

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



**МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра конструювання, технічної естетики і дизайну**

Т.С. Савельєва, Д.С. Пустовой

**ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
З ПРОЕКЦІЙНОГО КРЕСЛЕННЯ**

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2020

Рекомендовано до видання навчально-методичним відділом (протокол № 10 від 21.10.2020) за поданням методичної комісії спеціальності 132 Матеріалознавство (протокол № 5 від 07.09.2020)

**Савельєва Т.С.**

Інженерна графіка. Методичні рекомендації з проєкційного креслення / Т.С. Савельєва, Д.С. Пустовой ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 52 с.

Подано методичні рекомендації до практичних занять з проєкційного креслення дисципліни «Інженерна графіка» для бакалаврів галузі знань 13 Механічна інженерія.

## Зміст

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ.....	4
1.1 Формати.....	5
1.2 Масштаби .....	6
1.3 Лінії.....	6
1.4 Шрифти креслярські .....	7
1.5 Позначення матеріалів.....	8
2 ЗОБРАЖЕННЯ - ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ ....	10
2.1 Робота 1. Види. Кресленик для деталі з натури.....	16
2.2 Робота 2. Види. Кресленик деталі за двома заданими видами.....	16
2.3 Робота 3. Розрізи. ....	18
2.4 Робота 4. Перерізи.....	19
3 АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ.....	20
3.1. Робота 5. Аксонометрія. ....	25
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	26
ДОДАТКИ.....	27
Додаток 1. Шрифти креслярські.....	27
Додаток 2. Види. Варіанти завдань .....	28
Додаток 3. Розрізи. Аксонометрія. Варіанти завдань.....	34
Додаток 4. Перерізи. Варіанти завдань.....	40

## ВСТУП

Методичні рекомендації призначені для студентів, які вивчають дисципліну «Інженерна графіка» у частині загального розділу проекційного і геометричного креслення.

Мета – засвоєння методів проєціювання, необхідних для виконання креслень, правил, норм оформлення та виконання конструкторської документації згідно до державних стандартів. Мета відповідає рівню професійної підготовки бакалавра.

Методичні вказівки призначені для ознайомлення студентів першого курсу інженерно-технічних спеціальностей з розділами креслення:

- загальні правила оформлення креслень;
- зображення - види, розрізи, перерізи;
- аксонометричні зображення;

і містять теоретичні відомості, зразки креслень та варіанти завдань.

Для виконання графічних завдань курсу студент зобов'язаний попередньо оволодіти методами графічних зображень просторових об'єктів на площині (курс нарисної геометрії) і на цій основі одержати навички складання проекційних креслень із урахуванням вимог ЕСКД (Єдиної системи конструкторської документації) і, в подальшому, на базі отриманих знань і вмінь перейти до виконання професійних креслень.

В методичних вказівках наведено ілюстративний матеріал та індивідуальні завдання, що полегшує засвоєння дисципліни, формує у студента навичок логічного мислення та практичних прийомів виконання креслеників.

Методичні вказівки відповідають програмі дисципліни «Інженерна графіка», придатні для самостійної роботи під час засвоєння дисципліни та виконання індивідуальних завдань. Для поглибленого вивчення матеріалу наведена рекомендована література.

Методичні вказівки можуть бути використані студентами всіх спеціальностей, які вивчають дисципліну «Інженерна графіка» загальний розділ проекційне креслення.

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ

*Мета: навчити основних відомостей про правила оформлення креслеників згідно держстандартів: формати, масштаби, лінії креслеників, виконання основного напису, шрифти та графічні позначення на креслениках.*

*Студент повинен набути вмінь до вибору необхідного формату кресленика, виконання за вимогами основного напису, використовувати знання ГОСТ до ліній креслеників, масштабів, шрифтів.*

## 1.1 Формати

До елементів оформлення креслеників належать формати, масштаби, лінії, шрифт, основний напис.

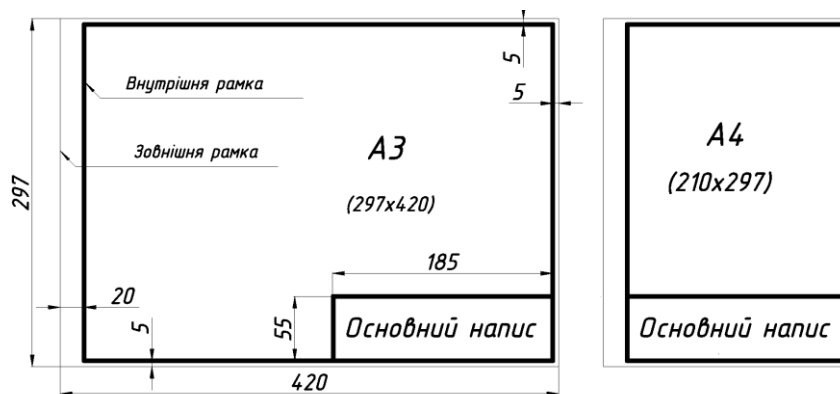
Форматом називається аркуш паперу певного розміру, на якому виконують кресленик, або інший конструкторський документ.

Формат аркуша паперу визначається розмірами зовнішньої рамки. Існують основні формати (таблиця 1.1) і додаткові, які утворюються збільшенням короткої сторони основних форматів в кілька разів, наприклад: A0x2, A4x8 (ГОСТ 2.301-68, ДСТУ 3321:2003)

*Таблиця 1.1 – Основні формати*

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

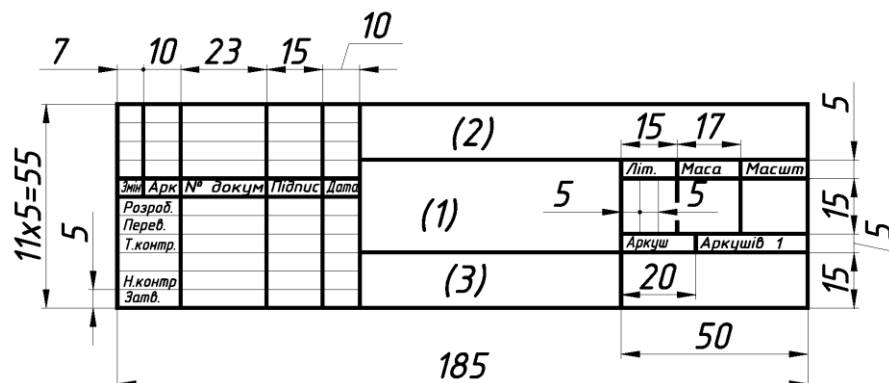
На форматі виконують зовнішню та внутрішню рамки, в правому нижньому кутку розташовують основний напис (рисунок 1.1)



*Рисунок 1.1 – Зразок оформлення листів формату A3 і A4*

Формат A4 розташовують тільки вертикально, а основний напис розміщують вздовж короткої сторони формату.

Основний напис виконується за ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 (рисунок 1.2).



*Рисунок 1.2 – Зразок виконання основного напису*

## 1.2 Масштаби

Масштабом називається відношення лінійних розмірів зображення, поданого на кресленнику, до відповідних розмірів предмета.

Масштаби зображень встановлює ДСТУ 3321:2003 (таблиця 1.2)

**Таблиця 1.2 – Масштаби**

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
Натуральна величина	1:1
Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

В основному написі масштаб позначається так само, наприклад: 1:1, 5:1 тощо, в інших випадках - А(5:1), Б - Б(2:1)...

## 1.3 Лінії

Згідно з ДСТУ ISO 128-24:2018 у кресленні використовуються лінії: суцільні – безперервні; що перериваються – з рівномірно повторюваними тими самими елементами (штрихові, пунктирні); що чергуються – з постійно повторюваними групами різних елементів (штрих-пунктирні з однією або із двома крапками).

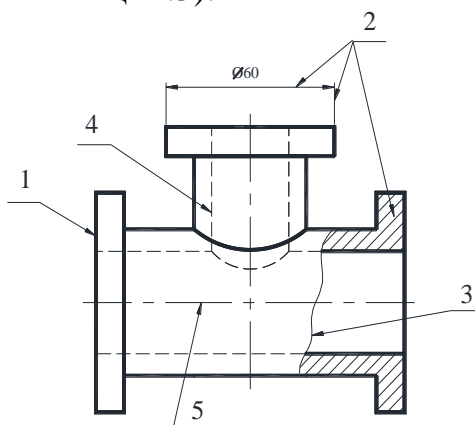
Обрані товщини ліній повинні бути однаковими для всіх зображень на даному кресленні, виконаних у тому самому масштабі.

Встановлені 9 типів ліній, кожен з яких має своє зображення, товщину та призначення (таблиця 1.3).

**Таблиця 1.3 – Лінії кресленика**

Назва	Товщина	Зображення
1. Суцільна товста основна	$S=(0,5 \dots 1,4)\text{мм}$	
2. Суцільна тонка	$S/3 \dots S/2$	
3. Суцільна хвиляста	$S/3 \dots S/2$	
4. Штрихова	$S/3 \dots S/2$	
5. Штрихово-пунктирна тонка	$S/3 \dots S/2$	
6. Штрихово-пунктирна потовщена	$S/2 \dots 2S/3$	
7. Розімкнена	$S \dots 1,5S$	
8. Суцільна тонка зі зламами	$S/3 \dots S/2$	
9. Штрихово-пунктирна з двома точками тонка	$S/3 \dots S/2$	

Призначення найбільш поширених типів ліній показано на рисунку 1.3 (нумерація ліній відповідає таблиці 1.3).



*Рисунок 1.3 – Приклади застосування типів ліній*

## 1.4 Шрифти креслярські

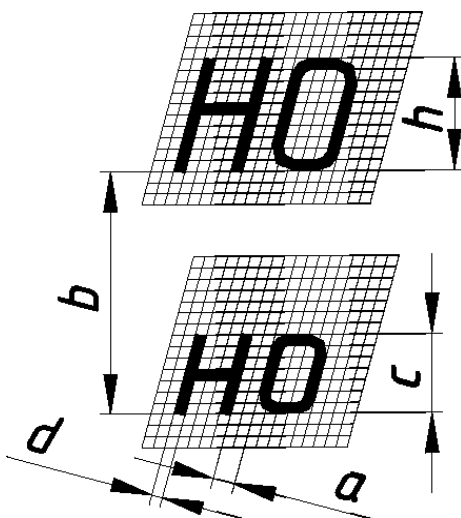
ГОСТ 2.304 - 81 встановлює 4 типи шрифтів:

- тип А без нахилу,
- тип А з нахилом ( $<75^\circ$ ),
- тип Б без нахилу,
- тип Б з нахилом ( $<75^\circ$ ).

Встановлено такі номери шрифтів: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Номер шрифту ( $h$ ) визначає висоту великої букви (в мм). Товщина лінії шрифту залежить від його типу і становить  $d = h/10$  для шрифту типу Б (рисунок 1.4).

Для шрифту цього типу висота малих букв становить  $s = 7d$ . Ширина букв та цифр наведена в таблиці 1.4.



*Рисунок 1.4 – Виконання шрифтів*

Додаток 1 містить зображення букв, цифр та деяких знаків, виконаних рекомендованим для застосування в контрольній роботі шрифтом типу Б з нахилом.

Відстань між буквами (а)

$$(2/10)h = 2d$$

Мінімальна відстань між словами

$$(6/10)h = 6d$$

Мінімальний крок рядків (b)  $(17/10)h = 17d$ .

**Таблиця 1.4 – Ширина букв та цифр для шрифту Б**

Великі букви	Ширина	Малі букви	Ширина	Цифри	Ширина
Ж,Ф,Ш,Щ	8d	ж,т,ф,ш,щ	7d	1	3d
А,Д,М,Х,Ю	7d	м,ю	6d	решта	5d
Е,Є,З,С	5d	е,є,з,с	4d		
Ї	3d	ї	3d		
І	d	і	d		
решта	6d	решта	5d		

## 1.5 Позначення матеріалів

Графічне позначення матеріалів в перерізах (ГОСТ 2.306-68) незалежно від виду матеріалів показане на рис. 1.5.

Приклади графічного позначення матеріалів з урахуванням виду матеріалу наведені на рис. 1.6, де:

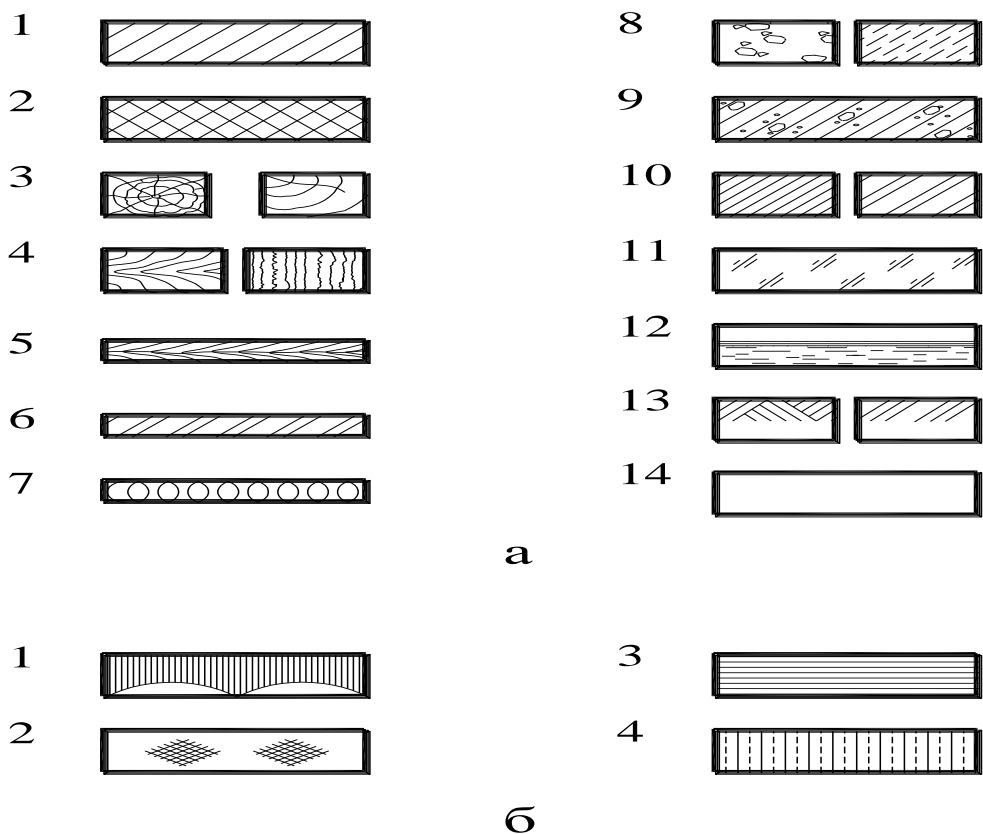


**Рисунок 1.5 – Графічне позначення матеріалу в перерізі**

а: 1 – метали; 2 – неметалічні матеріали, за винятком тих, що вказані у стандарті; 3 – деревина поперек волокон; 4 – деревина уздовж волокон (із вказівкою і без вказівки напрямку волокон); 5 – фанера; 6 – ксилоліт, плити деревиностругані й т.п.; 7 – волокнисті немонолітні матеріали (скловата, повсть і т.п.); 8 – бетон неармований (два варіанти); 9 – бетон армований; 10 – кладка із цегли (ліворуч) і з кераміки й силікатних матеріалів (праворуч); 11 – скло й інші прозорі матеріали; 12 – рідини; 13 – ґрунт біля контурів (два варіанти); 14 – пісок, азбоцемент, штукатурка й т.п.;

б – на видах: 1 – метали; 2 – сталь рифлена; 3 – кладка із цегли; 4 – скло.





**Рисунок 1.6 – Графічне позначення матеріалів**

Штриховку виконують суцільною тонкою лінією товщиною  $S/3 \dots S/2$ .

Паралельні лінії штриховки мають бути нахилені під кутом  $45^\circ$  до лінії контура зображення, або до його осі, або до ліній рамки креслення (в будь який бік). Якщо при такому нахилі лінії штриховки стають паралельними лініям контура або осі, штриховку слід виконувати під кутом  $30^\circ$  або  $60^\circ$ .

Відстань між лініями штриховки в залежності від площі штриховки повинна бути від 1 до 10 мм. Для всіх перерізів тієї ж деталі нахил штриховки та відстань між лініями, як правило, повинні бути однаковими.

#### **Запитання для самоперевірки**

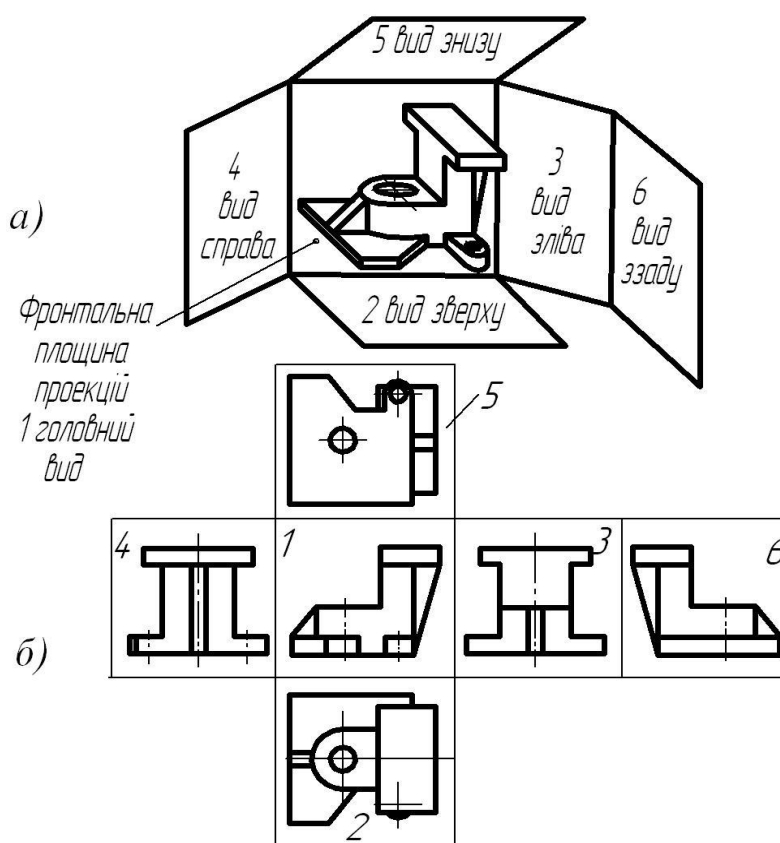
1. Які формати взято за основні?
2. Скільки форматів А4 вміщується у форматі А1?
3. Де на аркуші формату слід розміщувати основний напис?
4. Які існують види масштабів і чим вони відрізняються один від одного?
5. Які лінії застосовуються для виконання креслеників?
6. У яких межах має бути товщина основної суцільної лінії? Які співвідношення товщини інших ліній?
7. У чому полягає відмінність центрових ліній для кіл діаметром 40 і 6 мм?
8. У яких межах дозволяється вибирати довжину штрихів і проміжків між ними для штрихової та штрих-пунктирної ліній?

## 2 ЗОБРАЖЕННЯ - ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ. НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ

*Мета: надати студентам основні правила та вимоги ЄСКД до виконання креслеників, вибору видів, побудови перетинів та розрізів, вивчити основні правила нанесення розмірів.*

*Студент повинен вміти визначити кількість видів та виконати їх, побудувати необхідні розрізи і перетини, нанести на креслення розміри до вимог держстандартів.*

Зображення предметів виконується за способом прямокутного проєкціювання (ГОСТ 2.305-68 або ДСТУ ISO 128-30:2005; ДСТУ ISO 128-50:2005; ДСТУ ISO 128-44:2005). Предмет вважається розташованим всередині куба і проєкціюється на шість його граней, які приймають за основні площини проєкцій (рисунок 2.1, а). Грані суміщають з фронтальною площиною проєкцій, зображення на якій приймають за головне (рисунок 2.1, б).



**Рисунок 2.1 – Розташування основних видів на креслениках**

Залежно від змісту зображення поділяються на види, розрізи та перерізи.

**Вид** - зображення зверненої до спостерігача видимої частини поверхні предмета. На виді дозволяється за допомогою штрихових ліній показувати невидимі частини поверхні предмета.

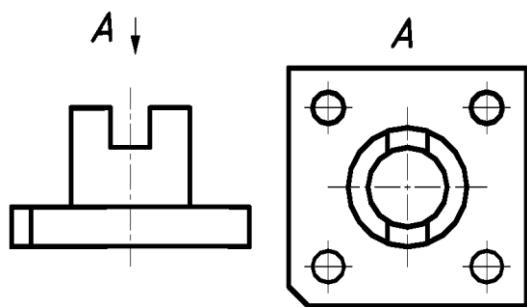
Види поділяються на основні, допоміжні та місцеві.

Основних видів (рисунок 2.1, б) існує 6: вид спереду або головний (1), зверху (2), зліва (3), справа (4), знизу (5), та ззаду (6).

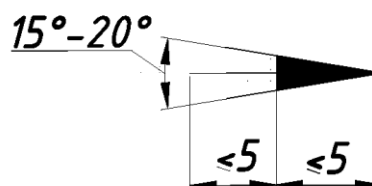
Якщо основні види розташовані в проекційному зв'язку за схемою, наведеною на рисунку 2.1, б, вони не позначаються.

Основні види позначаються в таких випадках:

- якщо вони не мають безпосереднього проекційного зв'язку з головним видом (вид зверху на рисунку 2.2);
- якщо вони відділені від головного виду іншими зображеннями;
- якщо вони розташовані на іншому аркуші.



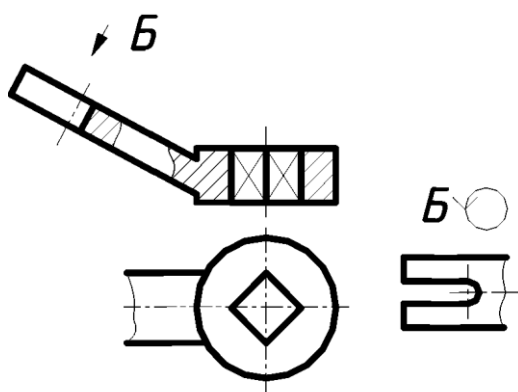
*Рисунок 2.2 – Приклад позначення видів*



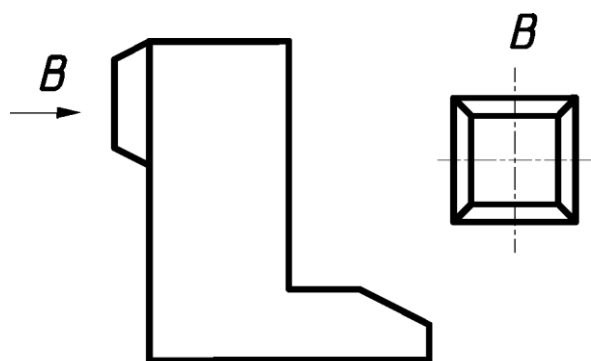
*Рисунок 2.3 – Розміри стрілки*

В цих випадках вид позначається літерою та стрілкою, яка вказує напрямок погляду. Розміри стрілки наведені на рисунку 2.3.

