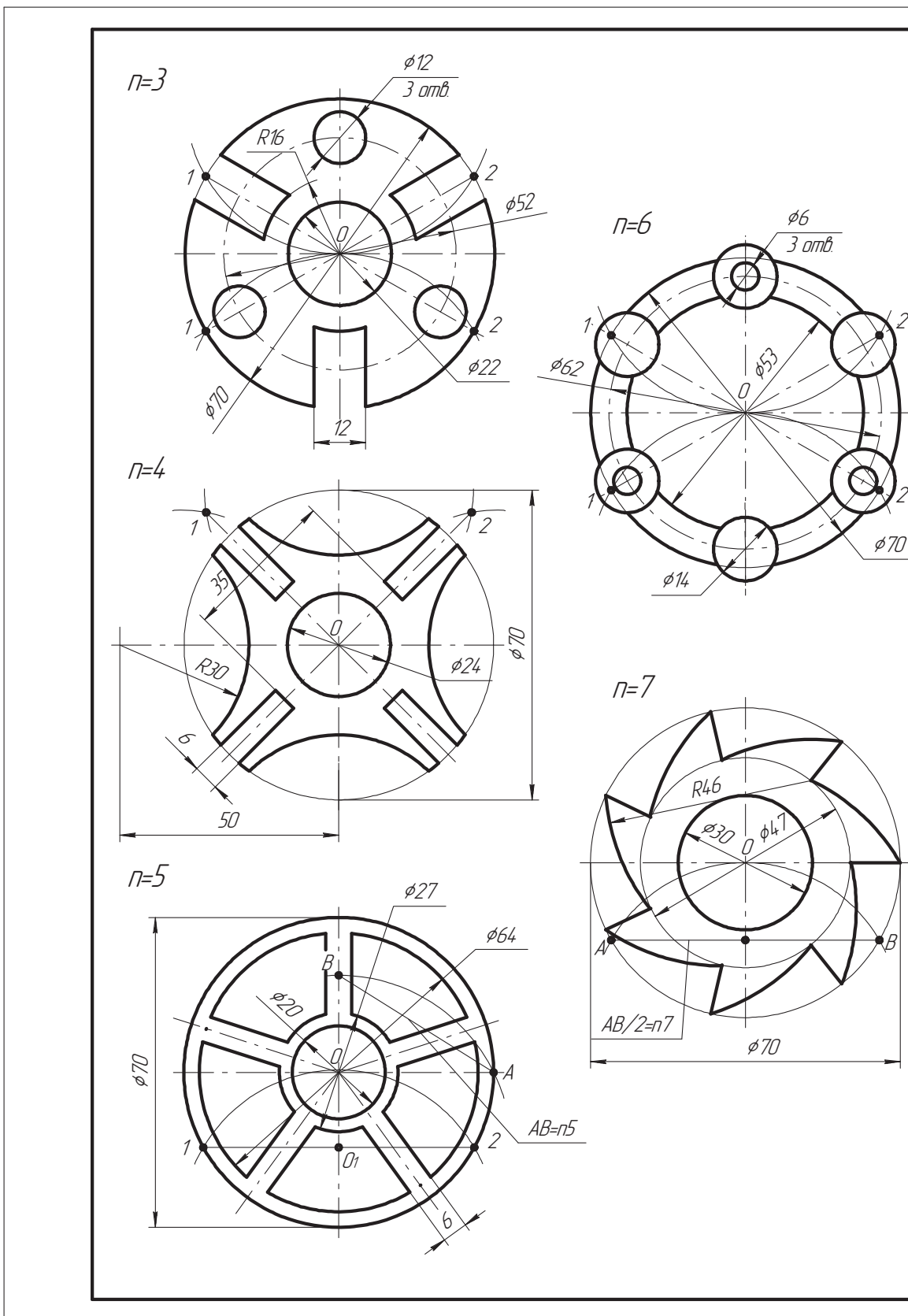
**Ділення кола на шість рівних частин** (рис. 1.19, г). З кінців  $A$ ,  $B$  горизонтального діаметра радіусом кола проводять дуги, які засікають коло в точках  $1$ ,  $2$ ,  $3$  і  $4$ . Сполучивши точки  $A$ ,  $1$ ,  $2$ ,  $B$ ,  $4$ ,  $3$ , дістають правильний вписаний шестикутник.

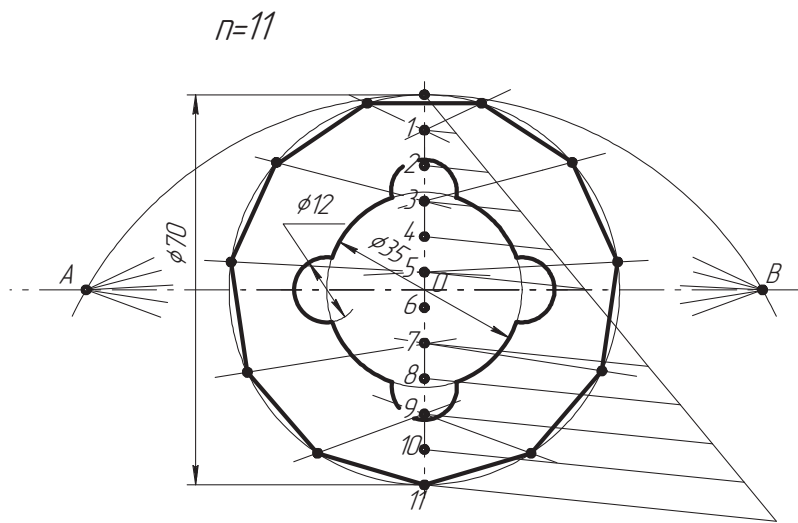
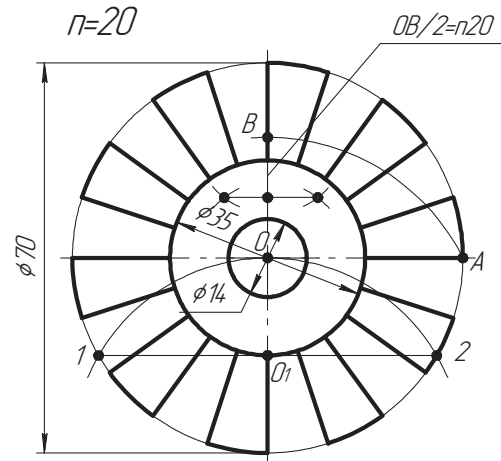
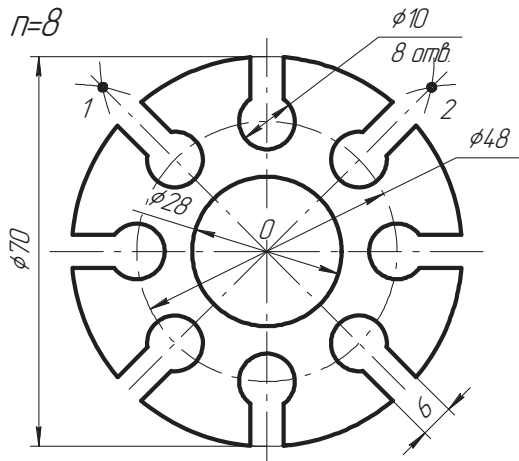
**Ділення кола на сім рівних частин** (рис. 1.19, е). Поділивши коло на три рівні частини, дістанемо хорду  $MN$  – сторону правильного вписаного трикутника. Половина цієї хорди з достатнім наближенням дорівнює стороні правильного вписаного семикутника.

**Ділення кола на п'ять або десять рівних частин** (рис. 1.19, є, ж). Горизонтальний радіус  $OB$  кола ділять на дві рівні частини і, беручи знайдену точку  $O_1$  за центр, проводять дугу радіусом, що дорівнює відрізку  $O_1C$ . Ця дуга перетинає горизонтальний діаметр у точці  $E$ . Відрізок  $CE$  і є стороною вписаного п'ятикутника, а відрізок  $OE$  приблизно дорівнює стороні вписаного десятикутника.

### Завдання 1.7. «Геометричні побудови. Поділ кіл»

Виконати креслення деталей, нанести розміри. Лінії побудови залишити (масштаб 1:1, формат А3).





					ДДПУ.000101.007			
Эм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Поділ кіл	Літ.	Маса	Масштаб
Розрад.		Петренко М.В.				Н		1:1
Перевір.		Нищак І.Д.				Аркциш	Аркциш	
Т.контр.						ТТІ-11		
Н.контр.								
Затв.								

## 1.9. Спряження

При виконанні креслень різних предметів часто доводиться плавно сполучати між собою різні лінії (прямі з дугами кіл, дугу одного кола з дугами інших кіл тощо).

Плавний перехід від однієї лінії до іншої, виконаний за допомогою проміжної лінії, називається *спряженням*.

Основні типи спряження відомі з геометрії. Пряма, дотична до кола, утворює прямий кут з радіусом, проведеним у точку дотику (рис. 1.20, а). Геометричними місцями центрів кіл, дотичних до даної прямої  $AB$ , є прямі  $MN$  і  $PQ$ , паралельні  $AB$  і віддалені від неї на величину радіуса кола. Будь-яка точка цих прямих є центром кола, дотичного до  $AB$ . Точка дотику  $K$  є основою перпендикуляра, опущеного з центра  $O_3$  на пряму  $AB$  (рис. 1.20, б).

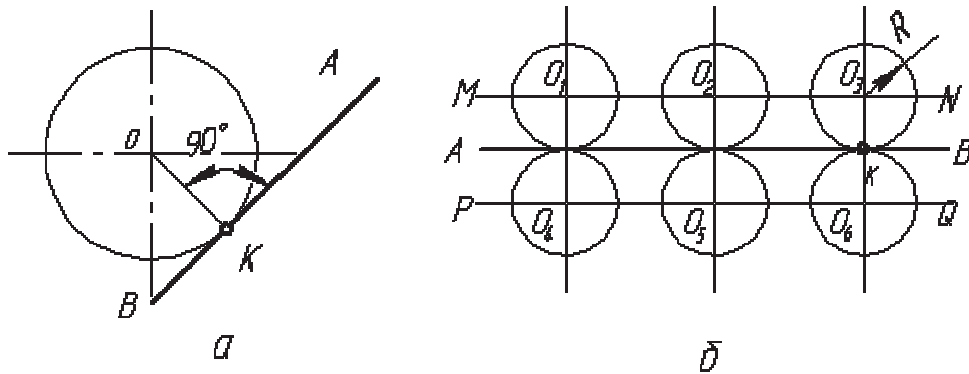


Рис. 1.20

Основні елементи спряження (рис. 1.21) – це радіус дуги спряження  $R$ , центр спряження  $O$ , точки спряження, або точки переходу  $A$  і  $B$ . У технічному кресленні при побудові спряжень найчастіше задають радіус дуги спряження  $R$ , а інші елементи визначають у процесі побудови.

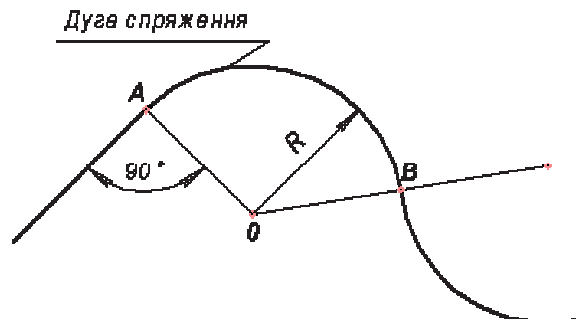


Рис. 1.21

**Побудова дотичної до кола і до двох кіл.** Побудова дотичної до кола в точці  $A$ , що лежить на колі (рис. 1.22, а). Через центр кола і точку  $A$  проводять пряму, до якої в точці  $A$  ставлять перпендикуляр. Він і є шуканою дотичною.



**Побудова дотичної до кола, яка проходить через зовнішню точку  $A$**  (рис. 1.22, б). На відрізку  $AO$  як на діаметрі будують допоміжне коло з центром  $O_1$ . Перетин допоміжного кола з заданим дає точки дотику  $B$  і  $C$ . Прямі  $AB$  і  $AC$  є шуканими дотичними, бо кут  $ACO$  прямий як вписаний, що спирається на діаметр  $AO$ .

У практиці креслення часто бувають випадки побудови дотичної до двох кіл. Відносно них дотична може бути зовнішньою, якщо обидва кола лежать по один бік від неї, або внутрішньою, якщо кола розташовані по різні боки.

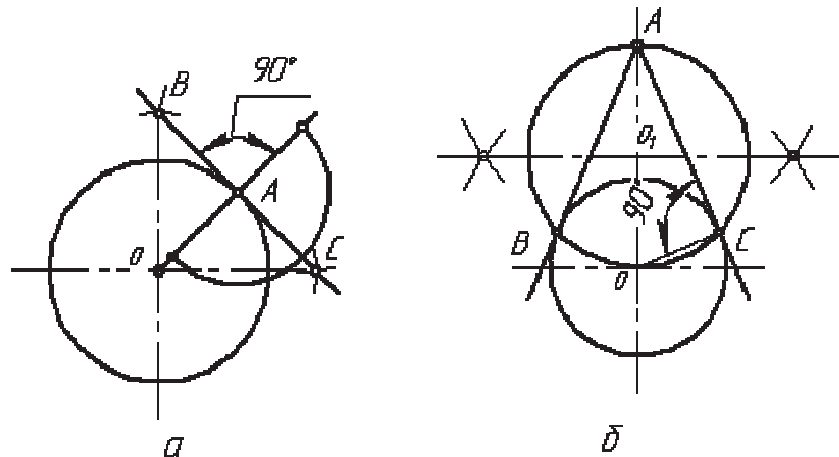


Рис. 1.22

**Побудова зовнішньої дотичної до двох кіл радіусів  $R_1$  і  $R_2$**  (рис. 1.23, а, б). З центра  $O_1$  проводять допоміжне коло радіусом  $R_1 - R_2$ . З точки  $O$  (середини відрізка  $O_1O_2$ ) як із центра проводять допоміжне коло радіусом  $OO_1$ . Ці кола перетинаються в точках  $A$  і  $B$ . Прямі  $O_1A$  і  $O_1B$  в перетині з колом радіуса  $R_1$  визначають точки дотику  $C$  і  $D$ . З центра  $O_2$  проводять прямі  $O_2E$  і  $O_2F$ , відповідно паралельні  $O_1C$  і  $O_1D$ . Прямі  $CE$  і  $DF$  – шукані зовнішні дотичні до двох кіл.

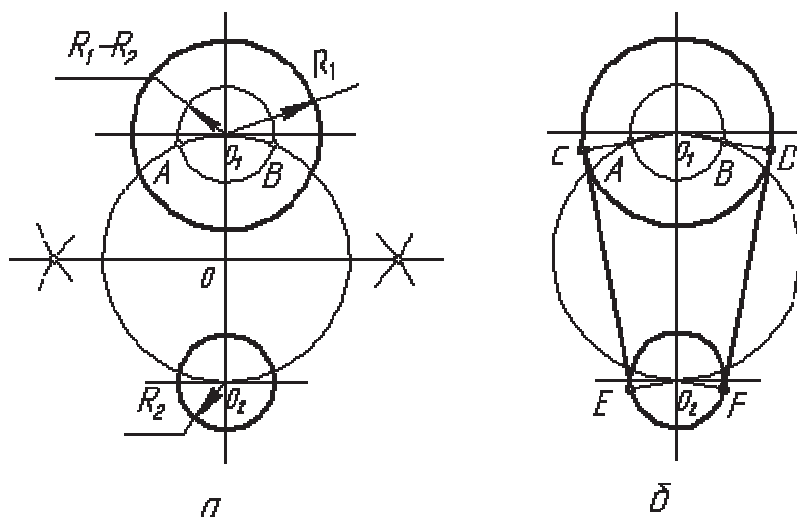


Рис. 1.23

### Спряження прямих дугою кола

Спряження сторін прямого, гострого або тупого кутів дугою радіуса  $R$  (заокруглення кутів) (рис. 1.24, *a* – *в*). Проводять дві допоміжні прямі, паралельні сторонам кута, на відстані радіуса спряження  $R$ . Ці прямі є геометричним місцем центрів кіл радіуса  $R$ , дотичних до сторін кута. Точка  $O$  перетину цих прямих є центром дуги спряження. Перпендикуляри, опущені з центра на задані прямі, визначають точки спряження  $A$  і  $B$ . Радіусом  $R$  проводять дугу спряження між точками  $A$  і  $B$ . Заокруглення прямого кута простіше виконати так, як показано на рис. 1.24, *a*. На рис. 1.24, *a* – *в* наведено і технічні деталі, де є розглянуті типи спряжень.

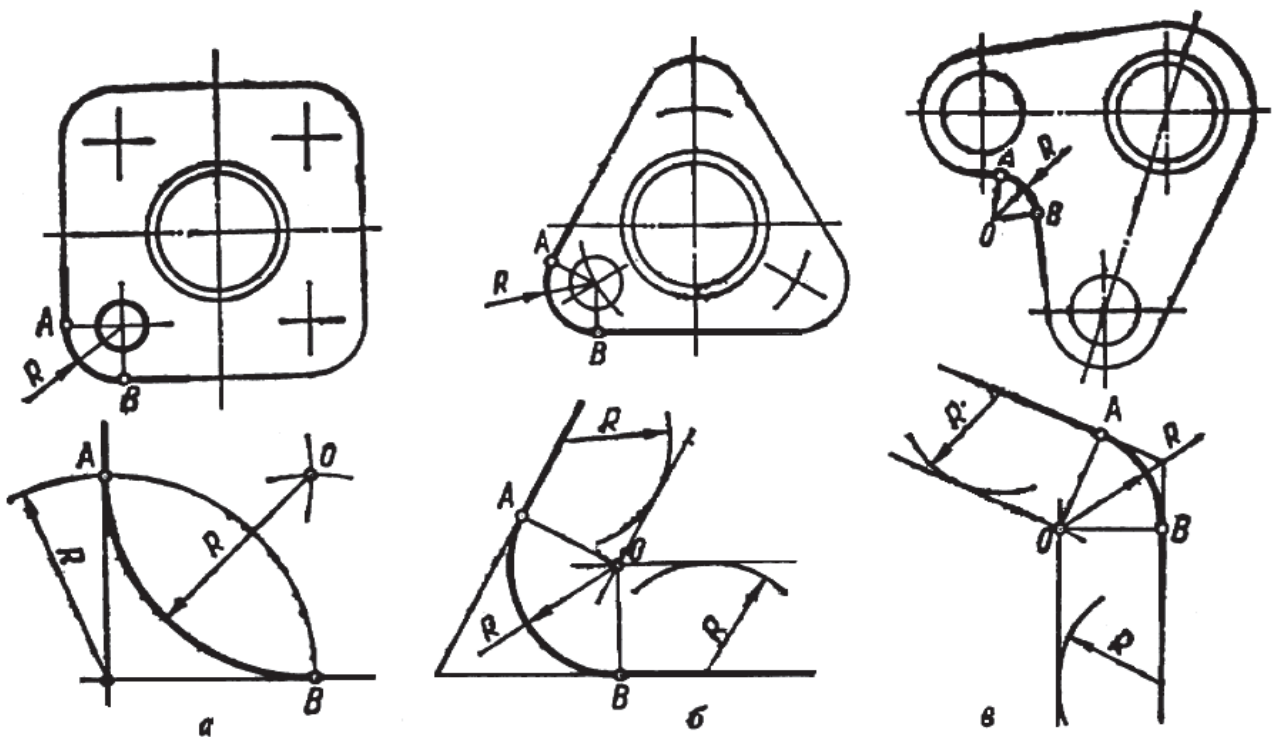


Рис. 1.24

Спряження двох прямих, що перетинаються, якщо задана точка спряження  $A$  на одній з прямих (рис. 1.25, *a*). Будують бісектрису кута між прямими, яка є геометричним місцем центрів дуг, що спрягають задані прямі. З точки  $A$  ставлять перпендикуляр до прямої; перетин його з бісектрисою дає центр спряження – точку  $O$ . Опустивши з точки  $O$  перпендикуляр на другу пряму, дістають другу точку спряження  $B$ . Радіусом  $OA$  проводять дугу кола між точками  $A$  і  $B$ .

Розгляньте і поясніть побудову спряження двох паралельних прямих, якщо задано точку спряження  $A$  (рис. 1.25, *б*).

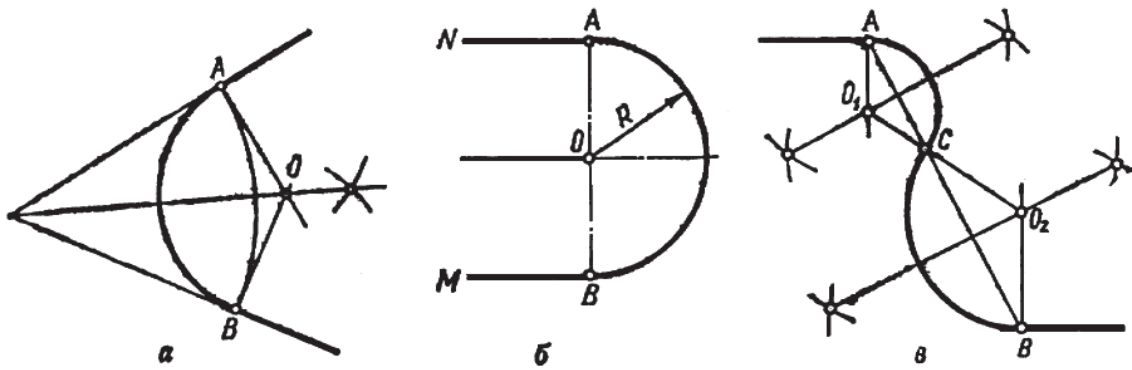


Рис. 1.25

Спряження паралельних прямих двома дугами, коли задано точки спряження  $A$ ,  $B$  і  $C$  (рис. 1.25, в). Проводять перпендикуляри до середин хорд  $AC$  і  $BC$ . Перетин цих перпендикулярів з перпендикулярами, поставленими з точок  $A$  і  $B$  до заданих прямих, дають центри спряження  $O_1$  і  $O_2$ . З цих центрів проводять дуги радіусами  $O_1A$  і  $O_2B$ .

**Спряження дуги з прямою.** Бувають два типи спряження дуги з прямою – зовнішнє і внутрішнє.

**Зовнішнє спряження** (рис. 1.26, а). На відстані, що дорівнює радіусу  $R$  дуги спряження, проводять пряму, паралельну  $BM$ . З центра кола  $O$  радіусом  $R_2+R$  проводять допоміжну дугу. Точка  $O_2$  перетину дуги з проведеною прямою і є центром спряження. Щоб дістати точку спряження  $A$ , сполучають центр спряження  $O_2$  з центром кола  $O$ , а щоб дістати точку спряження  $B$ , ставлять перпендикуляр з центра  $O_2$  до прямої, паралельної  $BM$ . З центра  $O_2$  радіусом  $R=O_2B$  проводять дугу спряження між точками  $A$  і  $B$ .

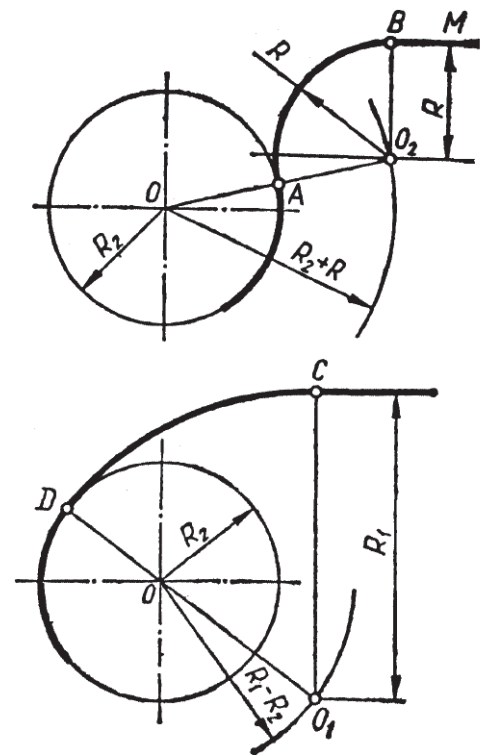


Рис. 1.26

**Внутрішнє спряження** (рис. 1.26, б). Роблять ті самі побудови з тією лише відмінністю, що допоміжну дугу проводять радіусом  $R_1-R_2$ . Точку спряження  $D$  знаходять на перетині лінії центрів  $O_1O$  з колом.

**Спряження дуг між собою.** Розрізняють три типи спряжень дуг кола між собою: зовнішнє, внутрішнє і мішане.

Зовнішнє спряження (рис. 1.27, а). Центр спряження  $O$  лежить у точці перетину двох допоміжних дуг радіусів  $R_1+R$  і  $R_2+R$ , проведених відповідно з центрів  $O_1$  і  $O_2$ . Точки спряження  $A$  і  $B$  визначають як точки перетину заданих дуг з прямими  $OO_1$  і  $OO_2$ .

Внутрішнє спряження (рис. 1.27, б). З центрів  $O_1$  і  $O_2$  проводять дві допоміжні дуги радіусами  $R-R_1$  і  $R-R_2$ , які в перетині дають центр спряження  $O$ . Прямі  $OO_1$  і  $OO_2$ , перетинаючи задані дуги, дають точки спряження  $A$  і  $B$ .

Мішане спряження (рис. 1.27, в). Центр спряження знаходять як точку перетину двох допоміжних дуг радіусів  $R+R_1$  і  $R-R_2$ , проведених відповідно з центрів  $O_1$  і  $O_2$  заданих дуг. Точки спряження  $A$  і  $B$  визначають, як і в попередніх випадках.

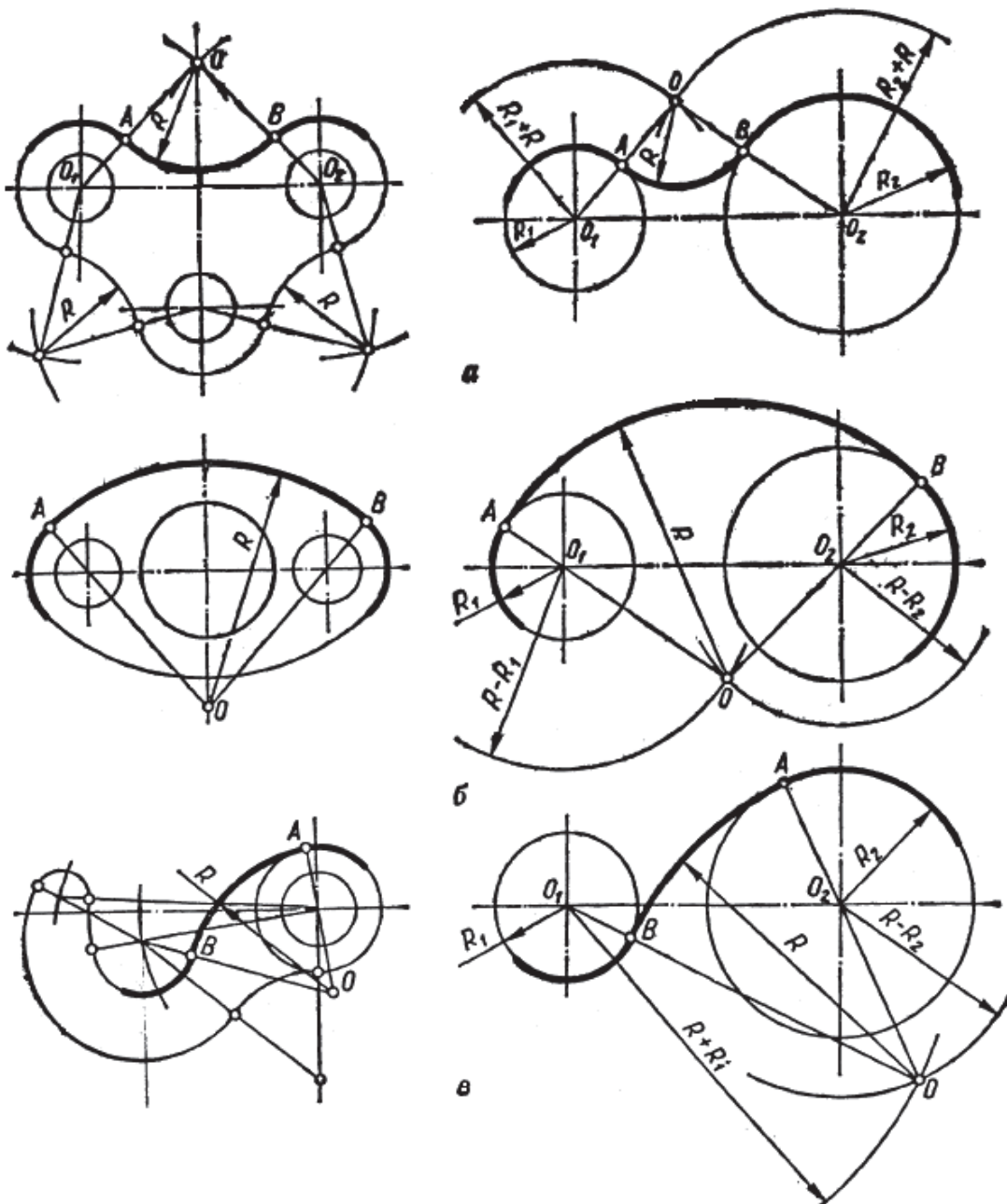
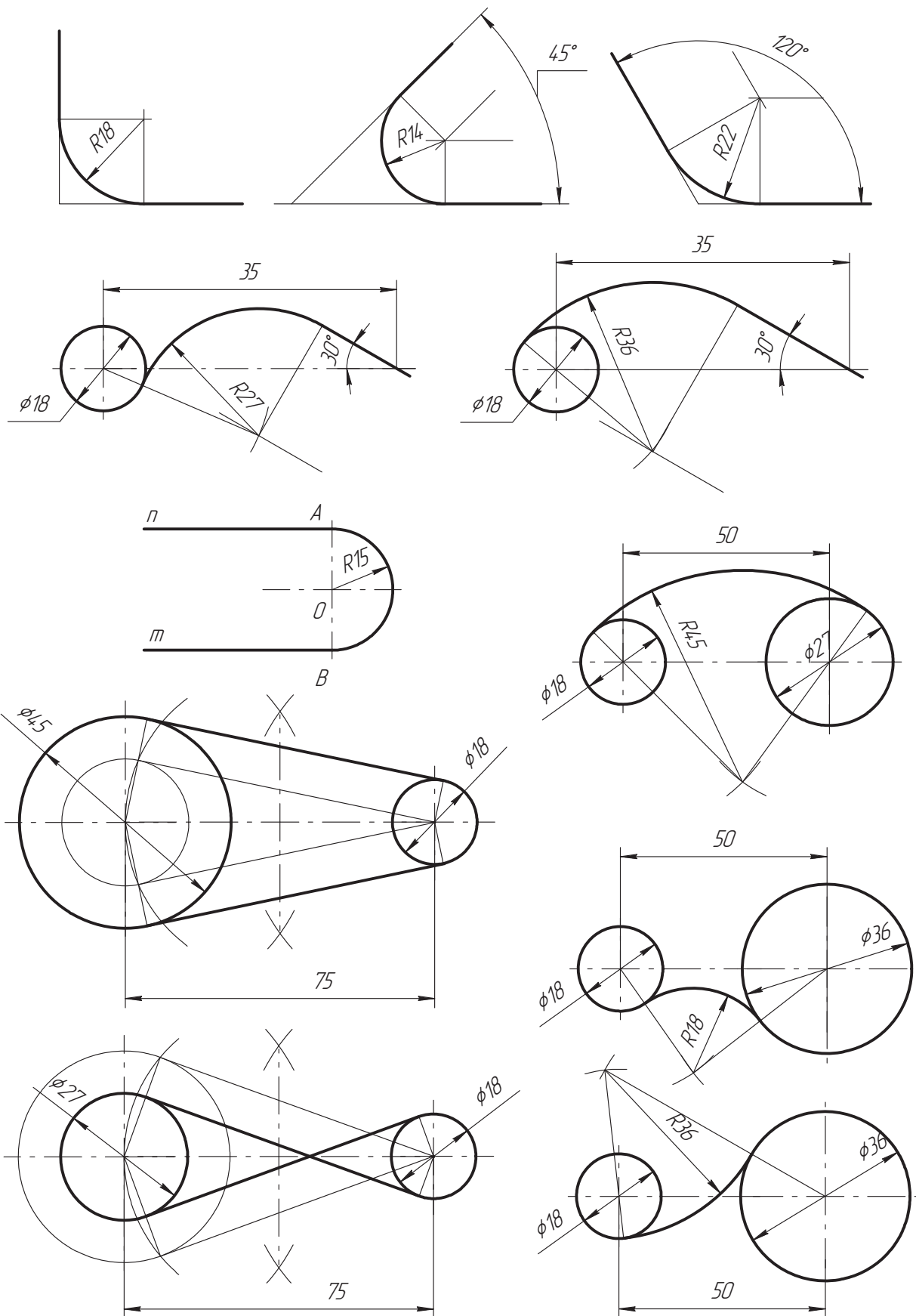


Рис. 1.27

### Завдання 1.8. «Виконання елементів спряження»

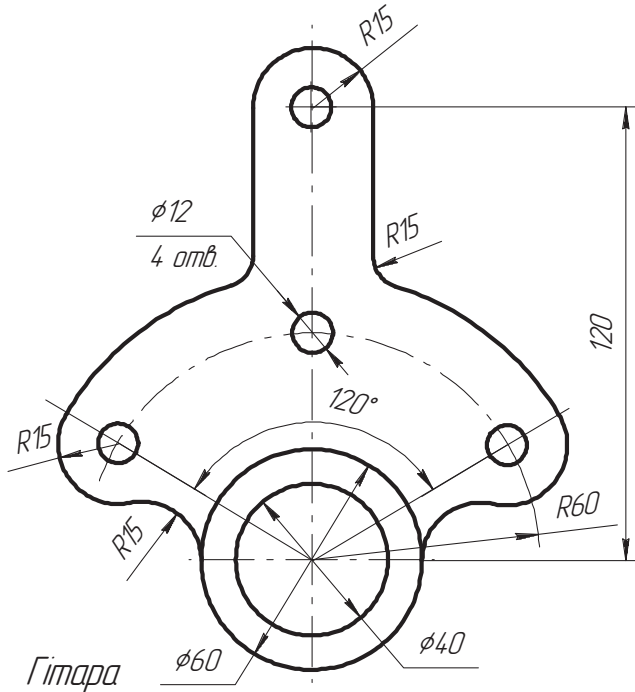
Виконати елементи спряження згідно вказаних розмірів. Лінії та точки побудови залишити. Нанести розміри (масштаб 1:1, формат А3).



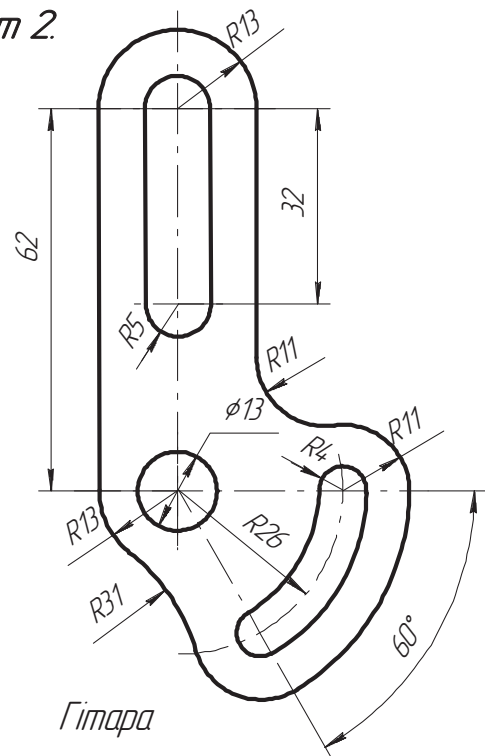
**Завдання 1.9. «Виконання креслень деталей з елементами спряження»**

Виконати креслення деталі, позначити центри і точки спряження, нанести розміри (масштаб 1:1, формат А4).

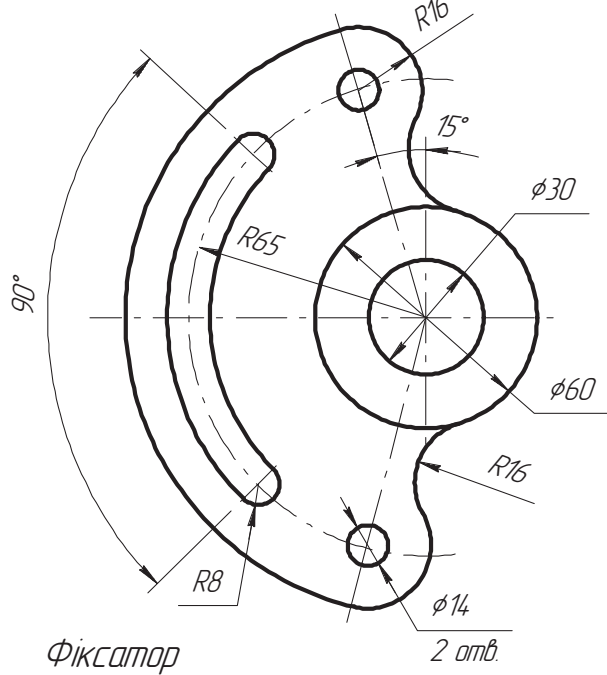
*Варіант 1.*



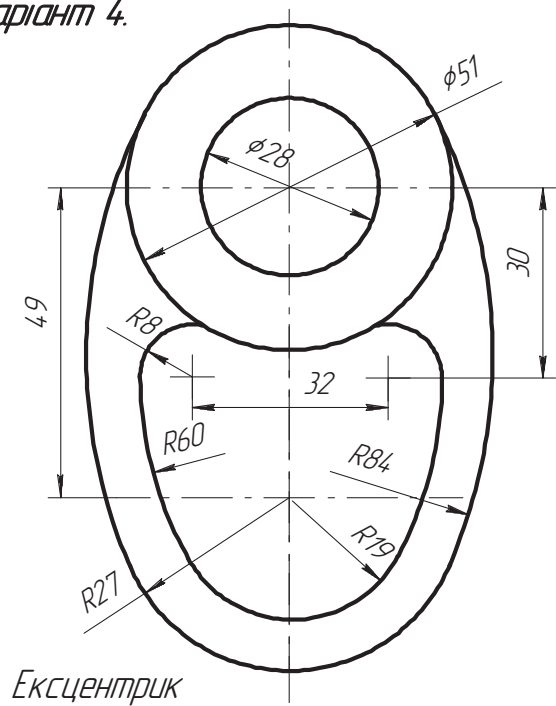
*Варіант 2.*



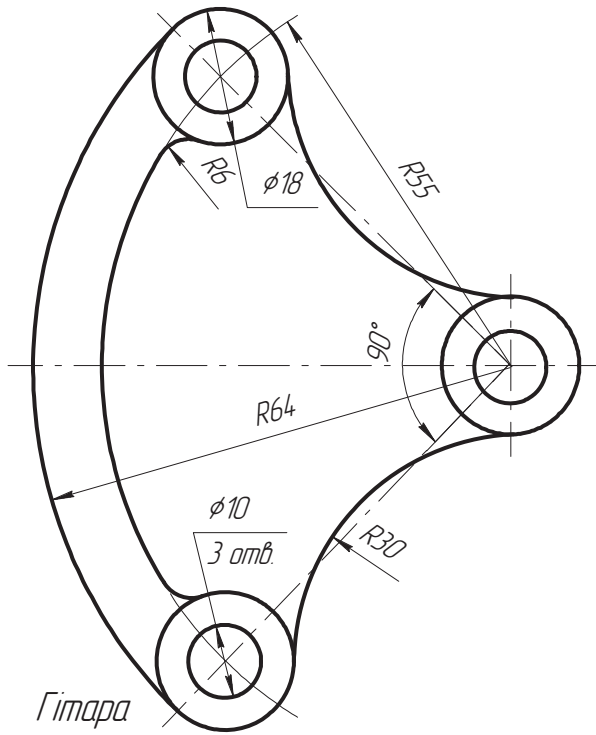
*Варіант 3.*



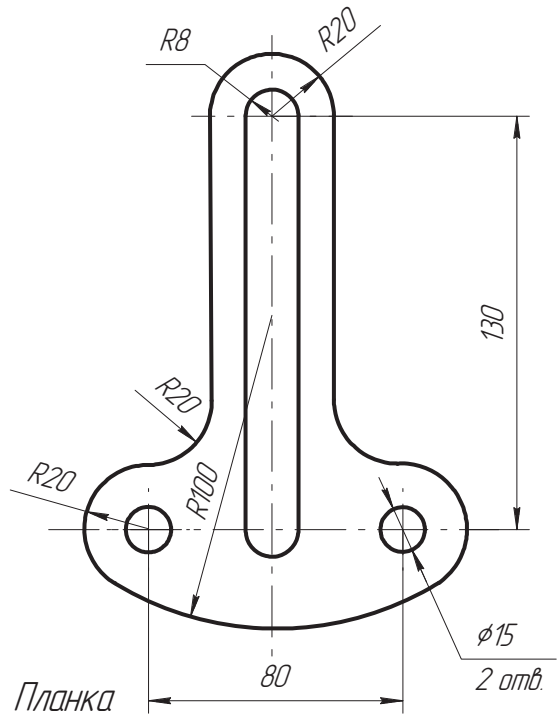
*Варіант 4.*



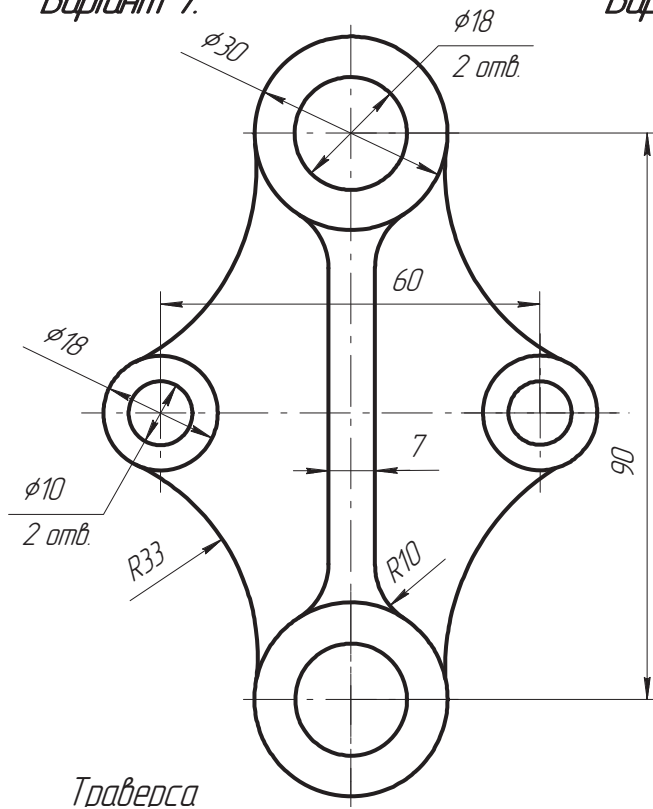
Варіант 5.



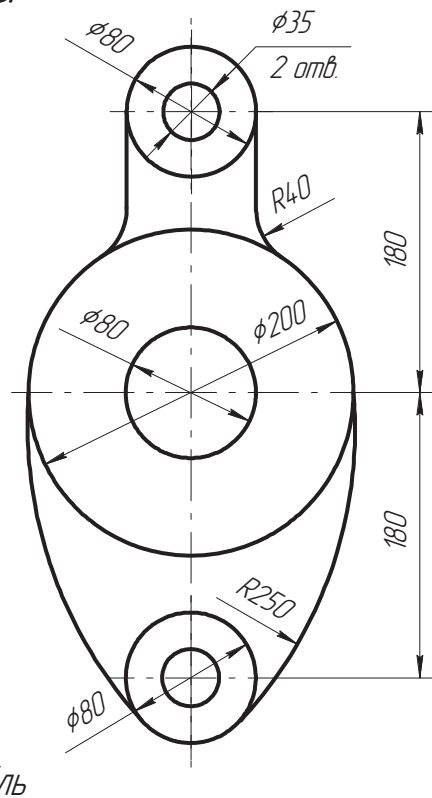
Варіант 6.



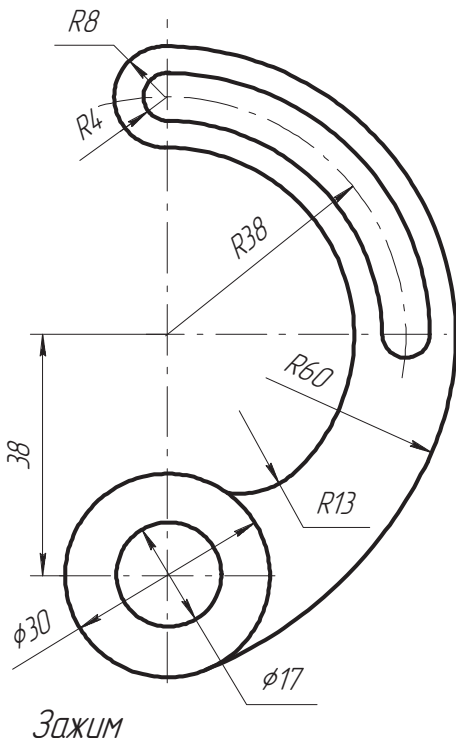
Варіант 7.



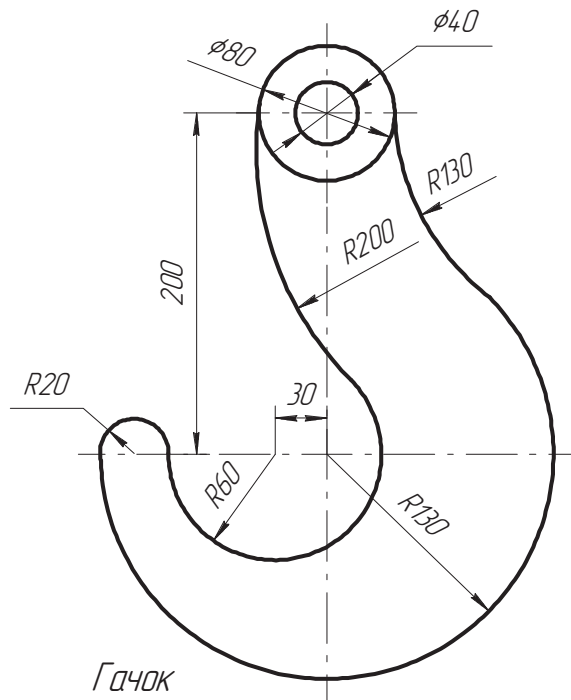
Варіант 8.



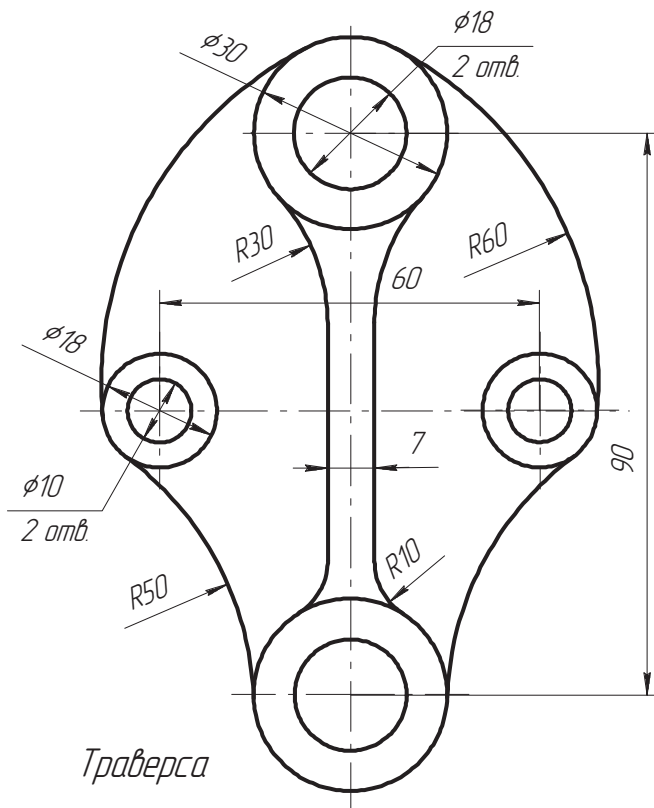
Вариант 9.



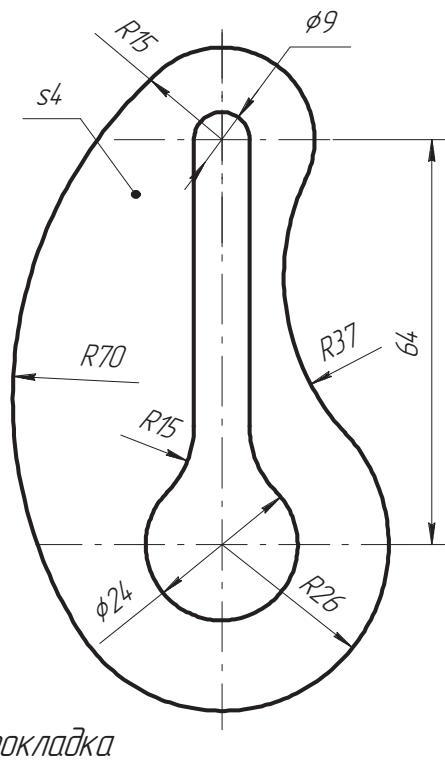
Вариант 10.



Вариант 11.

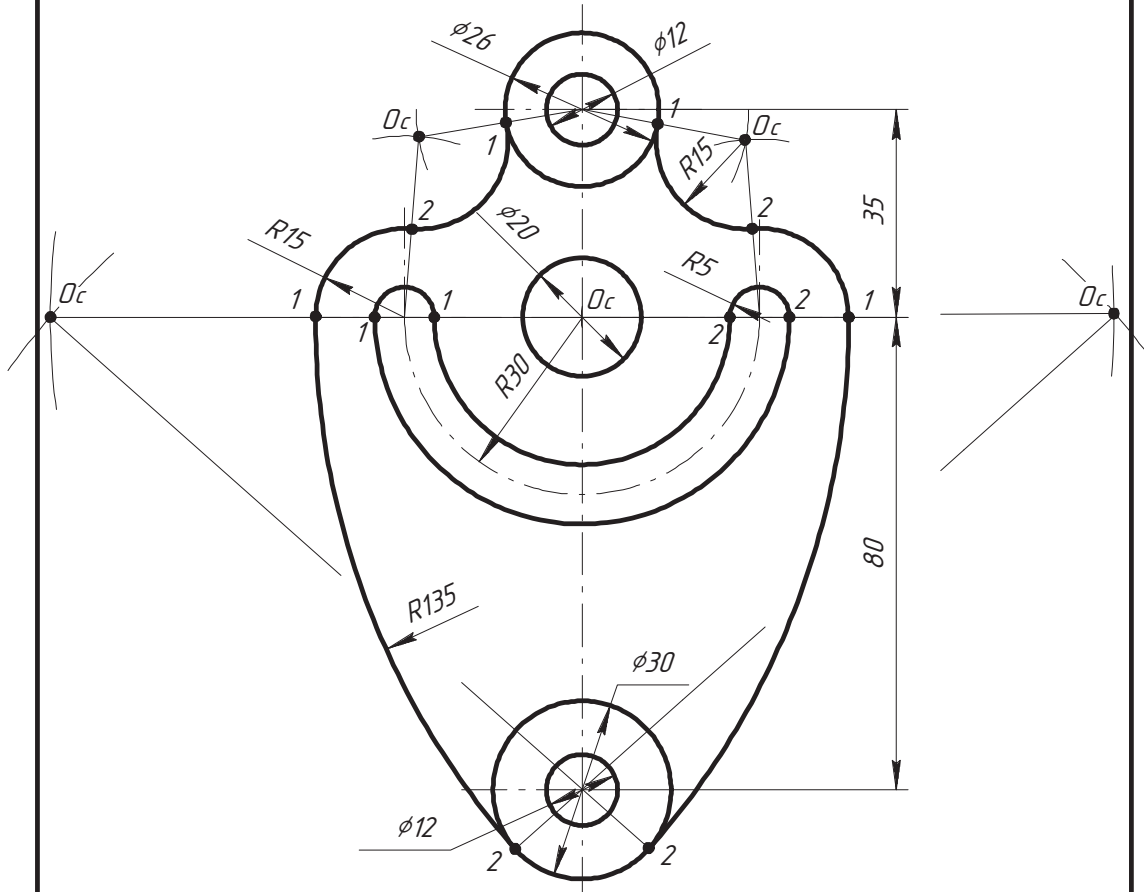


Вариант 12.





Приклад виконання завдання 1.9



					ДДПУ.000101.009		
					Траверса		
					Лім	Маса	Масштаб
							1:1
					Арқш		Арқшів
					ТТІ-11		
Зм.	Арқ.	№ док.м.	Підп.	Дата			
Розраб.		Петренко М.В.					
Перевір.		Нищак І.Д.					
Т.контр.							
Н.контр.							
Затв.							

## 2. ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ

### 2.1. Методи проєкціювання

Проекційне креслення вивчає способи побудови на площині зображень предметів, що мають три виміри. За цими зображеннями знаходять форму предмета, його величину, розташування окремих частин, положення у просторі та ін. Для побудови зображень предметів на площині користуються методом проєкціювання.

*Проекція – це зображення предмета, «відкинуте» на площину за допомогою променів. Спроекціювати предмет – це означає зобразити його на площині.*

Проекції поділяють на центральні і паралельні. Ідею центрального проєкціювання проілюстровано на рис. 2.1, а. Точка  $S$ , з якої виходять проєкціюючі промені, називається *центром проєкцій*. Площина  $\Pi_1$ , на яку проєкціюється предмет, називається *площиною проєкцій*. Площина  $\Pi_1$  і точка  $S$  становлять *апарат центральної проєкції*. Проєкційований трикутник  $ABC$  називається *оригіналом*, або *натурою*. Щоб спроекціювати трикутник, треба з центра проєкцій  $S$  через усі його вершини провести проєкціюючі промені до перетину з площиною проєкцій  $\Pi_1$ . Точки перетину  $A_1, B_1, C_1$  називаються *центральними проєкціями вершин  $A, B, C$  на площину  $\Pi_1$*  а трикутник  $A_1B_1C_1$  – *центральною проєкцією трикутника  $ABC$* . Центральні проєкції застосовують в архітектурно-будівельній справі, у малюванні та ін.

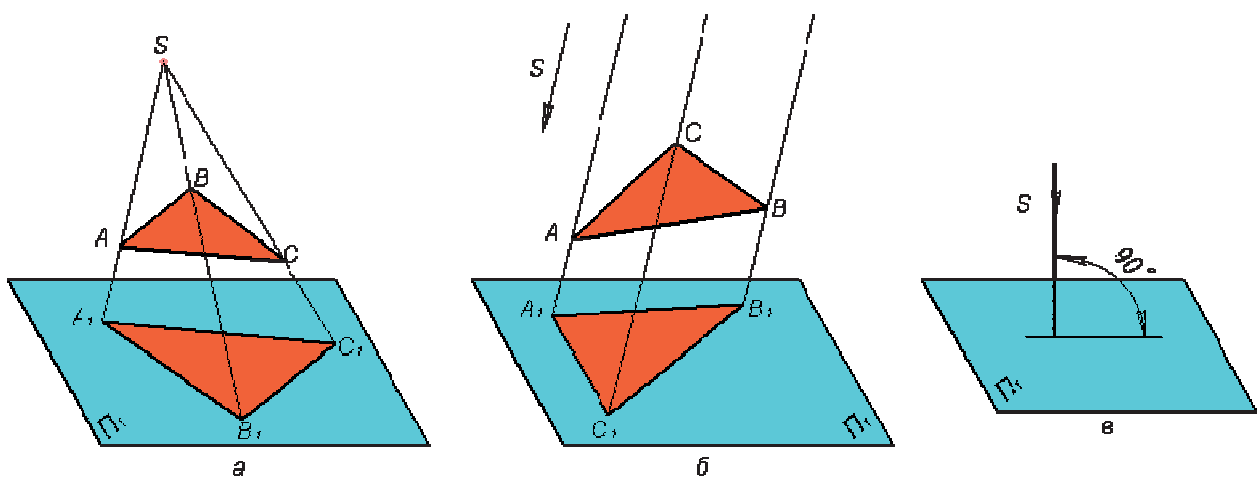


Рис. 2.1

У кресленні користуються методом паралельного проєкціювання (рис. 2.1, б). Як і у попередньому випадку, вибирають площину проєкцій  $\Pi_1$ , але замість

центра проєкцій  $S$  задають *напря́м проєкціювання*  $s$ , тобто вважають, що точка  $S$  – центр проєкцій – віддалена в нескінченність і тому проєкціуючі промені паралельні між собою. Площина  $\Pi_1$  і напрям  $s$  становлять *апарат паралельної проєкції*. Щоб спроєкціувати трикутник  $ABC$  на площину  $\Pi_1$  проводять через вершини  $A, B, C$  проєкціуючі промені паралельно напрямку проєкціювання  $s$ . Трикутник  $A_1B_1C_1$ , утворений внаслідок перетину променів  $AA_1, BB_1, CC_1$  з площиною  $\Pi_1$ , є паралельною проєкцією трикутника  $ABC$ .

Паралельні проєкції поділяють на прямокутні і косокутні. Якщо проєкціуючі промені перпендикулярні до площини проєкцій (рис. 2.1, в), то такий спосіб проєкціювання називають *прямокутним*, а проєкції, що дістають при цьому, – *прямокутними*, або *ортогональними*. Якщо ж кут нахилу променів не дорівнює  $90^\circ$ , то така паралельна проєкція називається *косокутною*. У кресленні звичайно користуються прямокутними проєкціями.

## 2.2. Класифікація зображень на кресленні. Вигляди

Креслення виробу повинно з вичерпною повнотою передавати його форму, розміри і містити всі дані для виготовлення і контролю.

