

## **РОБОЧИЙ ЗОШИТ**

### **З ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ**

*(Методичні вказівки для розв'язання практичних задач і самостійної роботи з інженерної графіки для студентів 1 курсу за напрямом підготовки 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології»)*

РОБОЧИЙ ЗОШИТ З ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ (Методичні вказівки для розв'язання практичних задач і самостійної роботи з інженерної графіки для студентів 1 курсу за напрямом підготовки 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології») / Хark. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. Є. Мандріченко. –Х.: ХНАМГ, 2012 – 44 с.

Укладач: О. Є. Мандріченко

Рецензент: проф. В. І. Лусь

Рекомендовано кафедрою інженерної та комп'ютерної графіки,  
протокол №1 від 30.03.10 р.

## ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Робочий зошит містить завдання, які студент повинен вирішити під час практичних занять або при виконанні домашніх завдань з дисципліни "Інженерна графіка".

Оформлення рішень завдань повинне відповідати загальним правилам державних стандартів ЕСКД.

Рекомендуються результати вирішення завдань виконувати кольоровим олівцем.

Рішення завдань по теоретичних основах інженерної графіки сприяє розвитку навичок просторового мислення, необхідних в інженерній практиці.

## ПРИЙНЯТІ ПОЗНАЧЕННЯ

Точки простору – прописними буквами латинського алфавіту **A, B, C.....** або цифрами **1, 2, 3.....**

Прямі та криві лінії простору – малими літерами латинського алфавіту **a, b, c, d**, якщо точками – **A** и **B**, (**AB**).

Відрізки прямих – [**AB**], [**1-2**], дійсний розмір –  $|AB|, |1-2|$ .

Площини й поверхні – прописними буквами грецького алфавіту **Ω, Σ, Θ, Δ, Λ, Γ.....**

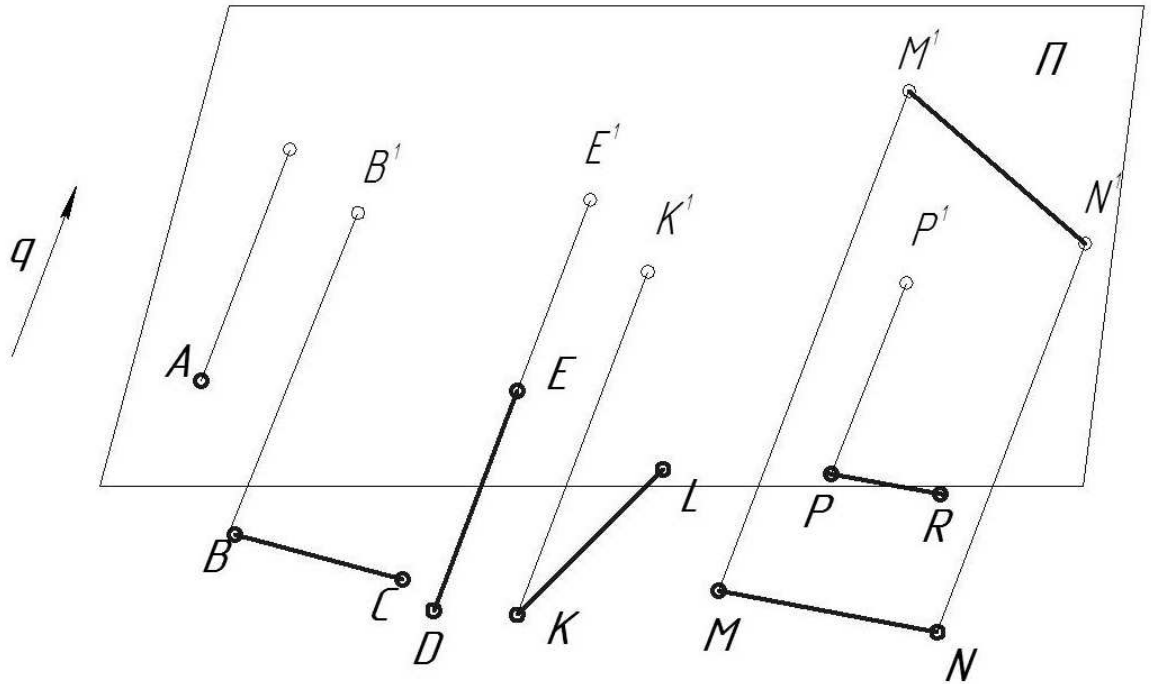
№п/п	Позначення	Зміст символу
1	=	Збігаються, рівні
2	$\cong$	Конгруєнтні
3	$\parallel$	Паралельні
4	$\perp$	Перпендикулярні
5	$\dot{-}$	Схрещуються
6	$\cap$	Перетинання
7	$\in$	Приналежність
8	$\subset$	Включає, містить

# ПРОЕЦІЮВАННЯ

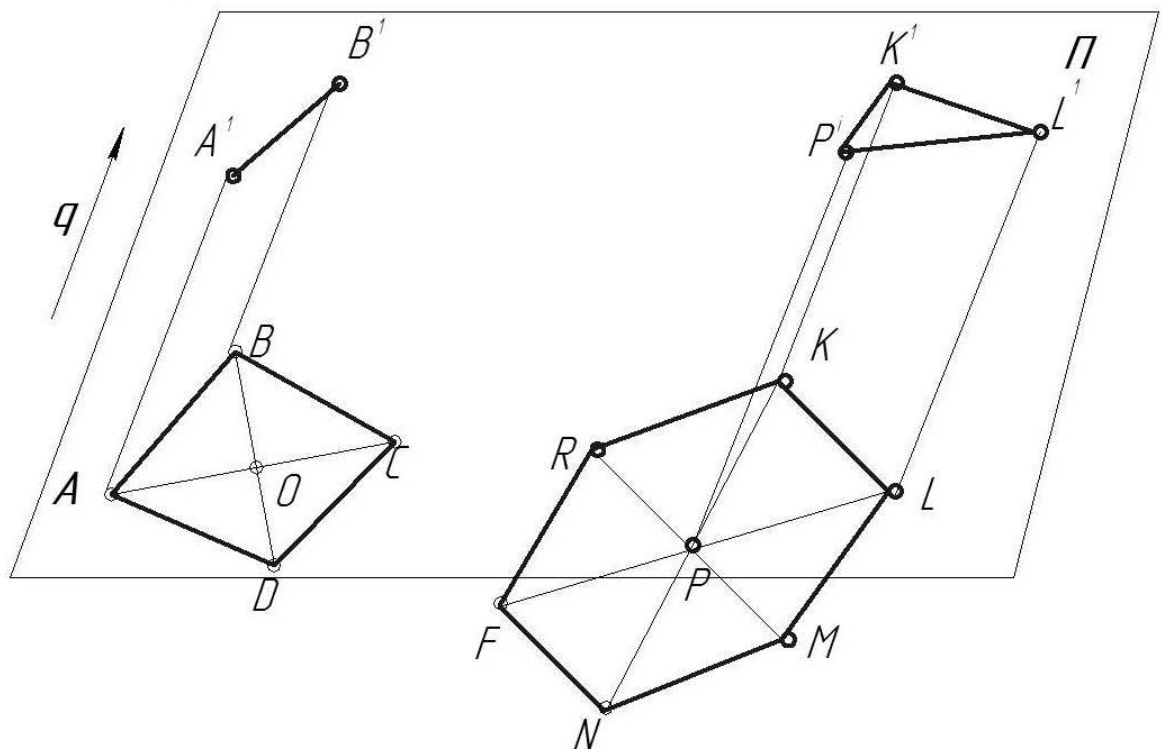
## Властивості паралельного проєціювання