Якщо на основних видах частину предмета неможливо показати без спотворення форми та розмірів, використовують допоміжні види (рисунки 2.4).



*Рисунок 2.4 – Приклад позначення допоміжного виду*



*Рисунок 2.5 – Приклад позначення місцевого виду*

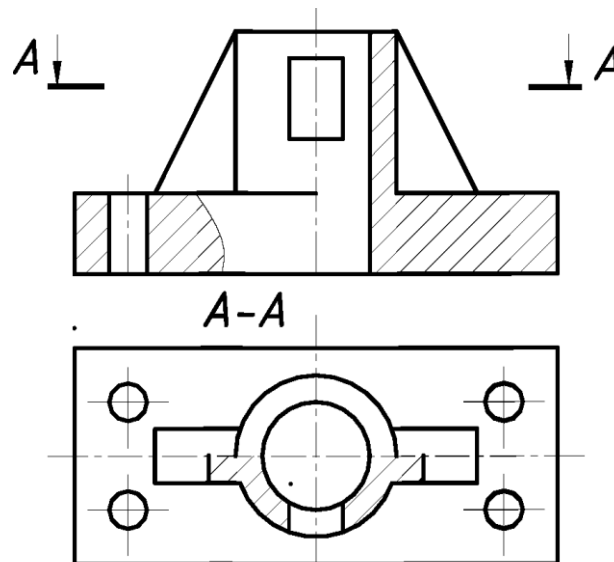
Допоміжний вид позначають, якщо він розташований не в проекційному зв'язку з основним видом. Допоміжний вид можна повертати відповідно до положення предмета на головному виді, позначення у цьому випадку доповнюється спеціальним знаком.

На місцевому виді зображується обмежена частина поверхні предмета. Місцевий вид (рисунки 2.5) може бути обмеженим лінією обриву, або ні. Позначається місцевий вид так само, як і допоміжний.

**Розріз** - зображення предмета, умовно розрізаного однією або кількома площинами.

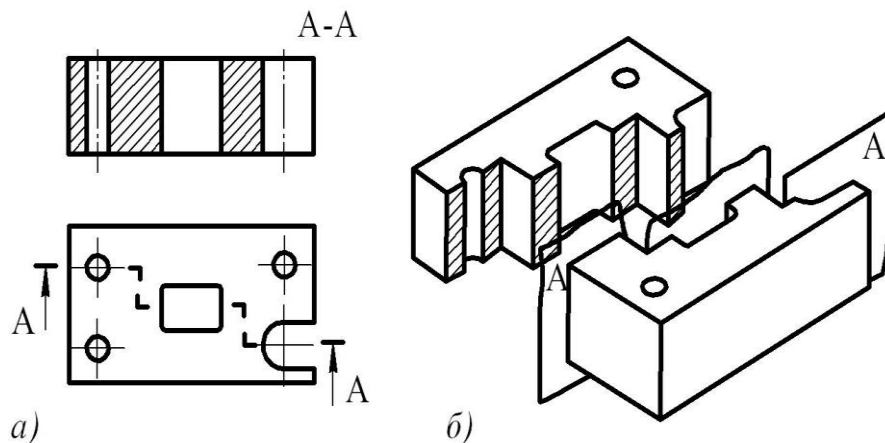
На розрізі показують те, що лежить в січній площині та за нею. Те, що попало безпосередньо в січну площину (крім порожнин), виділяється на кресленні штриховкою. Розрізи, які виконуються на різних зображеннях предмета, ніяк не пов'язані між собою і не змінюють інші зображення (рисунок 2.6)

Залежно від положення січної площини відносно горизонтальної площини проєкцій розрізи поділяються на горизонтальні, вертикальні (в тому числі фронтальні та профільні) та нахилені.

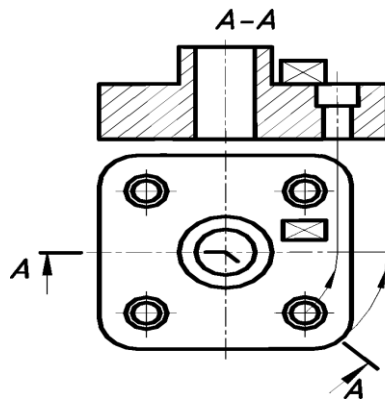


*Рисунок 2.6 – Приклад простого розрізу*

Залежно від кількості площин розрізи поділяються на прості (одна січна площина, рисунок 2.6) та складні (кілька січних площин), які в свою чергу поділяються на ступінчасті (січні площини паралельні, рисунок 2.7) та ламані (січні площини перетинаються, рисунок 2.8).



*Рис. 2.7 – Приклад ступінчастого розрізу*



*Рисунок 2.8 – Приклад ламаного розрізу*

Дозволяється з'єднувати на одному зображенні частину виду та частину розрізу, відокремлюючи їх суцільною хвилястою лінією. Якщо з'єднують половину виду з половиною розрізу, кожний з яких є симетричною фігурою, лінією їх розділу є вісь симетрії (рисунок 2.6).

При ламаних розрізах січні площини умовно розвертають до суміщення в одну площину, при цьому напрямок повороту не залежить від напрямку погляду. Частини предмету, розташовані за січною площиною, креслять так, як вони проектується на площину, з якою виконується суміщення, тобто без повороту (рисунок 2.8).

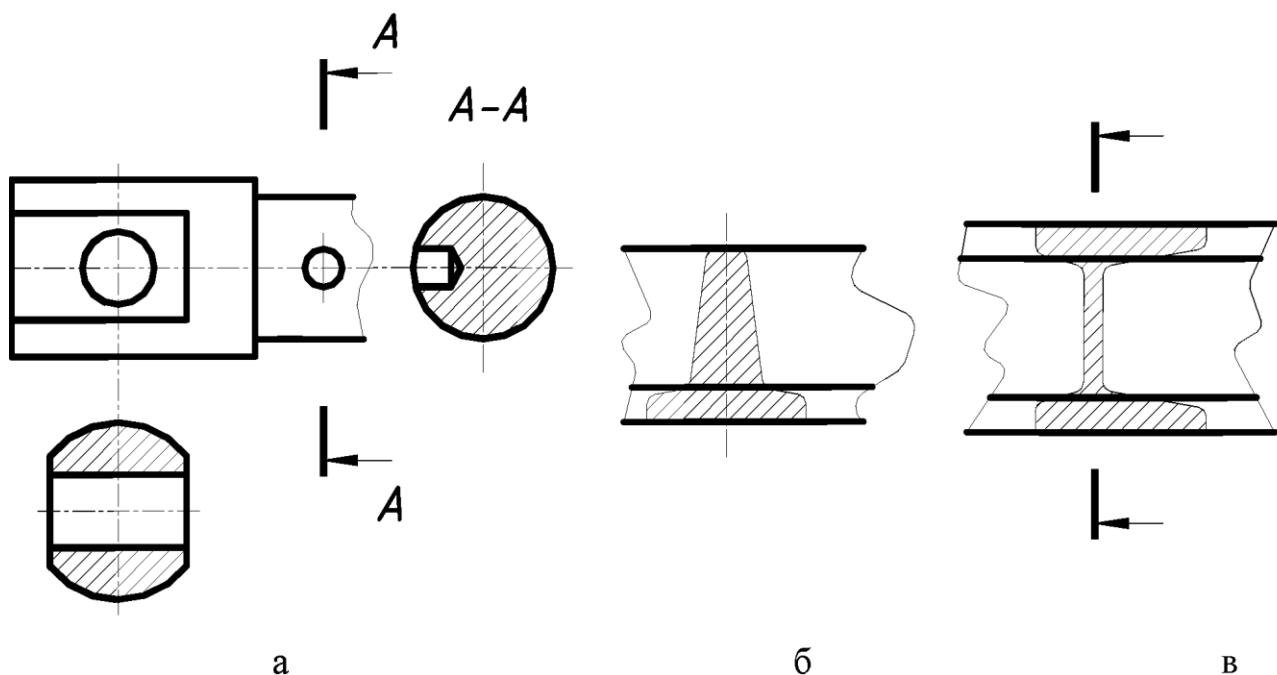
Застосовуються також розрізи, які виявляють внутрішню будову предмета в обмеженому місці - місцеві розрізи (рисунок 2.4, рисунок 2.6).

Положення січної площини показують на кресленні за допомогою розімкненої лінії завтовшки S-1,5S. На складних розрізах позначається також перехід від однієї січної площини до другої, причому на самому розрізі цей перехід ніяк не виділяється.

Початковий та кінцевий штрихи не повинні перетинати контур зображення; на відстані 2-3 мм від зовнішніх відносно зображення кінців штрихів мають стояти стрілки, які вказують напрямок погляду, та однакові великі букви. Сам розріз позначається написом - тими самими буквами через тире. Букви мають бути приблизно вдвічі більшого розміру, ніж розмірні числа на тому ж кресленні. Букви слід брати в алфавітному порядку і не повторювати на одному кресленні.

Складні розрізи позначаються завжди, місцеві - ніколи. Прості розрізи не позначаються тільки тоді, коли січна площина є площиною симетрії фігури, відповідні зображення розташовані на одному аркуші в проекційному зв'язку і не відділені один від одного ніяким іншим зображенням (це стосується тільки горизонтальних, фронтальних та профільних простих розрізів - наприклад, розріз на місці головного виду на рисунок 2.6).

**Переріз** - зображення фігури, яке утворюється при умовному перерізі предмета однією або кількома площинами. На перерізі показують тільки те, що лежить в січній площині. Перерізи поділяють на винесені (рисунок 2.9, а) та накладені (рисунок 2.9, б, рисунок 2.9, в). Якщо січна площина проходить через вісь отвору, що є поверхнею обертання, контур показують повністю (рисунок 2.9, а).



*Рисунок 2.9 – Приклади застосування перерізів*

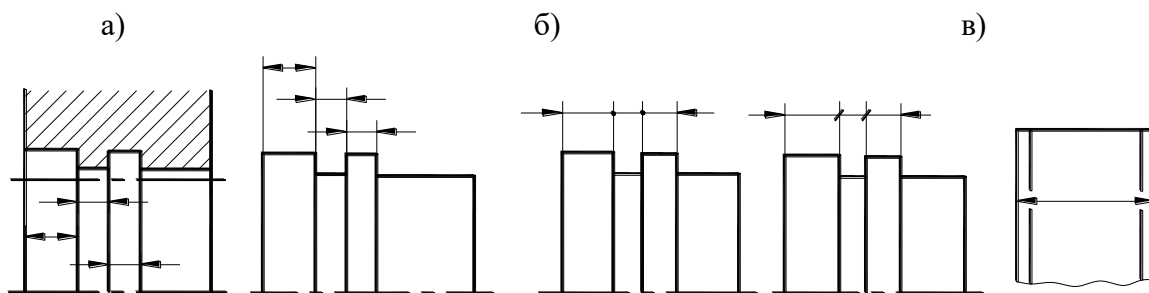
Розміри на кресленнях проставляються за ГОСТ 2.307-68. Загальна кількість розмірів на кресленні повинна бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролю виробу. Розміри того ж самого елемента деталі не повинні повторюватись.

Розміри, які не підлягають виконанню за даним кресленням, є довідковими. На кресленні їх позначають знаком \*, а в технічних вимогах записують: “\* Розміри для довідок”.

Лінійні розміри на кресленні найчастіше вказують в міліметрах, одиницю виміру при цьому не позначають, але в технічних умовах одиниці виміру позначати необхідно. Кутові розміри задають з позначенням одиниць виміру, наприклад: 30°.

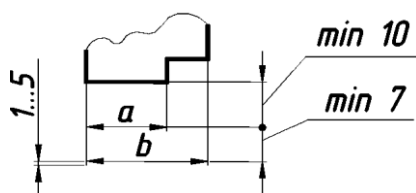
Розміри на кресленні вказують за допомогою розмірних чисел та розмірних ліній. Наносити розмірні лінії рекомендується поза зображенням, проставляти розміри до ліній невидимого контуру дозволяється тільки тоді, коли це зменшує кількість зображень.

Якщо довжина розмірної лінії недостатня для звичайного розміщення стрілок, то її потрібно продовжити і стрілки нанести із зовнішньої сторони кордонів розміру (рисунок 2.10, а). При послідовному розміщенні розмірів у вигляді ланцюжка і відсутності місця для стрілок допускається замінювати їх крапками або штрихами, що наносяться під кутом 45° (рисунок 2.10, б). Якщо стрілка перетинає лінію видимого контуру або виносну лінію, то названі лінії в місці розташування стрілки переривають (рисунок 2.10, в).



**Рисунок 2.10 – Приклади нанесення розмірів**

Мінімальна відстань між контурними та розмірними лініями – 10 мм, між сусідніми розмірними – 7 мм, виносні лінії повинні виходити за кінці стрілок розмірних ліній на 1...5 мм (рисунок 2.11)



**Рисунок 2.11 – Відстані між контурними та виносними лініями**

Розмірне число наносять над розмірною лінією якомога ближче до її середини, при потребі - над її продовженням або на поличці лінії-виноски.

Багато уникати перетину виносних та розмірних ліній.

Нанесення розмірних чисел для різних положень розмірних ліній визначаються зручністю їх читання.

Розмірні числа не можна перетинати або розділяти жодними лініями креслення.

Не дозволяється переривати контурні лінії для нанесення розмірних чисел, а також розташовувати розмірні числа в місцях перетину осевих, розмірних або центрових ліній. В місці нанесення розмірного числа осеві, центрові лінії та лінії штриховки мають бути перервані.

Діаметр та радіус позначаються знаками  $\varnothing$  та R, знаки  $\angle$ ,  $\triangleright$  та S використовують для позначення нахилу, конусності та товщини відповідно.

Розміри, які стосуються певного елемента виробу, слід групувати на тому зображенні, де форма цього елемента показана найбільш повно.

Розміри зовнішніх поверхонь рекомендується проставляти зі сторони вигляду деталі, розміри внутрішніх поверхонь - зі сторони розрізу.

При нанесенні розмірів доцільно виділити в деталі прості геометричні фігури (призми, циліндри тощо) і для кожної з цих фігур проставити розміри форми та розміри положення, після чого проставити габаритні розміри всієї деталі.

## 2.1 Робота 1. Види. Кресленик деталі з натури

В роботі необхідно виконати 3 види простої дерев'яної деталі (головний вид, види зверху та зліва), проставити розміри. Перед початком побудови зображень необхідно визначитись з масштабом зображень і з головним виглядом. Головний вигляд вибирається виходячи з того, що він повинен надавати найбільш повне уявлення про форму і розміри деталі. Масштаб зображень застосовується таким чином, щоб зображенням було заповнено близько 70-80% простору аркуша, а відстань від рамки до зображень повинна бути мінімально 40 мм.

Цю та всі наступні роботи рекомендується виконувати на форматі А3 горизонтальної орієнтації аркуша.

Зразок цієї роботи для деталі з натури зображено на рисунку 2.12.

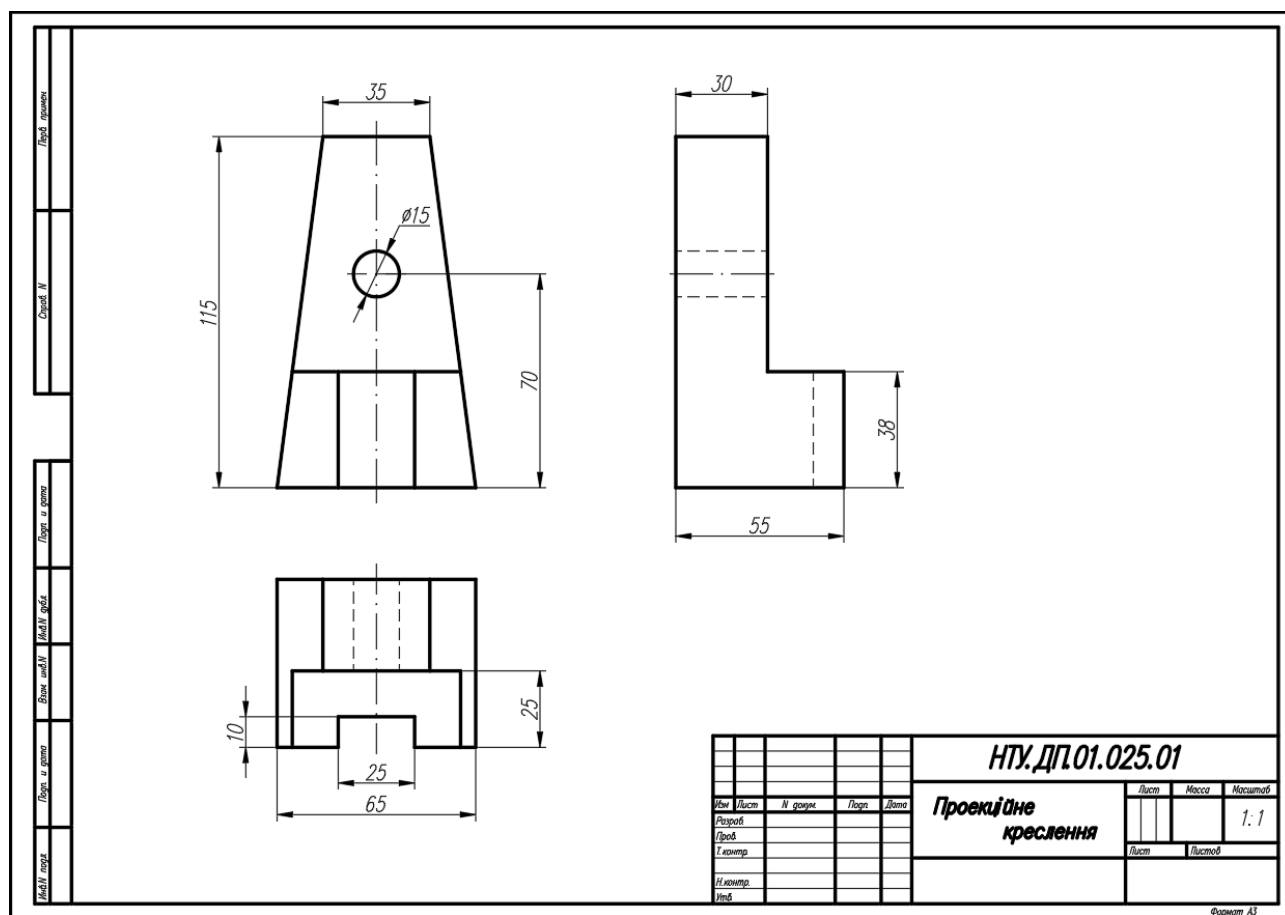


Рисунок 2.12 – Приклад оформлення роботи № 1

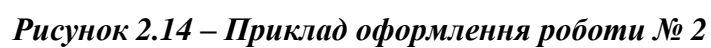
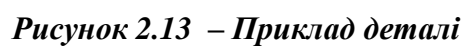
## 2.2 Робота 2. Види. Кресленик деталі за двома заданими видами

В роботі за двома заданими видами простої деталі необхідно виконати 3 види (головний вид, види зверху та зліва), проставити розміри.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рисунку 2.13, виконано на рисунку 2.14.

Варіанти завдань містяться в Додатку 2.





### 2.3 Робота 3. Розрізи.

В роботі за двома заданими видами складної деталі необхідно побудувати третій - вид зліва, зробити необхідні розрізи. Роботу рекомендується виконувати на форматі А3.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рисунку 2.15, виконано на рисунку 2.16. Варіанти завдань містяться в Додатку 3.