Для побудови технічних креслень користуються способом прямокутного проєкціювання. Основними площинами проєкцій вважають шість граней порожнистого куба, усередині якого уявно розміщують предмет і проєкціують його на внутрішні грані куба. Отже, є шість основних площин проєкцій (рис. 2.2, а): дві фронтальні (1 і 6), дві горизонтальні (2 і 5) і дві профільні (3 і 4). Найчастіше застосовують фронтальну 1, горизонтальну 2 і профільну 3.

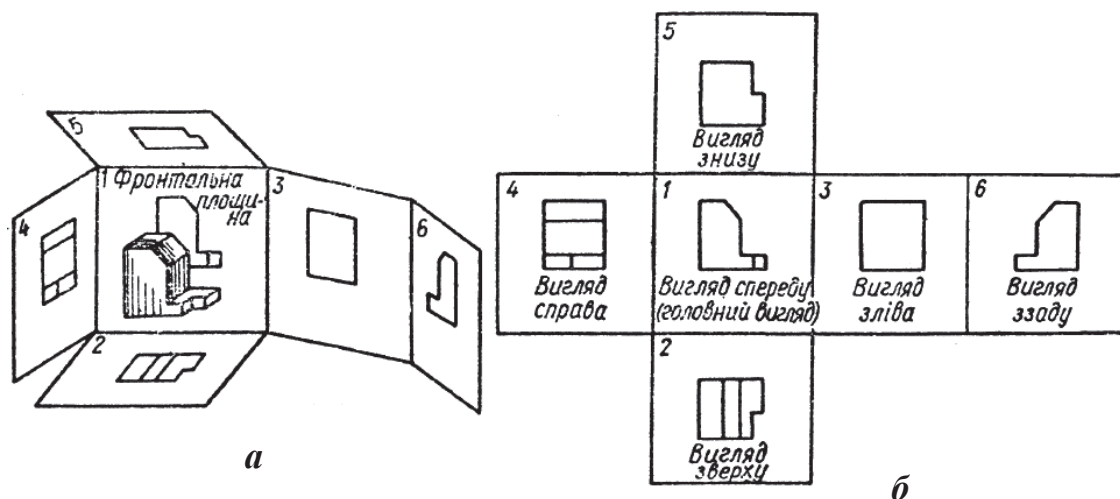


Рис. 2.2

Спроекціювавши предмет, розрізають куб по ребрах і розгортають його так, щоб усі грані сумістилися з фронтальною площиною, як показано на рис. 2.2, б. Внаслідок цього утворюється плоске комплексне креслення.

Зображення на фронтальній площині проєкцій вважають *головним*. Предмет треба розміщувати відносно фронтальної площини проєкцій так, щоб при вдалому використанні поля креслення якнайповніше виявити форму і розміри предмета. Правильний вибір головного зображення зумовлює і мінімальну кількість потрібних зображень.

Залежно від змісту, зображення поділяють на вигляди, розрізи і перерізи. Кількість їх повинна бути найменшою, але водночас і достатньою для створення повного уявлення про зображуваний предмет. При цьому слід використовувати умовні позначення, знаки, написи, встановлені відповідними стандартами.

*Виглядом* називають зображення повернутої до спостерігача видимої поверхні предмета (рис. 2.3).

Якщо треба пояснити креслення, то на вигляді штриховими лініями показують невидимі контури предмета. Це дає змогу зменшити кількість зображень.

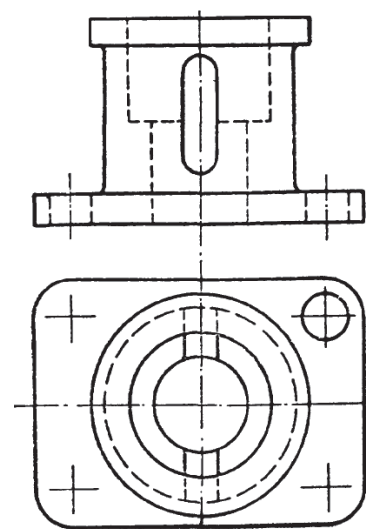


Рис. 2.3

Вигляди поділяють па основні, додаткові і місцеві.

*Основними* називають вигляди, утворені проєкціюванням на шість основних площин проєкцій. Кожен з них має свою назву (див. рис. 2.2, б) залежно від того, на яку з площин проєкцій спроекційовано предмет.

За основу побудови завжди беруть вигляд спереду – *головний вигляд предмета*. Кожен основний вигляд має відносно головного своє певне розташування: вигляд зверху розміщують під головним, вигляд зліва – праворуч від головного, вигляд знизу – зверху над головним (рис. 2.2, б) і т.д.

*Додатковими* називають вигляди, утворені внаслідок проєкціювання на довільну площину, не паралельну основним площинам проєкцій.

Використовують ці вигляди тоді, коли частина предмета нахилена до основних площин проєкцій і зображується на них у спотвореному (рис. 2.4, а) вигляді. Додаткову площину розміщують паралельно нахиленому елементу деталі і проєкціюють на цю площину в натуральну величину без спотворення (рис. 2.4, б; 2.5, а).

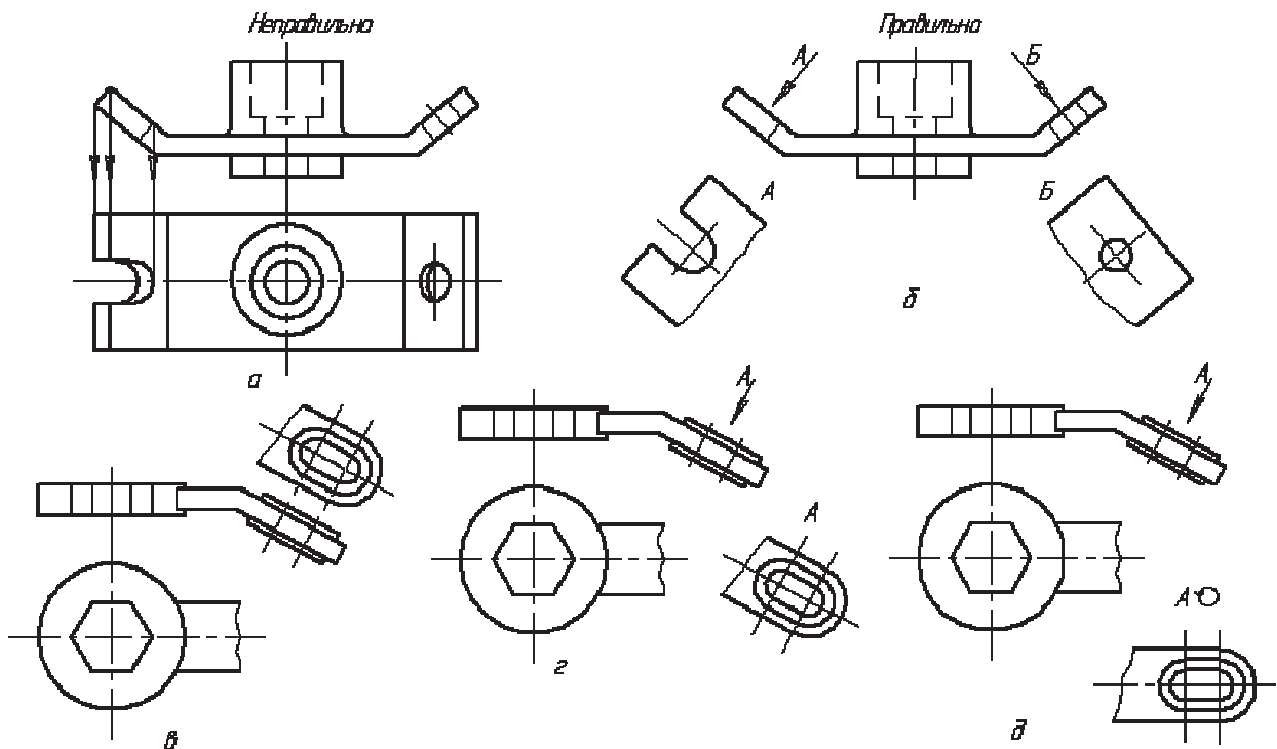


Рис. 2.4

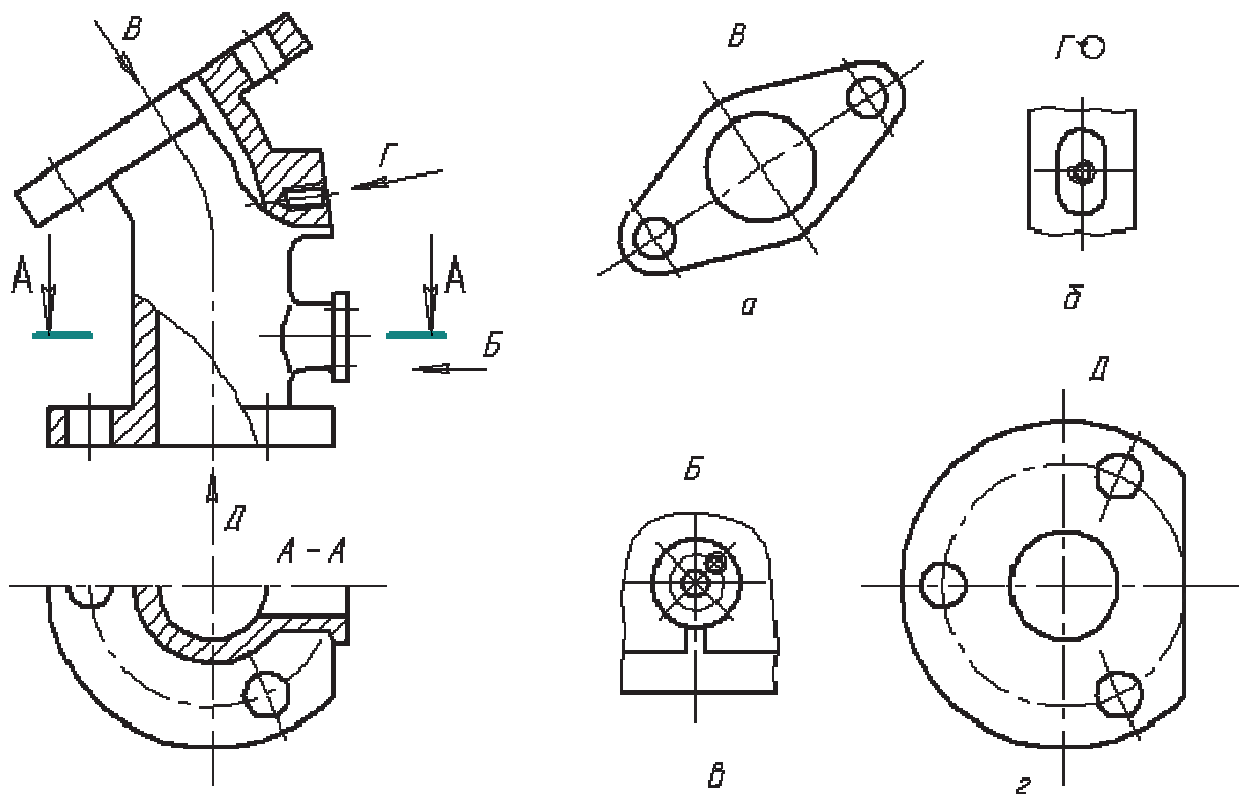


Рис. 2.5

Додаткові вигляди надписують великою літерою українського алфавіту, наприклад: «А», «Б» (рис. 2.4, б), а напрям погляду позначають стрілкою з тією ж літерою. Якщо додатковий вигляд розміщений у безпосередньому проекційному зв'язку з відповідним зображенням, то стрілку не показують і на-

пису не ставлять (рис. 2.4, в). Як правило, розміщення додаткового вигляду має відповідати показаному стрілкою напрямку (рис. 2.4, з); розміщають його поблизу зображуваної частини предмета. Додатковий вигляд можна повертати, але при цьому слід зберігати положення, яке предмет має на головному зображенні. До напису в цьому разі додають значок «повернуто» –  $\odot$  (рис. 2.4, д і 2.5, б).

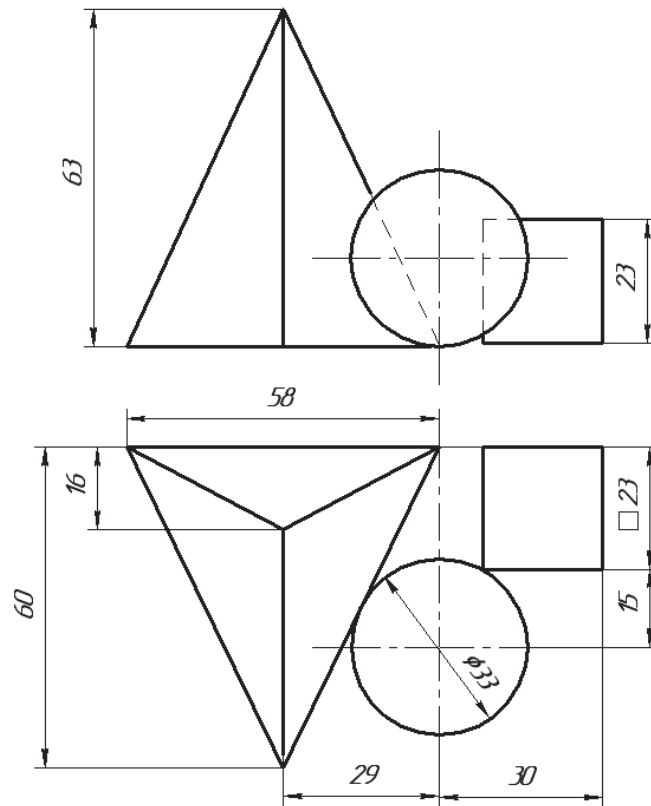
*Місцевим виглядом* називають зображення окремої, обмеженої частини поверхні предмета. Місцеві вигляди використовують для того, щоб виявити форму і розміри якогось невеликого елемента деталі, наприклад отвору, фланця, приливу тощо. Місцевий вигляд утворюють проєкціюванням цього елемента на одну з основних площин проєкцій (рис. 2.5, в).

Розміщують місцеві вигляди довільно на полі креслення, без проєкційного зв'язку з основним зображенням, але так, щоб вони були ближче до місця розташування і відповідали положенню елемента на основному зображенні. Місцеві вигляди обмежують хвилястою лінією обриву (рис. 2.5, в), а в деяких випадках не обмежують (рис. 2.5, з). Надписують їх так само, як і додаткові вигляди.

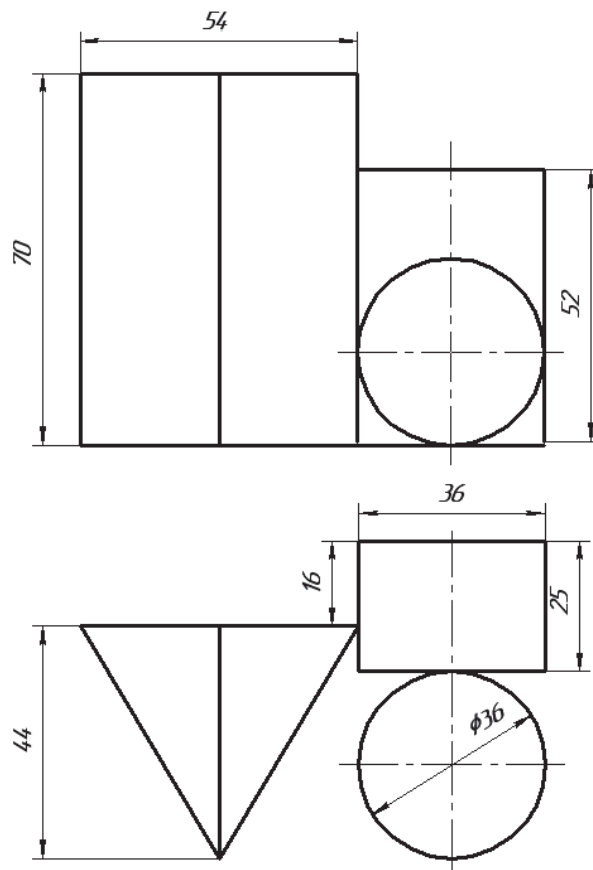
**Завдання 2.1. «Побудова групи геометричних тіл»**

Перекреслити дві проекції групи геометричних тіл та побудувати третю. Нанести розміри. Навести видимість фігур (масштаб 1:1, формат А3).

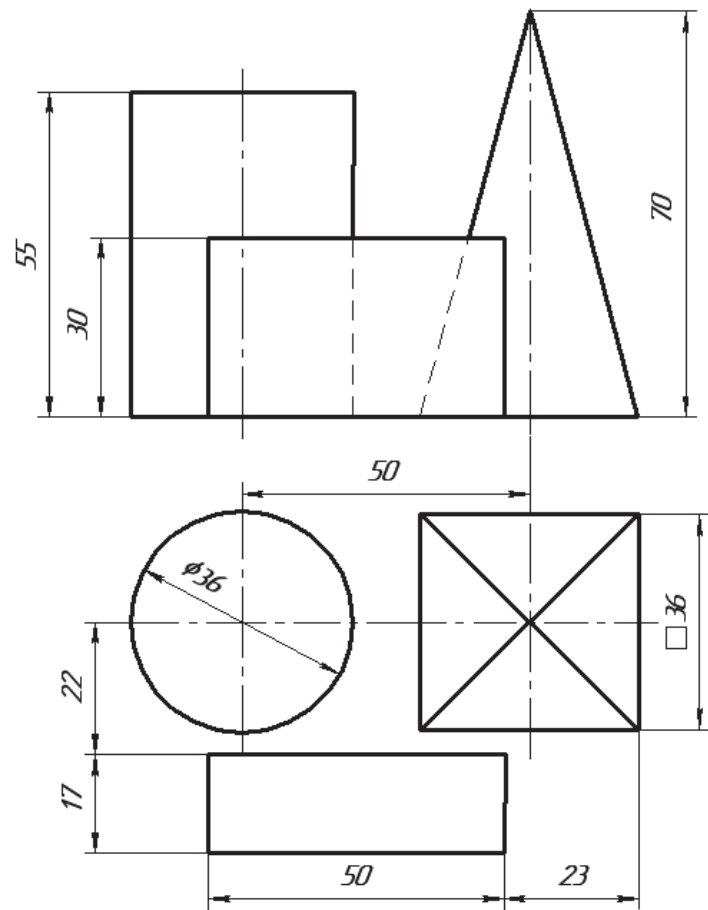
**Варіант 1**



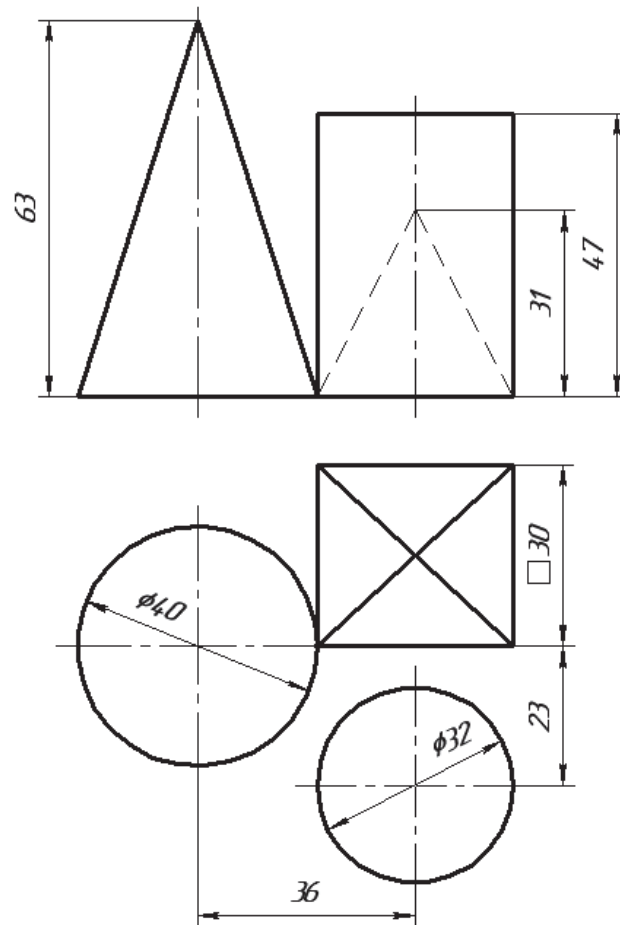
**Варіант 2**



*Вариант 3*

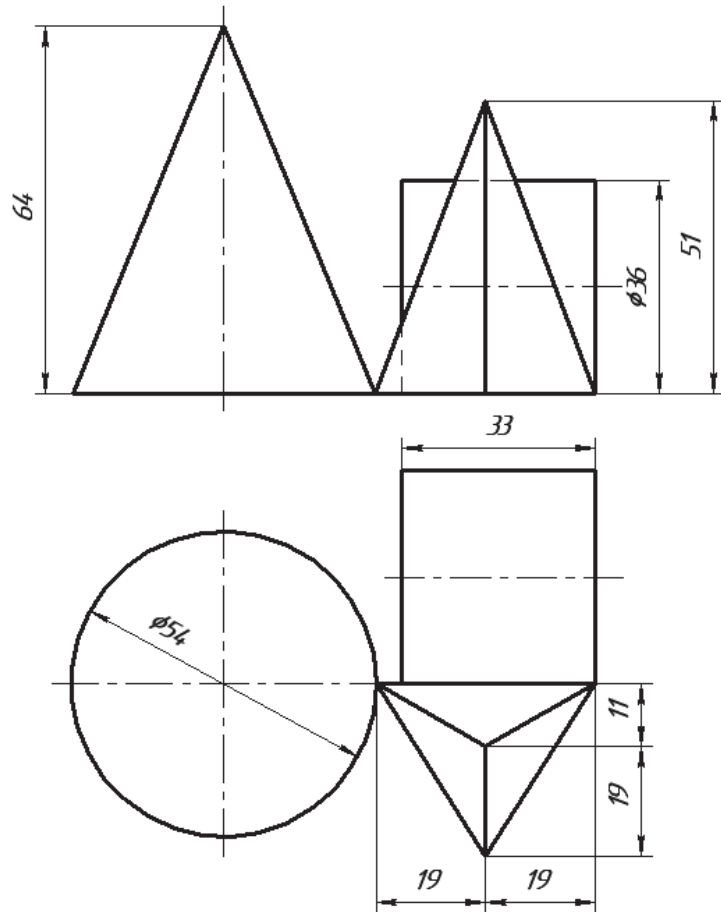


*Вариант 4*

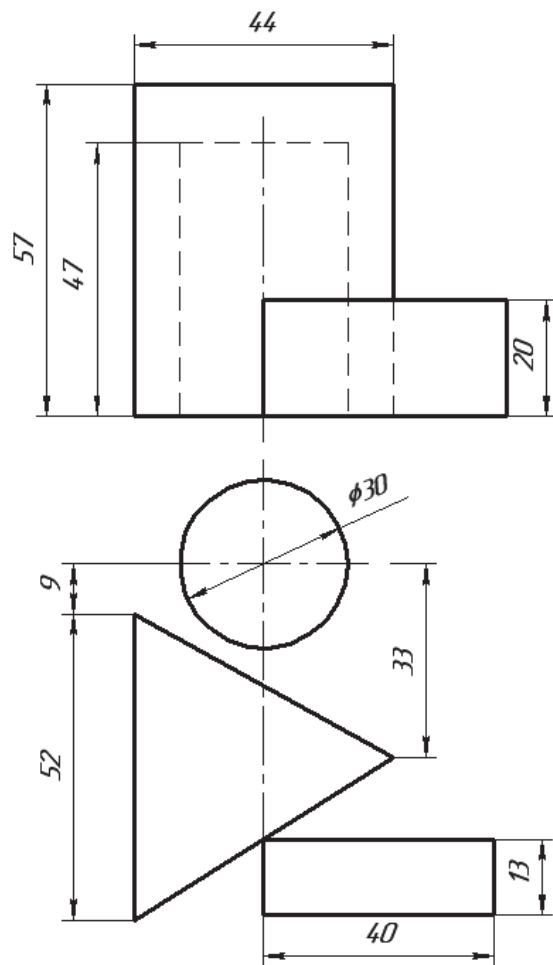




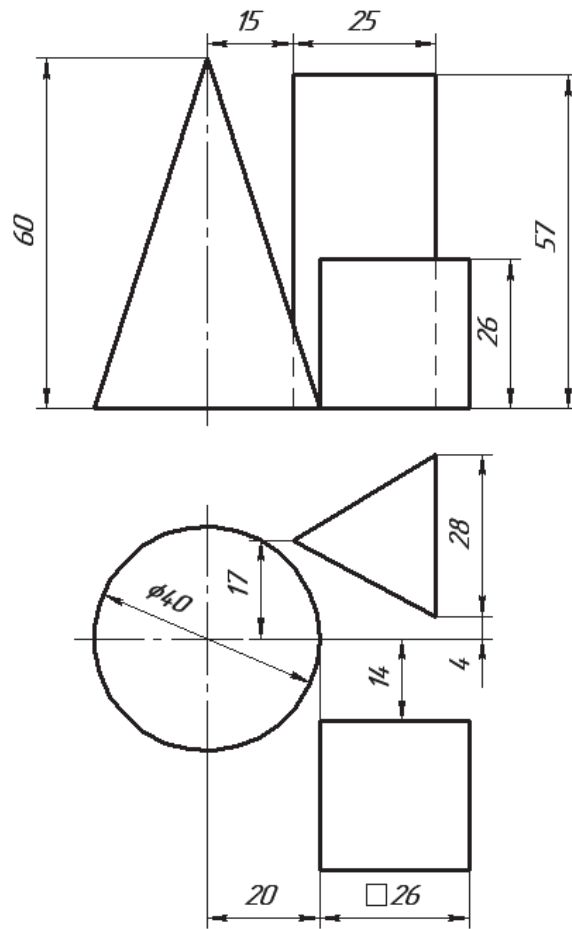
*Вариант 5*



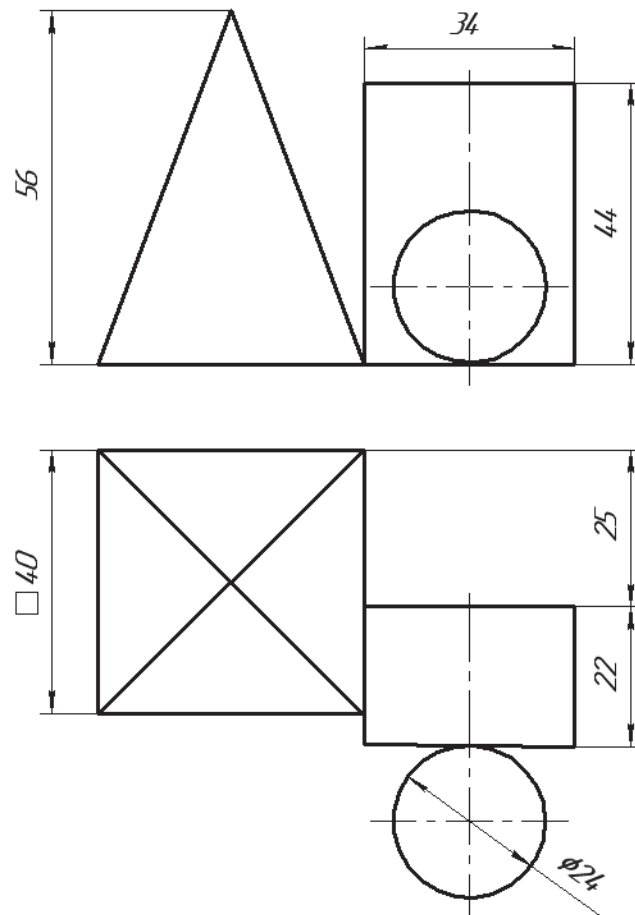
*Вариант 6*



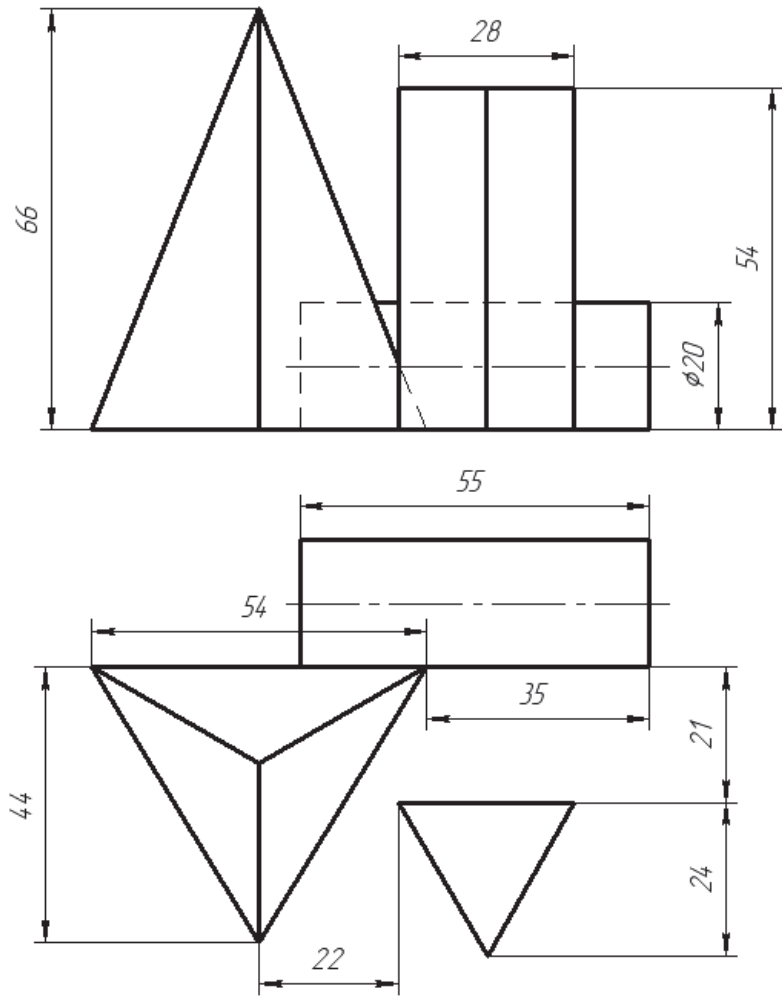
*Вариант 7*



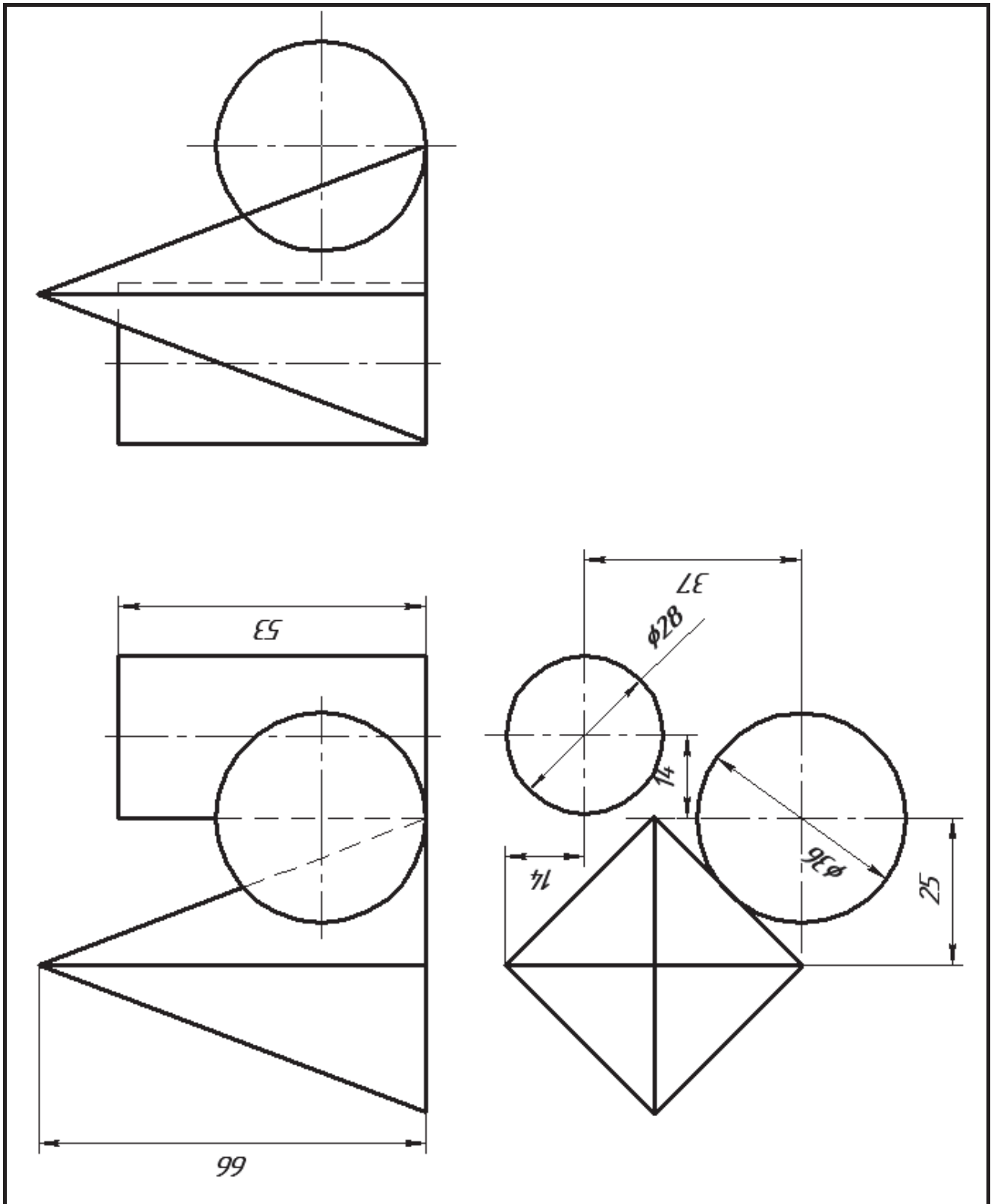
*Вариант 8*



*Варіант 9*



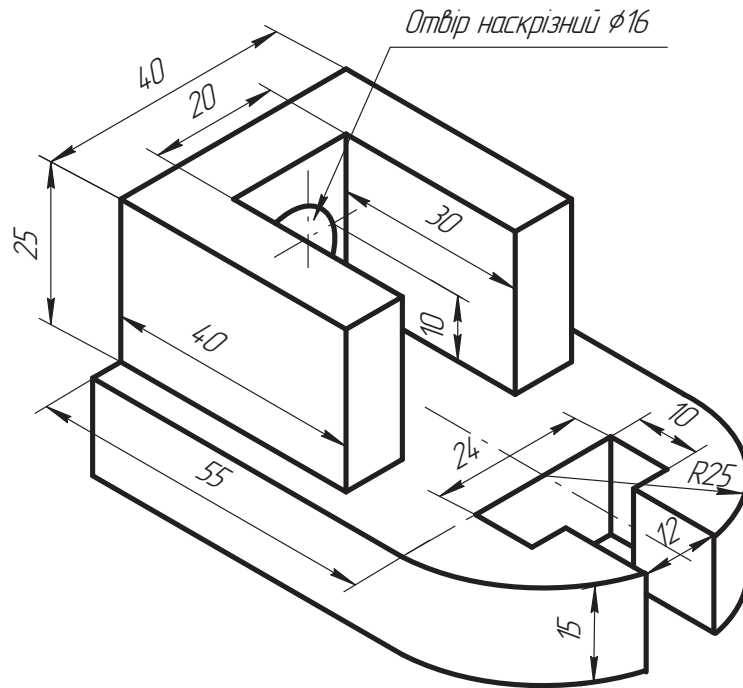
Приклад виконання завдання 2.1



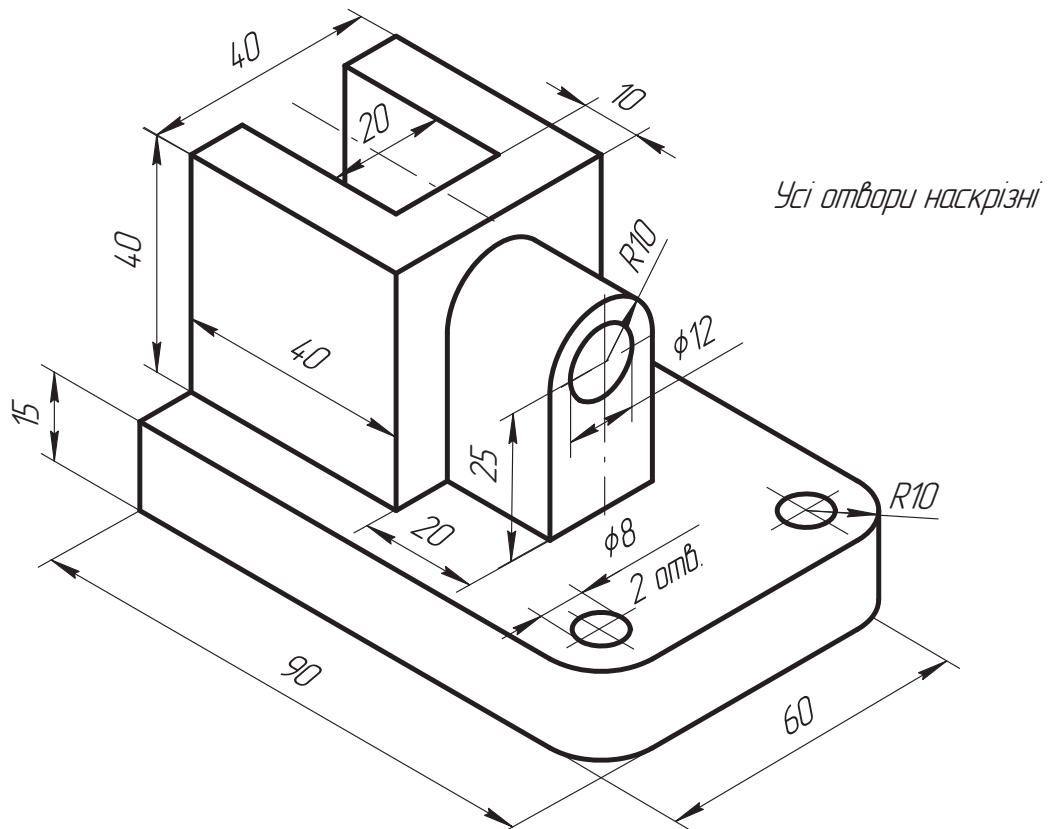
## Завдання 2.2. «Побудова трьох виглядів»

Згідно з наочним зображенням предмета побудувати три його проєкції. Нанести розміри (масштаб 2:1, формат А3).

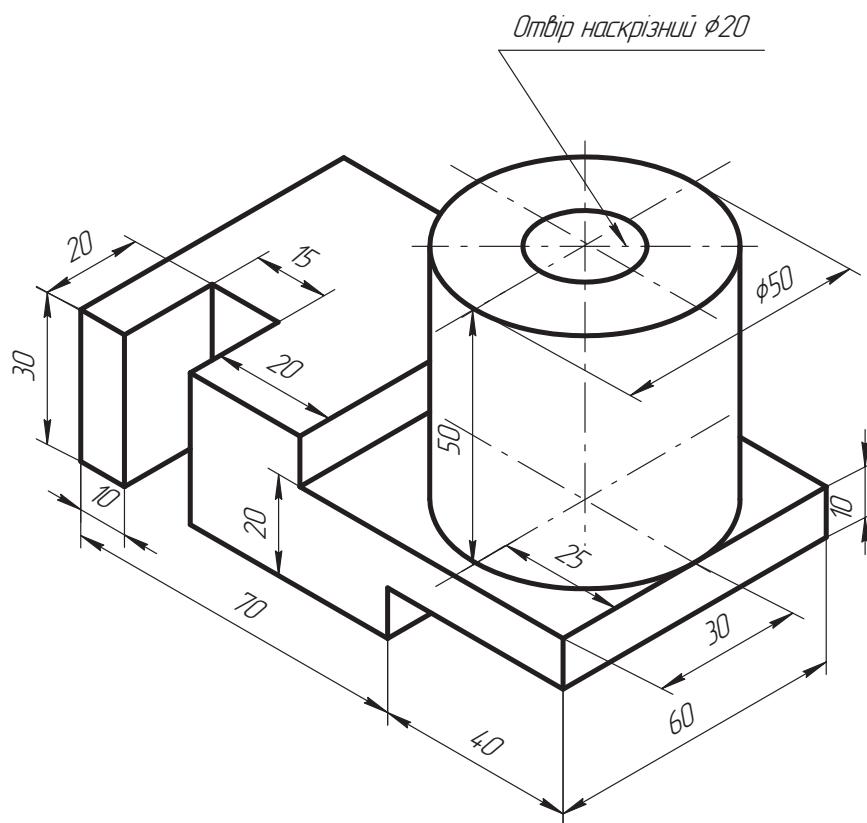
### Варіант 1



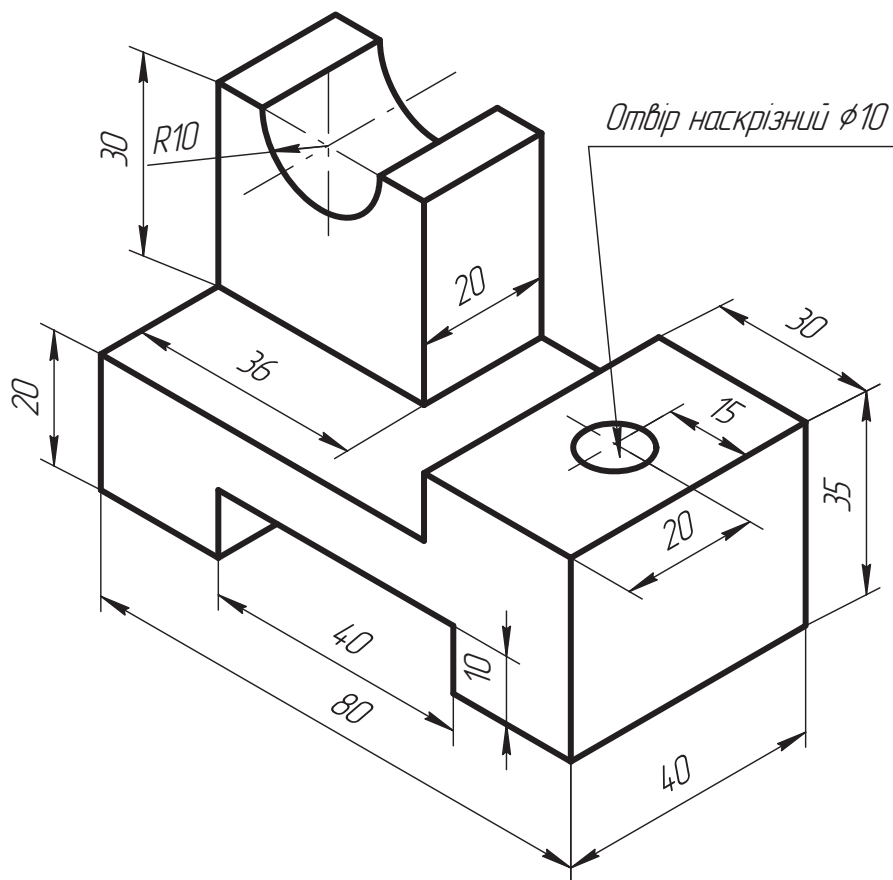
### Варіант 2



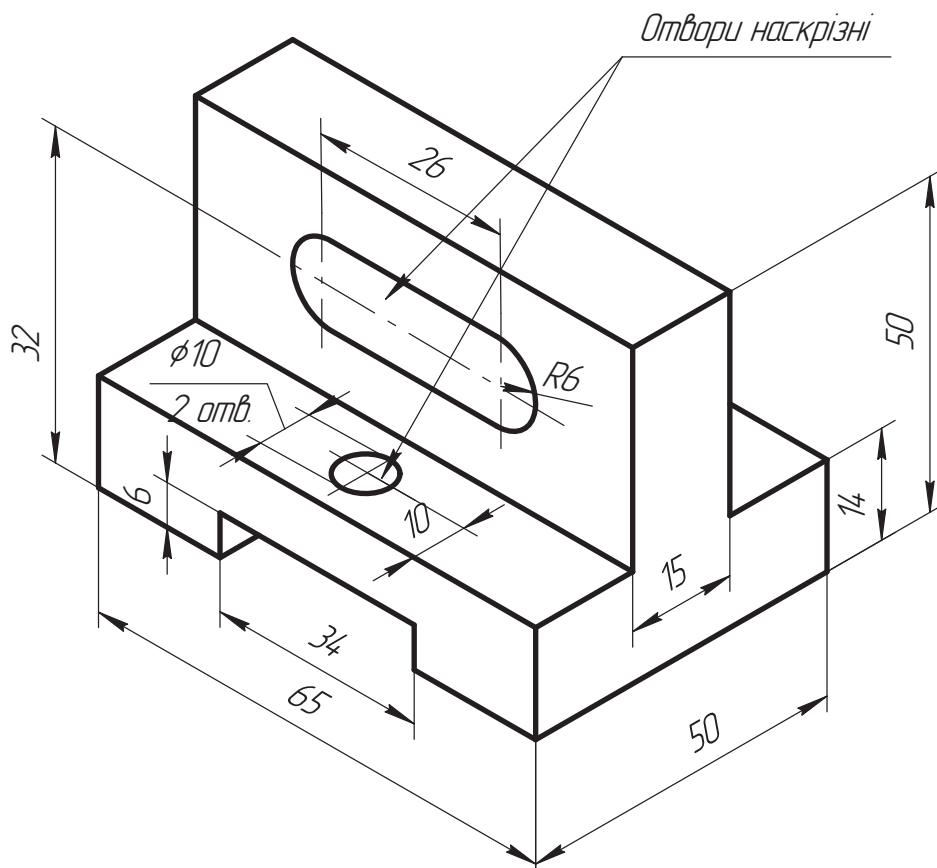
**Варіант 3**



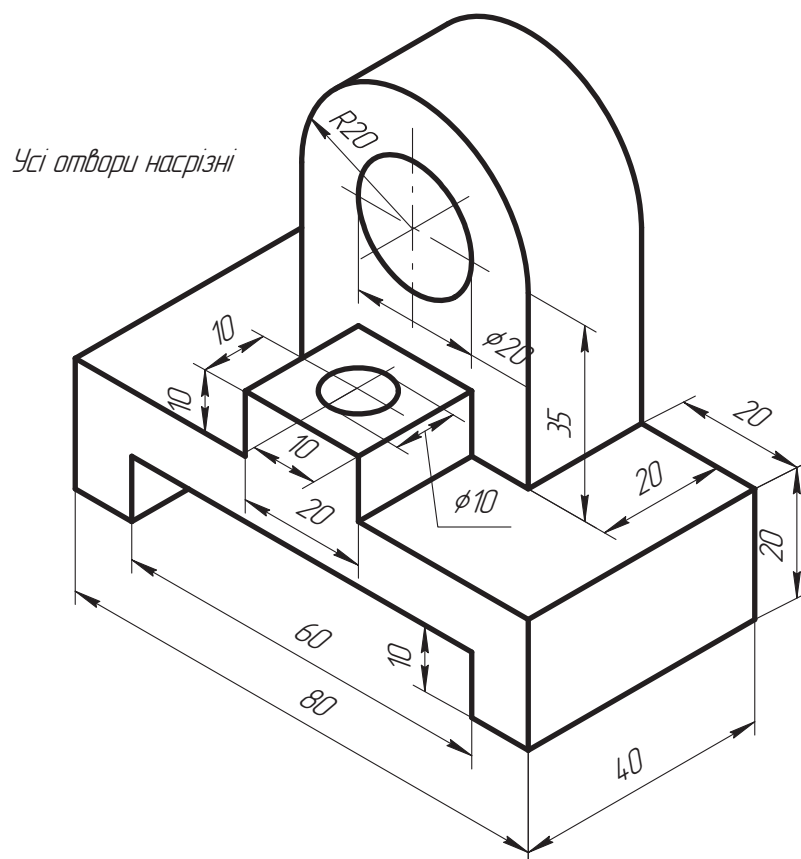
**Варіант 4**



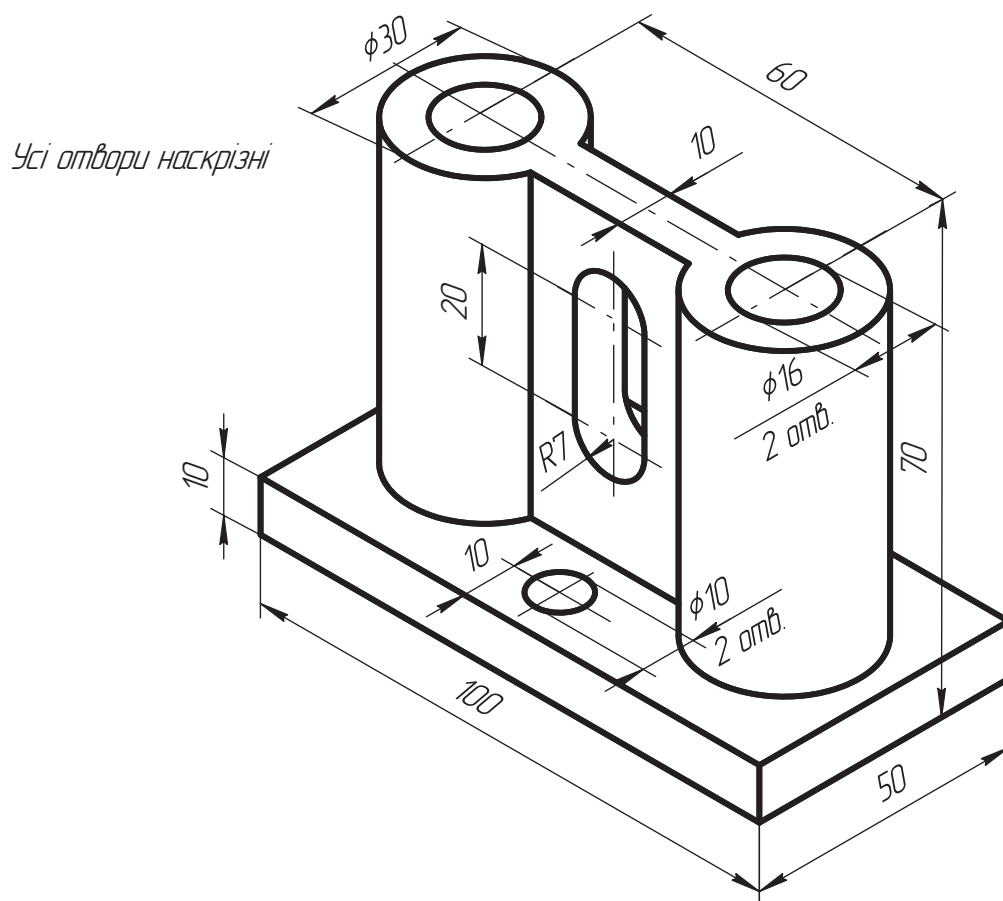
**Варіант 5**



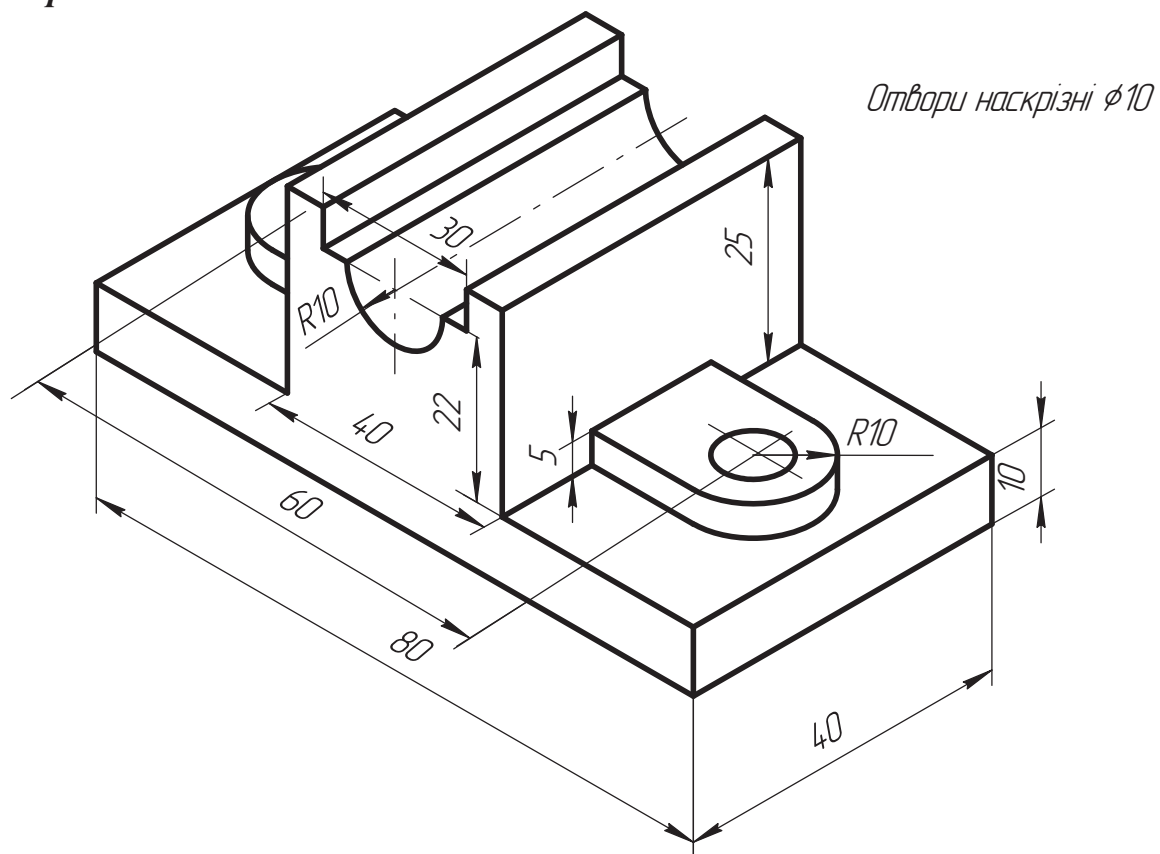
**Варіант 6**



**Варіант 7**

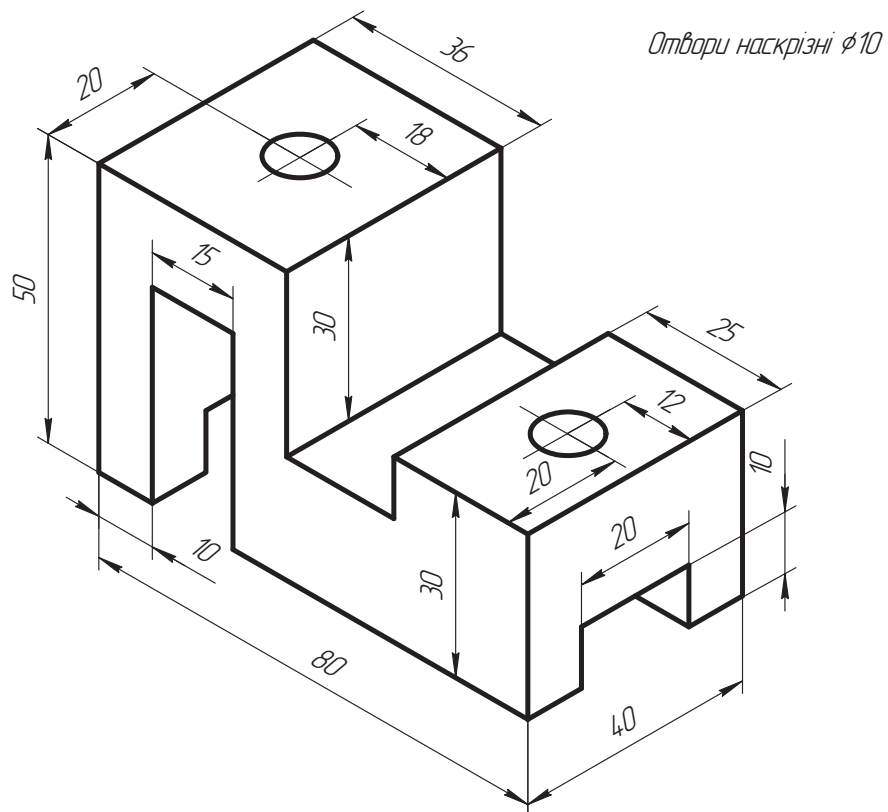


**Варіант 8**



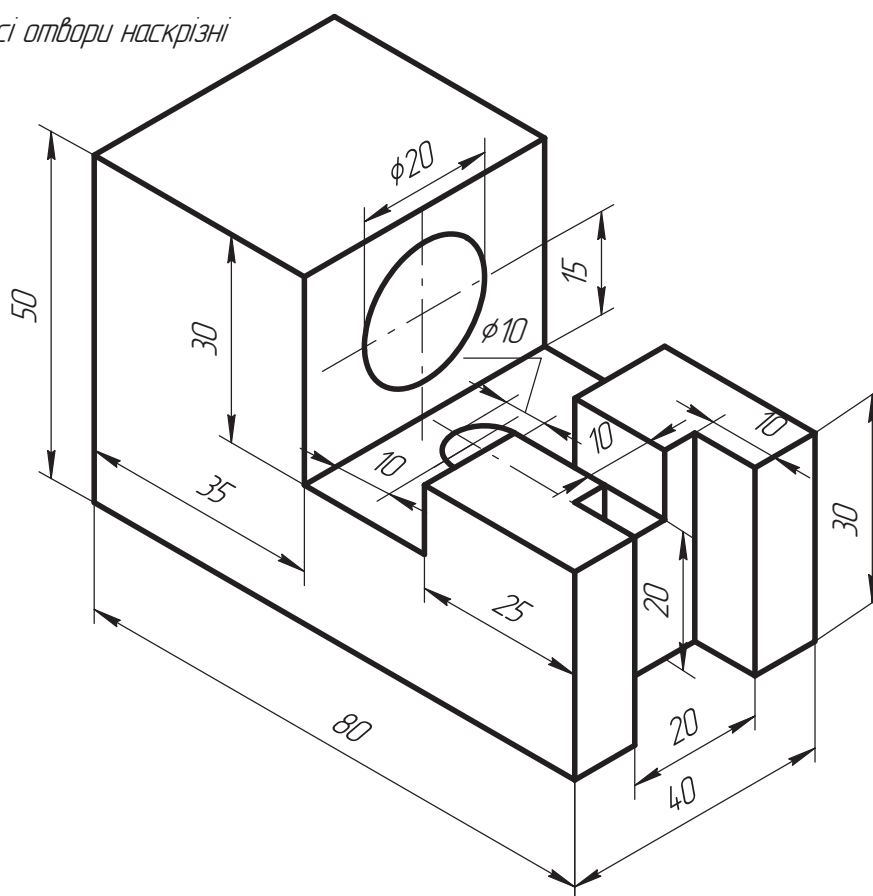


### Варіант 9

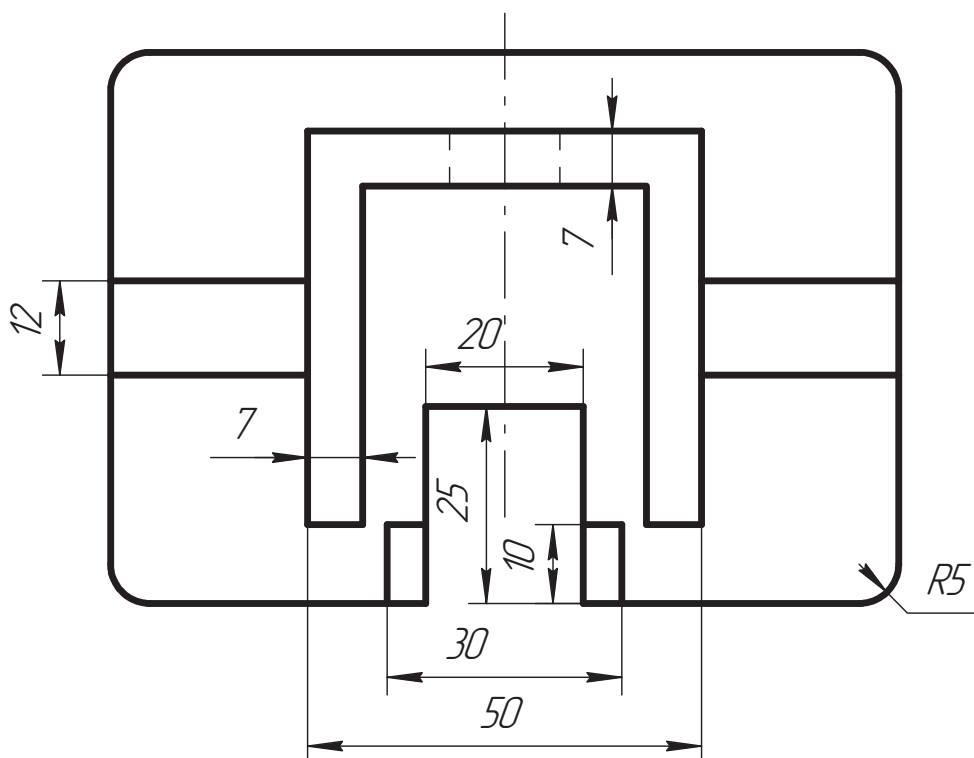
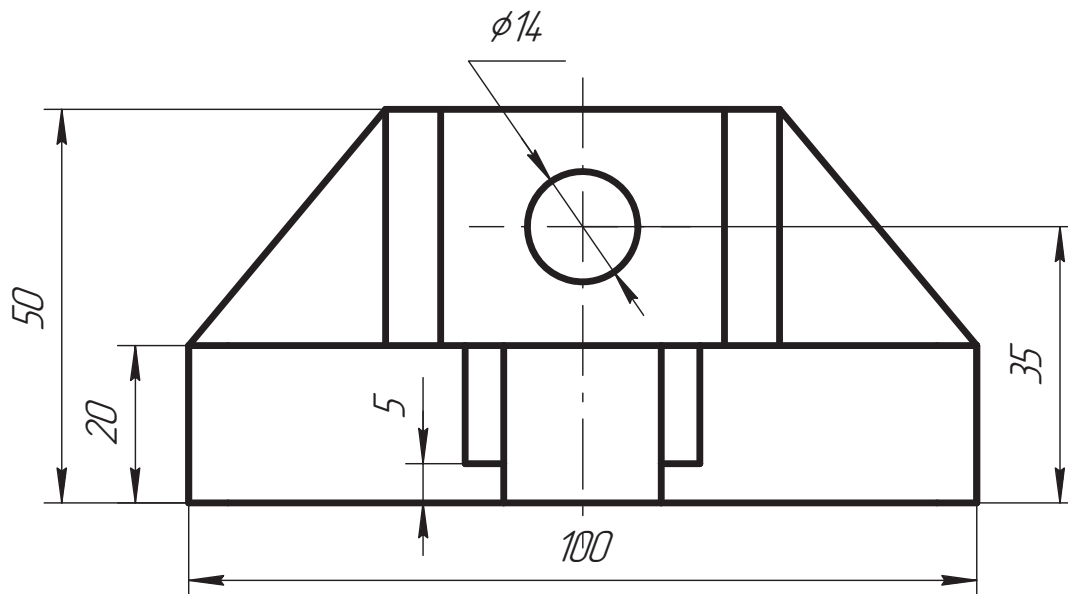


