

**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра основ конструювання механізмів і машин

**Методичні рекомендації
з геометричного та проєкційного креслення
з дисципліни «Інженерна графіка»**

Дніпро
ДВНЗ «НГУ»
2017

Методичні рекомендації з геометричного та проєкційного креслення з дисципліни «Інженерна графіка» /О.С. Жовтяк, Т.С. Савельєва, Д.С. Пустовой, – Дніпро: ДВНЗ «НГУ», 2017. – 64 с.

Затверджено на засіданні редакційної ради університету (протокол №10 від 14.03.2017 р.) на підставі експертизи методичної комісії зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за поданням кафедри основ конструювання механізмів і машин.

Подано методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Інженерна графіка» в освітньо-кваліфікаційній програмі підготовки фахівців зі спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Відповідальний за випуск завідувач кафедрою основ конструювання механізмів і машин, канд. техн. наук, доцент К.А. Зіборов.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ	4
1.1. Формати	4
1.2. Масштаби	5
1.3. Лінії	6
1.4. Шрифти креслярські	6
1.5. Позначення матеріалів	8
2. ПОБУДОВА СПРЯЖЕНЬ	9
2.1. Робота 1. Спряження	11
3. ЗОБРАЖЕННЯ - ВИДИ, РОЗРІЗИ, ПЕРЕРІЗИ, НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ	13
3.1. Робота 2. Види	18
3.2. Робота 3. Розрізи	19
4. АКСОНОМЕТРИЧНІ ПРОЕКЦІЇ	21
4.1. Робота 4. Аксонометрія	26
ЛІТЕРАТУРА	26
ДОДАТКИ	27
Додаток 1 Шрифти креслярські	27
Додаток 2 Спряження. Варіанти завдань	28
Додаток 3 Види. Варіанти завдань	40
Додаток 4 Розрізи. Аксонометрія. Варіанти завдань	52

ВСТУП

Методичні рекомендації призначені для студентів, які вивчають дисципліну «Інженерна графіка» у частині загального розділу проєкційного 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:

- геометричне креслення;
- 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 проєкційних креслень із урахуванням вимог ЕСКД (Єдиної системи конструкторської документації) і, в подальшому, на базі отриманих знань і вмінь перейти до виконання професійних креслень з будівництва.

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 «Геометричне і проєкційне 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 вміння до вибору необхідного формату кресленника, 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 (табл.1.1) і додаткові, які утворюються збільшенням короткої сторони основних форматів в кілька разів, наприклад: А0х2, А4х8 (ГОСТ 2.30168, ДСТУ 3321:2003)

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

Основні формати

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

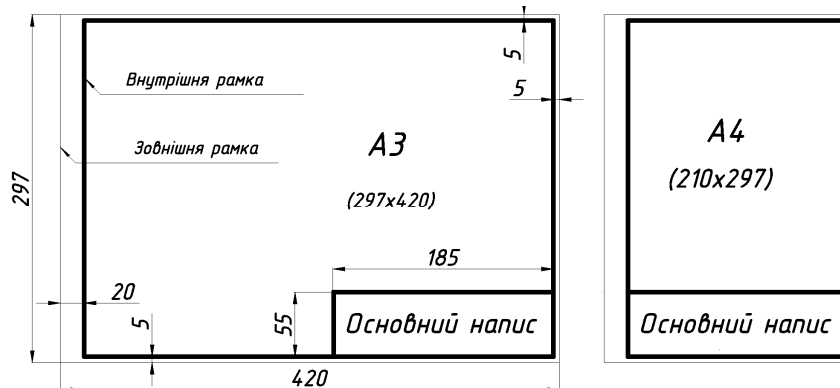


Рис. 1.1. Зразок оформлення листів формату A3 і A4

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

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

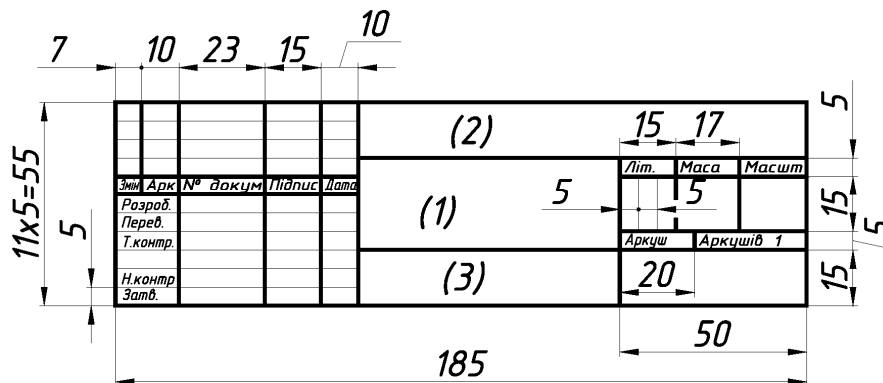


Рис. 1.2. Зразок виконання основного напису

1.2. Масштаби

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

Масштаби зображень встановлює ДСТУ 3321:2003 (табл.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 128-24:2005 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 (табл.1.3).

Призначення найбільш поширених типів ліній показано на рис.1.3 (нумерація ліній відповідає табл.1.3).

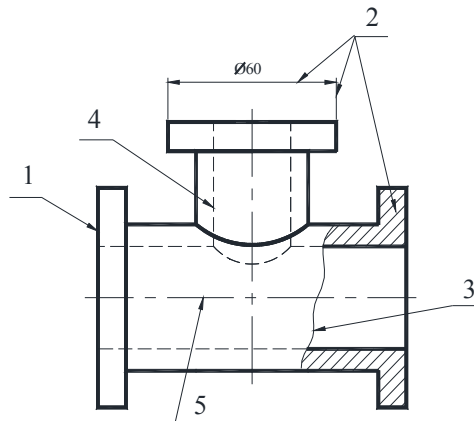


Рис.1.3. Приклади застосування типів ліній

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 (рис.1.4).

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

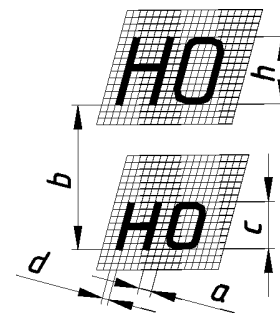



Рис.1.4 Виконання шрифтів

Лінії кресленика

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

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) $(17/10)h = 17d$.

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) незалежно від виду матеріалів показано на рис. 1.5.

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

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.

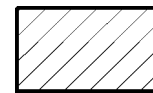
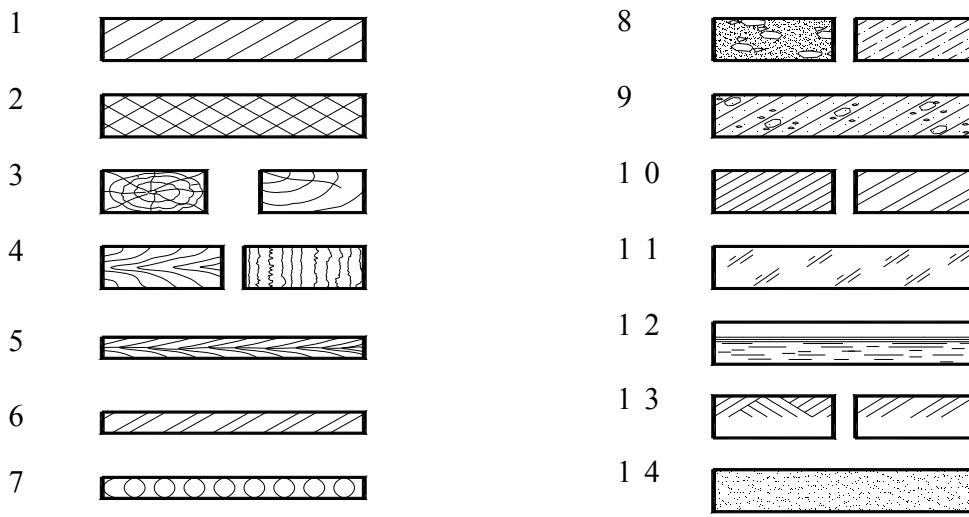


Рис. 1.5. Графічне позначення матеріалу в перерізі



а



б

Рис.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° 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° або 60° .

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. ПОБУДОВА СПРЯЖЕНЬ

Мета: ознайомитись з поняттям спряження і геометричного місця точок. Вивчити загальний алгоритм побудови спряжень за допомогою кола і овала.

Студент повинен набути вміння побудови спряжень пари відрізків, кола, дуги, еліпсу та їх комбінації, знаходити їх перетин – центр кола спряження, будувати овал.

Спряження - плавний перехід однієї лінії в другу, що виконується за допомогою додаткової лінії, найчастіше кола. Додаткове коло при цьому задається, як правило, радіусом, а центр та кінцеві точки дуги визначають побудовою. Для побудови спряжень використовуються геометричні місця точок (гмт) - сукупність точок, що задовольняють певним умовам. Найбільш поширеними гмт є такі:

- гмт, віддалених від прямої на задану відстань - дві прямі, паралельні до заданої та віддалені від неї на задану відстань;
- гмт, віддалених від кола радіуса R на задану відстань d - два (одне) концентричні з заданим кола, радіуси яких дорівнюють $R \pm d$.

Загальний алгоритм побудови спряжень за допомогою кола:

1. побудувати відповідні гмт;
2. знайти їх перетин - центр кола спряження;
3. для визначення кінцевих точок дуги побудувати або лінії центрів, що сполучають центри відповідних кіл, або перпендикуляри, якщо виконується спряження прямих.

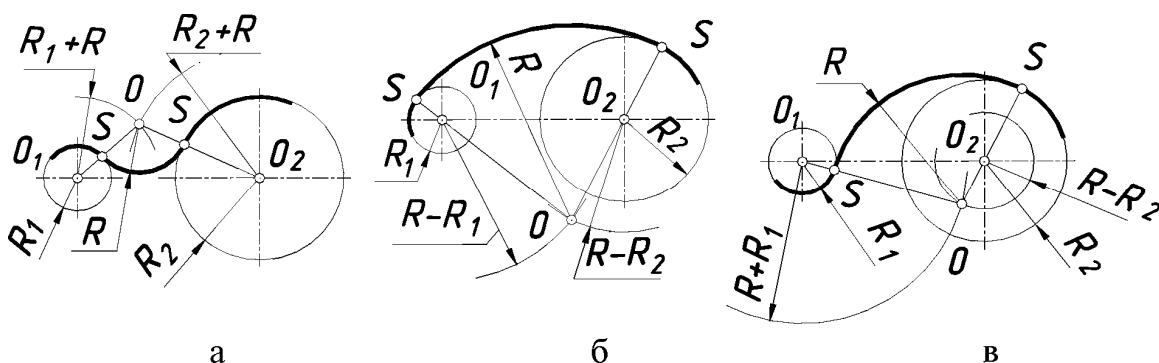


Рис. 2.1. Приклади побудови спряжень

Рис.2.1 містить приклади побудови спряжень двох кіл, радіуси яких дорівнюють R_1 та R_2 , за допомогою дуги радіуса R : зовнішнє спряження (рис.2.1а), внутрішнє (рис.2.1б), змішане (рис.2.1в). Точка O - центр кола спряження, прямі OO_1 та OO_2 - лінії центрів, точки S - кінцеві точки дуги спряження.

На рис.2.2 показано спряження прямої та кола за допомогою дуги радіуса r .

Центр кола спряження - точка O - є точкою перетину прямої, яка паралельна заданій прямій та віддалена від неї на відстань $d = r$, та дуги, центр якої співпадає з центром заданого кола, а радіус $R = d \pm R_1$ відповідно для зовнішнього (рис.2.2а) та внутрішнього (рис.2.2б) спряжень.

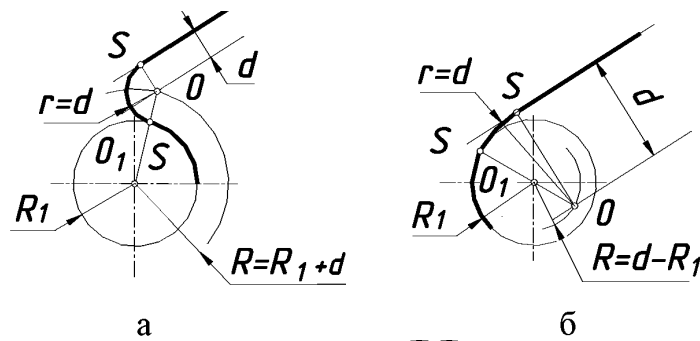


Рис. 2.2. Спряження прямої та кола

На рис.2.3 зображено спряження двох прямих. Центр дуги спряження - точка O - є точкою перетину прямих, які паралельні до заданих та віддалені від них на задану відстань d . Радіус дуги спряження $R = d$.

На рис.2.4 побудована пряма, що проходить через точку P та дотична до кола з центром в точці O . Для її побудови використовується допоміжне коло, для якого відрізок PO є діаметром. Точка K - точка перетину допоміжного кола з заданим - є точкою дотику шуканої прямої до заданого кола.

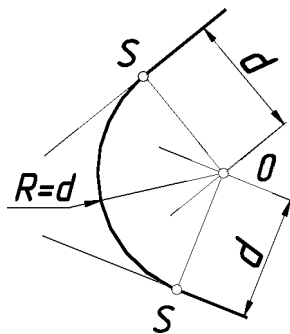


Рис. 2.3. Спряження двох прямих

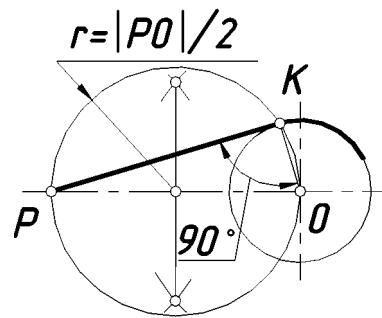


Рис. 2.4. Побудова дотичної прямої

Побудова дотичних прямих до двох кіл виконана на рис.2.5; зовнішня дотична пряма побудована на рис.2.5а, внутрішня - на рис.2.5б.

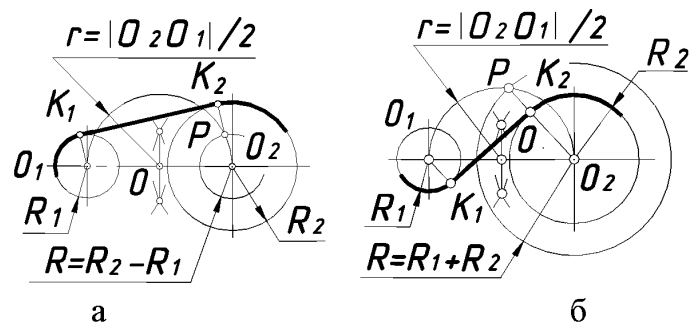


Рис. 2.5. Побудова дотичних прямих до двох кіл

Допоміжне коло радіусом r побудовано на відрізку O_1O_2 , як на діаметрі, друге, радіус якого $R=R_2 \pm R_1$ (при $R_2 > R_1$), концентричне з колом більшого радіуса. Точка P є точкою перетину допоміжних кіл. Прямі O_2K_2 та O_1K_1 паралельні між собою (точка P належить O_2K_2), пряма K_1K_2 є шуканою дотичною.

На рис.2.6 показано побудову овала за двома осями. Менша вісь овала дорівнює a , більша - b . Побудова овала виконується за таким алгоритмом:

1. Побудувати два концентричних кола, діаметри яких дорівнюють осям овала (рис. 2.6а).
2. З'єднати точки A та B .
3. Від точки A по прямій AB відкласти відстань $R_3=(b-a)/2 = |AK|$.
4. Провести серединний перпендикуляр до відрізка BK (лінію центрів). Точки перетину цієї прямої з осями (точки O_1 та O_2) є центрами відповідних дуг; радіуси дуг r та R визначаються за побудовою.
5. Побудувати точки, симетричні точкам O_1 та O_2 відносно точки O (рис.2.6б) і провести відповідні дуги.

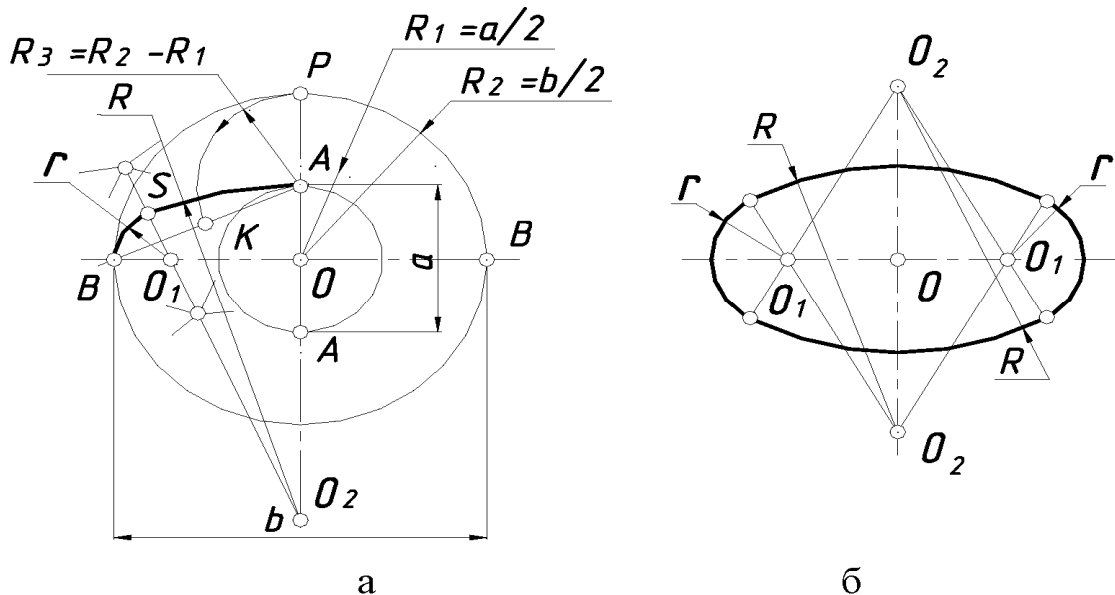


Рис. 2.6. Побудова овалу

2.1. Робота 1. Спряження

Креслення рекомендується виконувати на форматі А4, масштаб обрати самостійно. Зразок роботи зображено на рис. 2.7, варіанти завдань розміщені в Додатку 2.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке спряження?
2. Як виконати спряження двох кіл?
3. Як виконати спряження кола і прямої?
4. Що таке геометричне місце точок?

3. 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 (рис.3.1а). Грані суміщають з фронтальною площиною проєкцій, зображення на якій приймають за головне (Рис.3.1б) .

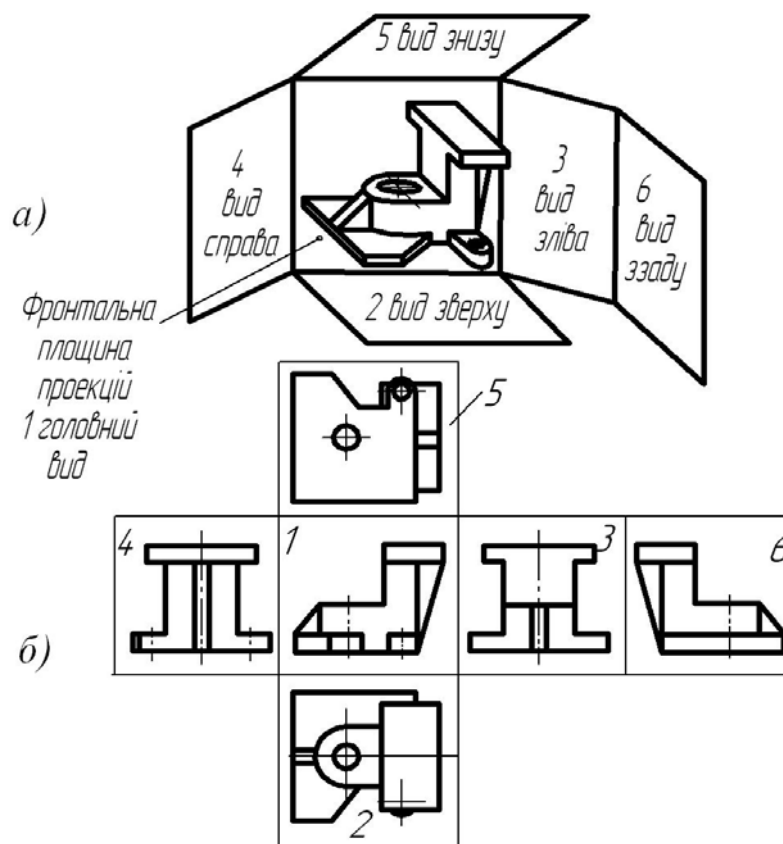


Рис. 3.1. Розташування основних видів на креслениках

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 (Рис.3.1б) існує 6: вид спереду або головний (1), зверху (2), зліва (3), справа (4), знизу (5), та ззаду (6).

Якщо основні види розташовані в проєкційному зв'язку за схемою, наведеною на рис.3.1б, вони не позначаються.

Основні види позначаються в таких випадках:

- якщо вони не мають безпосереднього проєкційного зв'язку з головним видом (вид зверху на рис.3.2);

- якщо вони відділені від головного виду іншими зображеннями;
- якщо вони розташовані на іншому аркуші.

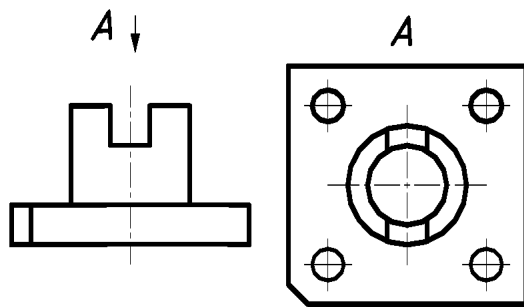


Рис. 3.2. Приклад позначення видів

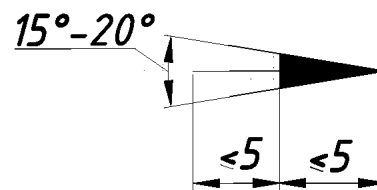


Рис. 3.3. Розміри стрілки

В цих випадках вид позначається літерою та стрілкою, яка вказує напрямок погляду. Розміри стрілки наведені на рис.3.3.

Якщо на основних видах частину предмета неможливо показати без спотворення форми та розмірів, використовують допоміжні види (рис.3.4).

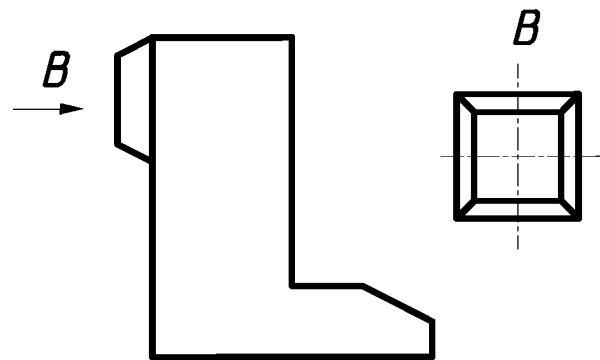
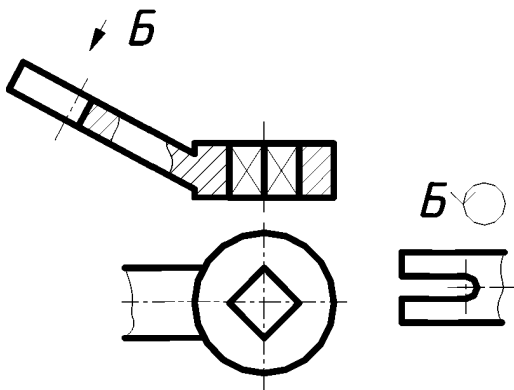


Рис. 3.4. Приклад позначення допоміжного виду Рис. 3.5. Приклад позначення місцевого виду

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 (рис.3.5) 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 (рис.3.6)

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

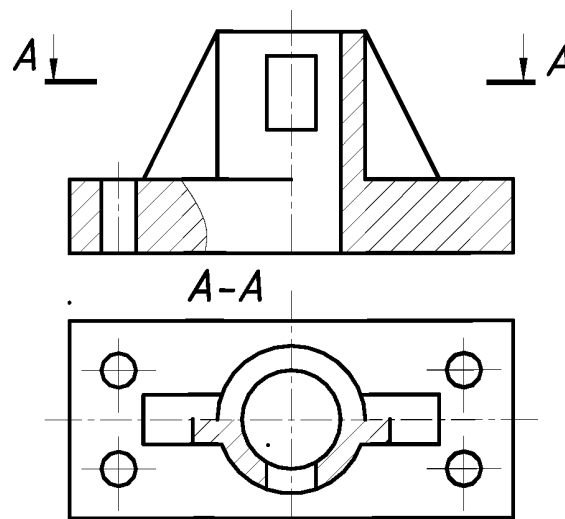


Рис. 3.6. Приклад простого розрізу

Залежно від кількості площин розрізу поділяються на прості (одна січна площина, рис.3.6) та складні (кілька січних площин), які в свою чергу поділяються на ступінчасті (січні площини паралельні, рис.3.7) та ламані (січні площини перетинаються, рис.3.8).