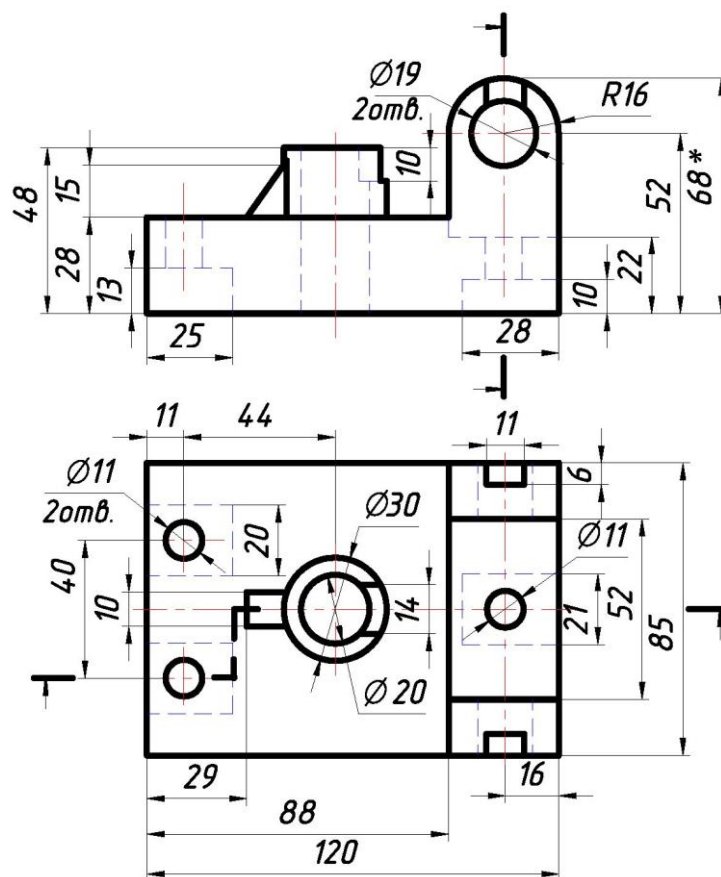
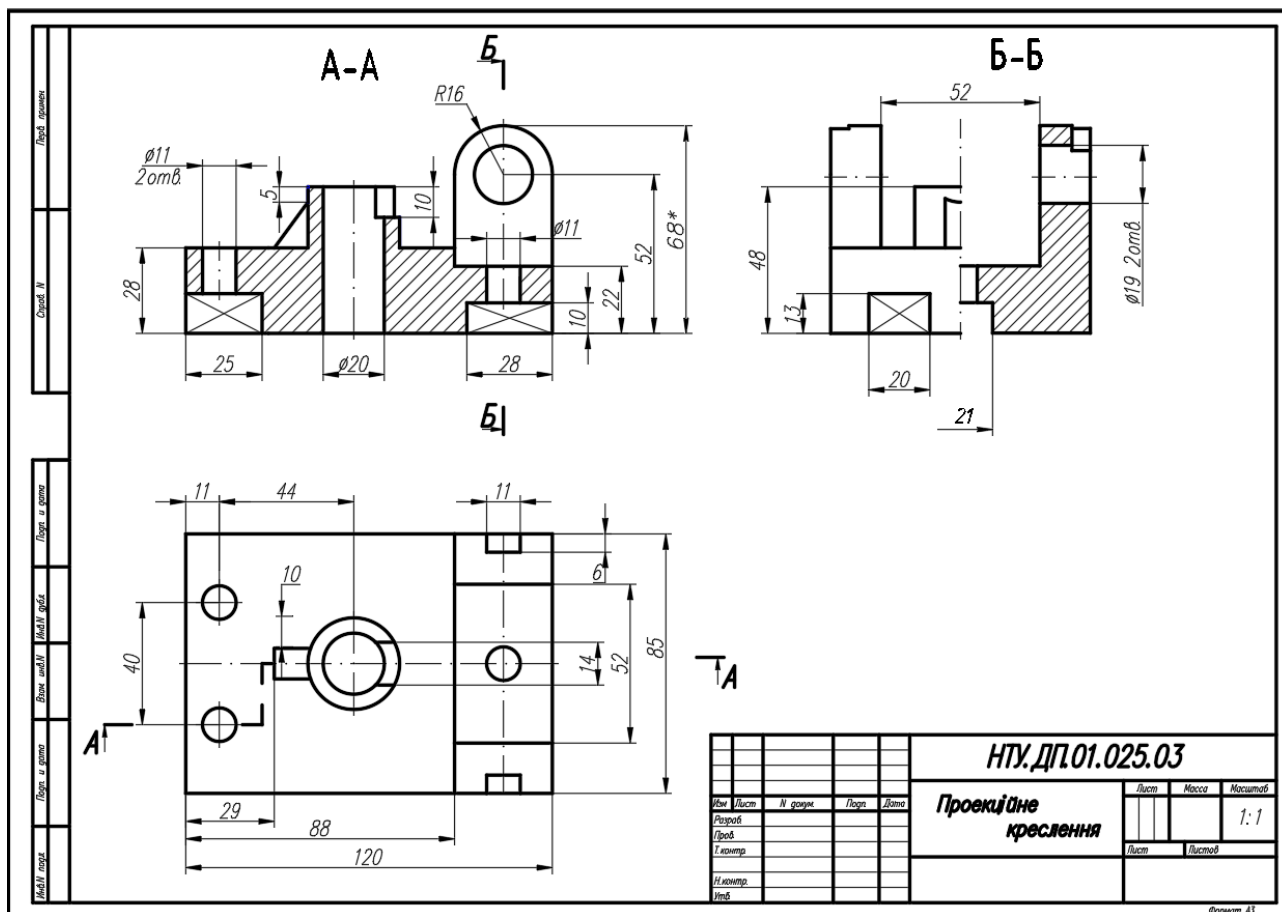


Рисунок 2.15 – Приклад деталі

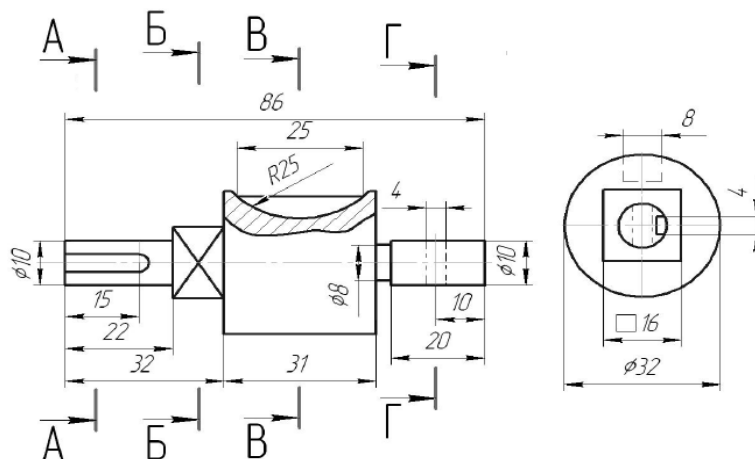


**Рисунок 2.16 – Зразок оформлення роботи № 3**

## 2.4 Робота 4. Перерізи.

В роботі за комплексним креслеником валу з врахуванням напрямку трьох січних площин необхідно побудувати три винесених перерізи і за допомогою місцевих розрізів вказати усі внутрішні отвори. Роботу рекомендується виконувати на форматі А3.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рисунку 2.17, виконано на рисунку 2.18. Варіанти завдань містяться в Додатку 4.



**Рисунок 2.17 – Приклад деталі**

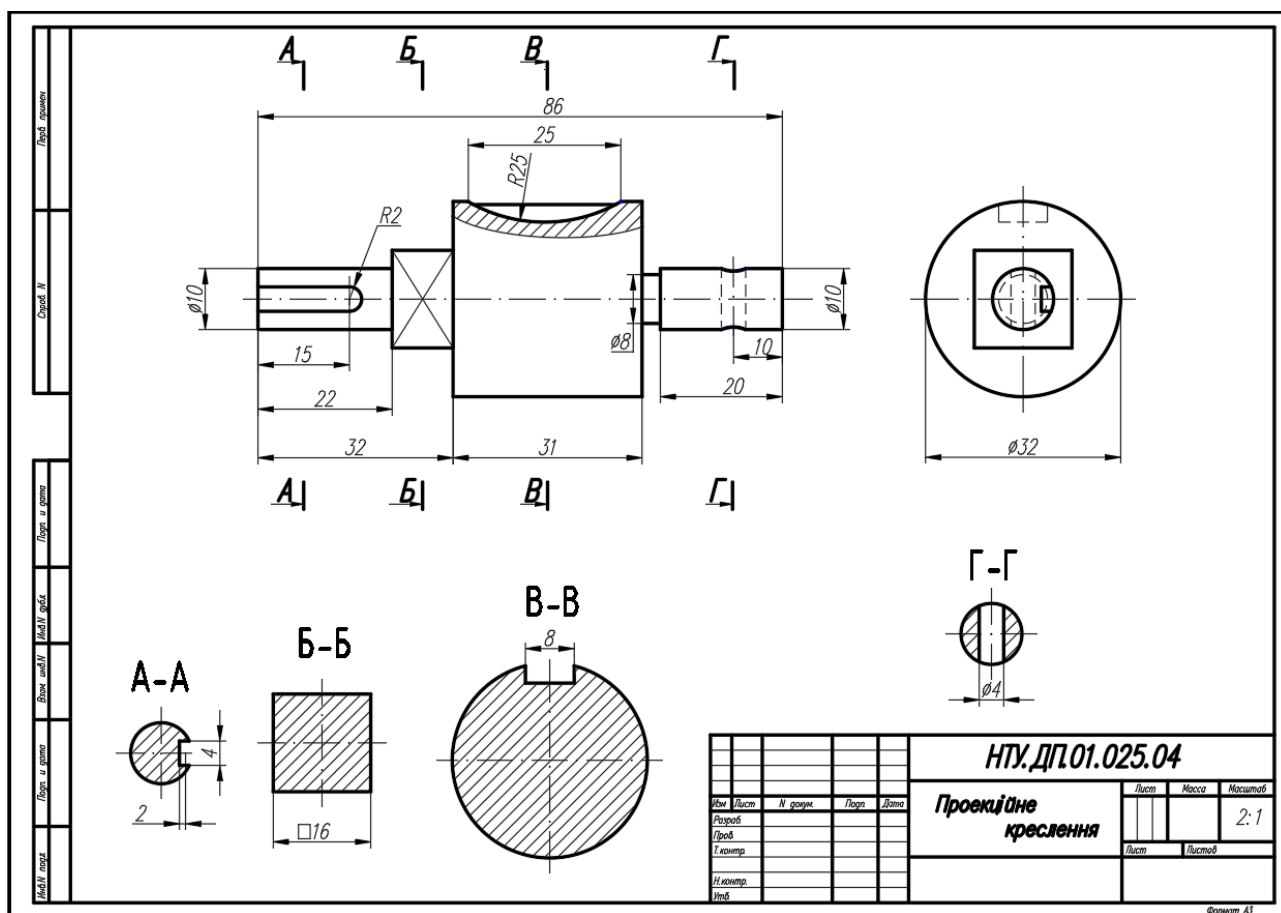


Рисунок 2.18 – Зразок оформлення роботи № 4

### Запитання для самоперевірки

1. Як розташовують види на кресленику?
2. Яке зображення називають перерізом?
3. Чим відрізняються переріз та розріз?
4. Коли розрізи не позначають на кресленику?
5. Що таке місцевий розріз?
6. Як слід розташовувати на кресленні розмірні і виносні лінії?
7. На якій відстані від лінії контуру проводять розмірні лінії?
8. Як проставляти на кресленні розмірні числа?
9. Вкажіть основні правила нанесення розмірів діаметрів кіл і радіусів дуг?

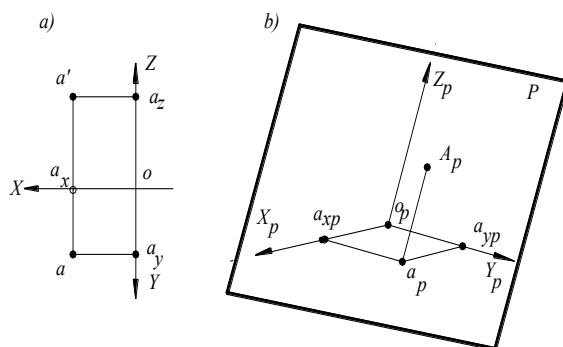
### 3 АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ

*Мета: вивчити, що таке аксонометричні зображення, їх види та методи їх побудови, вміти будувати аксонометричні (ізометричні і диметричні) вісі, користуватися зведеними показниками спотворення, викреслювати еліпси та зображувати просторові геометричні тіла.*

*Студент повинен вміти будувати аксонометричні (ізометричні і диметричні) вісі, користуватися зведеними показниками спотворення, викреслювати еліпси та зображувати просторові геометричні тіла.*

Суть аксонометричного проєціювання полягає в тому, що предмет разом з системою ортогональних координат, до якої він віднесений, паралельно проєкціюється на площину аксонометричних проєкцій.

Напрямок проєціювання при цьому не збігається з жодною з осей координат і може бути перпендикулярним або не перпендикулярним до площини  $P$  (прямокутна і косокутна аксонометрія відповідно). Рисунок 3.1 містить схему проєціювання точки  $A$  на площину  $P$ . Точка  $A_p$  є аксонометричною проєкцією точки  $A$ , точка  $a_p$  - вторинна її проєкція.



**Рисунок 3.1 – Проєціювання точки  $A$  на площину  $P$**

Відрізки  $oa_x$ ,  $oa_y$ ,  $oa_z$  також розташуються на проєкціях відповідних вісей, але їх проєкції  $oa_{xp}$ ,  $oa_{yp}$ ,  $oa_{zp}$  будуть спотворені, тому що вони не паралельні картинній площині. Величина спотворення характеризується показником спотворення. Показник спотворення визначається відношенням величини проєкції відрізка на вісі, до його натуральної величини. В загальному випадку для кожної вісі існує свій показник спотворення. Позначимо показник спотворення відрізків паралельних вісі  $OX$  через  $k$ , паралельних вісі  $OY$  – через  $m$  і паралельних вісі  $OZ$  – через  $n$ .

Для кожної з осей встановлюються коефіцієнти спотворення

$$k = oa_{xp} / oa_x = x_p / x,$$

$$m = oa_{yp} / oa_y = y_p / y,$$

$$n = oa_{zp} / oa_z = z_p / z.$$

Коефіцієнти спотворення зв'язані співвідношенням:

$$k^2 + m^2 + n^2 = 2 + \text{ctg}^2 \varphi,$$

де  $\varphi$  - кут між напрямком проєціювання та площиною  $P$ .

Для прямокутної аксонометрії маємо:  $k^2 + m^2 + n^2 = 2$ .

Встановлено 5 стандартних видів аксонометрії:

- прямокутна ізометрія (рисунок 3.2, а). Коефіцієнти спотворення рівні і становлять  $k = m = n = 0,82$ . Для спрощення користуються так званими приведеними коефіцієнтами:  $k = m = n = 1$ ;

- прямокутна диметрія (рисунок 3.2, б), для якої  $k = n = 0,94$ ;  $m = 0,47$  (приведені коефіцієнти  $k = n = 1$ ;  $m = 0,5$ );

- косокутна фронтальна ізометрія (рисунок 3.3, а), виконується без спотворення по осям;
- косокутна горизонтальна ізометрія (рисунок 3.3, б), виконується без спотворення по осям;
- косокутна фронтальна діметрія (рисунок 3.3, в), для якої коефіцієнти спотворення  $k = n = 1$ ;  $m = 0,5$ ;

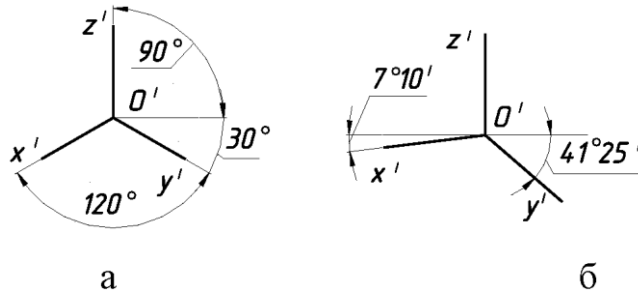


Рисунок 3.2 – Розташування осей у прямокутній ізометрії (а) і діметрії (б)

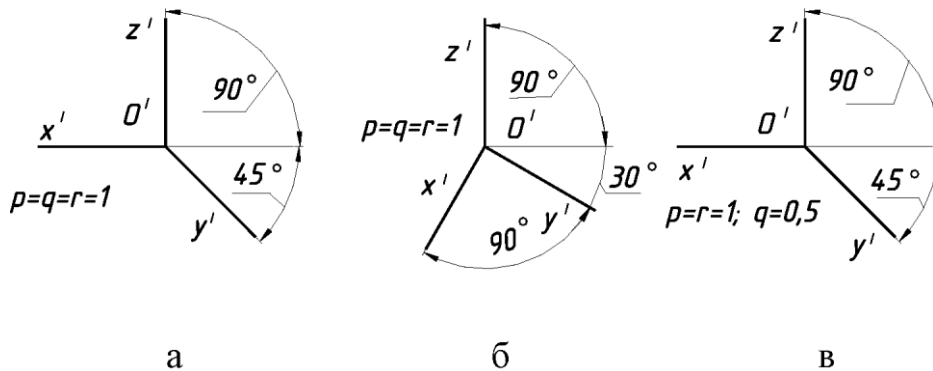


Рисунок 3.3 – Косокутна фронтальна (а) та горизонтальна (б) ізометрія, фронтальна симетрія (в)

На рисунку 3.4 зображений правильний шестикутник, розташований в горизонтальній площині, центр якого співпадає з початком координат, а дві вершини належать осі  $x$  (рисунок 3.4, а), в ізометрії (рисунок 3.4, б) та діметрії (рисунок 3.4, в).

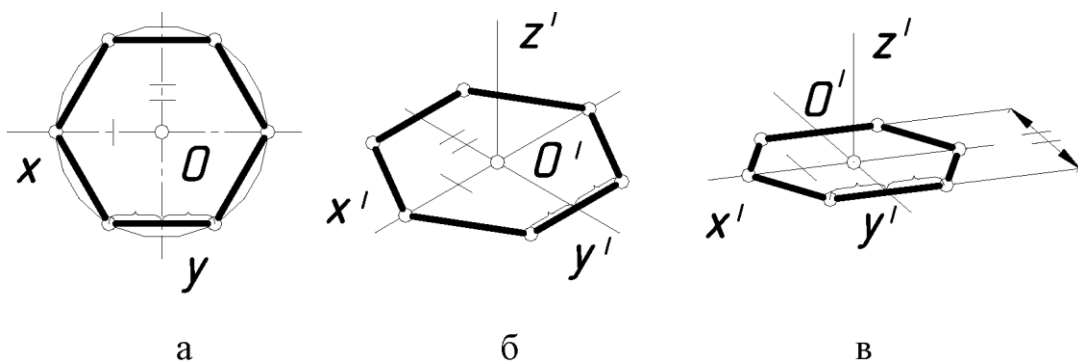


Рисунок 3.4 – Приклади побудови шестикутника в аксонометрії

Аксонетричною проекцією кола є еліпс. Якщо коло лежить в площині, яка паралельна одній з площин проекцій, тоді мала вісь еліпса паралельна до координатної осі, яка відсутня в площині кола, велика - перпендикулярна до неї (рисунок 3.5).

Для приведеної прямокутної ізометрії для всіх площин проекцій мала вісь дорівнює  $0,71d$ , велика -  $1,22d$ , де  $d$  - діаметр кола.

Для спрощення побудови замість еліпсів дозволяється будувати овали.

На рисунку 3.6 наведено побудову ізометричного овалу, яким приблизно замінено еліпс - проекцію кола радіуса  $R$ , яке розташоване в площині  $x'O'y'$ . Величини  $R_1$  та  $R_2$  визначаються за побудовою.

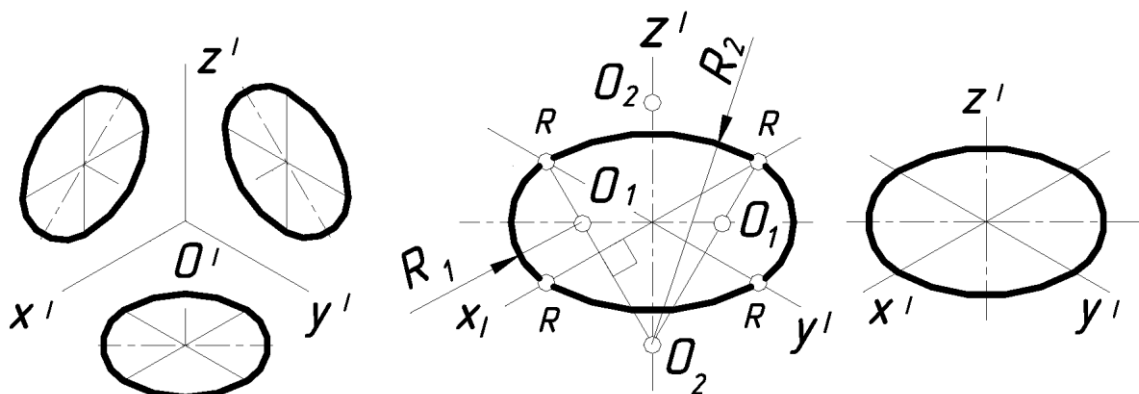


Рисунок 3.5 – Аксонетрична проекція кола

Рисунок 3.6 – Побудова овалу

Штриховка перерізів в аксонометрії виконується паралельно до однієї з діагоналей проекцій квадратів, які розташовані в відповідних координатних площинах і мають сторони, паралельні до аксонометричних осей.

На рисунку 3.7 показані обидва способи виконання штриховки в прямокутній ізометрії.

На рисунку 3.8 зображені деталі з різним розташуванням циліндричних отворів.

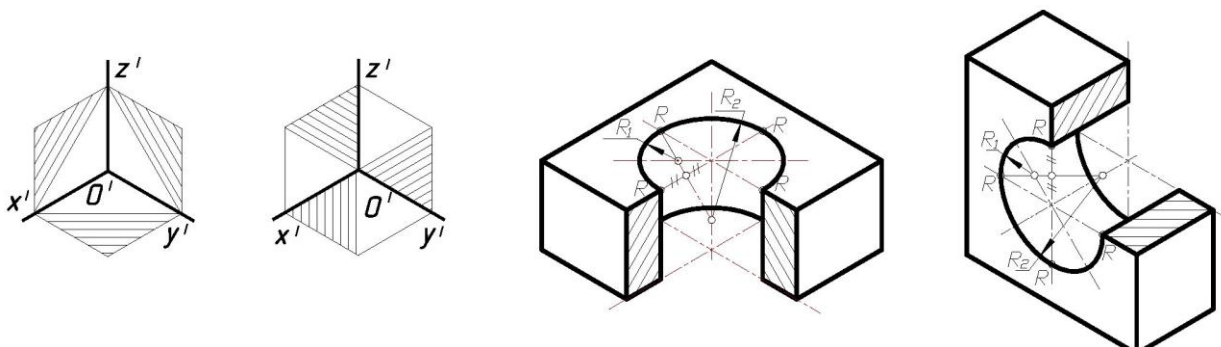
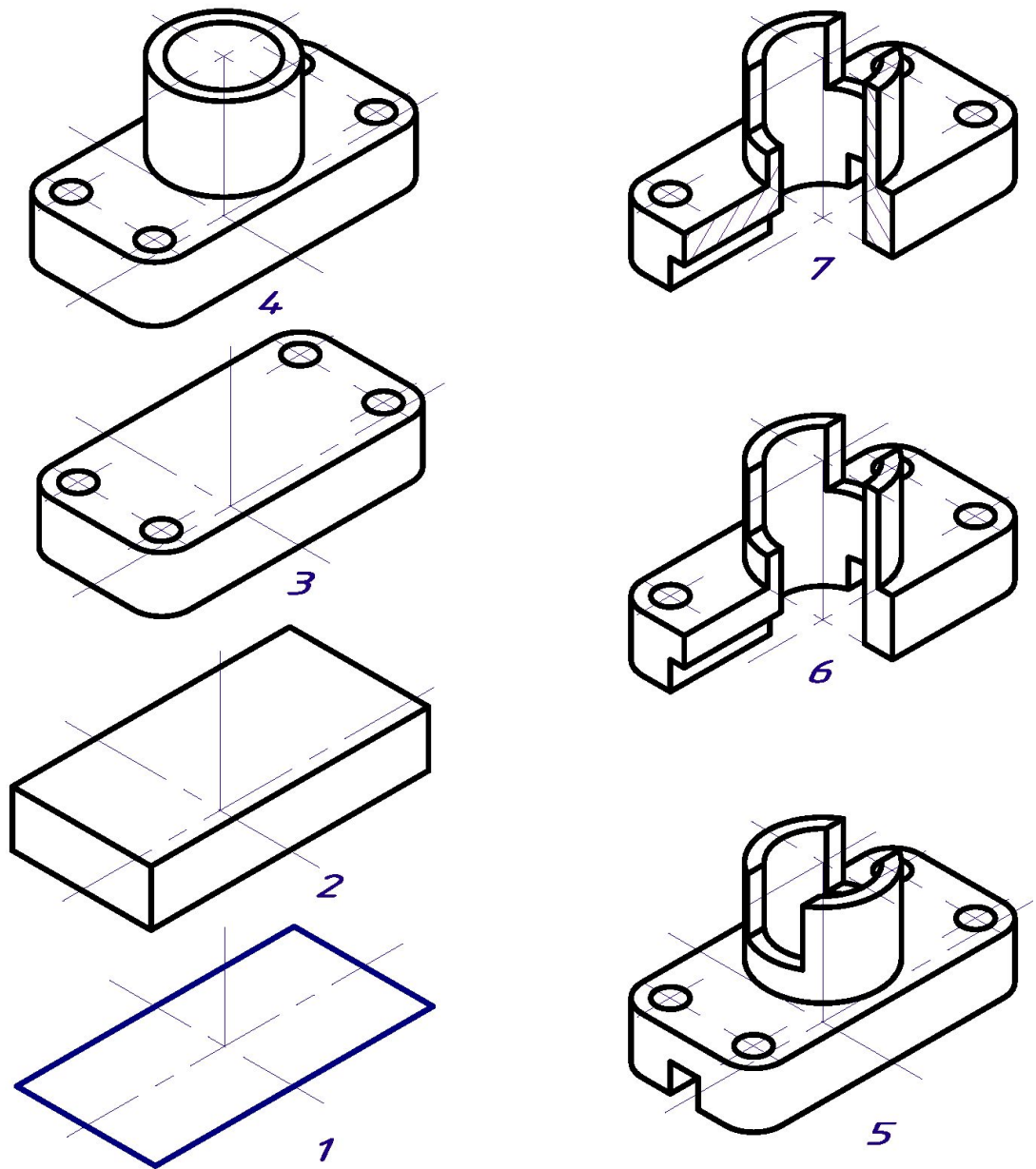