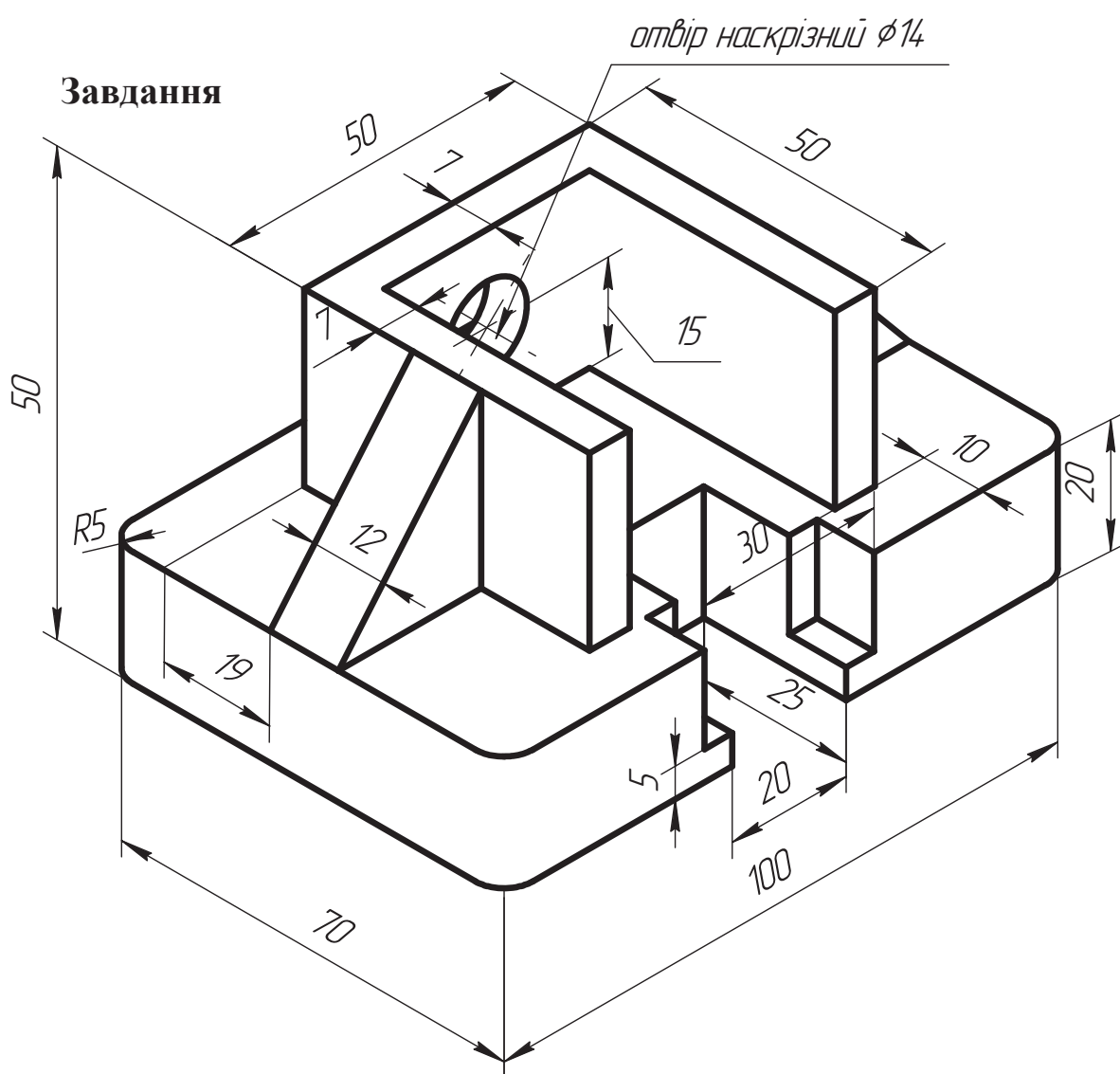
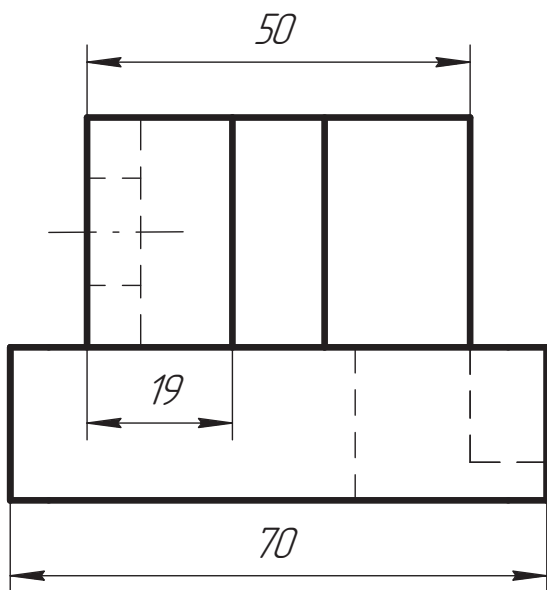
### Варіант 10

Усі отвори наскрізні



Приклад виконання завдання 2.2

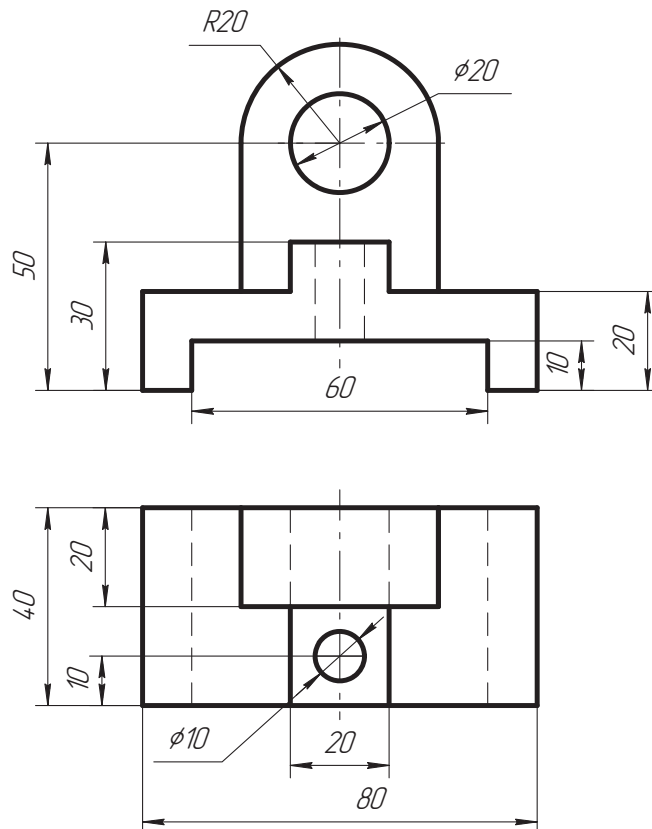




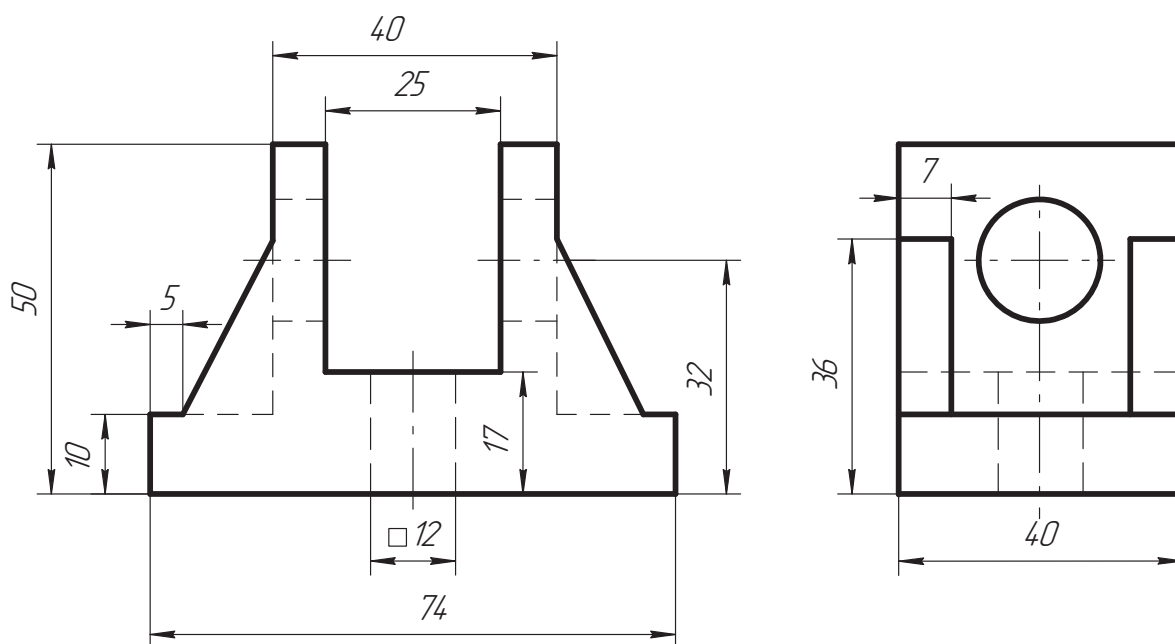
### Завдання 2.3. «Побудова третього вигляду за двома заданими»

Згідно з двома проекціями деталі побудувати третю, нанести розміри (масштаб 2:1, формат А3).

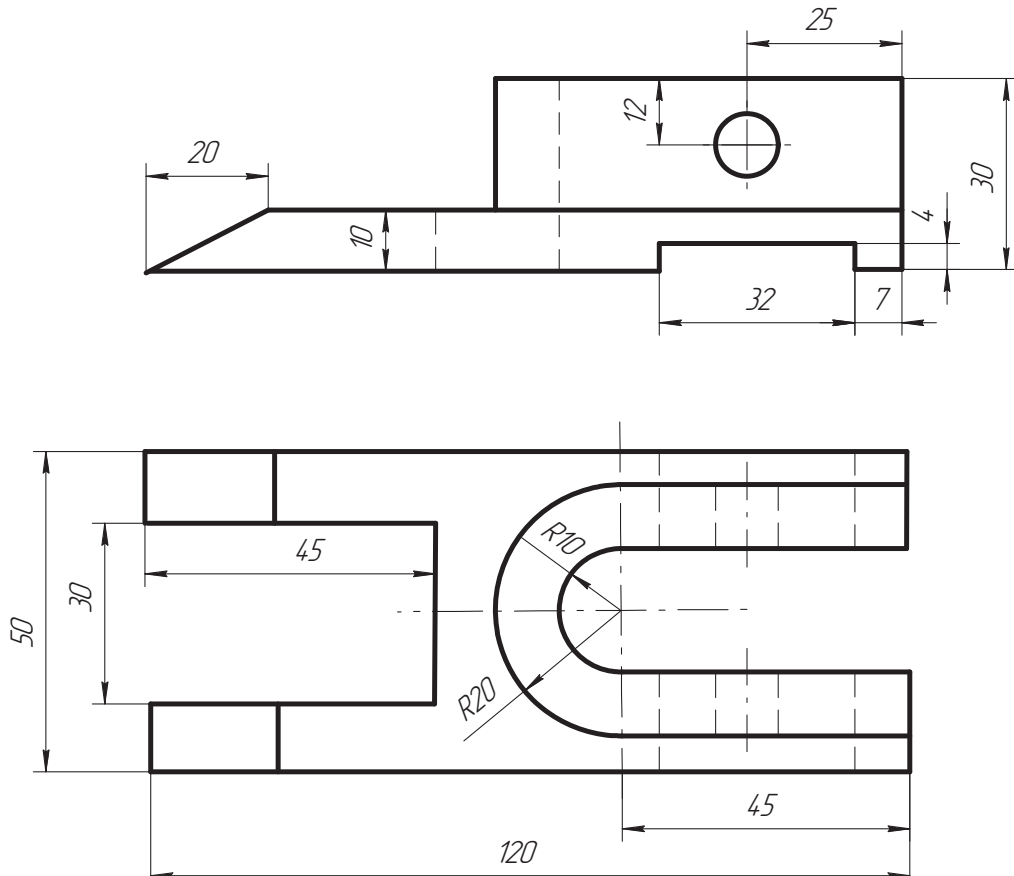
#### Варіант 1



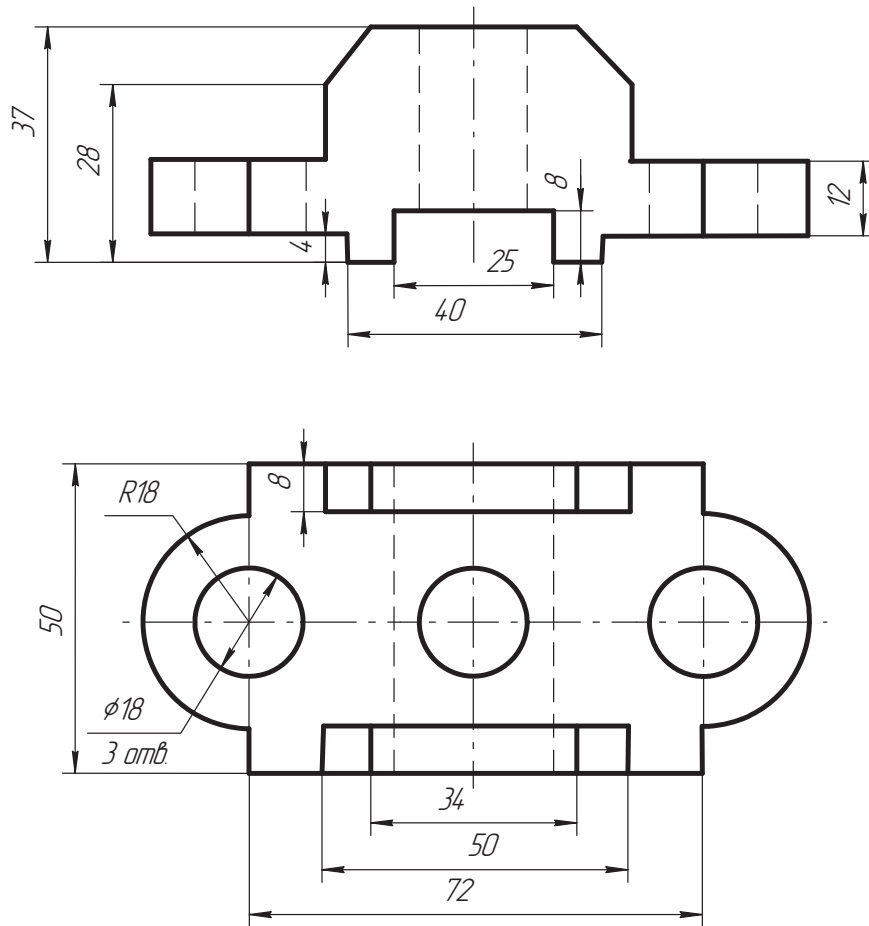
#### Варіант 2



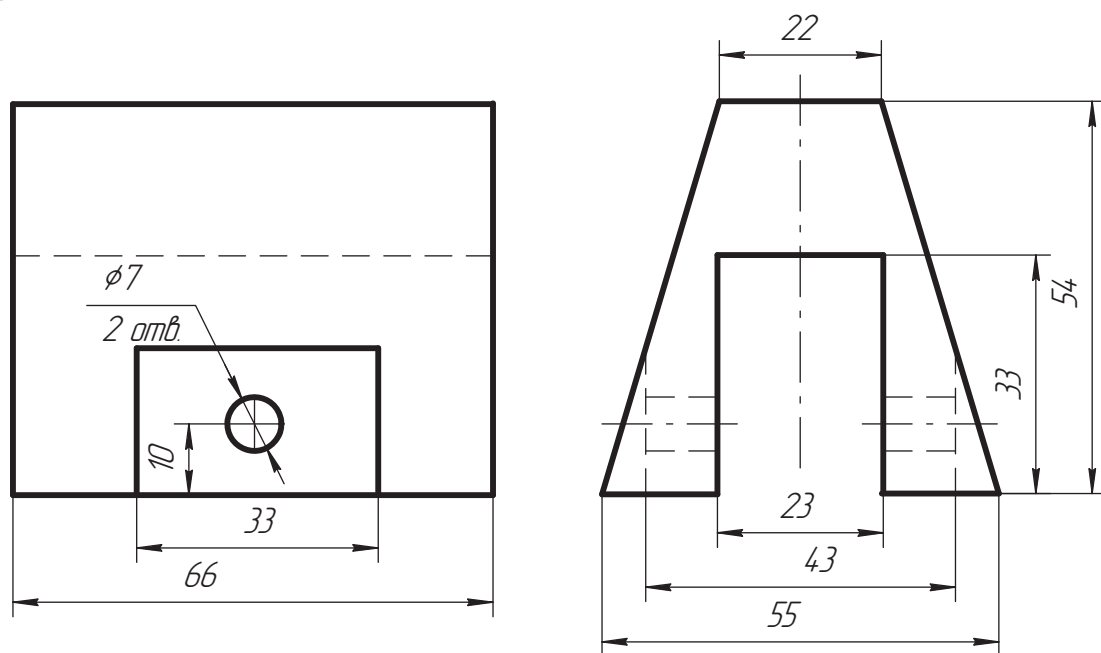
**Варіант 3**



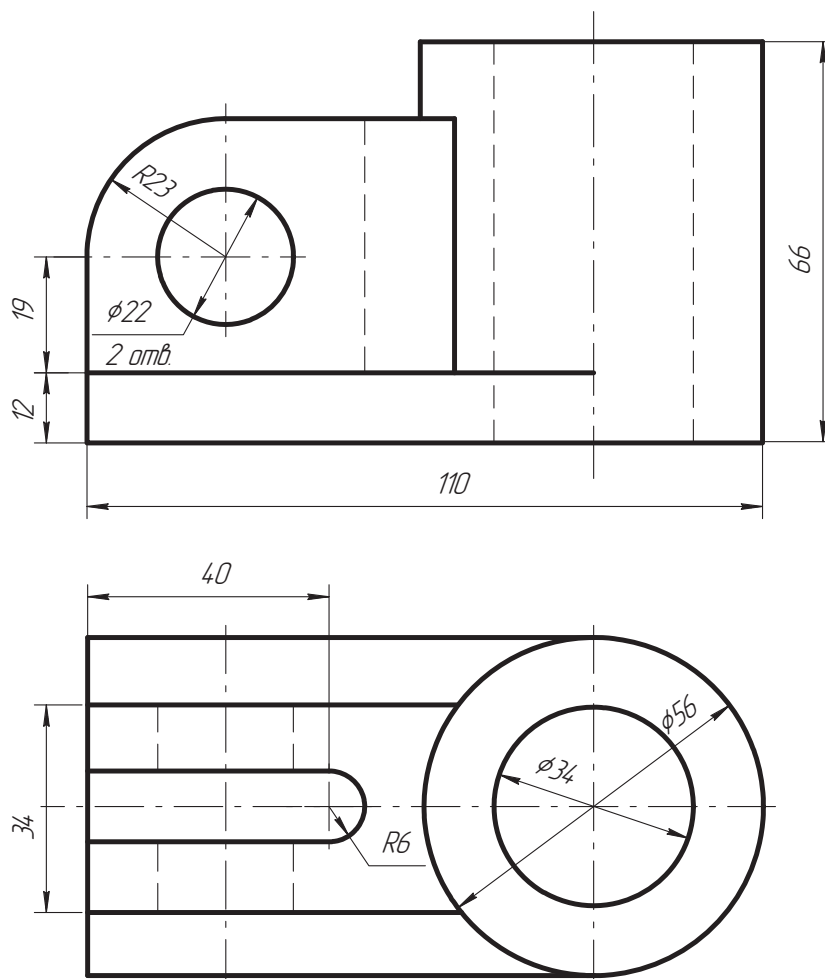
**Варіант 4**



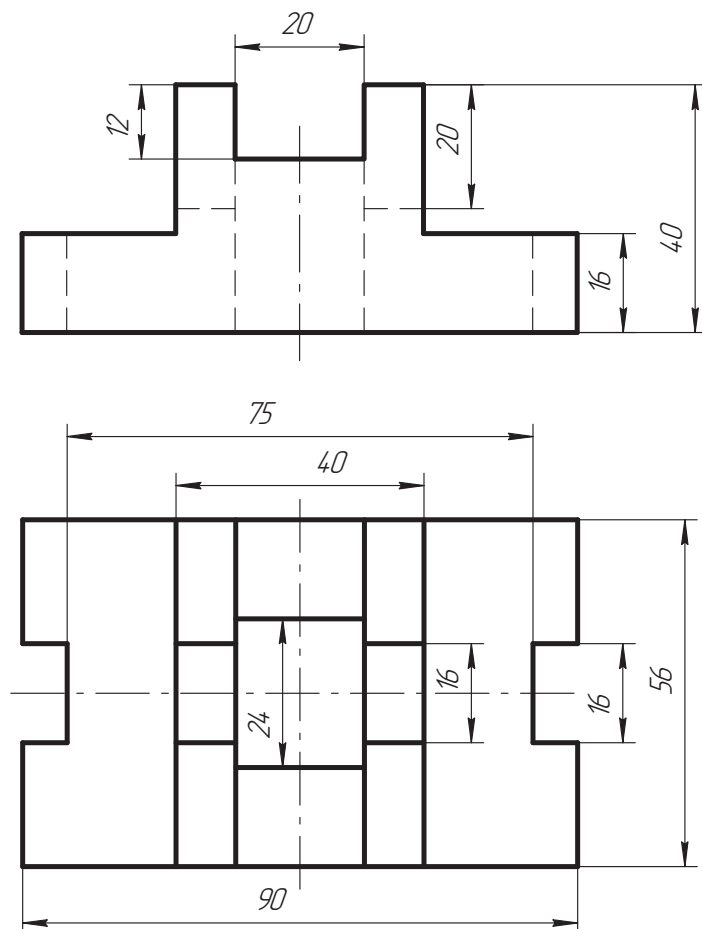
**Варіант 5**



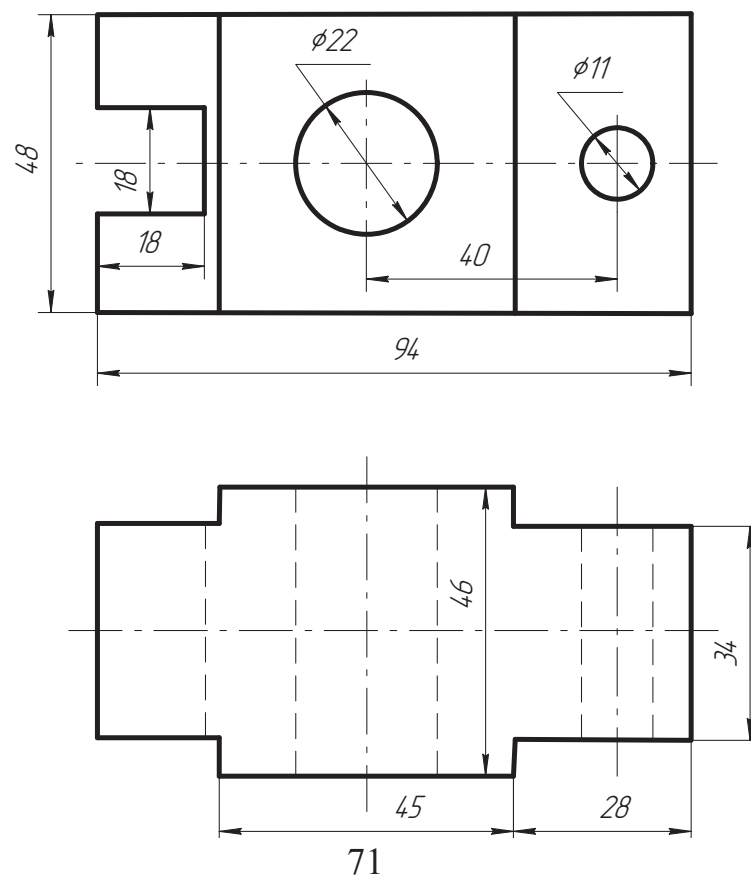
**Варіант 6**



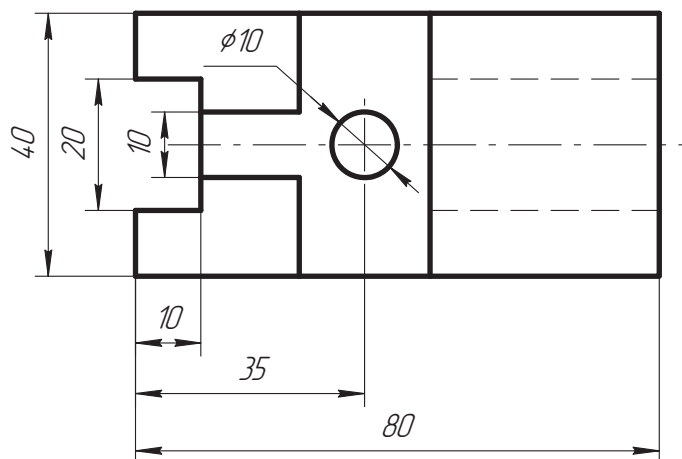
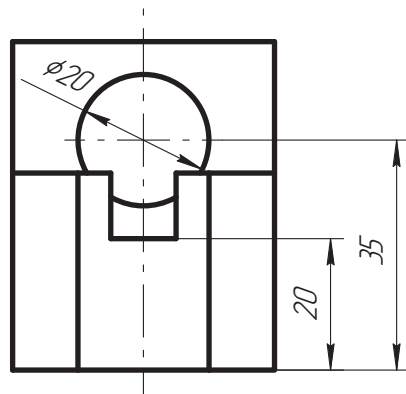
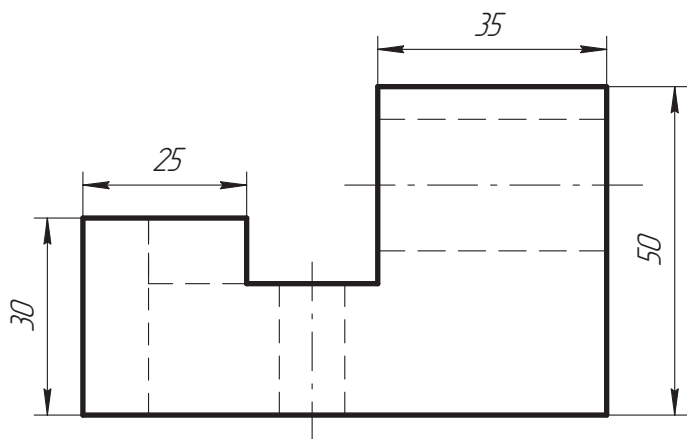
**Варіант 7**



**Варіант 8**



Приклад виконання завдання 2.3





## *Завдання 2.4. «Виконання креслення деталі згідно опису»*

Згідно з описом виконати креслення деталі. Нанести розміри (масштаб 1:1, формат А4).

### *Варіант 1*

*Дано циліндр діаметром – 25 мм і висотою – 30 мм. До його основ прилягають: півкуля радіусом – 20 мм та правильна трикутна призма з діаметром описаного навколо основи кола – 22 мм і висотою – 20 мм. Уздовж осі циліндра через весь предмет проходить циліндричний отвір діаметром – 8 мм.*

### *Варіант 2*

*Дано правильну зрізану шестикутну піраміду, до центра більшої основи якої прилягає циліндр. З центра меншої основи піраміди просвердлено вздовж її висоти глухий циліндричний отвір. Розміри піраміди: діаметр кола, описаного навколо більшої основи, – 55 мм, навколо меншої основи – 30 мм, висота – 45 мм. Діаметр циліндра – 30 мм, висота – 20 мм. Циліндричний отвір діаметром – 15 мм і глибиною – 35 мм.*

### *Варіант 3*

*Дано два співвісних циліндри різного діаметра. До центра основи циліндра діаметром – 30 мм, висотою – 20 мм прилягає циліндр діаметром – 20 мм, висотою – 30 мм. З протилежного боку до меншого циліндра прилягає півкуля. Уздовж осі меншого циліндра проходить глухий отвір у вигляді правильної чотирикутної призми (довжина сторони – 10 мм, глибина отвору – 25 мм).*

### *Варіант 4*

*Дано два співвісних тіла: циліндр і зрізаний конус. До циліндра меншою своєю основою прилягає зрізаний конус. Уздовж осі тіл проходить наскрізний призматичний отвір. Діаметр циліндра – 30 мм, висота – 15 мм; діаметр меншої основи зрізаного конуса – 30 мм, більшої – 40 мм, висота – 25 мм. В основі призматичного отвору лежить квадрат зі стороною – 10 мм.*

### *Варіант 5*

*Дано порожнистий циліндр, який своєю основою прилягає до грані куба. До протилежної грані куба прилягає конус. Зовнішній діаметр порожнистого циліндра – 30 мм, внутрішній – 20 мм, висота – 20 мм; сторона куба – 35 мм; діаметр основи конуса – 40 мм, висота конуса – 20 мм.*

### **Варіант 6**

*Дано циліндр, який прилягає до меншої основи зрізаної правильної чотирикутної піраміди. До більшої основи піраміди прилягає півкуля. Уздовж осей тіл проходить наскрізний циліндричний отвір. Діаметр циліндра - 20 мм, висота - 15 мм; сторони квадрата верхньої основи зрізаної піраміди - 20 мм, нижньої - 30 мм, висота - 30 мм; радіус півкулі - 20 мм; діаметр циліндричного отвору - 10 мм.*

### **Варіант 7**

*Дано деталь - шестикутну призму з співвісним циліндричним отвором - діаметром 30 мм, який переходить у чотирикутний призматичний отвір - 20x20 мм. Висота шестикутної призми - 35 мм, діаметр кола основи - 40 мм. Висота призматичної частини отвору - 10 мм.*

### **Варіант 8**

*Дано правильну шестикутну призму, що прилягає до меншої основи зрізаного конуса. Уздовж осі предмета проходить наскрізний циліндричний отвір. Діаметр кола, описаного навколо основи шестикутної призми, - 25 мм; висота призми - 30 мм; діаметр меншої основи зрізаного конуса - 30 мм, більшої - 40 мм, висота зрізаного конуса - 20 мм; діаметр циліндричного отвору - 10 мм.*

### **Варіант 9**

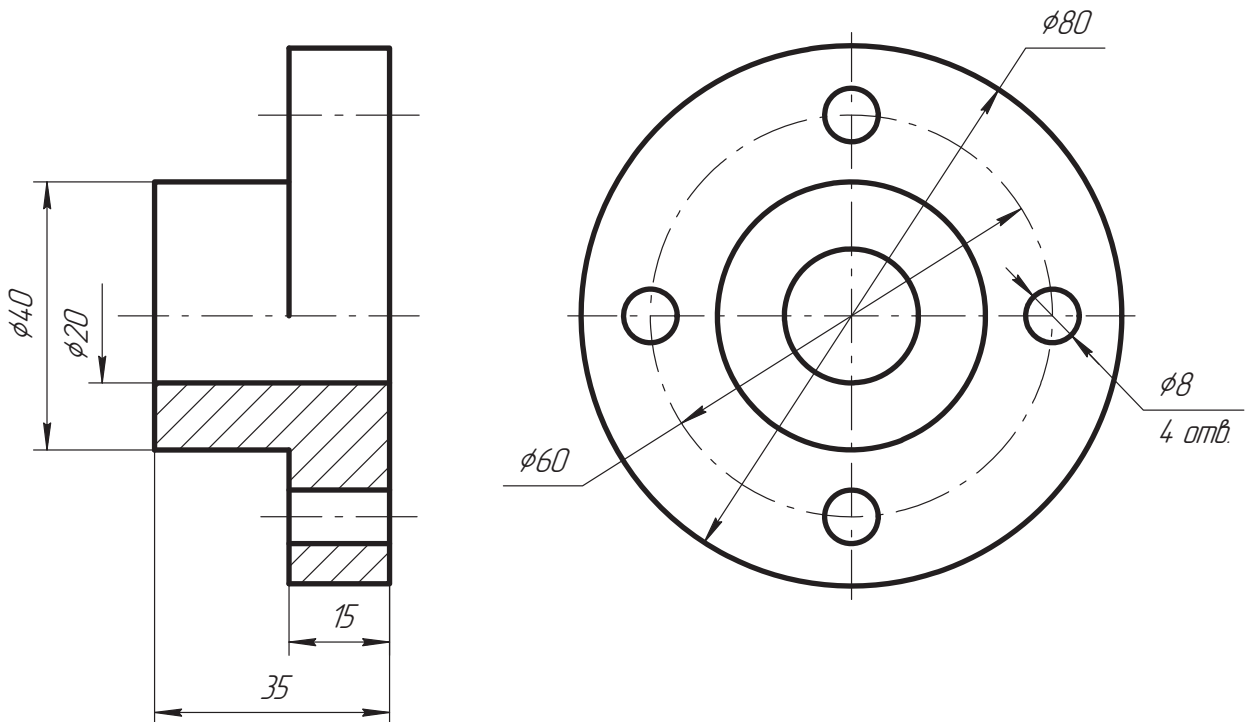
*Викреслювана деталь - зрізаний конус, одна основа якого рівна 20 мм, а інша - 30 мм. Конус більшою основою примикає до фланця у вигляді квадратної призми (розмір квадрата - 30 x 30 мм, товщина фланця - 8 мм). Всередині деталі вздовж осі проходить наскрізний циліндричний отвір діаметром - 15 мм. Загальна довжина втулки - 45 мм.*

### **Варіант 10**

*Дано деталь - шестикутну призму (діаметр описаного навколо основи кола - 30 мм) висотою - 30 мм. У верхній частині призми є проріз шириною - 20 мм і глибиною - 10 мм, який проходить через дві вершини шестикутника верхньої основи. Уздовж осі призми проходить наскрізний циліндричний отвір діаметром - 6 мм.*

### Приклад виконання завдання 2.4

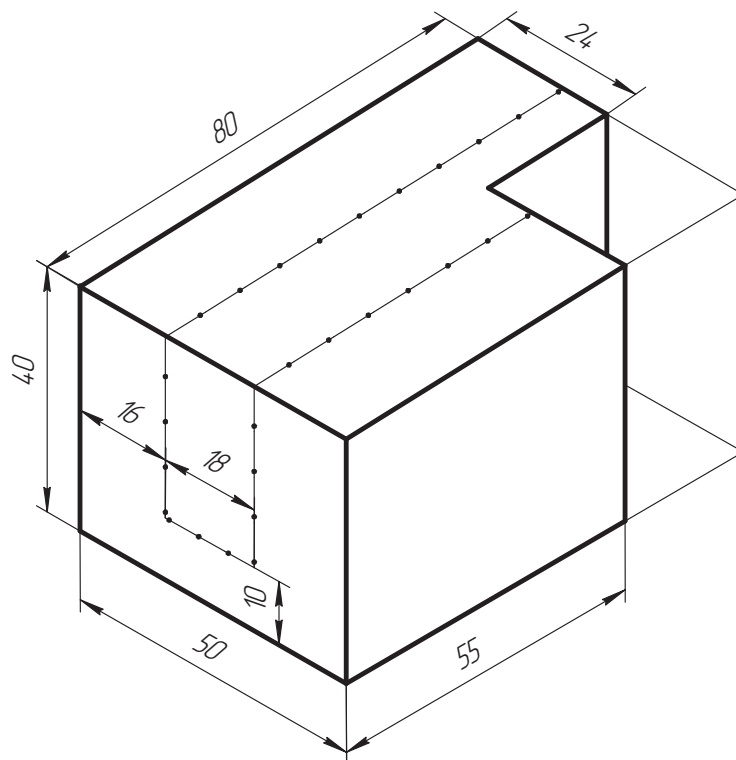
Дано деталь, що складається з двох циліндрів із загальною горизонтальною віссю. Розміри лівого циліндра: діаметр - 40 мм, висота - 20 мм; правого циліндра: діаметр - 80 мм, висота - 15 мм. Вздовж осі проходить наскрізний циліндричний отвір діаметром - 20 мм. На правому циліндрі рівномірно розміщені 4 отвори діаметром - 8 мм, центри яких розміщені на колі діаметром - 60 мм.



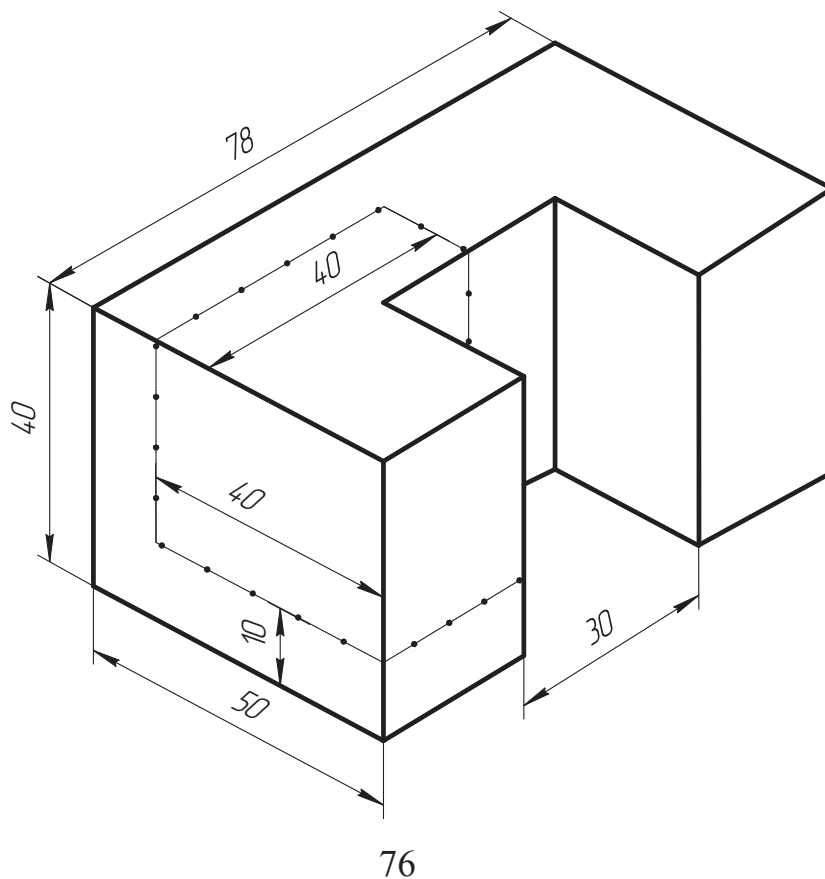
**Завдання 2.5. «Виконання креслення з видаленням частини деталі»**

Згідно з аксонометричним зображенням предмета виконати його креслення у трьох проекціях з видаленням тієї частини, що позначена тонкою лінією із точками. Нанести розміри (масштаб 2:1, формат А3).

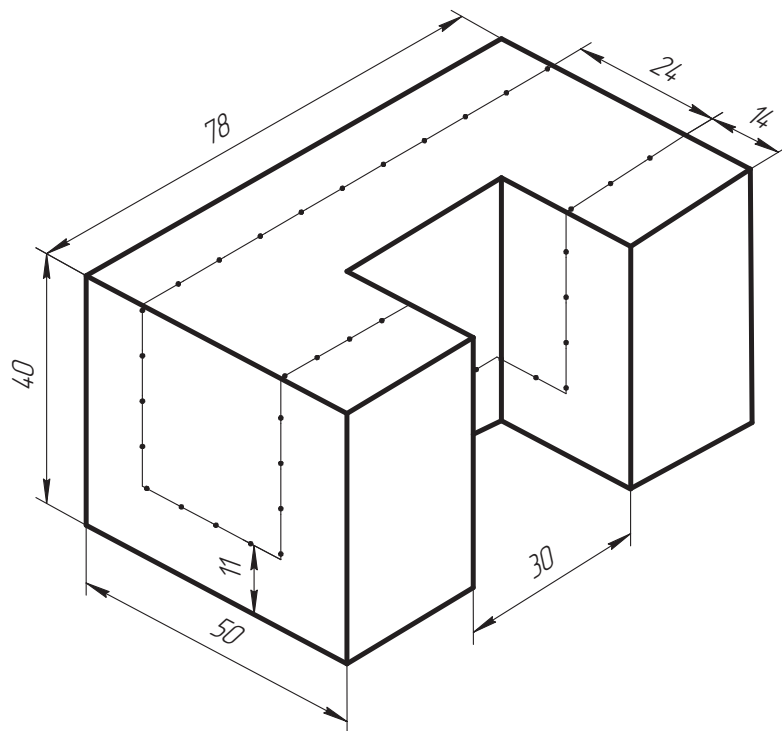
**Варіант 1**



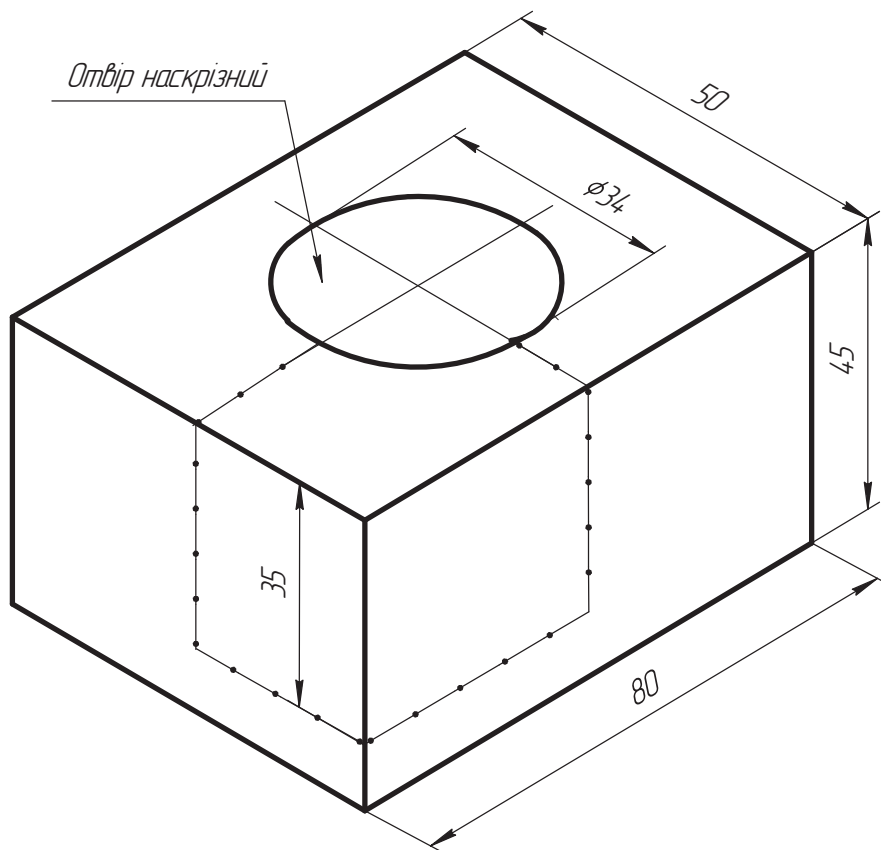
**Варіант 2**



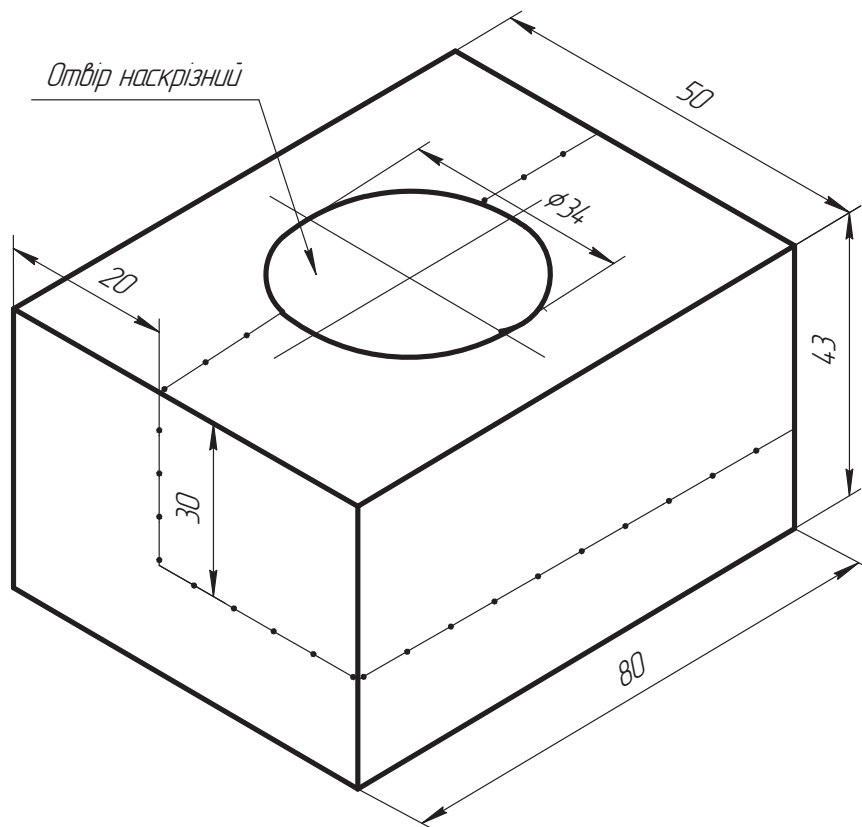
**Варіант 3**



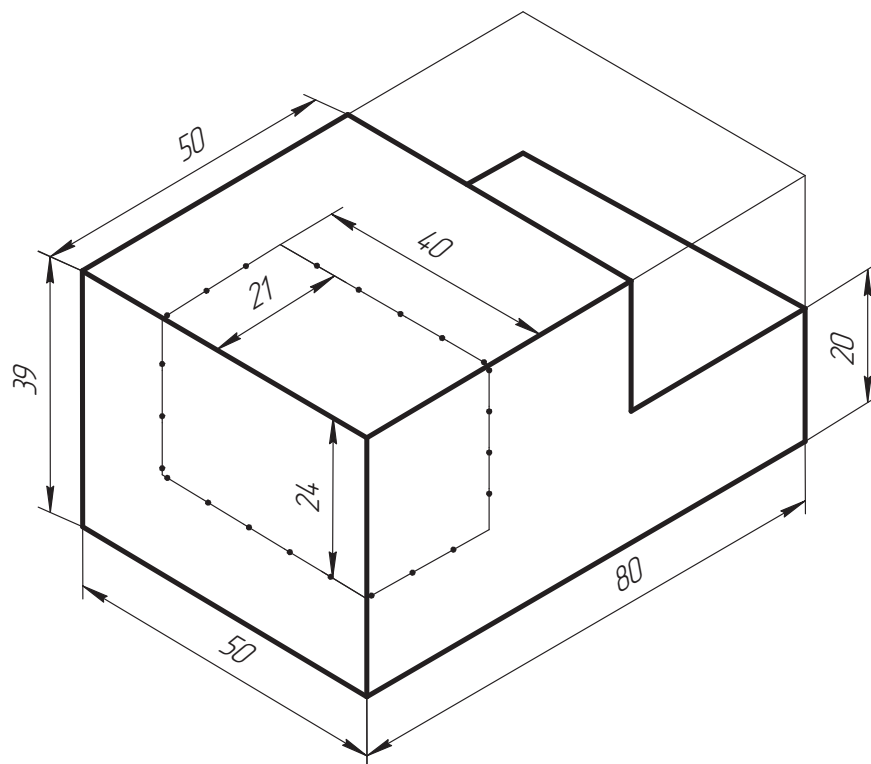
**Варіант 4**



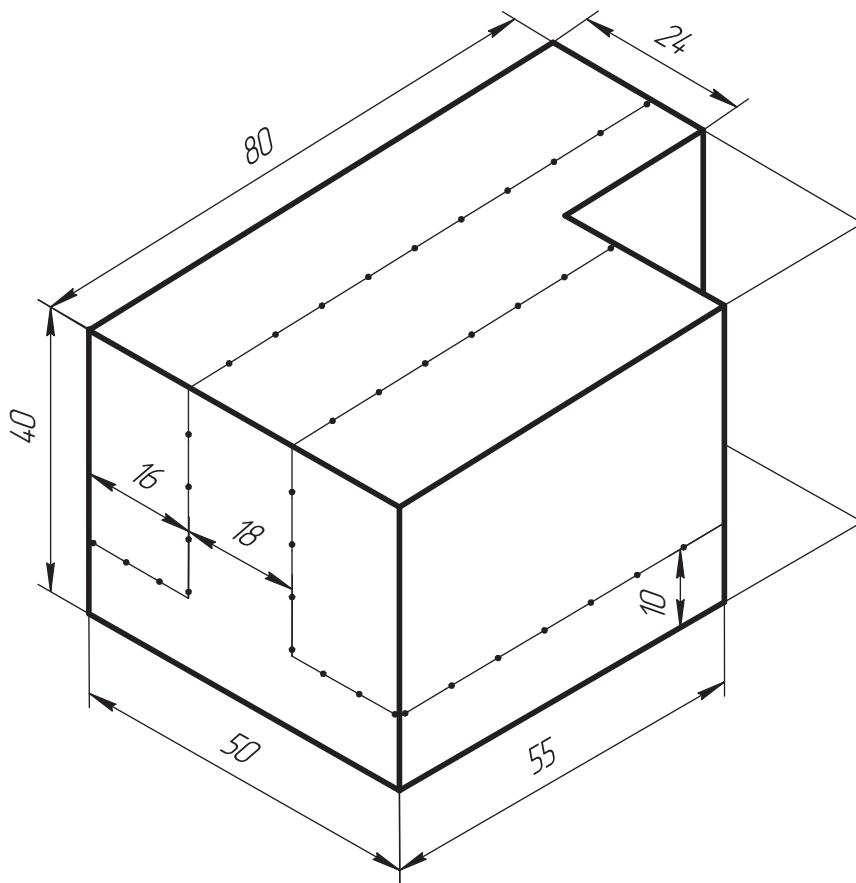
**Варіант 5**



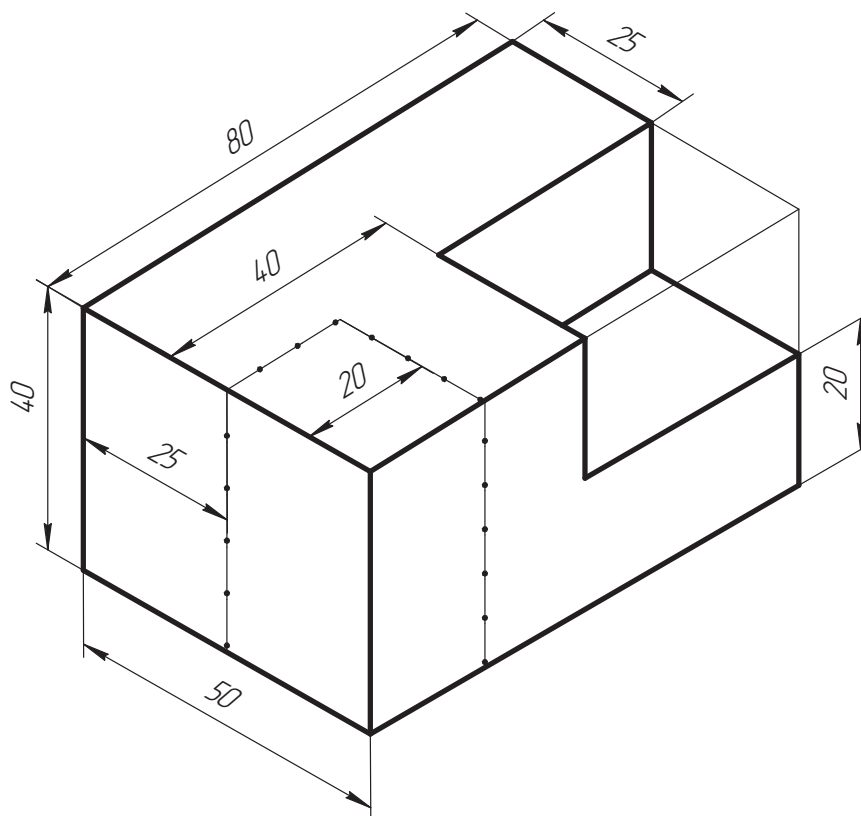
**Варіант 6**



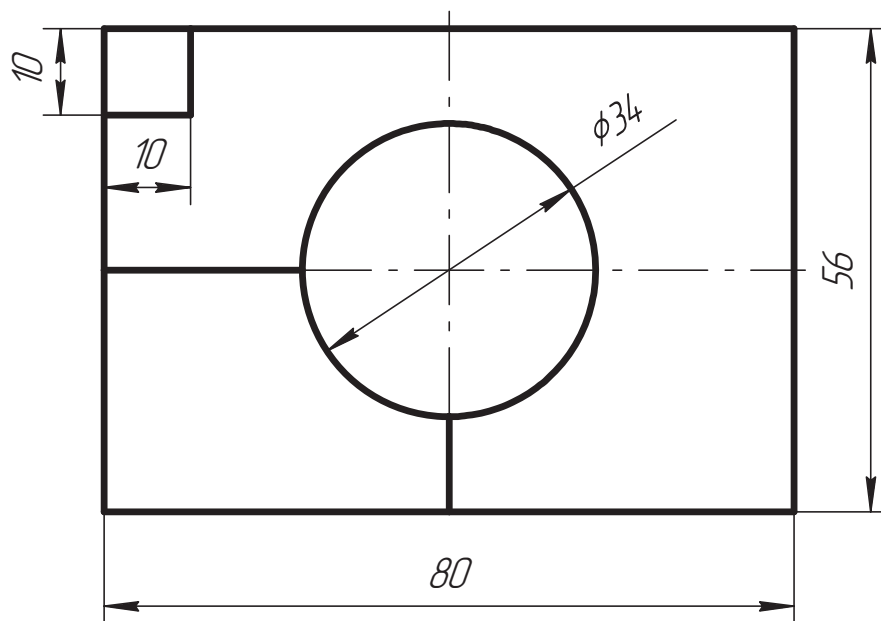
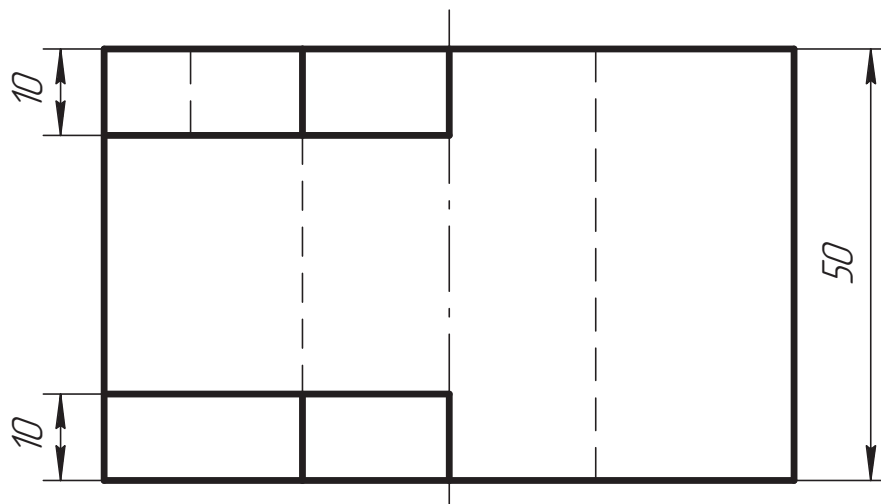
**Варіант 7**



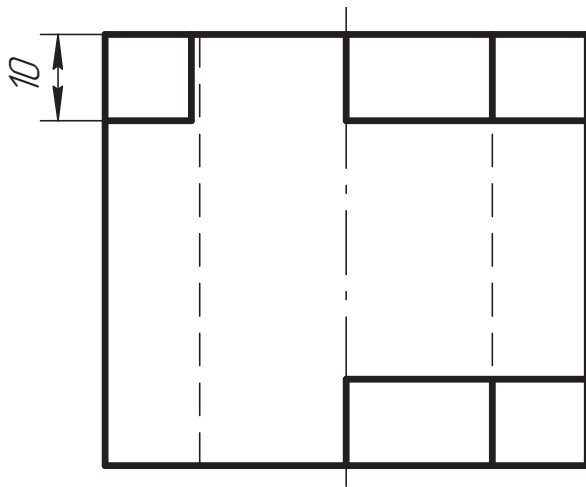
**Варіант 8**



*Приклад виконання завдання 2.5*

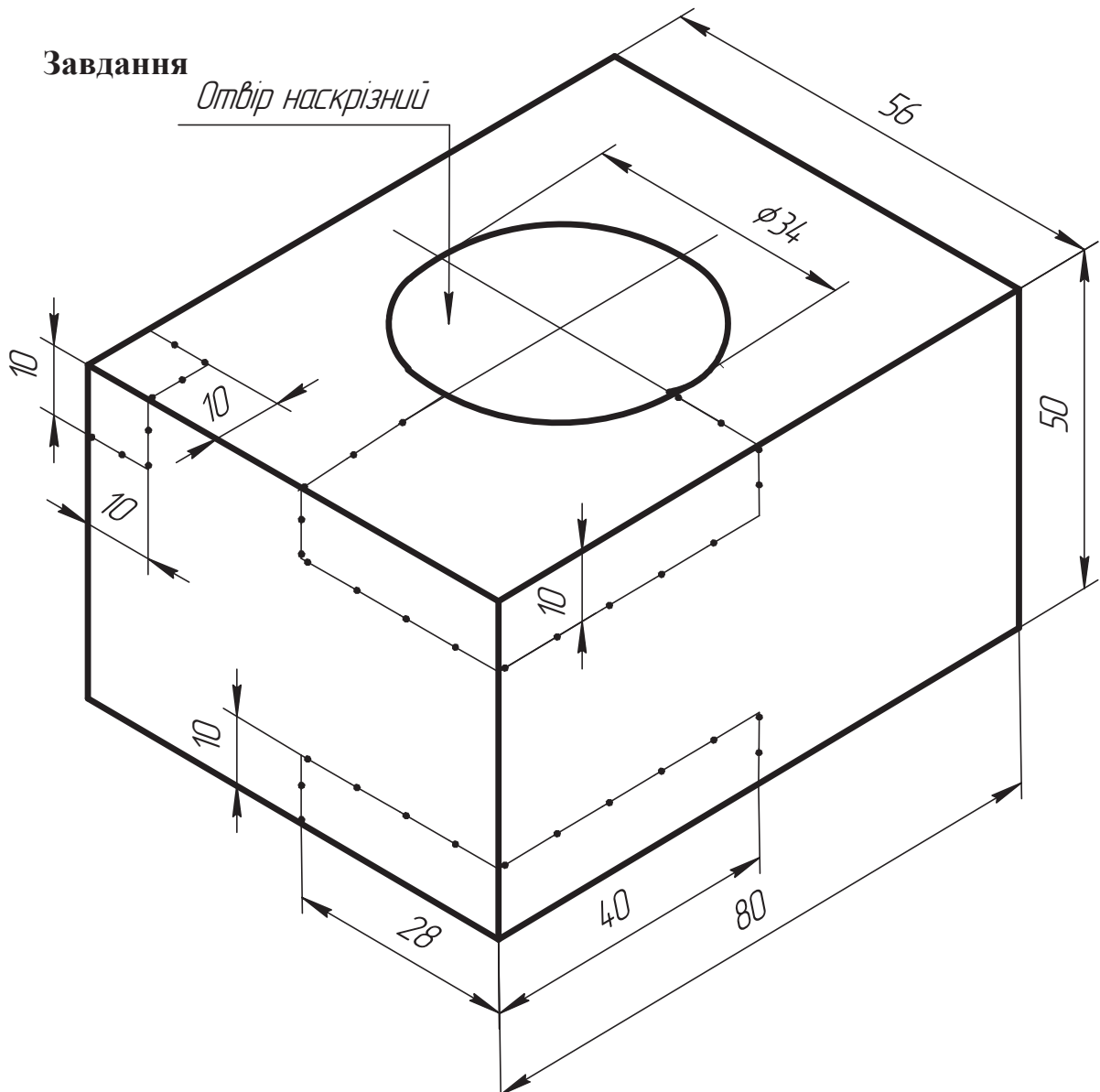






**Завдання**

*Отвір наскрізний*



### 2.3. Розрізи

Креслення повинно давати повне уявлення про зовнішню і внутрішню форму виробу. Як відомо, внутрішню форму предмета можна показати на вигляді штриховими лініями (див. рис. 2.3). Проте, якщо вона складна, на вигляді буває багато штрихових ліній, які, перекриваючись, затемнюють креслення й ускладнюють його читання. Щоб розкрити внутрішню будову предмета, на кресленні користуються способом розрізів. Суть його у тому, що зображуваний предмет (рис. 2.6) умовно розсікають однією або кількома площинами; частину (Б) предмета, ближчу до спостерігача, умовно відкидають, а ту, що залишилася (А), проєкціюють на відповідну площину проєкцій.