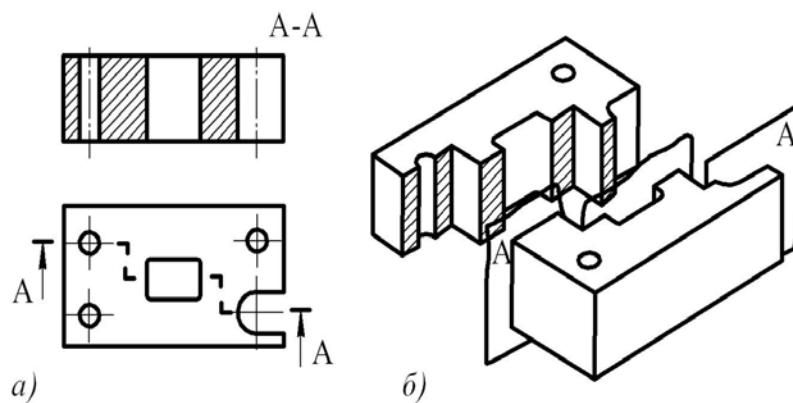


Рис. 3.7. Приклад ступінчастого розрізу

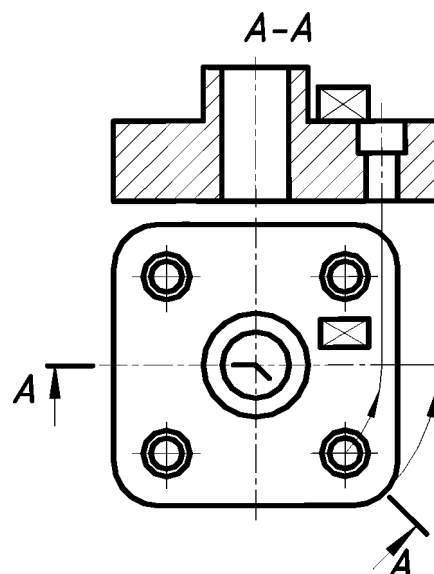


Рис. 3.8. Приклад ламаного розрізу

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 (рис.3.6).

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 проєктуються на площину, з якою виконується суміщення, тобто без повороту (рис.3.8).

Застосовуються також розрізи, які виявляють внутрішню будову предмета в обмеженому місці - місцеві розрізи (рис.3.4, рис.3.6).

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 проєкційному 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 рис.3.6).

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 (рис.3.9а) та накладені (рис.3.9б, рис.3.9в). Якщо січна площина проходить через вісь отвору, що є поверхнею обертання, контур показують повністю (рис.3.9а).

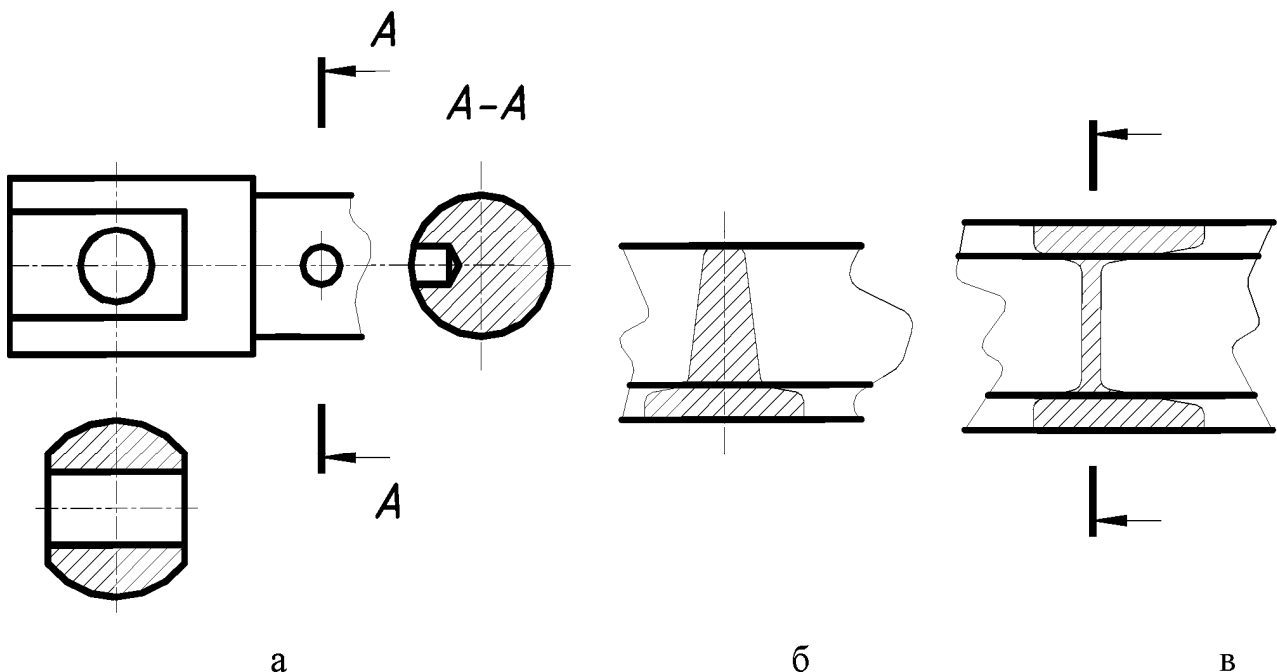


Рис. 3.9. Приклади застосування перерізів

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. Куткові 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 (рис.3.10,а). При послідовному розміщенні розмірів у вигляді ланцюжка і відсутності місця для стрілок допускається замінювати їх крапками або штрихами, що наносяться під кутом 45° (рис.3.10, б). Якщо стрілка перетинає лінію видимого контуру або виносну лінію, то названі лінії в місці розташування стрілки переривають (рис.3.10, в).

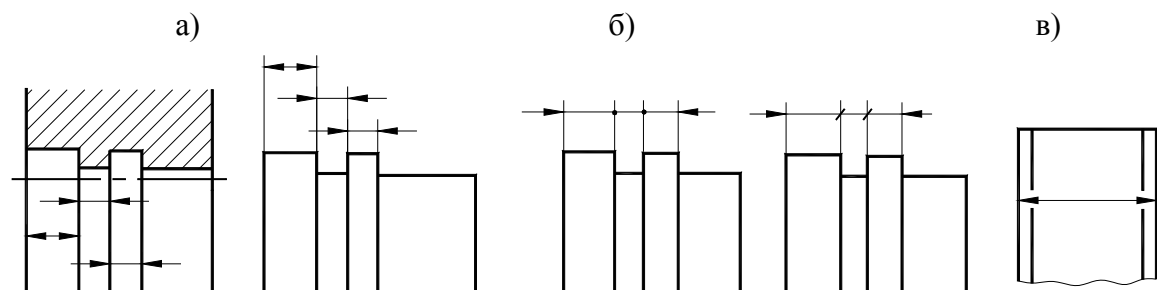


Рис. 3.10. Приклади нанесення розмірів

Мінімальна відстань між контурними та розмірними лініями - 10мм, між сусідніми розмірними - 7мм, виносні лінії повинні виходити за кінці стрілок розмірних ліній на 1...5 мм (рис.3.11)

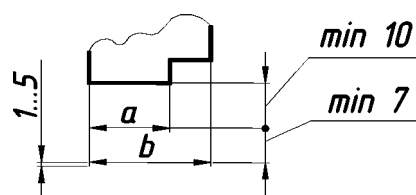


Рис. 3.11. Відстані між контурними та виносними лініями

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

Бажано 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 осьових, розмірних або центрових ліній. В місці нанесення розмірного числа осьові, центрові лінії та лінії штриховки мають бути перервані.

Діаметр та радіус позначаються знаками \varnothing та R, знаки \sphericalangle , \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.

3.1. Робота 2. Види.

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

Цю та всі наступні роботи рекомендується виконувати на форматі А3.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рис.3.12, виконано на рис. 3.13.

Варіанти завдань містяться в Додатку 3.

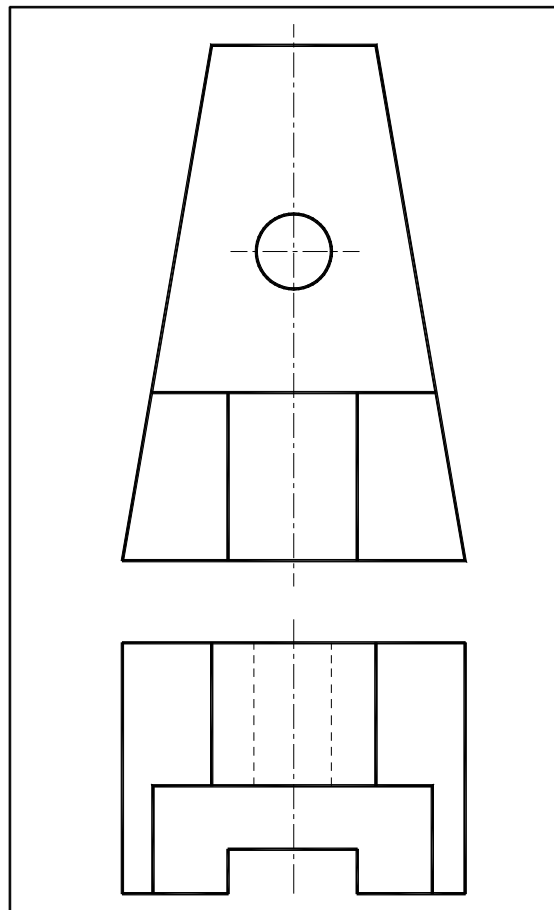


Рис. 3.12. Зразок деталі

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?

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

Напрямок проєкціювання при цьому не збігається з жодною з осей координат і може бути перпендикулярним або не перпендикулярним до площини P (прямокутна і косокутна аксонометрія відповідно). Рис.4.1 містить схему проєкціювання точки A на площину P . Точка A_p є аксонометричною проєкцією точки A , точка a_p - вторинна її проєкція.

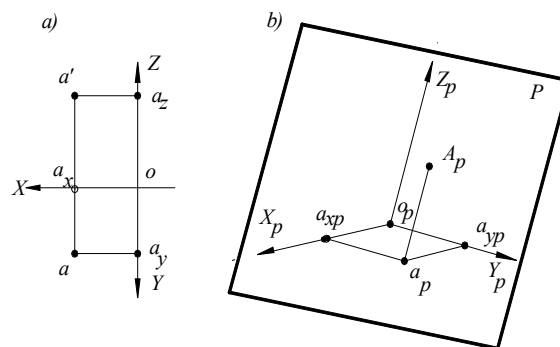


Рис. 4.1. Проєкціювання точки A на площину P

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 κ , паралельних вісі OY – через t 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 φ - кут між напрямком проєкціювання та площиною Р.

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

Встановлено 5 стандартних видів аксонометрії:

- прямокутна ізометрія (рис.4.2а). Коефіцієнти спотворення рівні і становлять $k = m = n = 0,82$. Для спрощення користуються так званими приведеними коефіцієнтами: $k = m = n = 1$;
- прямокутна диметрія (рис.4.2б), для якої $k = n = 0,94$; $m = 0,47$ (приведені коефіцієнти $k = n = 1$; $m = 0,5$);
- косокутна фронтальна ізометрія (рис.4.3а), виконується без спотворення по осям;
- косокутна горизонтальна ізометрія (рис.4.3б), виконується без спотворення по осям;
- косокутна фронтальна диметрія (рис.4.3в), для якої коефіцієнти спотворення $k = n = 1$; $m = 0,5$;

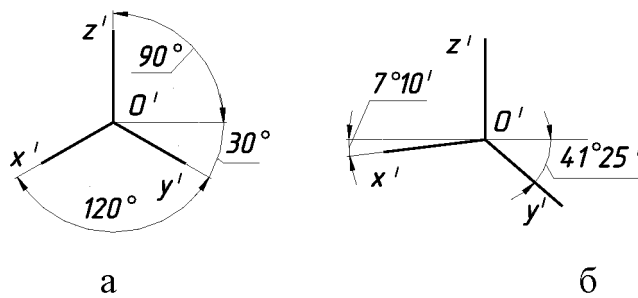


Рис. 4.2. Розташування осей у прямокутній ізометрії (а) і диметрії (б)

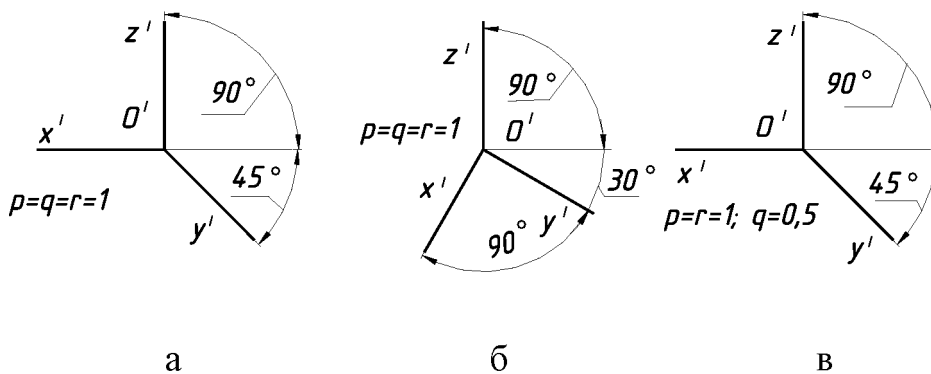


Рис. 4.3. Косокутна фронтальна (а) та горизонтальна (б) ізометрія, фронтальна симетрія (в)

На рис.4.4 зображений правильний шестикутник, розташований в горизонтальній площині, центр якого співпадає з початком координат, а дві вершини належать осі x (рис.4.4а), в ізометрії (рис.4.4б) та диметрії (рис.4.4в).

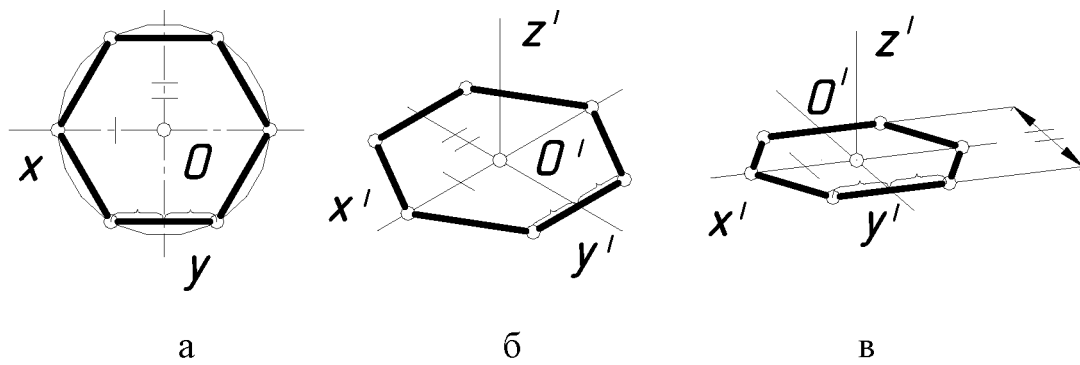


Рис. 4.4. Приклади побудови шестикутника в аксонометрії

Аксонометричною 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 (рис. 4.5).

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 рис. 4.6 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.

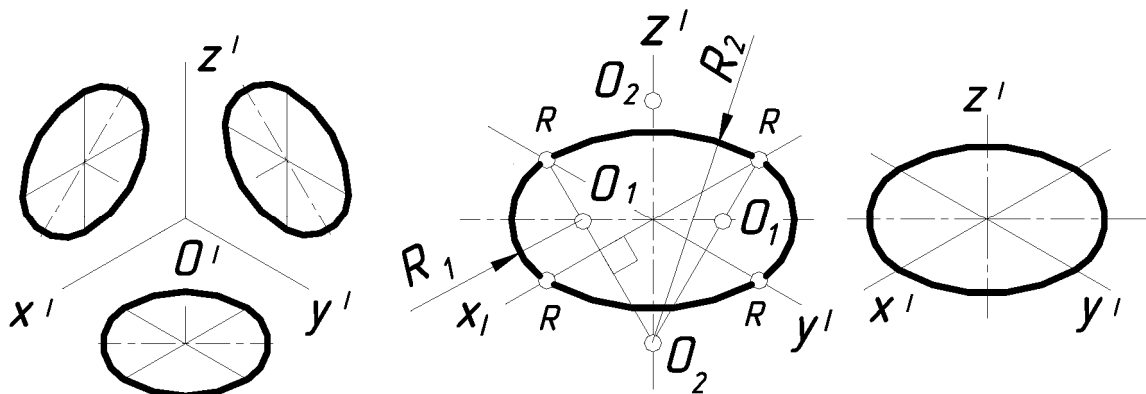


Рис. 4.5 Аксонометрична проекція кола

Рис. 4.6 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 рис. 4.7 показані обидва способи виконання штриховки в прямокутній ізометрії.

На рис. 4.8 зображені деталі з різним розташуванням циліндричних отворів.

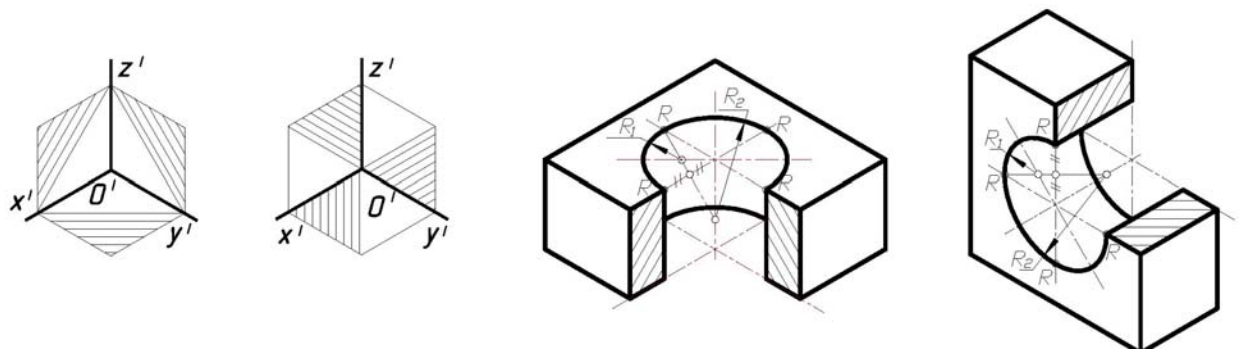


Рис. 4.7. Виконання штриховки в аксонометрії **Рис. 4.8. Розташування циліндричних отворів**

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 рис 4.9 (спочатку виконується аксонометричне зображення всієї деталі, потім частина зображення видаляється), або так, як зображено на рис 4.10 (побудова аксонометрії деталі починається з побудови перерізів).

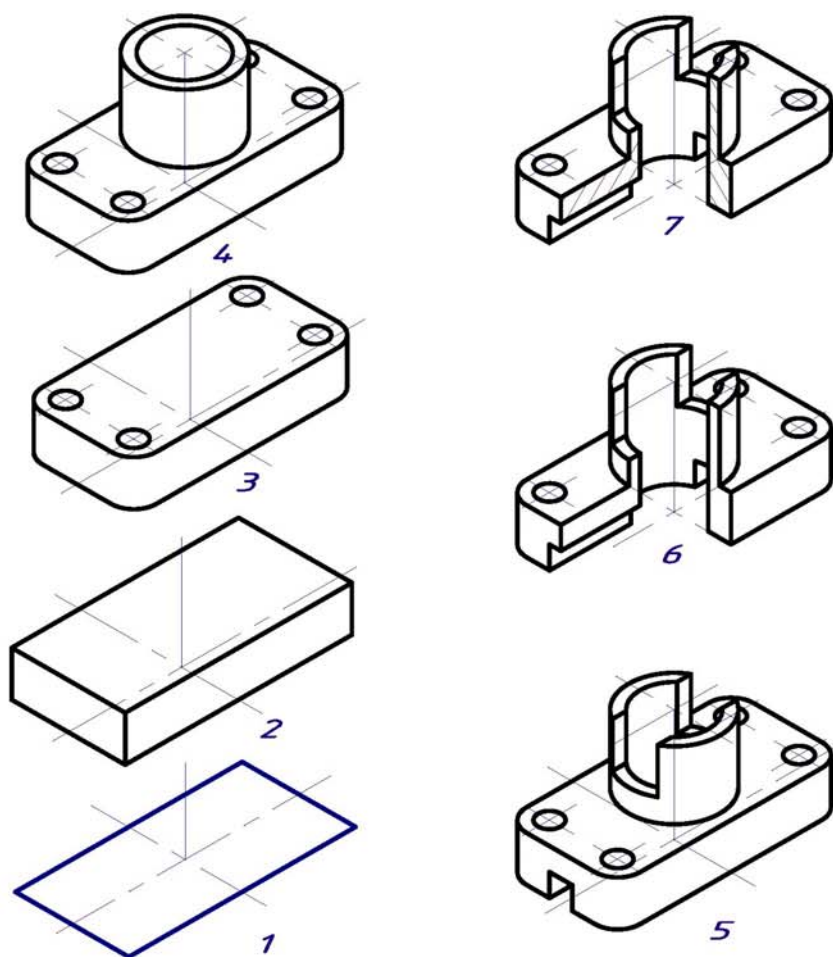


Рис. 4.9

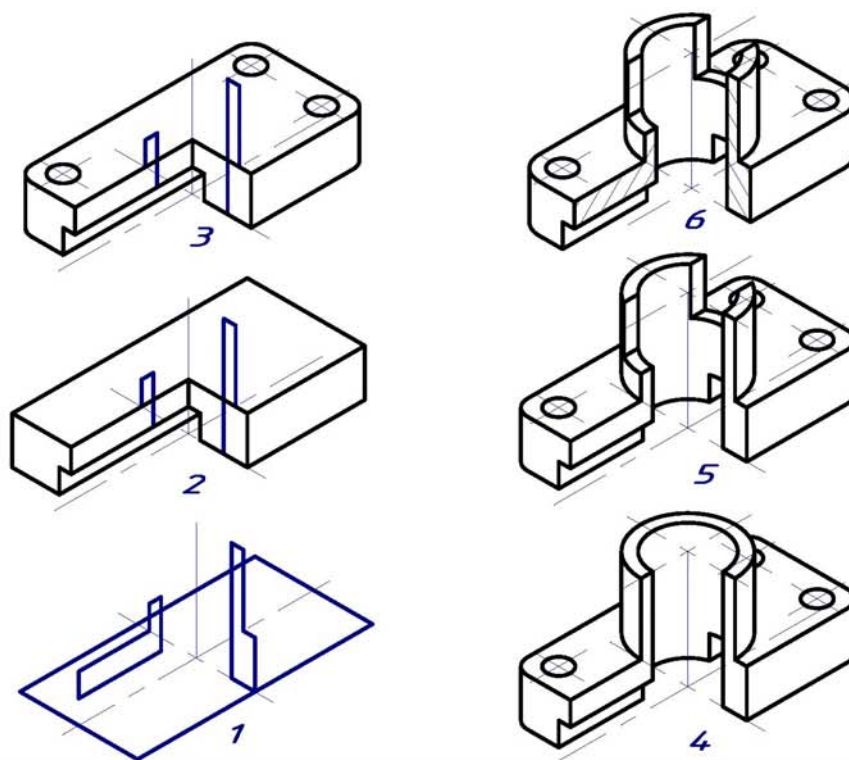


Рис. 4.10. Послідовність виконання аксонометричної проєкції деталі

4.1. Робота 4. Аксонометрія.

Виконується прямокутна ізометрія деталі з вирізом її частини.