Рисунок 3.7 – Виконання штриховки в аксонометрії

Рисунок 3.8 – Розташування циліндричних отворів

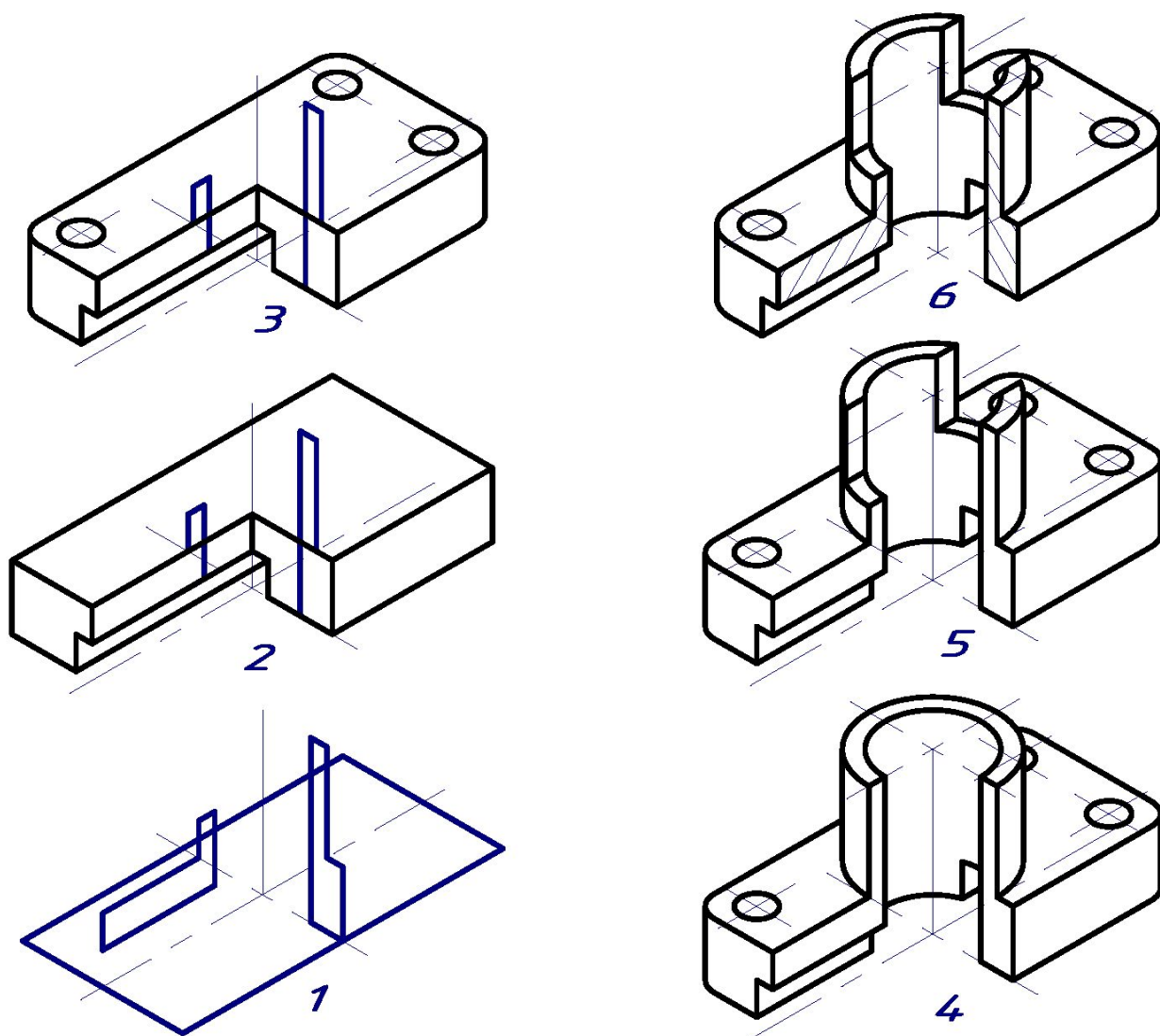
Деталі в аксонометрії найчастіше зображують з вирізом її передньої частини. Січні площини при цьому рекомендується проводити через вісь найбільшого отвору деталі.

Побудову аксонометрії можна виконувати в такій послідовності, як зображено на рисунку 3.9 (послідовно виконується аксонометрії окремих форм деталі, потім 1/4 частина зображення видаляється), або так, як зображено на рисунку 3.10 (побудова аксонометрії деталі починається з побудови перерізів).



*Рисунок 3.9 – Послідовність виконання аксонометричної проекції деталі. Варіант 1*



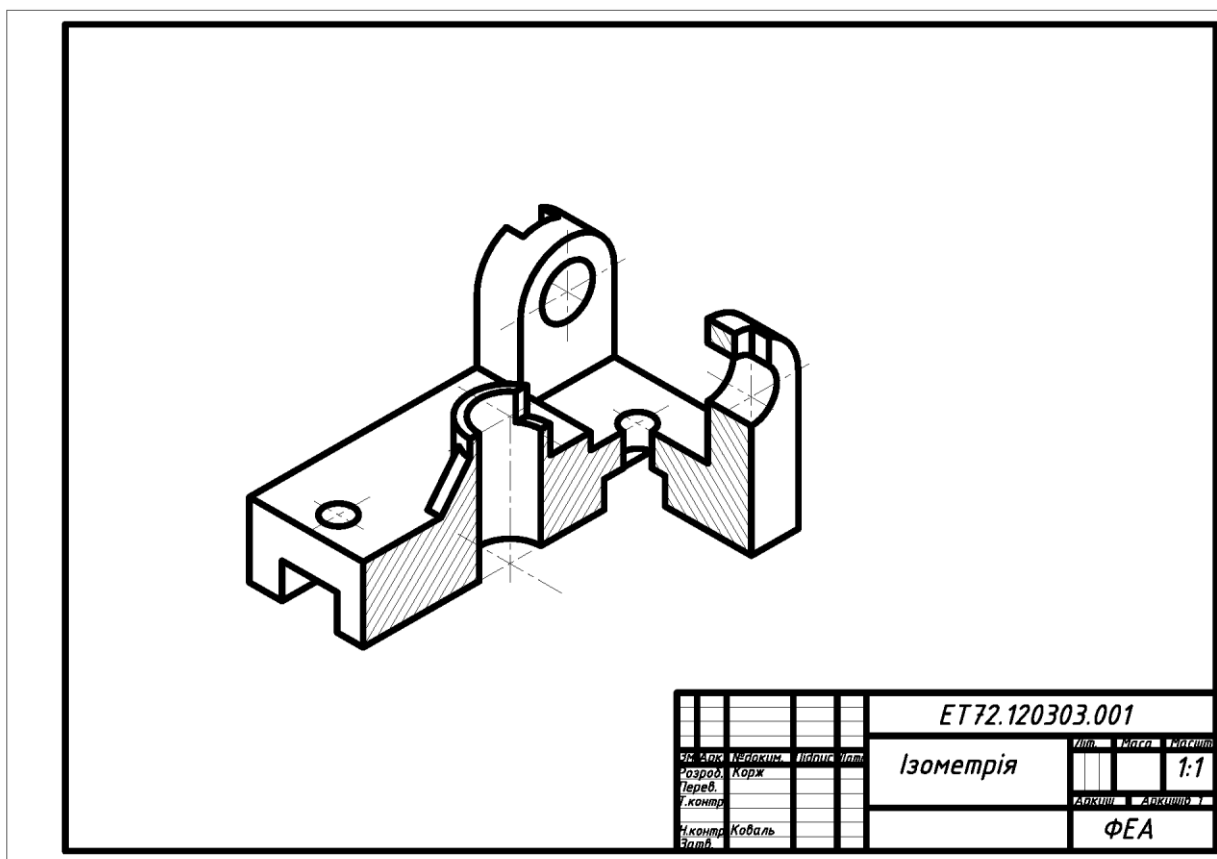


*Рисунок 3.10 – Послідовність виконання аксонометричної проекції деталі. Варіант 2*

### **3.1 Робота 5. Аксонометрія**

Виконується прямокутна ізометрія деталі з вирізом її частини.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рисунку 2.14, виконано на рисунку 3.11, варіанти завдань розміщені в Додатку 3.



*Рисунок 3.11 – Зразок оформлення роботи №4*

#### Питання для самоперевірки

1. Які зображення називають аксонометричними?
2. В якому випадку аксонометричні проекції називаються прямокутними?
3. Як визначаються коефіцієнти спотворення?
4. Практичні значення коефіцієнтів спотворення.
5. Як проектуються на картинну площину кола.
6. Значення великої і малої вісі еліпса для ізометрії та діаметрії?
7. Яке положення займають велика і мала вісі еліпса для різних випадків положення зображуваного кола?

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. – М. : Высш. шк., 1988. – 381 с.
2. Методичні вказівки з геометричного та проекційного креслення / укладач Г.М. Коваль. – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 36 с.
3. Блюк А.В., Ванін В.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації : навч. посіб. 4-те вид., випр. і доп. – К. : Каравела, 2012. – 200 с.
4. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. – К. : Видавнича група ВНУ, 2009. – 400 с.
5. Хаскин А.М. Черчение. – К. : Вища школа, 1972. – 443 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток 1 Шрифти креслярські