**Задача 1.** Побудувати паралельні проєкції геометричних образів, прийнявши  $q$  за напрямок проєціювання, якщо:

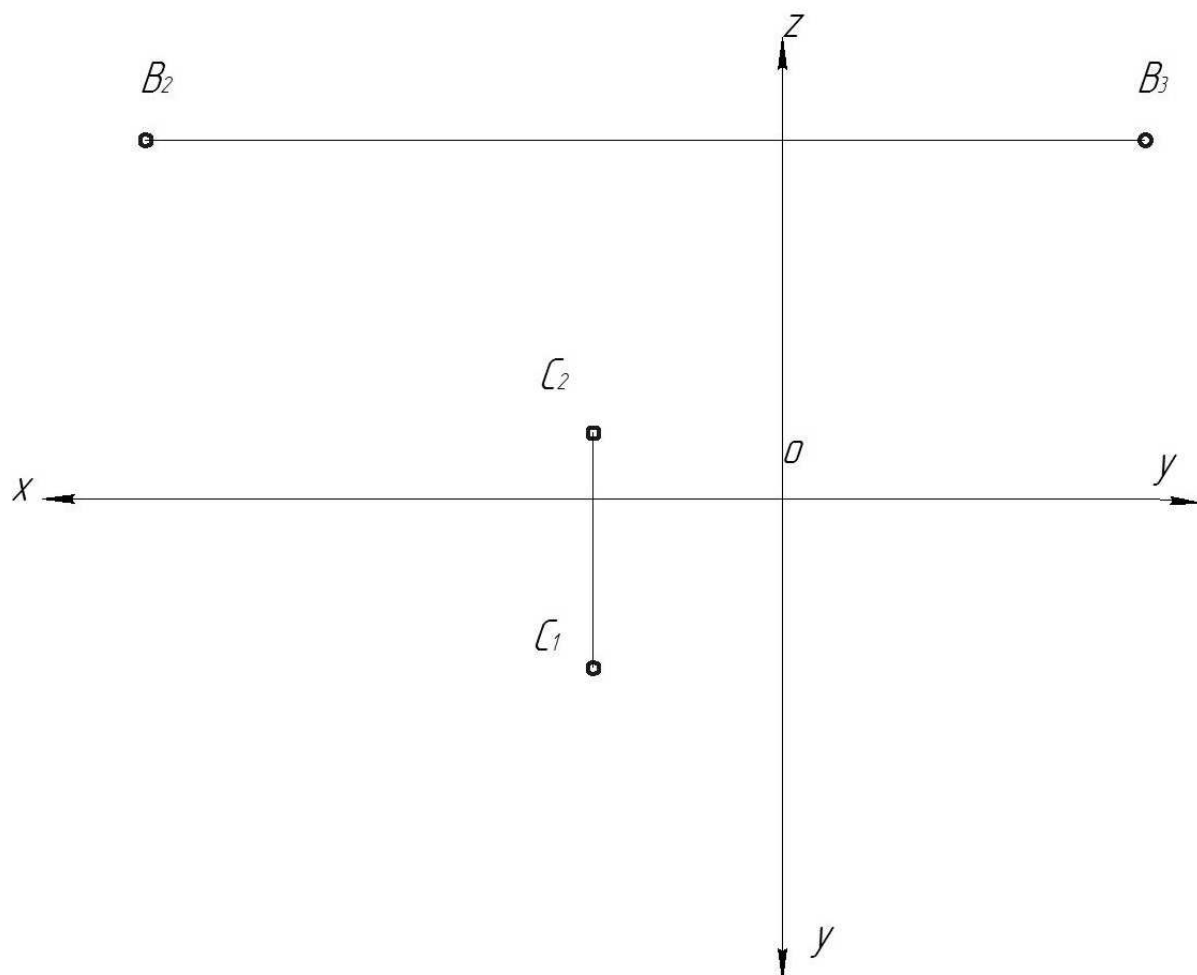
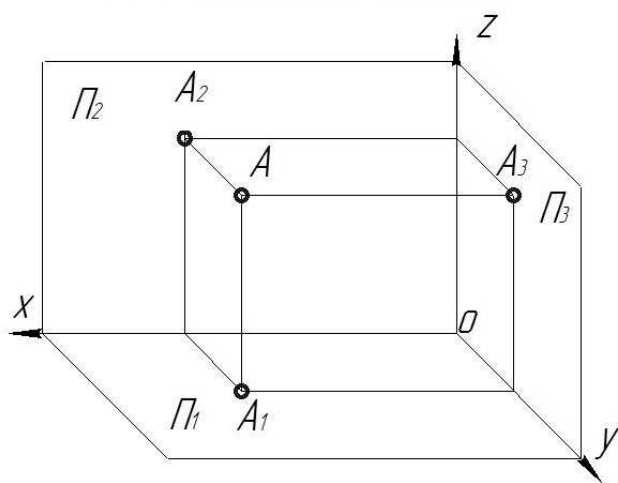
$(BC) \perp \Pi$ ;  $(DE) \parallel q$ ;  $(KL) \parallel \Pi$ ;  $(MN) \parallel (PR)$ .