Зразок цієї роботи для деталі, зображеної на рис. 3.14, виконано на рис. 4.11, варіанти завдань розміщені в Додатку 4

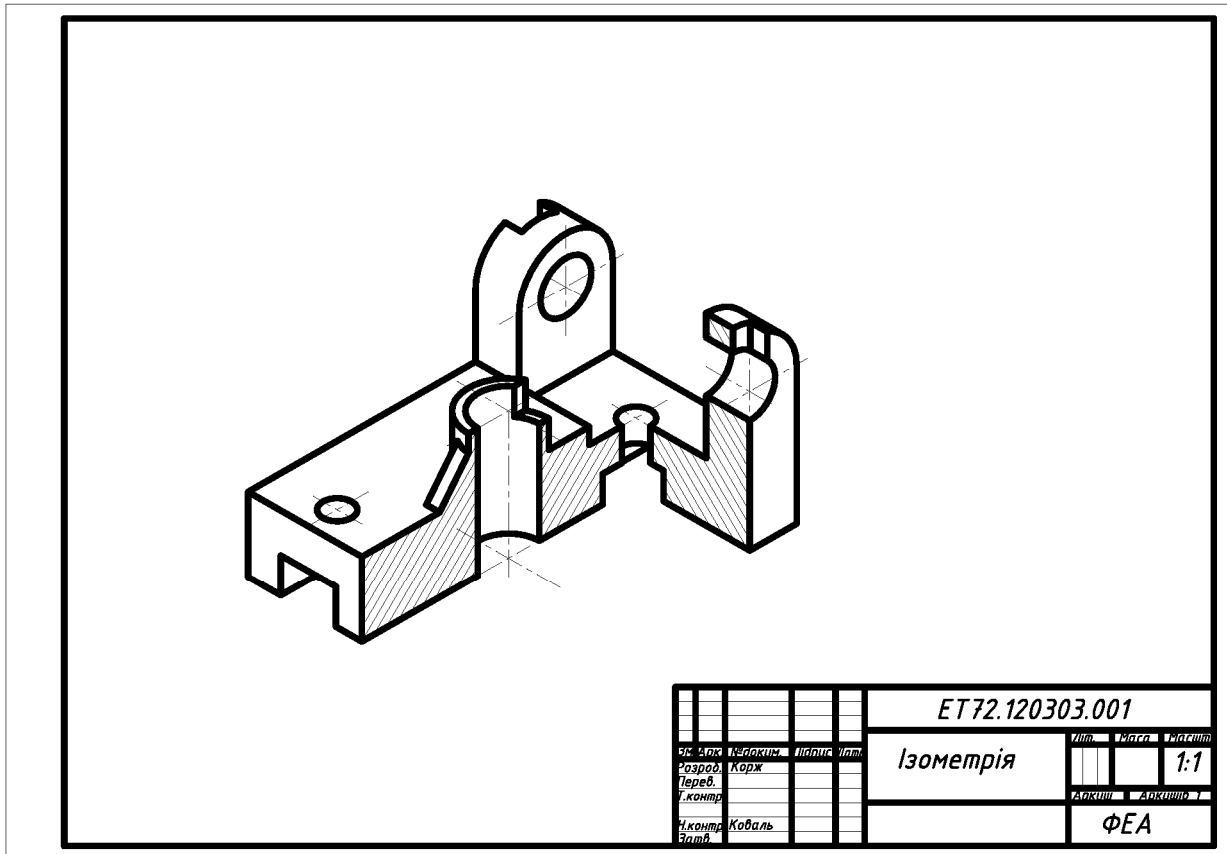


Рис. 4.11. Зразок оформлення роботи №4

Питання для самоперевірки

1. Які зображення називають аксонометричними?
2. В якому випадку аксонометричні проєкції називаються прямокутними?
3. Як визначаються коефіцієнти спотворення?
4. Практичні значення коефіцієнтів спотворення.
5. Як проєктуються 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?

ЛІТЕРАТУРА

1. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение. – М.: Высш. шк., 1988.- 381 с.: іл.
2. Методичні вказівки з геометричного та проєкційного креслення / Укладач Г.М. Коваль.-К.: НГУУ "КПІ, 2014- 36 с.
3. Блюк А.В., Ванін В.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навч. посібник. 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.: іл

5. Хаскин А.М. Черчение. – К.: Вища школа, 1972. – 443 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Шрифти креслярські

АБВГДЕЄЖЗИІЙКЛМН

ОПРСТУФХЦЧШЩЬЮЯ

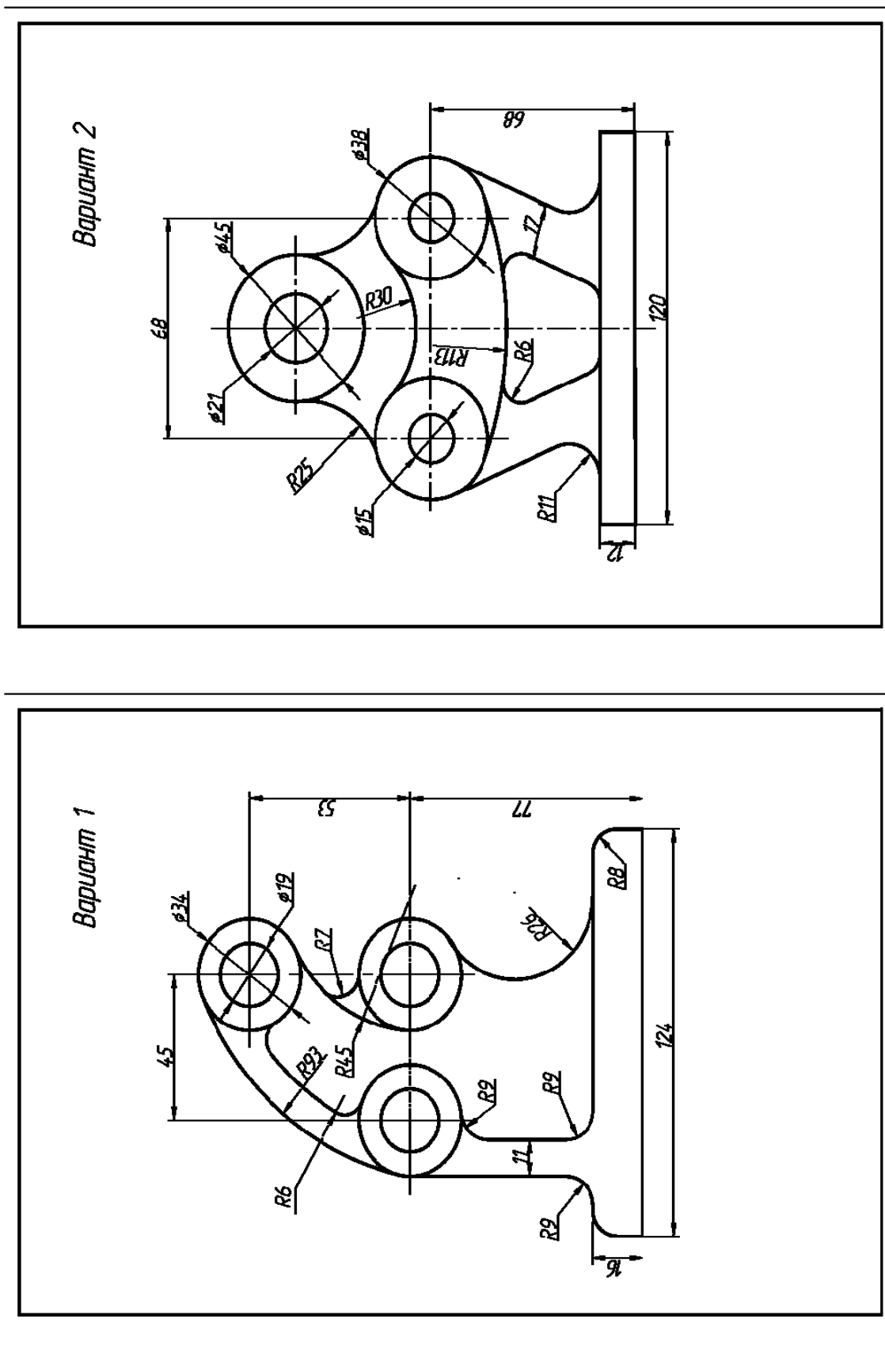
1234567890 3

R3 Ø5* □7▷1:10 ▷1:5 s4

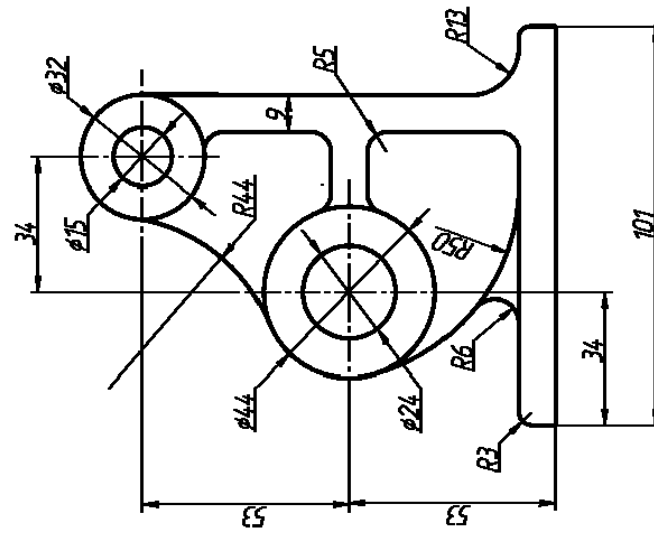
абвгдеєжзиіїйклмн

опрстуфхцчшщьюя

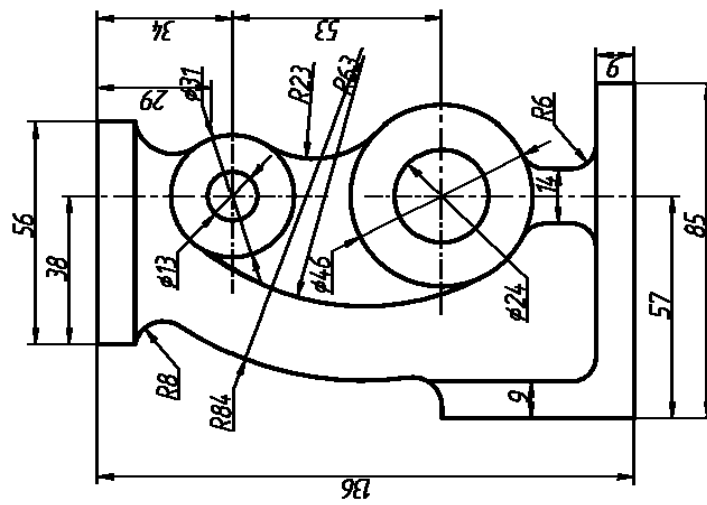
Додаток 2
Спряження. Варіанти завдань

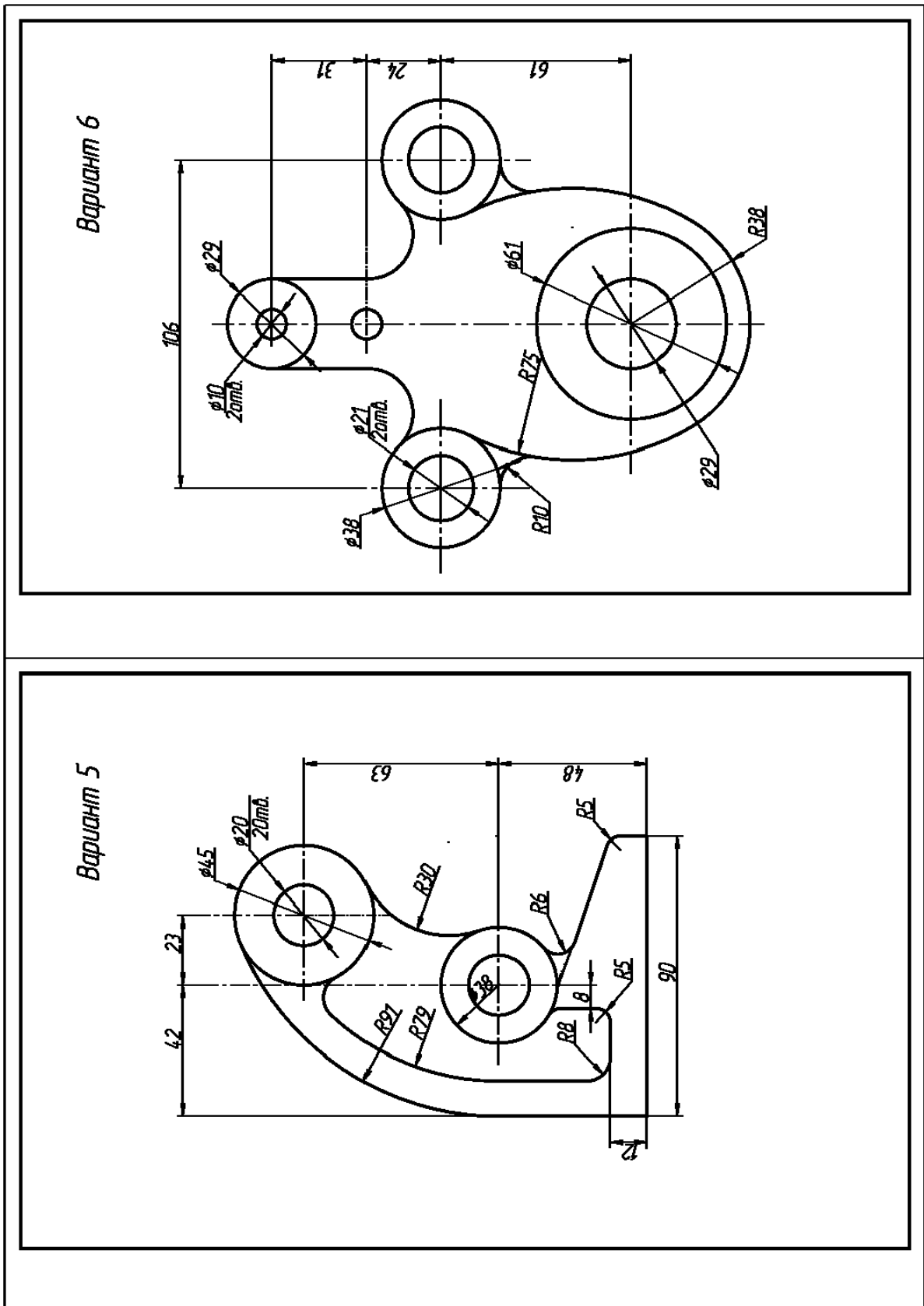


Варіант 4

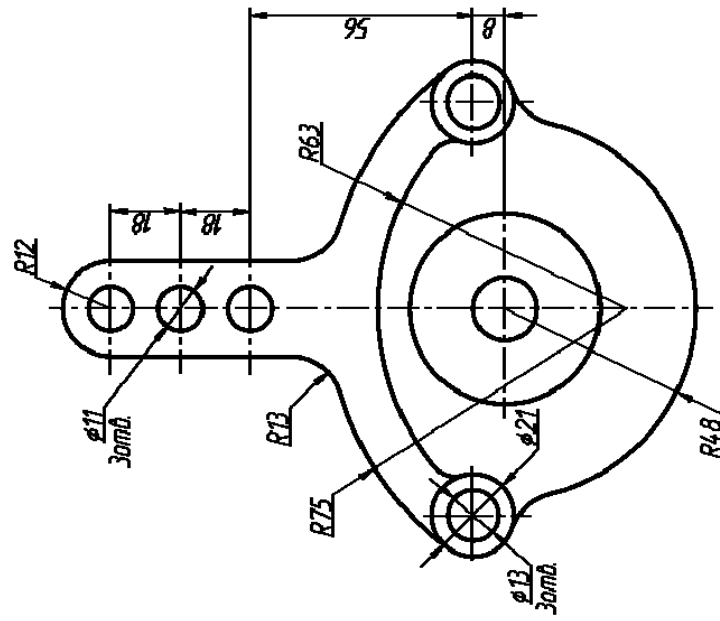


Варіант 3

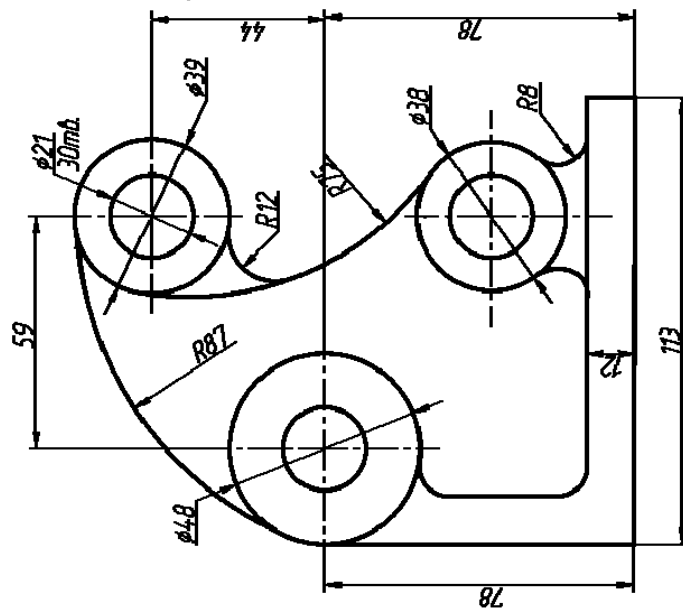


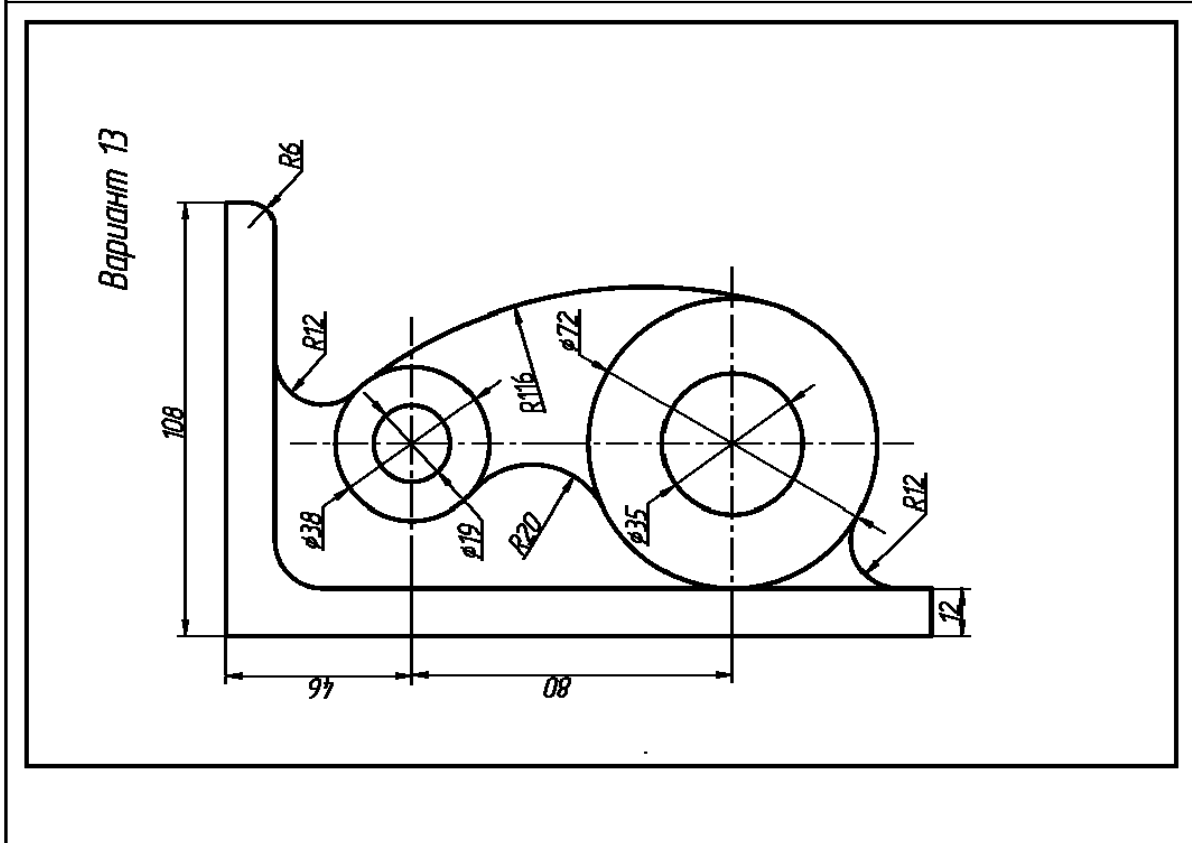
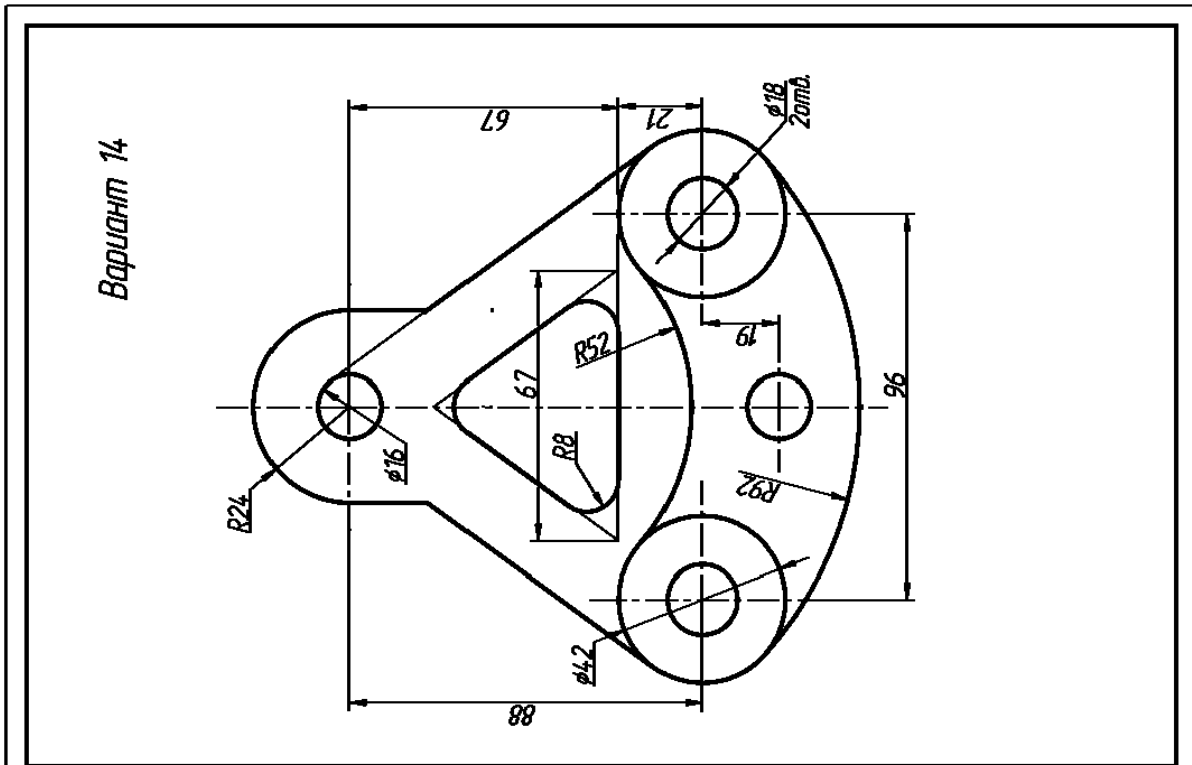


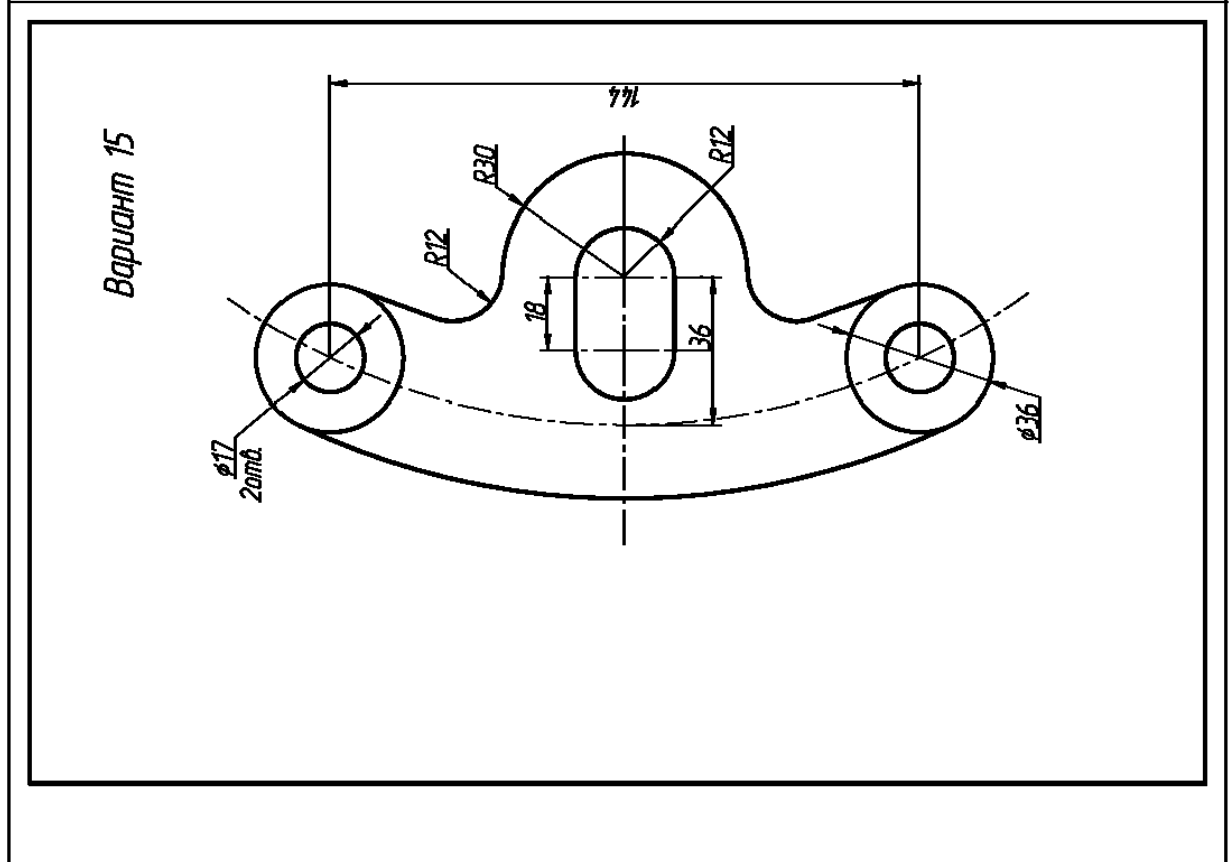
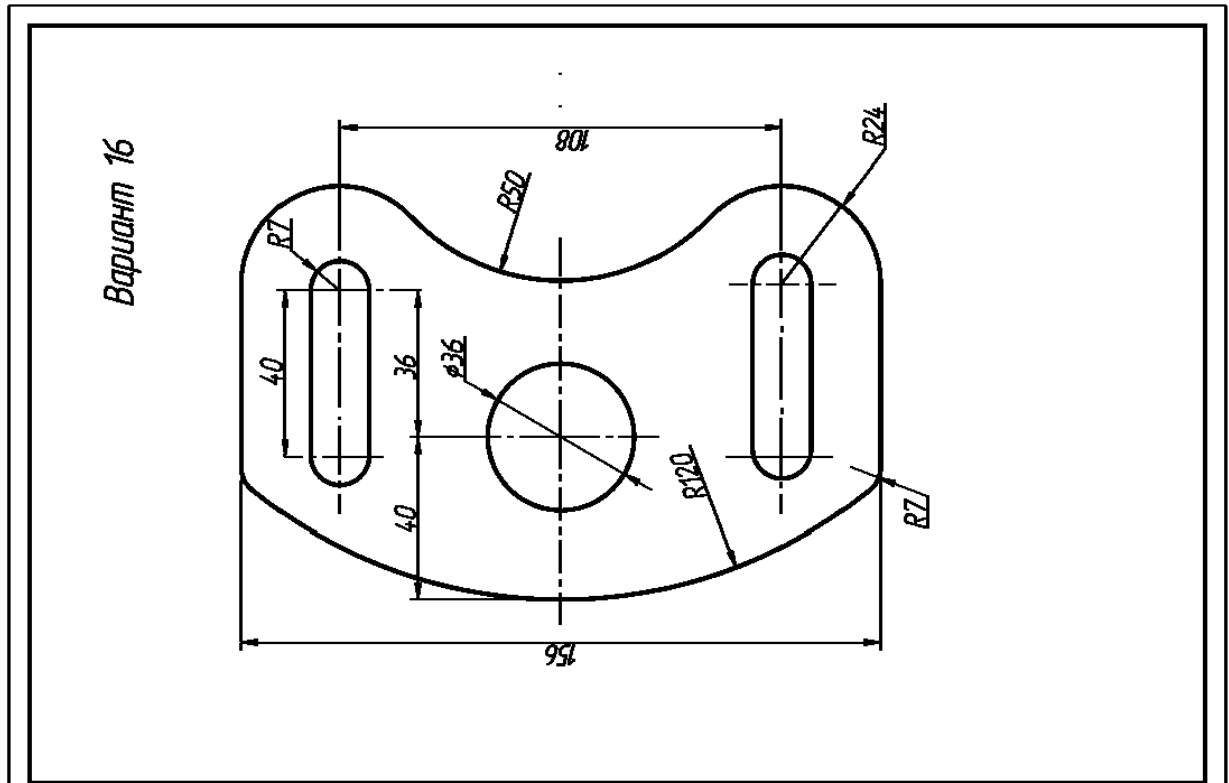
Варіант 10