*Розрізом* називається зображення предмета, утворене внаслідок уявного перетину однією або декількома січними площинами.

На розрізі показують ту частину предмета, що розміщена в січній площині, а також і ту, що знаходиться за нею. Внутрішні обриси деталі на розрізі показують суцільними основними лініями, як і видимий контур предмета. Те, що потрапило у січну площину, називають *перерізом* і виділяють штрихуванням. Місця, де січна площина проходить через порожнини, не заштриховують.

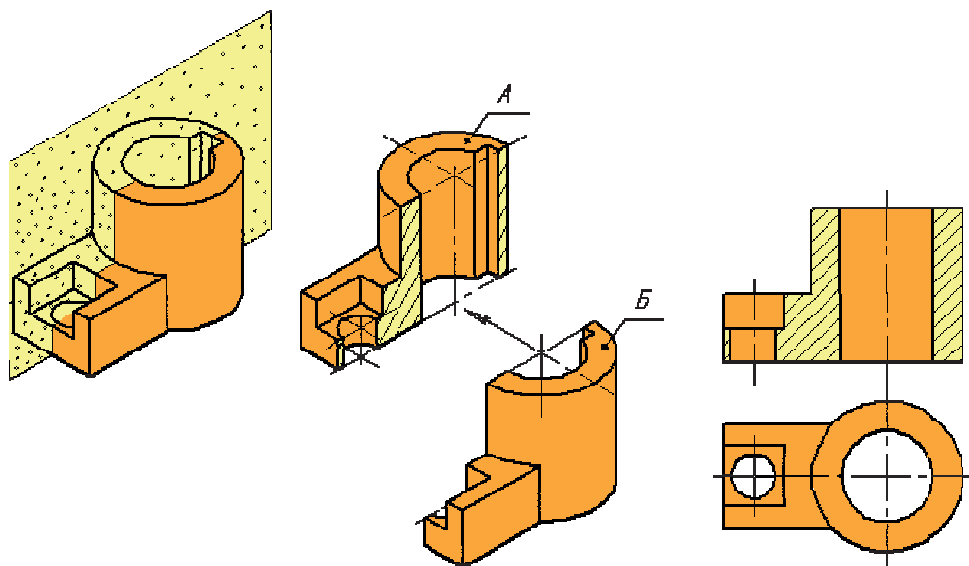


Рис. 2.6

Отже, щоб виконати й зобразити розріз необхідно:

а) у потрібному місці предмета провести січну площину;

б) частину предмета, розміщену між спостерігачем і січною площиною, умовно відкинути;

в) частину, що залишилася, спроекціювати на відповідну площину проєкцій і зобразити на місці одного з основних виглядів або на вільному полі креслення;

г) оформити розріз, якщо потрібно, відповідним написом.

Слід пам'ятати, що розріз є умовним зображенням, бо при виконанні розрізу тільки уявно проводять січну площину і уявно відкидають частину предмета, розміщену між спостерігачем і січною площиною. Умовне

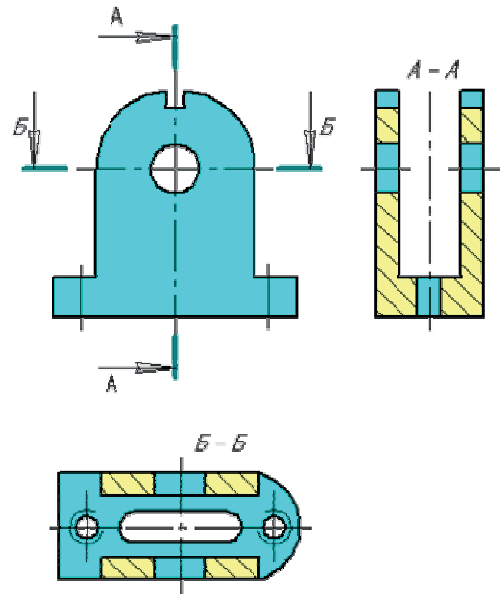


Рис. 2.7

розсічення стосується тільки зображуваного розрізу і не змінює інших зображень предмета. Так, розріз, утворений на фронтальній площині проєкцій (рис. 2.6), не змінює вигляду зверху. На рис. 2.7 розрізи виконано на місці виглядів зверху і зліва. Кожний з них утворений своєю січною площиною, паралельною площині проєкцій, причому ці площини між собою не пов'язані і один розріз від іншого не залежить.

### ***Класифікація розрізів***

Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяються на горизонтальні, вертикальні і похилі.

*Горизонтальним* називається розріз, утворений площиною, паралельною горизонтальній площині проєкцій. Найчастіше цей розріз розміщують на місці виглядів зверху або знизу. На рис. 2.8 деталь розсічено площиною, розміщеною паралельно горизонтальній площині проєкцій. Верхню частину *Б* деталі умовно відкинуто, а частину *В*, що залишилася, спроекційовано в напрямі стрілки на горизонтальну площину проєкцій.

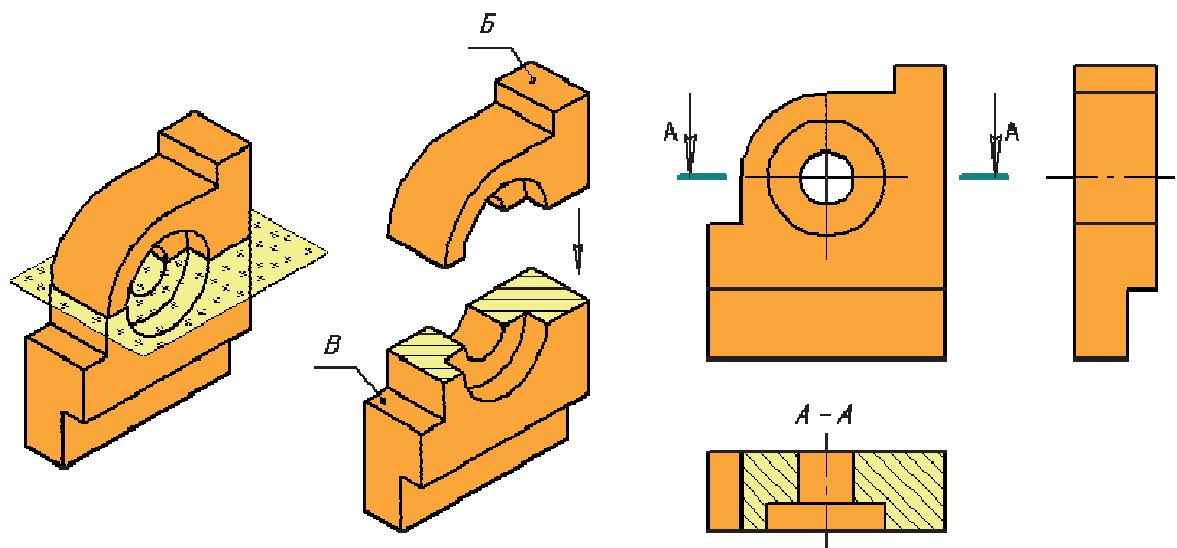


Рис. 2.8

*Вертикальним* називається розріз, утворений січною площиною, перпендикулярною до горизонтальної площини проєкцій. Якщо січна площина паралельна фронтальній площині проєкцій, то вертикальний розріз називають *фронтальним*; якщо ж вона паралельна профільній площині проєкцій, то розріз називають *профільним*. Як правило, ці розрізи розміщують на місці основних виглядів: фронтальний – на місці вигляду спереду (див. рис. 2.6), профільний – на місці виглядів зліва або справа (рис. 2.9).

Для утворення профільного розрізу (рис. 2.9) деталь умовно розсікають площиною, паралельною профільній площині проєкцій. Ліву частину *А* деталі відкидають, а праву *Б*, що залишилася, проєкціюють за напрямом стрілки на профільну площину проєкцій.

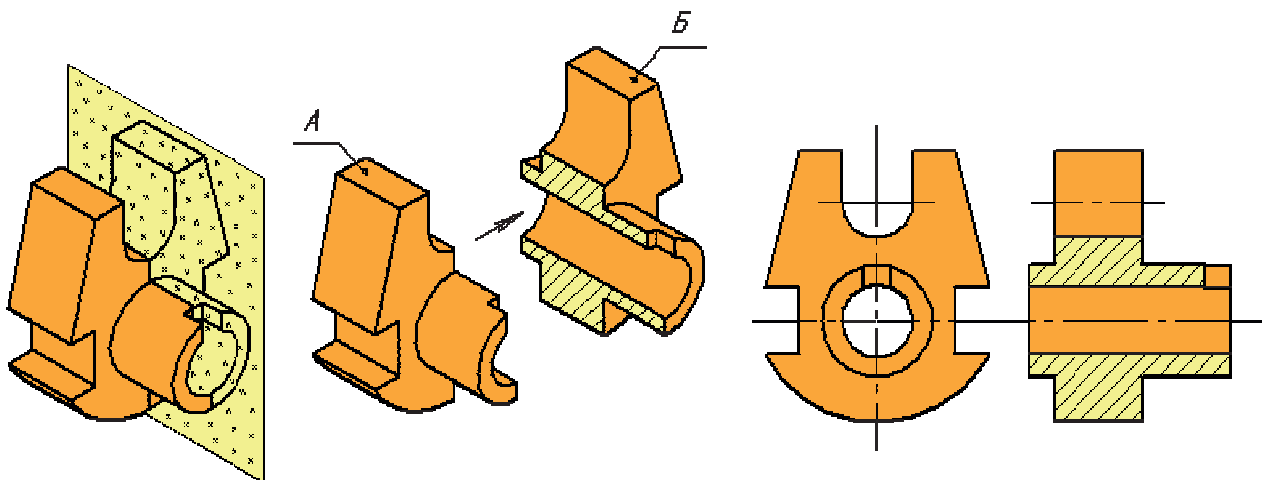


Рис. 2.9

*Похилим* називається розріз січною площиною, яка з горизонтальною площиною проєкцій утворює кут, відмінний від прямого (рис. 2.10). Ці розрізи

застосовують у випадках, коли предмет має похило розташовані елементи. На рис. 2.10 вилку розсічено похилою площиною по лінії перерізу  $A - A$ . Похилий розріз проєкціюють на додаткову площину, паралельну січній, і зображення суміщують з площиною креслення. Розміщують похилі розрізи за напрямом проєкціювання, який показано стрілками, наприклад розріз  $A - A$  на рис. 2.10, б.

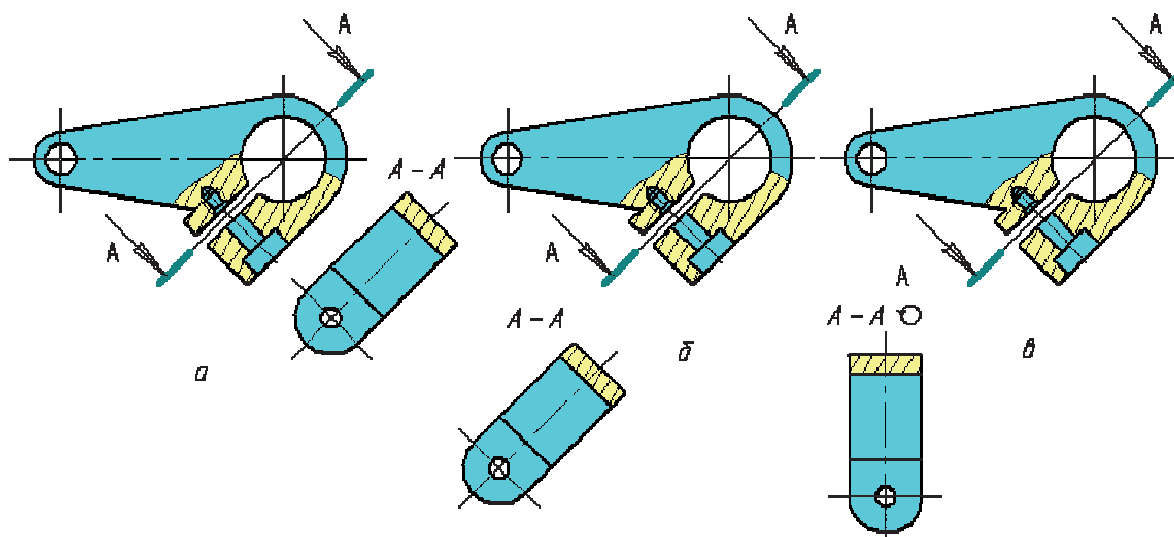


Рис. 2.10

Похилі розрізи можна розміщувати в зручнішому для читання положенні, додаючи до напису значок «повернуто» –  $\odot$  (рис. 2.10, в). Найдоцільніше зображення похилого розрізу показано на рис. 2.10, а.

Залежно від положення січної площини відносно основних вимірів предмета розрізи поділяють на поздовжні і поперечні.

Розріз називається *поздовжнім*, якщо січна площина напрямлена вздовж довжини або висоти предмета (див. рис. 2.9), і *поперечним*, якщо січна площина напрямлена перпендикулярно до довжини або висоти предмета (див. рис. 2.8).

Залежно від кількості січних площин розрізи поділяють на прості й складні.

*Простим* називають розріз, утворений однією січною площиною. Усі наведені вище розрізи є простими.

*Складним* називають розріз, утворений двома або більшою кількістю січних площин. Складні розрізи поділяють па ступінчасті і ламані.

*Ступінчастим* називають складний розріз, утворений паралельними січними площинами. На рис. 2.11 розріз виконано трьома паралельними фронтальними січними площинами. Передню частину  $B$  деталі умовно

відкинуто, а частину *B*, що залишилася, зображено в розрізі на місці вигляду спереду. Розріз виконано так, ніби зображення, що містяться на трьох паралельних площинах, суміщені в одну площину (без позначення меж кожної з площин).

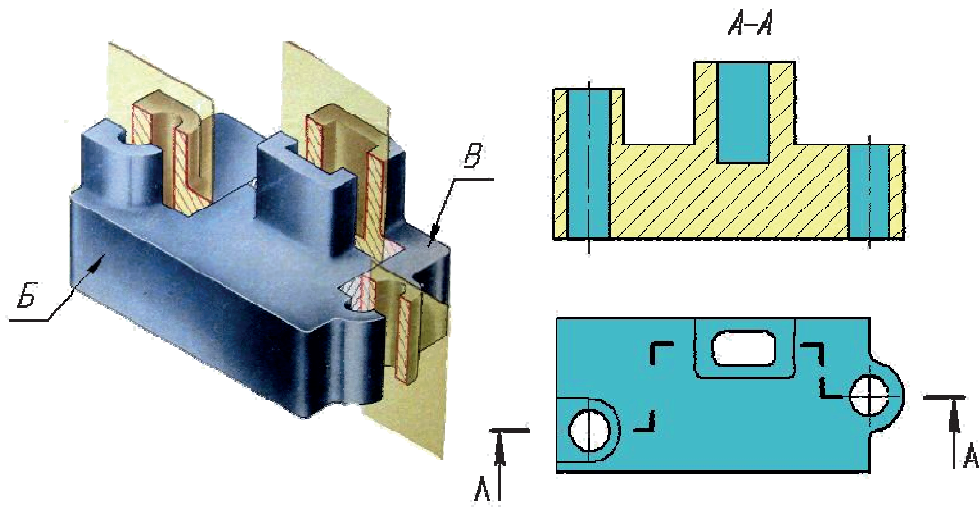


Рис. 2.11

*Ламаним* називають складний розріз, утворений непаралельними січними площинами, причому одна площина або кілька є похилими до основних площин проєкцій (рис. 2.12). Ламаний розріз зображують так, ніби похила площина повернута у вертикальне або горизонтальне положення до суміщення з напрямом основної січної площини. Коли суміщені площини виявляються паралельними одній з основних площин проєкцій, ламаний розріз слід розміщати на місці відповідного вигляду. На рис. 2.12 і 2.13, *б* похила площина повернута в профільне положення, а на рис. 2.13, *а* – у фронтальне.

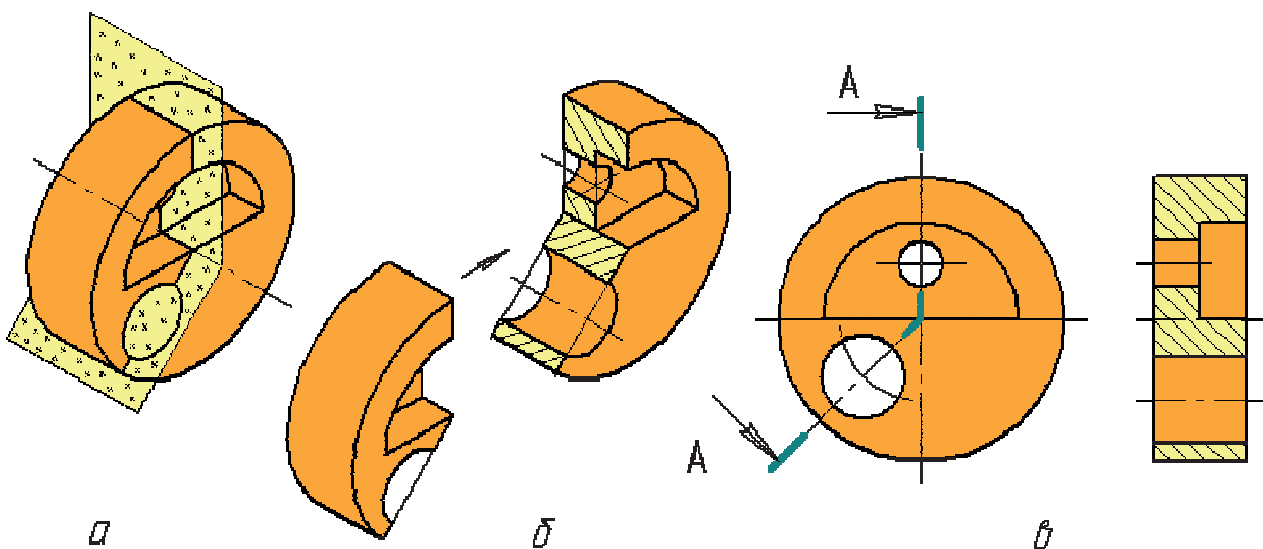


Рис. 2.12

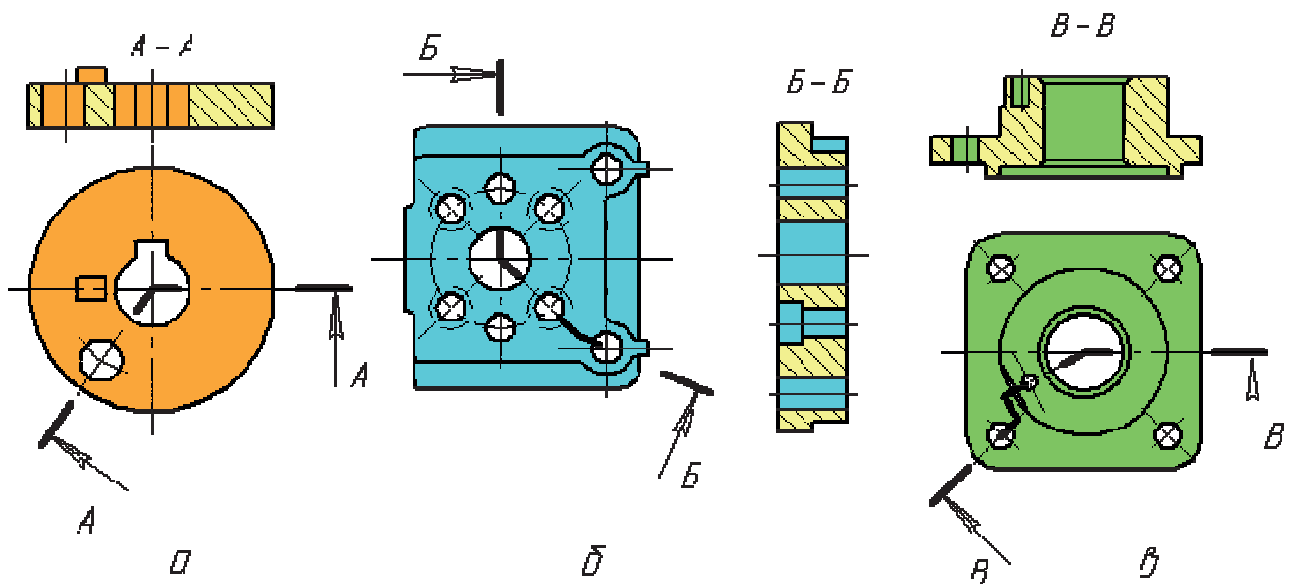


Рис. 2.13

При поворотанні січної площини елементи деталі, які розташовані за нею, не повинні переміщатися на кут попороту. Інакше кажучи, ці елементи проєкціюються так, як при звичайних простих вертикальних або горизонтальних розрізах.

У ламаних розрізах перехід від однієї січної площини до іншої може бути й радіальним (рис. 2.13, в).

Залежно від повноти виконання розрізи поділяють на повні і місцеві. *Повним* розрізом називають зображення, що розкриває внутрішню будову предмета по всьому перерізу, тобто коли січна площина наскрізь перерізає предмет.

*Місцевим* розрізом називають зображення, що виявляє внутрішню будову деталі лише в окремому, обмеженому місці. Місцеві розрізи відокремлюють від нерозрізаної частини деталі суцільною хвилястою лінією. Хвиляста лінія не повинна співпадати з контурною чи осьовою або іншою лінією зображення. На рис. 2.14 місцеві розрізи, виконані фронтальними площинами, дають змогу виявити отвори в плиті і визначити будову циліндричної частини деталі.

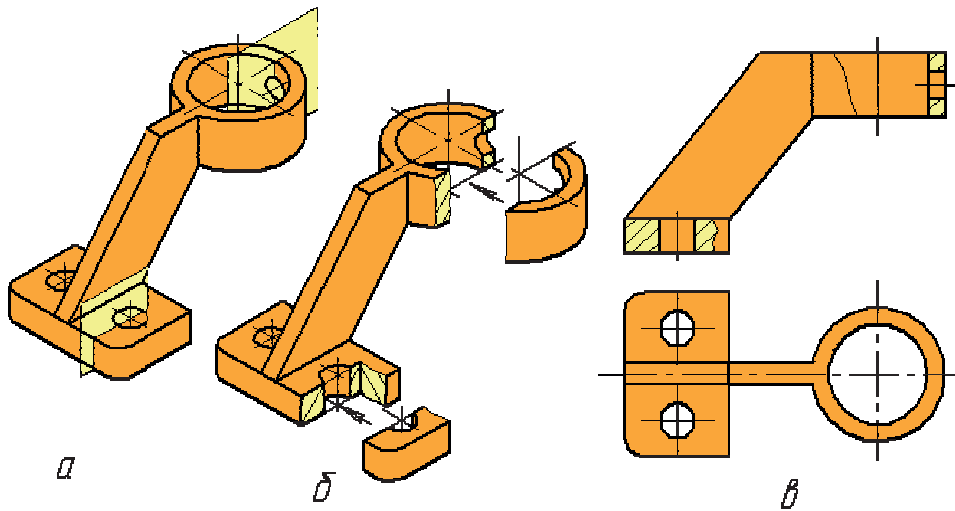


Рис. 2.14

**Позначення розрізів.** Фронтальні і профільні прості розрізи найчастіше розміщують на місцях відповідних основних виглядів. Так, фронтальний розріз розміщують на місці вигляду спереду (див. рис. 2.6), профільний – на місці вигляду зліва (див. рис. 2.7, 2.9), а горизонтальний – на місці вигляду зверху (див. рис. 2.7, 2.8).

Якщо січна площина збігається з площиною симетрії всього предмета і відповідні розрізи розміщені на одному аркуші в проекційному зв'язку і не розділені якимись іншими зображеннями, то для горизонтальних, фронтальних і профільних розрізів положення січної площини не позначають і сам розріз не супроводжують написом (див. рис. 2.6, 2.9). Але якщо січна площина не збігається з площиною симетрії, то положення січної площини показують лінією перетину – слідом цієї площини на площині креслення.

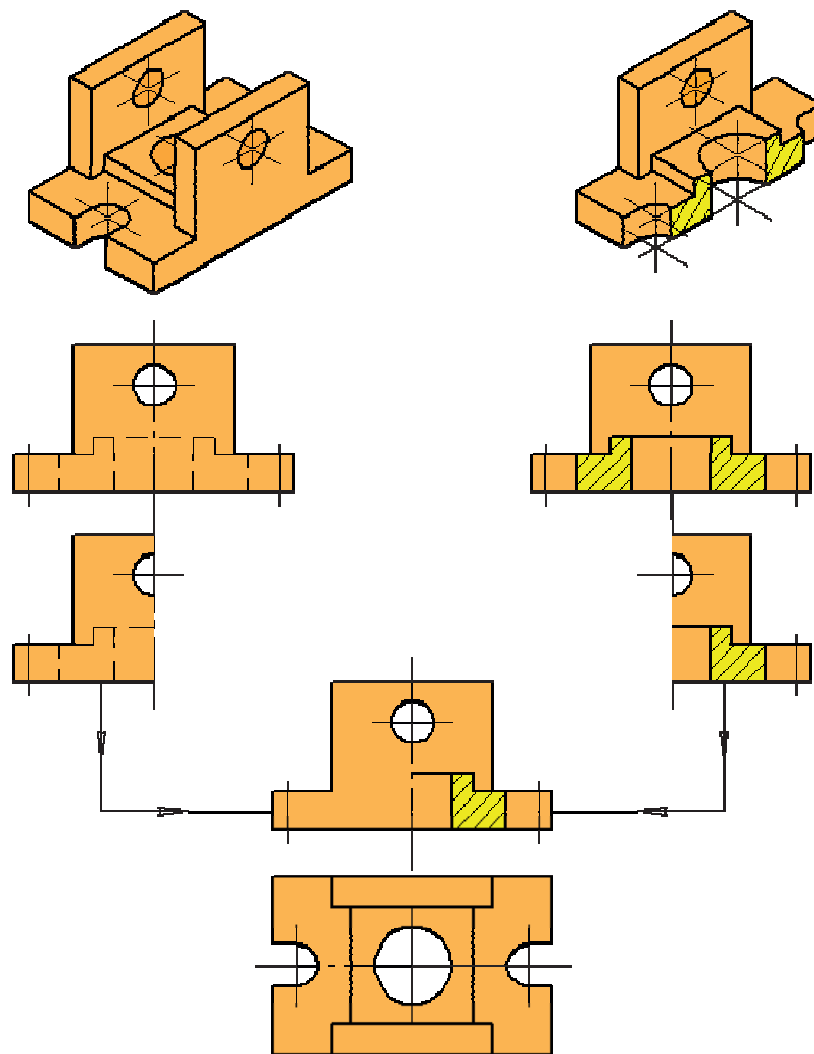
Прості похилі розрізи позначають завжди. Букви, які ставлять біля штрихів, не повинні мати нахилу відповідно до напрямку самих штрихів, напис «А–А» пишуть горизонтально (див. рис. 2.13). При повертанні похилого розрізу до напису додають слово значок «повернуто» –  $\curvearrowright$  (див. рис. 2.10).

Складні розрізи також позначають завжди. Крім початкового і кінцевого штрихів, у місцях переходу однієї січної площини в іншу ставлять кутики без букв (див. рис. 2.11, 2.12, 2.13). Букви проставляють лише на кінцевих штрихах розімкненої лінії, що мають стрілки.

Місцеві розрізи, як правило, не позначають і не надписують (див. рис. 2.14).



**Поєднання частин вигляду з частиною розрізу.** Щоб зменшити обсяг графічної роботи і зекономити площу креслення застосовують таку умовність: коли деталь проєкціюється у вигляді симетричної фігури, можна поєднати в одному зображенні половину вигляду з половиною відповідного розрізу. Лінією їх розділення є вісь симетрії фігури, тобто штрихпунктирна тонка лінія. На рис. 2.15 показано приклад поєднання половини вигляду спереду з половиною фронтального розрізу. Рисунок поетапно демонструє принцип утворення такого складного зображення. У таких випадках невидимий контур предмета штриховими лініями на вигляді не показують.



*Рис. 2.15*

На головному вигляді і на вигляді зліва розріз, як правило, розміщують праворуч від вертикальної осі симетрії, а на виглядах зверху і знизу – праворуч від вертикальної або знизу від горизонтальної осей (рис. 2.16, *a*).

Якщо контурна лінія креслення збігається з віссю симетрії, що може призвести до непорозуміння, межу між виглядом і розрізом роблять хвилястою лінією обриву. На рис. 2.16 показано, як проводити хвилясту лінію при

наявності в деталі зовнішнього ребра (рис. 2.16, б), внутрішнього (рис. 2.16, в) або одночасно обох (рис. 2.16, з). Для несиметричних деталей лінією розділення частини розрізу і вигляду є лише хвиляста лінія, яку можна провести в будь-якому місці зображення.

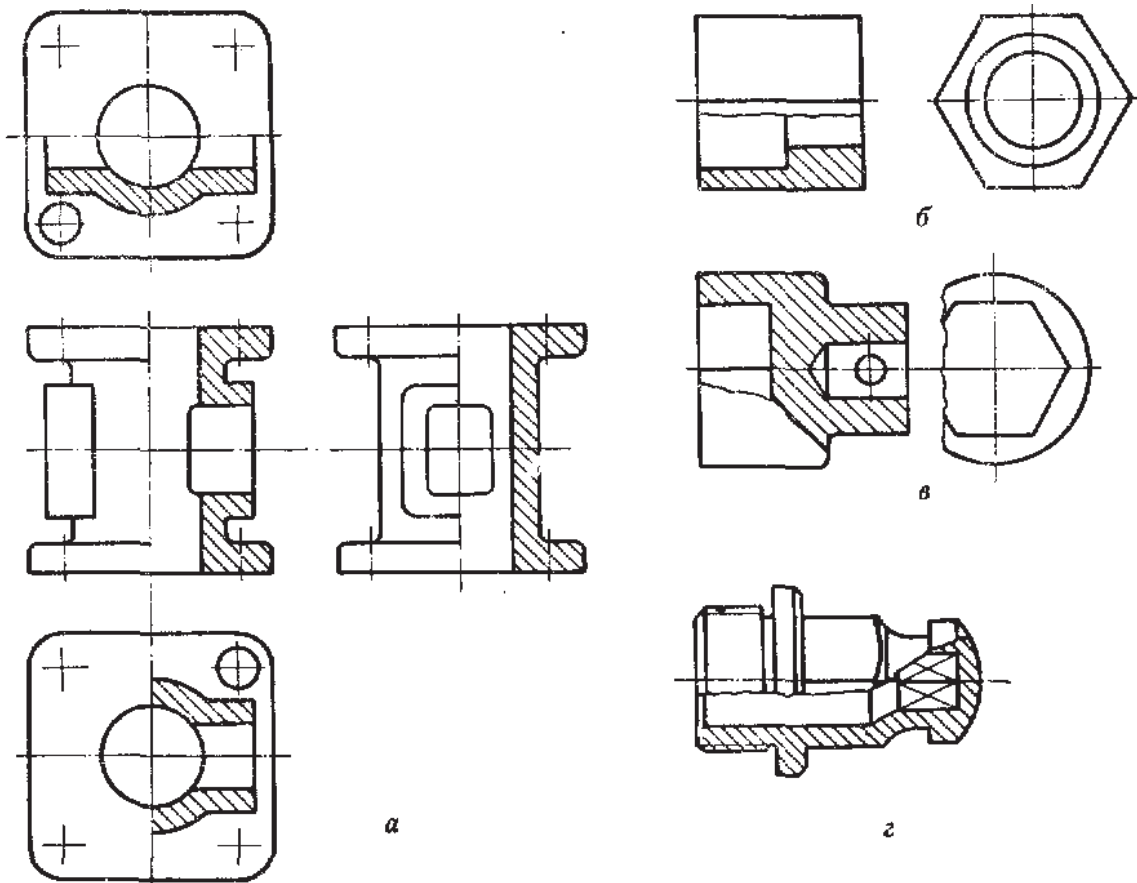
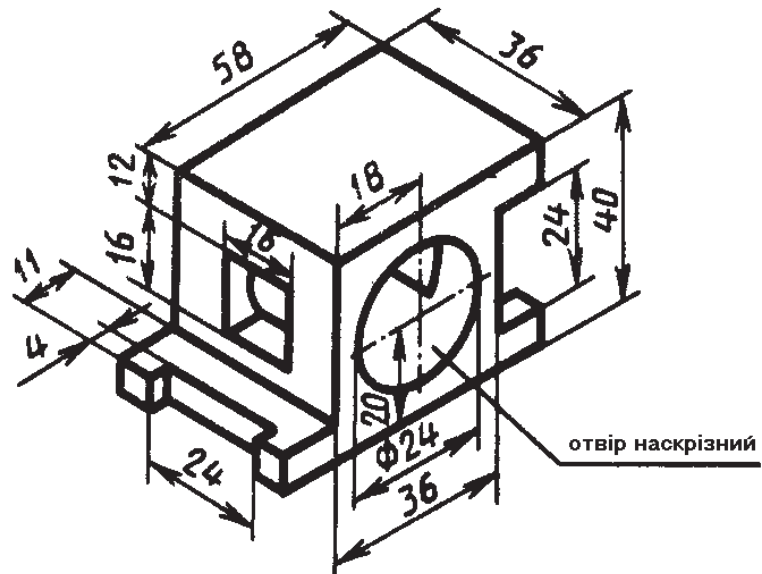


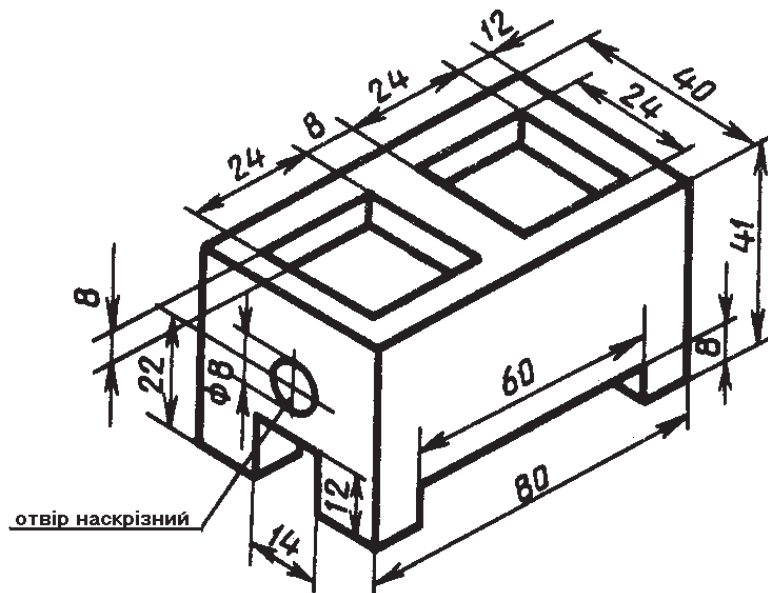
Рис. 2.16



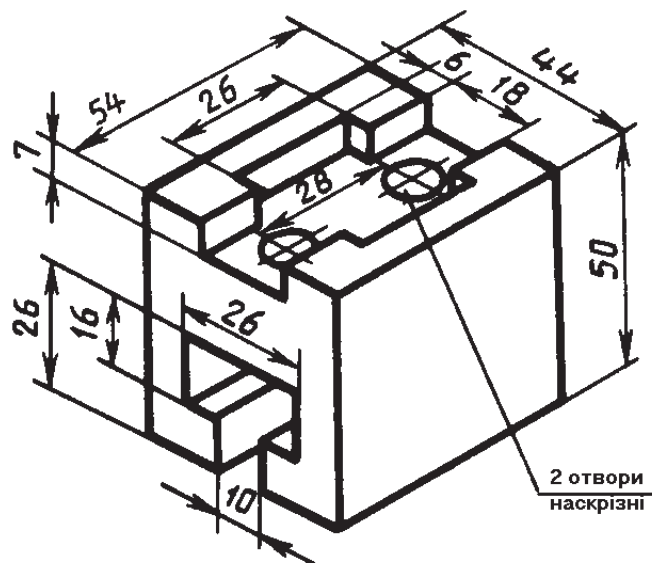
Варіант 3



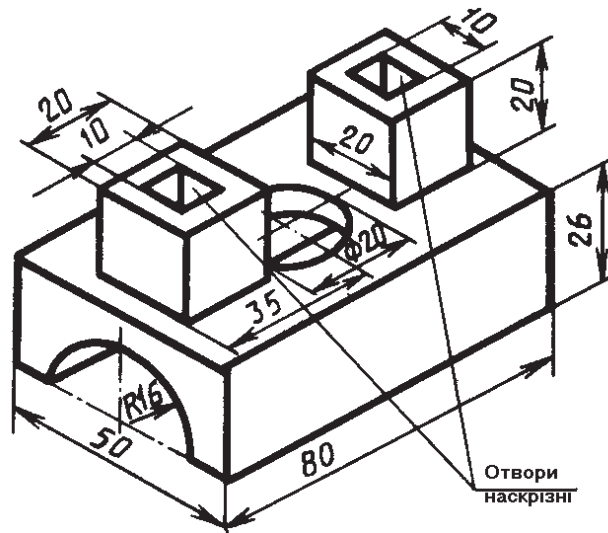
Варіант 4



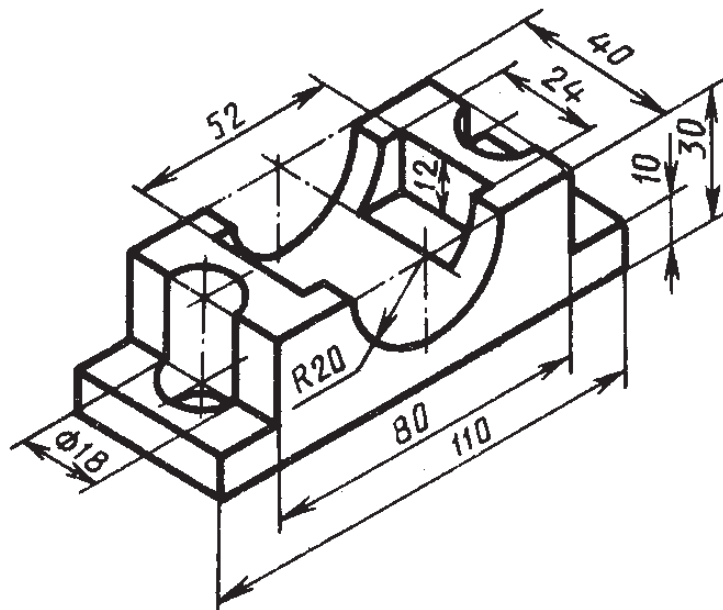
Варіант 5



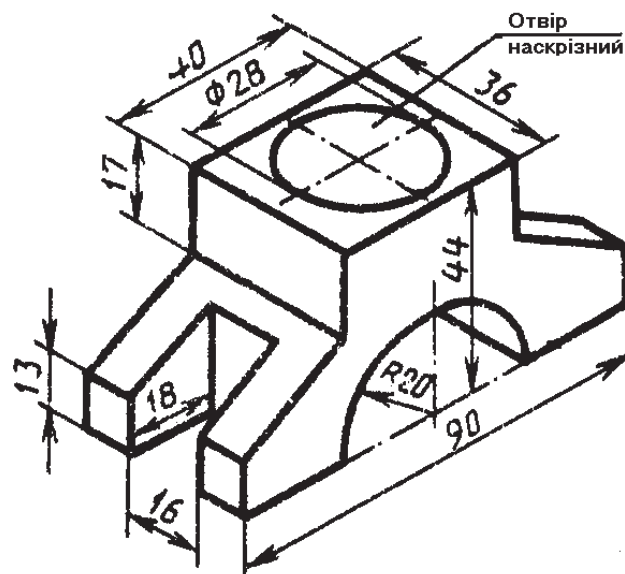
Варіант 6



Варіант 7



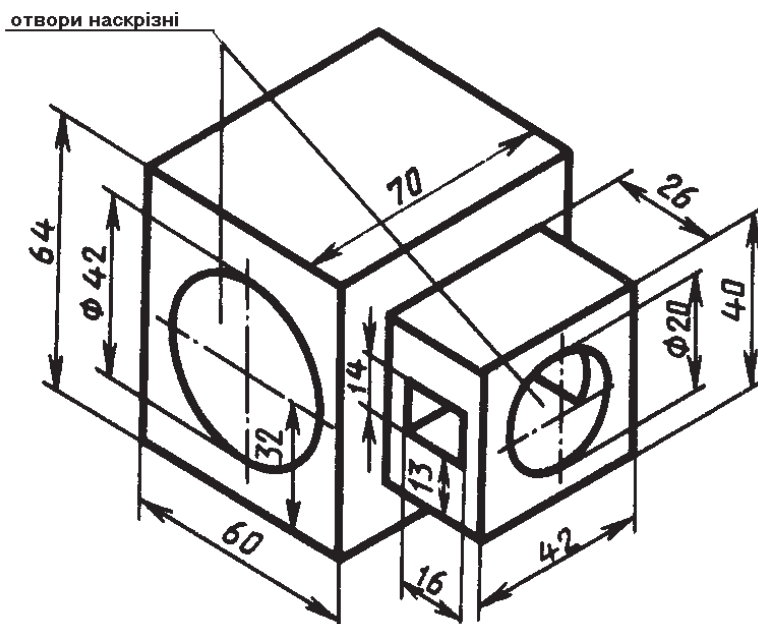
Варіант 8



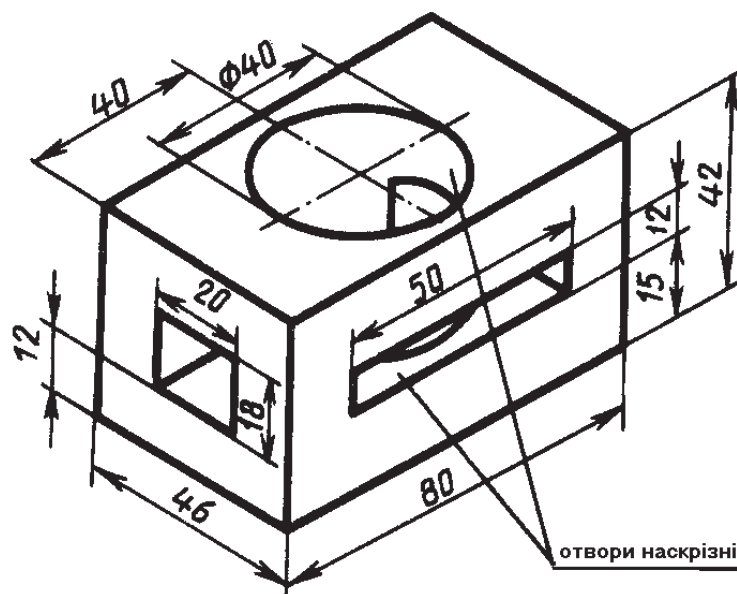
**Завдання 2.7. «Виконання горизонтальних розрізів деталей на кресленні»**

Згідно з наочним зображенням предмета побудувати три його проєкції. На місці вигляду зверху виконати горизонтальний розріз. Нанести розміри (масштаб 2:1, формат А3).

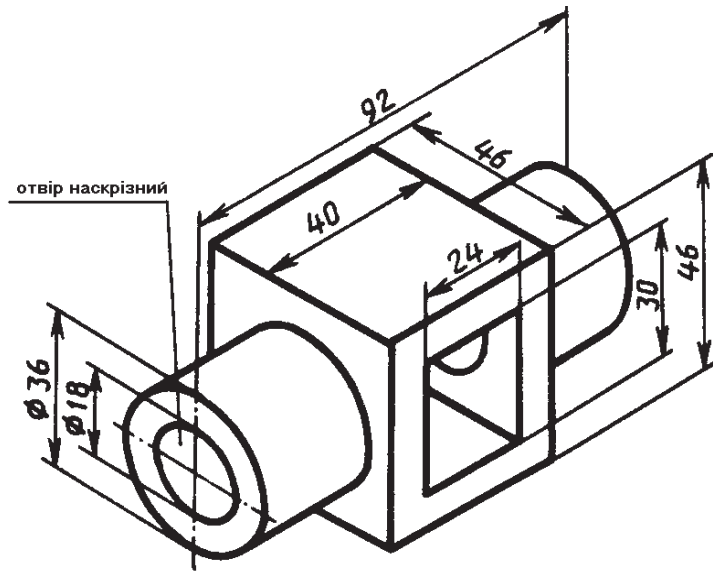
**Варіант 1**



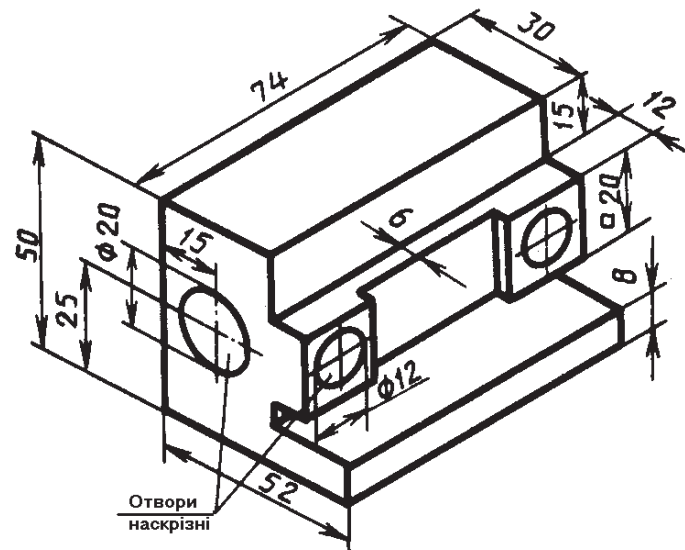
**Варіант 2**



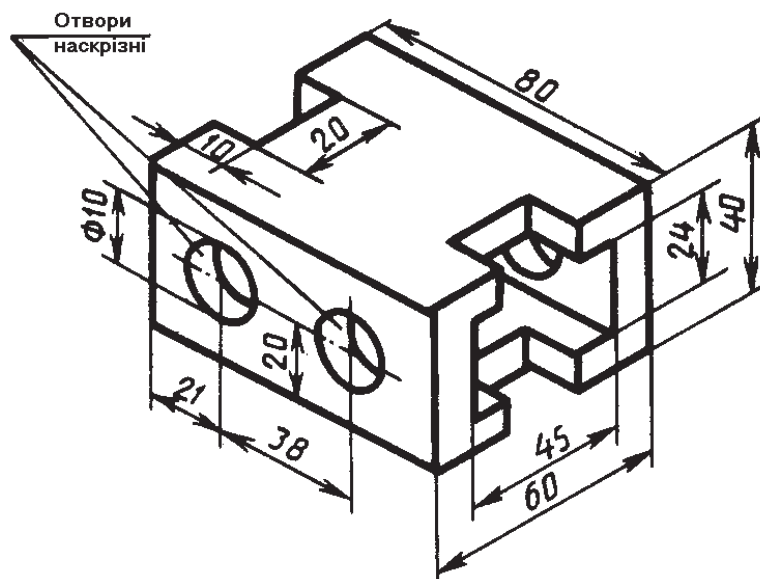
Варіант 3



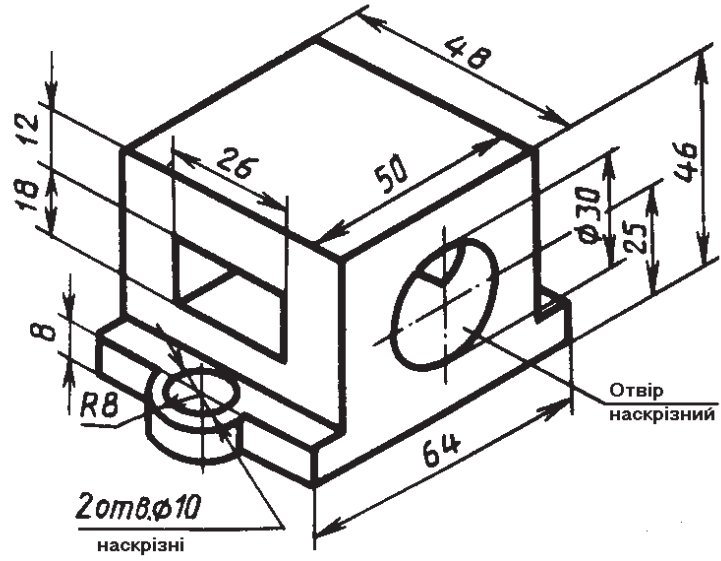
Варіант 4



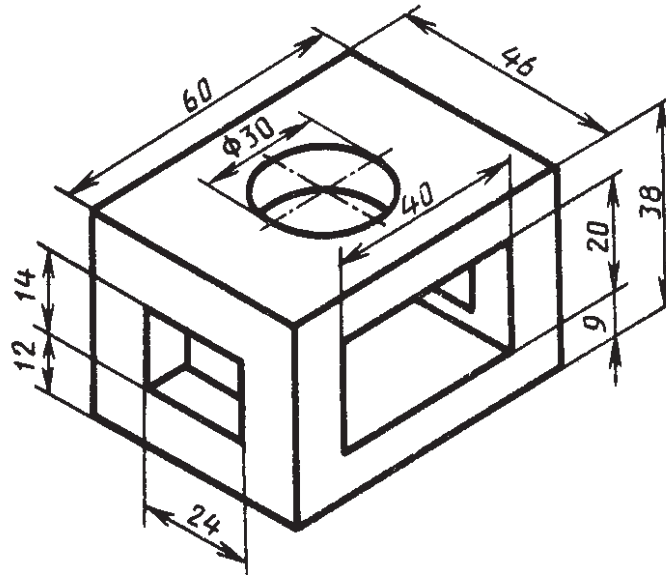
Варіант 5



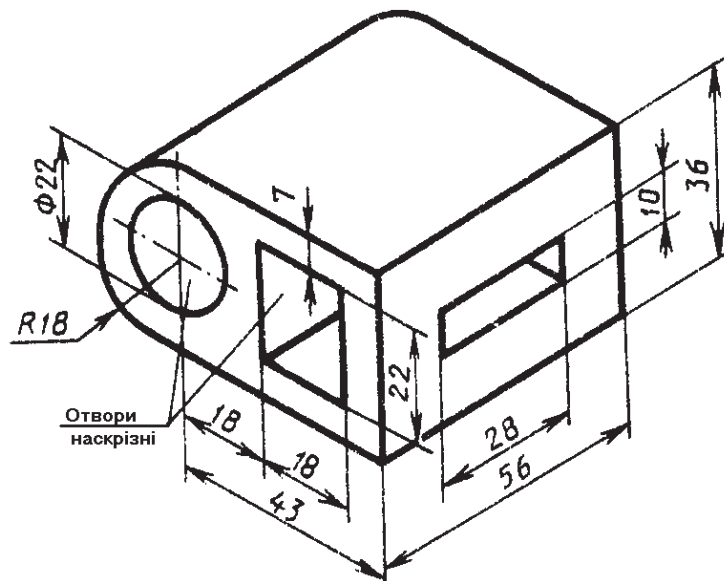
Варіант 6



Варіант 7



Варіант 8

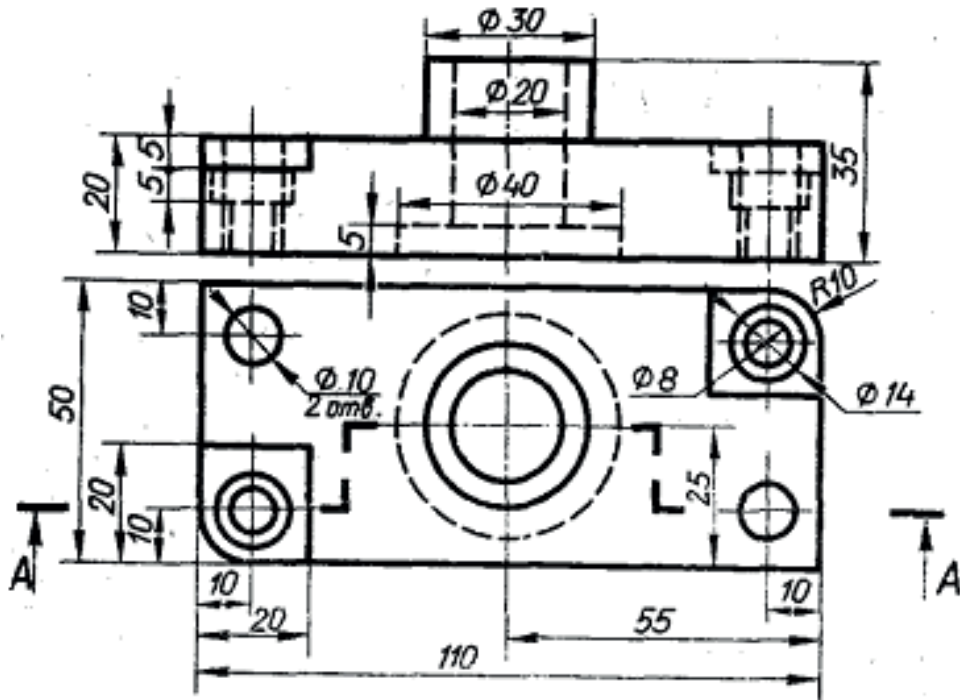




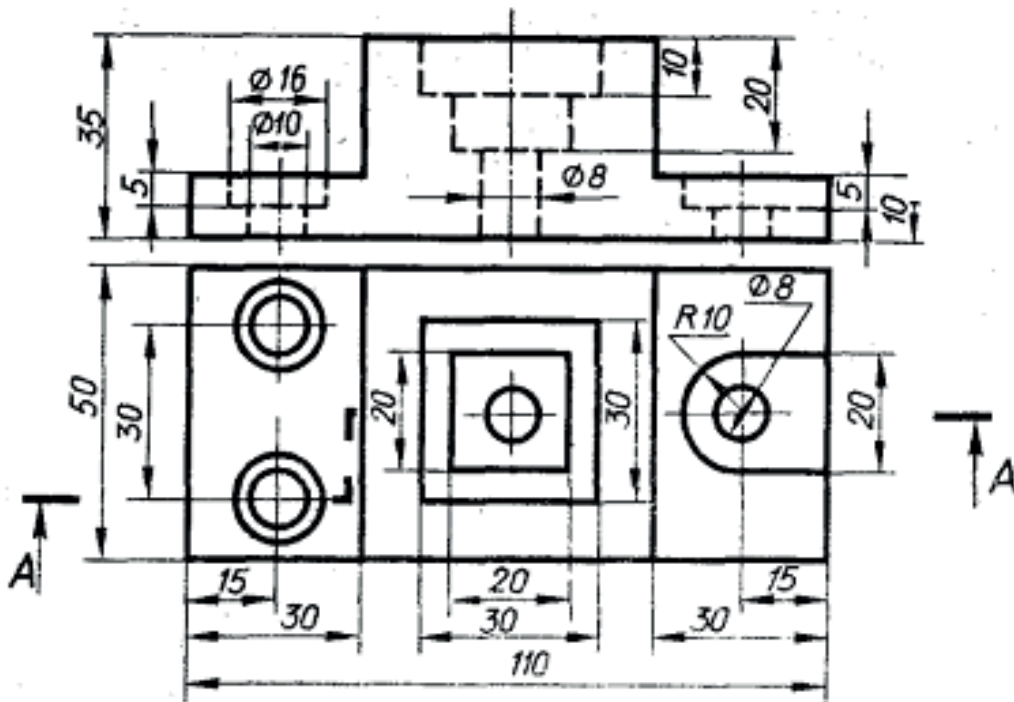
**Завдання 2.8. «Виконання складних ступінчастих розрізів деталей на кресленні»**

Виконати креслення деталі, зобразивши на місці головного вигляду складний ступінчастий розріз. Нанести розміри (масштаб 2:1, формат А3).