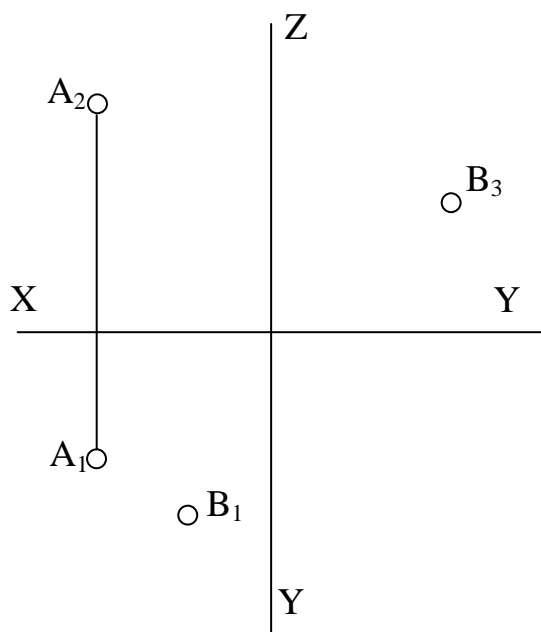
**Задача 2.** Побудувати паралельні проєкції геометричних образів, прийнявши  $q$  за напрямок проєціювання, якщо:  $(AC) \parallel \Pi$ .



*Задача 3.* За наочним зображенням побудувати кресленик та записати координати т.  $A(…;…;…)$ . Побудувати проєкції точок  $B(…;…;…)$  і  $C(…;…;…)$  та записати їхні координати.



**Задача 4.** Побудувати проекції Точок, яких не вистачає на кресленику.

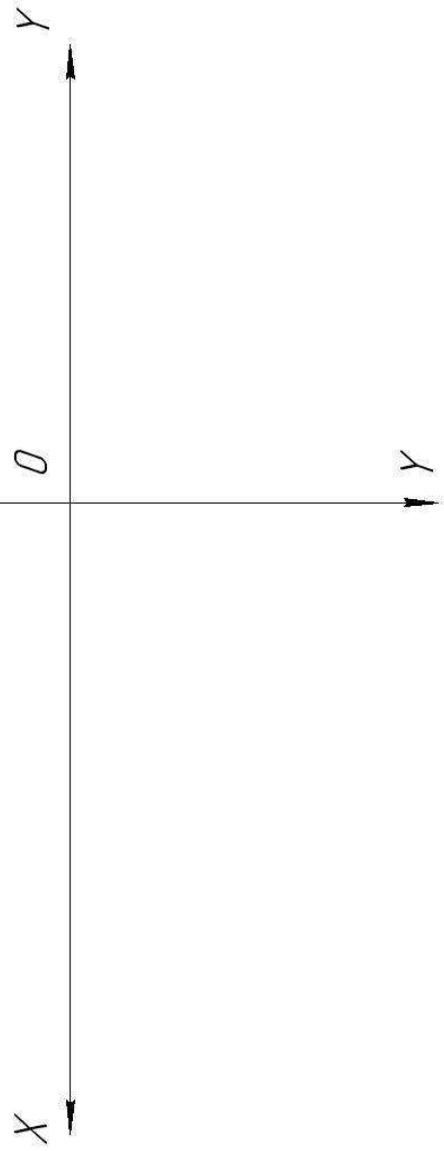
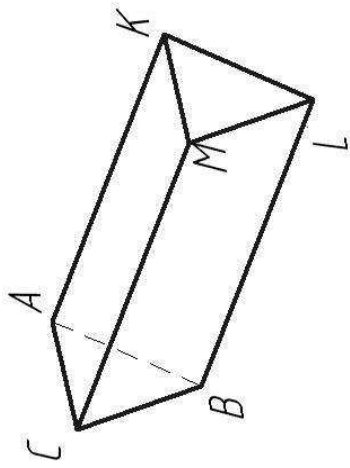


**Задача 5.** Побудувати проекції точок, що мають координати  $(X,Y,Z)$ :  $A(15,20,25)$ ;  $B(20,20,0)$ ;  $C(0,30,0)$ .

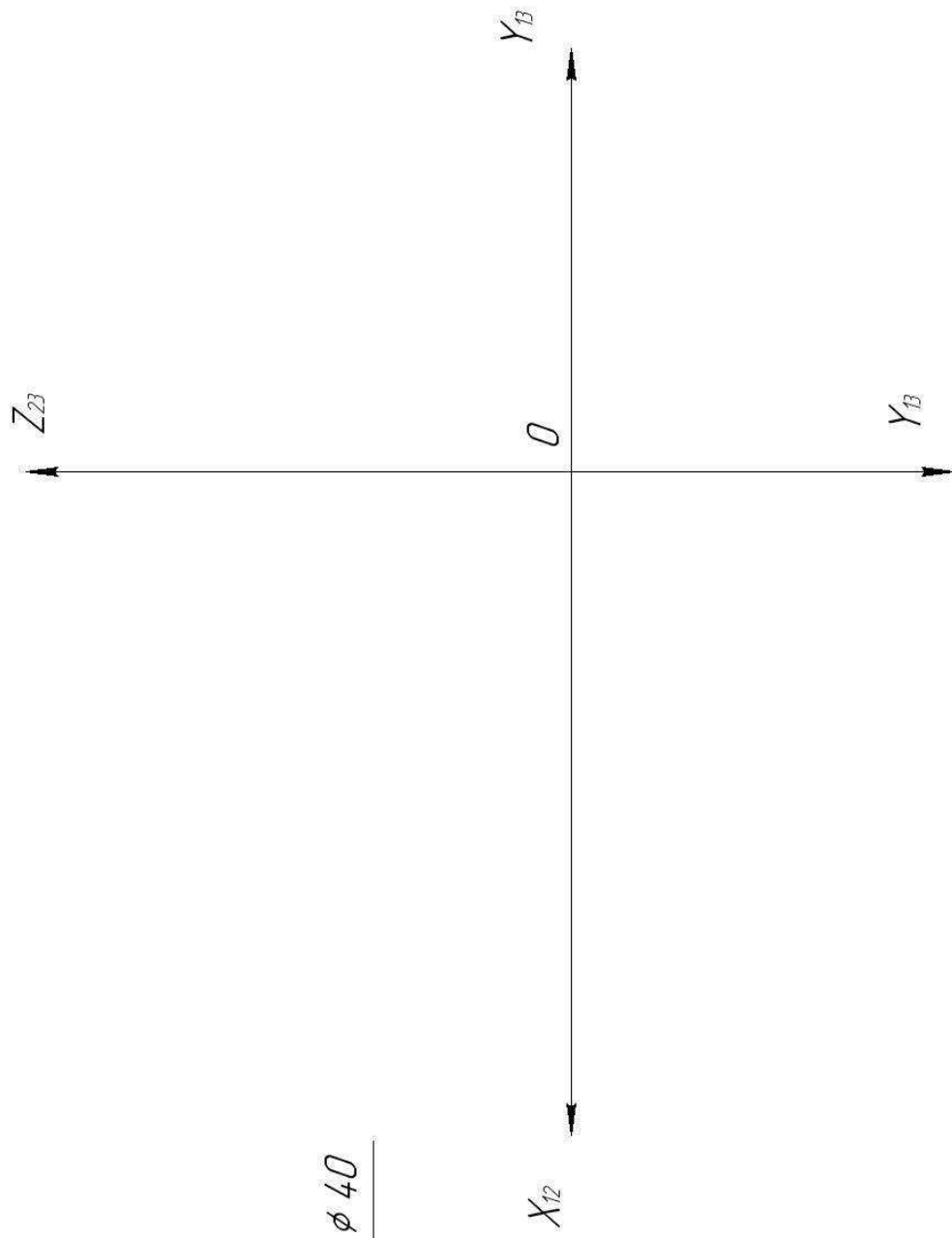
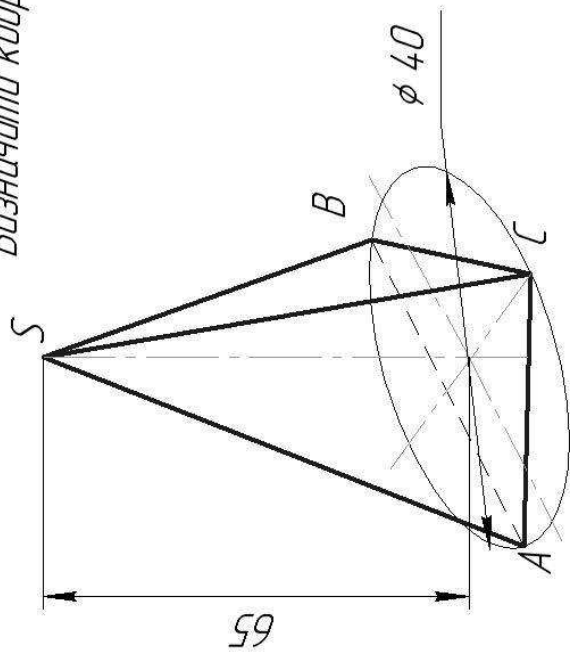
### Контрольна робота 1