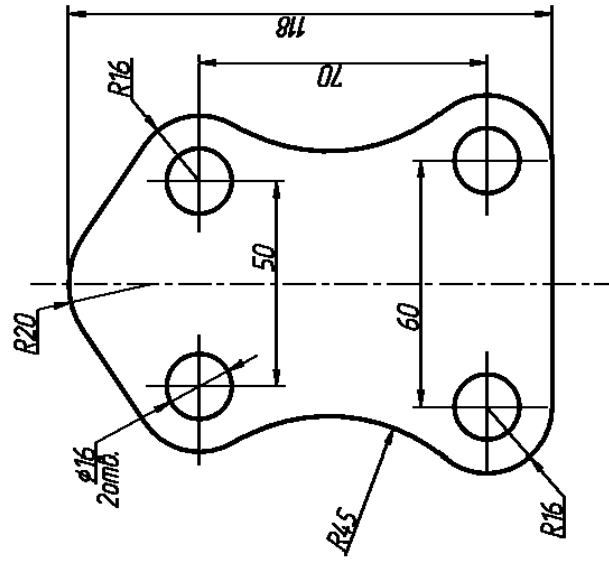
Варіант 9



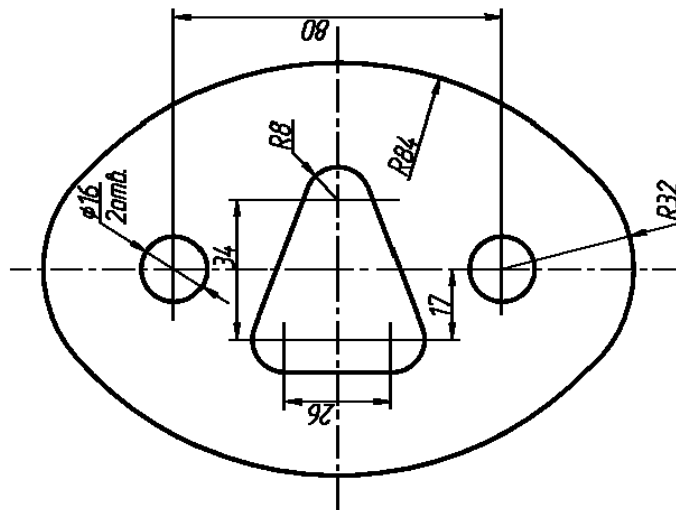




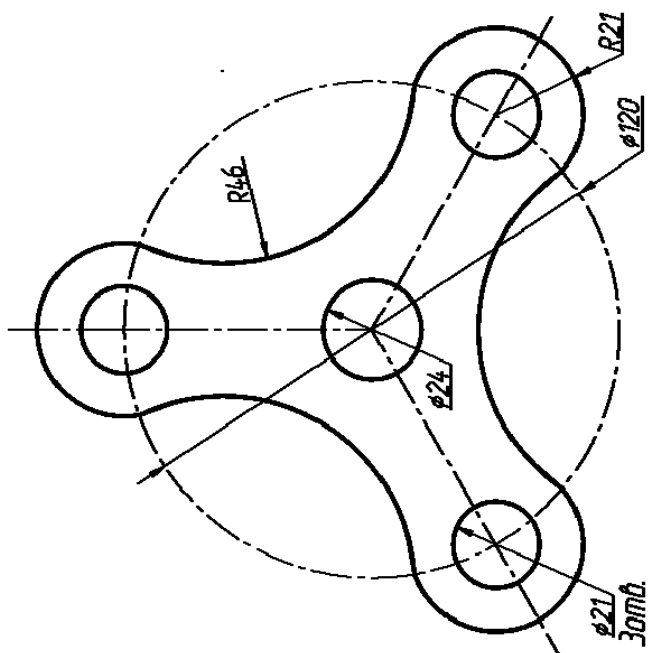
Варіант 18



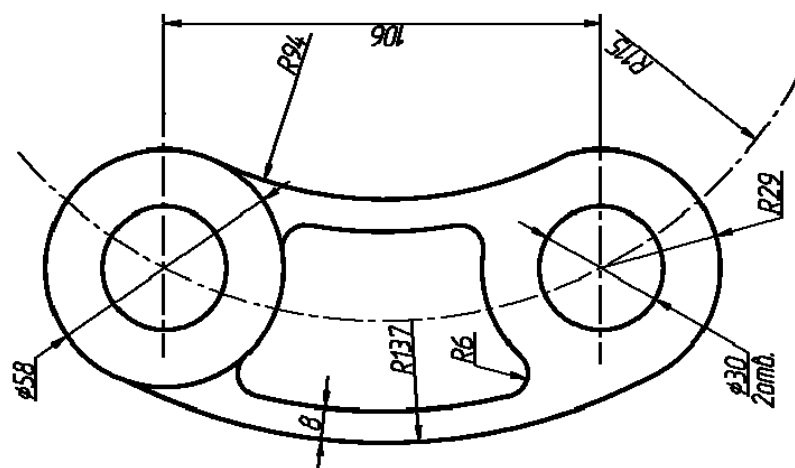
Варіант 17



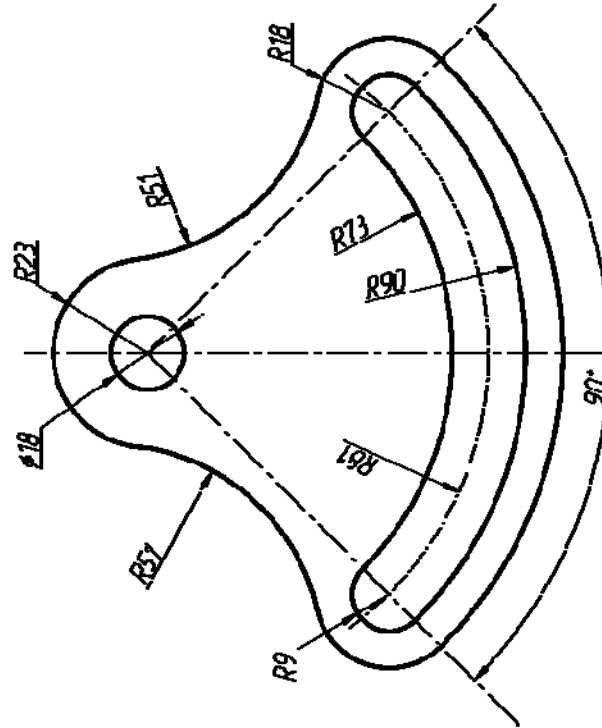
Варіант 20



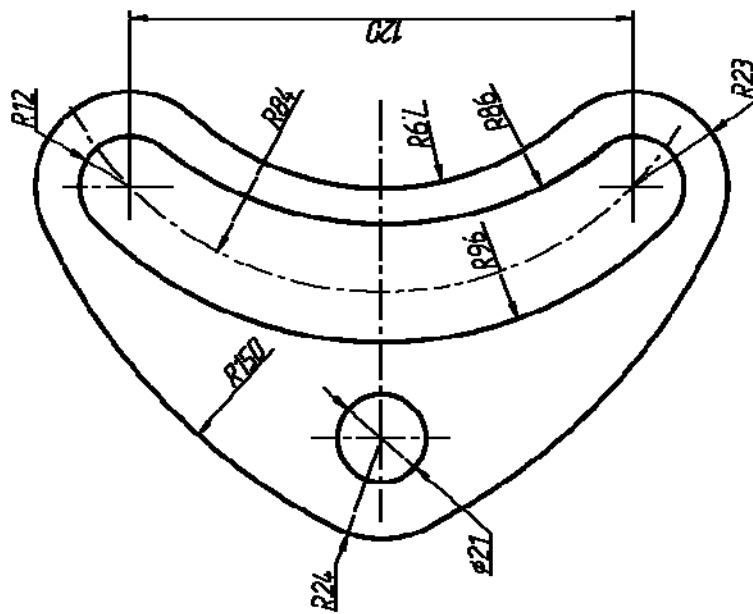
Варіант 19



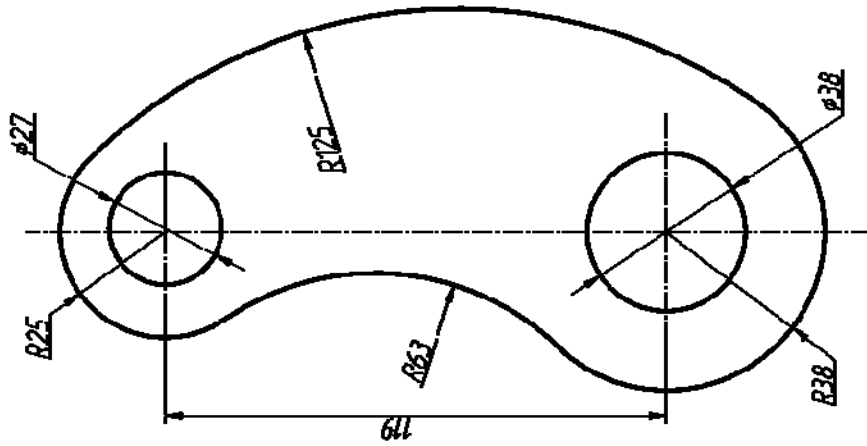
Варіант 22



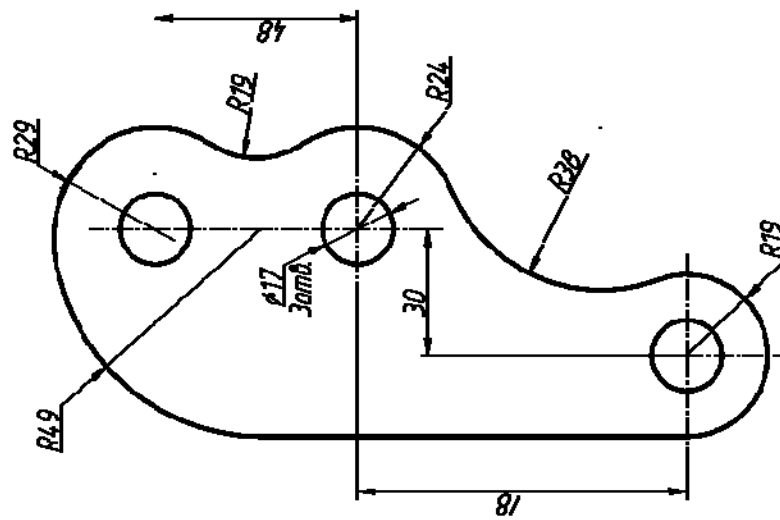
Варіант 21



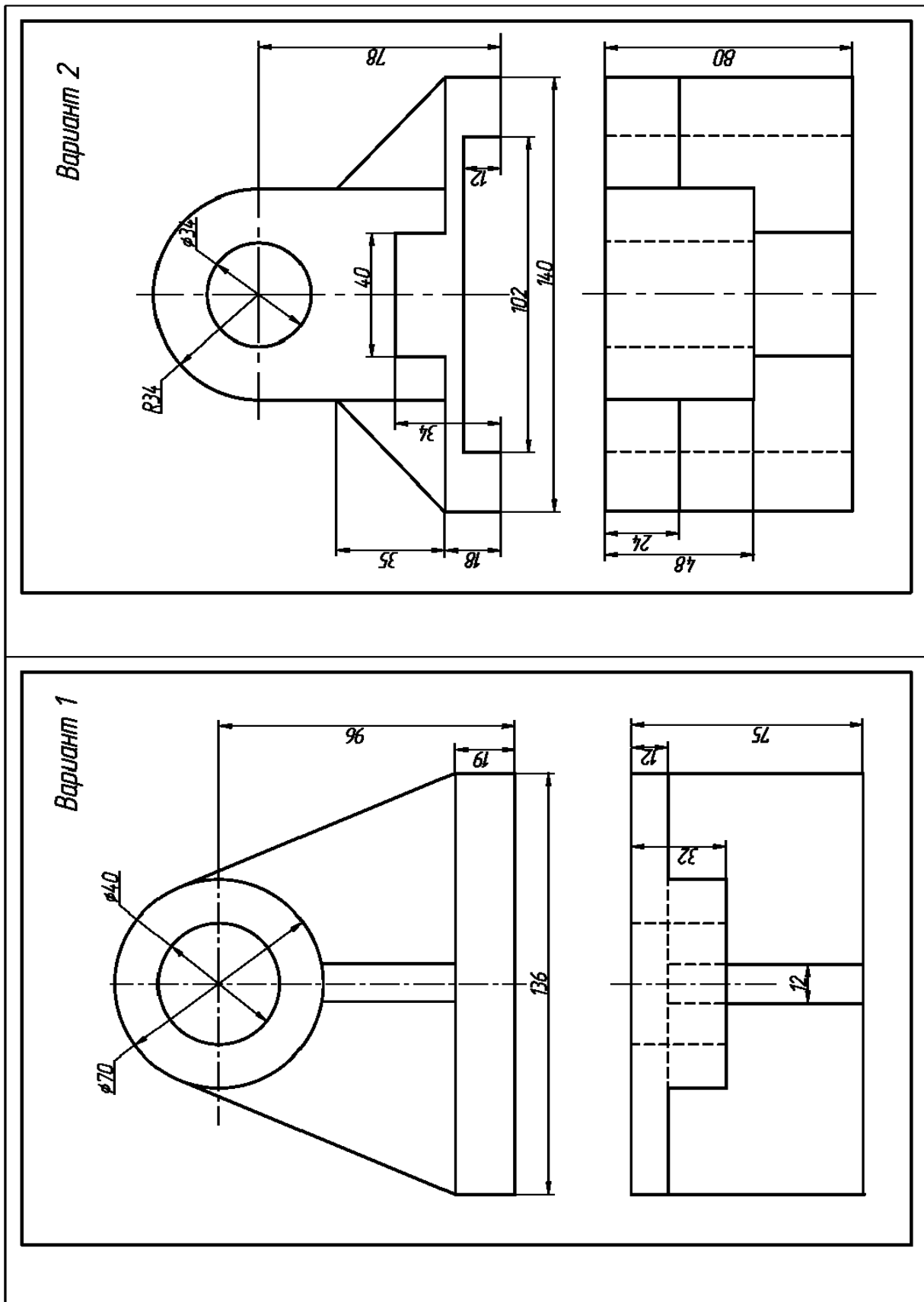
Варіант 24

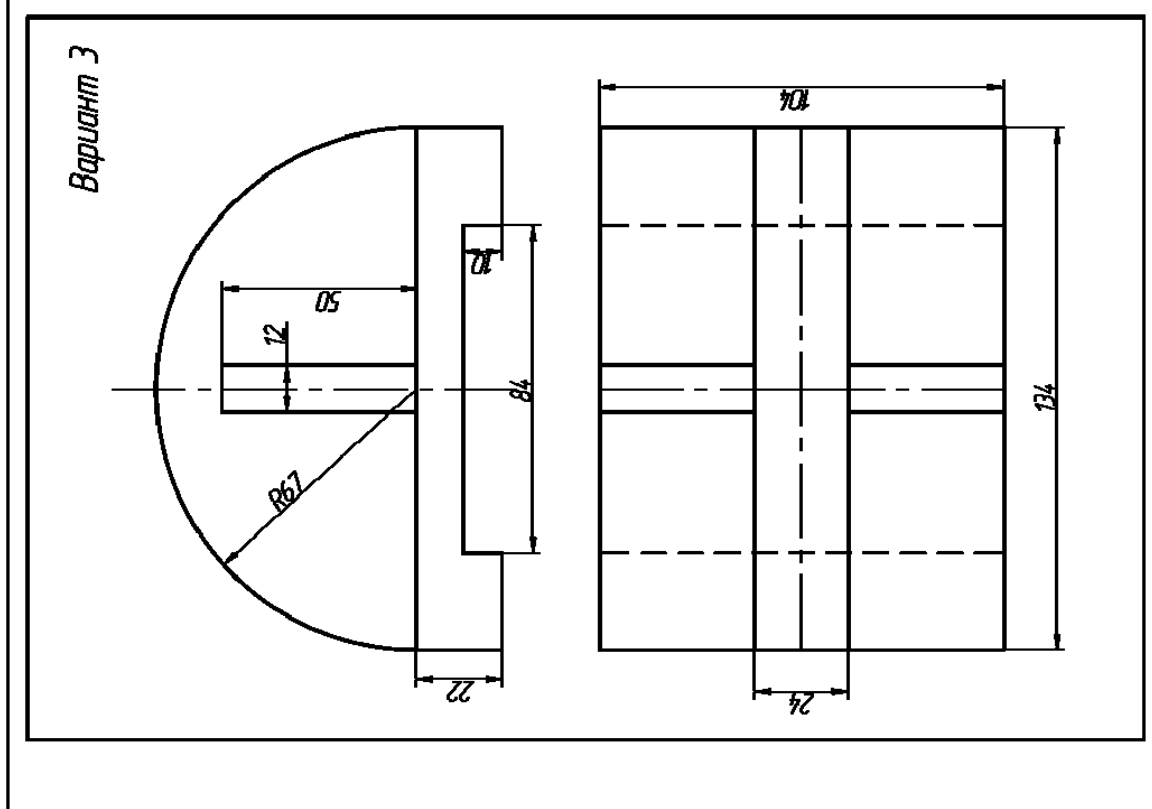
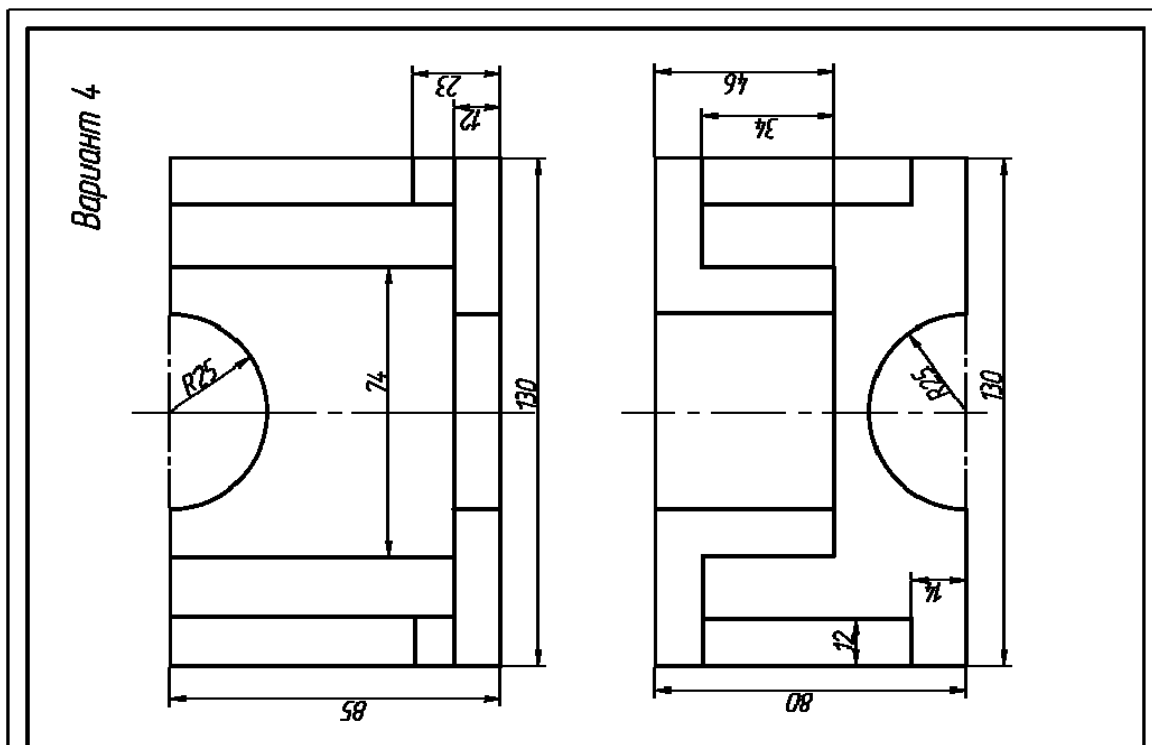


Варіант 23

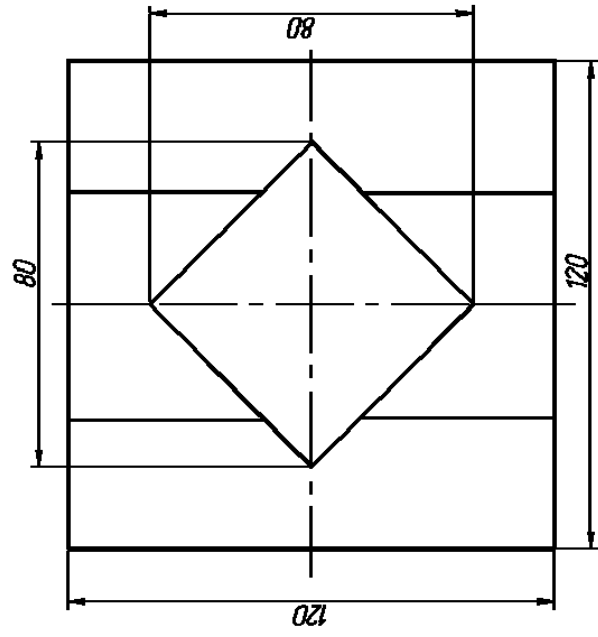
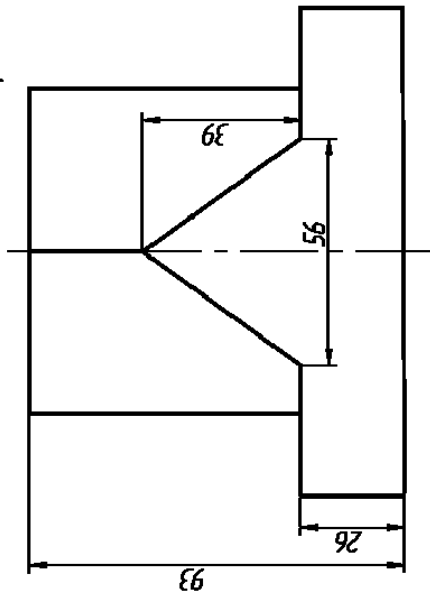