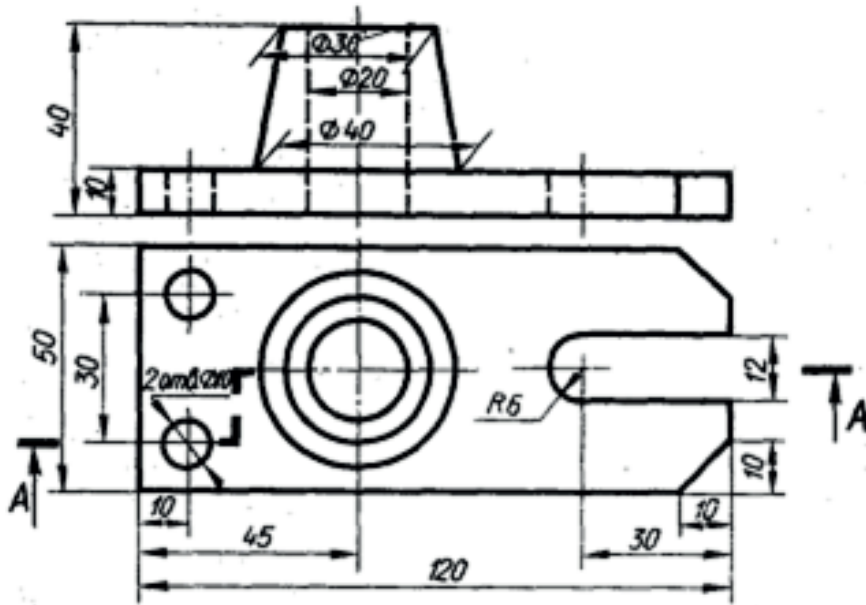
**Варіант 1**



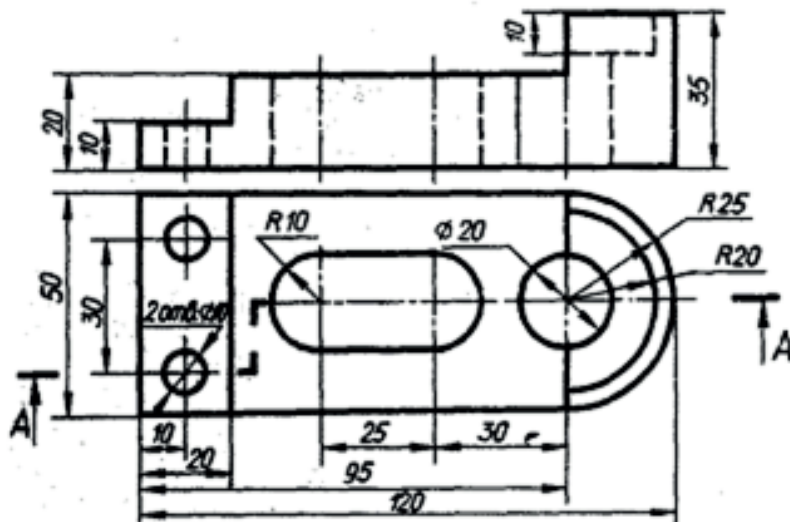
**Варіант 2**



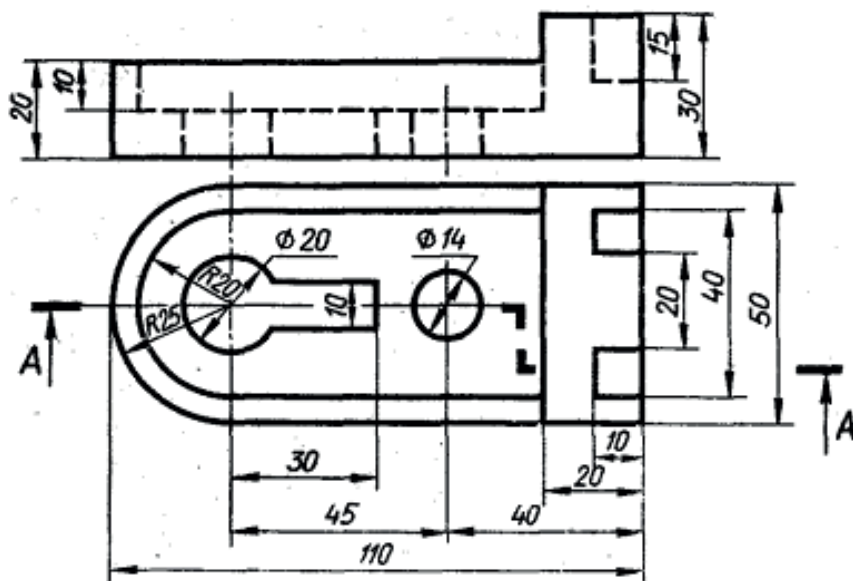
Варіант 3



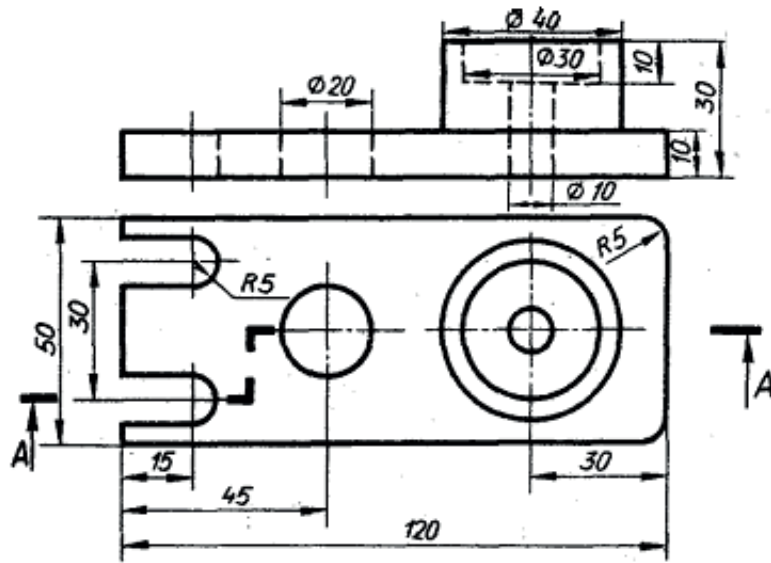
Варіант 4



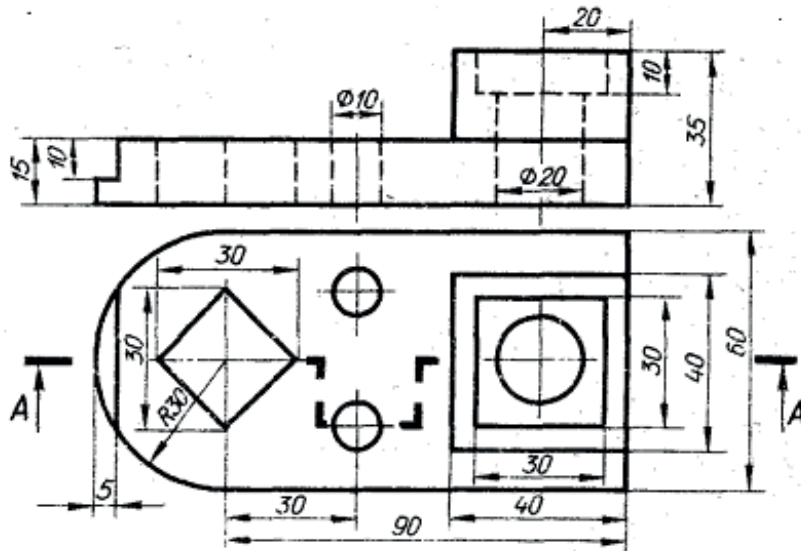
Варіант 5



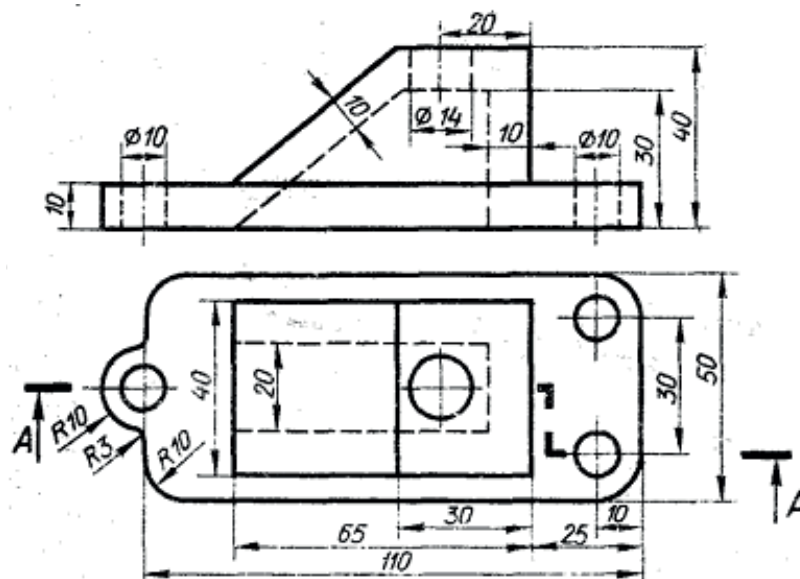
Варіант 6



Варіант 7



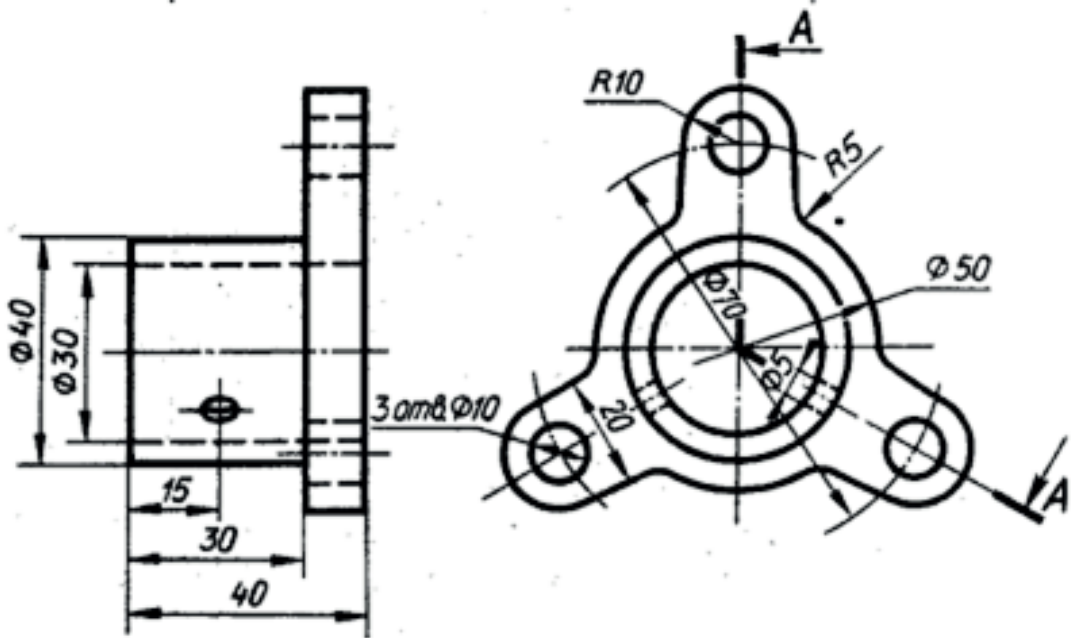
Варіант 8



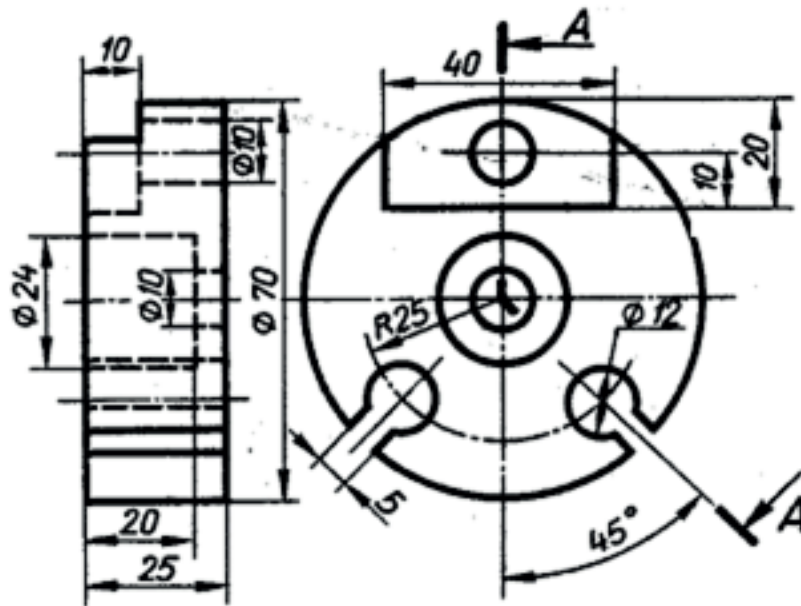
**Завдання 2.9. «Виконання складних ламаних розрізів деталей на кресленні»**

Виконати креслення деталі, зобразивши на місці головного вигляду складний ламаний розріз. Нанести розміри (масштаб 2:1, формат А3).

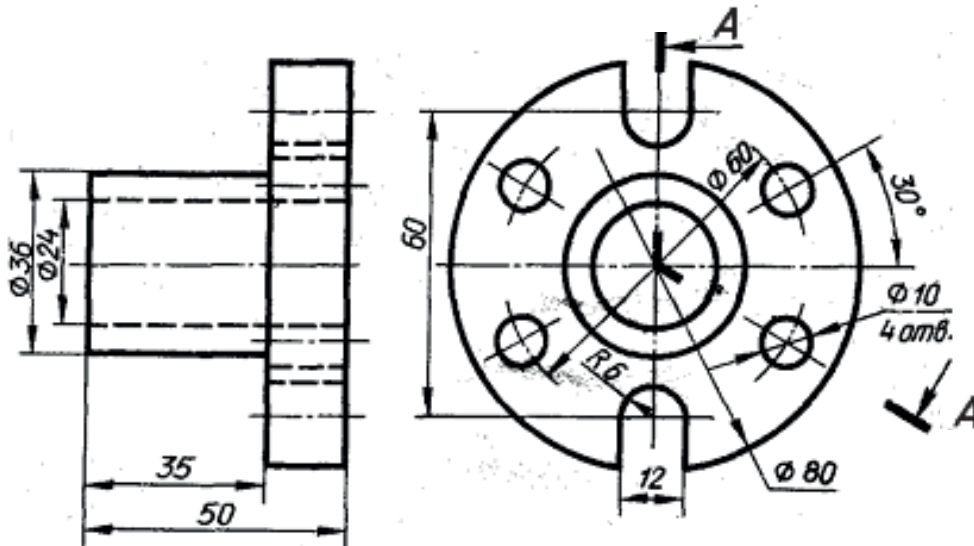
**Варіант 1**



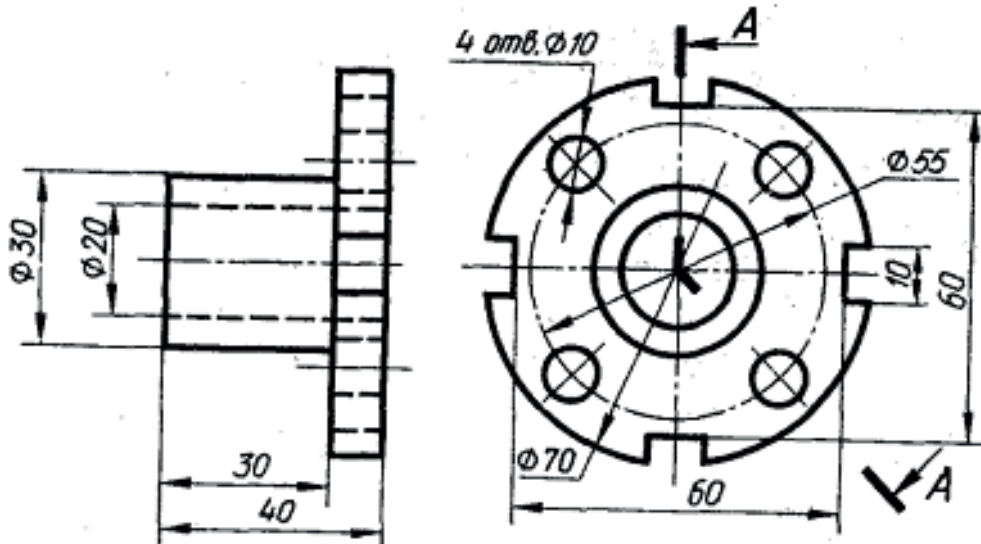
**Варіант 2**



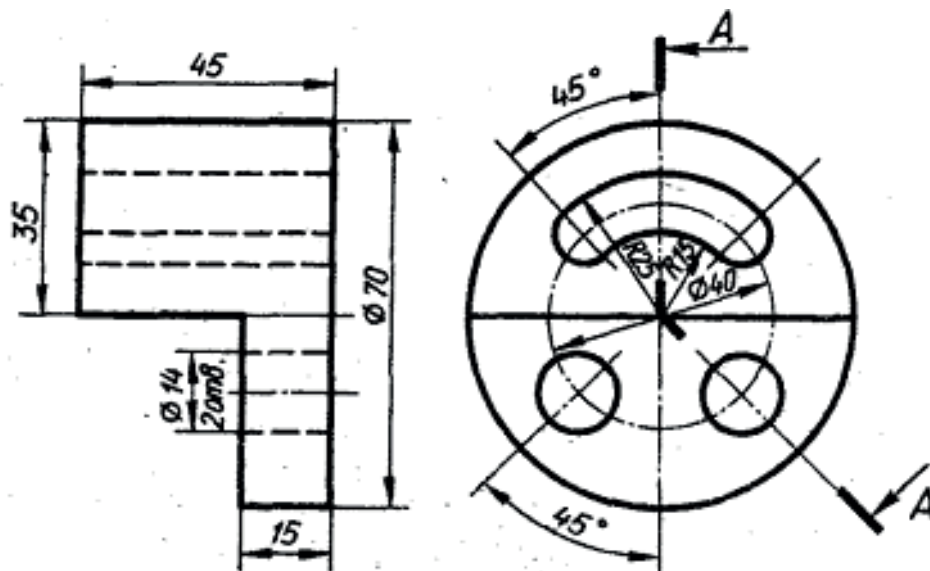
Варіант 3



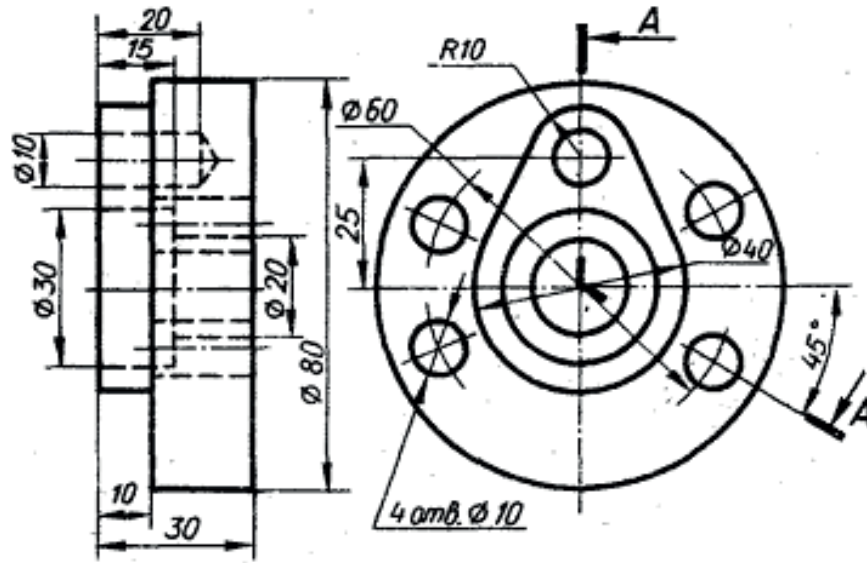
Варіант 4



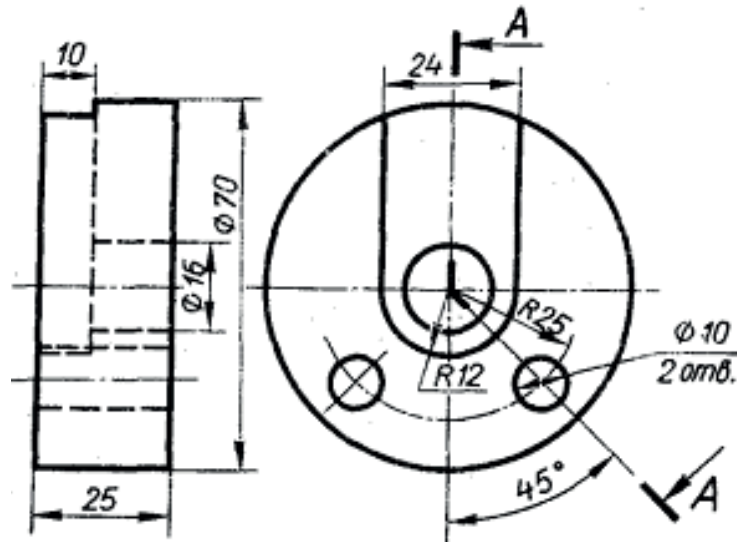
Варіант 5



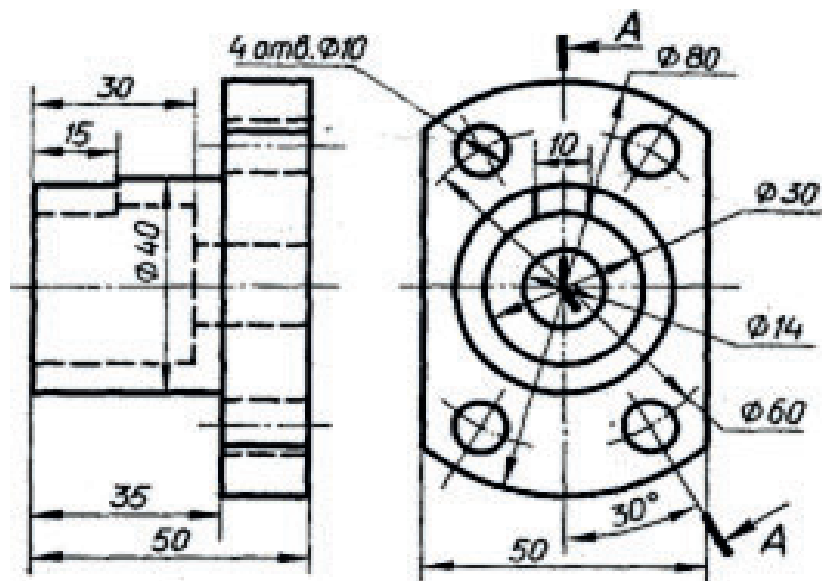
Варіант 6



Варіант 7



Варіант 8



## 2.4. Перерізи

Крім виглядів і розрізів на кресленнях досить часто застосовують перерізи. З їх допомогою у потрібному місці виявляють поперечну форму деталі. Суть цього способу наочно проілюстровано на рис. 2.17. Для виявлення поперечної форми і глибини шпонкової канавки валик умовно розсічено площиною, перпендикулярною до його осі. Ця площина висунута і на ній видно фігуру, яка утворилася внаслідок розсічення. Щоб зобразити фігуру перерізу в натуральну величину, її повертають до положення, паралельного площині проєкцій.

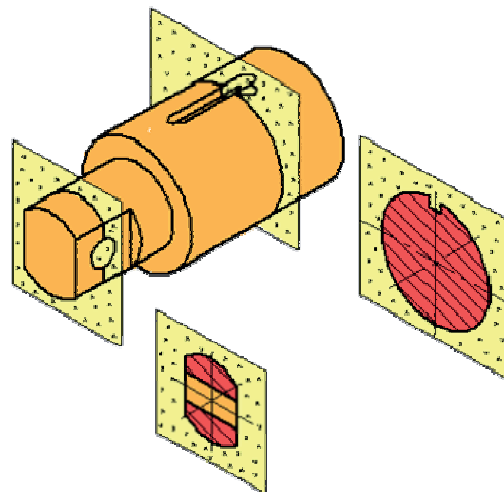


Рис. 2.17

*Перерізом* називають зображення фігури, яке утворюється при умовному перетині деталі однією або кількома площинами.

У перерізі показують лише ту частину предмета, що потрапила у січну площину. Частину деталі, розташовану за січною площиною, у перерізі не показують.

Для утворення перерізу необхідно:

- а) у потрібному місці креслення провести січну площину;
- б) фігуру, утворену в перерізі, повернути в положення, паралельне площині проєкцій;
- в) на вільному місці поля креслення побудувати переріз і, в разі потреби, оформити його написом.

Переріз, як і розріз, є зображенням умовним. Умовність полягає у тому, що: 1) січну площину проводять уявно; 2) фігура, утворена в перерізі, окремо від предмета не існує, але її умовно «відривають» і зображають на полі креслення.

Розглянемо деякі випадки виконання винесених перерізів:

1. Переріз являє собою симетричну фігуру, розміщену на продовженні сліду січної площини. У цьому випадку лінію перетину, що збігається з віссю симетрії самого перерізу, показують тонкою штрих-пунктирною лінією без позначень буквами і стрілками (рис. 2.18, а, б). Так само виконують симетричні перерізи, розміщені в розриві між частинами того самого зображення (рис. 2.18, в).

2. Перерізом є симетрична фігура, розташована на довільному місці креслення. У цьому разі лінію перетину позначають і сам переріз супроводжують написом (рис. 2.18, б).

3. Переріз являє собою несиметричну фігуру. У цьому випадку лінію перетину позначають і переріз супроводжують написом (рис. 2.18, а). Коли несиметричний переріз розташований у розриві між частинами зображення, лінію перетину і стрілки проводять, але не позначають буквами і переріз не надписують (рис. 2.18, в).

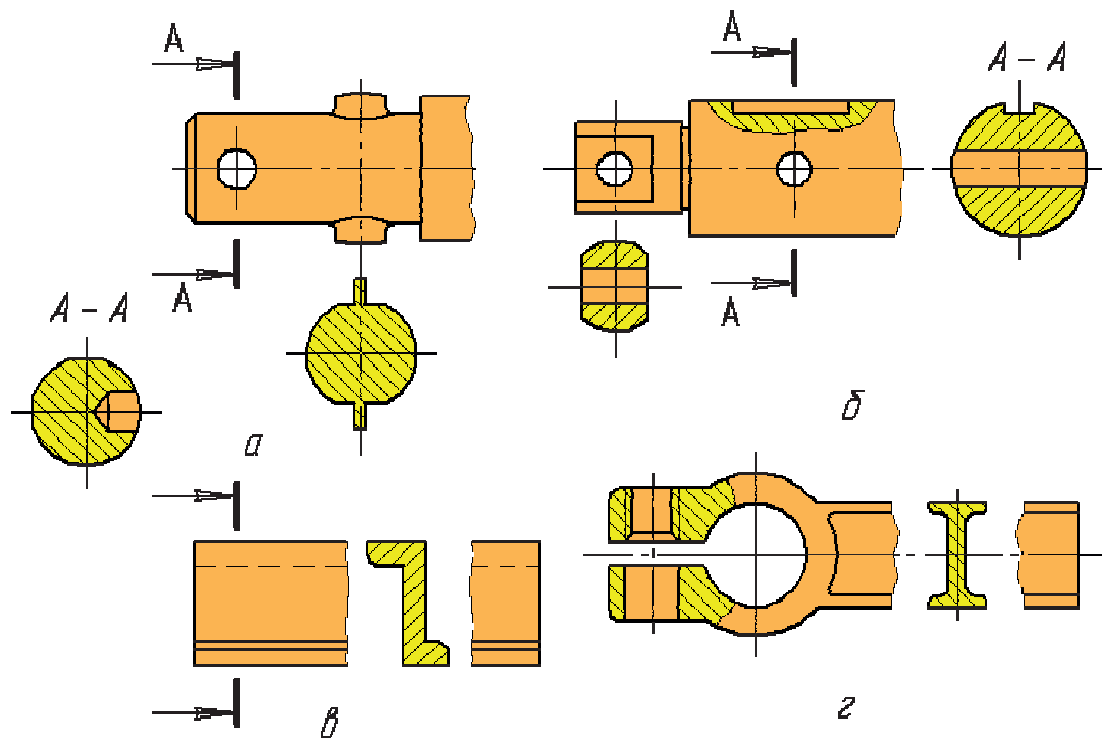


Рис. 2.18

Перерізи навиваються *накладеними*, якщо вони розміщені на зображенні предмета. Накладені перерізи обводять тонкою суцільною лінією і заштриховують під кутом  $45^\circ$  до основного напису креслення. Буквених позначень на накладених перерізах не проставляють, а лінію перетину проводять лише тоді, коли форма перерізів несиметрична (рис. 2.19, а, б).

Накладені перерізи за своєю будовою і розташуванням повинні відповідати напрямку, показаному стрілками (рис. 2.19, а, б). Дозволяється розташовувати перерізи на будь-якому місці з повертанням зображення. У цьому випадку до напису додають значок «повернуто» –  $\odot$  (рис. 2.19, в).

Для кількох однакових перерізів, які належать одному предмету, лінії перетину позначають однією буквою і креслять лише один переріз (рис. 2.19,



в–д). Якщо при цьому січні площини напрямлені під різними кутами, то значок «повернуто» –  $\odot$  не ставлять (рис. 2.19, д).

Напрямок січної площини повинен бути таким, щоб утворювалися лише нормальні поперечні перерізи (рис. 2.19, е). Якщо в зв'язку з цим переріз виконують двома січними площинами (рис. 2.19, б), то його роблять не суцільним, а складеним з окремих частин.

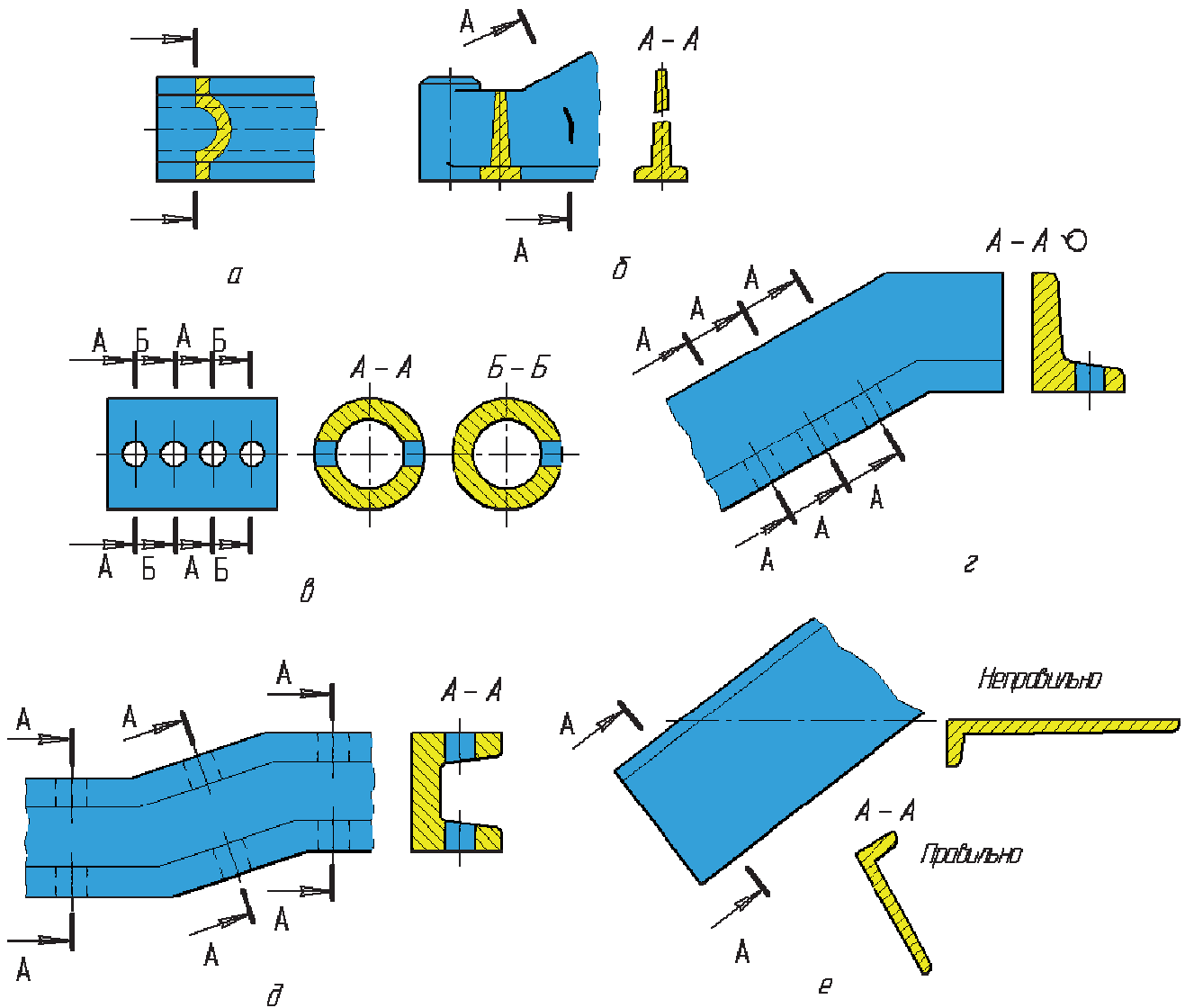


Рис. 2.19

Коли січна площина проходить через вісь поверхні обертання, яка обмежує круглі отвори або заглибини (циліндричні, конічні, сферичні), то контур такої заглибини або отвору показують повністю, тобто переріз виконують як розріз, бо зображують лінії, яких немає в січній площині (рис. 2.19, в; 2.20, а). Якщо ж січна площина проходить через некруглий отвір і переріз утворюється складеним з окремих, не пов'язаних між собою частин, то рекомендується

виконувати не перерізи, а розрізи. На рис. 2.20, б показано виконання перерізів для ступінчастого валика.

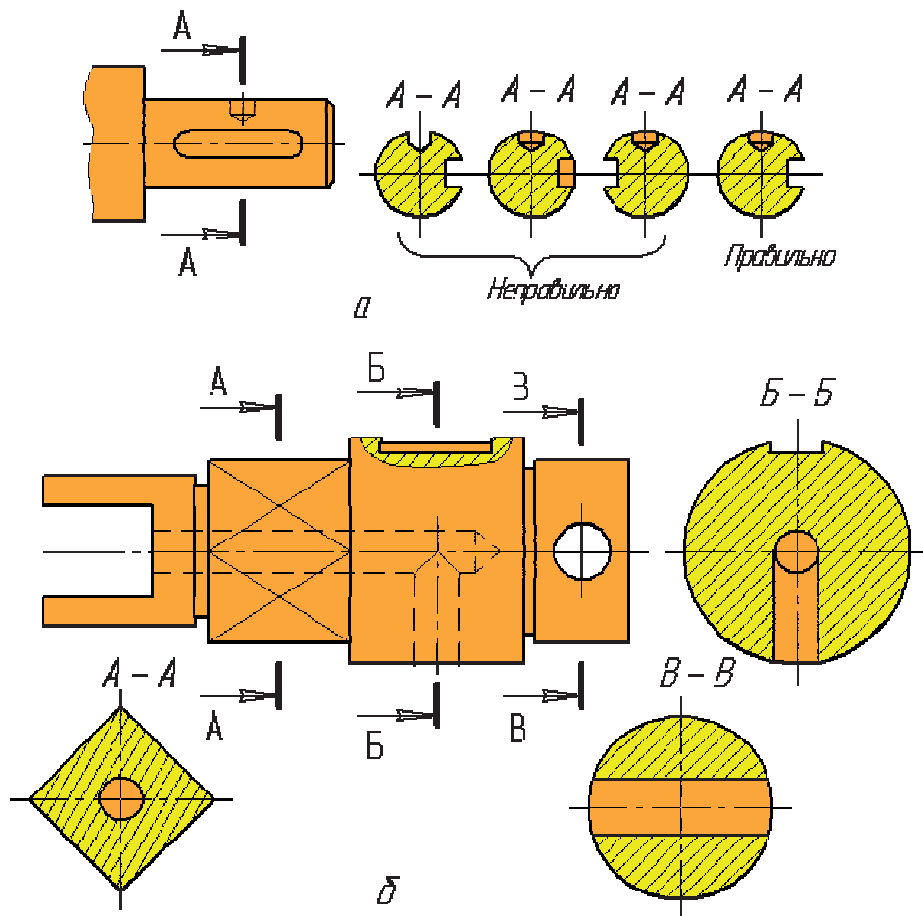
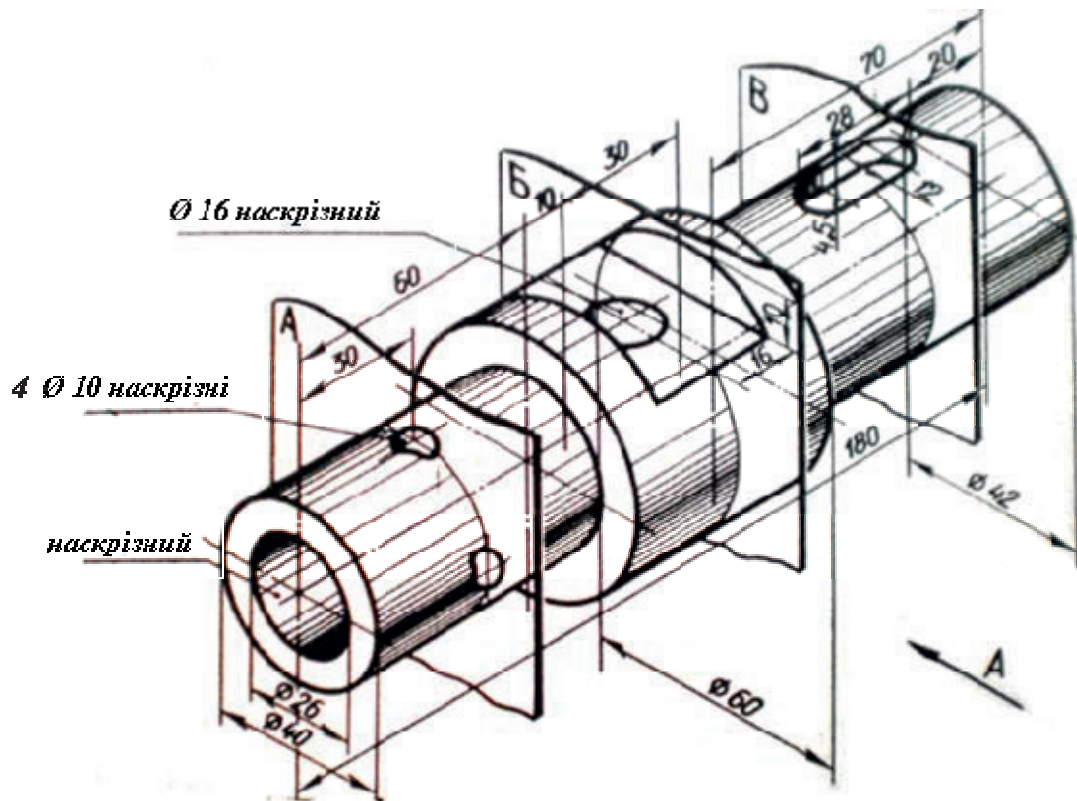


Рис. 2.20

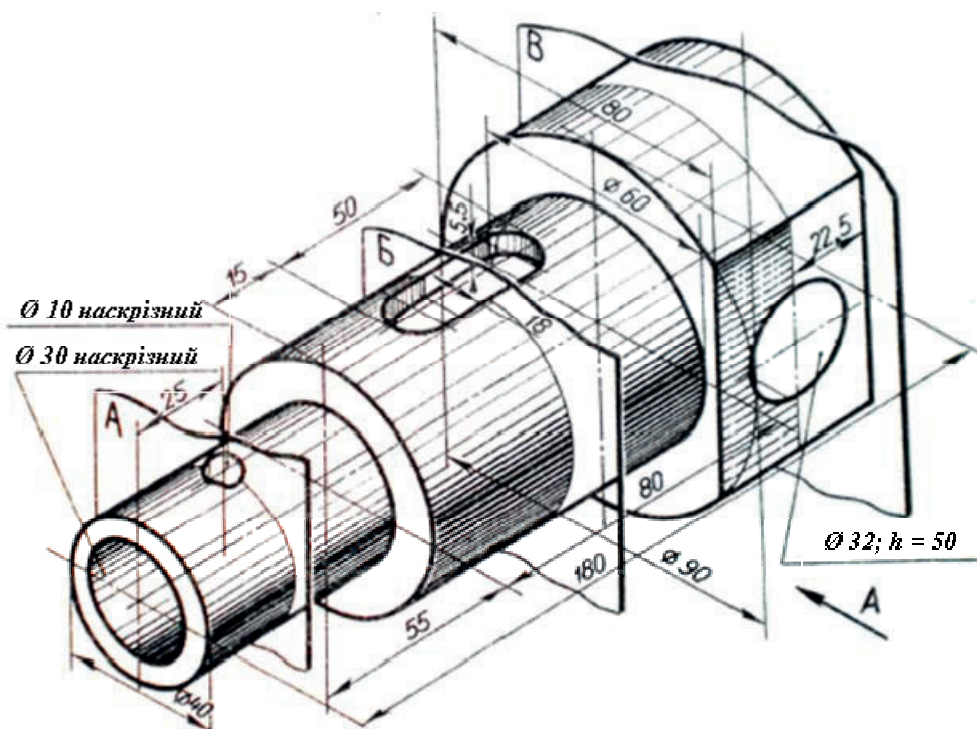
### Завдання 2.10. «Виконання перерізів деталей (валів) на кресленні»

Користуючись наочним зображенням вала, виконати його креслення з виконанням перерізів у місцях, вказаних січними площинами А, Б, В. Нанести розміри (масштаб 1:1, формат А3).