АБВГДЕЄЖЗИІЙКЛМН

ОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ

1234567890 3

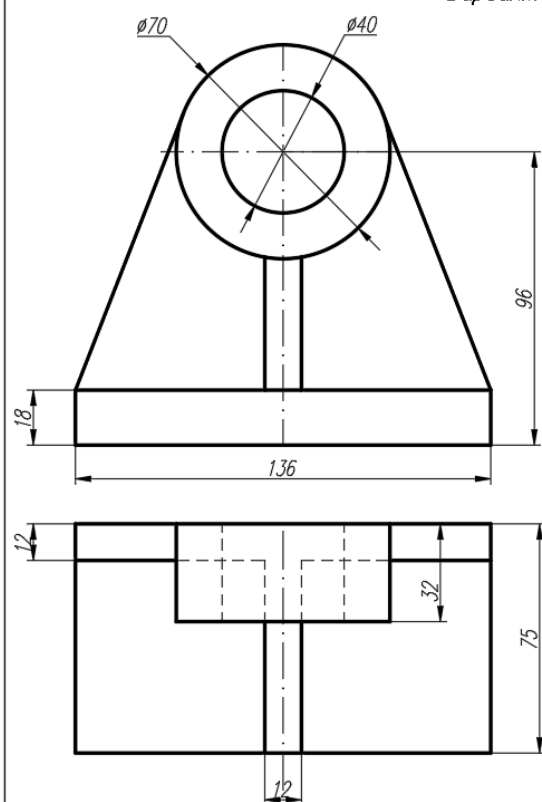
R3 Ø5\* □7 ≧ 1:10 ▷ 1:5 s4

абвгдеєжзиіїйклмн

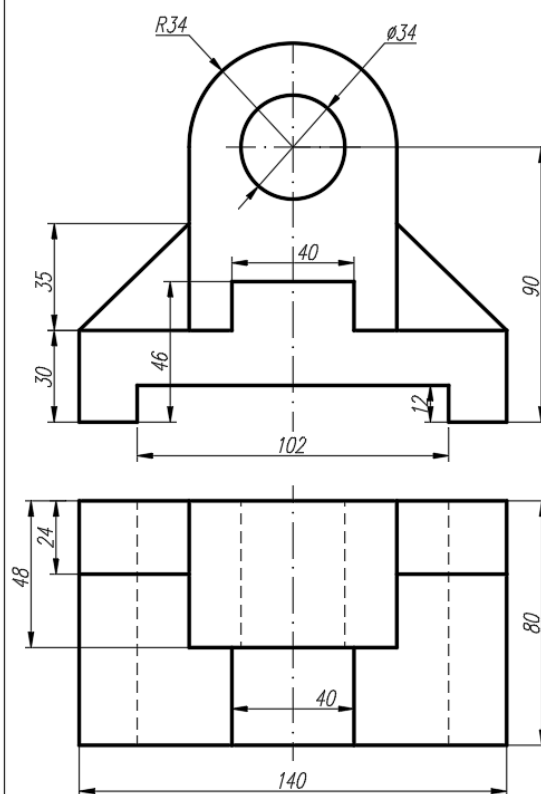
опрстуфхцчшщьюя

Додаток 2 Види.  
Варіанти завдань

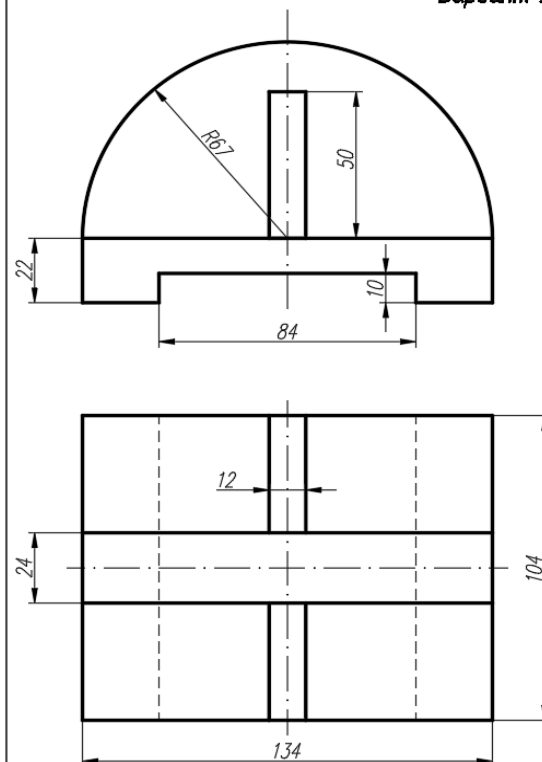
Варіант 1



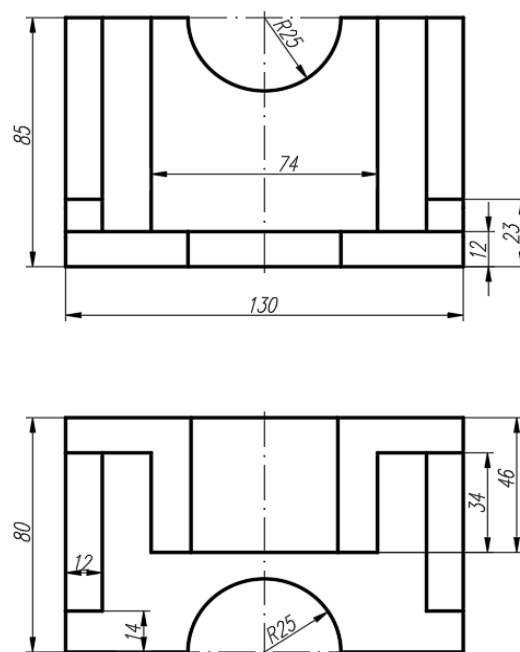
Варіант 2



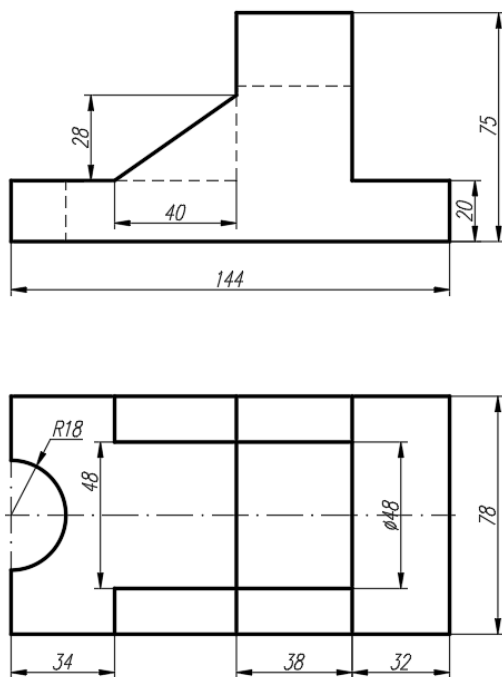
Варіант 3



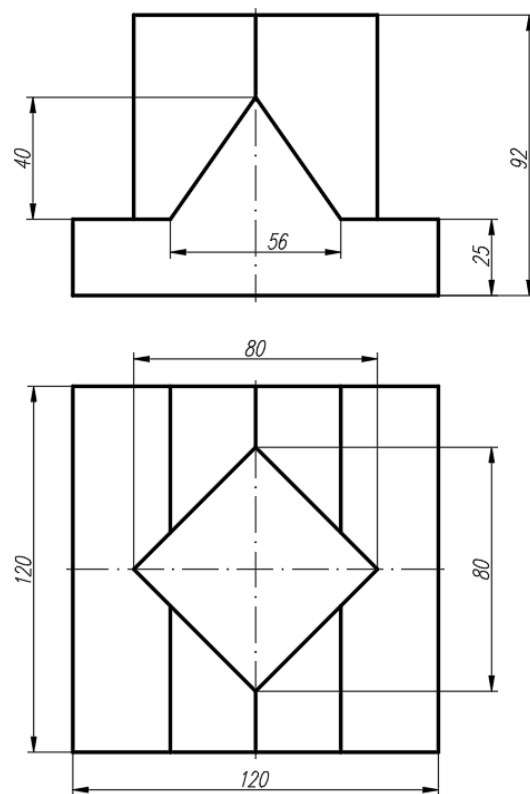
Варіант 4



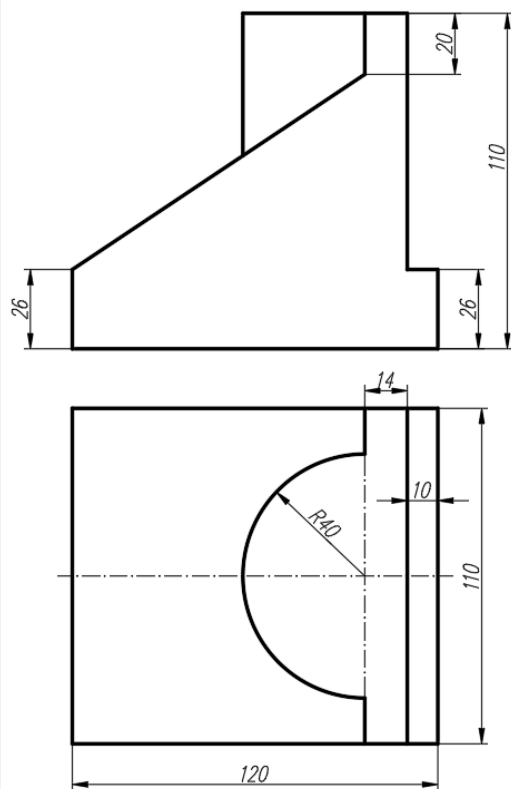
Вариант 5



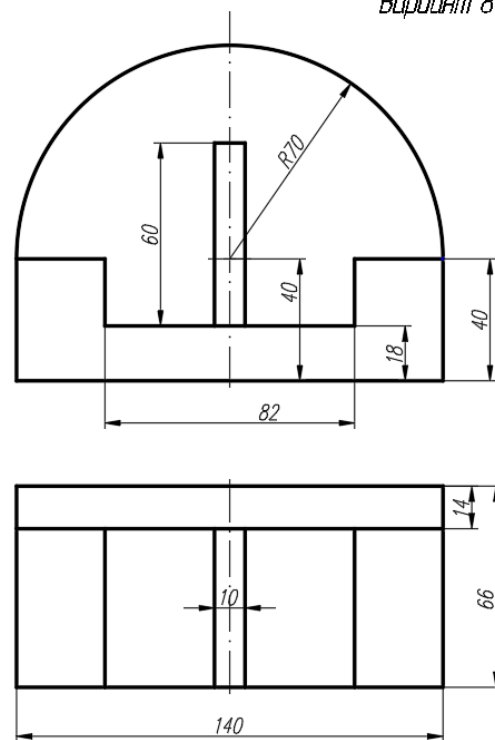
Вариант 6



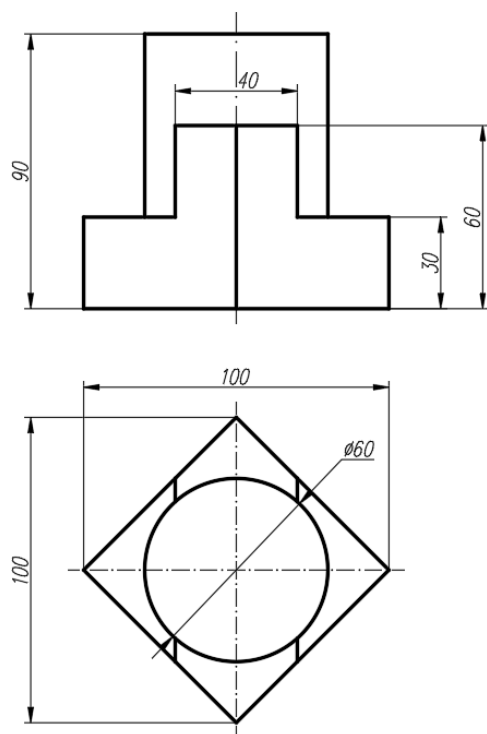
Вариант 7



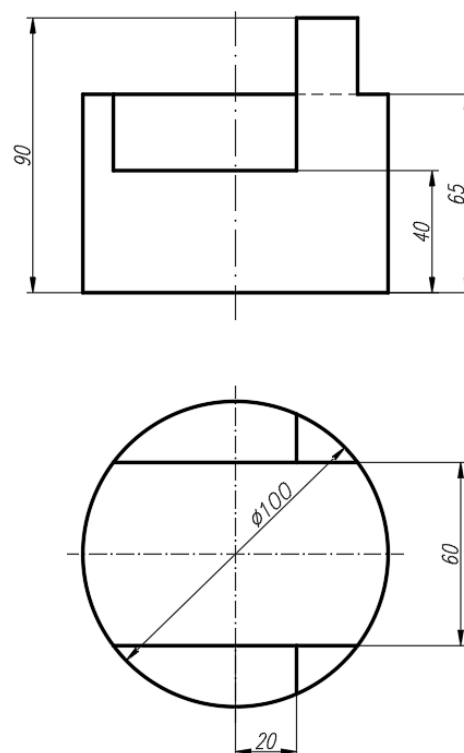
Вариант 8



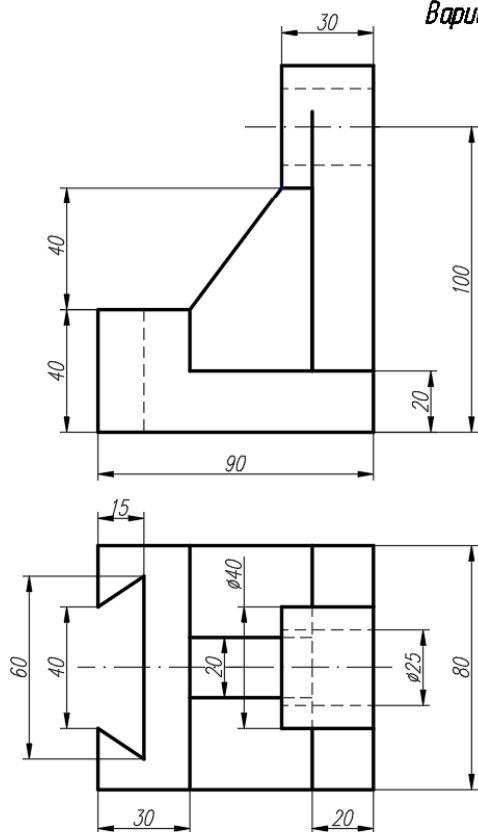
**Вариант 9**



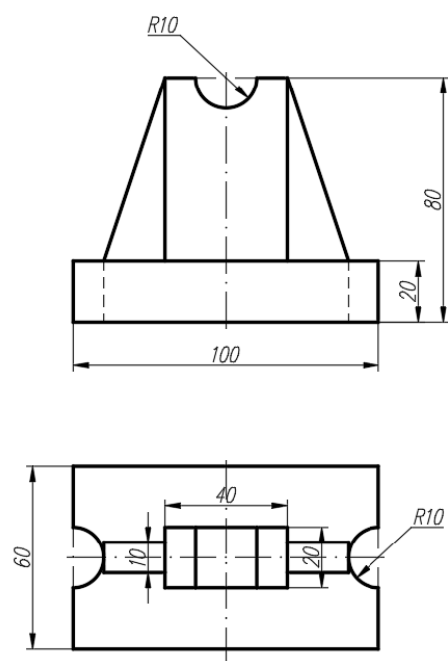
**Вариант 10**



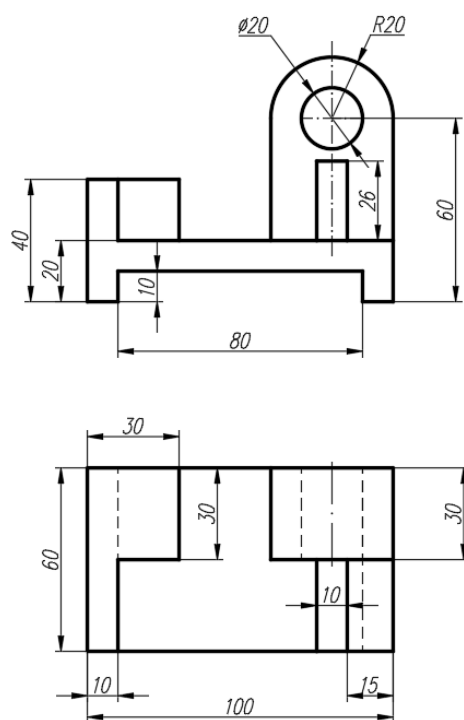
**Вариант 11**



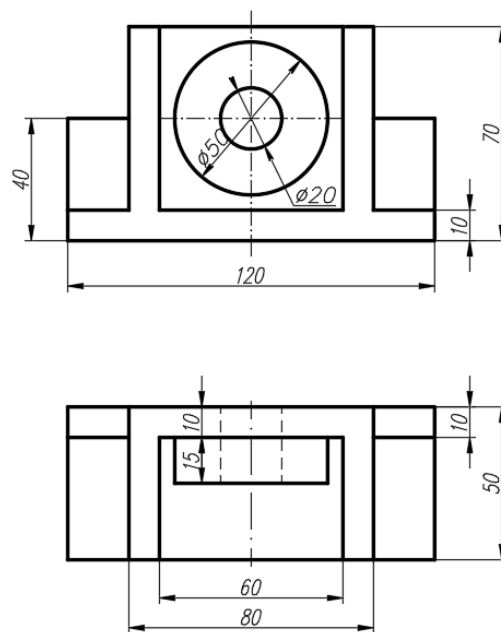
**Вариант 12**



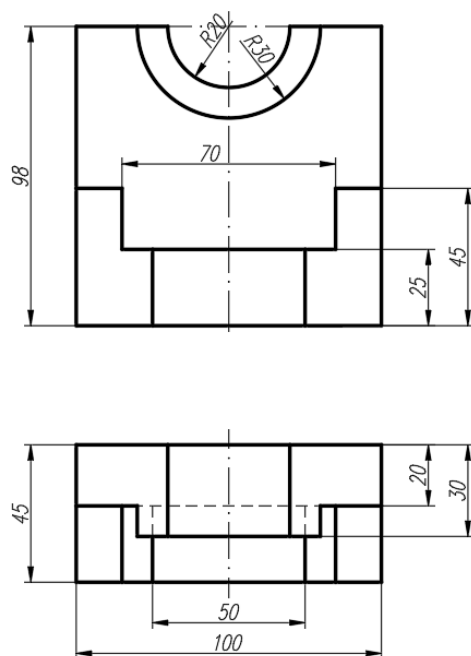
Вариант 13



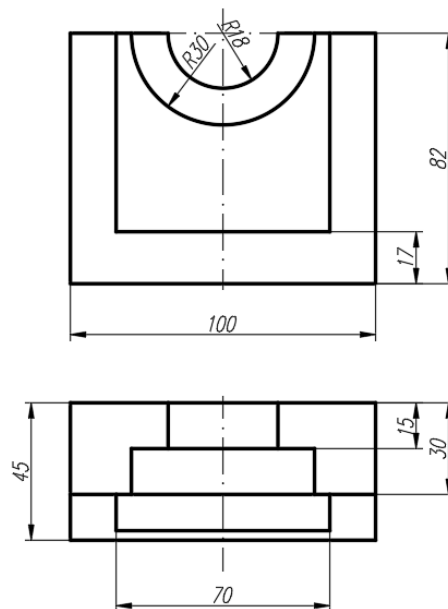
Вариант 14



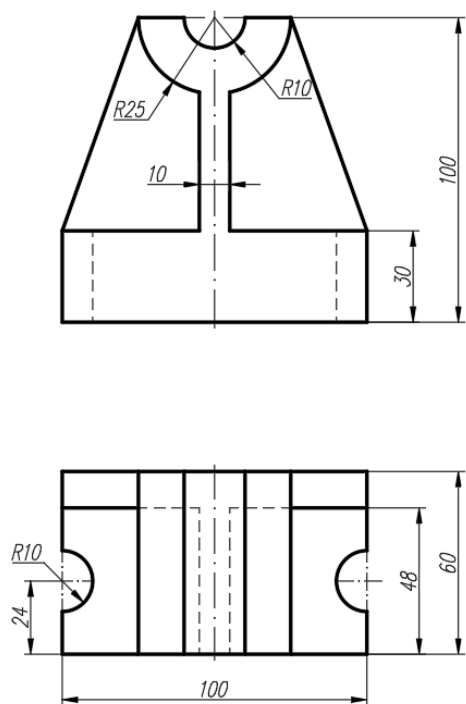
Вариант 15



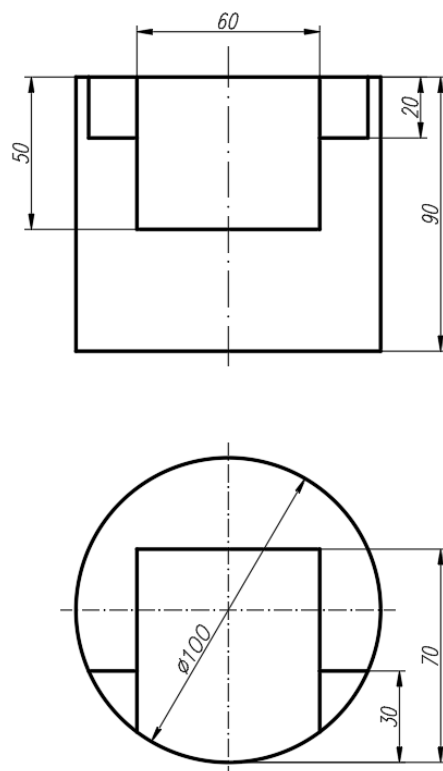
Вариант 16



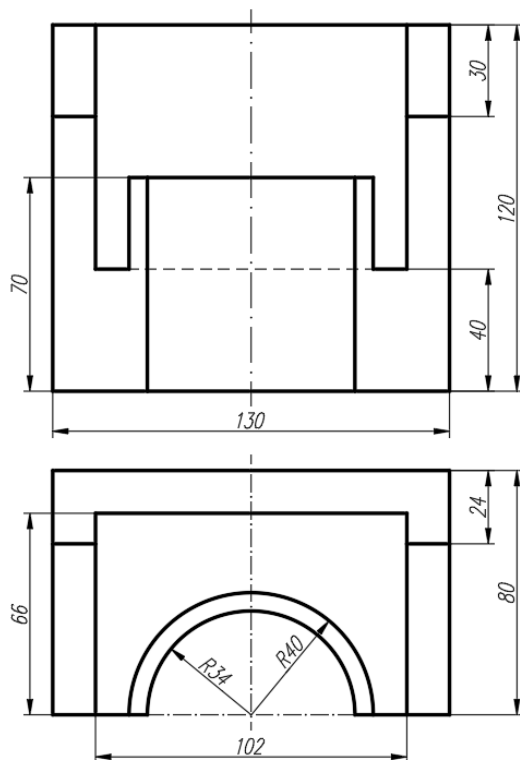
Вариант 17



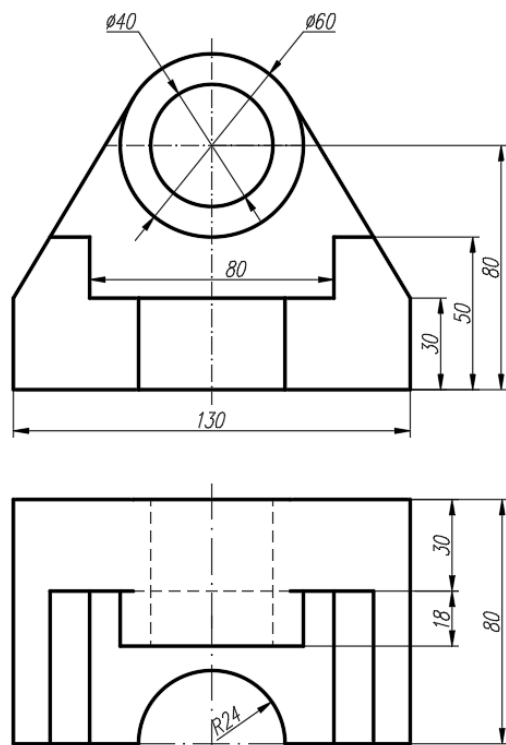
Вариант 18



Вариант 19

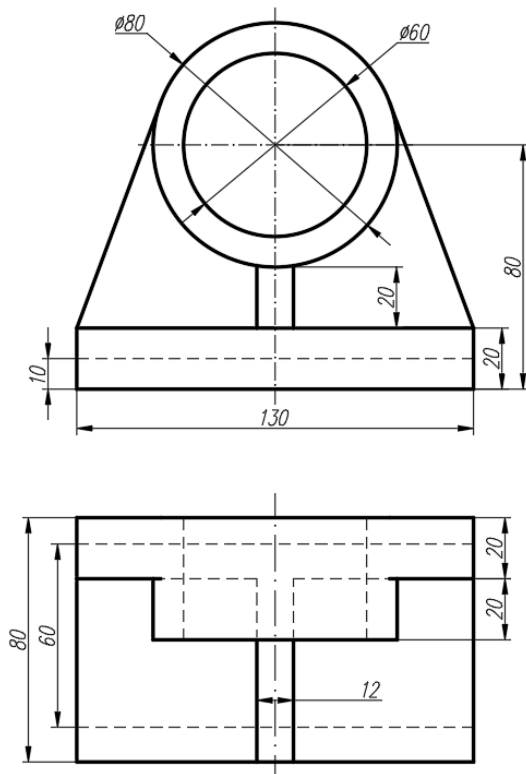


Вариант 20

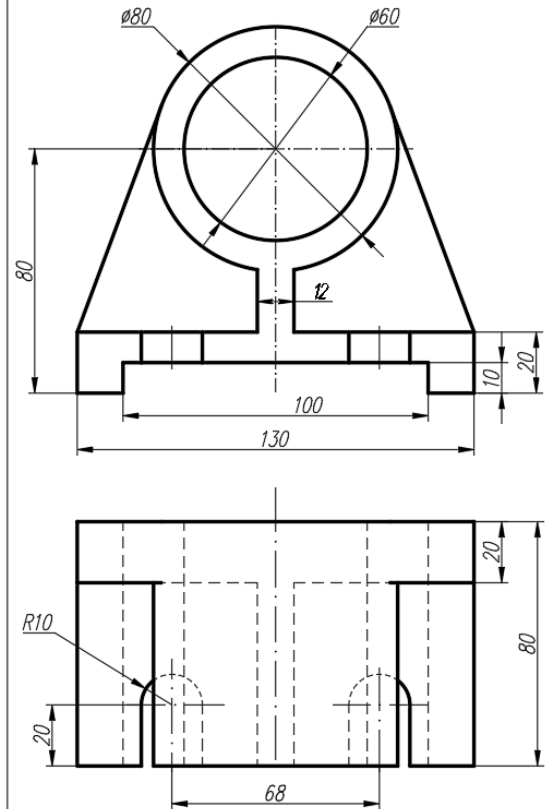




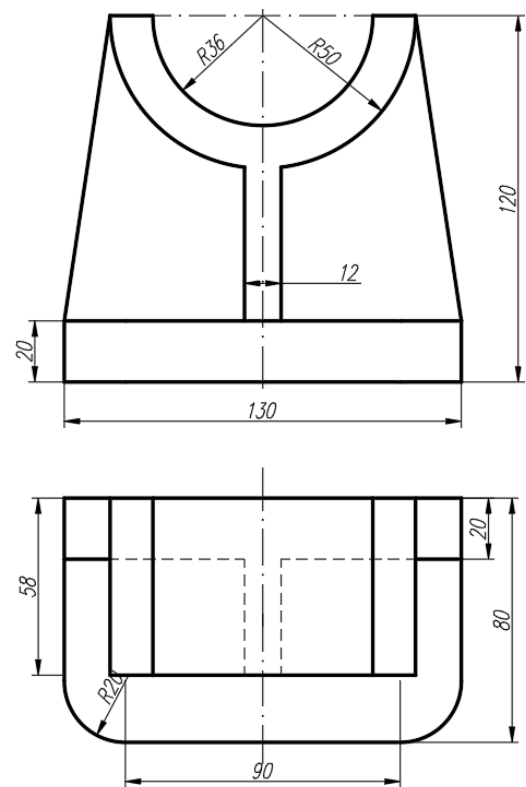
Вариант 21



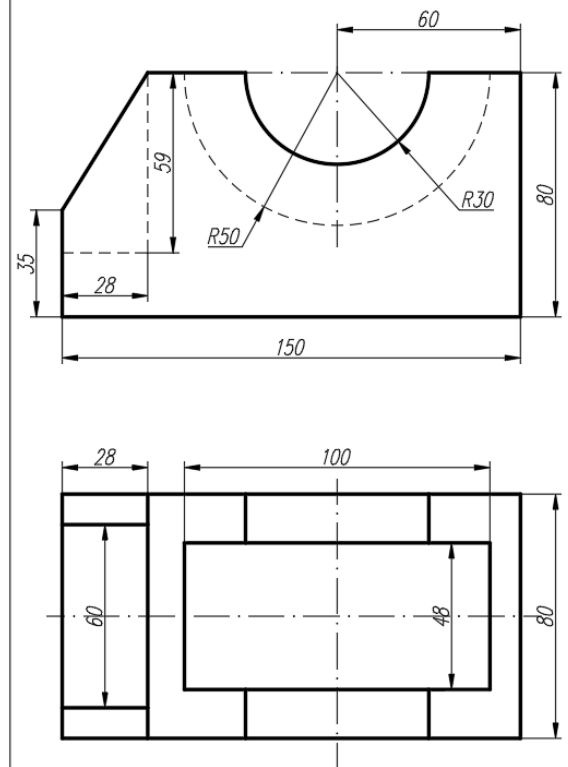
Вариант 22



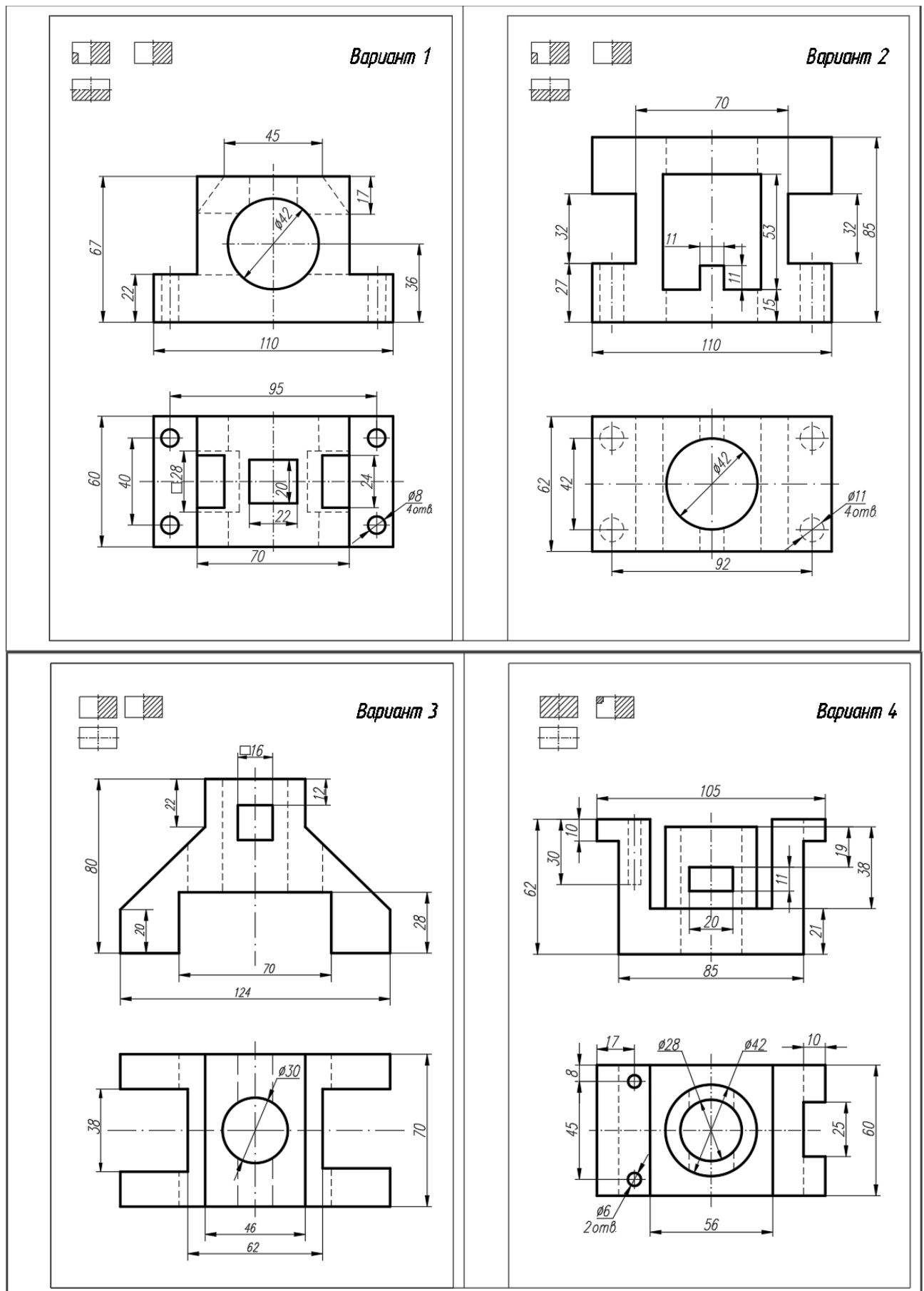
Вариант 23



Вариант 24

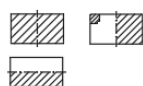
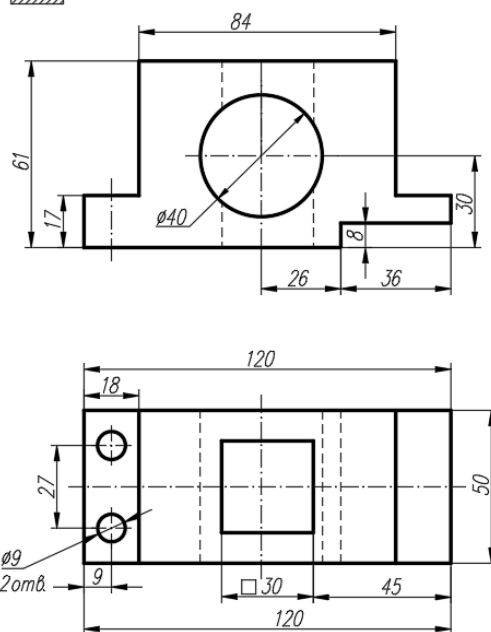


Додаток 3 Розрізи.  
Аксонетрія. Варіанти завдань

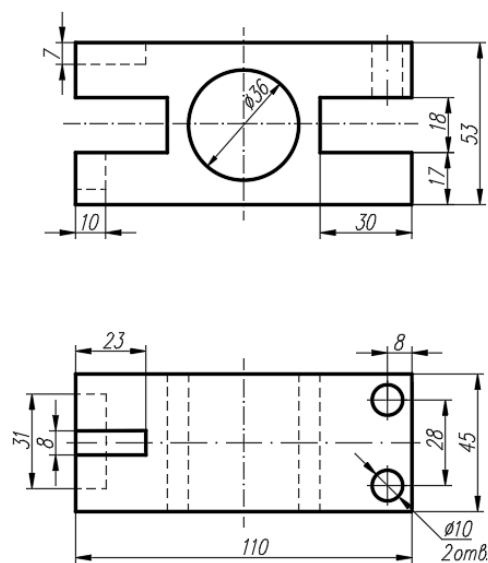




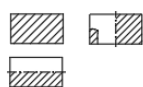
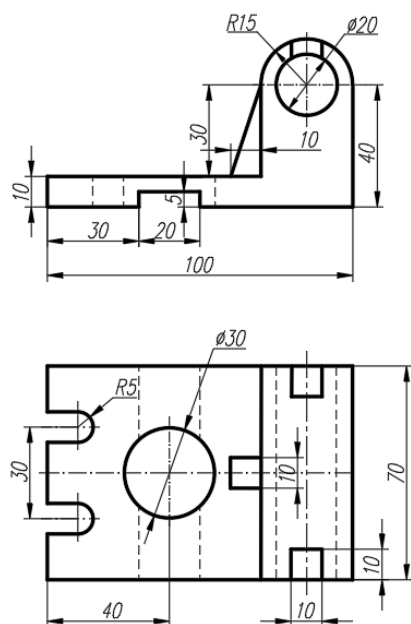
Вариант 5