Додаток 3
Види. Варіанти завдань

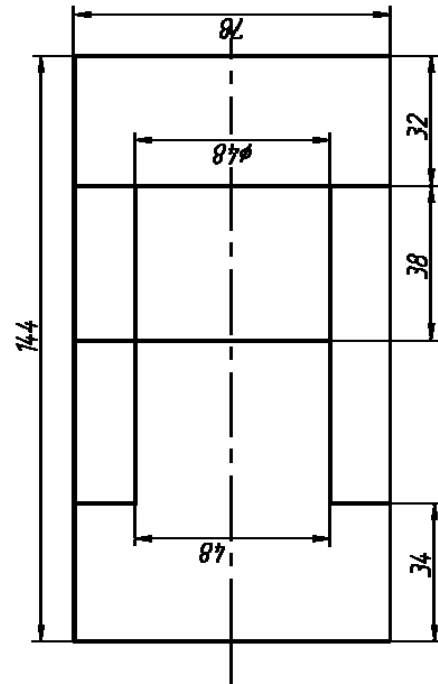
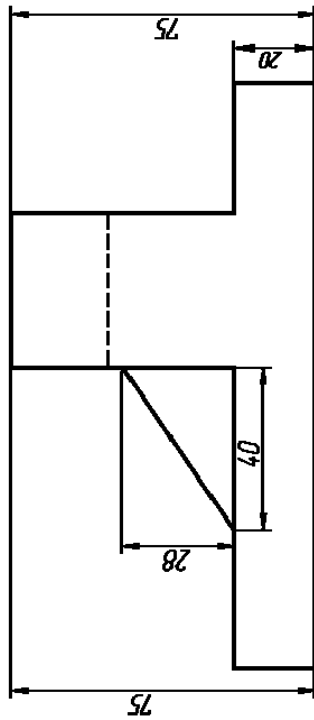