Побудувати три проекції точок **A**, **B** та **C** по варіанту

Задача 6. Побудувати три проекції призми, якщо  $A(100; 15; 10)$ ,  $B(80; 0; 40)$ ,  $C(90; 25; 35)$ ,  
 Визначити по кресленнику координати.  $K(30; 22; 0)$ ,  $L(.....; .....; .....)$ ,  $M(.....; .....; .....)$ .

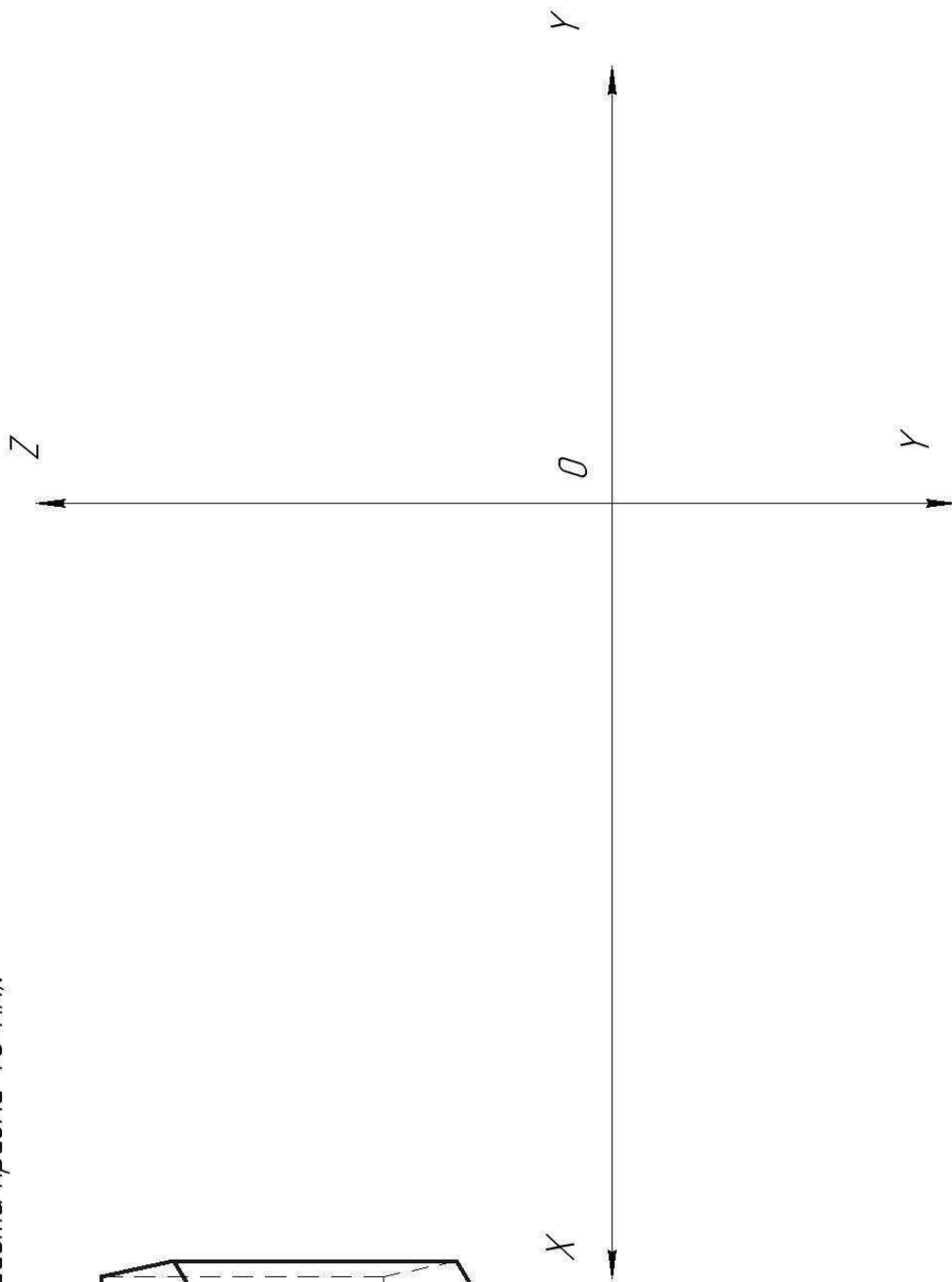
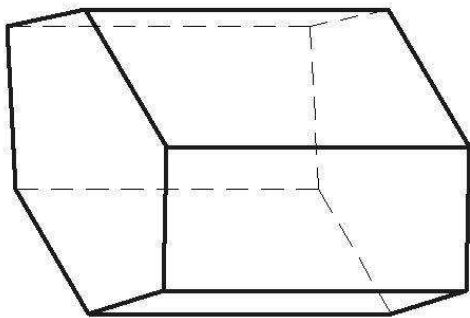


Задача 7. Побудувати три проекції піраміди та проєктивувати розміри на кресленнику.  
Визначити координати т.  $S$  ( $\dots, \dots, \dots$ ).