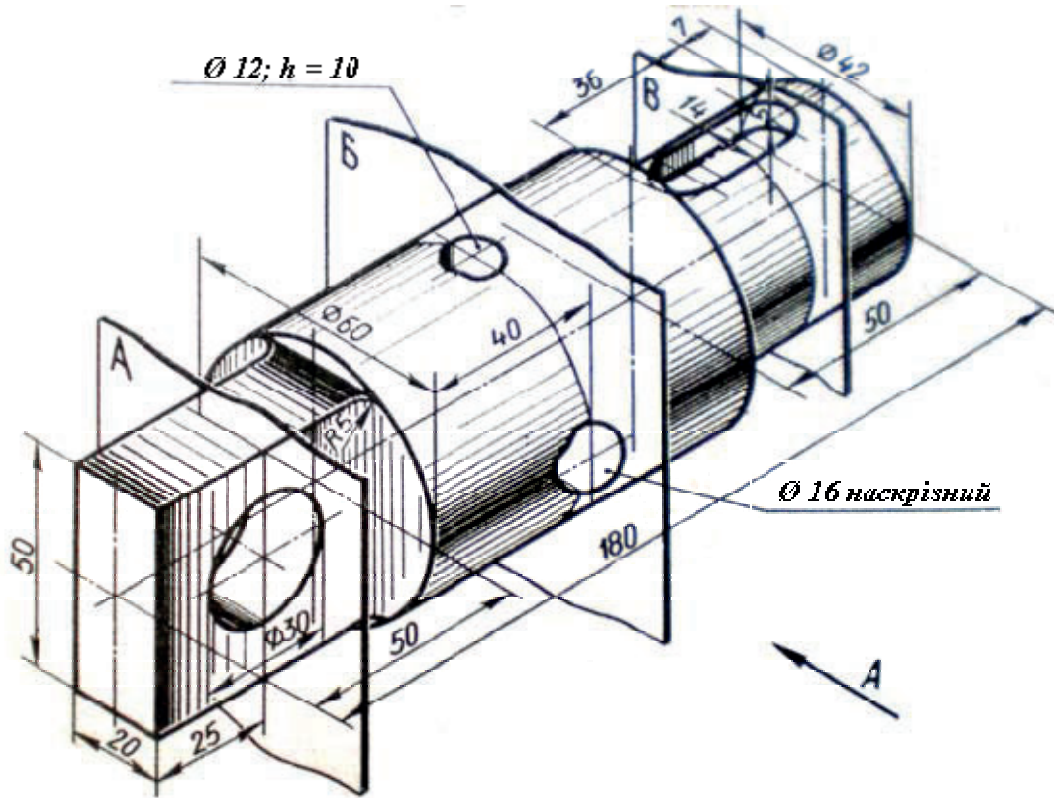
#### Варіант 1



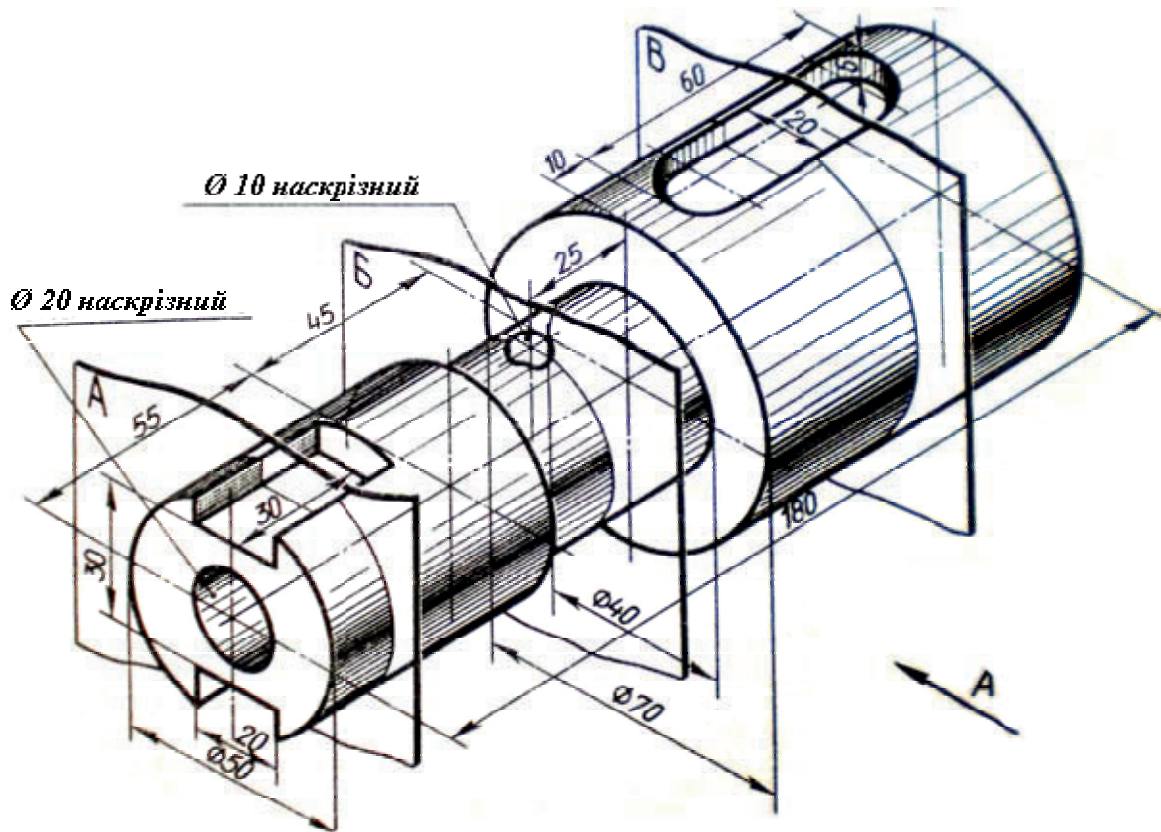
#### Варіант 2



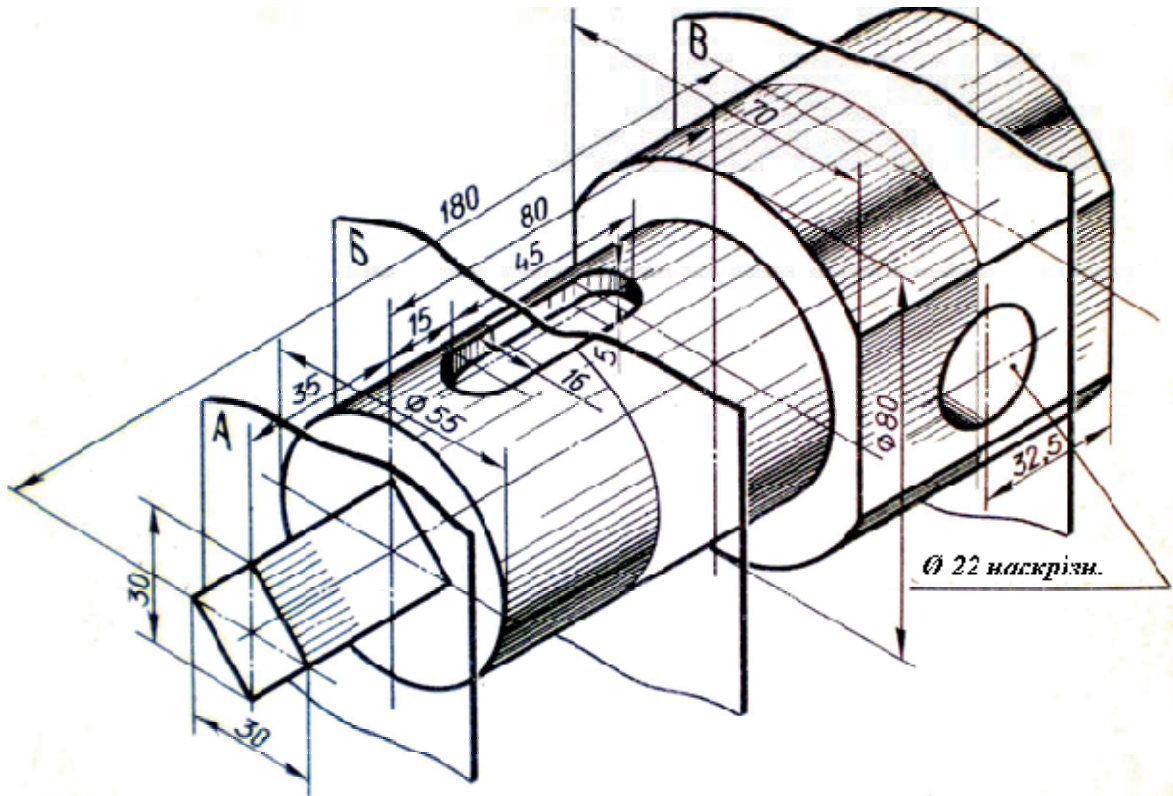
Варіант 3



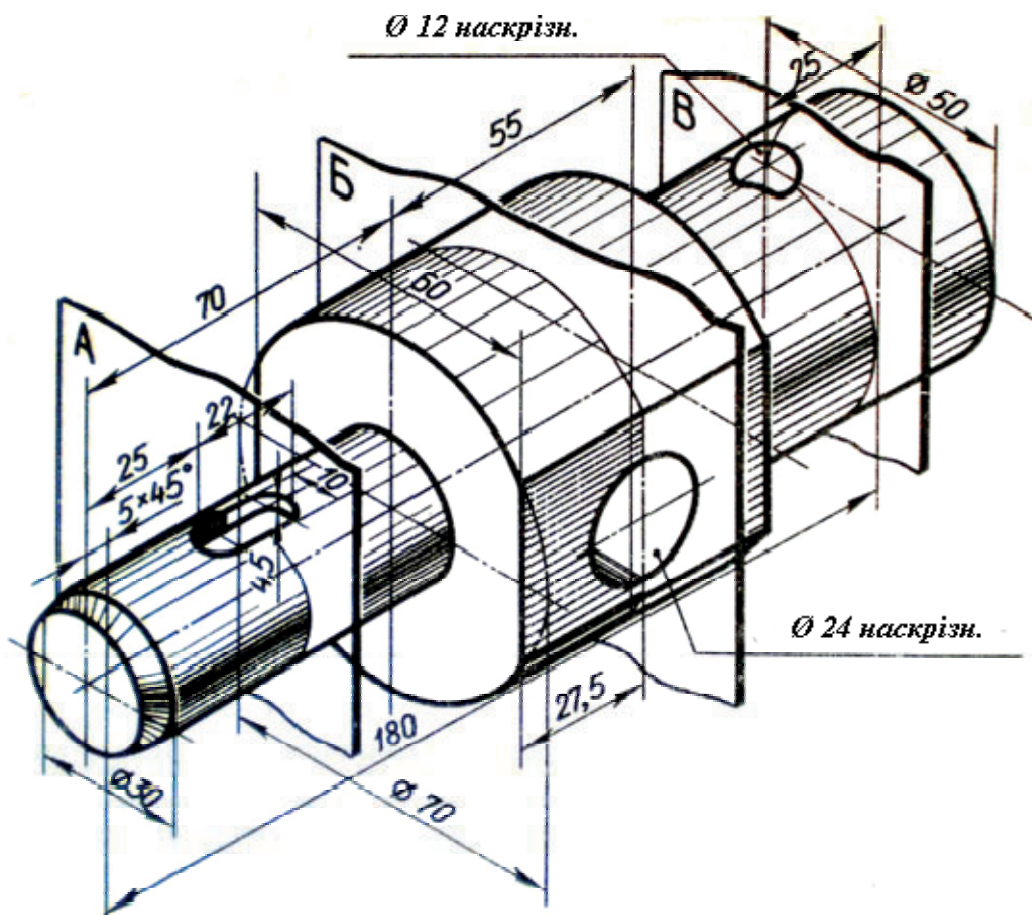
Варіант 4



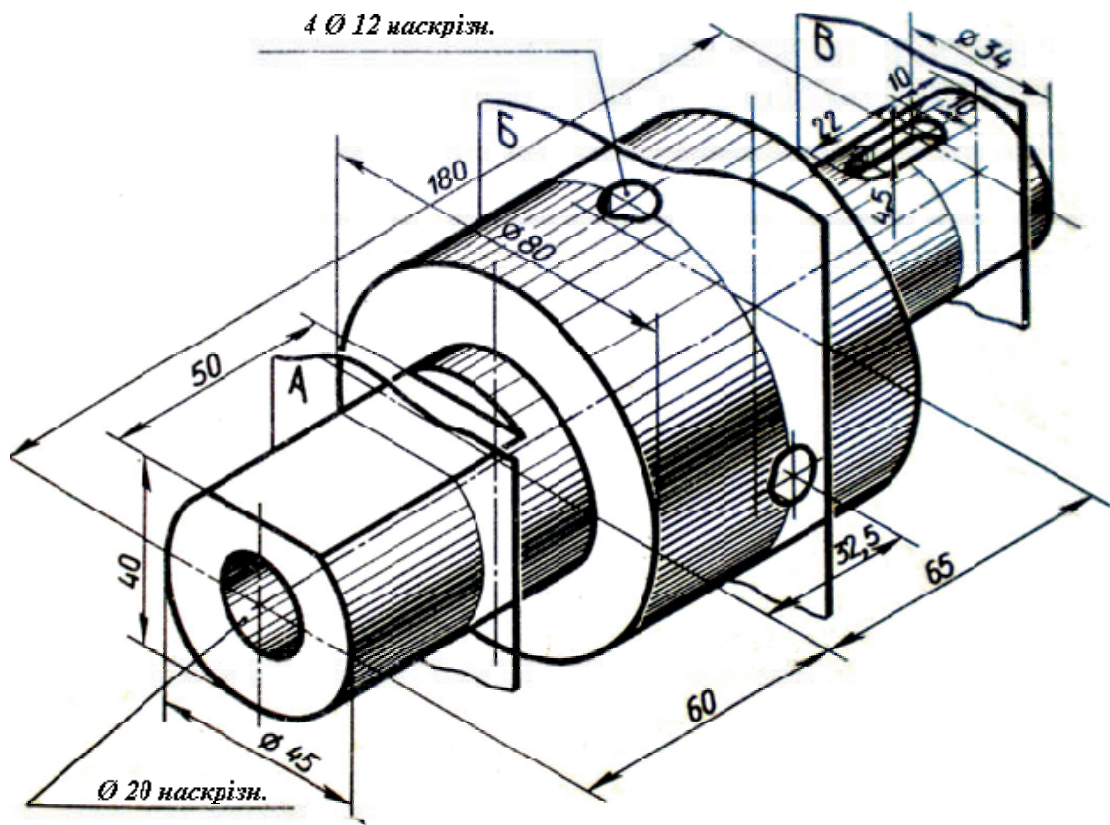
Варіант 5



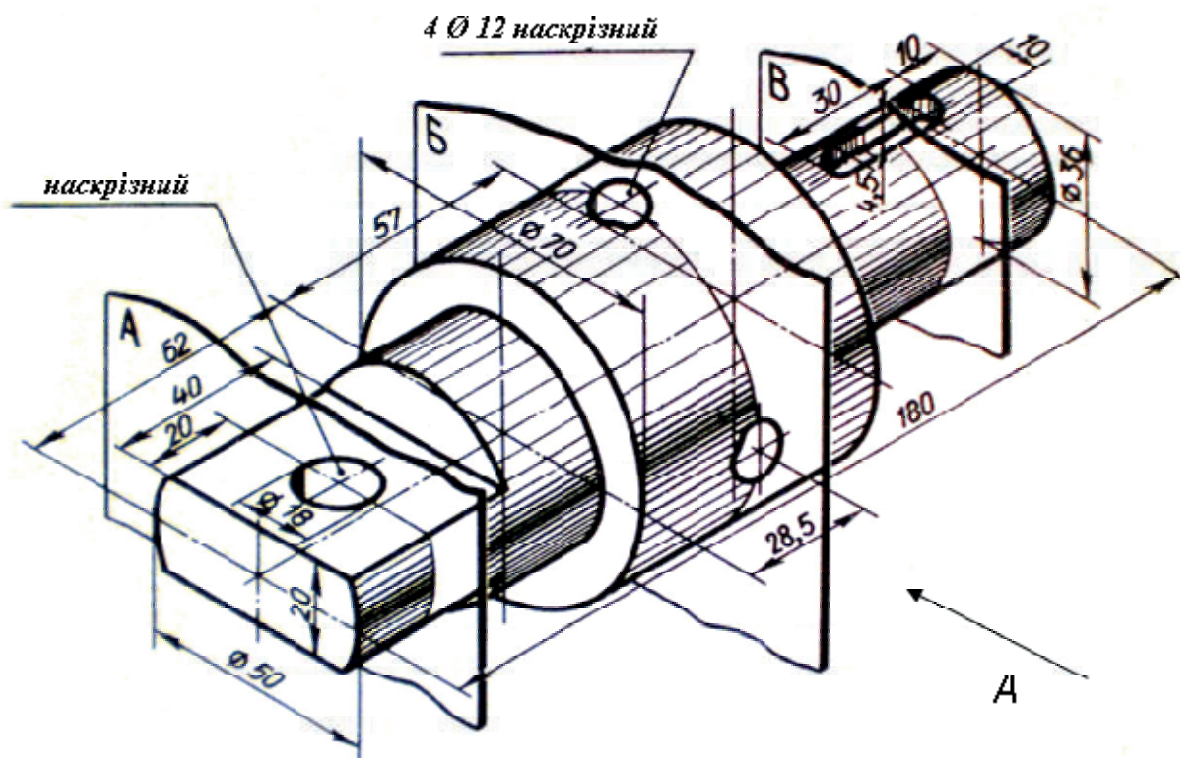
Варіант 6



Варіант 7



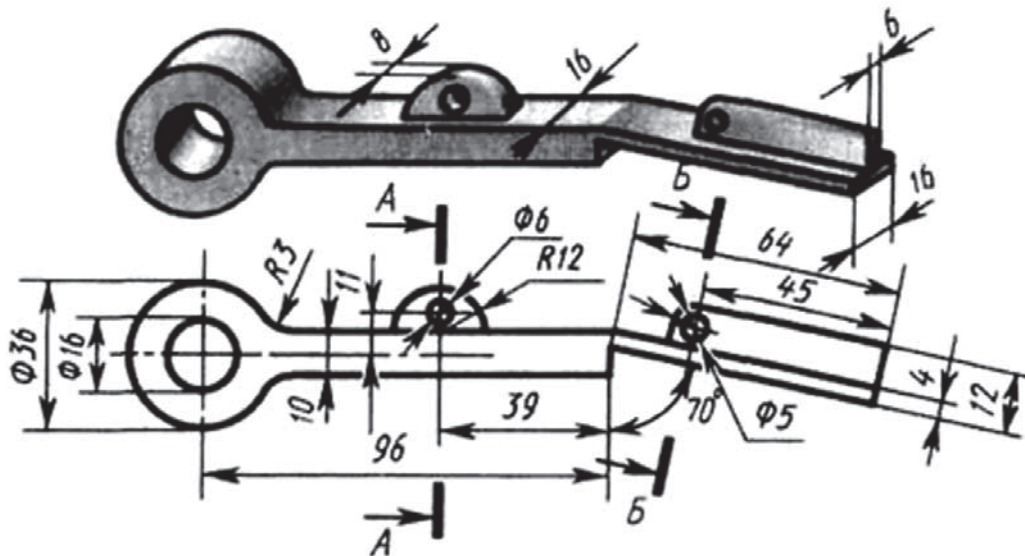
Варіант 8



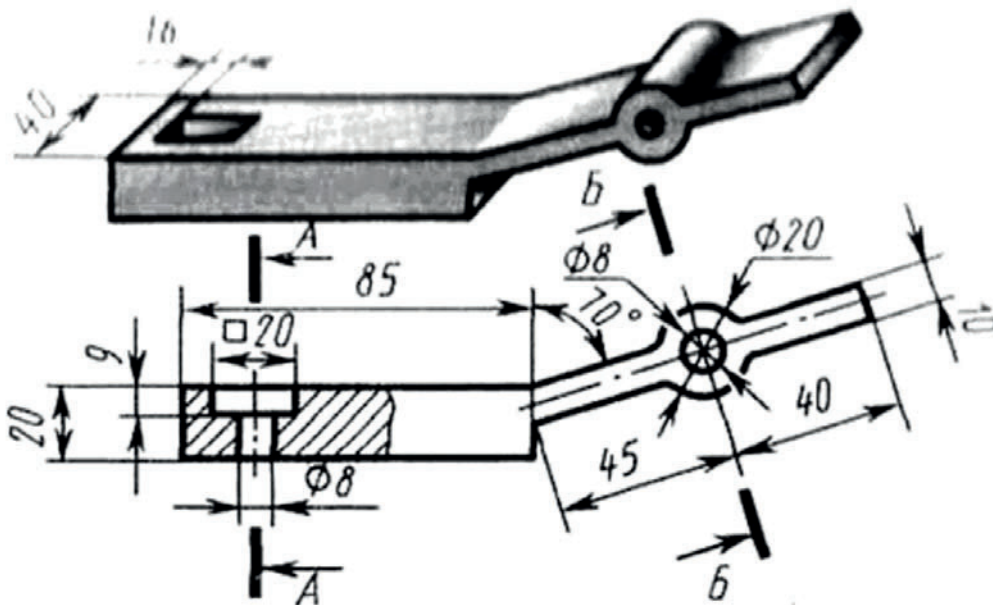
**Завдання 2.11. «Виконання перерізів деталей призматичної форми на кресленні»**

Перекреслити креслення деталі у масштабі 1:1. Користуючись наочним зображенням деталі та її кресленням виконати необхідні перерізи. Нанести розміри (формат А3).

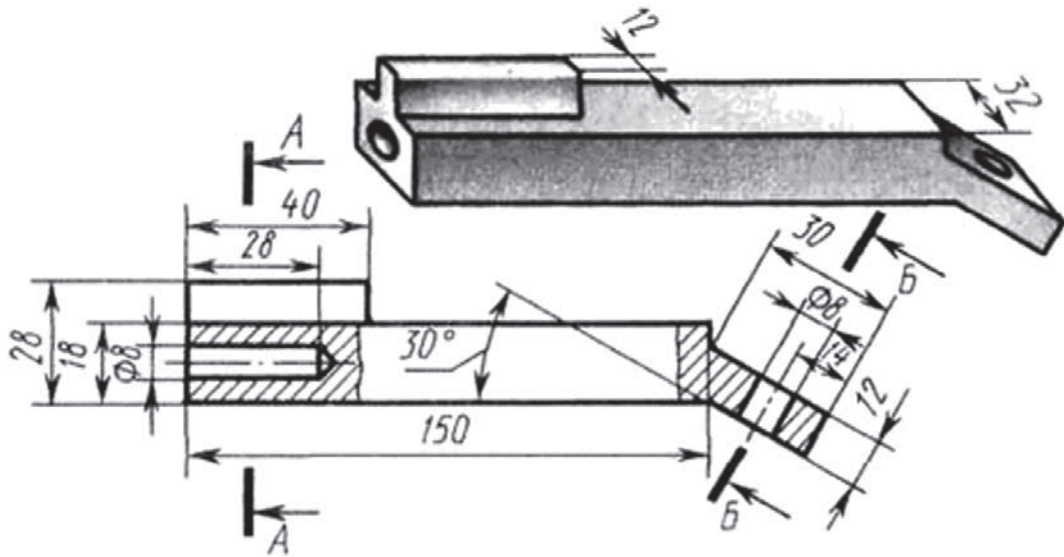
**Варіант 1**



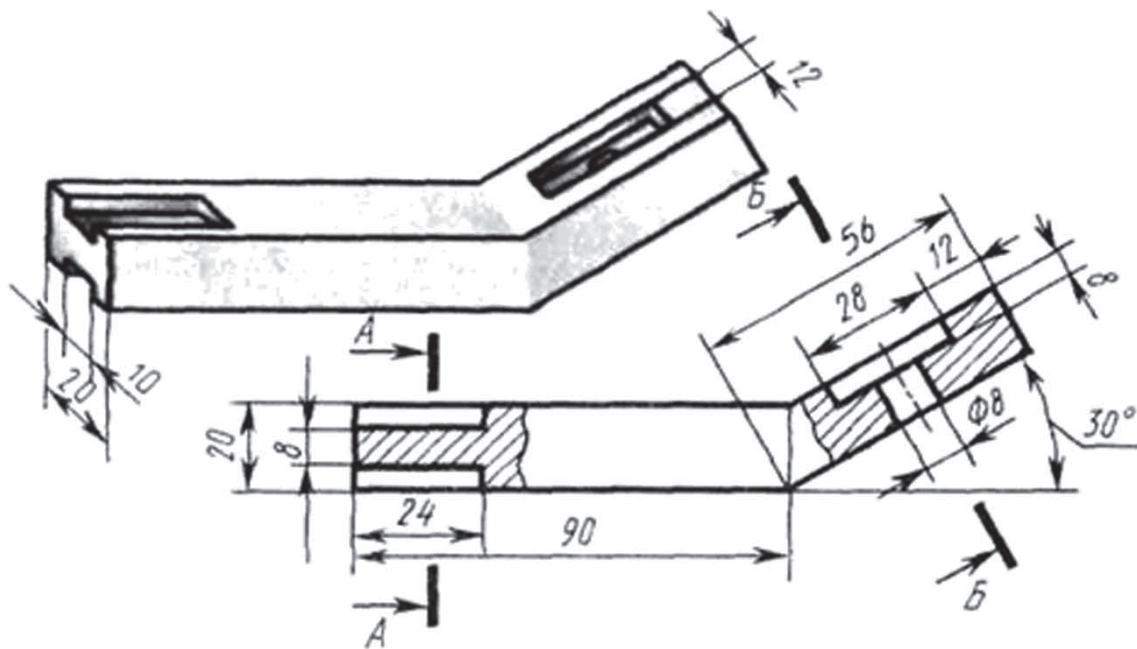
**Варіант 2**



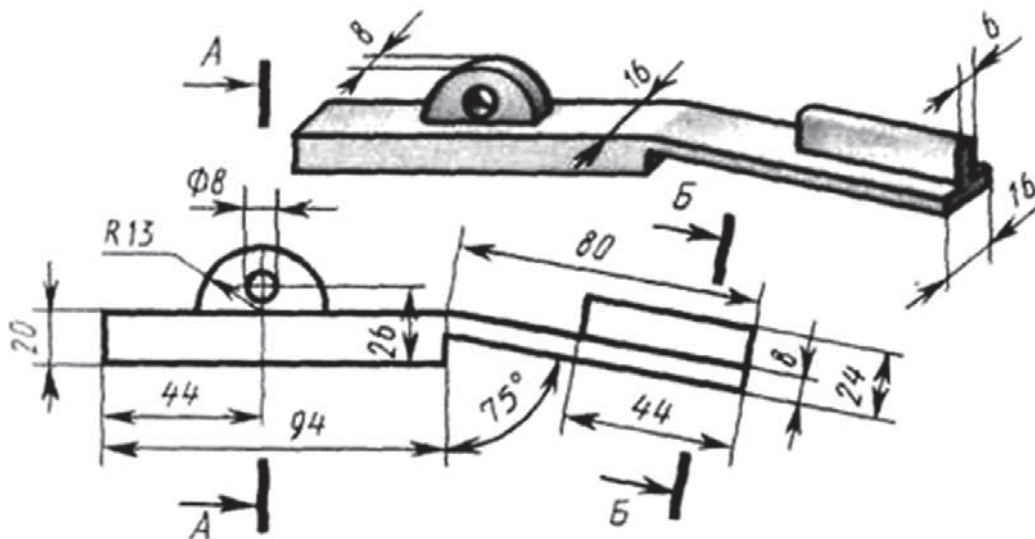
Вариант 3



Вариант 4

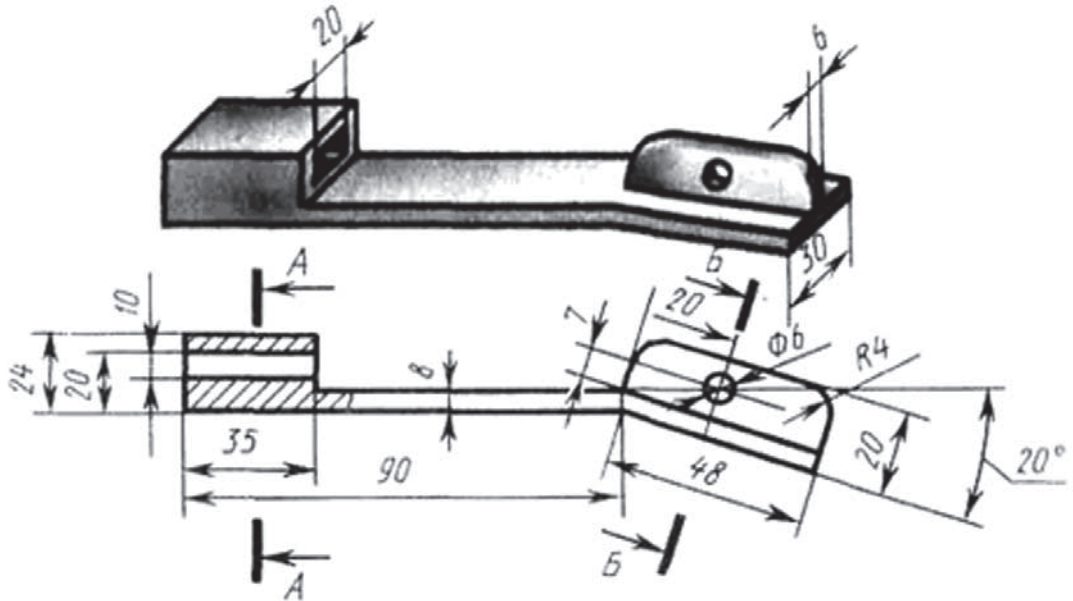


Вариант 5

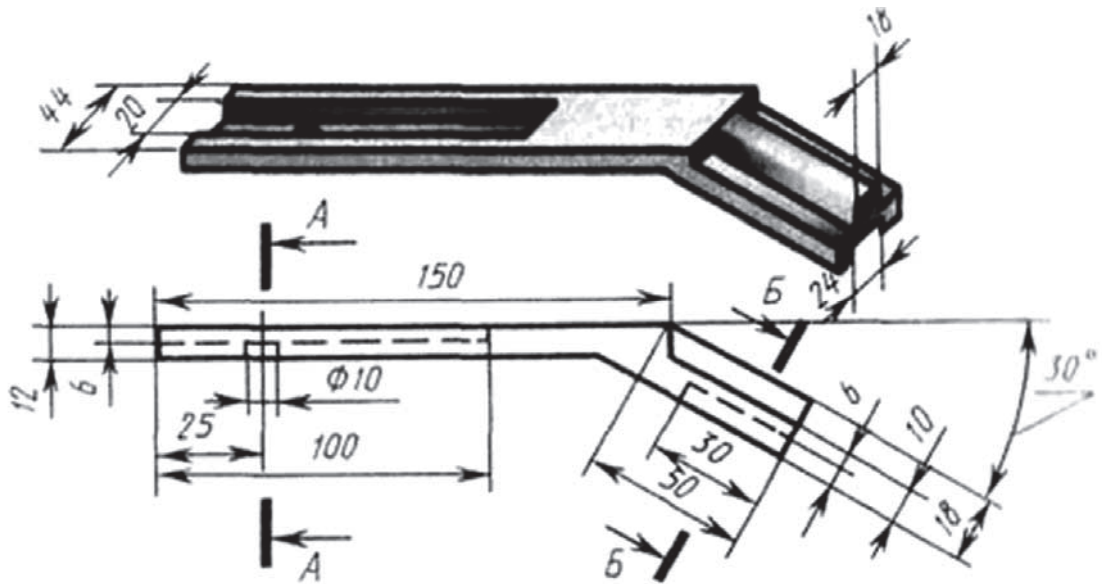




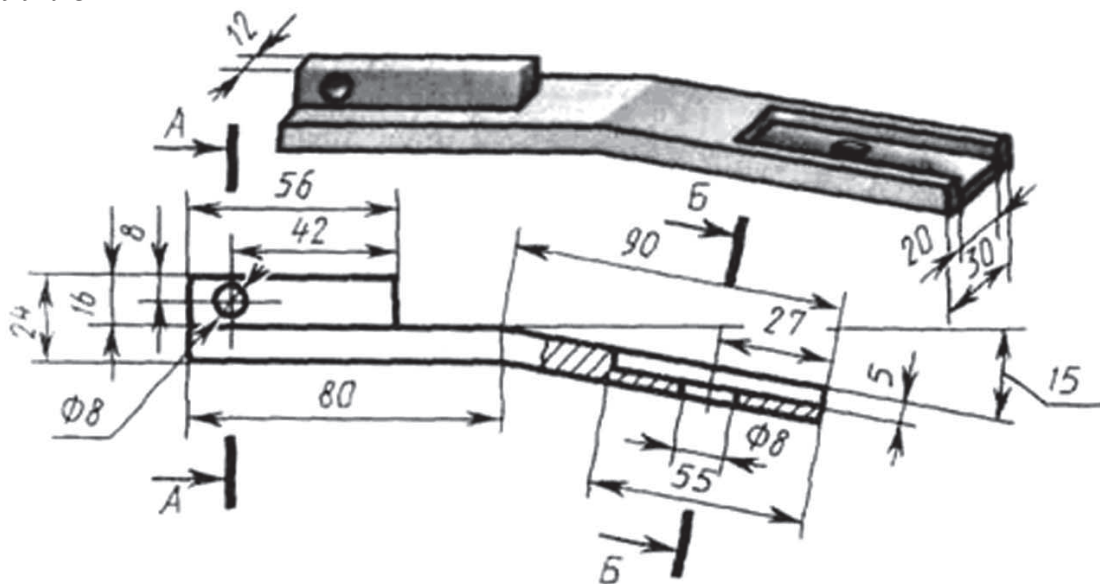
Варіант 6



Варіант 7



Варіант 8



## 2.5. Аксонометричне проєкціювання

**Суть аксонометричного проєкціювання.** Аксонометричні проєкції порівняно з комплексними мають істотну перевагу – наочність. Для порівняння наочності комплексних й аксонометричних проєкцій на рис. 2.21 показано креслення кронштейна і його аксонометрію. Зображення на аксонометричному кресленні справляє майже таке саме враження, як і сама деталь. Слово «аксонометрія» означає «вимірювання по осях».

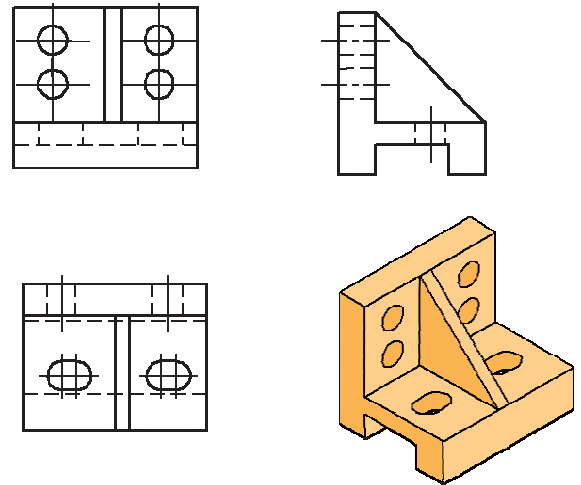


Рис. 2.21

Суть аксонометричного проєкціювання полягає у тому, що предмет відносять до системи координатних осей і проєкціюють його разом з цими осями на вибрану площину аксонометричних проєкцій. На рис. 2.22, а точку  $A$ , яка є вершиною якогось предмета, віднесено до координатних осей  $Oxyz$  і разом з ними спроєкційовано на площину  $\Pi'$ . На площині  $\Pi'$  є осі  $O'x', O'y', O'z'$  – зображення координатних осей, і точка  $A'$  – аксонометричне зображення точки  $A$ .

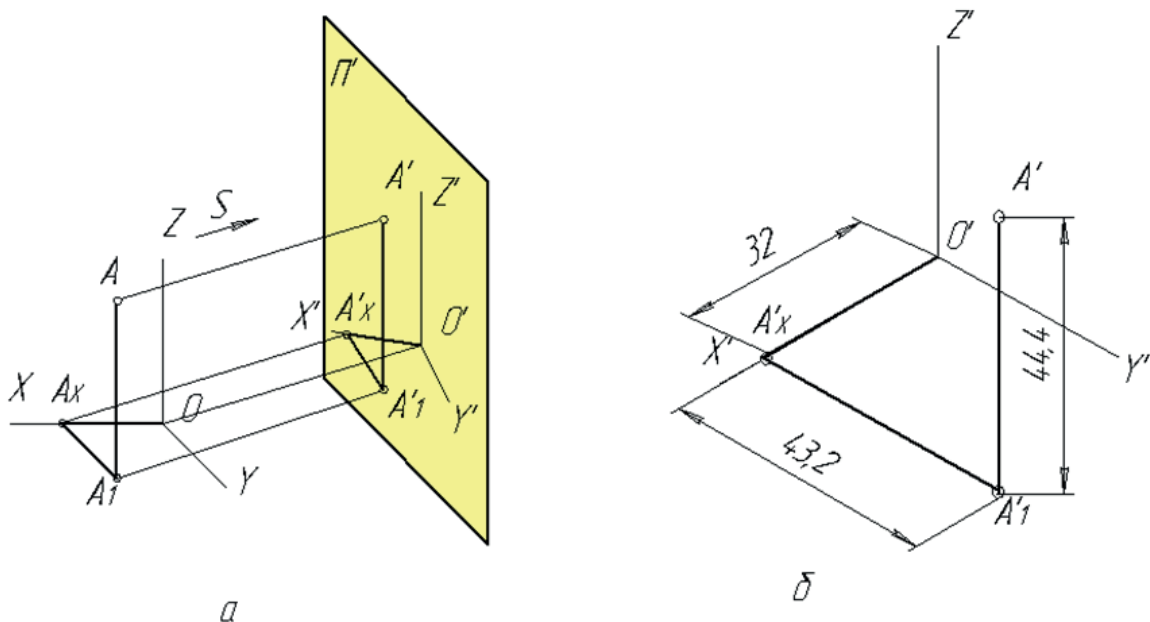


Рис. 2.22

Площина  $\Pi'$ , на якій будують аксонометричну проєкцію, називається *площиною аксонометричних проєкцій*. Осі  $O'x', O'y', O'z'$ , які утворилися внаслідок проєкціювання координатних осей, називаються *аксонометричними*

осями. Точка  $O'$  – початок аксонометричних осей,  $s$  – напрям аксонометричного проєкціювання. Точка  $A'$  – аксонометрична проєкція точки  $A$ , а точки  $A'_1$  – вторинна проєкція точки  $A$ . Щоб положення точки (або якогось іншого геометричного елемента) було визначеним на аксонометричному кресленні, треба крім зображення самої точки показати одну з її вторинних проєкцій.

Залежно від напрямку променів проєкціювання і положення площини проєкцій  $\Pi'$  аксонометричне зображення буде дещо спотворене, тобто кожний з його трьох основних вимірів буде або менший, або більший від натурального.

Відношення довжини аксонометричної проєкції відрізка координатної осі до дійсної довжини цього відрізка цієї ж осі називається коефіцієнтом (показником) спотворення.

Коефіцієнти спотворення, які визначають величину спотворення відрізків по осях  $O'x'$ ,  $O'y'$ ,  $O'z'$  (рис. 2.22, а):

$$p = \frac{x'}{x} = \frac{O'A'_x}{OA_x}; \quad q = \frac{y'}{y} = \frac{A'_xA'_1}{A_xA_1}; \quad r = \frac{z'}{z} = \frac{A'_1A'}{A_1A}.$$

Отже, коефіцієнти спотворення показують, як змінюються координати точки при проєкціюванні на площину аксонометричних проєкцій. Розглянемо два приклади:

1. Задано аксонометричні осі  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  (див. рис. 2.22, б). Побудувати аксонометричне зображення точки  $A$  (40, 48, 60), якщо відомо, що коефіцієнти спотворення  $p = 0,8$ ;  $q = 0,9$ ;  $r = 0,74$ .

Знаходимо аксонометричні координати точки  $A$ :  $x' = px = 0,8 \times 40 = 32\text{мм}$ ;  $y' = qy = 0,9 \times 48 = 43,2\text{ мм}$ ;  $z' = rz = 0,74 \times 60 = 44,4\text{ мм}$ . Відкладаємо на осі  $x'$  від точки  $O'$  відрізок  $O'A'_x = 32\text{мм}$  і з його кінця проводимо пряму, паралельну осі  $O'y'$ , на якій відкладаємо аксонометричну координату  $y'$ . Дістаємо точку  $A'$  – вторинну проєкцію точки  $A$ . З цієї точки проводимо пряму, паралельну осі  $O'z'$ , на якій відкладаємо відрізок  $A'_1A' = 44,4\text{мм}$ . Точка  $A'$  є аксонометричною проєкцією точки  $A$ .

2. Точку  $B$  (рис. 2.23, а) задано двома проєкціями на комплексному кресленні. Побудувати аксонометричне зображення цієї точки на осях (рис. 2.23, б), якщо коефіцієнти спотворення  $p = q = r = 1$ .

Послідовність побудови така сама, як і в попередньому випадку, але тут

аксонометричні координати дорівнюватимуть координатам точки комплексного креслення. Побудова зрозуміла з рисунка.

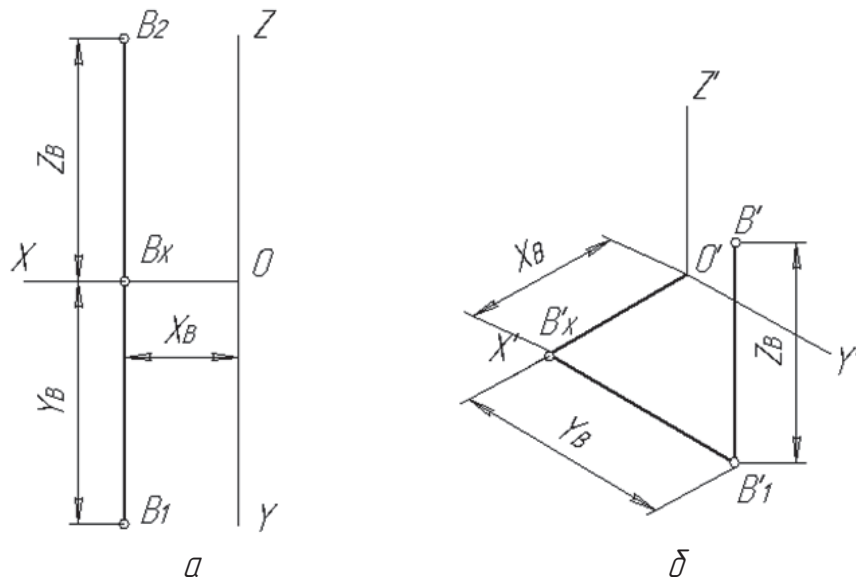


Рис. 2.23

При побудові аксонометричних проєкцій проєкціюючі промені можуть бути перпендикулярними або неперпендикулярними до площини аксонометричних проєкцій. У першому випадку ці проєкції називають *прямокутними* аксонометричними проєкціями, а в другому – *косокутними*.

Якщо всі три коефіцієнти спотворення рівні між собою, то така аксонометрія називається *ізометричною*, або *ізометрією*. Аксонометрія при двох рівних коефіцієнтах спотворення і третьому, що не дорівнює їм, називається *диметричною*, або *диметрією*. Нарешті, коли всі три показники спотворення не дорівнюють один одному, це буде *триметрія*.

**Прямокутна ізометрія.** Прямокутну ізометрію широко використовують у практиці креслення. В ізометричній прямокутній проєкції (рис. 2.24, а) аксонометричні осі  $O'x'$ ,  $O'y'$ ,  $O'z'$  утворюють одна з одною кути  $120^\circ$ , а коефіцієнти спотворення по всіх трьох осях однакові і дорівнюють 0,82. Вісь  $O'z'$  розміщується вертикально, а осі  $O'x'$  і  $O'y'$ , – під кутом  $30^\circ$  до горизонтального напрямку. На рис. 2.24, б показано прийом побудови ізометричних осей за допомогою косинця з кутом  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ; на рис. 2.24, в – за допомогою циркуля. На рис. 2.24, г показано, як побудувати ізометричні осі на папері в клітинку.

Щоб побудувати предмет в ізометрії, треба всі його лінійні розміри, паралельні координатним осям, помножити на коефіцієнт спотворення 0,82.

Таке зображення називається *нормальним*, або *точним*. Але за стандартом побудову ізометрії спрощують: відкладають по осях  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  і паралельно їм натуральні розміри предмета. Утворюється збільшене зображення без порушення пропорційності його елементів. Таке зображення називається *збільшеним*. Це збільшення становить  $\frac{1}{0,82} \approx 1,22$  рази. На рис. 2.24, *д* ізометрію деталі побудовано за натуральними розмірами, а на рис. 2.24, *е* – з урахуванням коефіцієнта спотворення  $0,82$ . Як видно з порівняння рисунків, обидва зображення мають однакову наочність і відрізняються одне від одного тільки величиною. Усі наступні побудови ізометрії виконуватимемо тільки за натуральними розмірами.

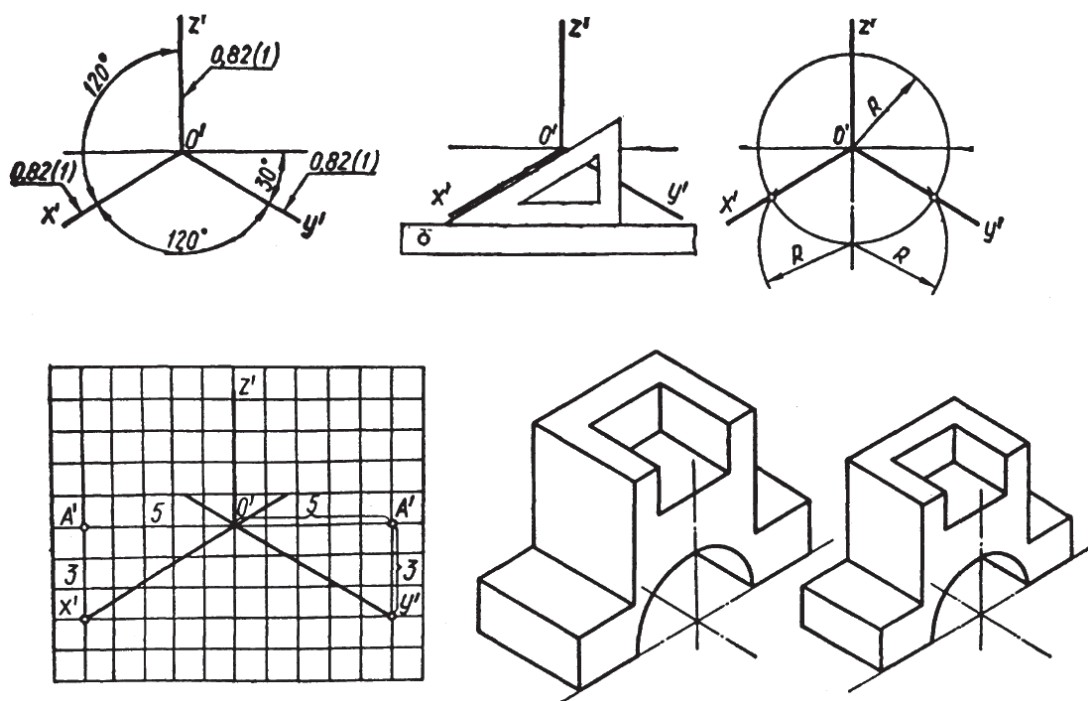


Рис. 2.24

**Побудова ізометричної проєкції многокутників.** Оскільки плоска фігура має два виміри, то в побудові її аксонометричної проєкції використовують дві осі залежно від того, до якої площини проєкцій ця фігура є паралельною. При паралельності до площини  $\Pi_1$  використовують осі  $x$  і  $y$ , при паралельності до площини  $\Pi_2$  –  $x$  і  $z$ , при паралельності до площини  $\Pi_3$  – осі  $y$  і  $z$ .

Розглянемо побудову в ізометрії прямокутника  $ABCD$ , що лежить у горизонтальній площині. Сумістимо осі координат  $x$ ,  $y$  із сторонами  $AB$ ,  $BC$  прямокутника (рис. 2.25, *а*). Побудуємо ізометричні осі  $O'x'$  і  $O'y'$  і відкладемо на них від точки  $O'$  відрізки, що дорівнюють розмірам сторін прямокутника

( $A'B' = AB = b$ ;  $B'C' = BC = a$ ). Із знайдених точок  $A'$  і  $C'$  проводимо прямі, паралельні аксонометричним осям, до взаємного їх перетину. Утворений паралелограм  $A'B'C'D'$  і є ізометричною проекцією прямокутника. На рис. 2.25, б зображено ізометричну проекцію прямокутника  $ABCD$ , розміщеного паралельно площині проєкцій  $\Pi_2$ .

На рис. 2.25, в, г, д зображено побудову в ізометрії трикутника, розташованого паралельно різним площинам проєкцій: горизонтальній, фронтальній і профільній.

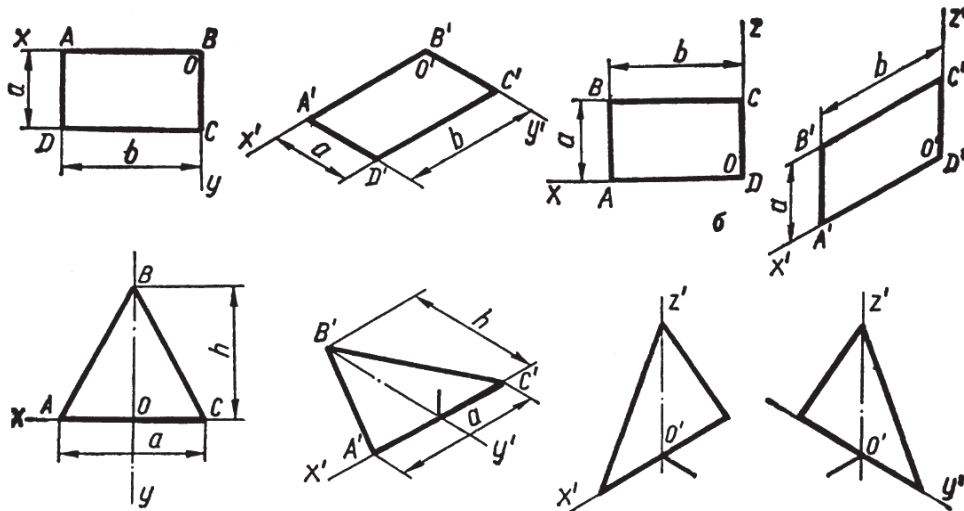


Рис. 2.25

На рис. 2.26 побудовано ізометрію довільного плоского контуру, розташованого паралельно горизонтальній площині проєкцій. Вершину 1 будуюмо за координатою  $X_1$ , а вершину 2 – за координатами  $X_2$  і  $Y_2$ . Послідовність побудови інших точок може бути різною. Так, спочатку можемо відкласти відрізок довжиною  $a$  мм, а потім довжину сторін  $b$ ,  $c$ ,  $d$ . Послідовно сполучаючи побудовані вершини, дістанемо ізометричну проекцію заданого контуру.

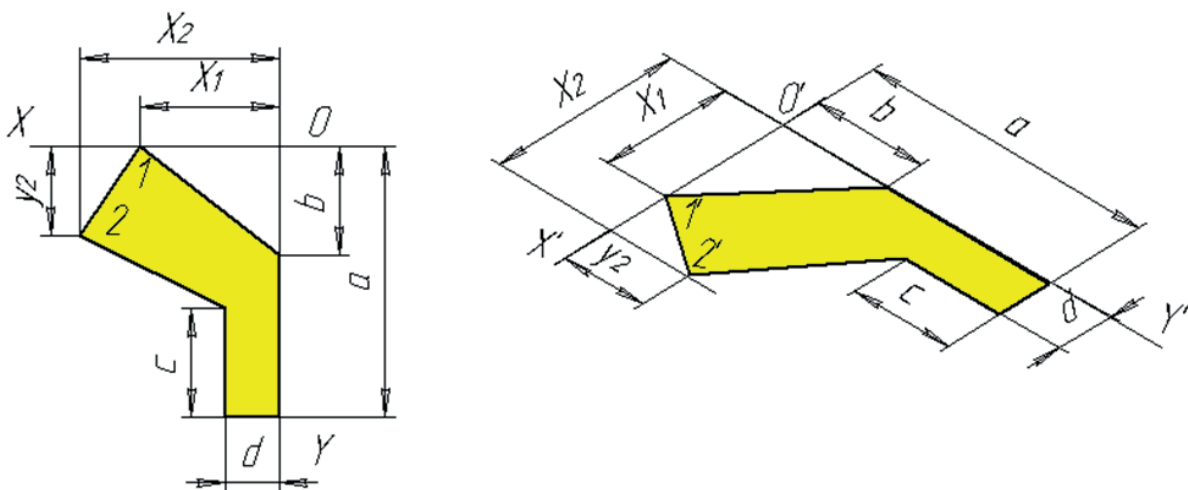


Рис. 2.26

**Побудова ізометричної проекції кола.** Ізометричними проекціями кіл, розташованих у площинах проекцій або їм паралельних є еліпси з однаковим співвідношенням осей (рис. 2.27, а). Великі осі цих еліпсів дорівнюють  $1,22d$ , а малі –  $0,71d$ , де  $d$  – діаметр зображуваного кола.

Напрямок осей еліпсів залежить від положення проекційованого кола. Є таке правило: у прямокутній аксонометрії велика вісь еліпса завжди перпендикулярна до тієї аксонометричної осі, якої немає в площині кола, а мала збігається з цією віссю або паралельна їй.

Наприклад, коло, що лежить у горизонтальній площині проекцій, проєкціюється в ізометрії в еліпс, велика вісь якого перпендикулярна до осі  $O'z'$ , а мала збігається з нею. Величину осей еліпса в ізометрії можна обчислити або знайти графічно. На рис. 2.27,б показано спосіб графічного знаходження величини осей еліпса в ізометрії залежно від діаметра  $d$ . Побудова зрозуміла з рисунка. На практиці ізометричну проекцію кола – еліпс – звичайно замінюють овалом, що значно спрощує побудову.

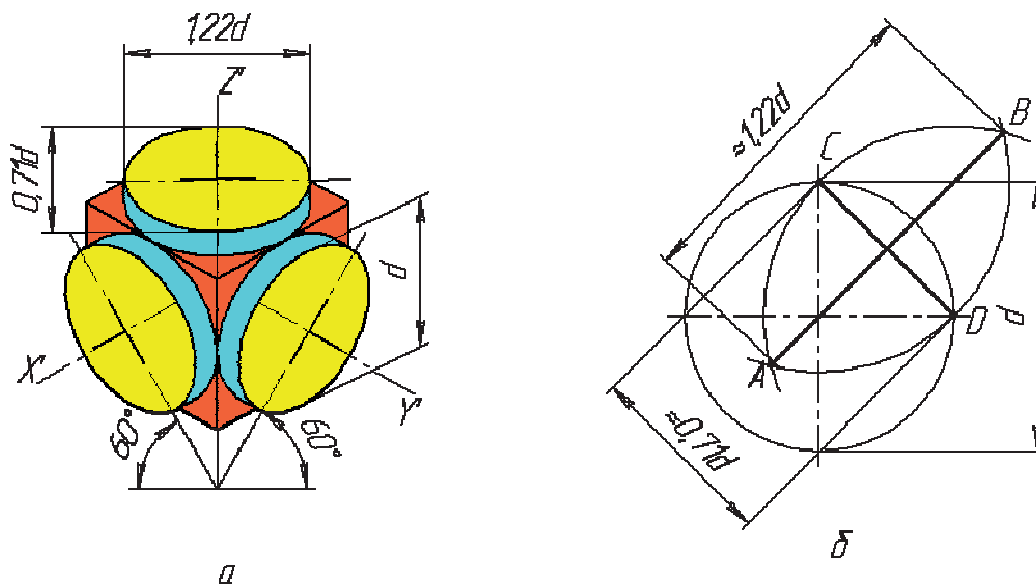


Рис. 2.27

Розглянемо два способи побудови овалів, що наближено замінюють ізометричну проекцію кіл, розміщених у площинах проекцій або їм паралельних. Припустимо, що треба побудувати ізометричну проекцію кола діаметром  $60$  мм, розміщеного в площині проекцій  $\Pi_1$ .

**1-й спосіб** (рис. 2.28, а – в). Будуємо аксонометричні осі  $O'x'$ ,  $O'y'$  і відкладаємо на них від точки  $O'$  відрізки, що дорівнюють радіусу заданого кола, тобто  $30$  мм. Через знайдені точки  $1'$ ,  $2'$ ,  $3'$ ,  $4'$  проводимо лінії, паралельні осям  $O'x'$ ,  $O'y'$ , і дістаємо ромб  $A'B'C'D'$ , який є ізометричною проекцією квадрата,

описаного навколо цього кола. Вершини ромба, які лежать на короткій діагоналі, є центрами для проведення великих дуг овалу. Проводимо велику діагональ ромба  $B'D'$  і сполучаємо вершину  $A'$  із точками  $2'$  і  $3'$ . Перетин цих ліній з великою діагоналлю ромба визначить два інших центри овалу –  $O'_1$  і  $O'_2$ . Із центрів  $A'$  і  $C'$  креслимо великі дуги овалу радіусом  $R_1 = A'2'$ , а з центрів  $O'_1$  і  $O'_2$  – малі дуги радіусом  $R_2 = O'_23'$ . На рис. 2.28, з цим способом побудовано ізометричну проекцію кола, яке лежить у площині проекцій  $\Pi_2$ , а на рис. 2.28, д – ізометричну проекцію кола, яке лежить у профільній площині  $\Pi_3$ .

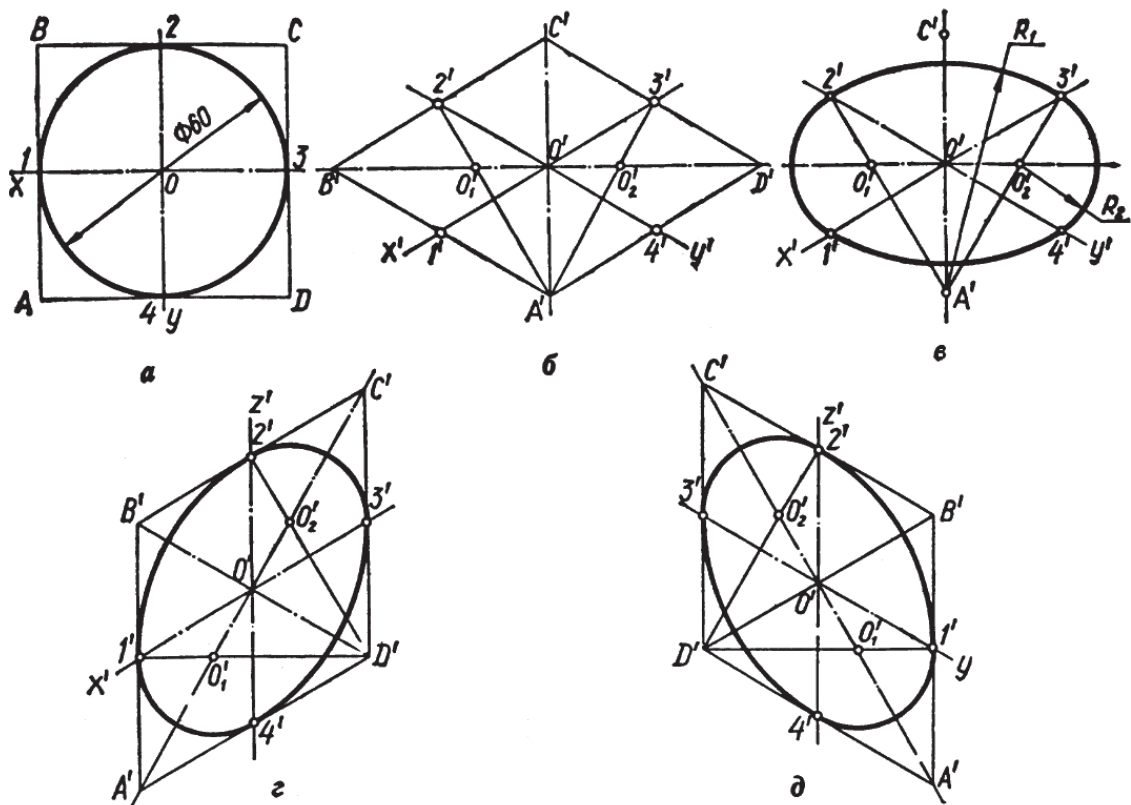


Рис. 2.28

**2-й спосіб** (рис. 2.29, а, б). Знаходимо розміри великої і малої осей еліпса:  $A'B' = 1,22d = 1,22 \times 60 = 73,2$  мм;  $C'D' = 0,7d = 0,7 \times 60 = 42$  мм. Через точку  $O'$  – початок аксонометричних осей – проводимо дві взаємно перпендикулярні прямі. З точки  $O'$  циркулем проводимо два кола, діаметри яких дорівнюють великій і малій осям овалу, тобто  $1,22d$  і  $0,71d$ . У місцях перетину великого кола з вертикальною лінією намічаємо точки  $O'_1$  і  $O'_2$ , а в місцях перетину малого кола з горизонтальною лінією – точки  $O'_3$  і  $O'_4$ . Ці точки є центрами спряження дуг овалу. Проводимо прямі  $O'_1O'_3$ ;  $O'_1O'_4$ ;  $O'_2O'_3$ ;  $O'_2O'_4$ , на яких розташовані точки спряження дуг овалу. Дві дуги радіуса  $R_1 = O'_2C'$  описуємо з центрів  $O'_1$  і  $O'_2$ , а дві дуги радіуса  $R_2 = O'_4B'$  – із центрів  $O'_3$  і  $O'_4$ .



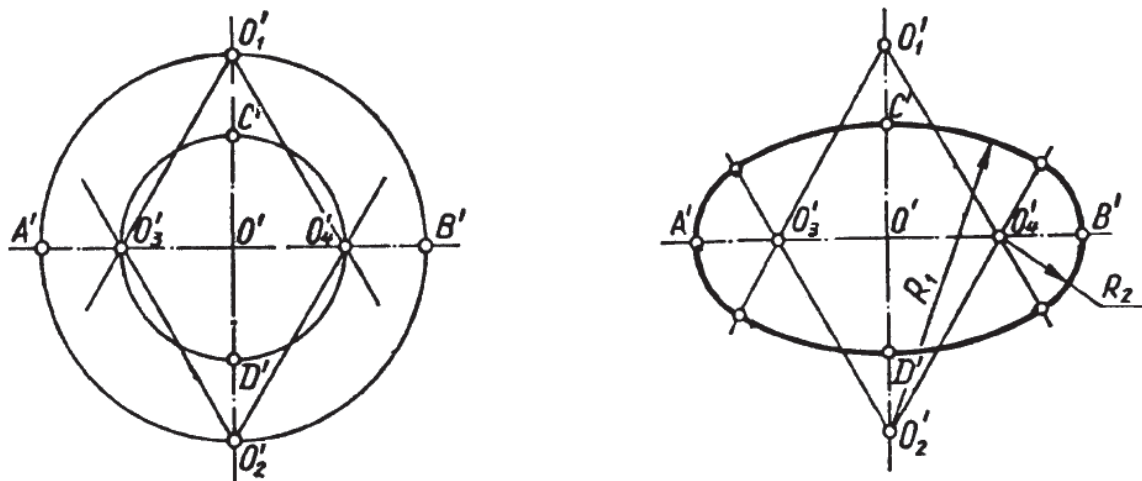


Рис. 2.29

### Прямокутна диметрія

Прямокутною диметрією називається аксонометрична проекція з однаковими показниками спотворення по двох осях. На кресленні застосовують прямокутну диметрію (рис. 2.30, а), в якій вісь  $O'z'$  розміщена вертикально, вісь  $O'x'$  нахилена під кутом  $7^\circ 10'$ , а вісь  $O'y'$  – під кутом  $41^\circ 25'$  до горизонтального напрямку. Коефіцієнт спотворення по осях  $x'$  і  $z'$  дорівнює  $0,94$ , а по осі  $y'$  –  $0,47$ . За стандартом застосовують так звану збільшену диметрію з коефіцієнтами  $p = r = 1$  і  $q = 0,5$ , тобто по осях  $x'$  і  $z'$  відкладають дійсні розміри, а по осі  $y'$  розміри зменшують удвоє.

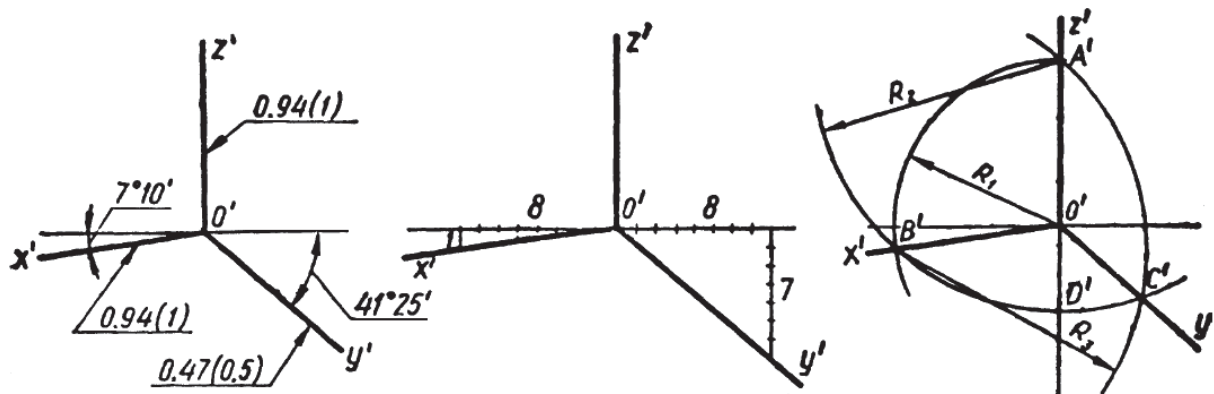


Рис. 2.30

Для побудови осей диметрії можна використати два способи:

**1-й спосіб** (рис. 2.30, б). На горизонтальній прямій, що проходить через точку  $O'$ , відкладаємо в обидва боки від  $O'$  вісім рівних відрізків. З кінцевих точок цих відрізків по вертикалі відкладаємо зліва одну поділку, а справа – сім таких поділок. Знайдені точки сполучаємо з точкою  $O'$  і дістаємо аксонометричні осі  $O'x'$  і  $O'y'$ .

**2-й спосіб** (рис. 2.30, в). Будуємо осі за допомогою циркуля. Відкладаємо на вертикалі від точки  $O'$  угору два відрізки однакової довжини, а вниз – один такий відрізок. З точки  $O'$  радіусом  $R_1 = O'A'$  проводимо дугу кола до перетину в точці  $B'$  з дугою, проведеною з центра  $A'$  радіусом  $R_2 = A'D'$ . Пряма  $O'B'$  – це напрям аксонометричної осі  $x'$ . Третю дугу радіусом  $R_3 = B'A'$  проводимо з центра  $B'$  до перетину з дугою радіуса  $R_2$  в точці  $C'$ . Пряма  $O'C'$  – напрям осі  $y'$  діаметрії.

**Побудова диметричної проєкції багатокутників.** На рис. 2.31, а, б у диметрії побудовано квадрат, що лежить у горизонтальній площині. Послідовність побудови така сама, як і в ізометрії (див. рис. 2.25), з тією лише відмінністю, що по осі  $O'y'$  відкладаємо половину справжнього розміру сторони квадрата. На рис. 2.31, в зображено диметричну проєкцію квадрата, паралельного площині  $\Pi_2$ , а на рис. 2.31, г – квадрата, паралельного площині  $\Pi_3$ .

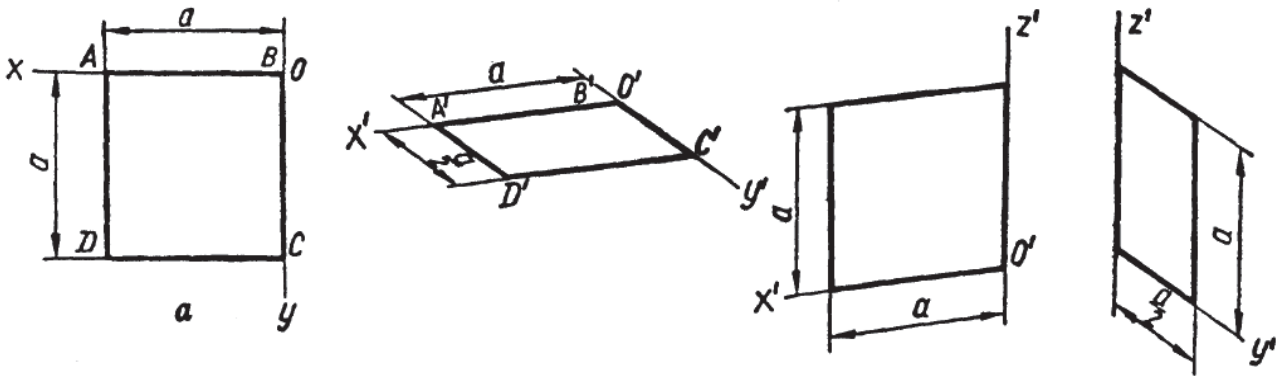


Рис. 2.31

**Побудова кола в диметрії** (рис. 2.32, а). Передня і задня грані куба, в які вписано кола, проєктуються в диметрії у вигляді ромбів, а інші грані – у вигляді паралелограмів. Малі осі еліпсів, що зображують кола, як і в ізометрії, паралельні осям, яких немає в площинах цих кіл (ці осі показано на рисунку товстими лініями). Так, для еліпса, що лежить у горизонтальній площині, мала вісь іде в напрямі осі  $O'z'$ , а велика перпендикулярна до неї.