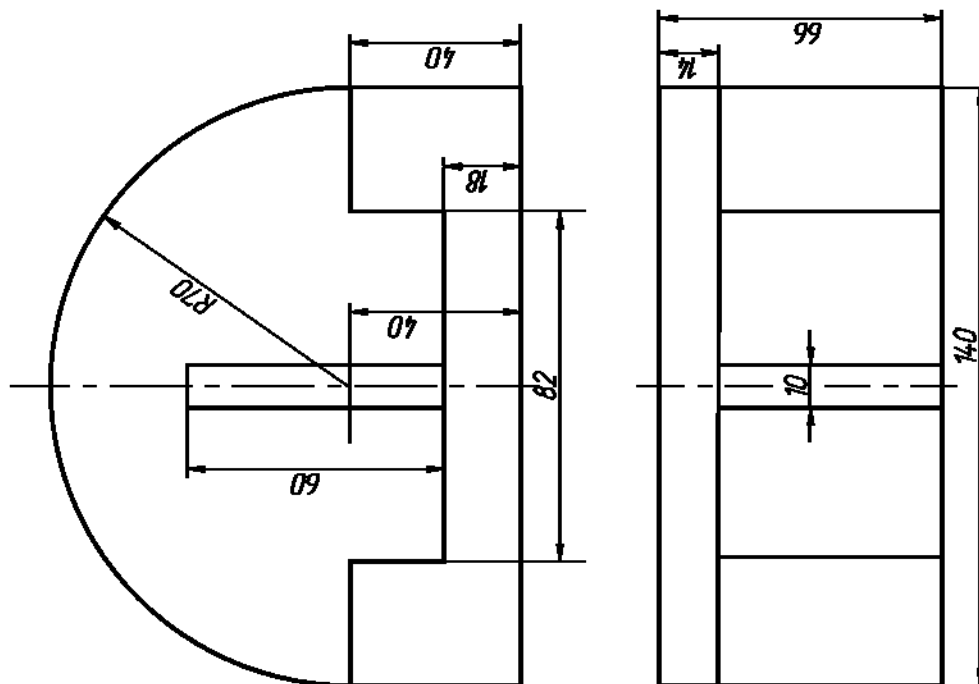
Варіант 6



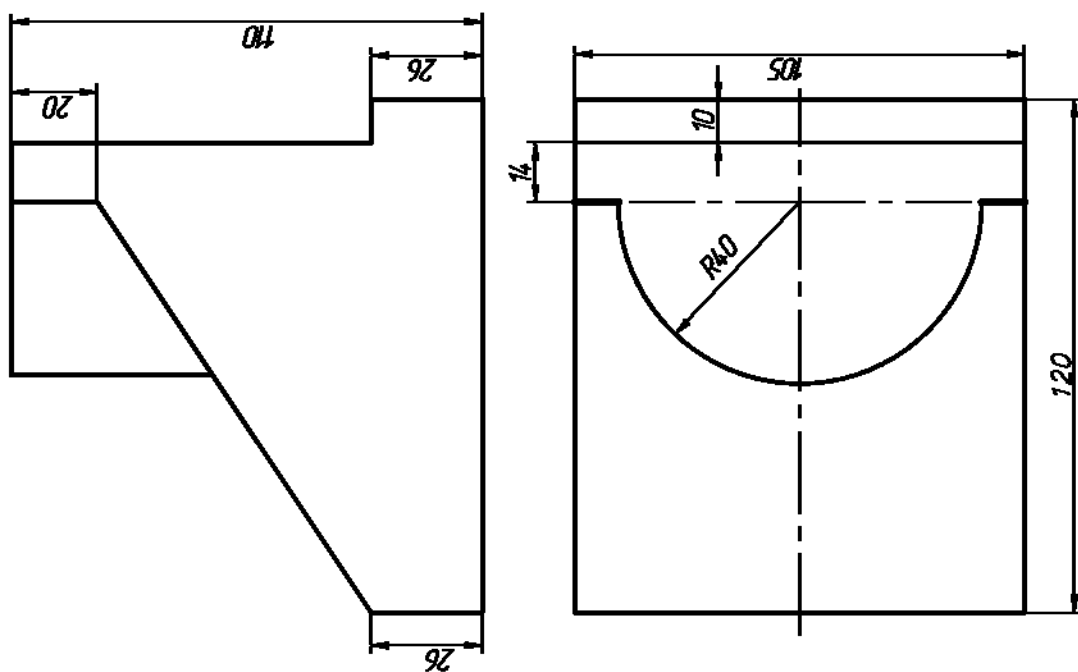
Варіант 5



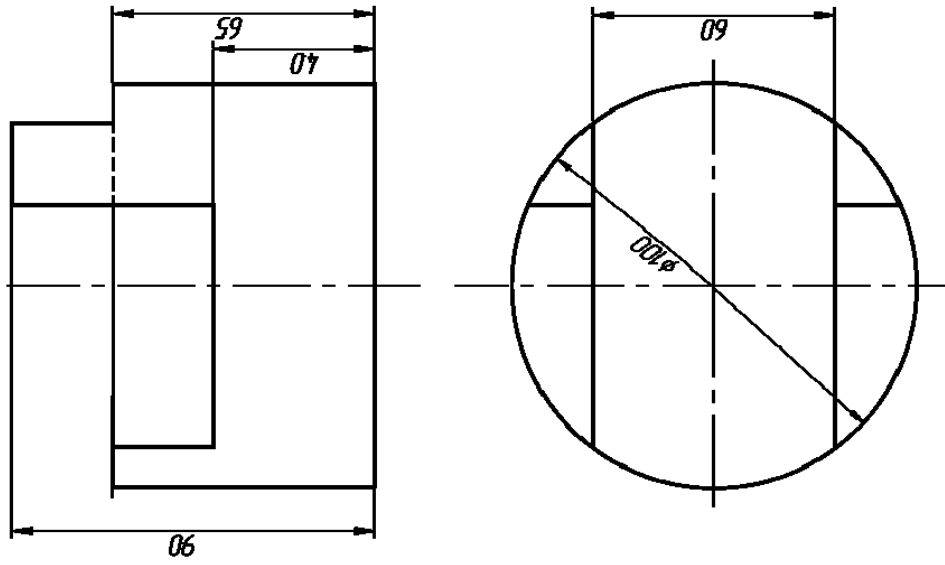
Варіант 8



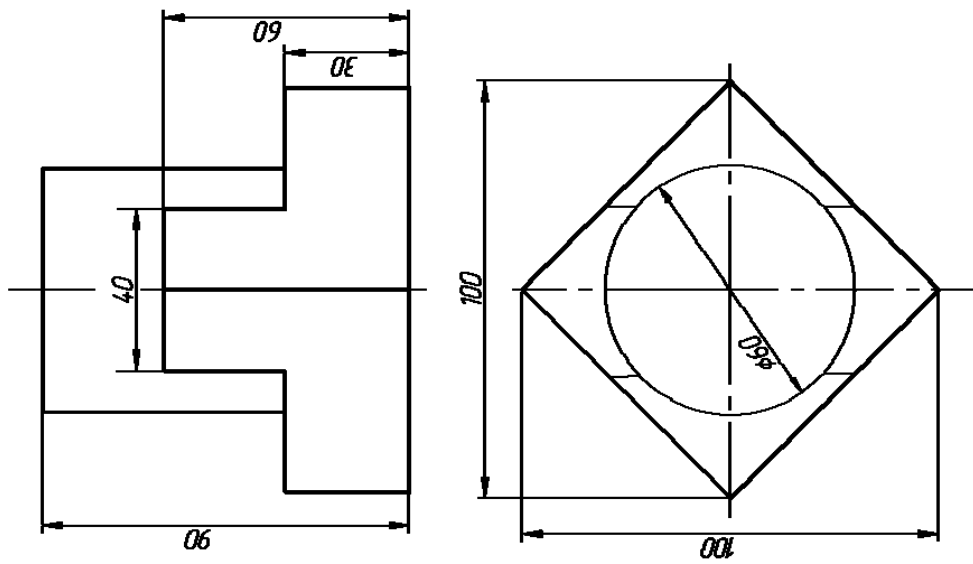
Варіант 7



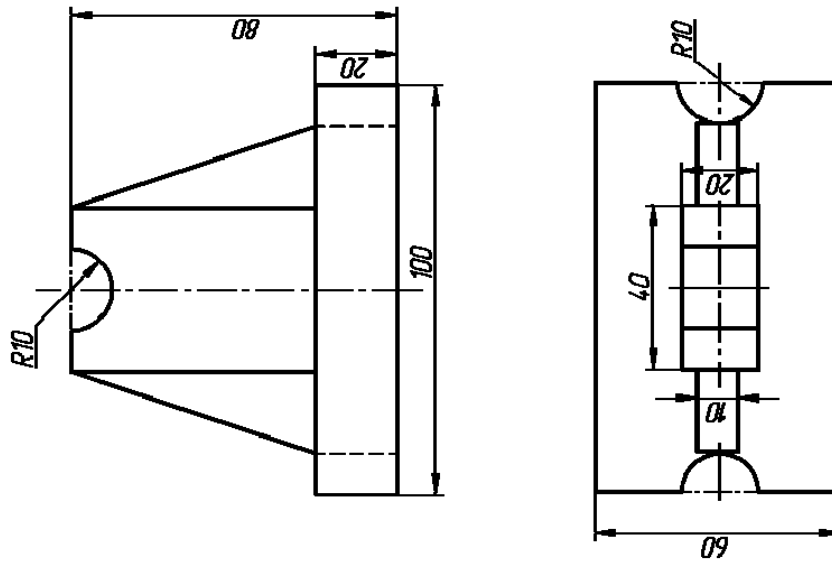
Варіант 10



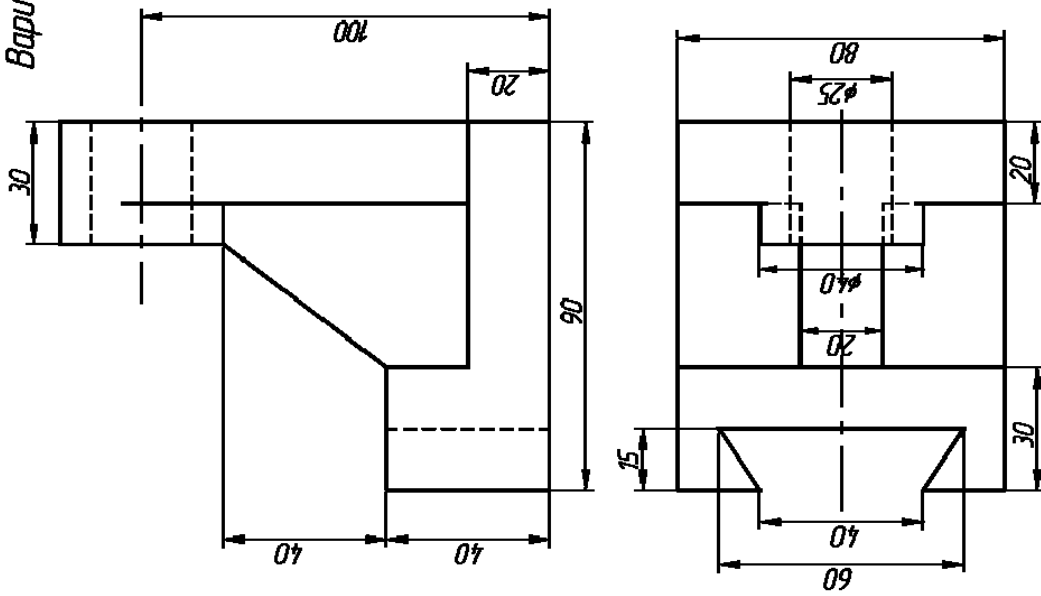
Варіант 9



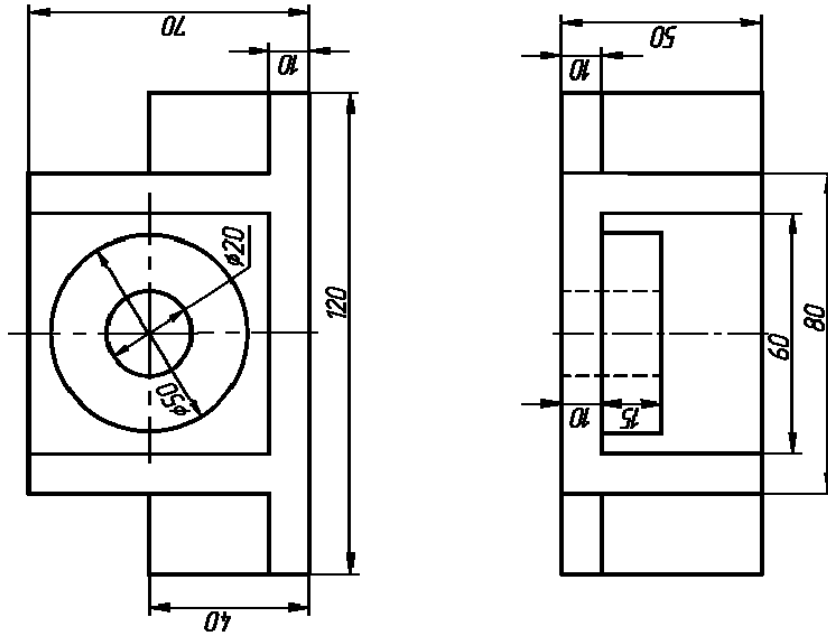
Варіант 12



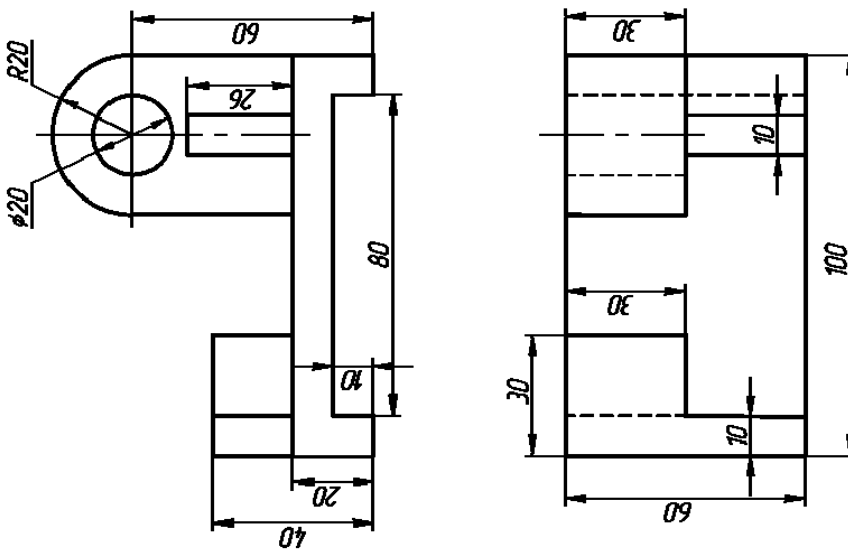
Варіант 11



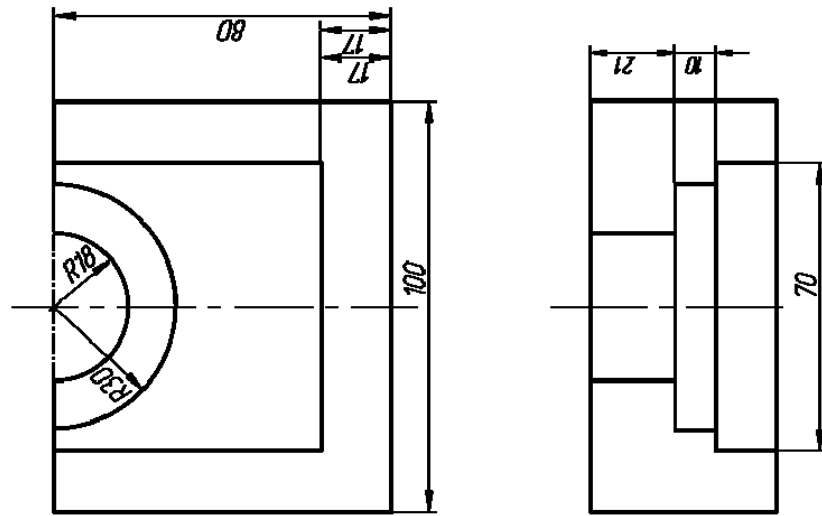
Варіант 14



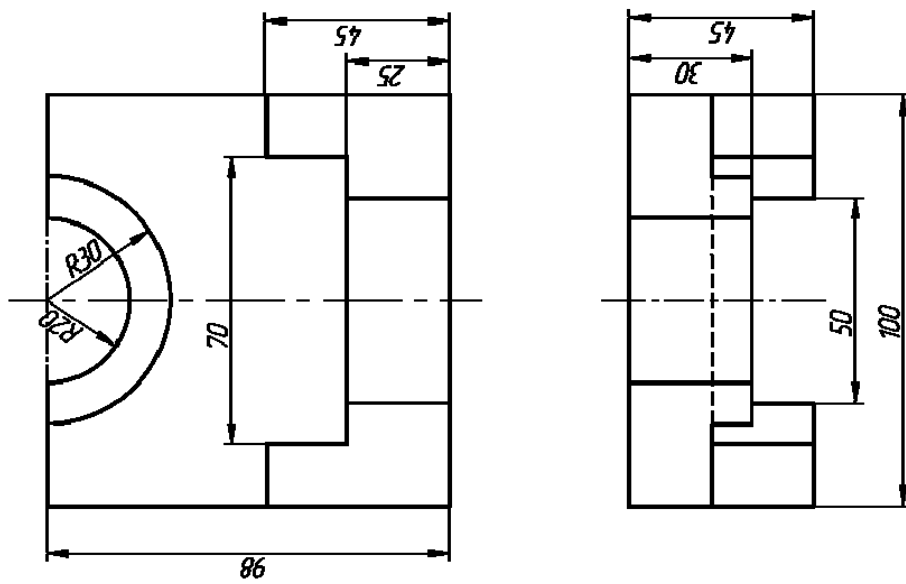
Варіант 13



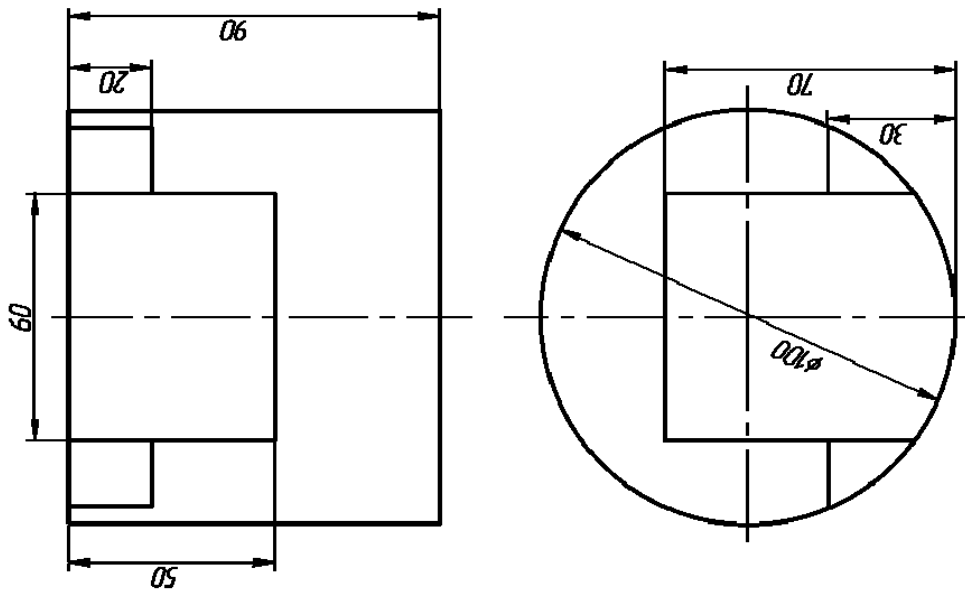
Варіант 16



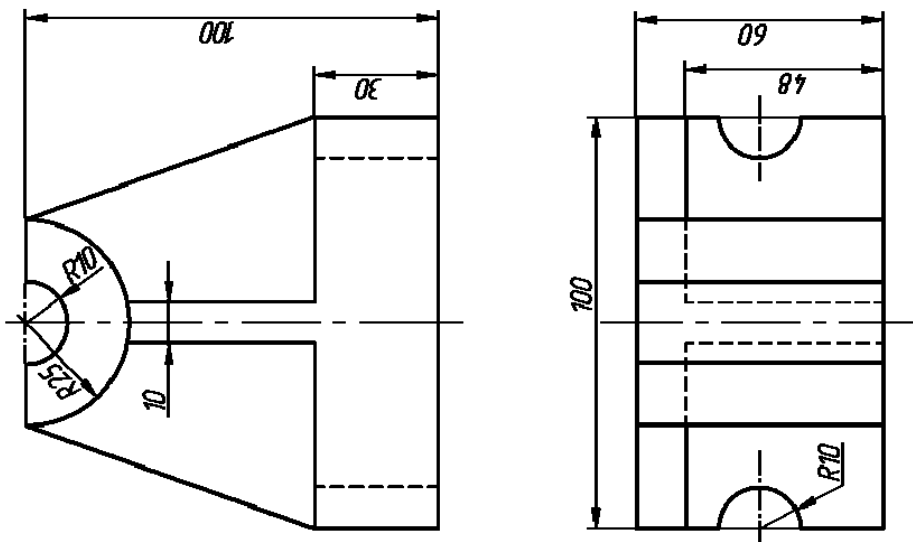
Варіант 15

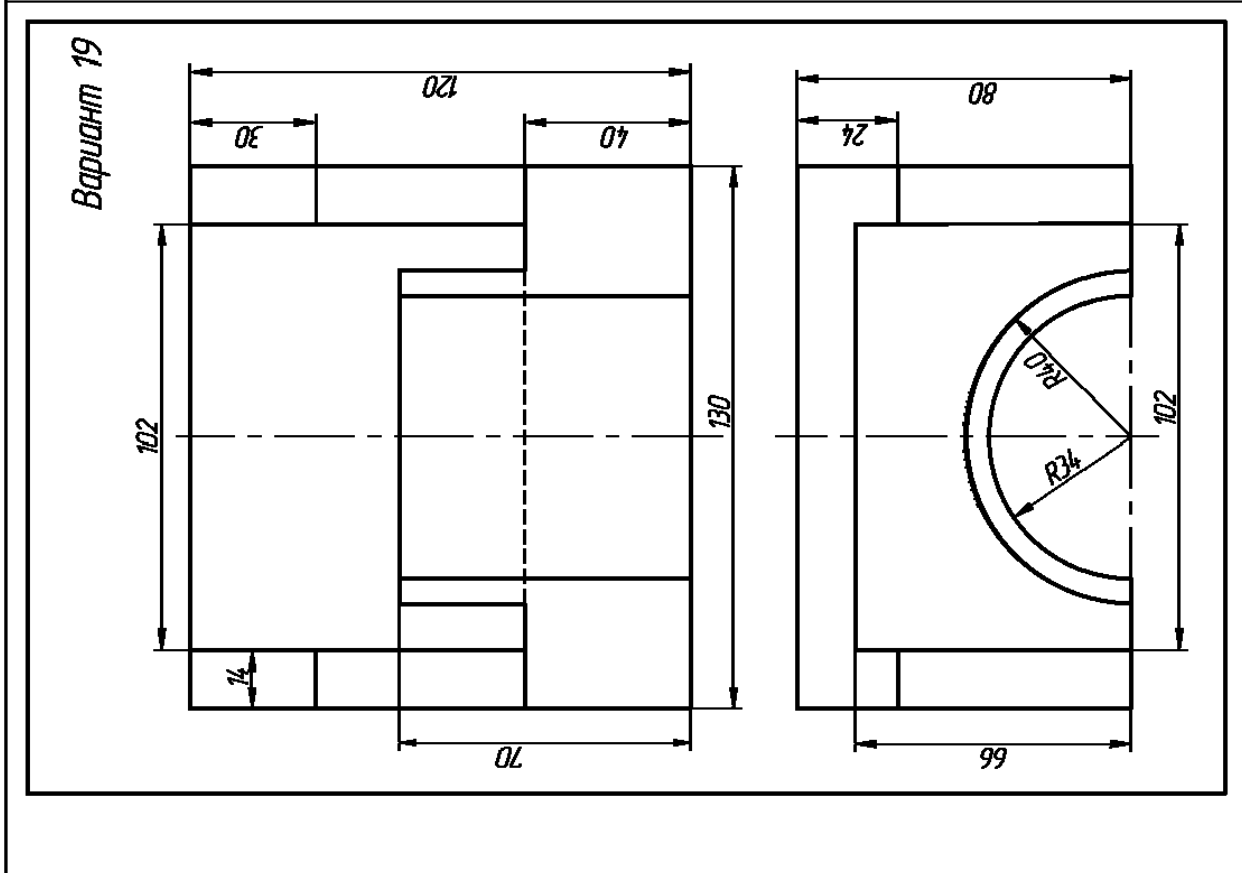
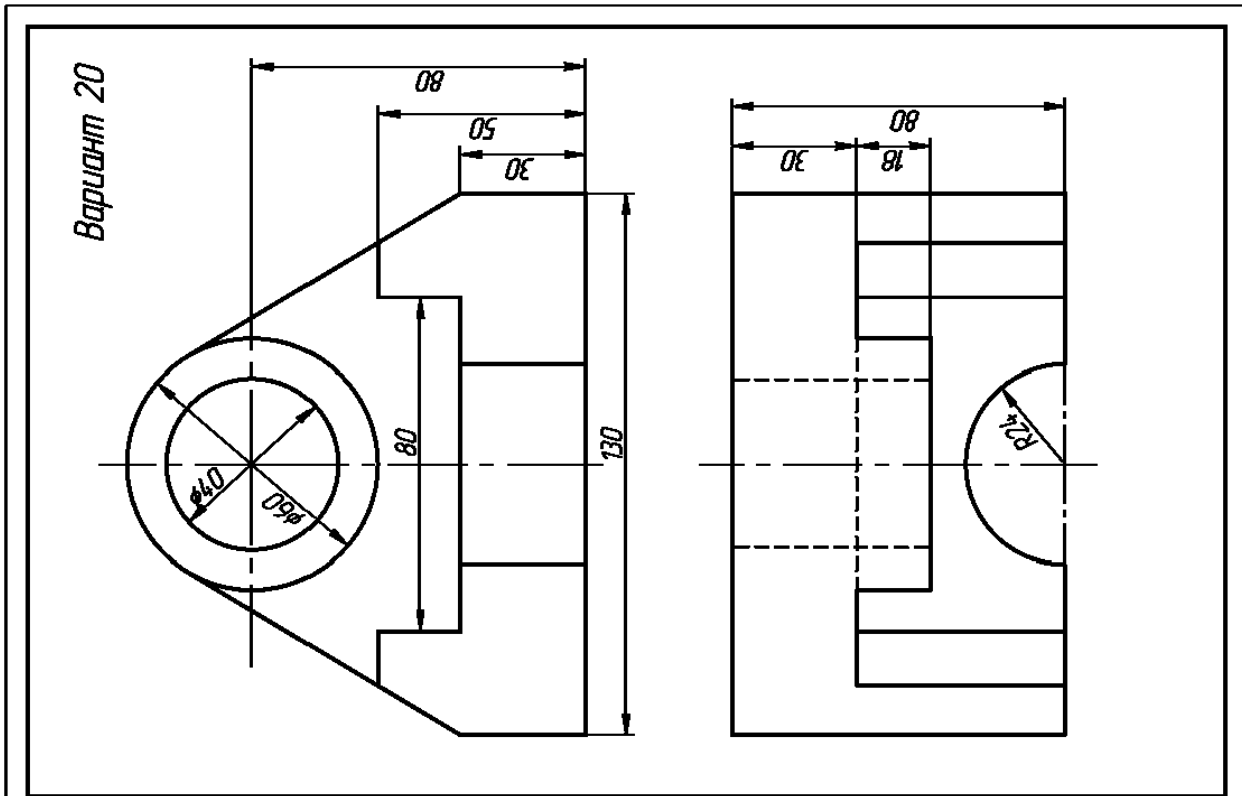


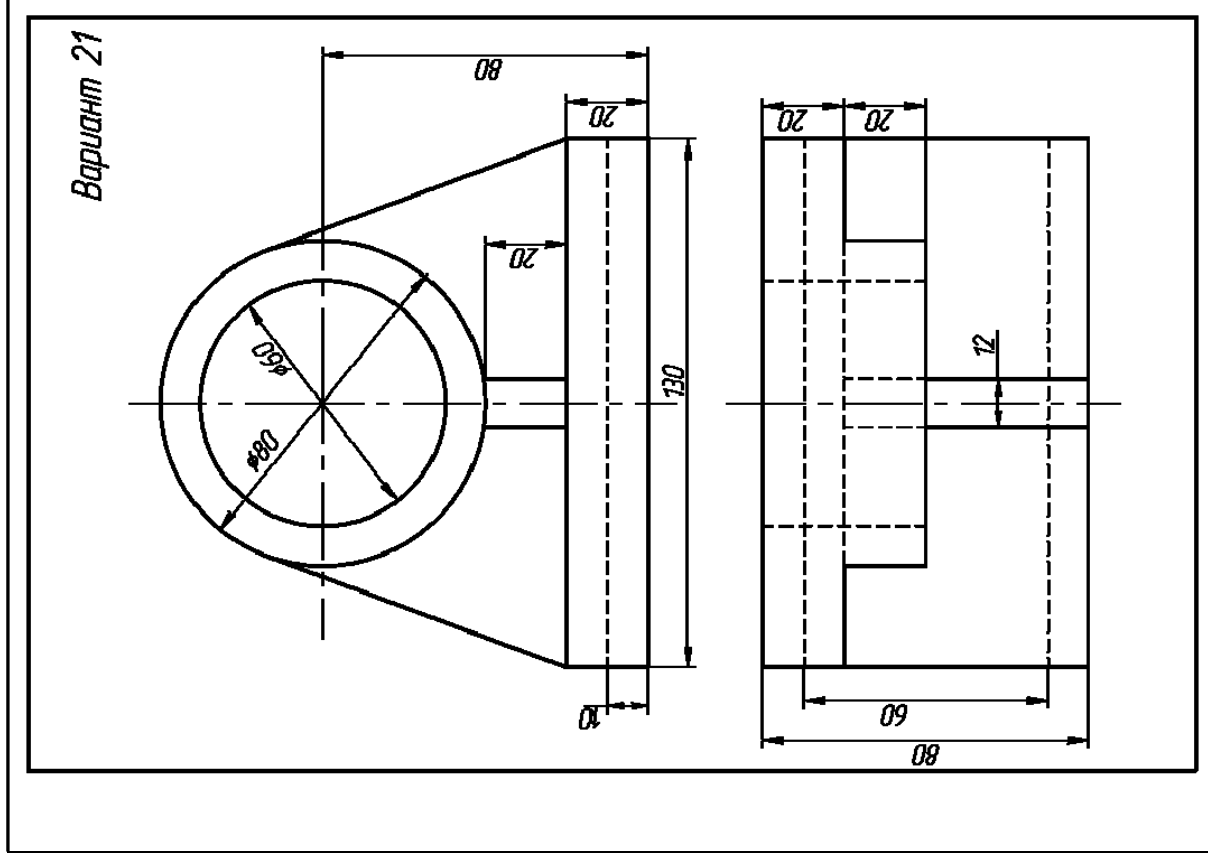
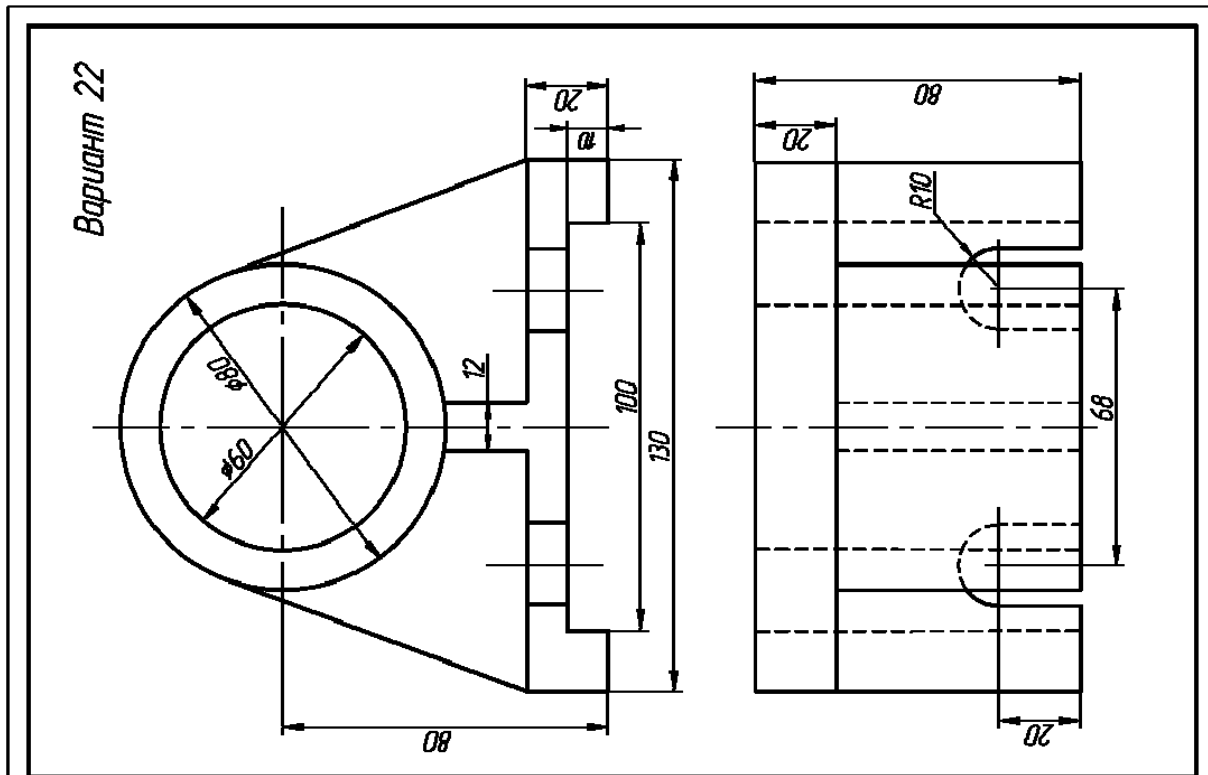
Варіант 18



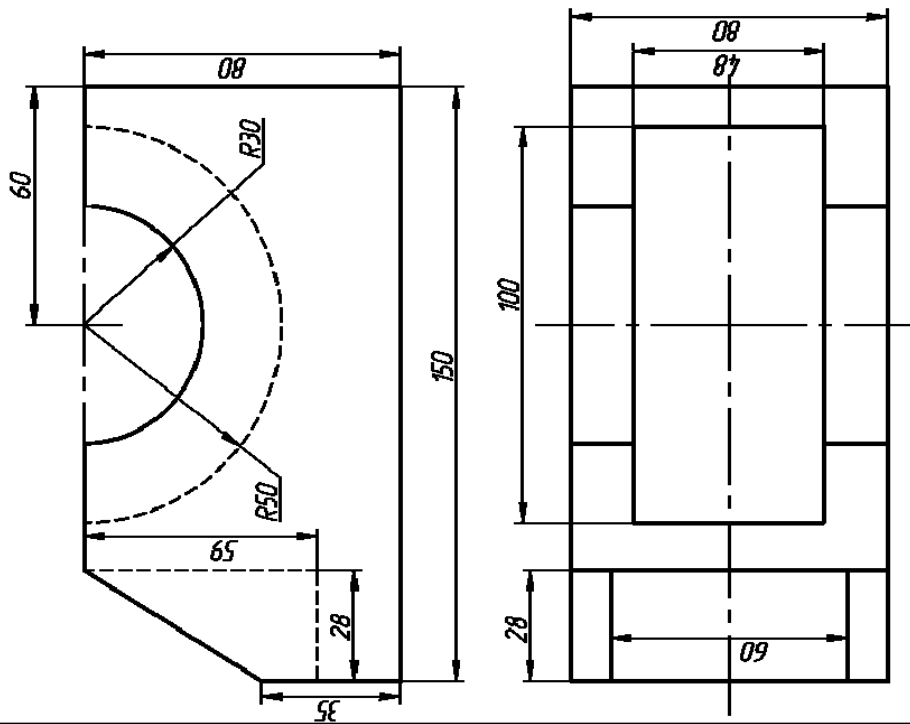
Варіант 17



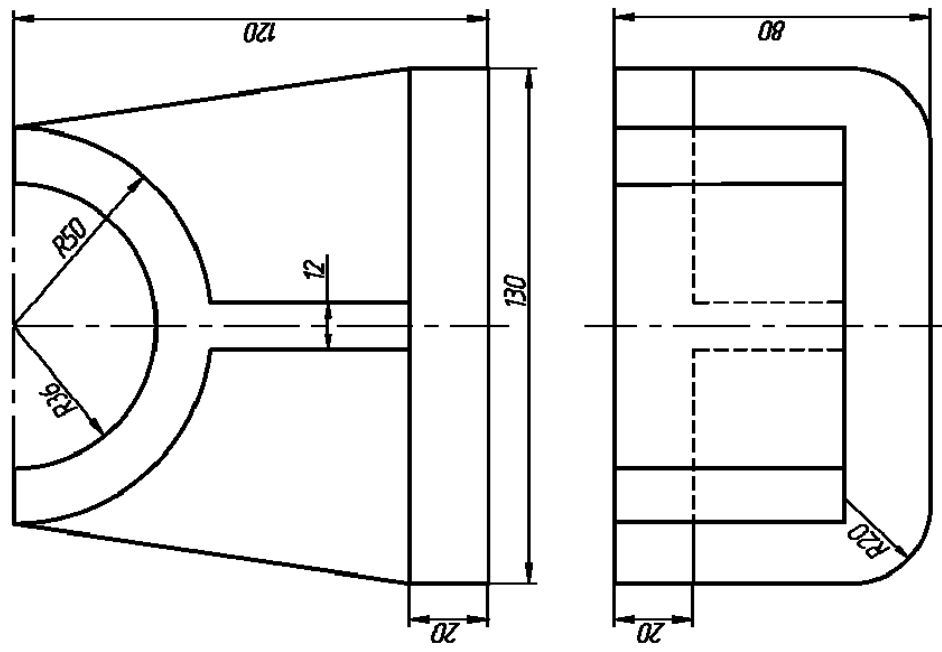




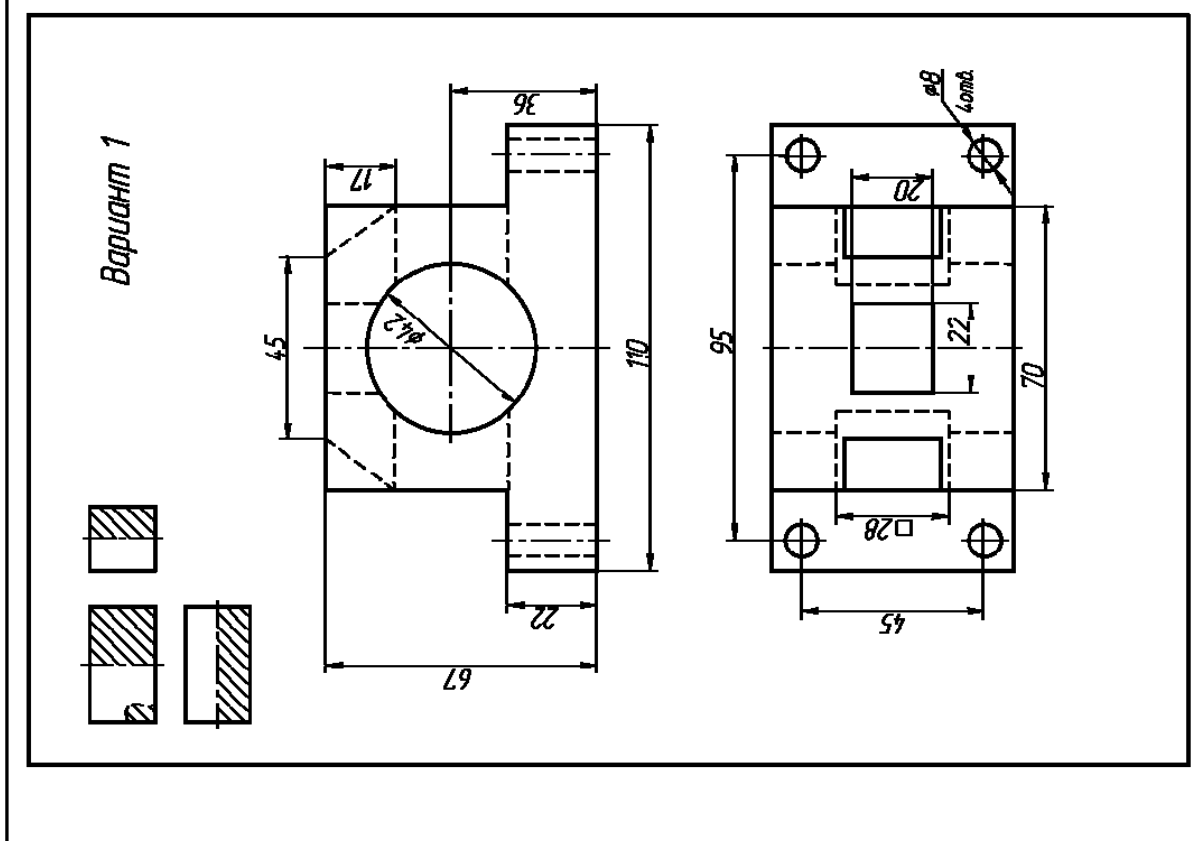
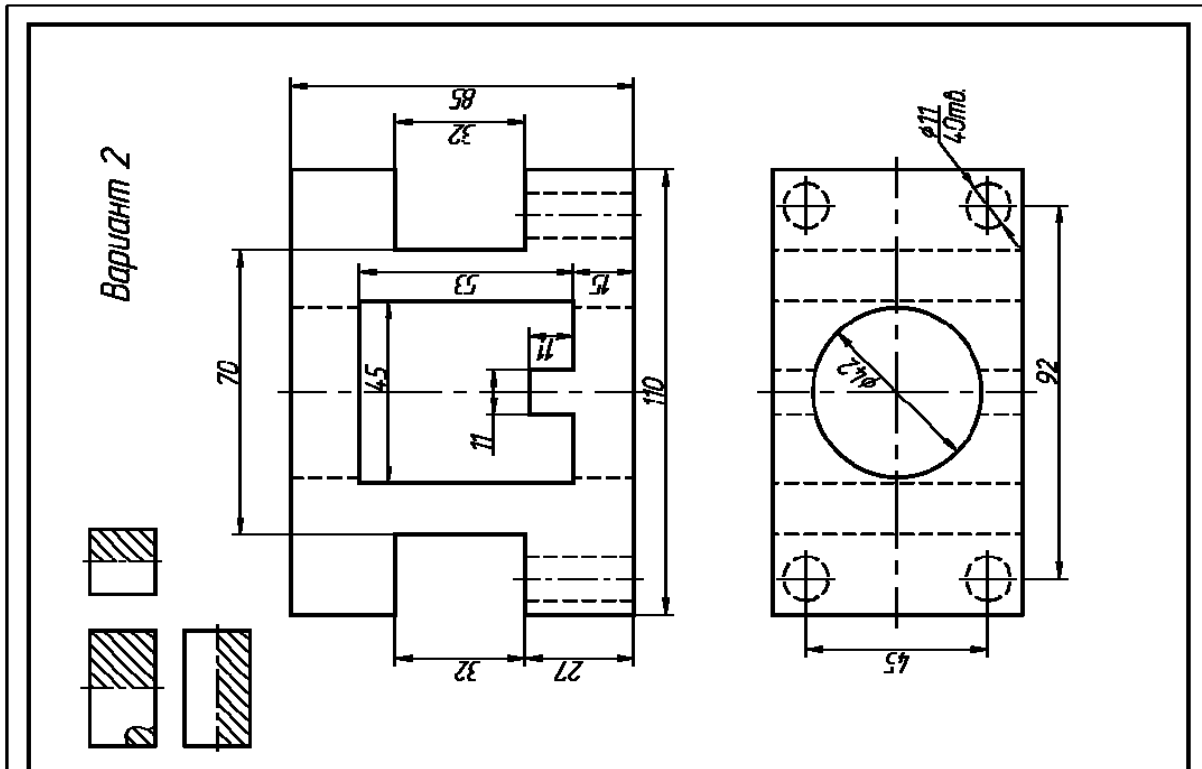
Варіант 24



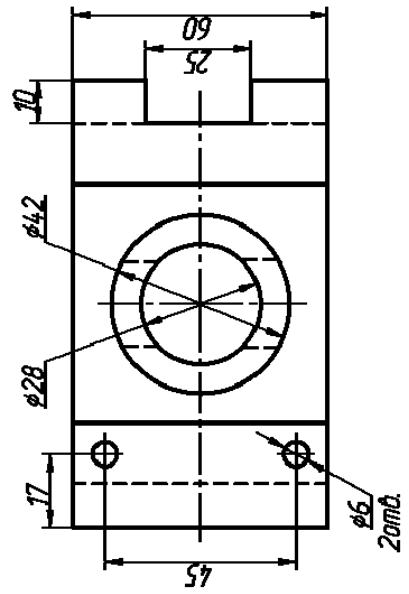
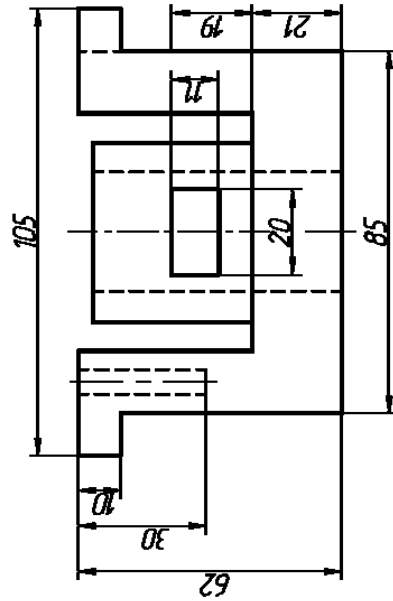
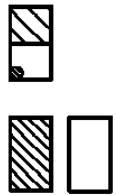
Варіант 23



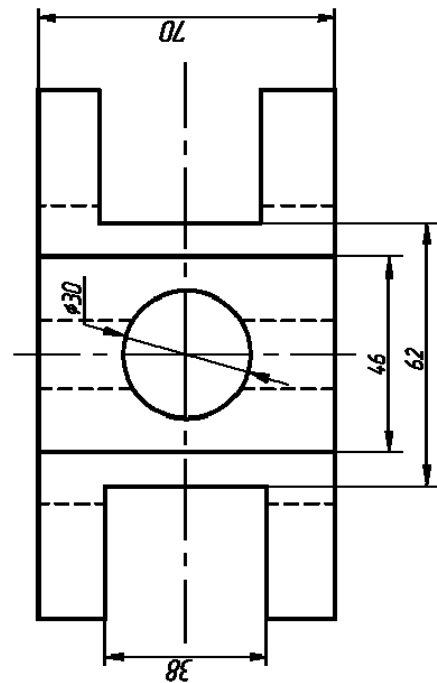
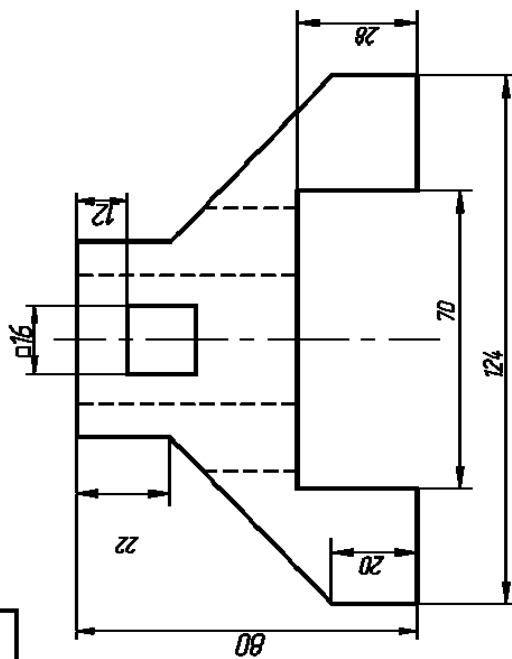
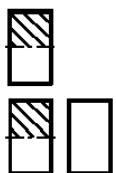
Додаток 4
Розрізи. Аксонометрія. Варіанти завдань