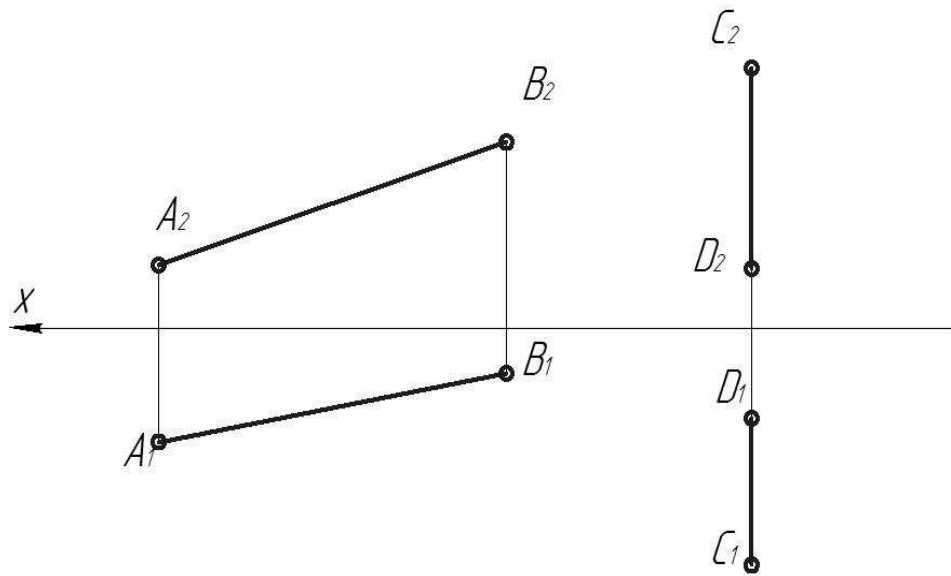




*Задача 8. Побудувати три проекції призми, основою якої є правильний шестикутник! довжина сторони 30 мм, висота призми 70 мм!.*



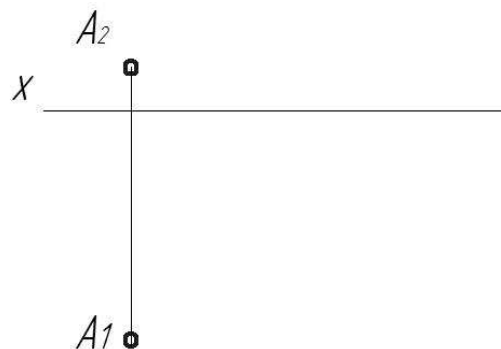
**Задача 9.** Визначити на кресленіку дійсний розмір **AB** та **CD**.



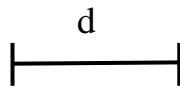
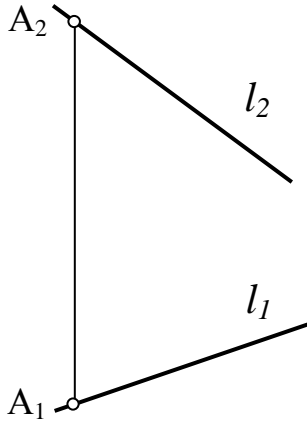
**Задача 10.** В точці **A** побудувати відрізок прямої **AB** за умови:

*а). АВ- горизонталь, її кут нахилу до площини  $\Pi_1$  складає  $45^\circ$ , а довжина 40 мм.*

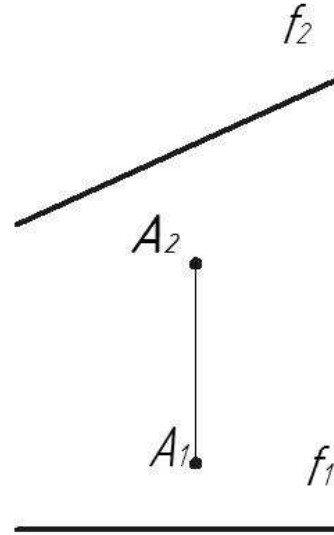
*б). АВ- фронталь, її кут нахилу до площини  $\Pi_1$  –  $60^\circ$ , а довжина 40 мм.*



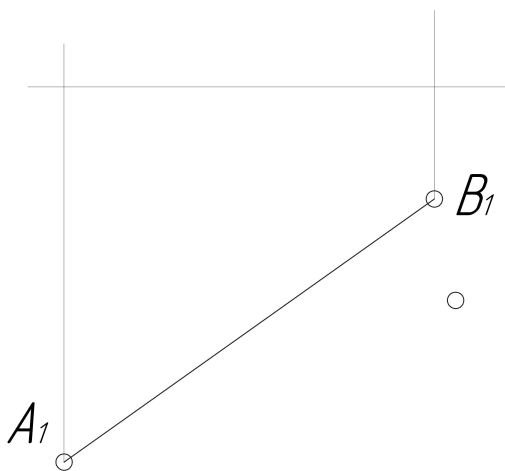
**Задача 11.** На прямій  $l$  від точки  $A$   
Відкласти відрізок довжиною  $d$ .