Довжина великої осі для всіх еліпсів однакова і дорівнює  $1,06$  діаметра зображуваного кола. Величина малої осі різна: для передньої і задньої граней куба, тобто для фронтальної площини проєкцій, величина малої осі становить  $0,9$  довжини великої осі або  $0,95$  діаметра кола ( $0,95d$ ); для верхньої та лівої граней куба величина малої осі становить  $\frac{1}{3}$  довжини великої осі, тобто  $0,35$  діаметра кола ( $0,35d$ ).

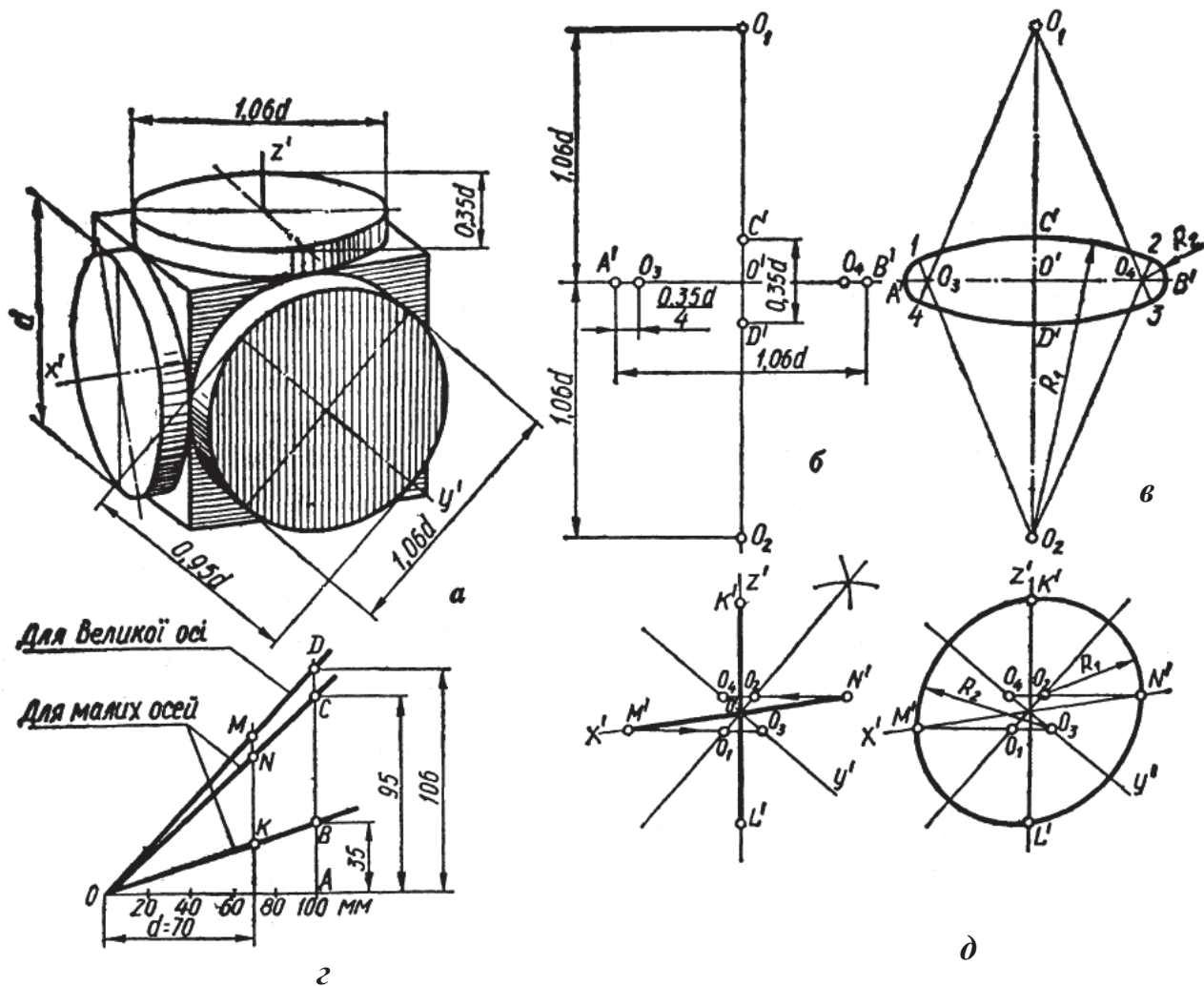


Рис. 2.32

На рис. 2.32, *з* побудовано графік, за допомогою якого можна визначити розміри великої і малої осей для довільного діаметра кола. Самостійно розгляньте побудову цього графіка і поясніть, як ним користуватися.

На практиці еліпси замінюють чотирицентровими овалами. Розглянемо побудову овалу, що замінює проекцію кола, розміщеного в площинах  $\Pi_1$  і  $\Pi_3$  (рис. 2.32, *б*, *в*). Через точку  $O'$  – початок аксонометричних осей – проводимо дві взаємно перпендикулярні прямі і відкладаємо на горизонтальній прямій величину великої осі  $A'B' = 1,06d$ , а на вертикальній – величину малої осі  $C'D' = 0,35d$ . По вертикалі вгору і вниз від точки  $O'$  відкладаємо відрізки  $O'O_1$  і  $O'O_2$ , що дорівнюють за величиною великій осі овалу, тобто  $O'O_1 = O'O_2 = A'B'$ . Точки  $O_1$  і  $O_2$  є центрами великих дуг овалу. Щоб знайти центри  $O_3$  і  $O_4$ , відкладаємо на горизонтальній прямій від точок  $A'$  і  $B'$  відрізки  $A'O_3$  і  $B'O_4$ , які становлять – величини малої осі, тобто  $\frac{C'D'}{4}$ . З точки  $O_2$  як із центра радіусом  $R_1$

що дорівнює відрізку  $O_2C'$ , проводимо дугу овалу до перетину в точках 1 і 2 з лініями центрів  $O_2O_3$  і  $O_2O_4$ . Точки 1 і 2 є точками спряження дуг овалу. Аналогічно проводимо дугу з центра  $O_1$ . З точок  $O_3$  і  $O_4$  проводимо замикаючі дуги овалу радіусом  $R_2 = O_3A' = O_4B'$ .

Побудову овалу, що замінює зображення кола, розміщеного в площині  $\Pi_2$ , дано на рис. 2.32, *д, е*. Будуємо диметричні осі  $O'x'$ ,  $O'z'$ ,  $O'y'$  і проводимо через точку  $O'$  пряму, перпендикулярну до осі  $O'y'$ . Мала вісь овалу розміщена на осі  $O'y'$ , а велика – на прямій, перпендикулярній до неї. Відкладаємо на осях  $O'x'$  і  $O'z'$  величину радіуса заданого кола, тобто відрізки  $O'M' = O'N' = O'K' = O'L'$ , і дістаємо точки  $M'$ ,  $N'$ ,  $K'$ ,  $L'$ , які є точками спряження дуг овалу. З точок  $M'$  і  $N'$  проводимо горизонтальні прямі, які в перетині з віссю  $O'y'$  і прямою, перпендикулярною до цієї осі, дадуть точки  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $O_4$ , що є центрами дуг овалу. З центрів  $O_3$  і  $O_4$  описуємо дуги радіусом  $R_2 = O_3M'$ , а з центрів  $O_1$  і  $O_2$  – дуги радіусом  $R_1 = O_2N'$ .

**Умовності і нанесення розмірів в аксонометрії.** Лінії штриховки розрізів і перерізів в аксонометричних проекціях наносять паралельно одній з діагоналей проекцій квадратів, які лежать у відповідних координатних площинах і сторони яких паралельні аксонометричним осям (рис. 2.33, *а*). На відміну від комплексних проекцій, в аксонометрії штрихують у розрізах і перерізах ребра жорсткості, спиці маховиків, коліс та інші подібні елементи.

При нанесенні розмірів виносні лінії проводять паралельно аксонометричним осям, а розмірні – паралельно вимірюваному відрізку (рис. 2.33, *б*).

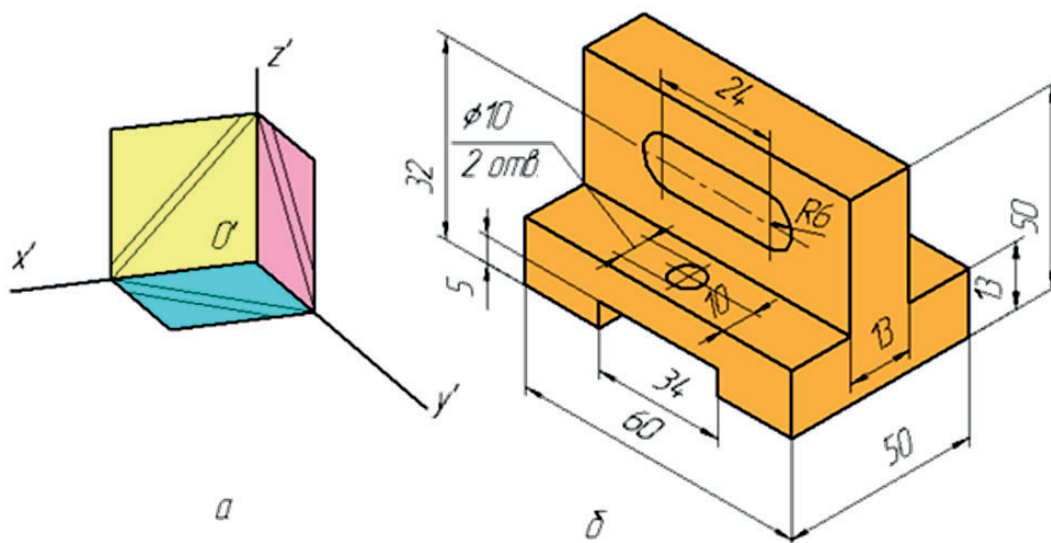
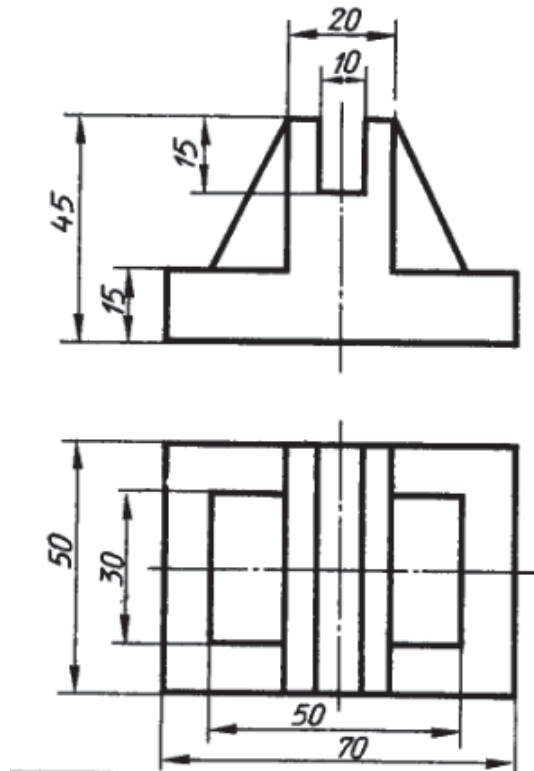


Рис. 2.33

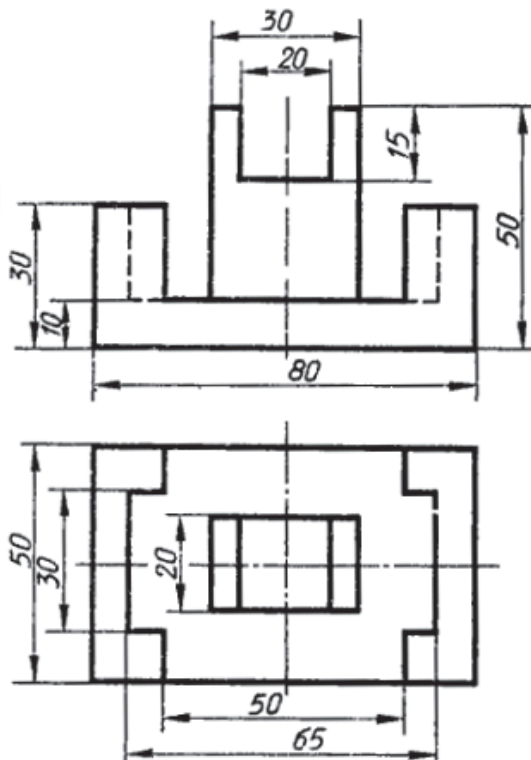
**Завдання 2.12. «Виконання аксонометричних проєкцій деталей на кресленні»**

Перекреслити дві проєкції деталі й побудувати її ізометричну проєкцію (масштаб 2:1, формат А3).

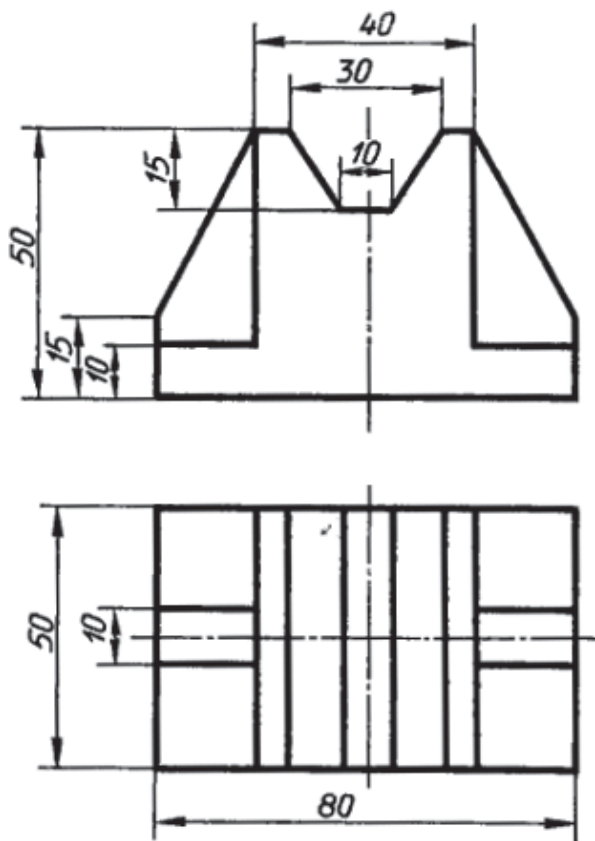
**Варіант 1**



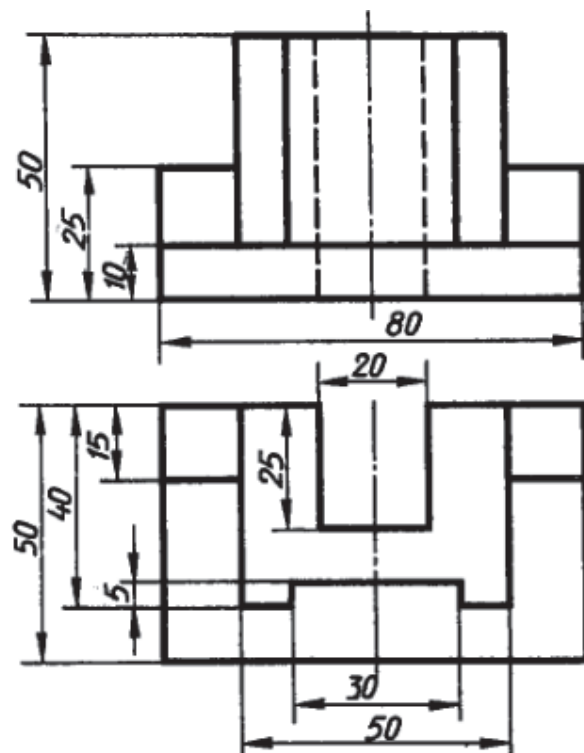
**Варіант 2**



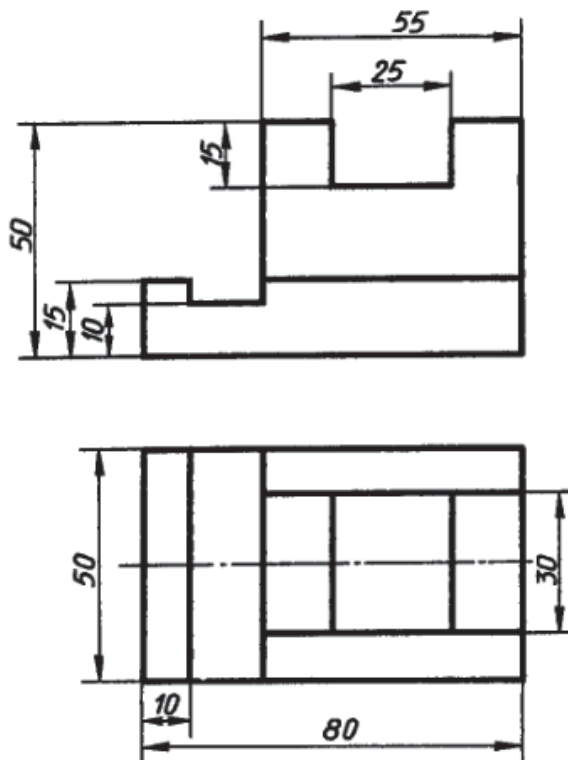
*Варіант 3*



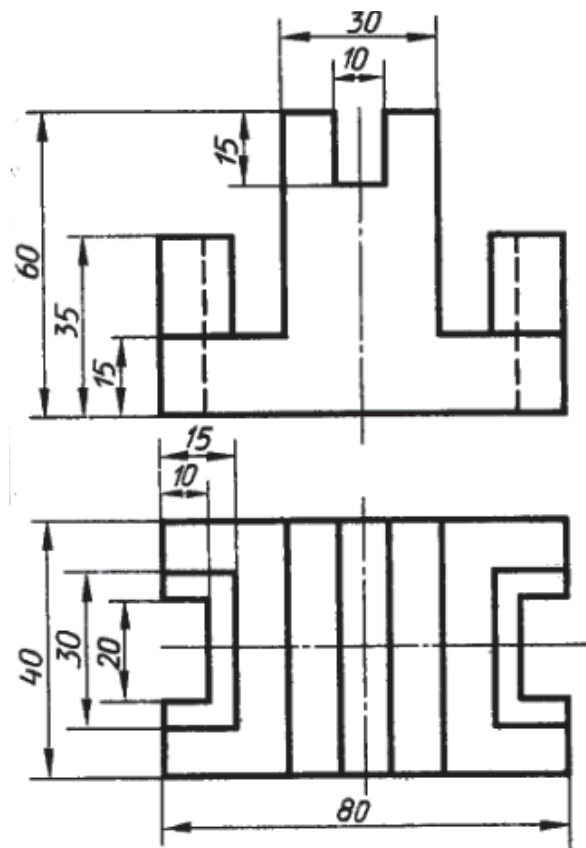
*Варіант 4*



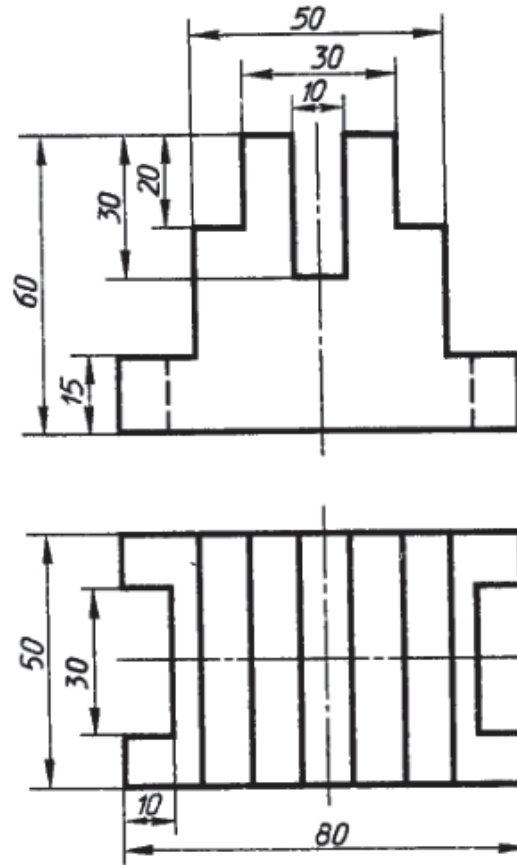
*Варіант 5*



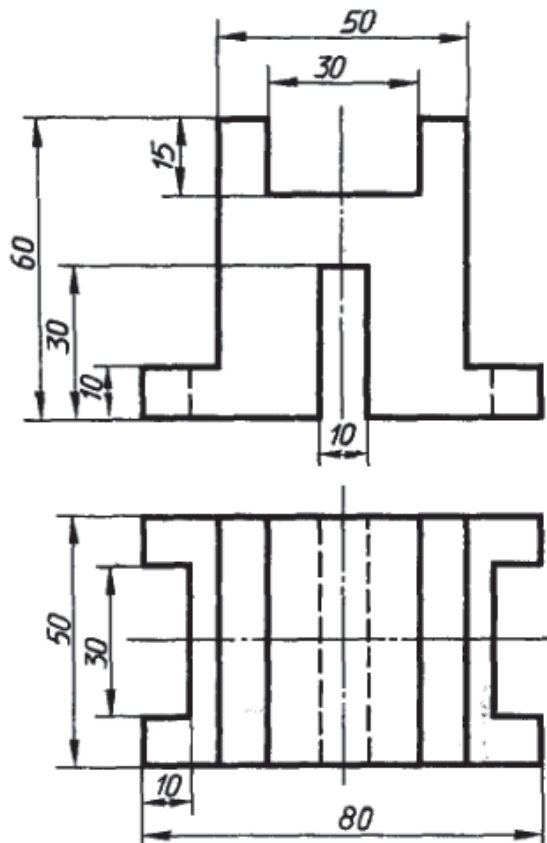
*Варіант 6*



*Варіант 7*

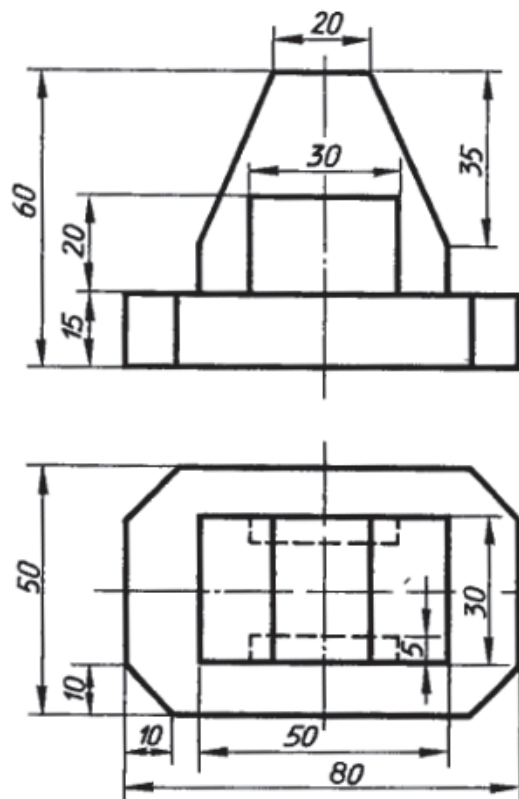


*Варіант 8*

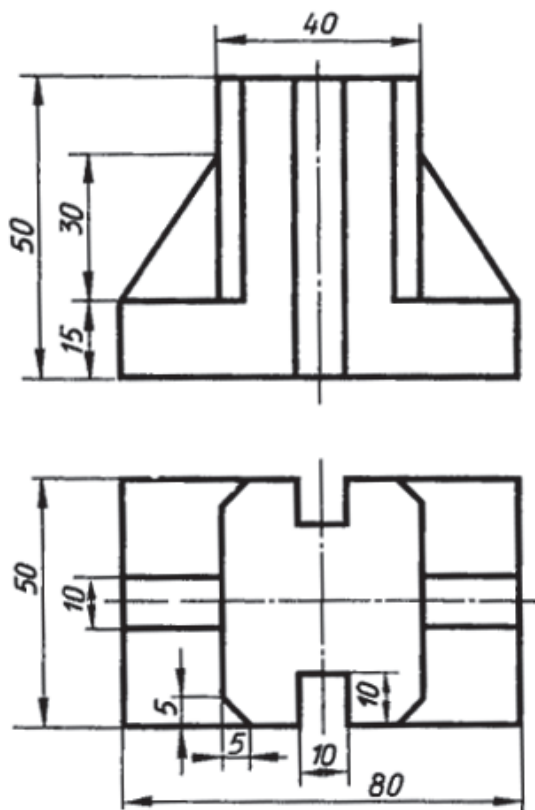




Варіант 9



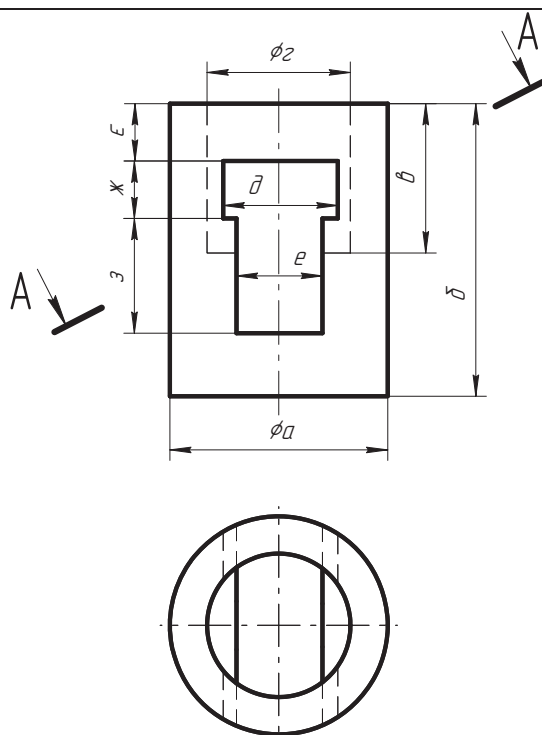
Варіант 10



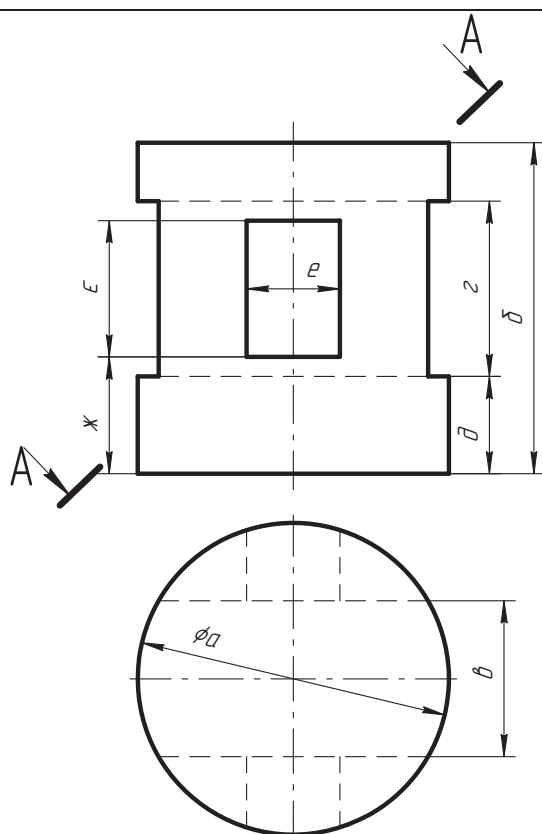
**Завдання 2.13. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (циліндр)»**

За двома заданими проекціями фігури побудувати третю. Виконати необхідні розрізи, нанести розміри. Побудувати аксонометричне зображення (прямокутна ізометрія) з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини (масштаб 1:1, формат А3).

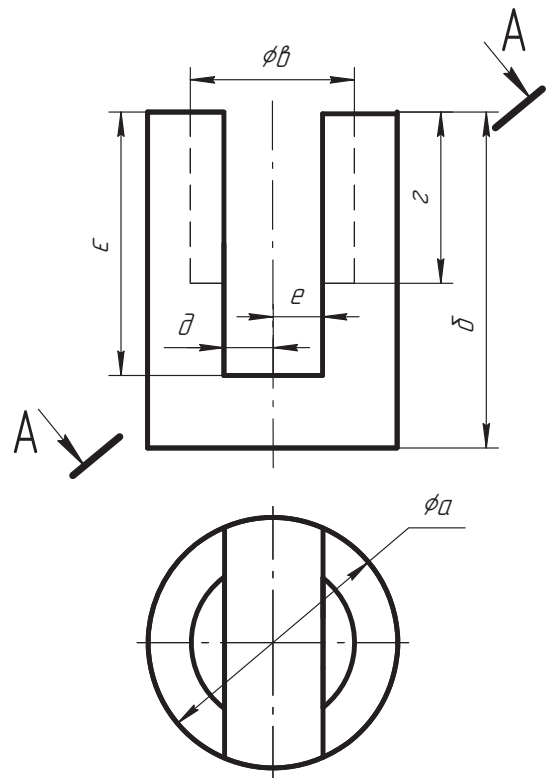
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
1	76	102	40	50	40	30	20	20	40
2	70	90	28	50	30	20	0	40	20
3	70	90	60	30	20	40	10	42	30
4	70	100	80	60	50	26	20	20	60



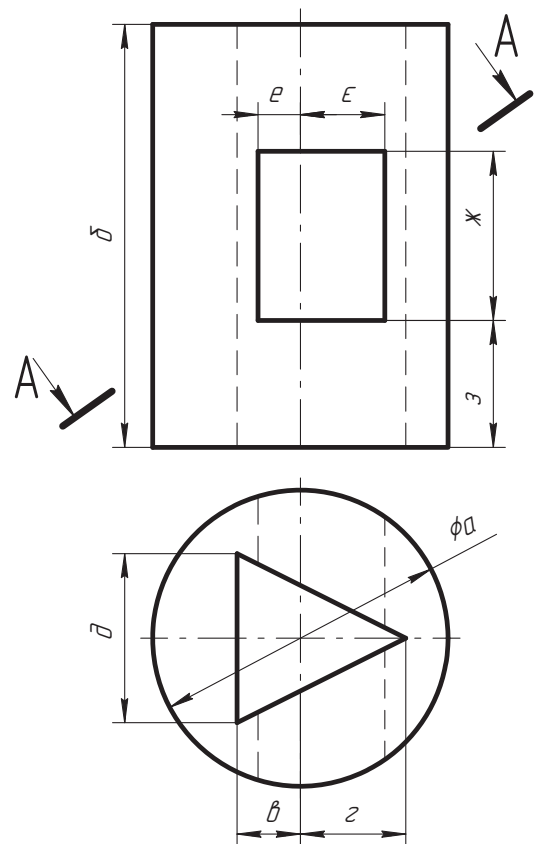
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
5	80	85	40	45	25	24	40	30	—
6	90	100	30	55	20	40	40	20	—
7	80	90	20	45	30	30	30	25	—
8	85	90	30	40	25	30	60	30	—



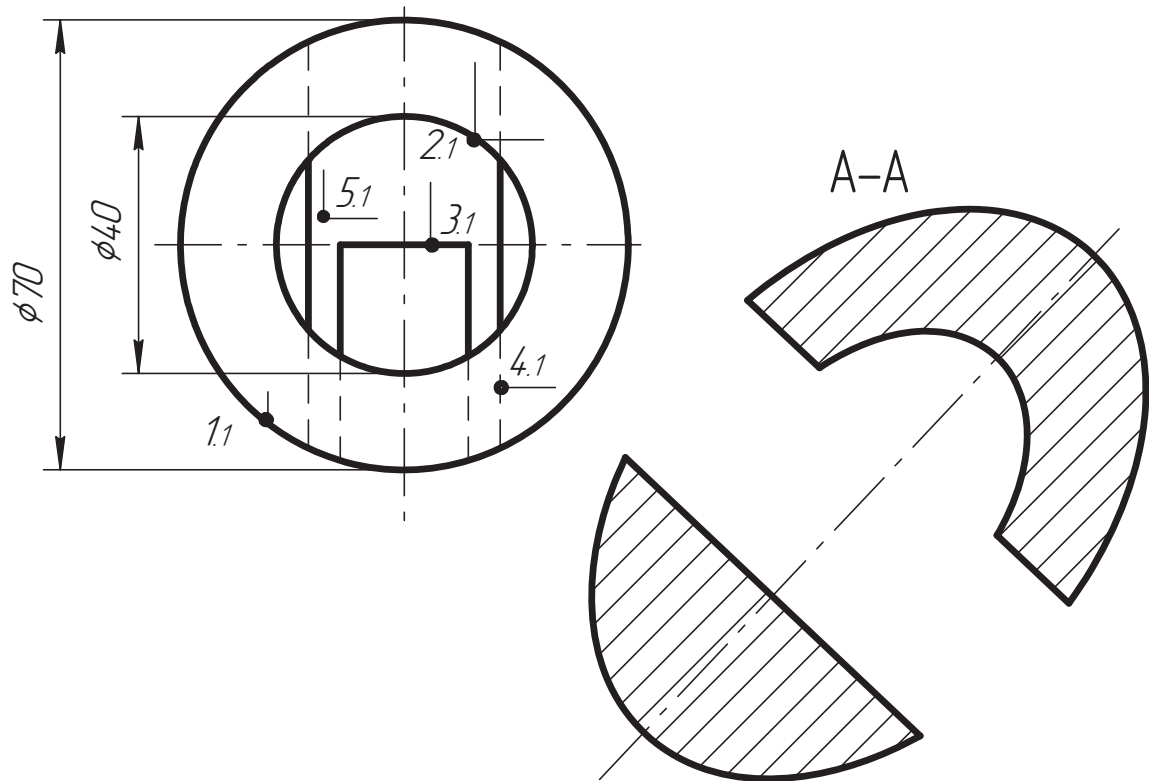
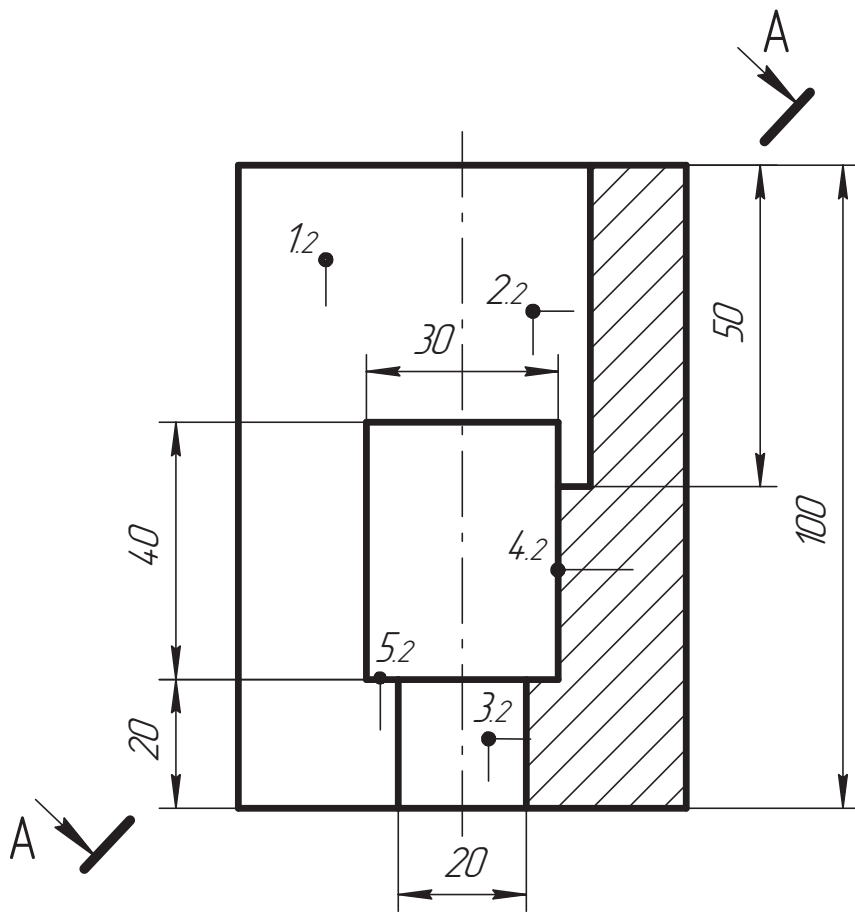
№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
9	76	102	54	52	10	27	80	—	—
10	80	110	40	50	0	15	70	—	—
11	85	100	56	80	18	18	70	—	—
12	90	110	60	60	15	25	60	—	—

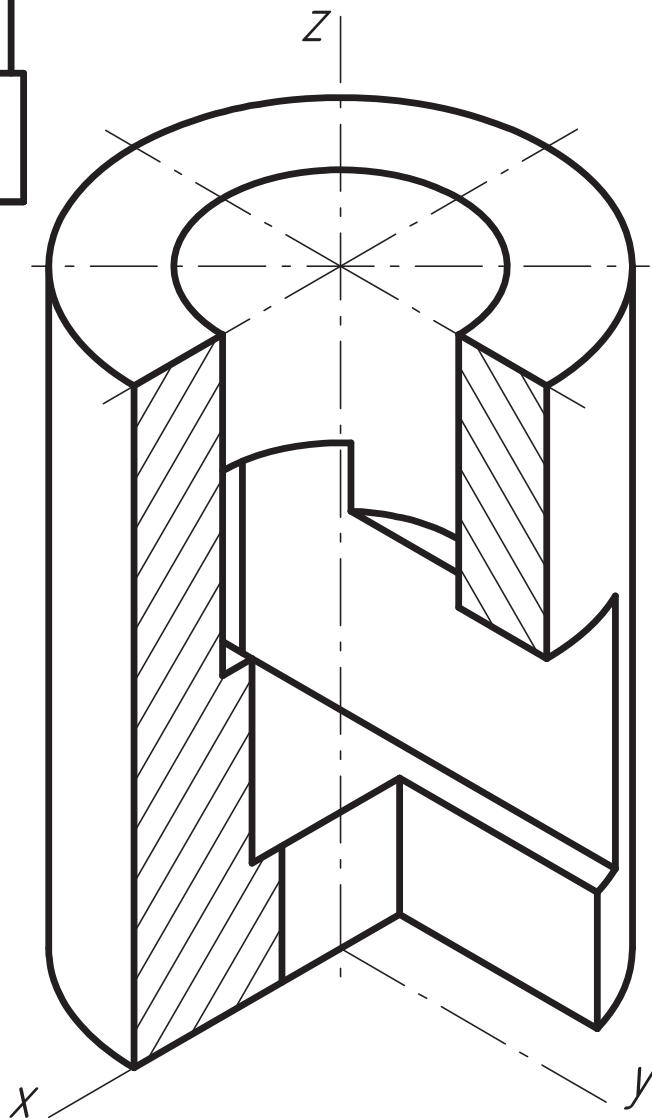
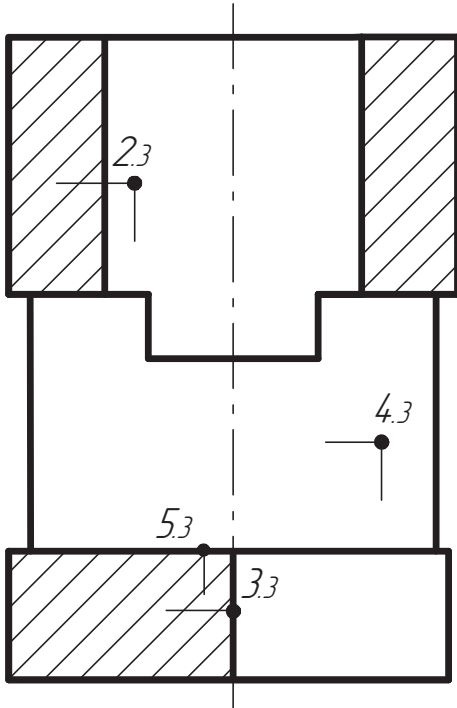


№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
13	70	100	15	25	40	10	20	40	30
14	80	105	0	25	30	20	10	50	0
15	76	102	20	20	30	0	15	45	10
16	70	110	20	0	36	10	0	40	30



Приклад виконання завдання 2.13

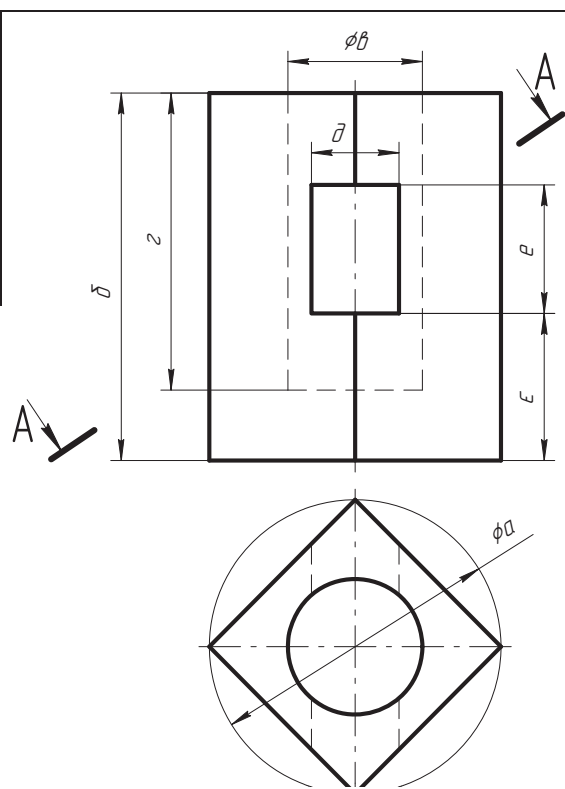




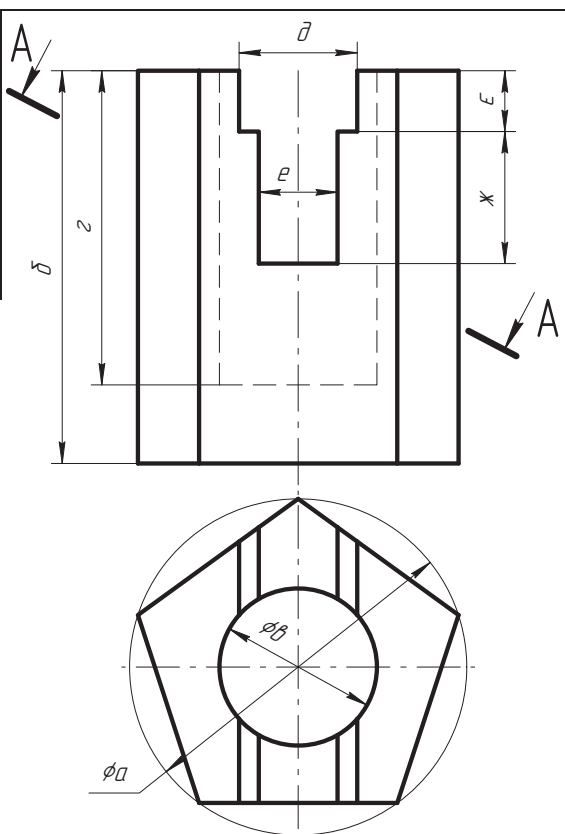
**Завдання 2.14. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (призма)»**

За двома заданими проекціями фігури побудувати третю. Виконати необхідні розрізи, нанести розміри. Побудувати аксонометричне зображення (прямокутна ізометрія) з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини (масштаб 1:1, формат А3).

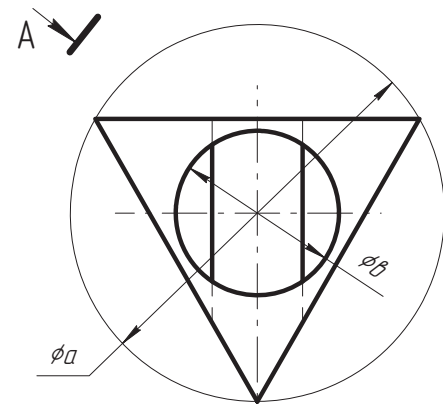
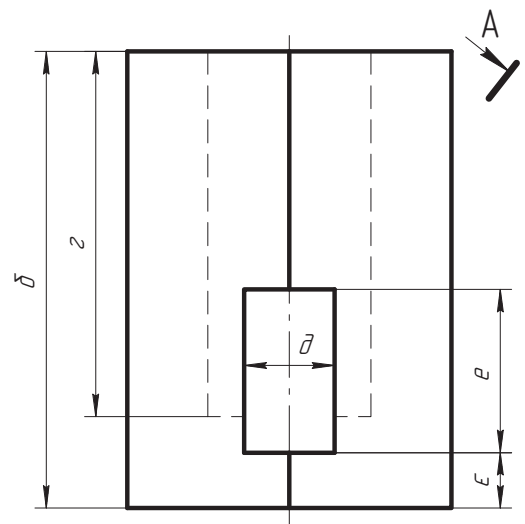
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
1	80	100	50	60	30	30	20	—	—
2	90	110	40	110	20	30	10	—	—
3	85	105	50	70	30	30	0	—	—
4	90	110	50	110	30	90	20	—	—



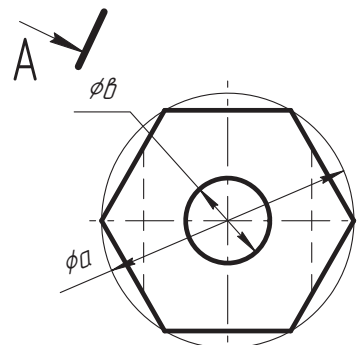
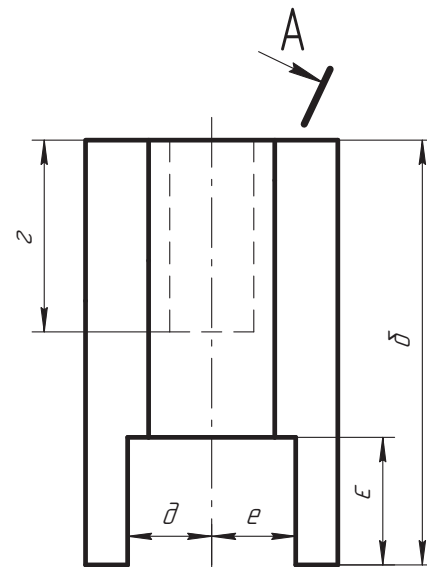
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
5	86	100	40	80	30	20	15	34	—
6	90	105	40	85	40	20	20	40	—
7	80	100	35	70	30	20	20	60	—
8	90	110	40	110	30	20	30	60	—



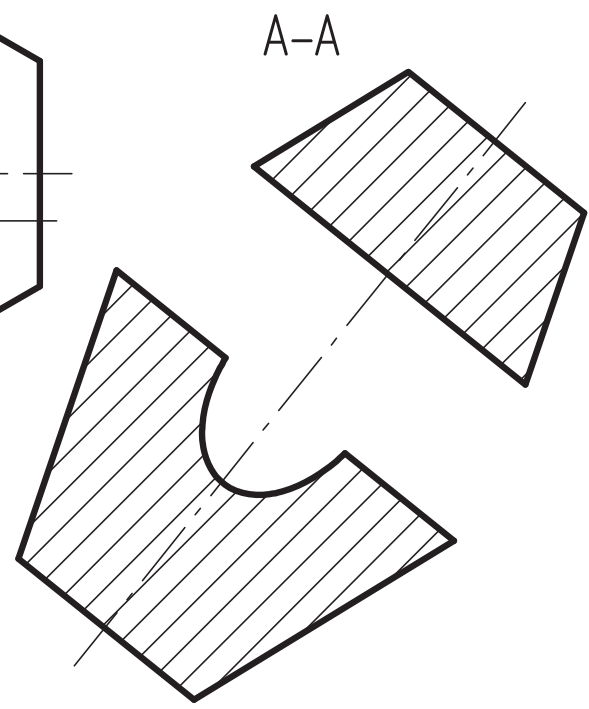
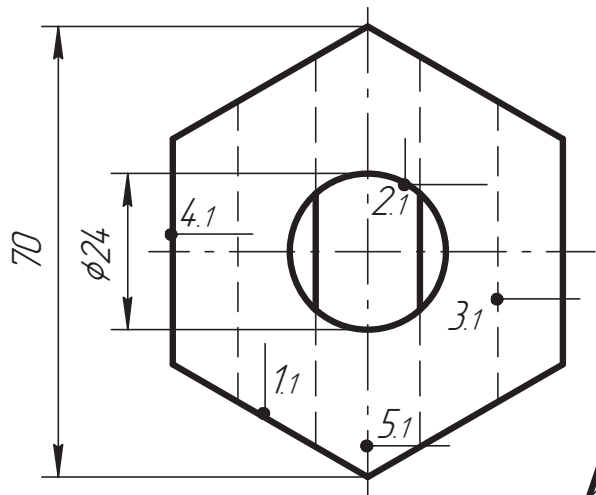
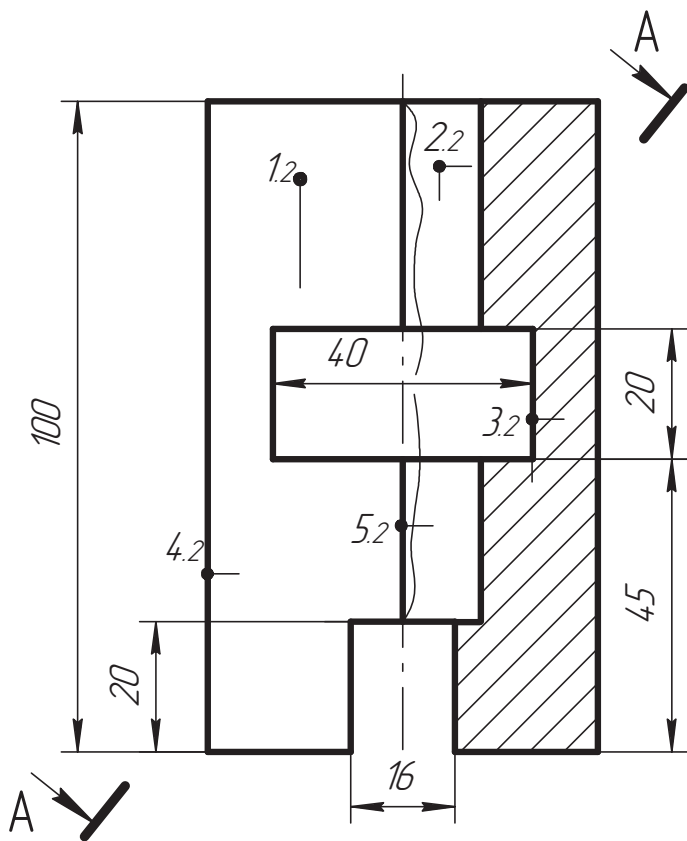
№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
9	85	100	36	80	20	36	12	—	—
10	80	100	40	70	20	50	0	—	—
11	90	110	50	70	30	90	20	—	—
12	80	100	40	100	40	40	0	—	—



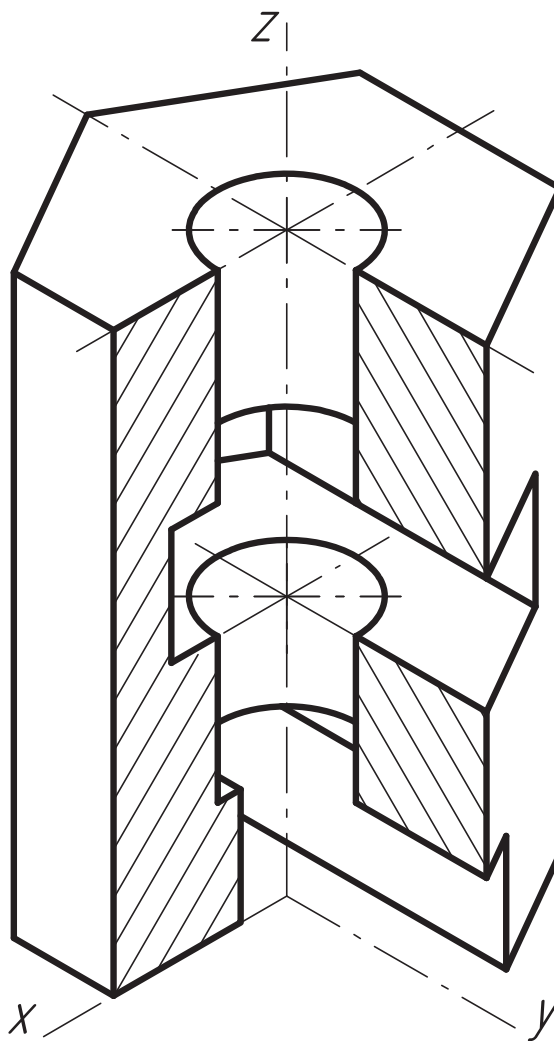
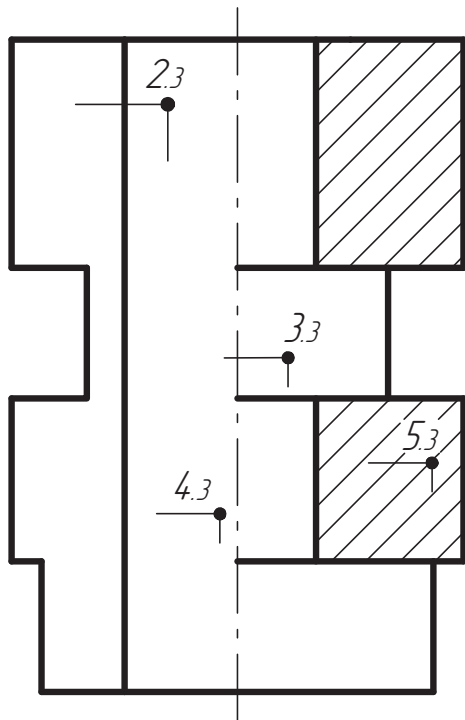
№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
13	70	100	20	80	15	10	20	—	—
14	80	110	40	90	0	15	30	—	—
15	75	100	30	70	15	0	50	—	—
16	80	100	40	100	10	15	20	—	—



Приклад виконання завдання 2.14



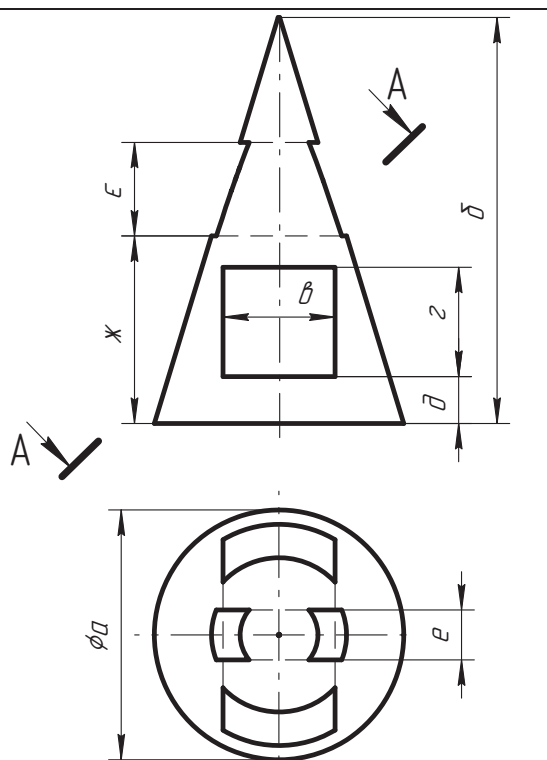




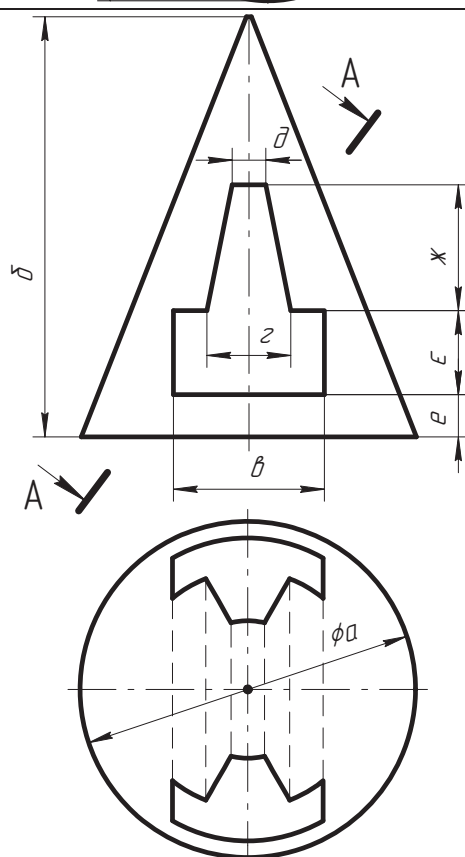
**Завдання 2.15. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (конус)»**

За двома заданими проекціями фігури побудувати третю. Виконати необхідні розрізи, нанести розміри. Побудувати аксонометричне зображення (прямокутна ізометрія) з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини (масштаб 1:1, формат А3).