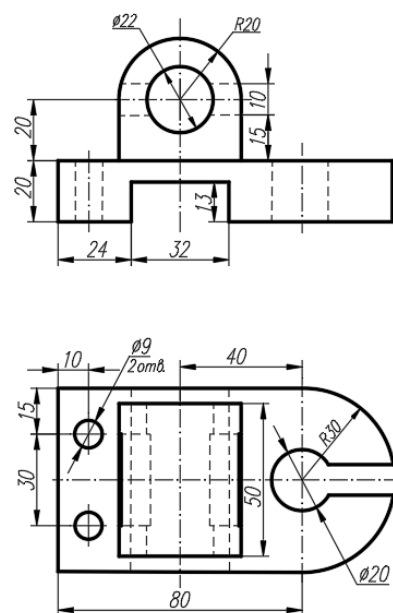
Вариант 6



Вариант 7

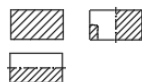
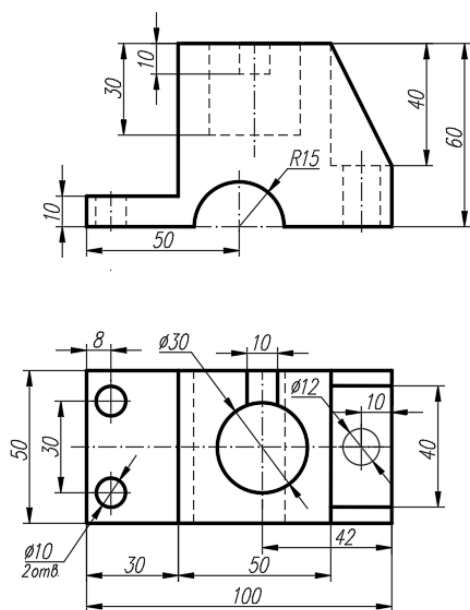


Вариант 8

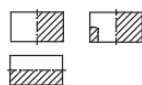
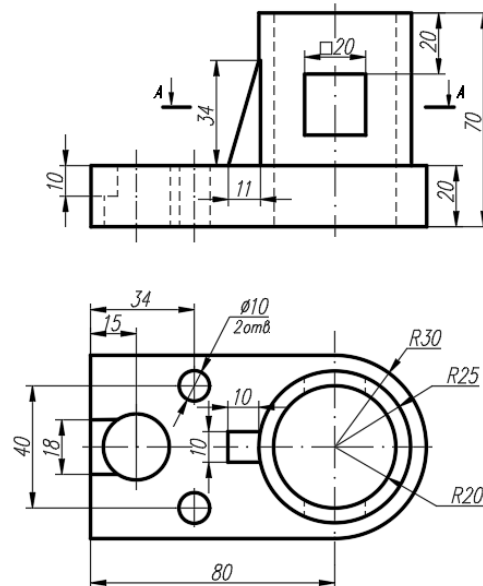




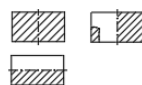
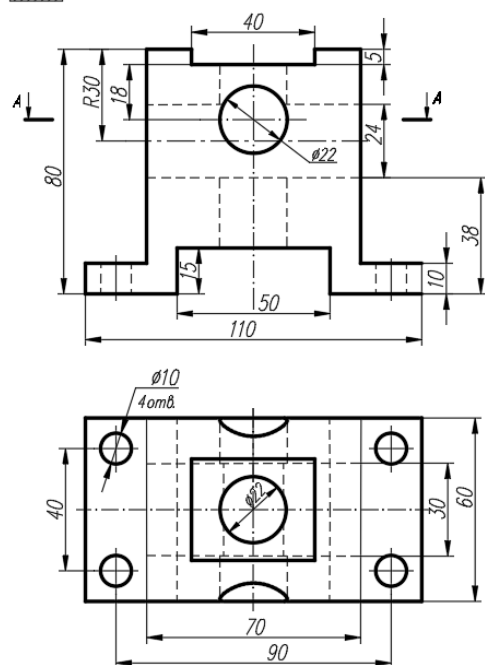
Вариант 9



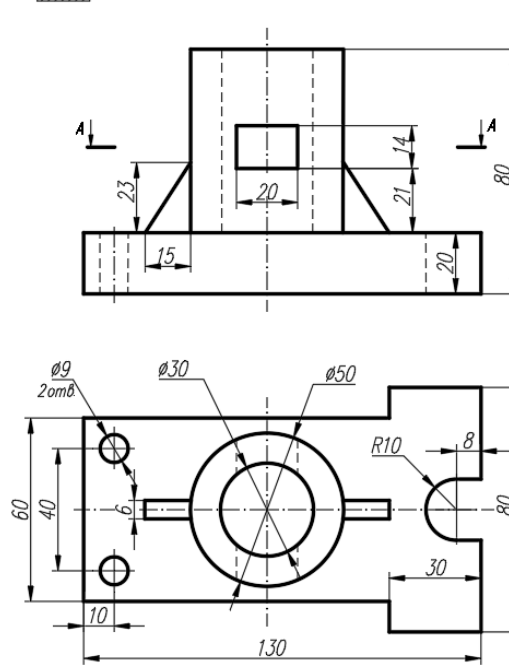
Вариант 10

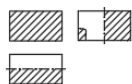


Вариант 11

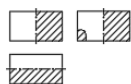
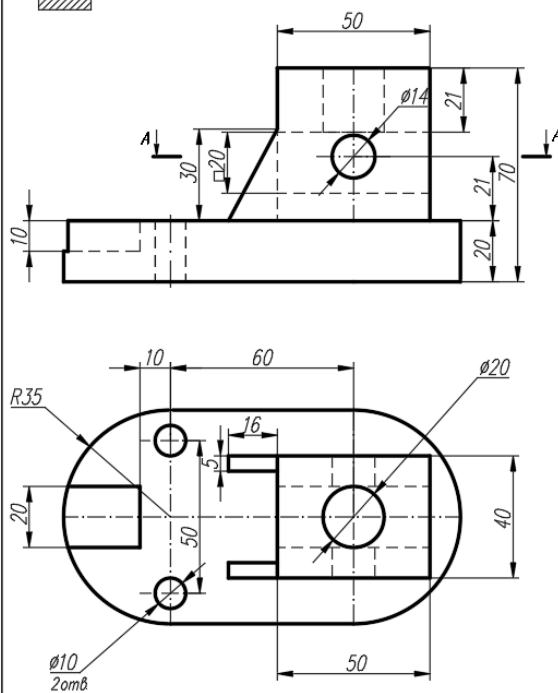


Вариант 12

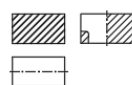
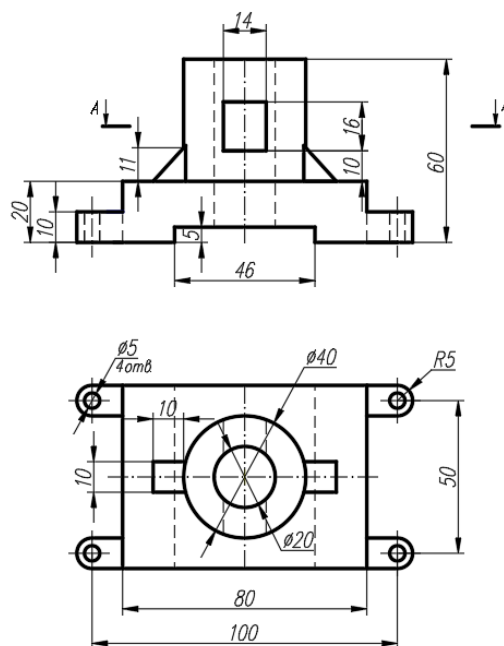




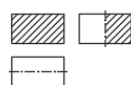
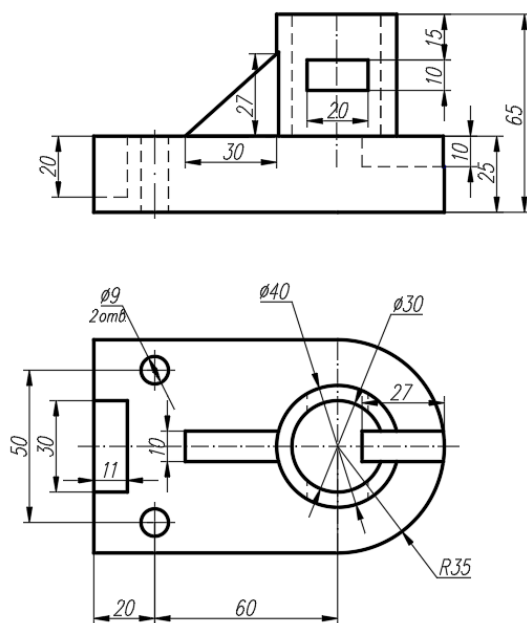
Вариант 13



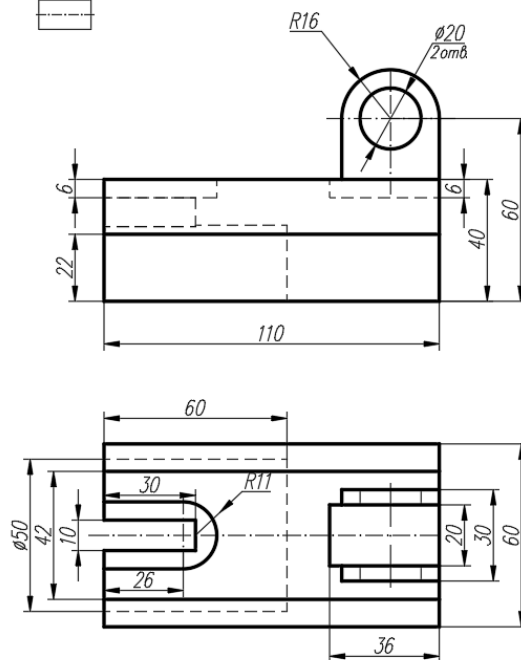
Вариант 14

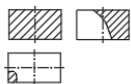


Вариант 15

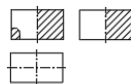
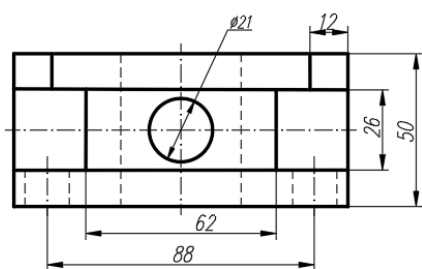
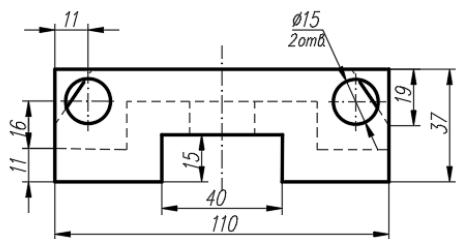


Вариант 16

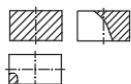
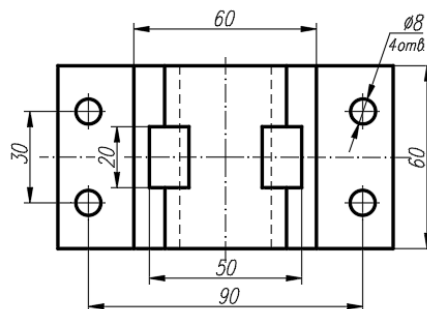
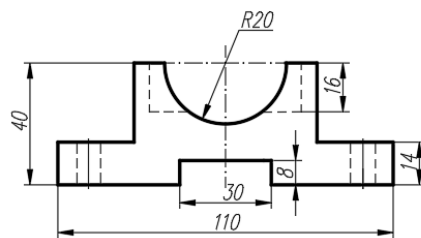




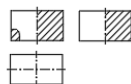
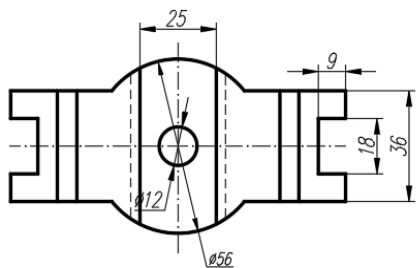
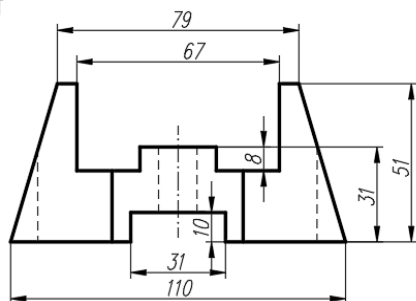
Вариант 17



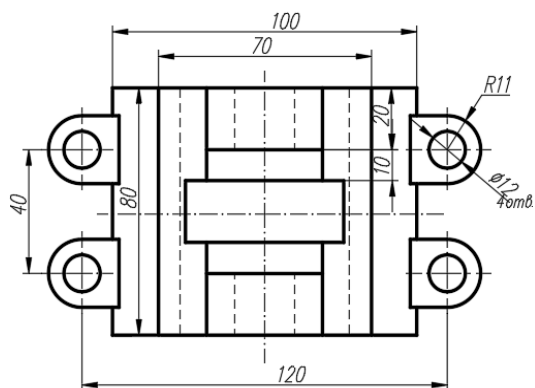
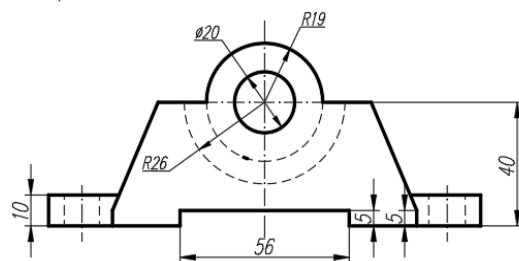
Вариант 18

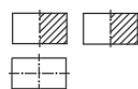


Вариант 19

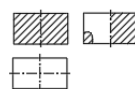
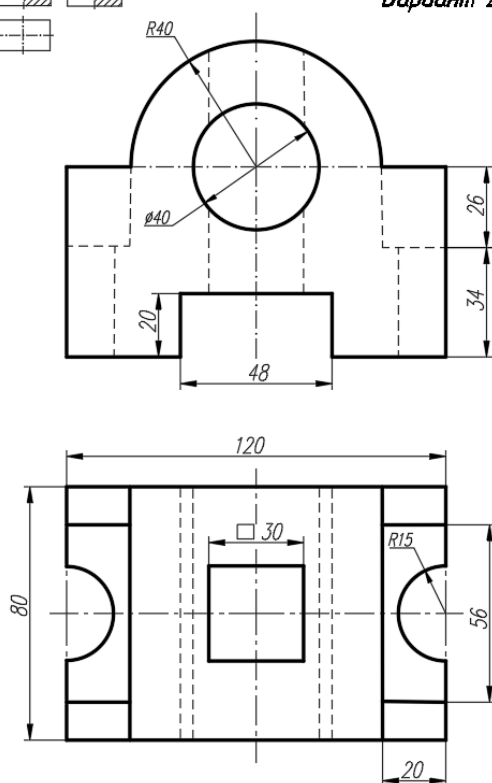


Вариант 20

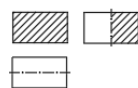
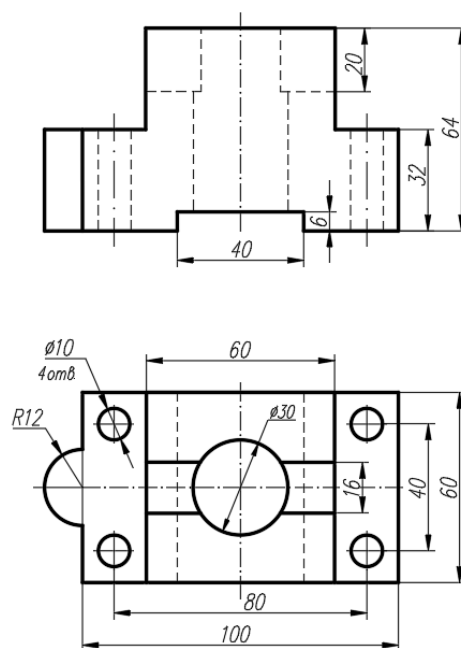