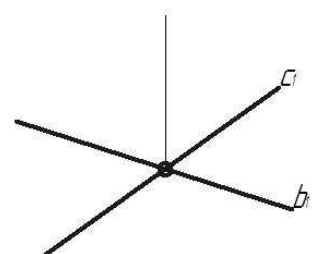
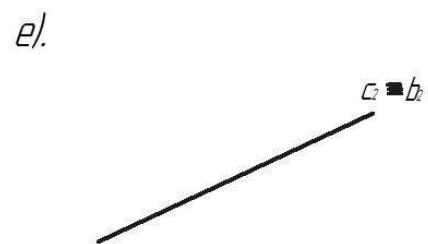
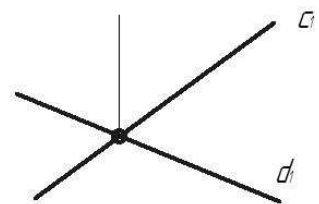
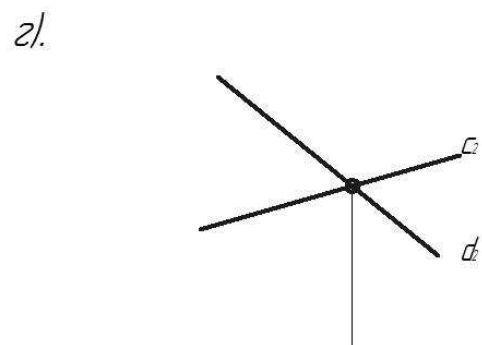
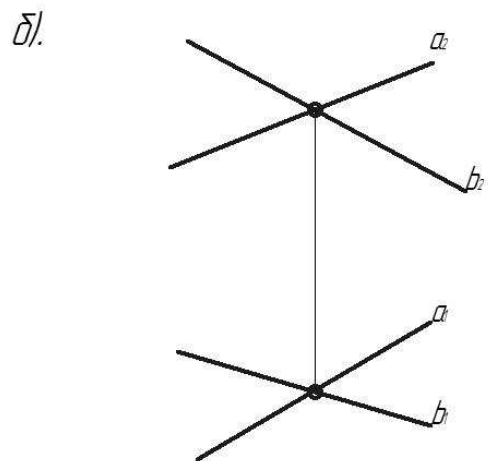
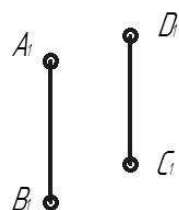
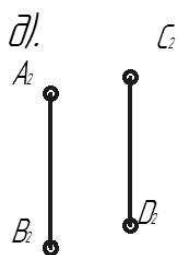
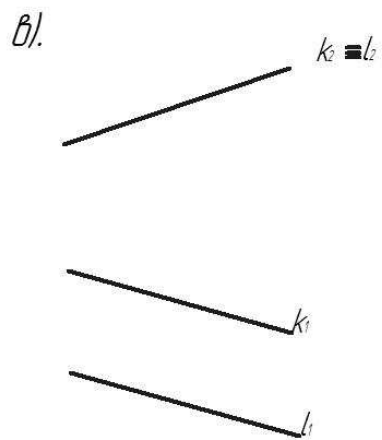
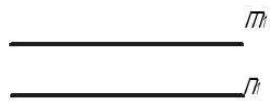
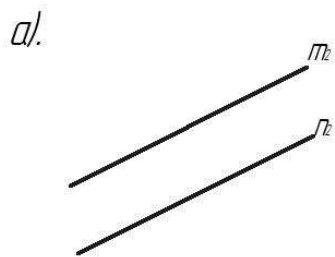
**Задача 12.** Визначити відстань від  
т.  $A$  до прямої рівня.



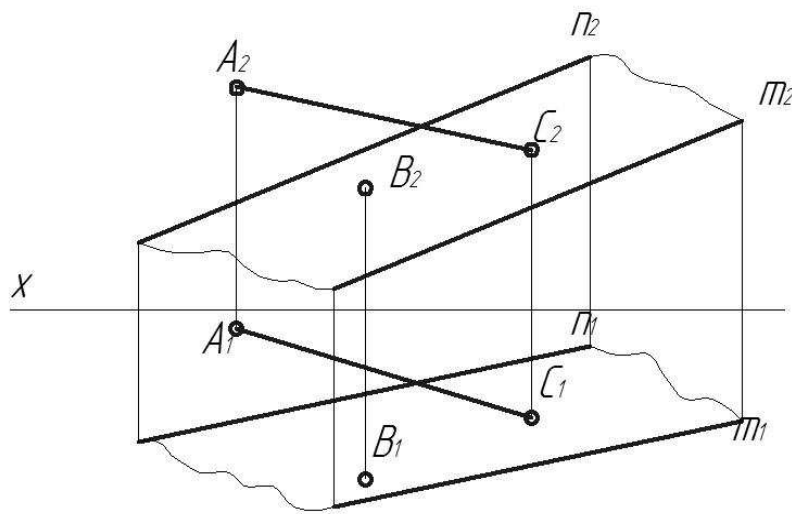
**Контрольна робота 2.** Визначити відстань від т.  $C$  до прямої  $AB$



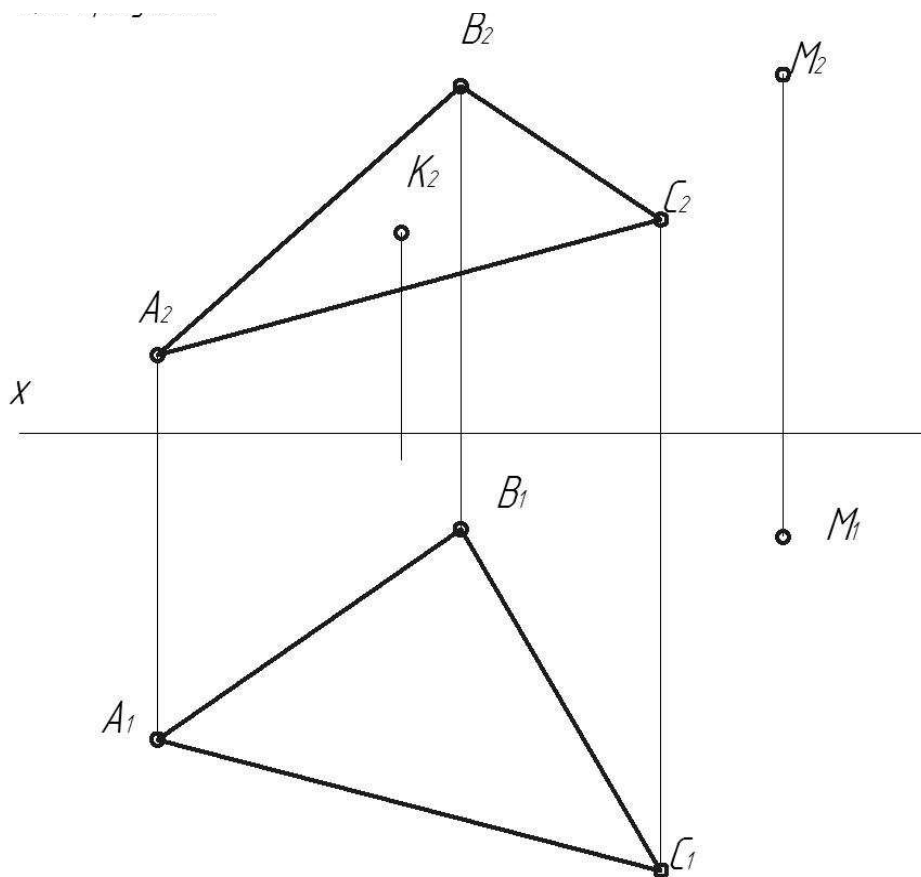
**Задача 13.** Визначити та записати взаємне розташування кожної пари прямих.