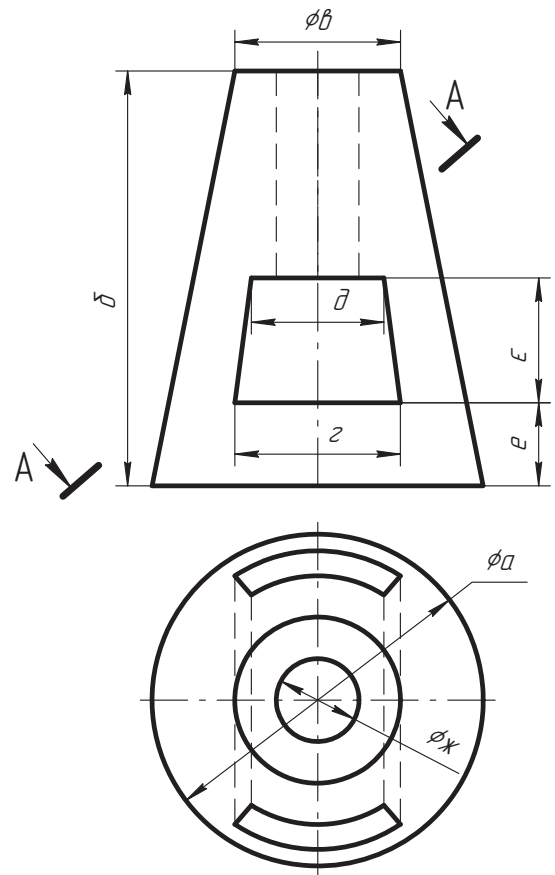
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>e</i>	<i>ε</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
1	80	130	36	35	15	16	30	60	—
2	80	120	20	40	0	18	20	50	—
3	75	130	20	30	15	16	90	0	—
4	90	130	20	20	15	14	30	15	—



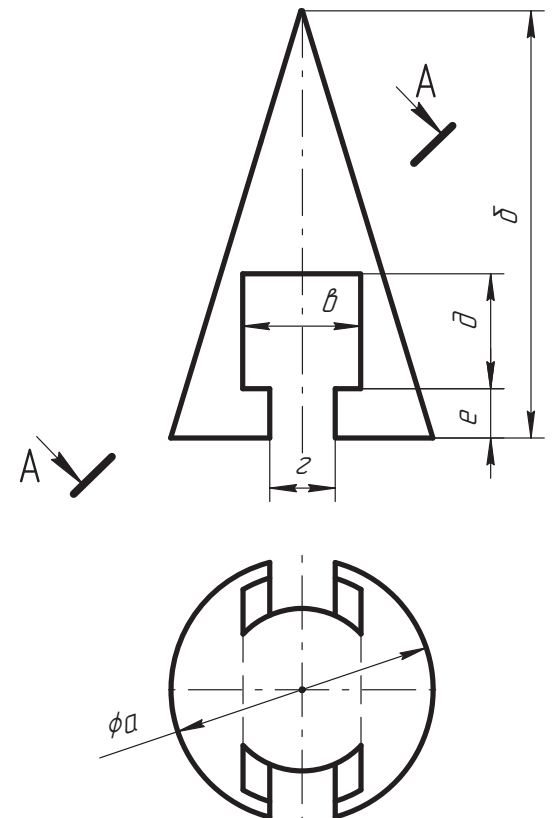
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>e</i>	<i>ε</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
5	80	100	36	20	8	10	20	30	—
6	90	105	40	30	10	0	25	25	—
7	90	110	40	40	10	20	25	20	—
8	85	105	30	20	0	15	15	15	—



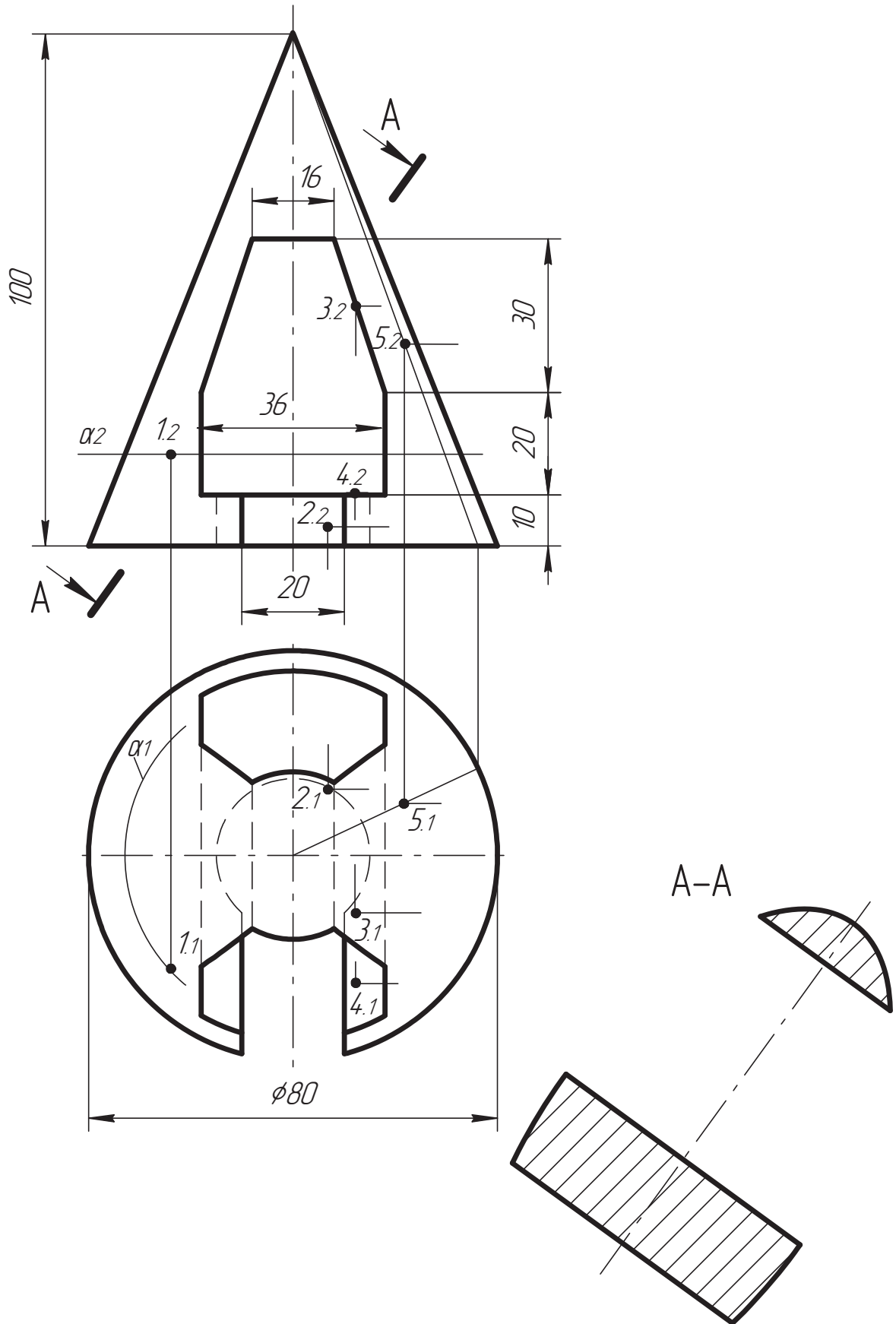
№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
9	80	100	40	40	32	20	30	20	—
10	90	105	45	45	30	0	50	18	—
11	85	110	40	30	45	15	30	20	—
12	80	100	50	50	30	20	30	30	—

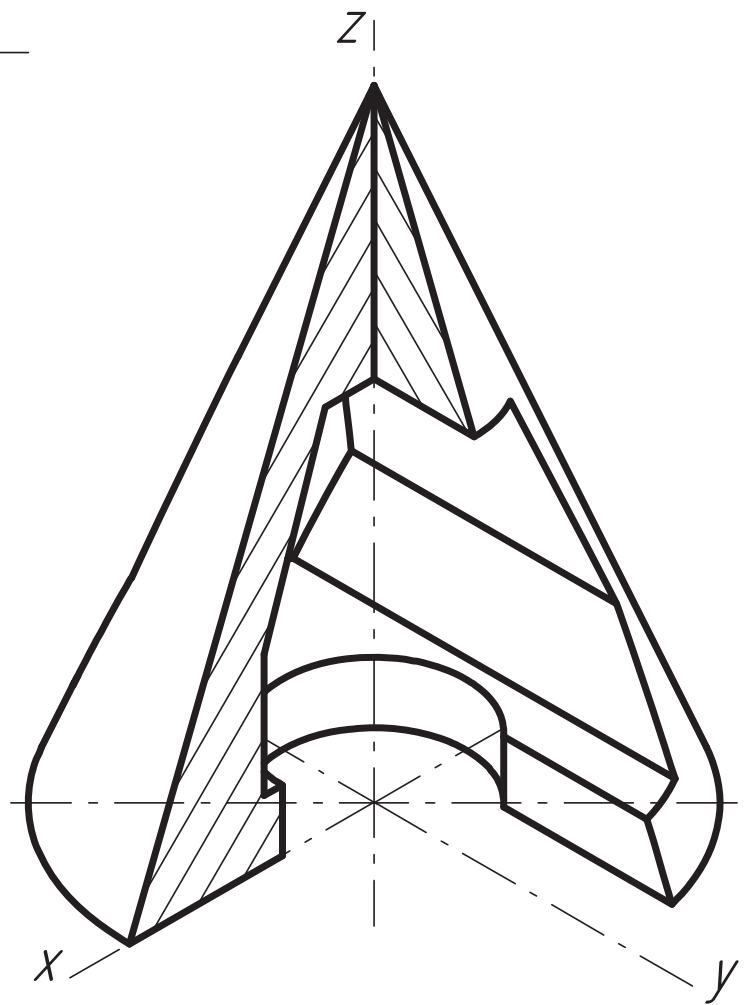
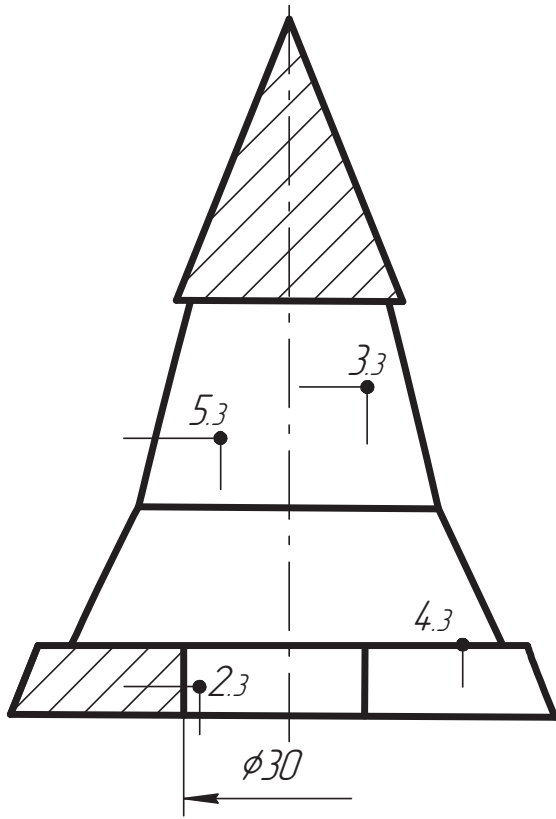


№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
13	80	130	36	20	35	15	—	—	—
14	90	130	40	0	30	15	—	—	—
15	85	125	20	40	20	10	—	—	—
16	90	130	30	30	20	20	—	—	—



Приклад виконання завдання 2.15

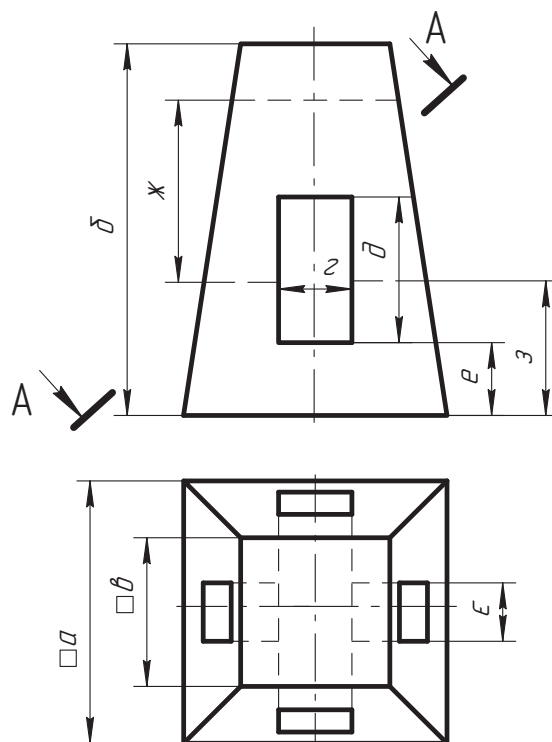




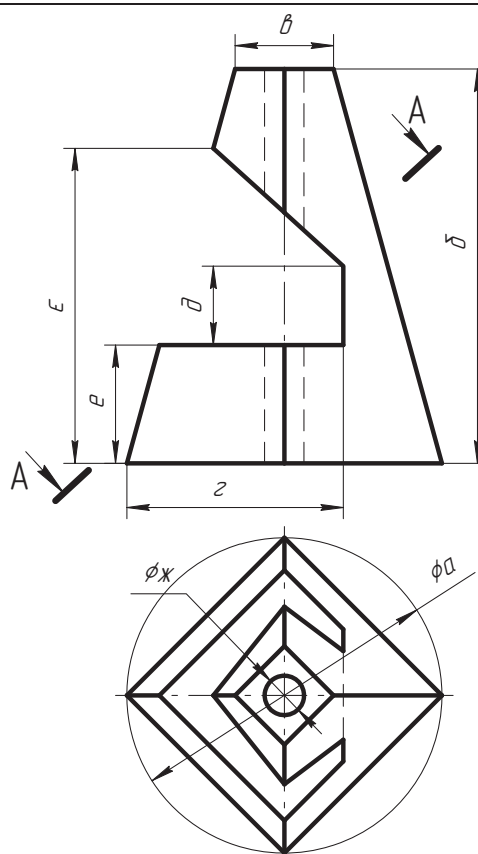
**Завдання 2.16. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (піраміда)»**

За двома заданими проекціями фігури побудувати третю. Виконати необхідні розрізи, нанести розміри. Побудувати аксонометричне зображення (прямокутна ізометрія) з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини (масштаб 1:1, формат А3).

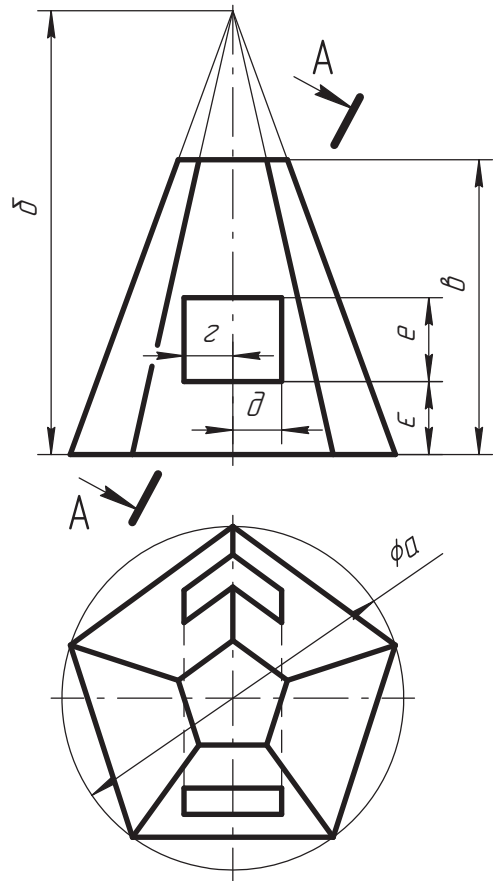
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
1	72	102	40	20	40	20	16	50	37
2	75	105	45	25	50	0	18	45	35
3	70	105	40	30	30	20	16	40	20
4	75	106	45	20	40	20	18	30	10



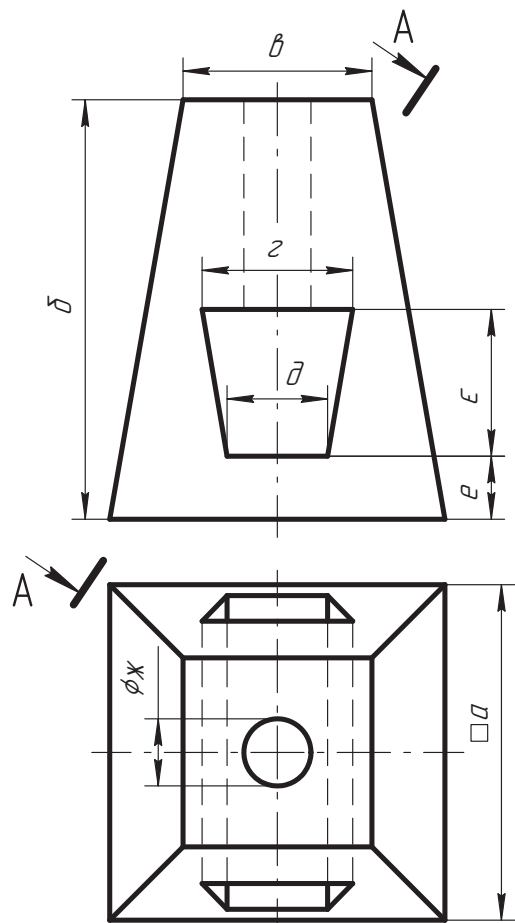
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
5	80	100	25	55	20	30	80	10	—
6	80	110	30	50	0	20	70	8	—
7	90	110	30	45	30	20	50	10	—
8	80	100	25	50	35	20	40	12	—



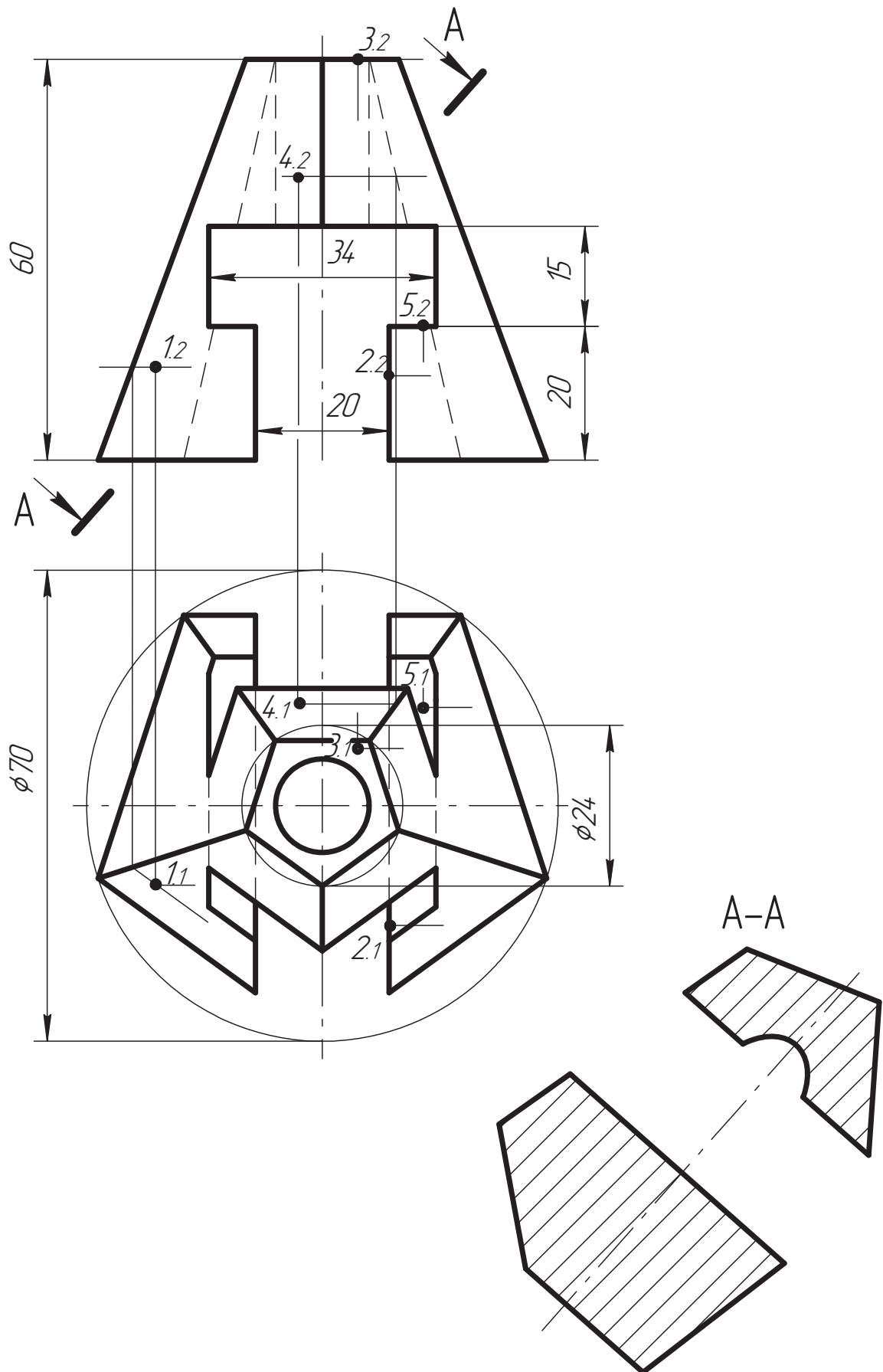
№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
9	70	90	60	10	10	17	15	—	—
10	80	100	70	10	10	30	0	—	—
11	70	90	60	15	15	25	15	—	—
12	80	95	70	40	10	15	15	—	—



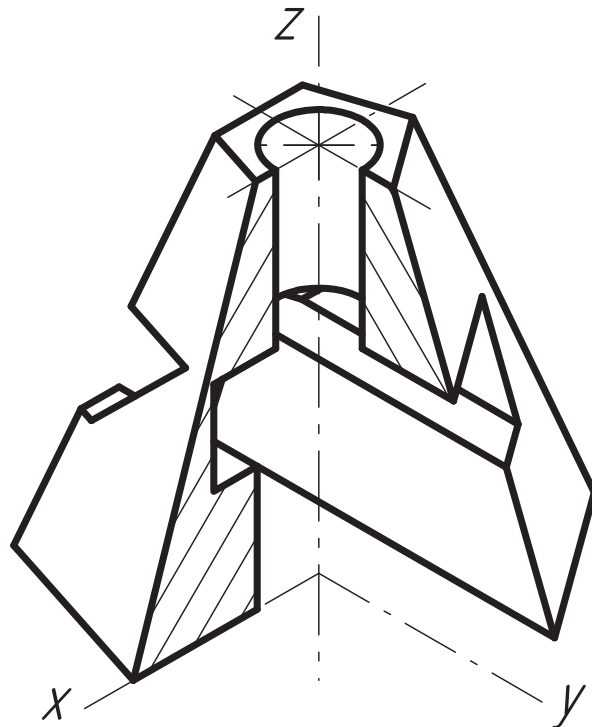
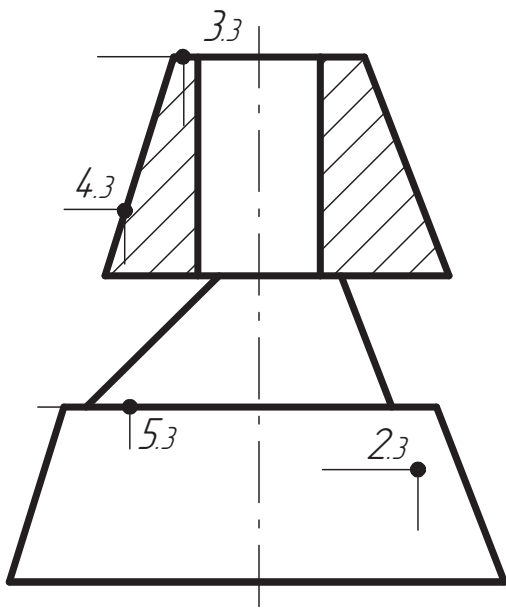
№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
13	80	100	45	36	24	15	35	16	—
14	90	105	45	30	30	0	50	14	—
15	85	105	50	20	40	15	30	10	—
16	80	100	50	20	0	20	30	12	—



Приклад виконання завдання 2.16



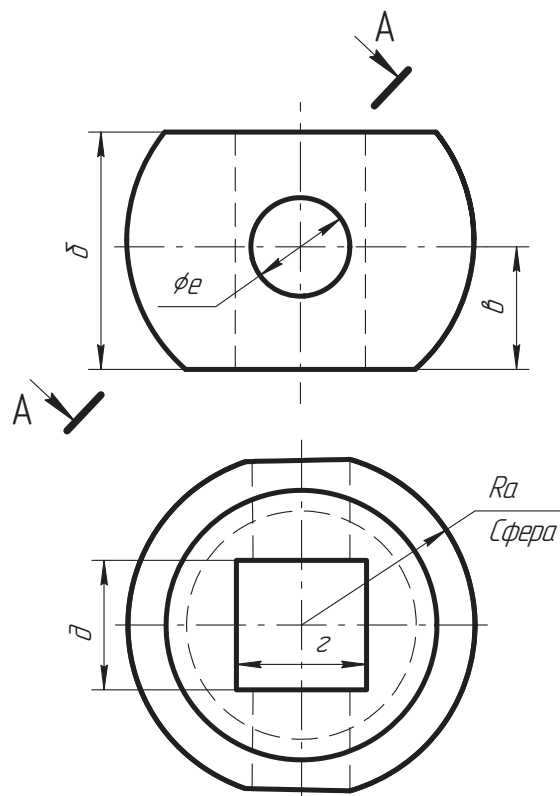




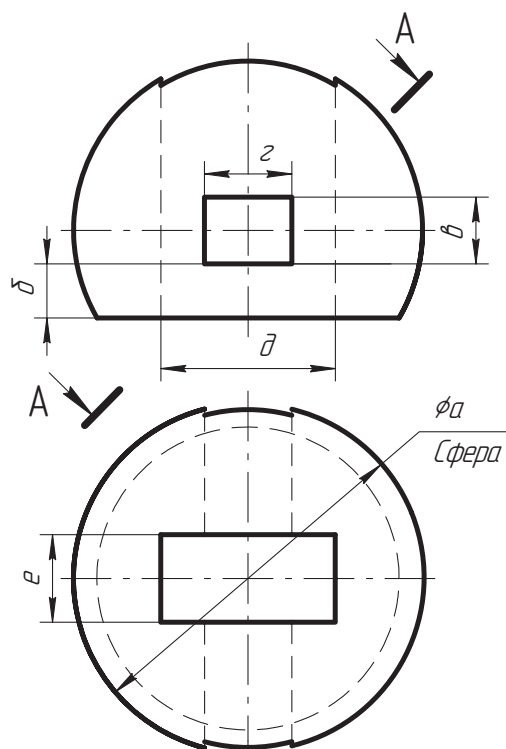
**Завдання 2.17. «Виконання комплексних креслень геометричних фігур (сфера)»**

За двома заданими проекціями фігури побудувати третю. Виконати необхідні розрізи, нанести розміри. Побудувати аксонометричне зображення (прямокутна ізометрія) з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини (масштаб 1:1, формат А3).

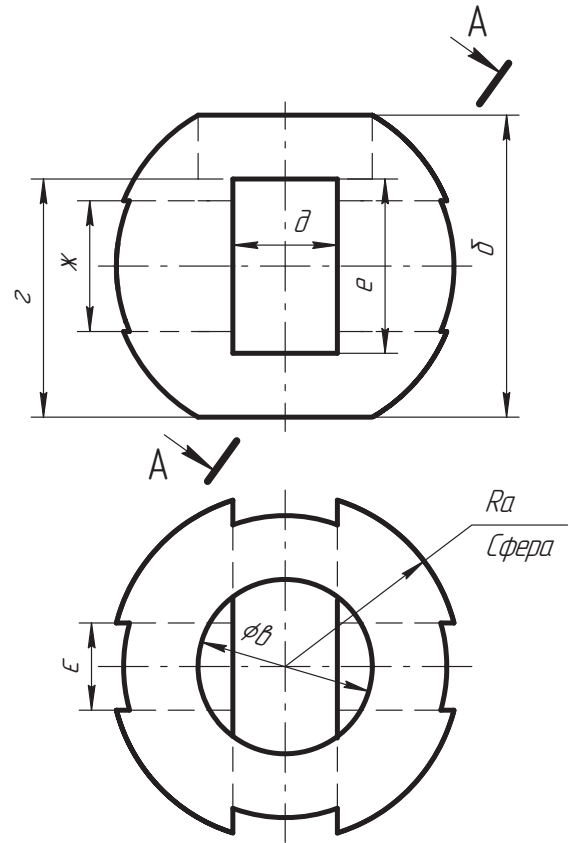
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>v</i>	<i>z</i>	<i>д</i>	<i>e</i>	<i>ε</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
1	40	55	28	30	30	24	—	—	—
2	40	60	40	25	25	20	—	—	—
3	50	60	30	20	20	20	—	—	—
4	50	75	25	25	20	12	—	—	—



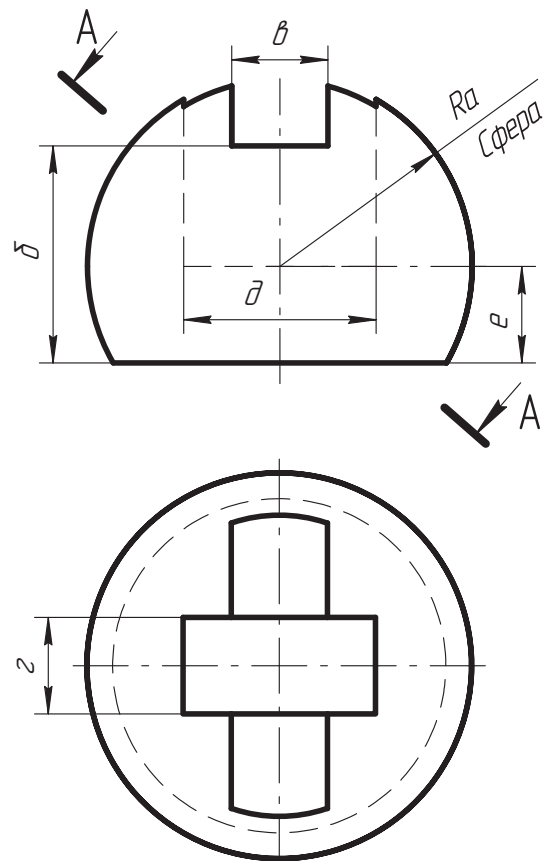
№ варіанта	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>v</i>	<i>z</i>	<i>д</i>	<i>e</i>	<i>ε</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
5	80	12	16	20	40	20	—	—	—
6	80	0	50	20	40	18	—	—	—
7	90	15	16	40	40	15	—	—	—
8	90	15	14	40	30	15	—	—	—



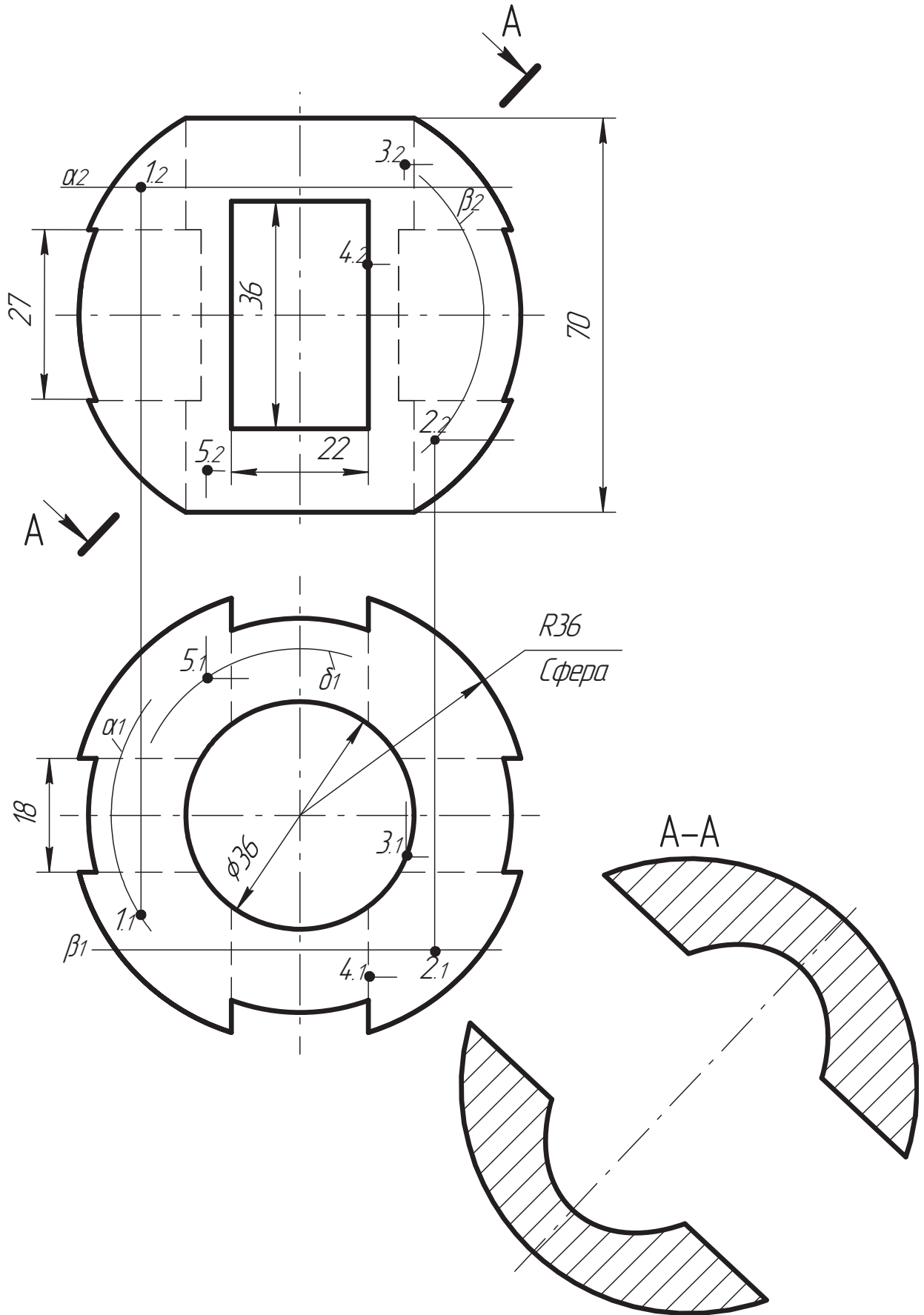
№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
9	40	70	40	55	24	40	20	30	—
10	50	80	35	60	22	20	18	40	—
11	45	75	40	55	20	30	20	30	—
12	45	70	30	40	20	40	20	18	—

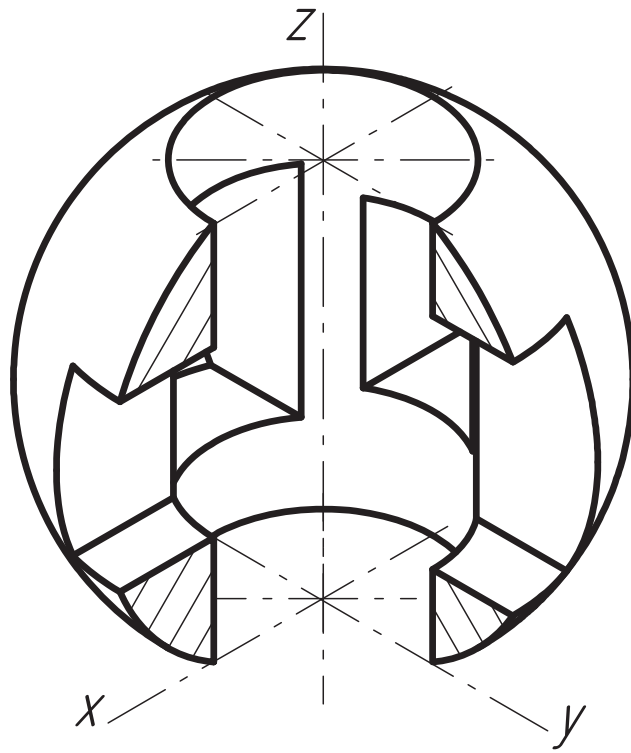
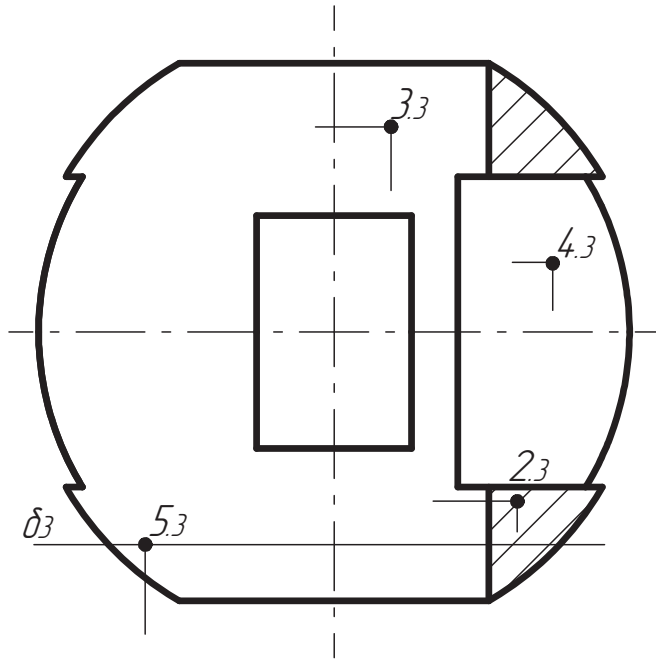


№ варіан- та	Розміри фігури								
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>
13	40	45	20	20	40	20	—	—	—
14	45	55	20	20	45	45	—	—	—
15	40	20	25	20	48	20	—	—	—
16	45	10	20	25	40	25	—	—	—



Приклад виконання завдання 2.17

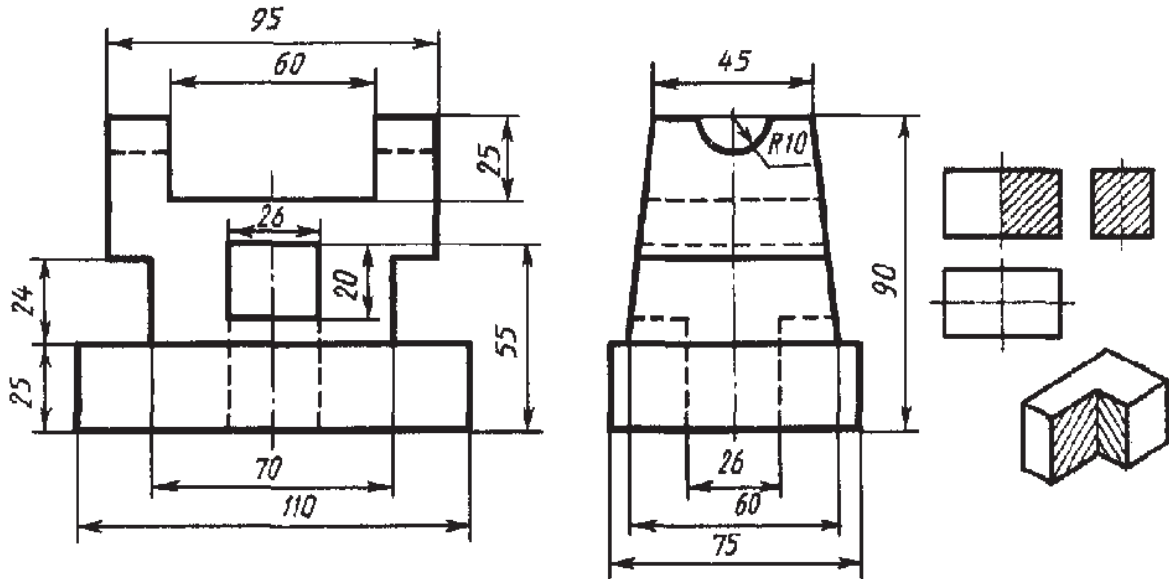




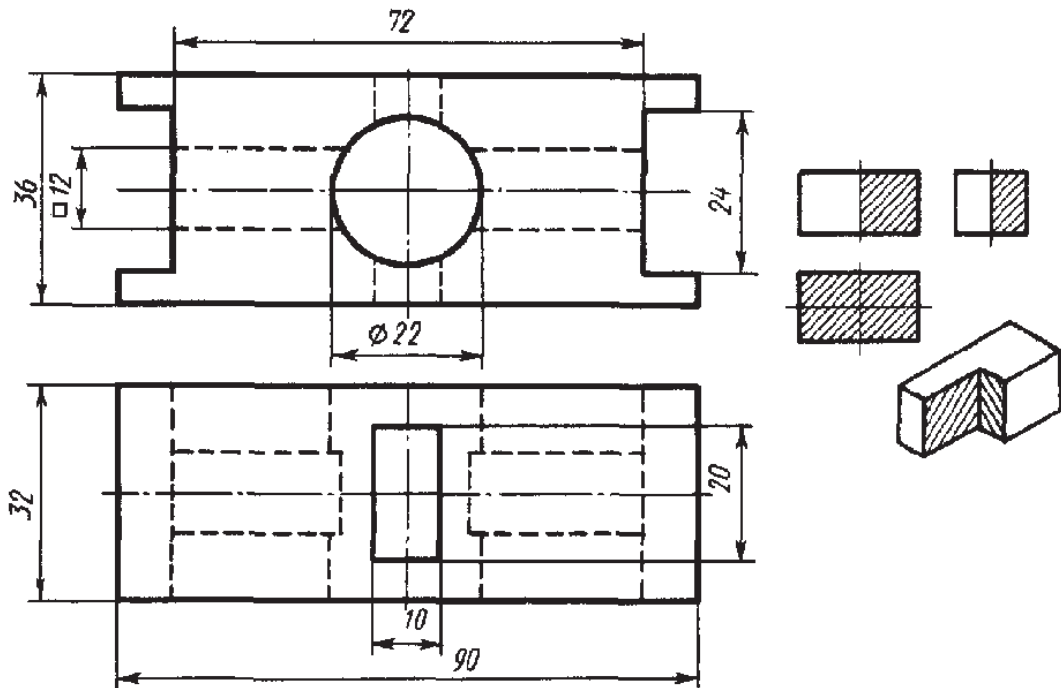
**Завдання 2.18. «Виконання розрізів та аксонометричних проєкцій деталей на кресленні»**

За двома заданими проєкціями побудувати третю із застосуванням розрізів, вказаних на схемі, а також ізометричну проєкцію з вирізом  $\frac{1}{4}$  частини. Нанести розміри (масштаб 1:1, формат А3).

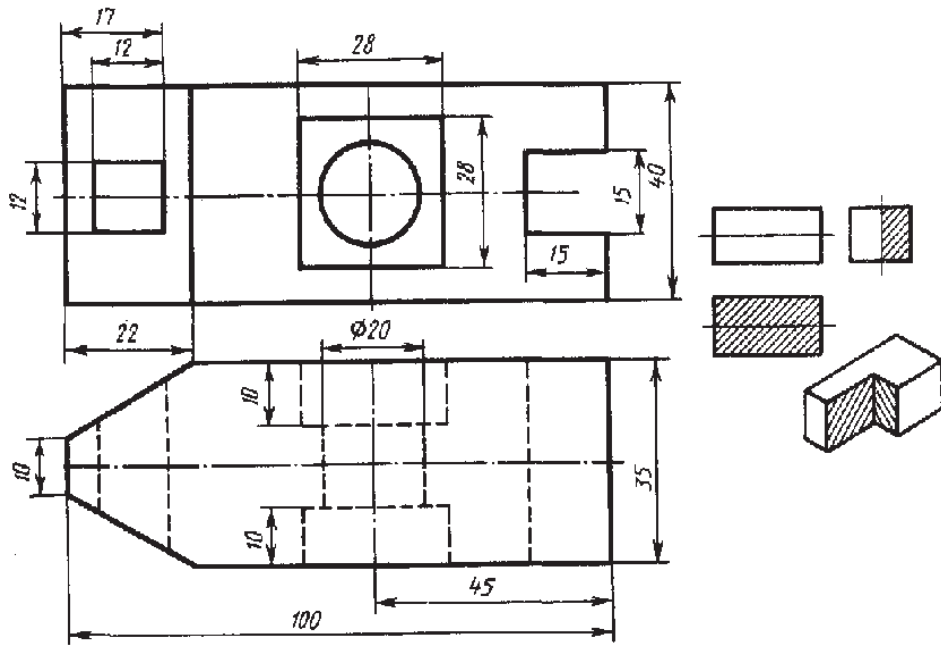
**Варіант 1**



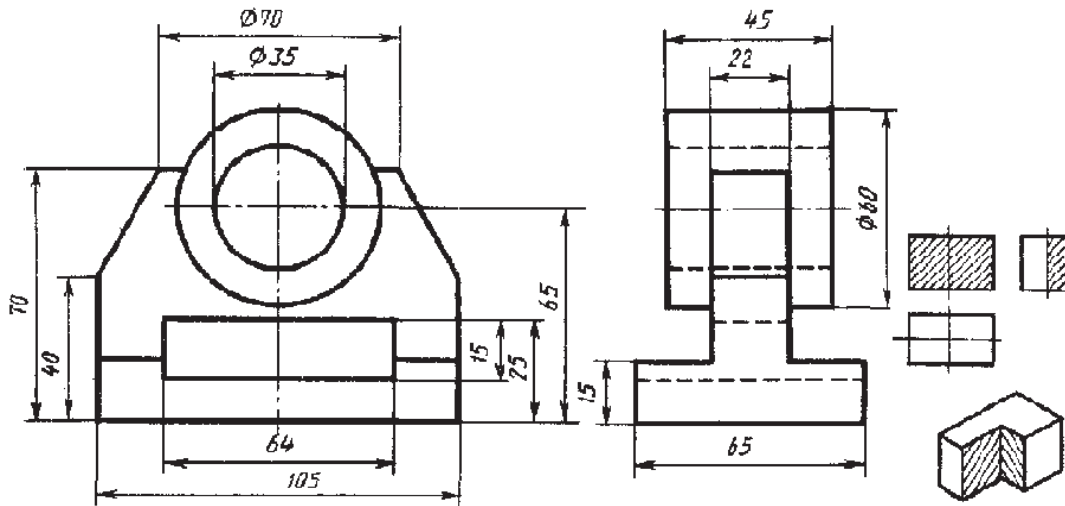
**Варіант 2**



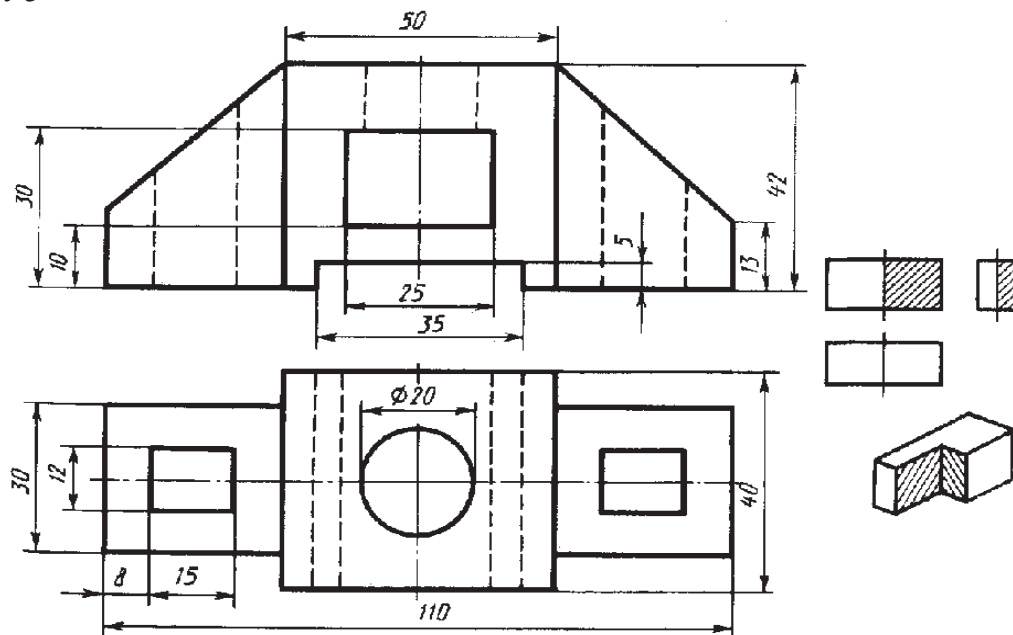
*Вариант 3*



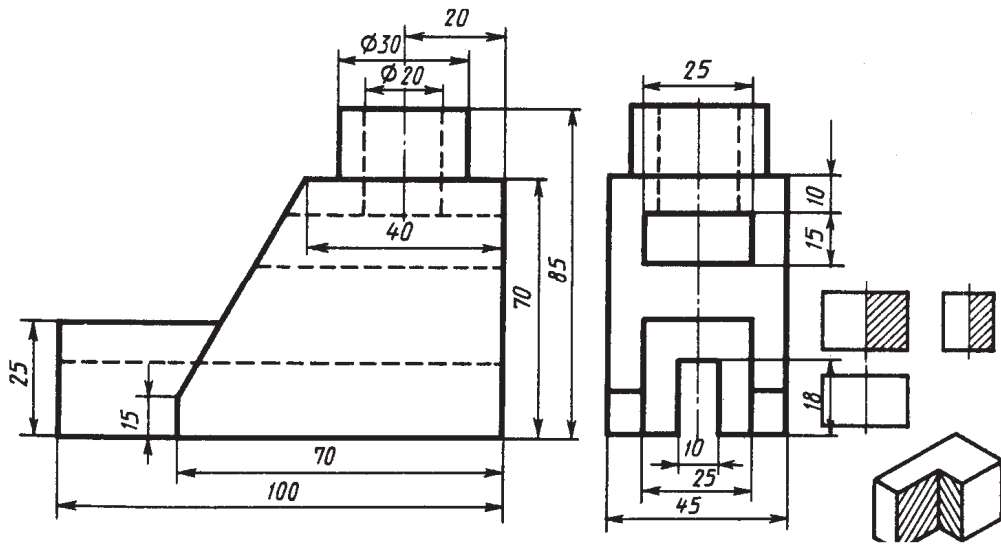
*Вариант 4*



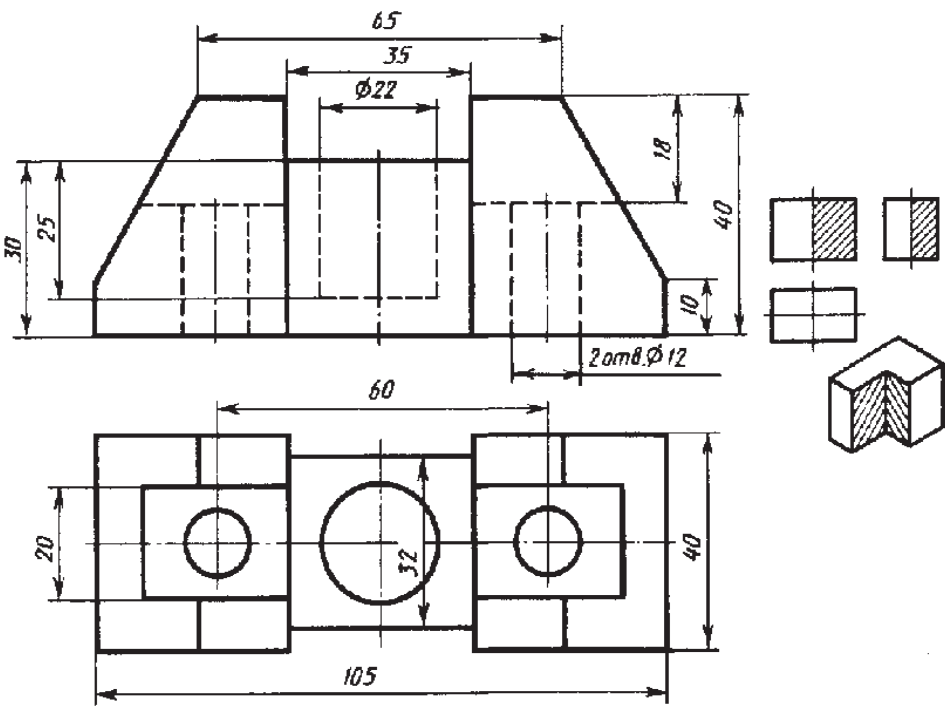
*Вариант 5*



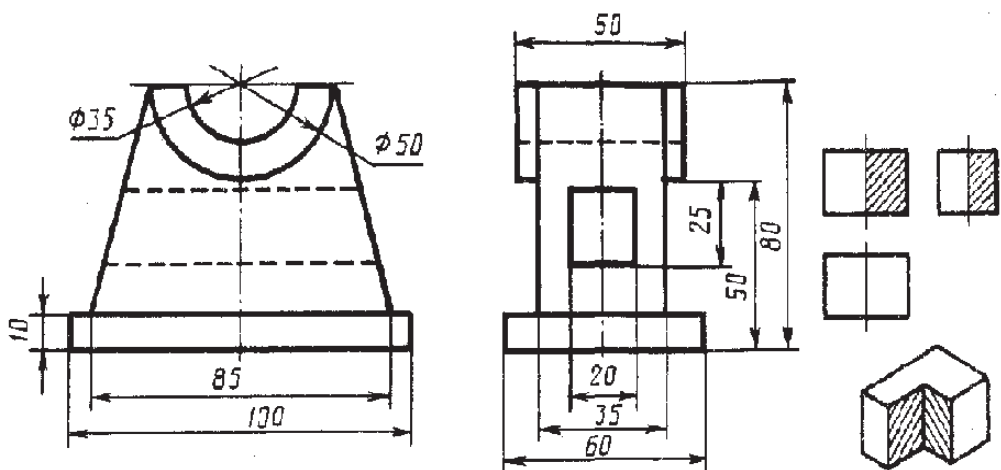
Варіант 6



Варіант 7



Варіант 8





## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боголюбов С.К. Черчение / С.К. Боголюбов, А.В. Воинов. – М.: Машиностроение, 1984. – 303 с.
2. Боголюбов С.К. Индивидуальные задания по курсу черчения : практ. пособие [для учащихся техникумов] / С.К. Боголюбов. – М. : Высш. шк., 1989. – 369 с.
3. Верхола А.П. Читання креслень в школі: [навч.-метод. збірник] / А.П. Верхола. – К.: Рад. Школа, 1987. – 119 с.
4. Верхола А.П. Читання та деталювання складальних креслень / А.П. Верхола. – К.: Рад. школа, 1974. – 87 с.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка: [підручник] / В.Є. Михайленко, В.М. Найдис, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан; За ред. В.Є. Михайленка. – 2-ге вид., перероб. – К.: Вища школа, 2001. – 350 с.: іл.
6. Карточки-задания по черчению для 8 класса : пособие для учителей / [Е.А. Василенко, Е.Т. Жукова, Ю.Ф. Катханова и др.] ; под ред. Е.А. Василенко. – М. : Просвещение, 1990. – 239 с.
7. Крицький А.В. Альбом краток з креслення для 8 класу / А.В. Крицький. – К.: Рад. школа, 1981. – 101 с.
8. Матвеев А.А. Черчение: учебник [для сред. проф.-техн. училищ связи] / А.А. Матвеев, Д.М. Борисов. – 8-е изд., испр. – М.: Высш.школа, 1980. – 223 с.
9. Миронова Р.С. Сборник заданий для графических работ и упражнений по черчению: учеб. пособие [для техникумов] / Р.С. Миронова, Б.Г. Мионов. – М.: Высш. школа, 1977. – 183 с.: ил.
10. Моштук В.В. Збірник задач з креслення. Модуль І «Геометричне креслення»: [навч. пос.] / В.В. Моштук, І.Д. Нищак. – Борислав: Рік, 2004. – 83 с.: іл.
11. Нищак І.Д. Проекційне креслення: [збірник завдань] / І.Д.Нищак. – Дрогобич: РВВ ДДПУ імені Івана Франка, 2010. – 64 с.: іл.
12. Розов С.В. Курс черчения с картами программированного контроля: учеб. пособие [для учащихся средних специальных учебных заведений] / С.В. Розов. – М.: Машиностроение, 1990. – 432 с.

13. Селиверстов М.М. и др. Черчение: проб. учеб. [для учащихся 7-8 кл. общеобразоват. шк.] / М.М. Селиверстов, А.И. Айдинов, А.Б. Колосов. – М.: Просвещение, 1991. – 160 с.: ил.
14. Сидоренко В.К. Креслення: підруч. [для учнів загальноосвіт. навч.-вих. закл.] / В.К. Сидоренко. – К.: Школяр, 2003. – 239 с.: іл.
15. Хаскін А.М. Креслення / А.М. Хаскін. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Вища школа, 1986. – 436 с.: іл.
16. Черчение. Сборник задач / А.М.Хаскин, К.А. Цицюра. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1984. – 255 с.
17. Черчение: учебник [для средней общеобразовательной школы] / Под ред. В.Н. Выноградова. – 4-е изд. – М.: Просвещение, 1985. – 244 с.
18. Школьник Е.С. Сборник заданий по черчению [для программированного опроса и чтения чертежей] / Е.С. Школьник. – М.: Просвещение, 1977. – 176 с.

*НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ*

**Нищак Іван Дмитрович**  
**Яворський Василь Володимирович**

**ГЕОМЕТРИЧНЕ І ПРОЕКЦІЙНЕ КРЕСЛЕННЯ.  
ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ТА ГРАФІЧНІ ЗАВДАННЯ  
ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

*Навчальний посібник  
для студентів напряму підготовки «Технологічна освіта»,  
а також учнів загальноосвітніх  
та професійно-технічних навчальних закладів*

Видавничий відділ  
Дрогобицького державного педагогічного університету  
імені Івана Франка

Головний редактор *Ірина Невмержицька*  
Редактор *Іванна Біблій*  
Технічний редактор *Наталя Намачинська*  
Коректор *Світлана Бецко*  
Дизайн обкладинки та верстка *Івана Нищака*

Підписано до друку 12.02.2015 р.  
Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 9,68. Тираж 300 прим.  
Замовлення № 8.

Видавничий відділ  
Дрогобицького державного педагогічного університету  
імені Івана Франка (свідоцтво про внесення до державного  
реєстру видавців, виготівників та розповсюджувачів  
видавничої продукції ДК № 2155 від 12.04.2005 р.).  
82100 Дрогобич, вул. І.Франка, 24, к. 43  
тел. 2-23-78.