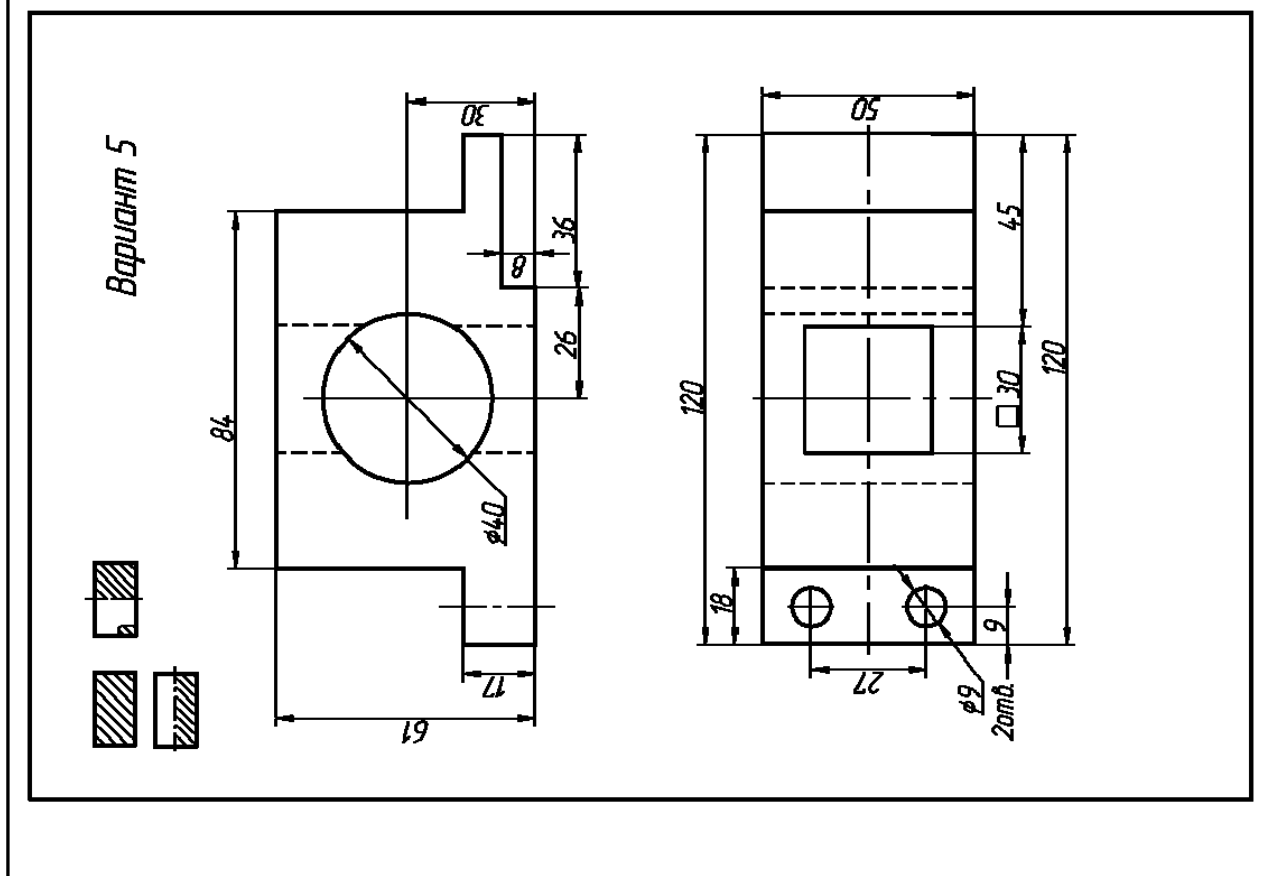
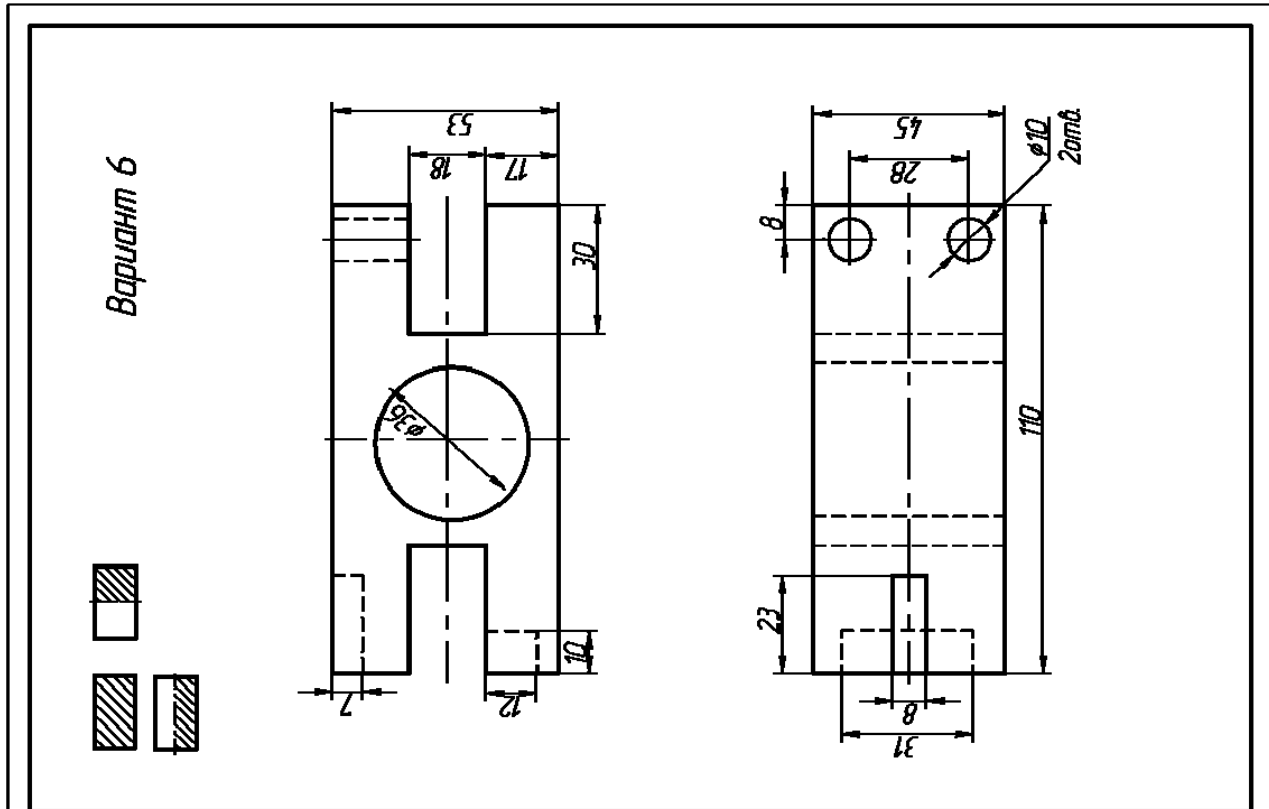


Варіант 4

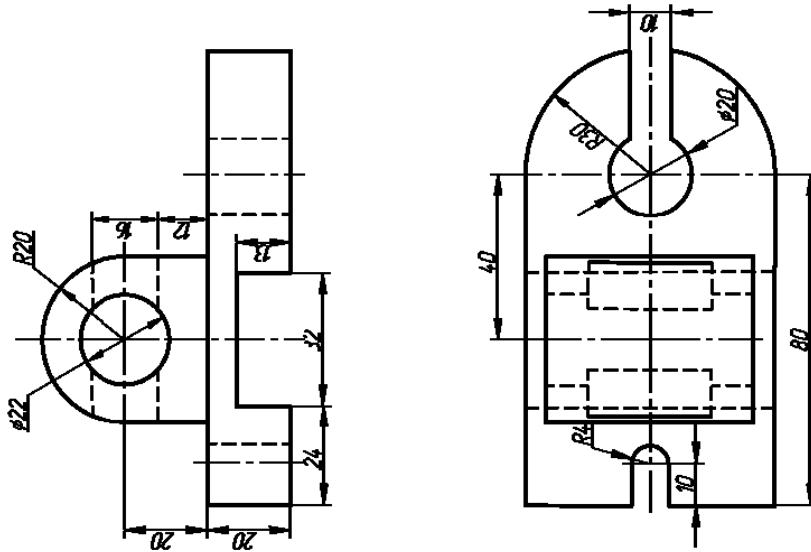
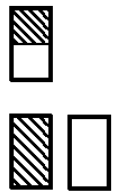


Варіант 3

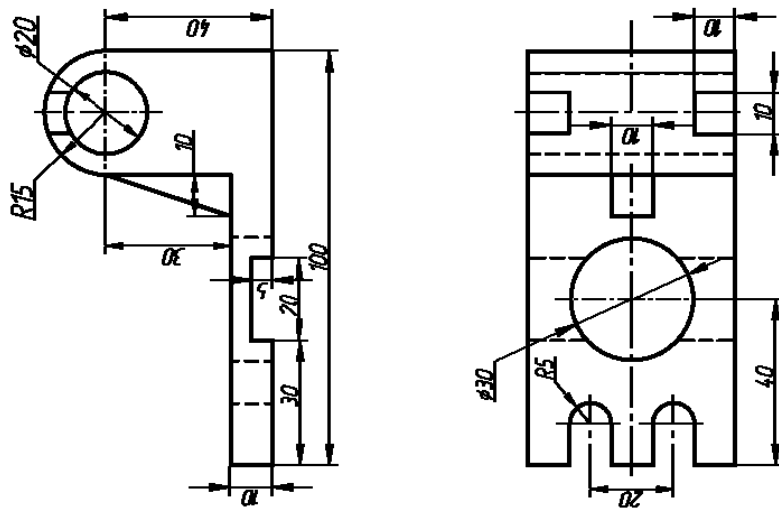
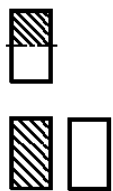


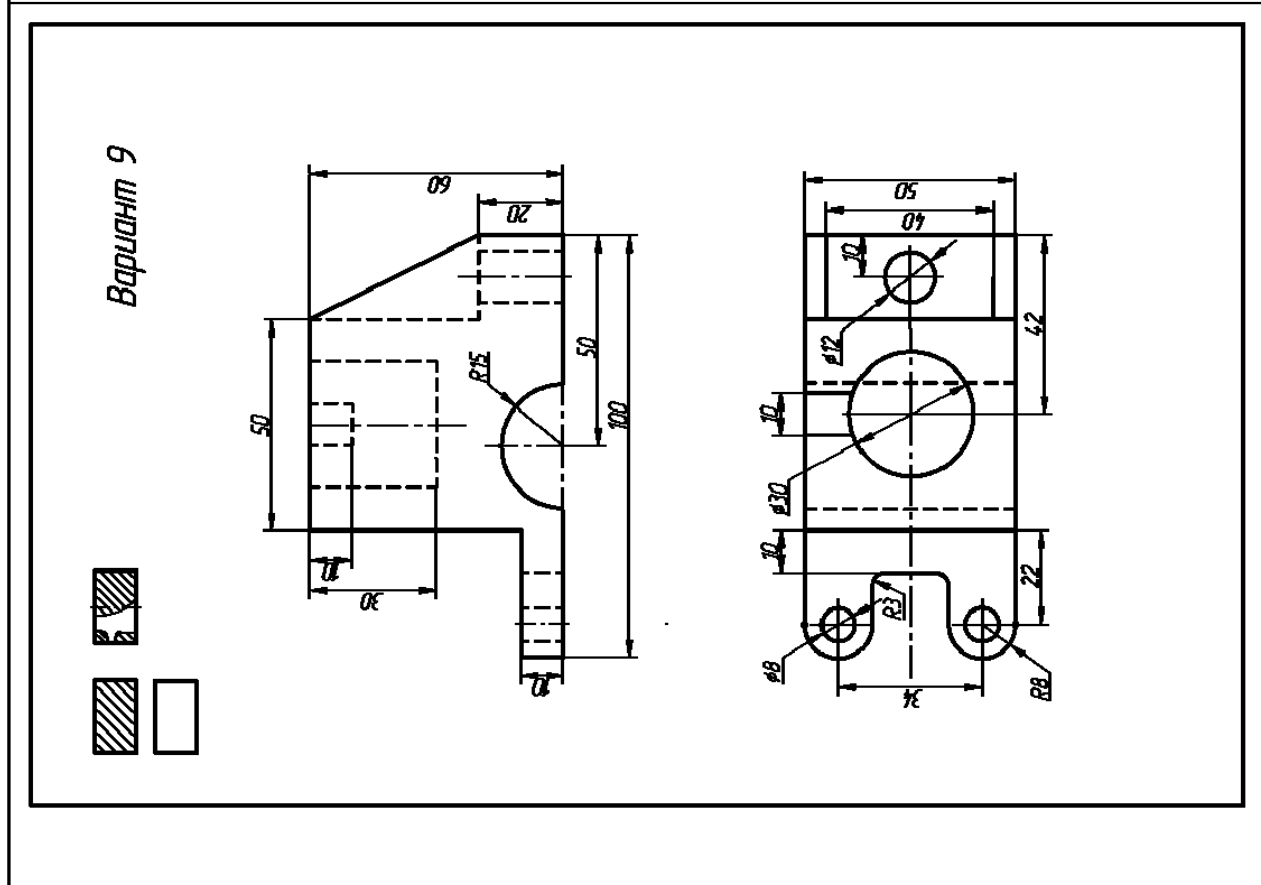
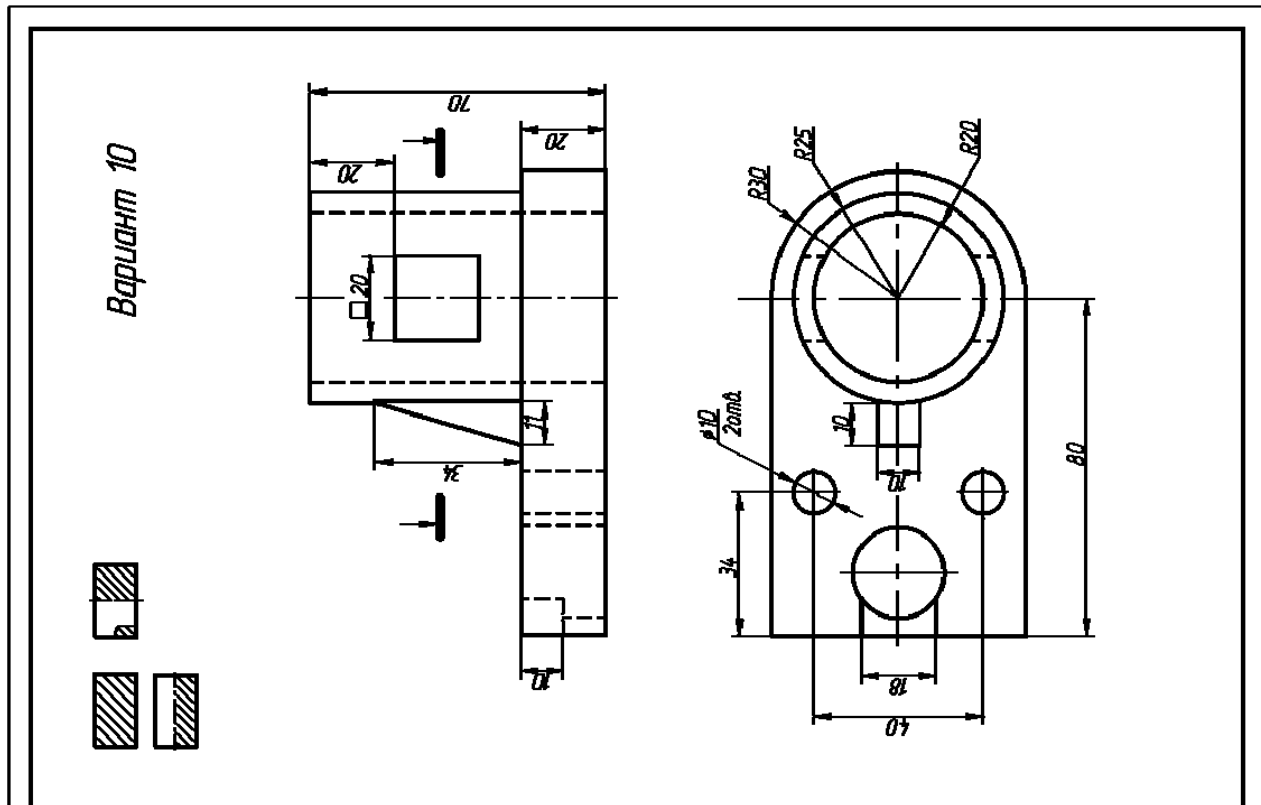


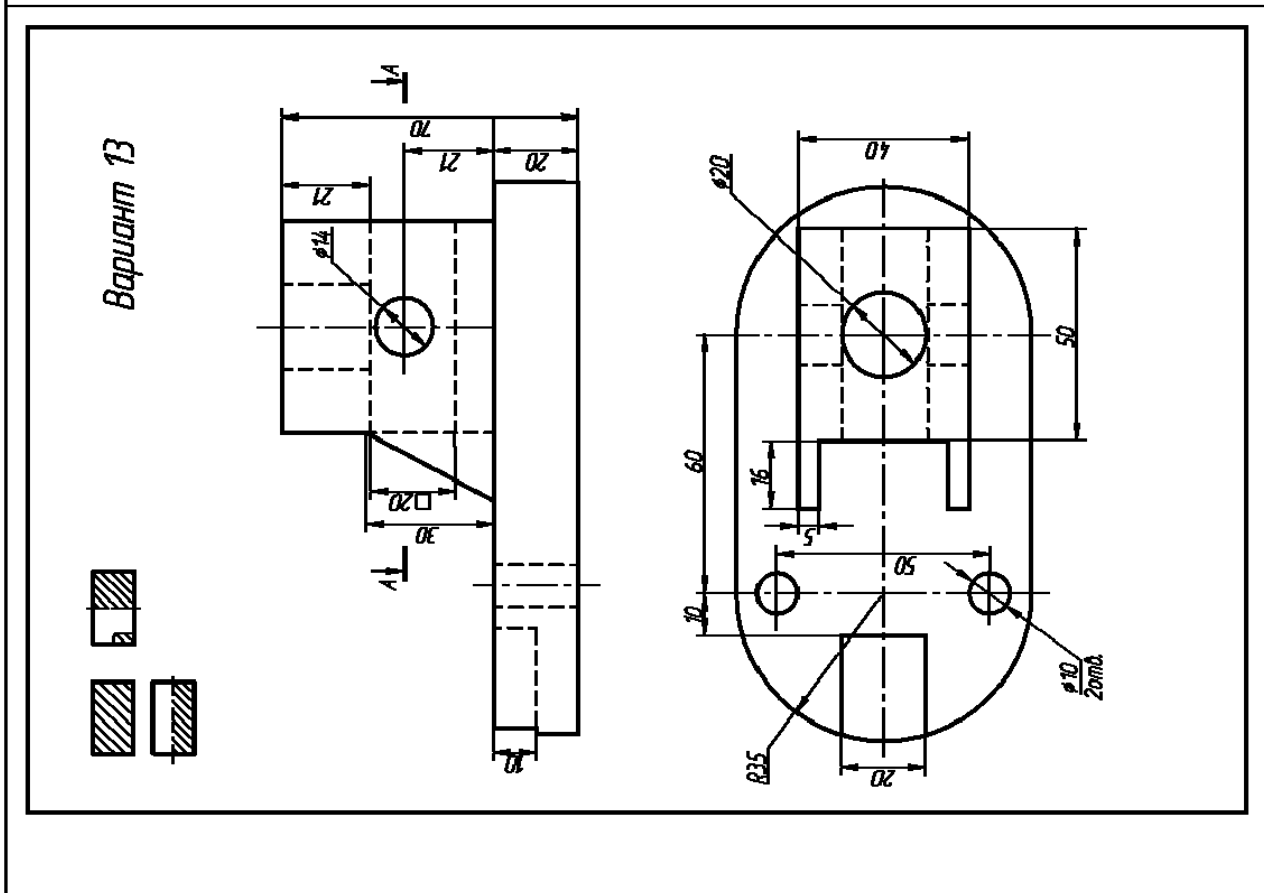
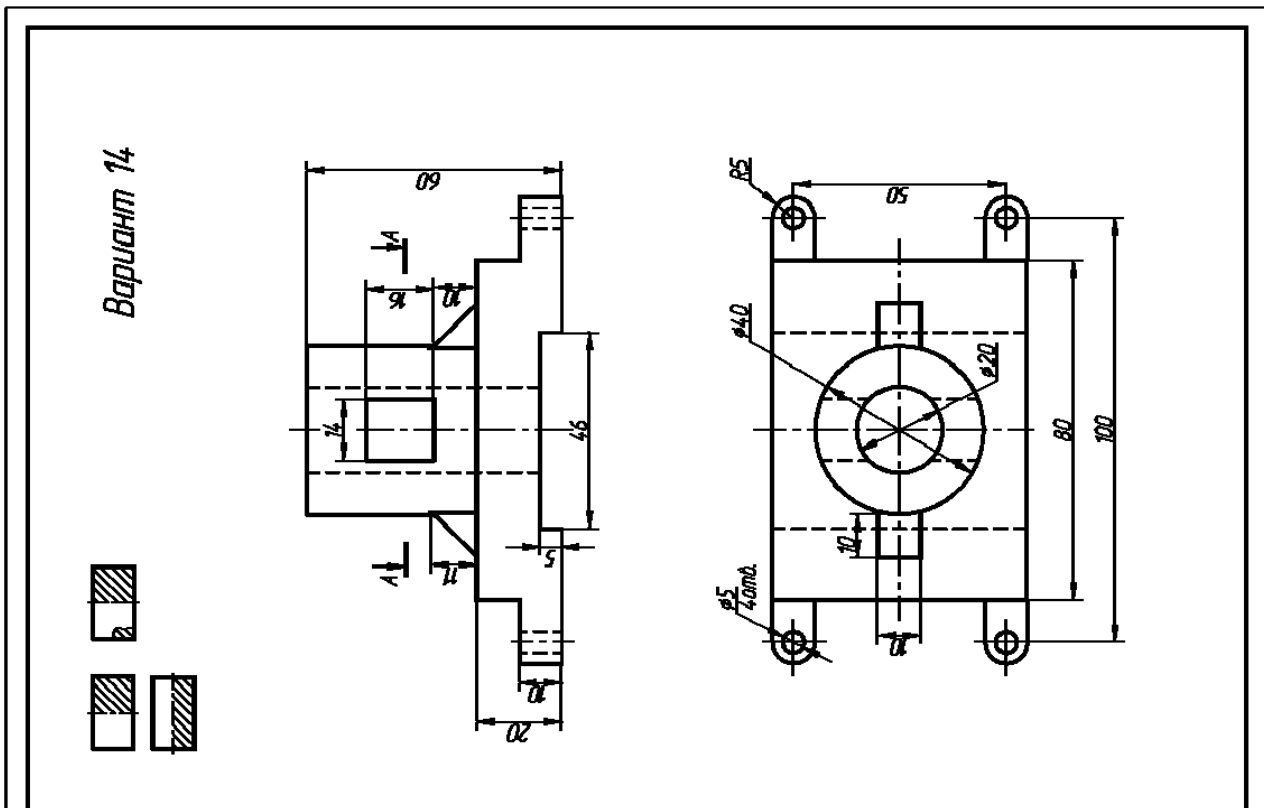
Варіант 8