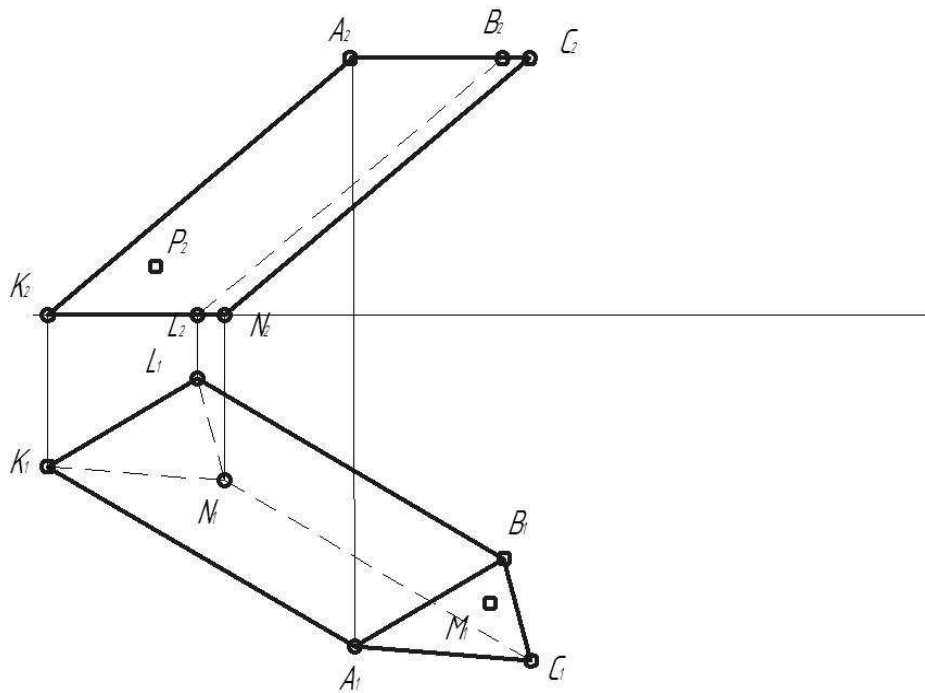
**Задача 14.** Визначити чи належать площині точка **В** та пряма **АС**.



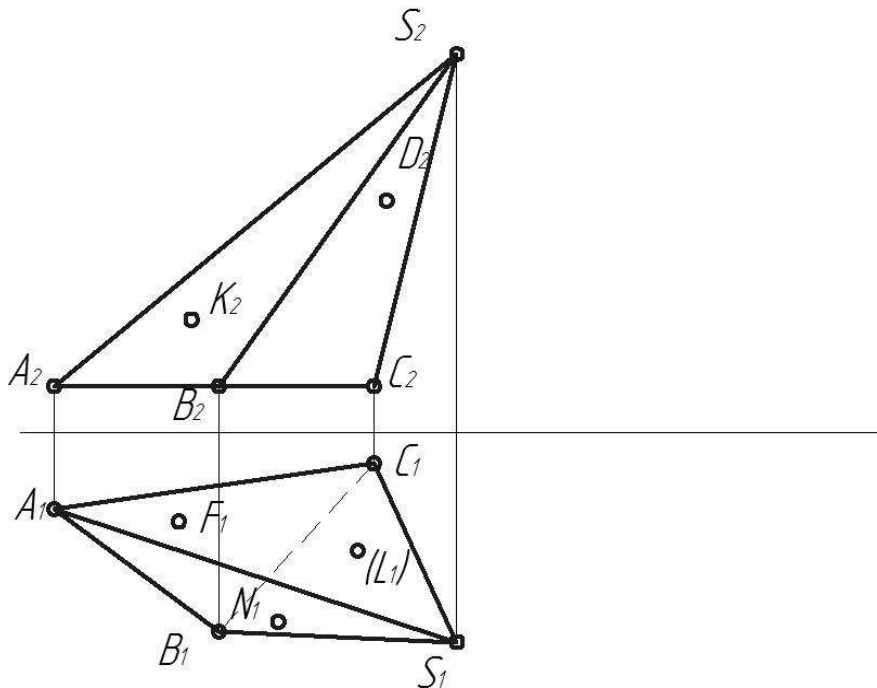
**Задача 15.** Побудувати горизонтальну проекцію точки **К**, яка належить площині трикутника **АВС**. У точці **К** побудувати горизонталь та фронталь площини. У точці **М** побудувати пряму, що паралельна до площини трикутника.



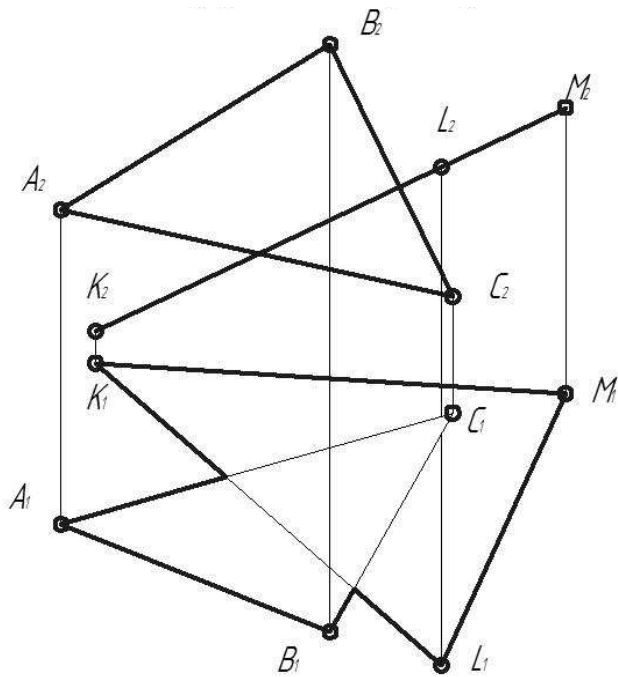
**Задача 16.** Побудувати три проекції призми та точок на її гранях.