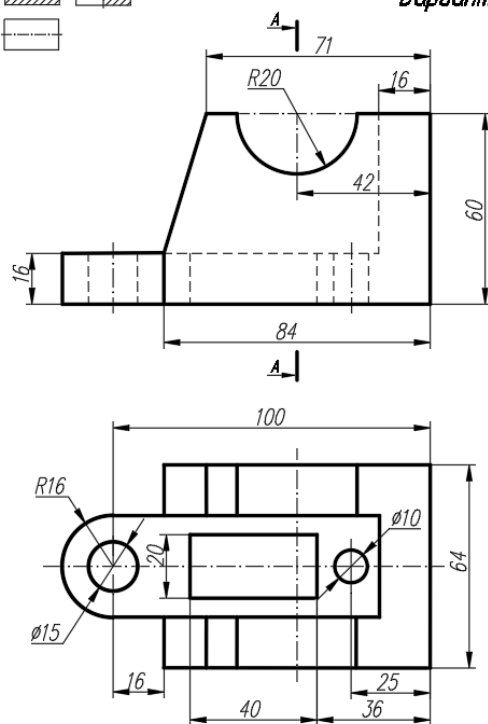
Вариант 21



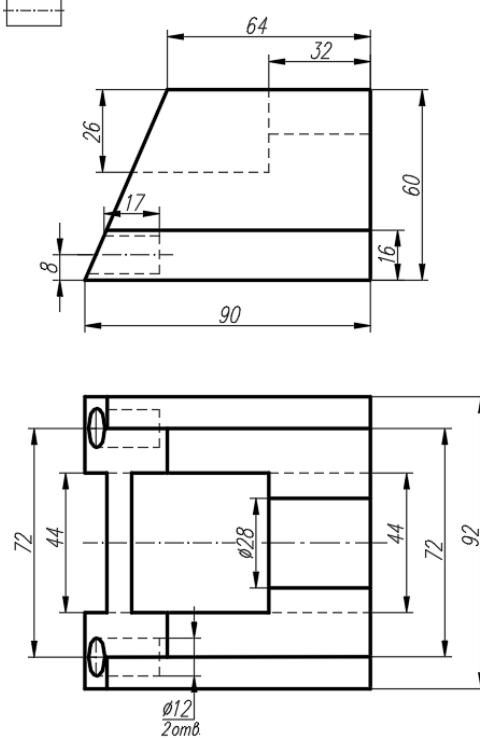
Вариант 22



Вариант 23

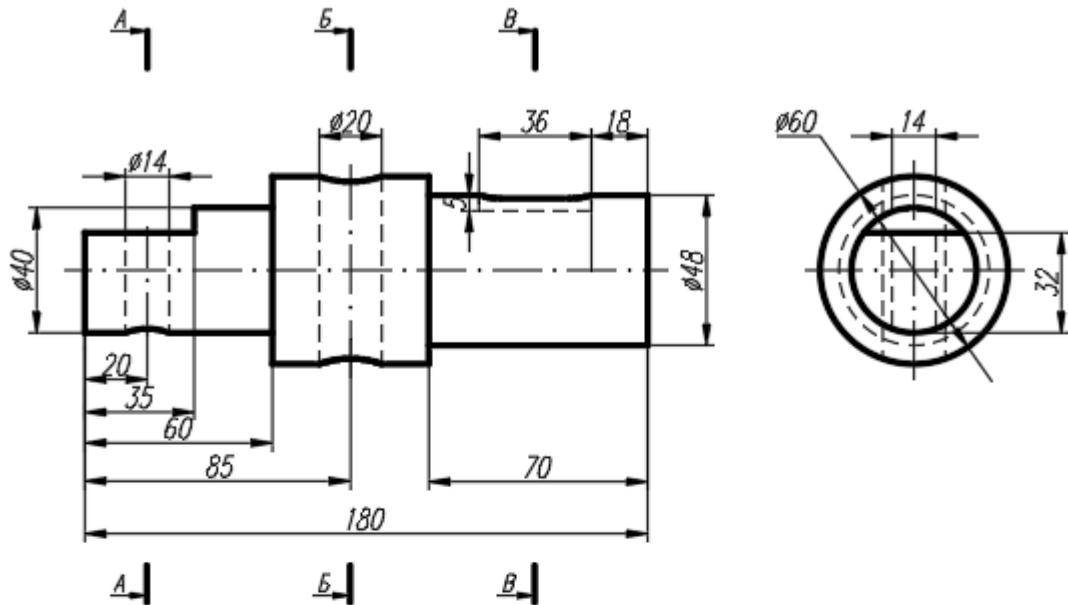


Вариант 24

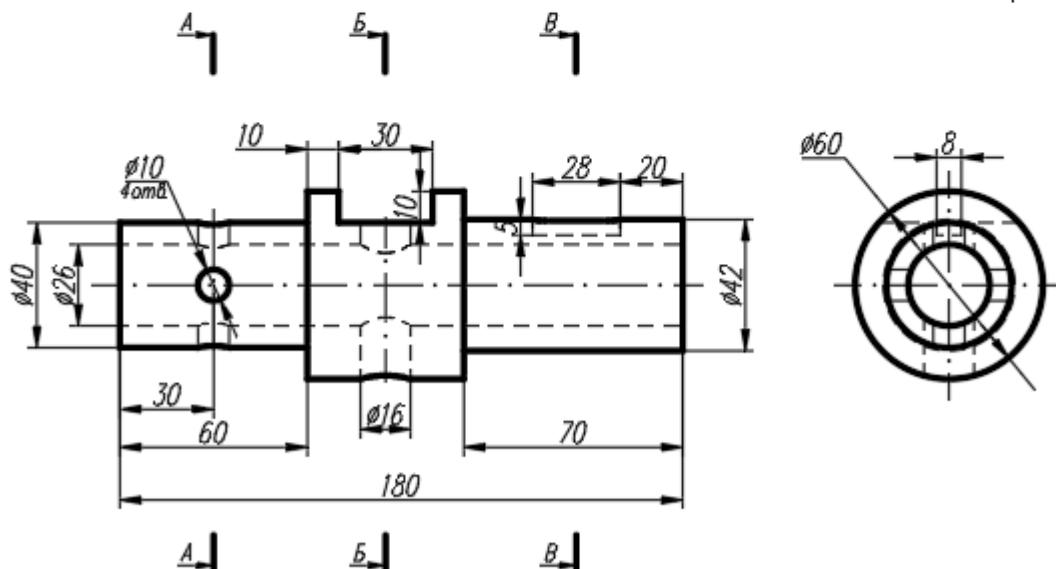


Додаток 4 Перерізи.  
Варіанти завдань

Варіант 1

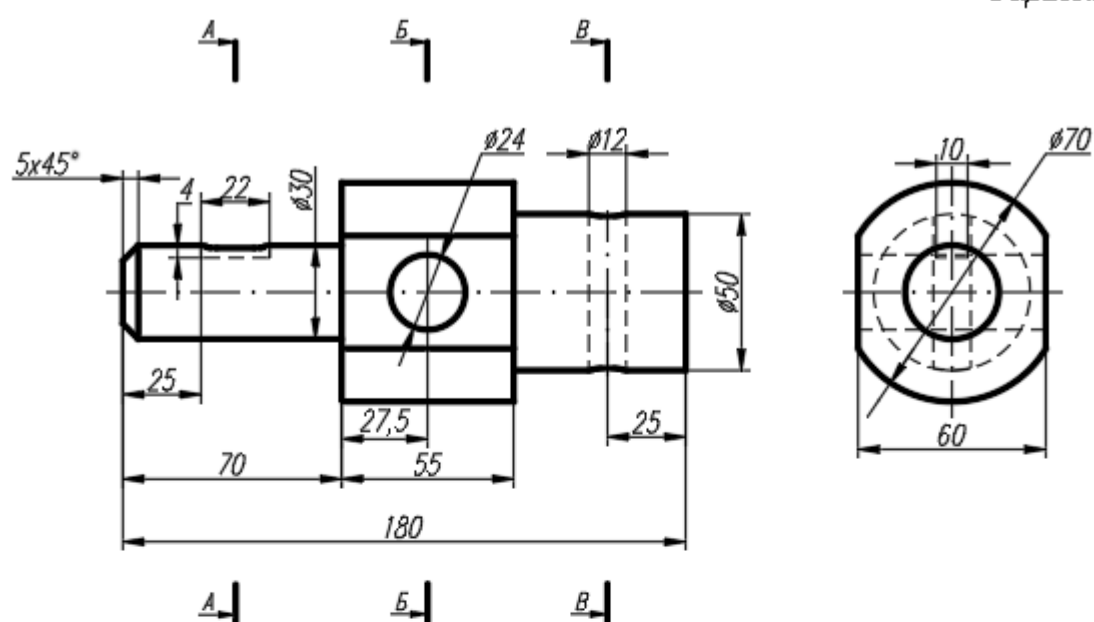


Варіант 2

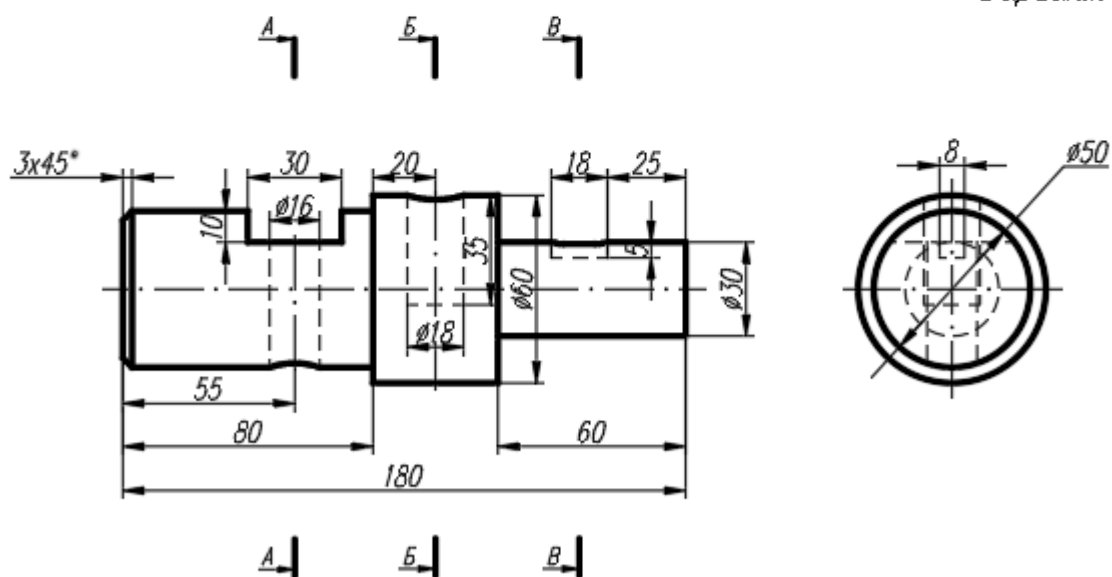




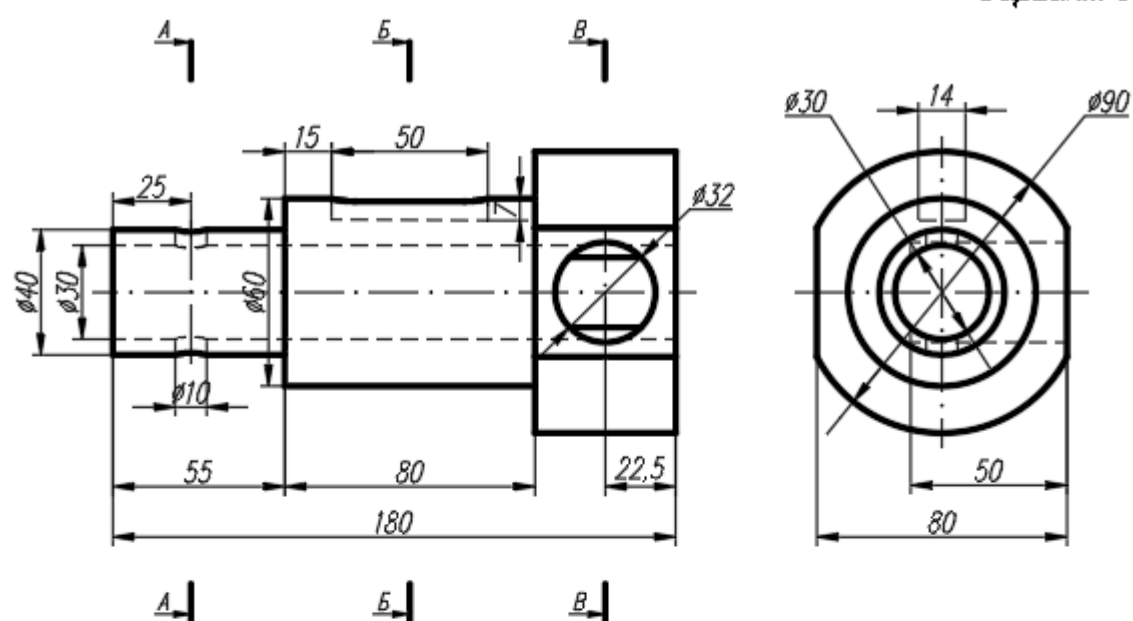
Вариант 3



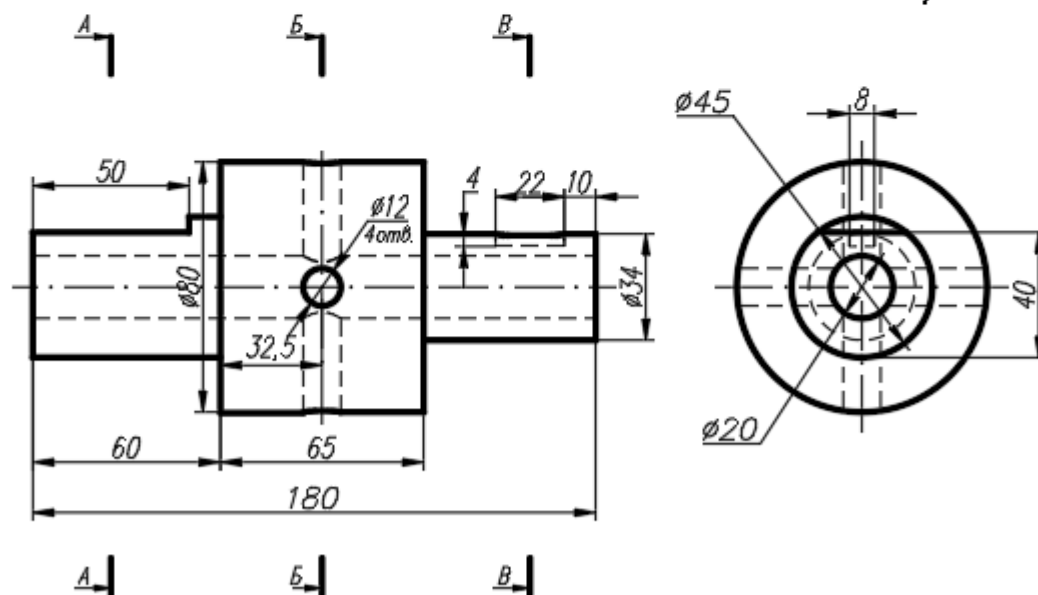
Вариант 4



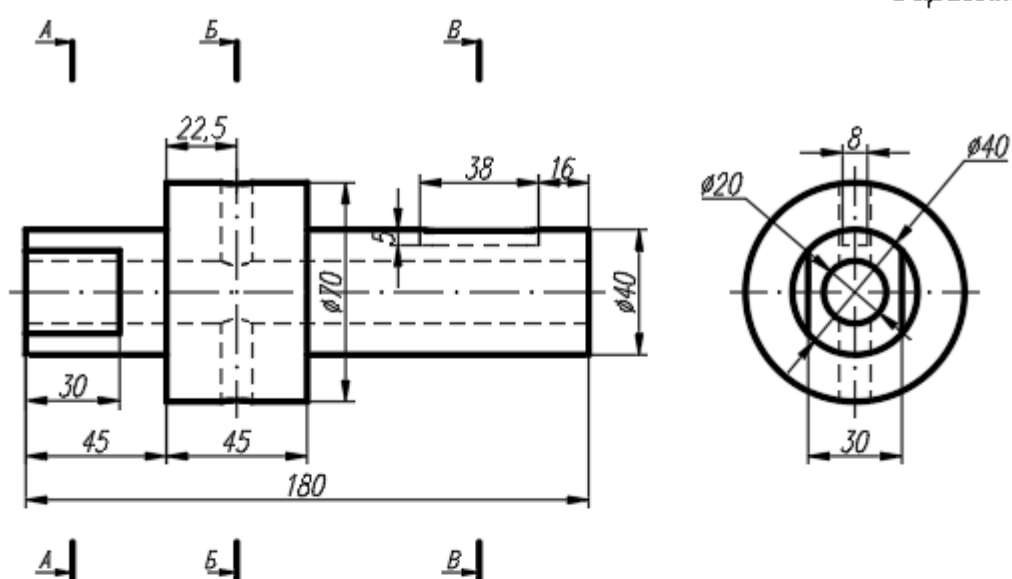
Вариант 5



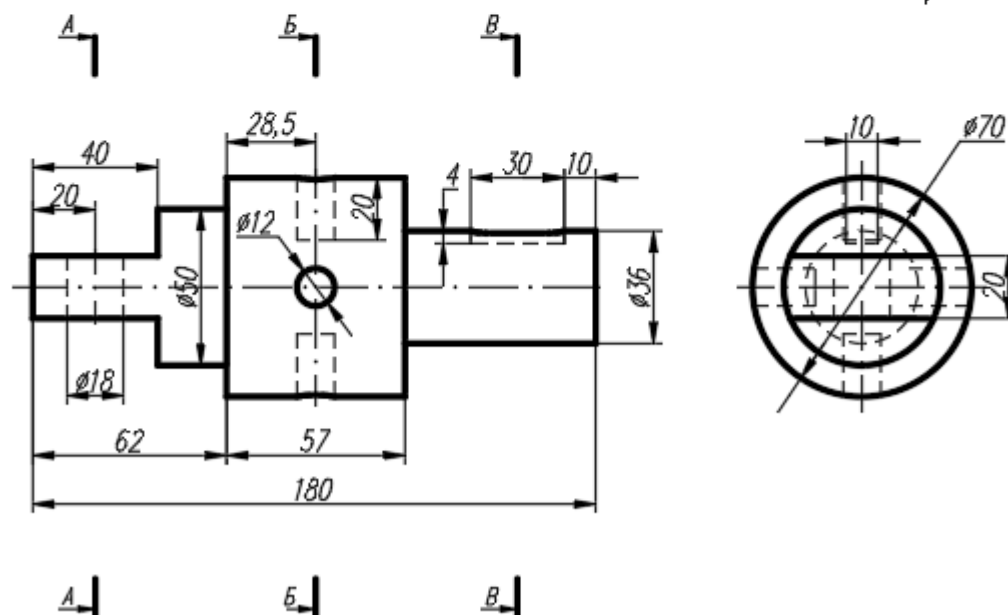
Вариант 6



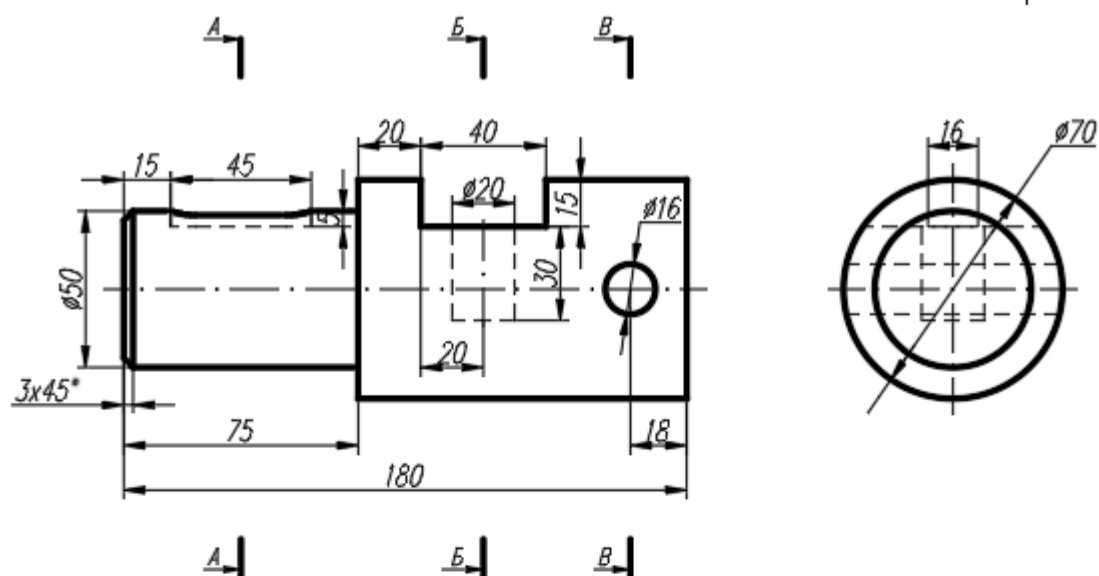
Вариант 7



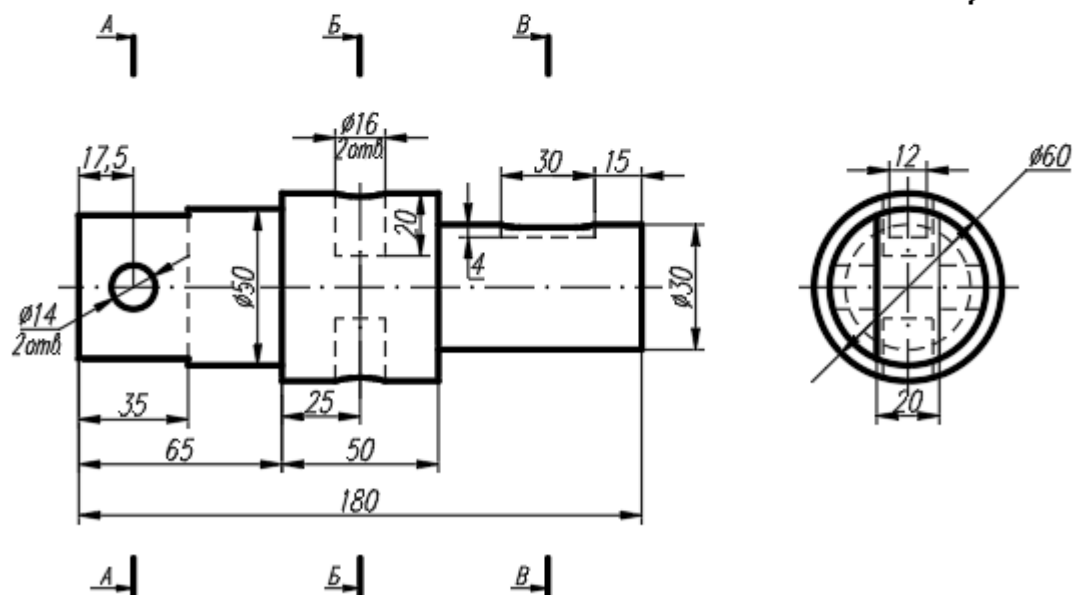
Вариант 8



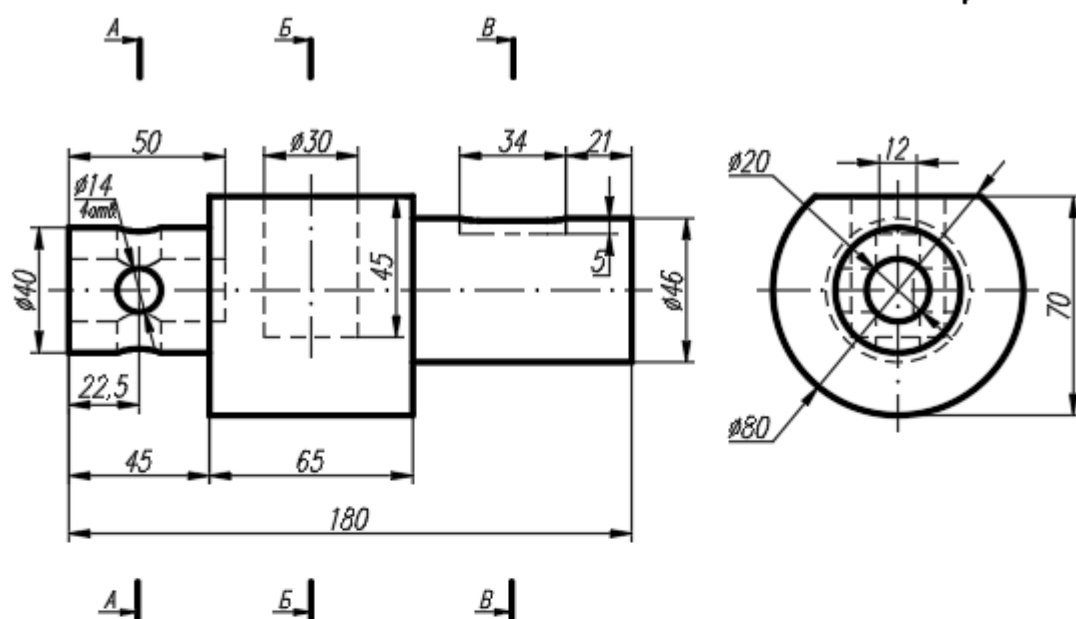
Вариант 9



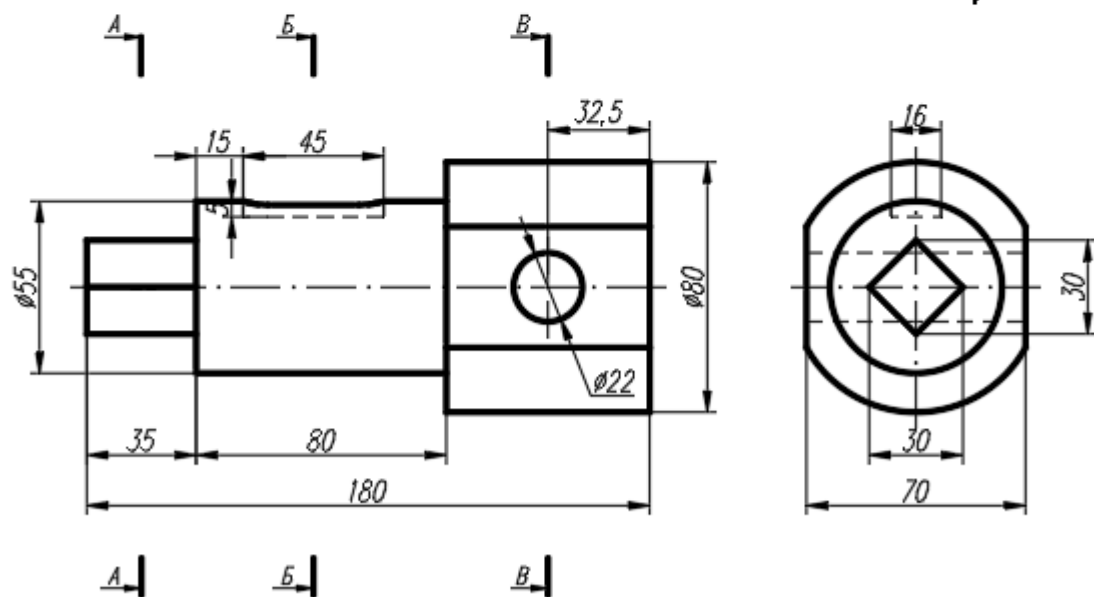
Вариант 10



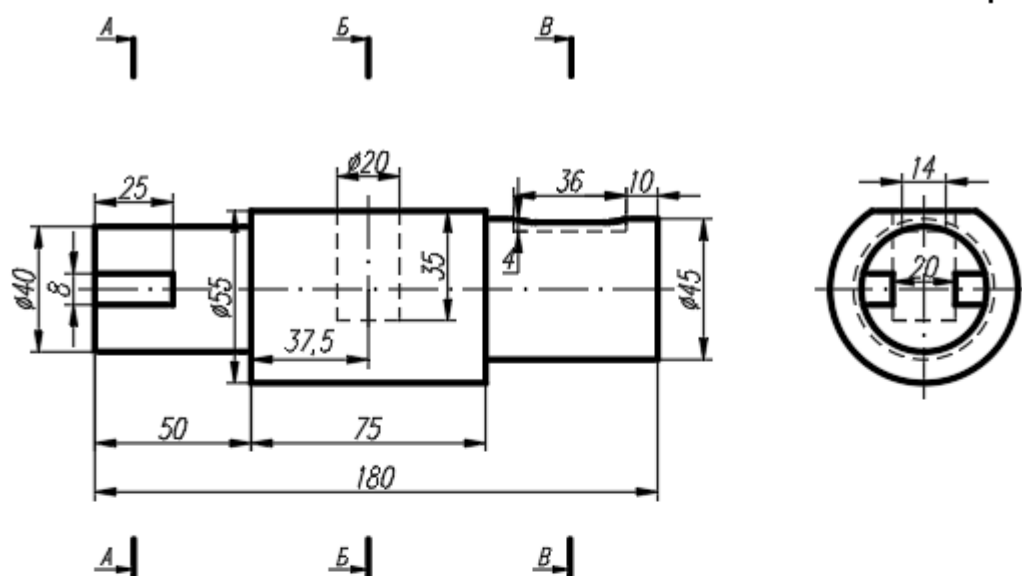