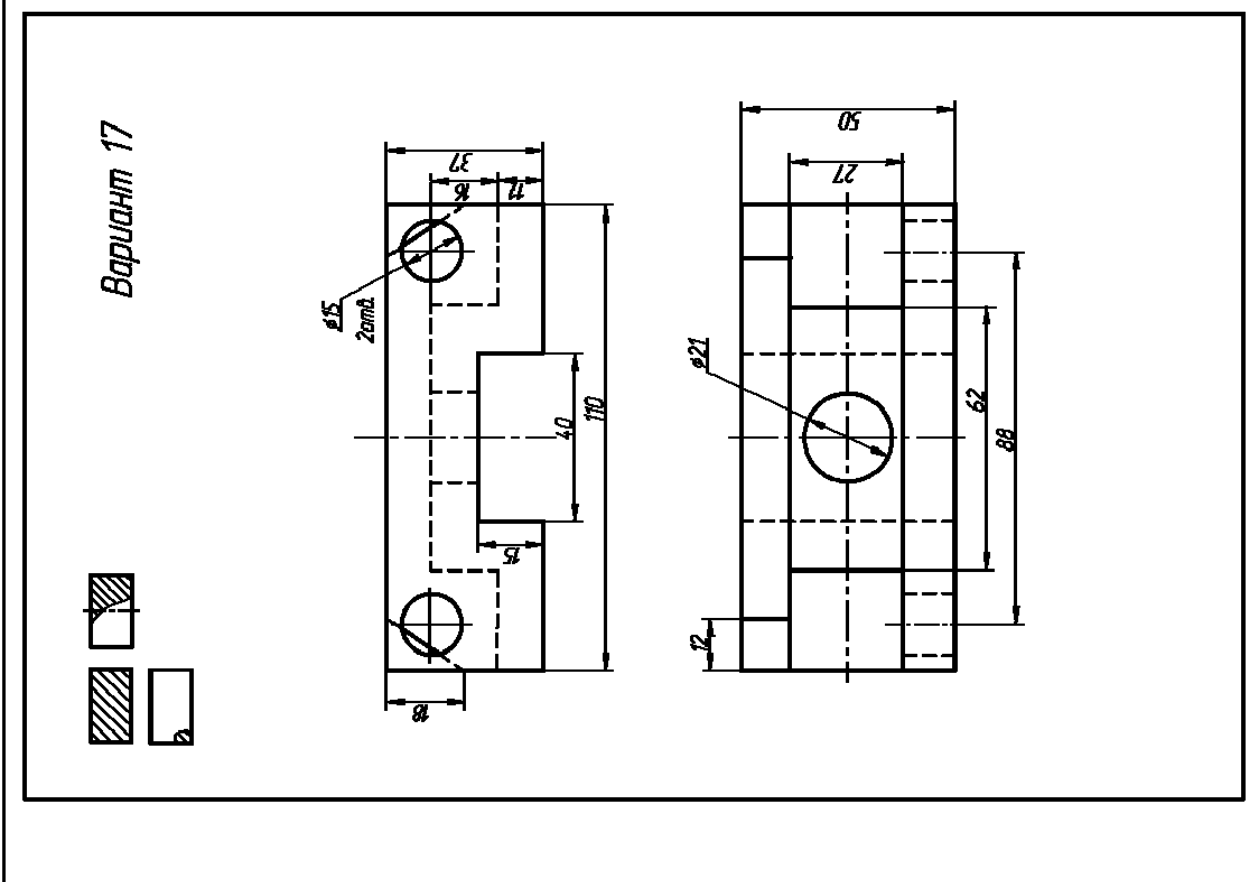
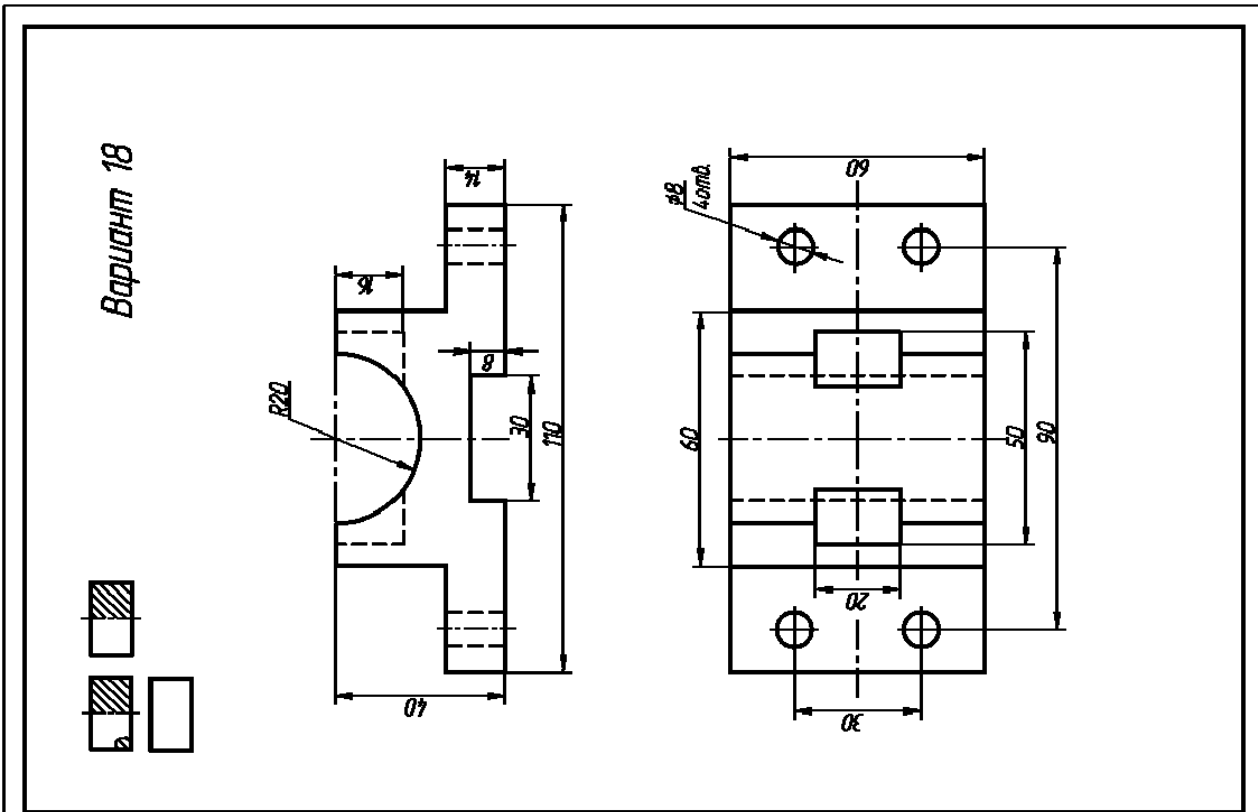


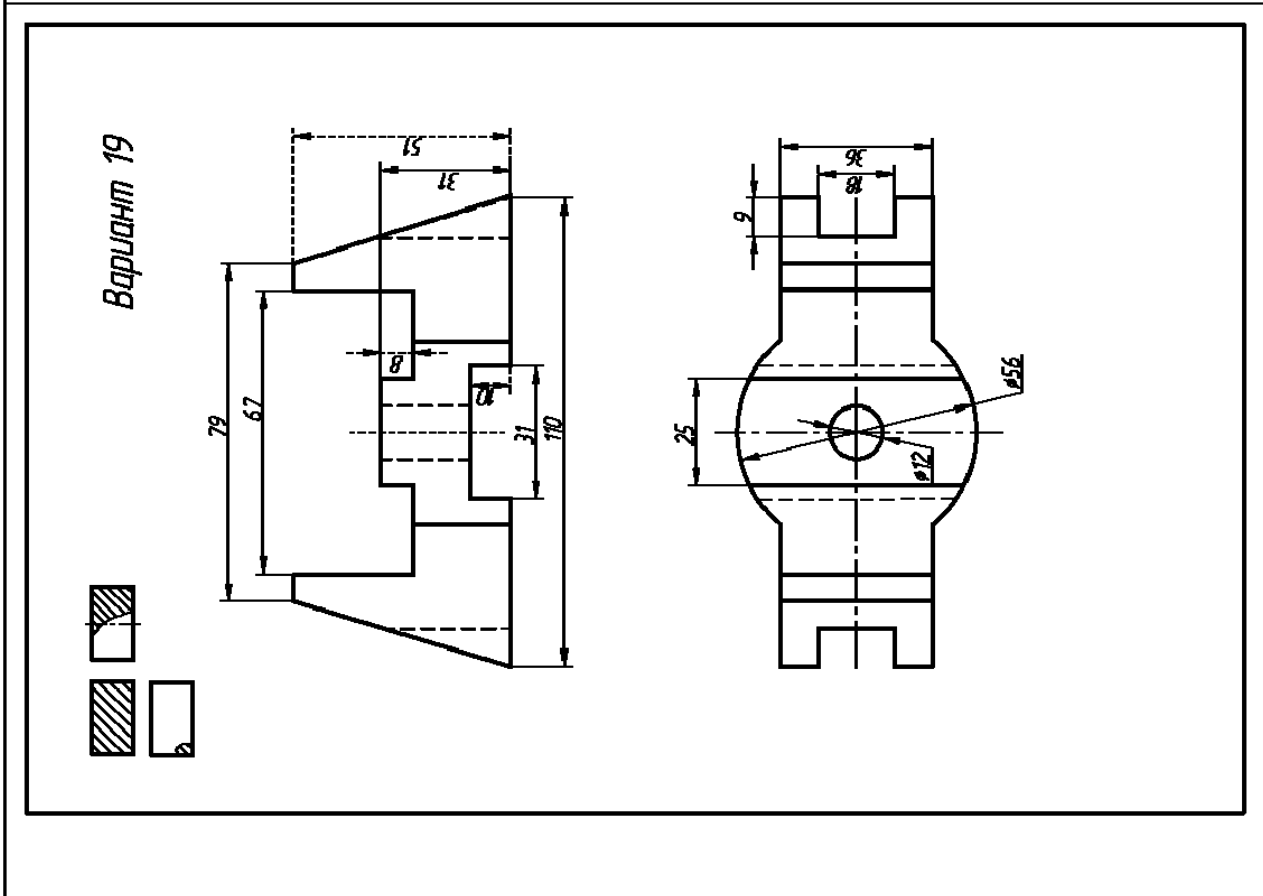
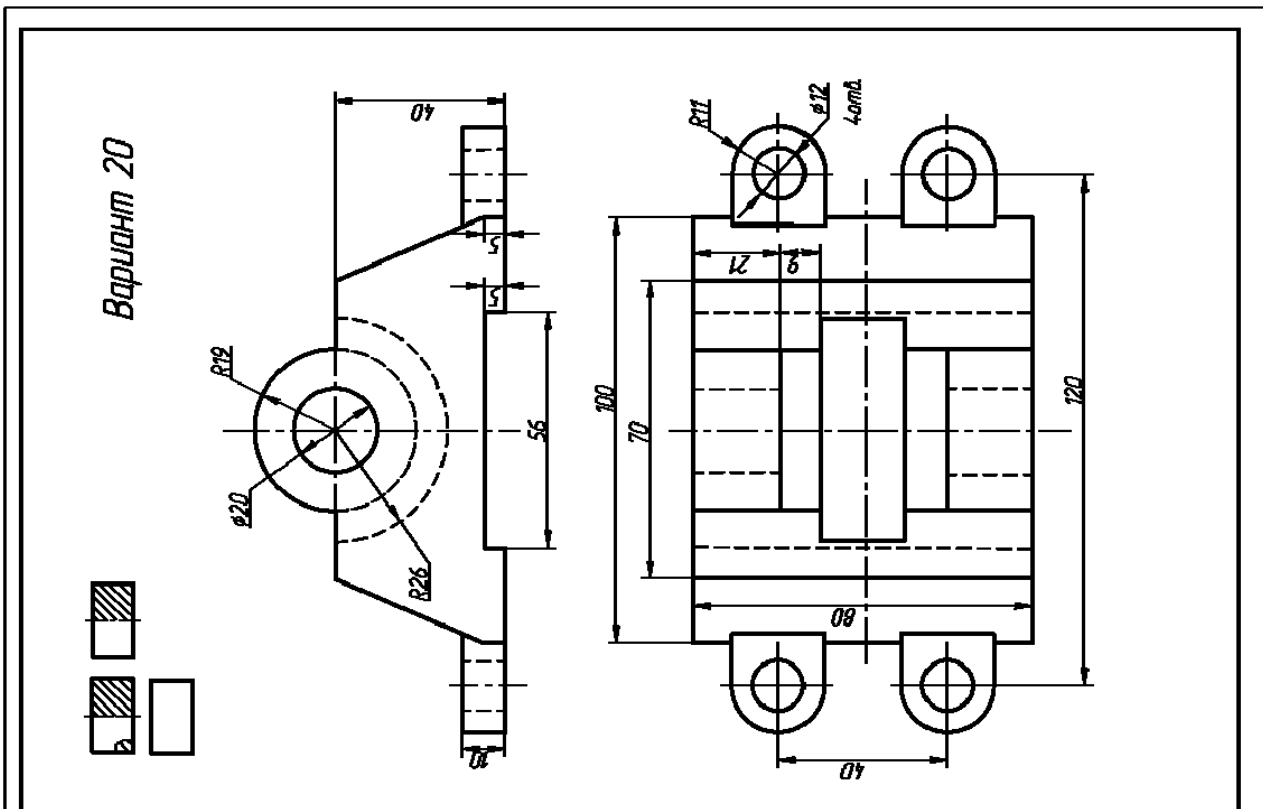
Варіант 7

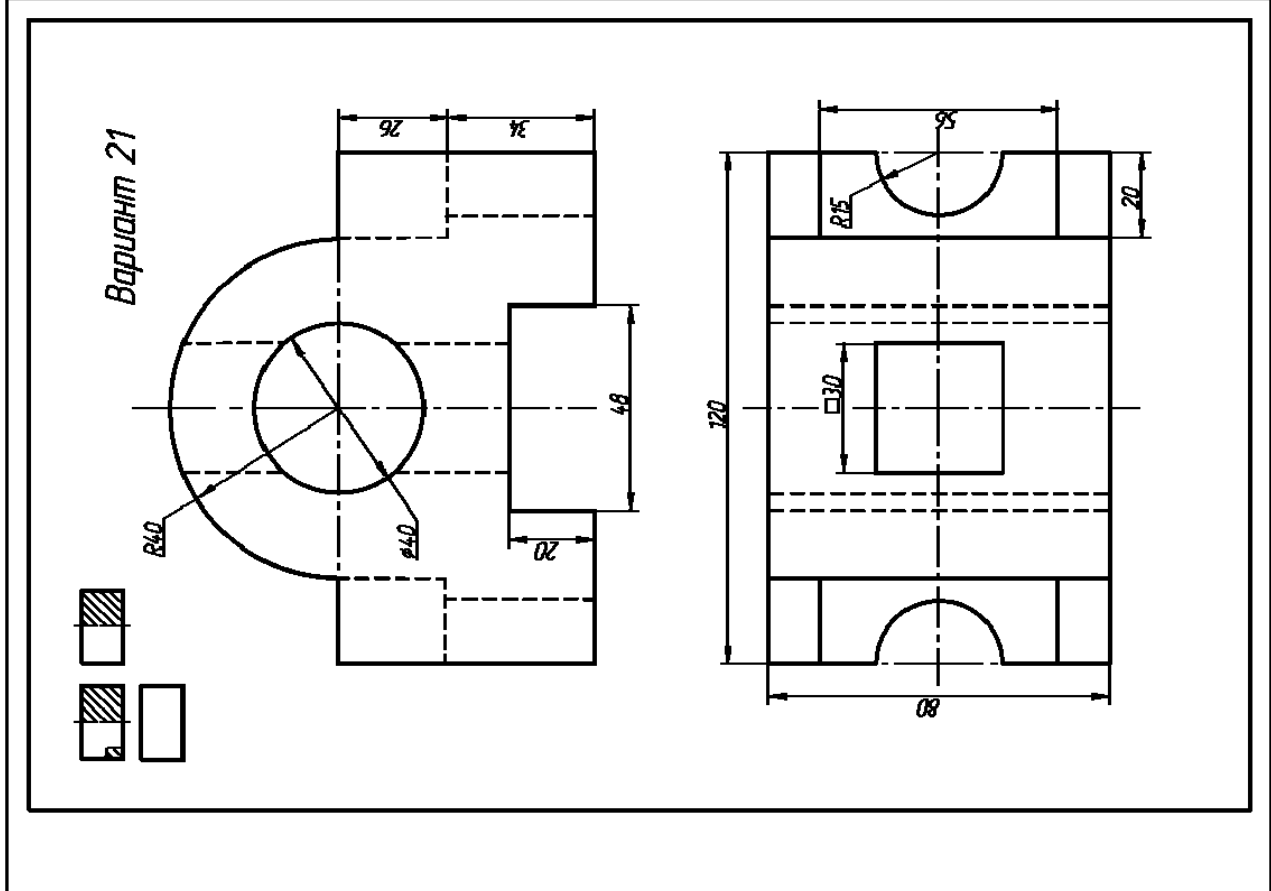
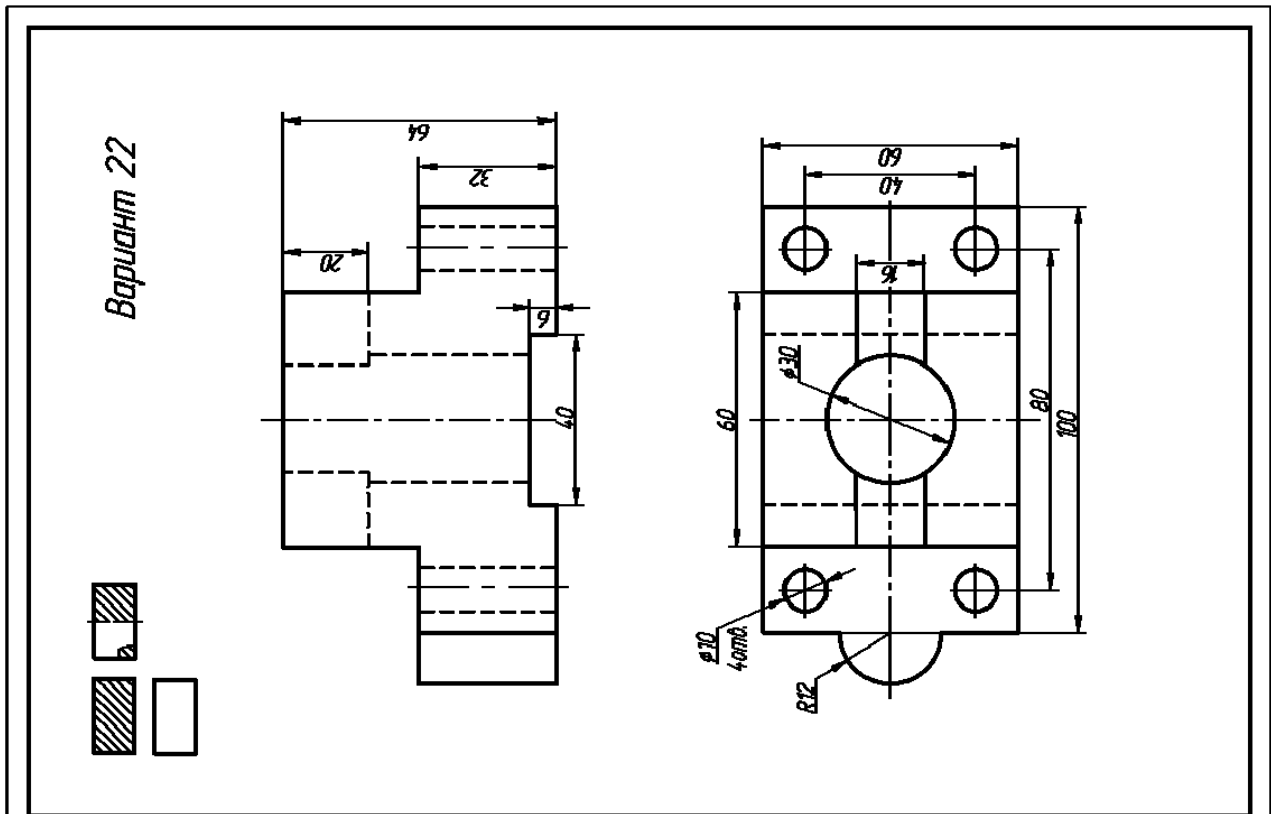


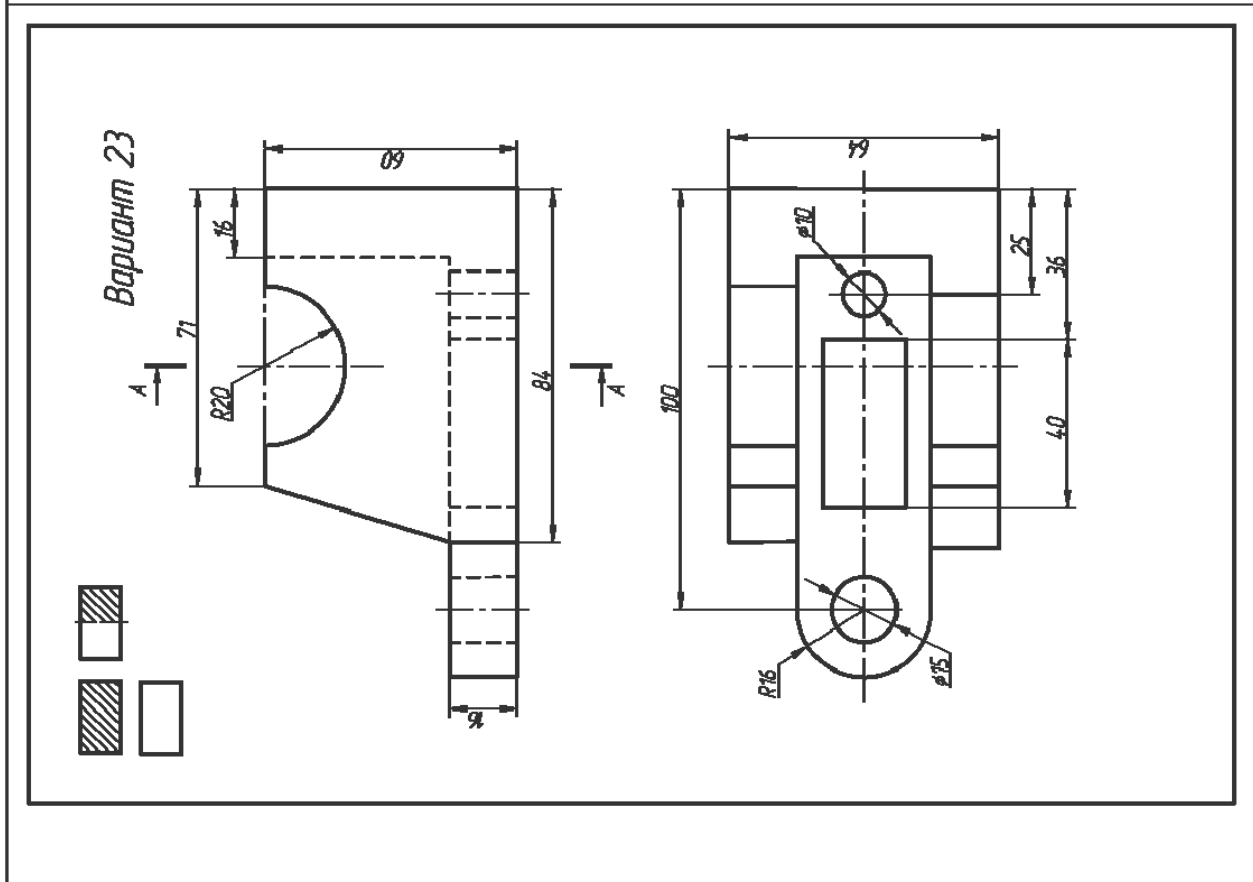
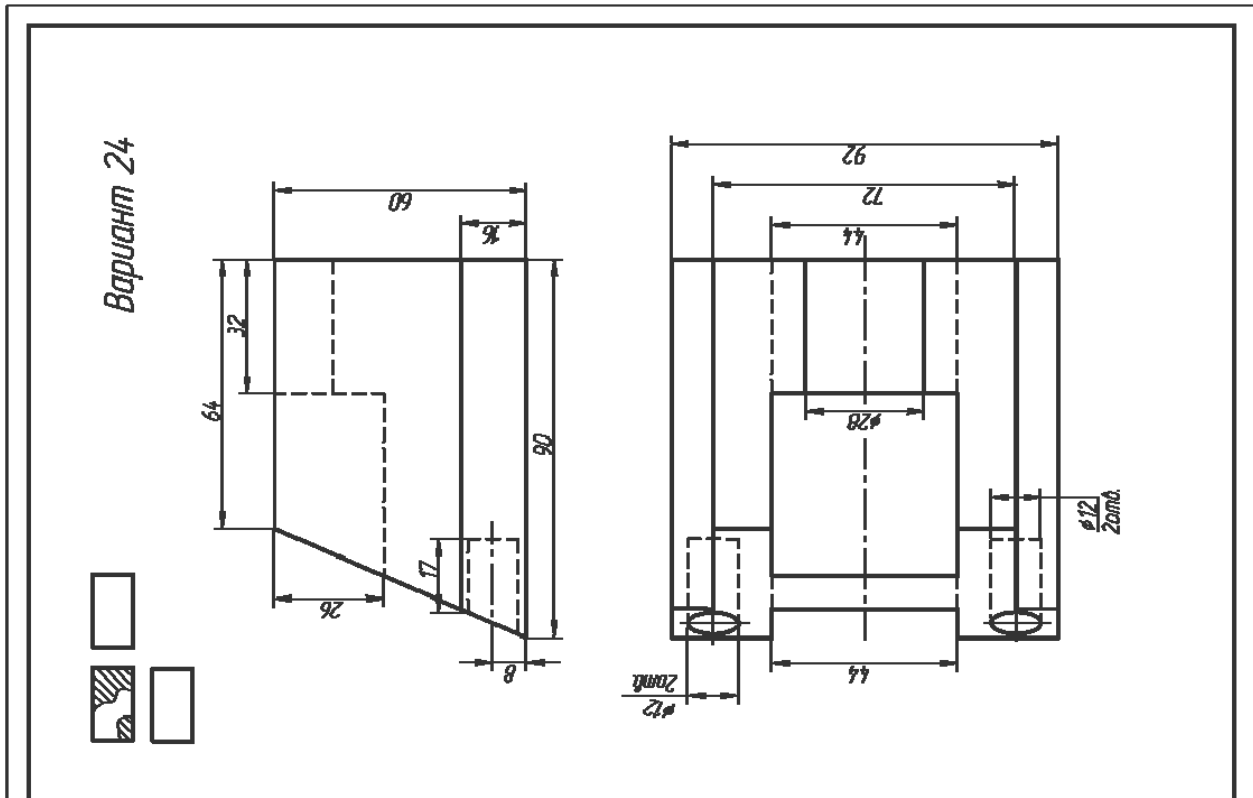












**О.С. Жовтяк
Т.С. Савельєва
Д.С. Пустовой**

Методичні рекомендації
з геометричного та проєкційного креслення
з дисципліни «Інженерна графіка»

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.