Вариант 11



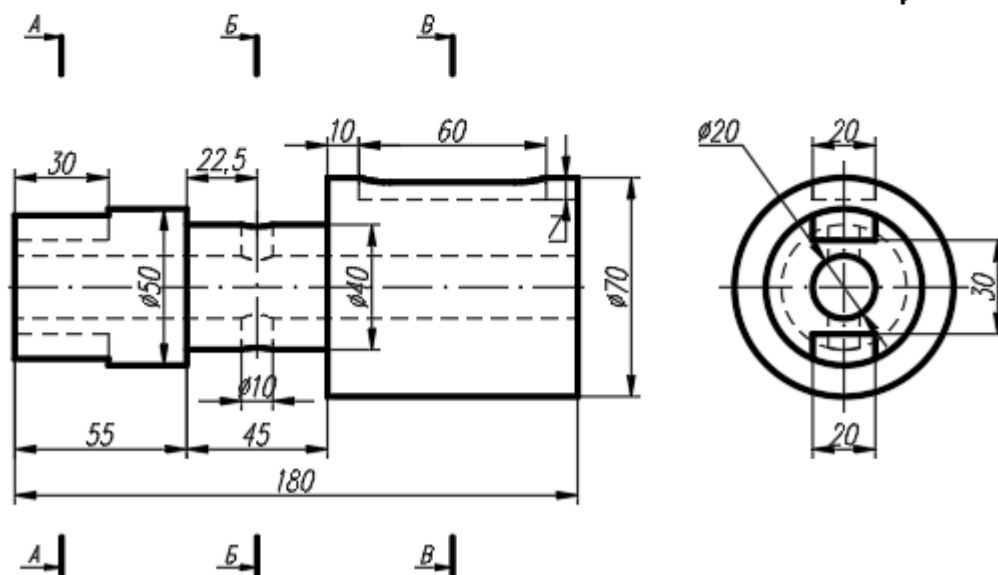
Вариант 12



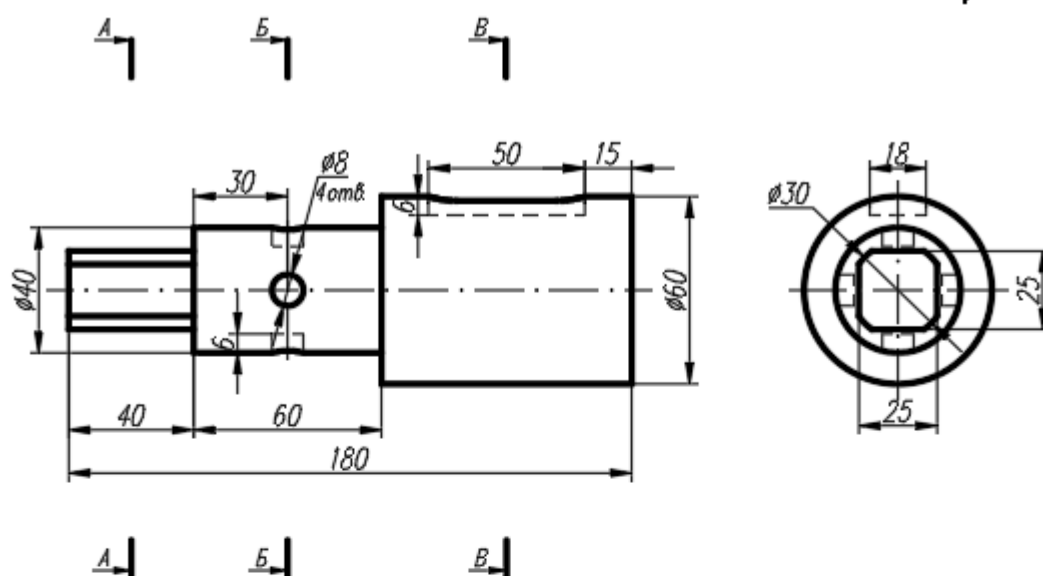
Вариант 13



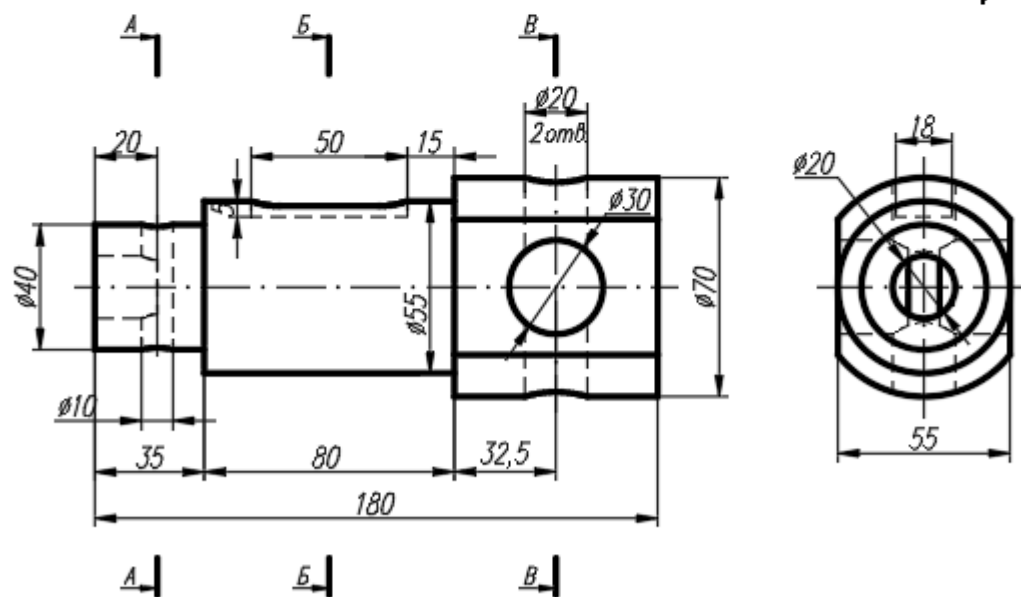
Вариант 14



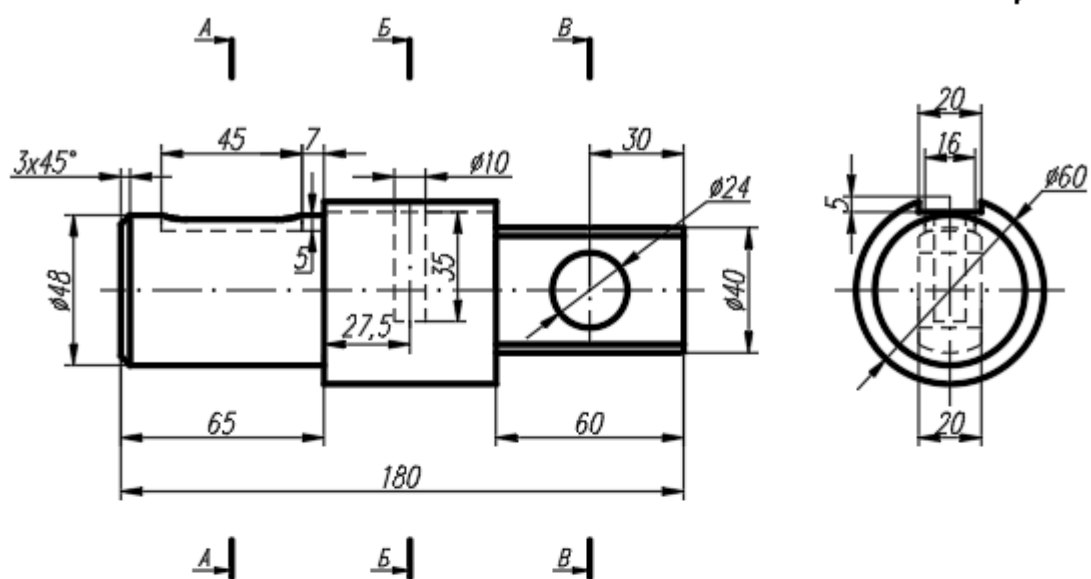
Вариант 15



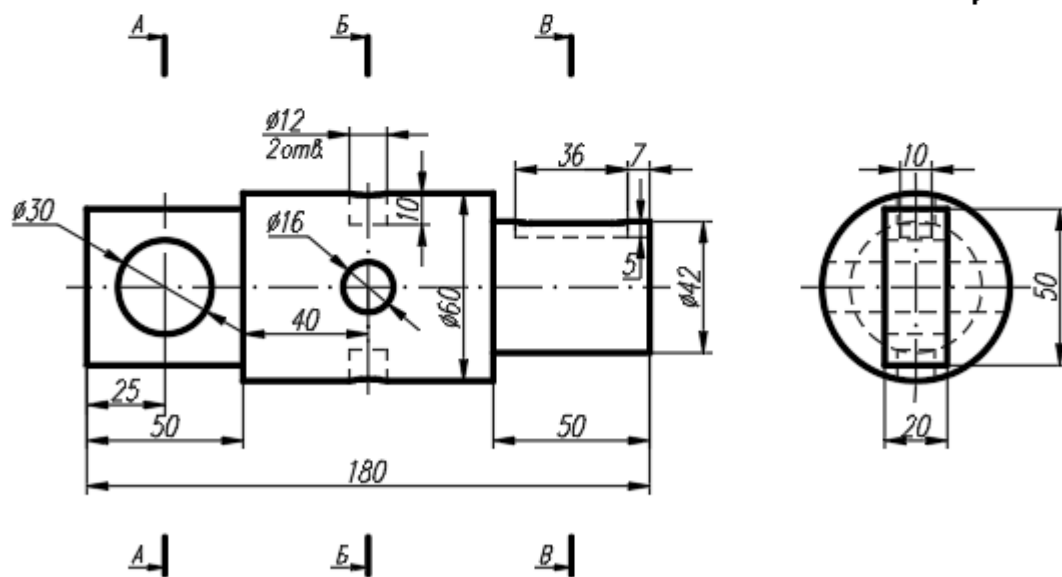
Вариант 16



Вариант 17

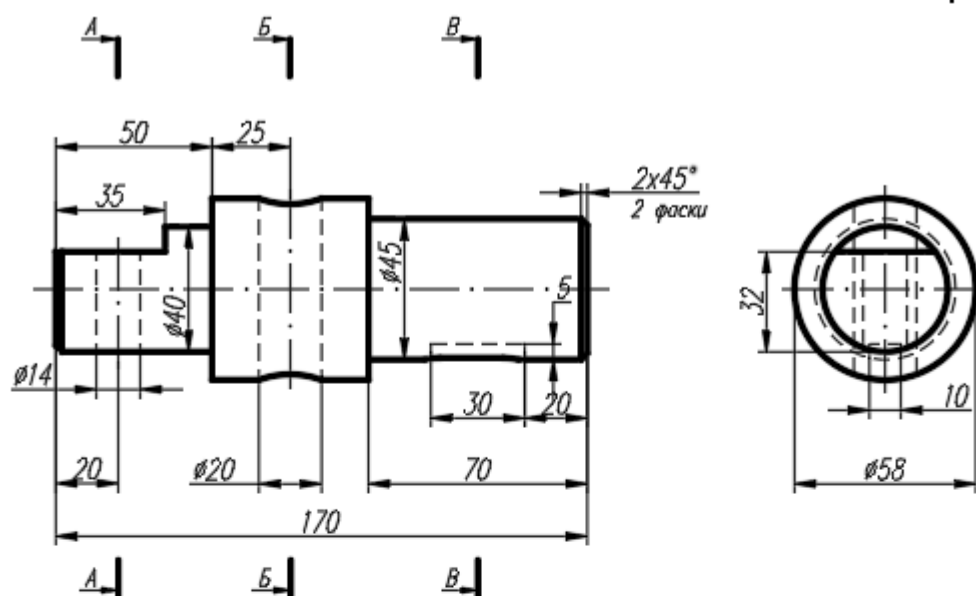


Вариант 18

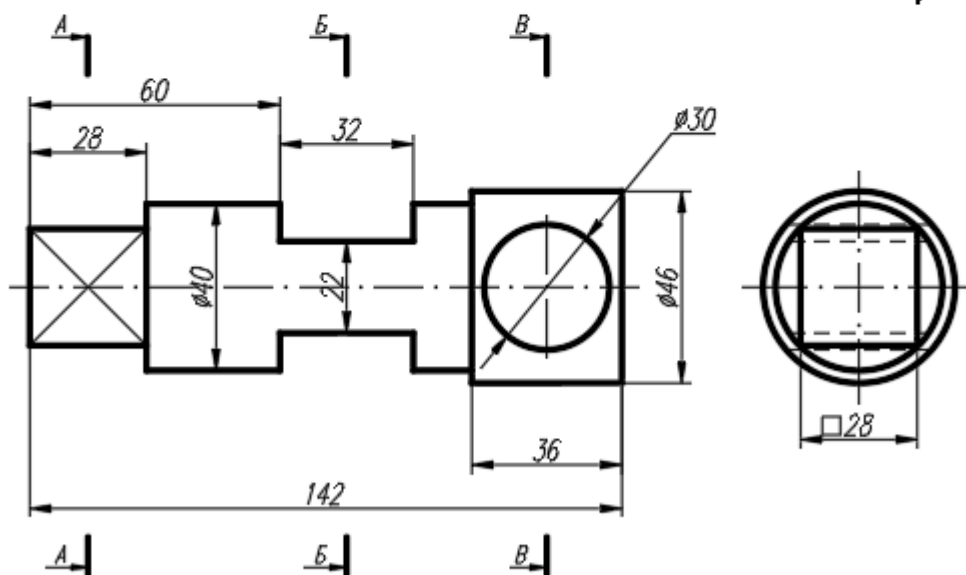




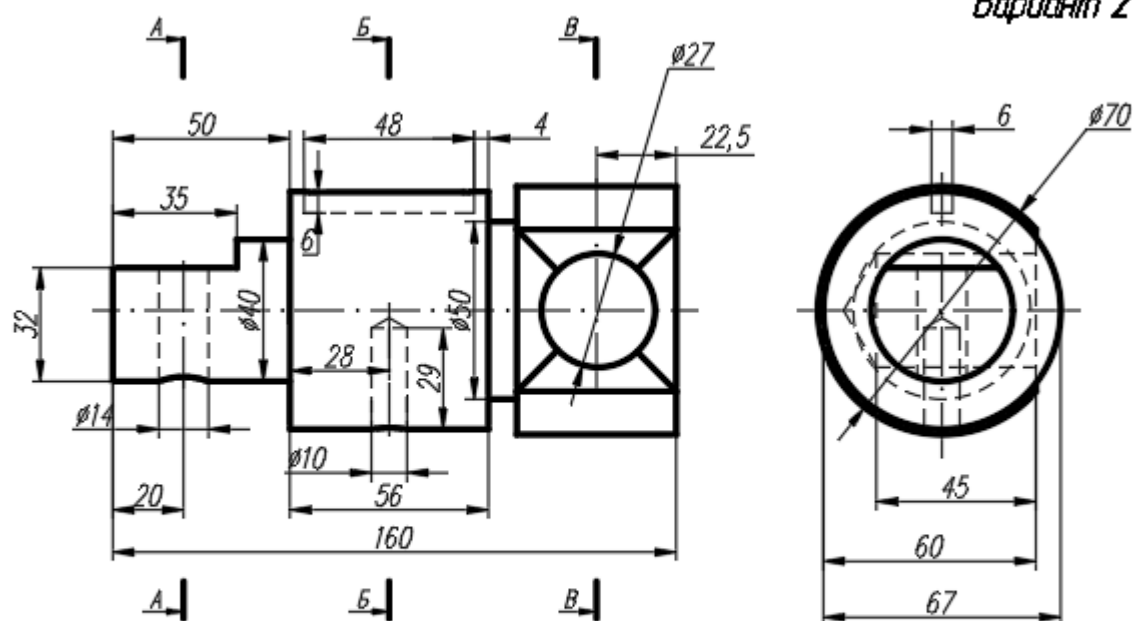
Вариант 19



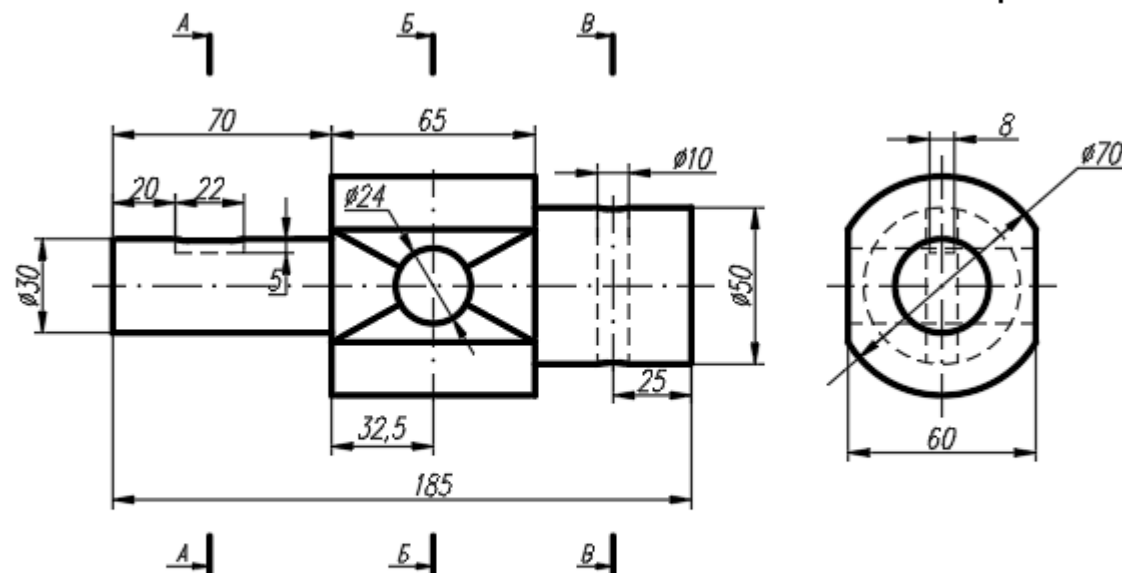
Вариант 20



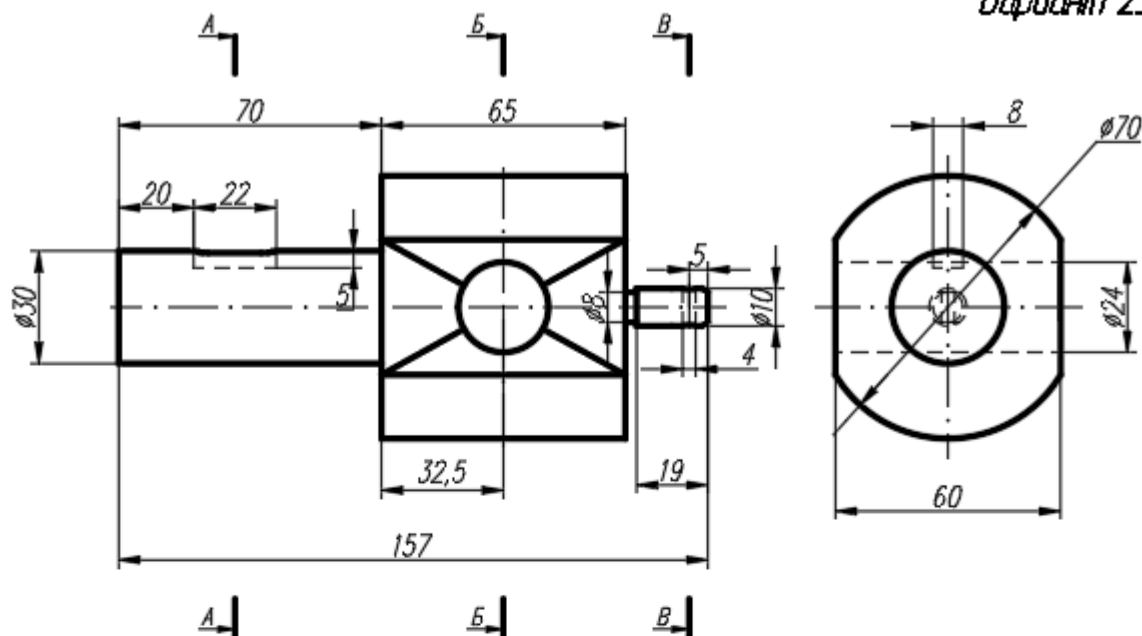
Вариант 21



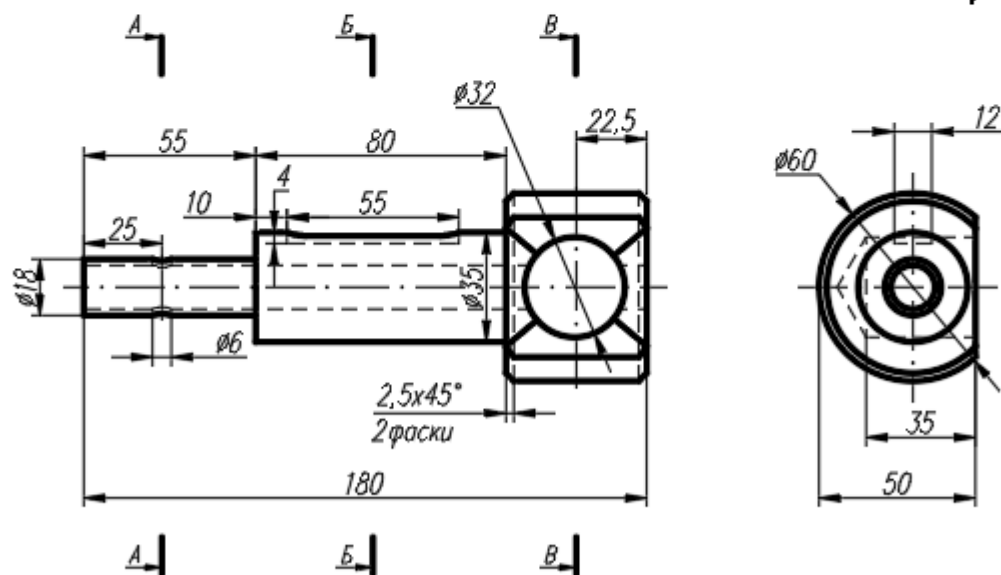
Вариант 22



Вариант 23



Вариант 24



**Тамара Степанівна Савельєва  
Дмитро Сергійович Пустовой**

**ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
З ПРОЕКЦІЙНОГО КРЕСЛЕННЯ**

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.