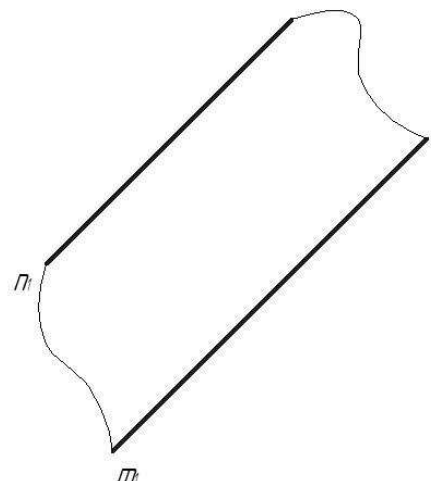
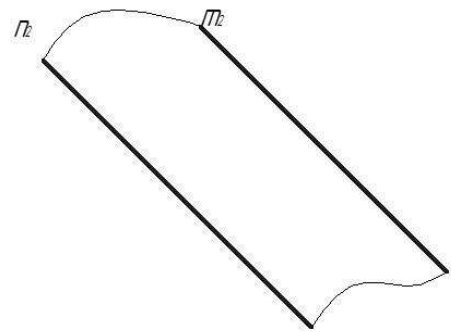
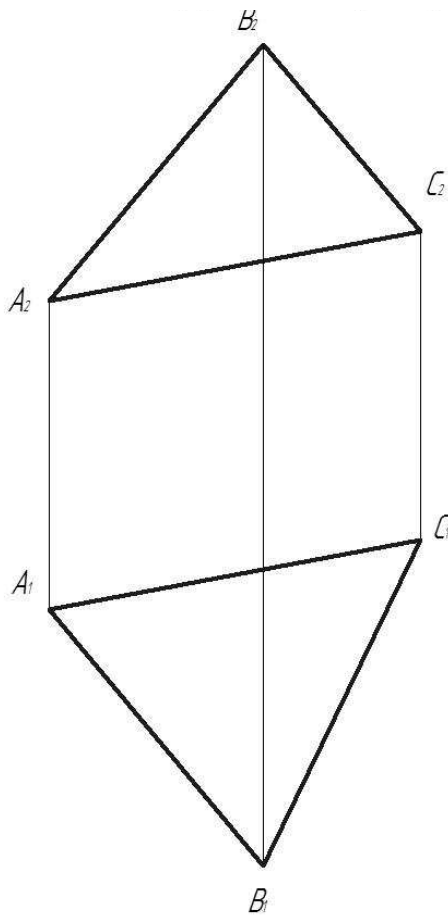
**Задача 17.** Побудувати три проекції піраміди та точок на її гранях.  
Побудувати дійсний розмір перерізу А-А.



**Задача 18.** Побудувати лінію перетину площин.

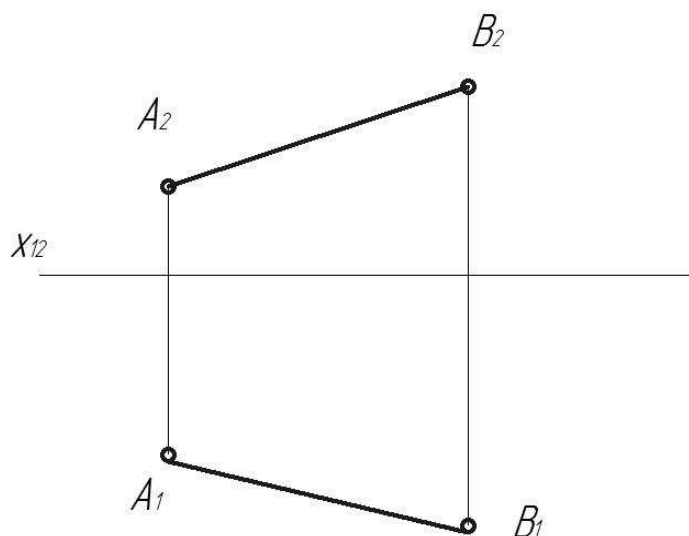


**Задача 19.** Побудувати лінію перетину площин.

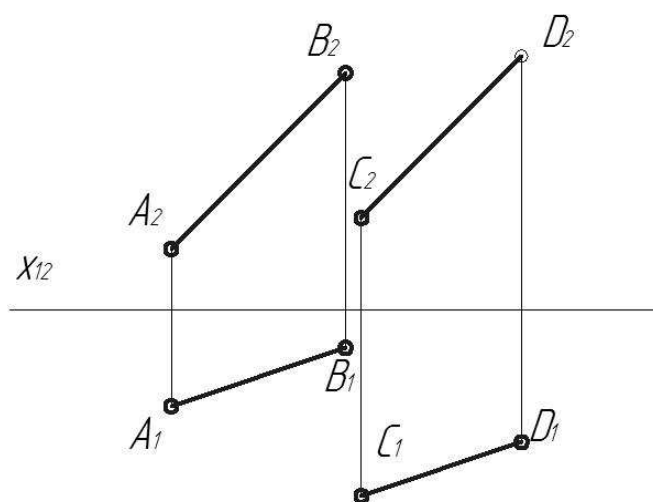


## Метод заміни площин проекцій

**Задача 20.** Визначити дійсний розмір відрізка **AB** та кути його нахилу до  $\Pi_1$  та  $\Pi_2$ .

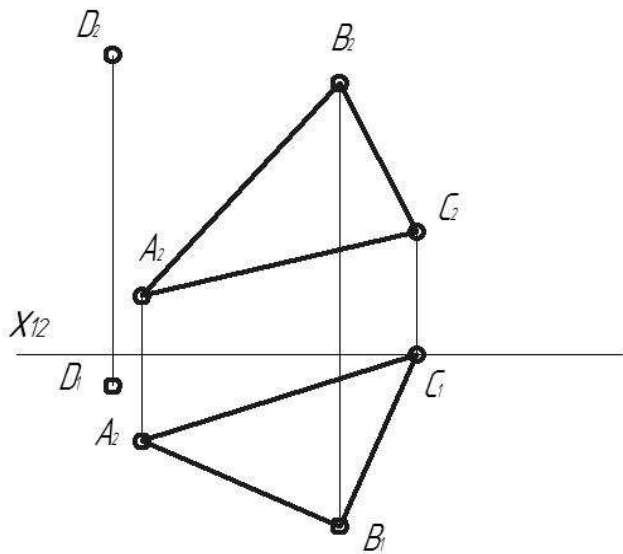


**Задача 21.** Визначити відстань між **AB** і **CD**.

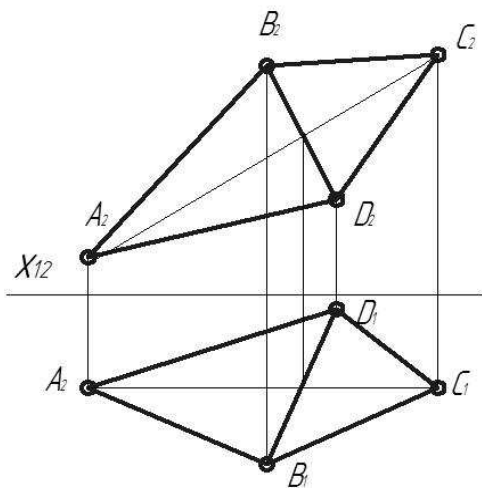




**Задача 22.** Визначити відстань від т. **D** до площини трикутника **ABC**

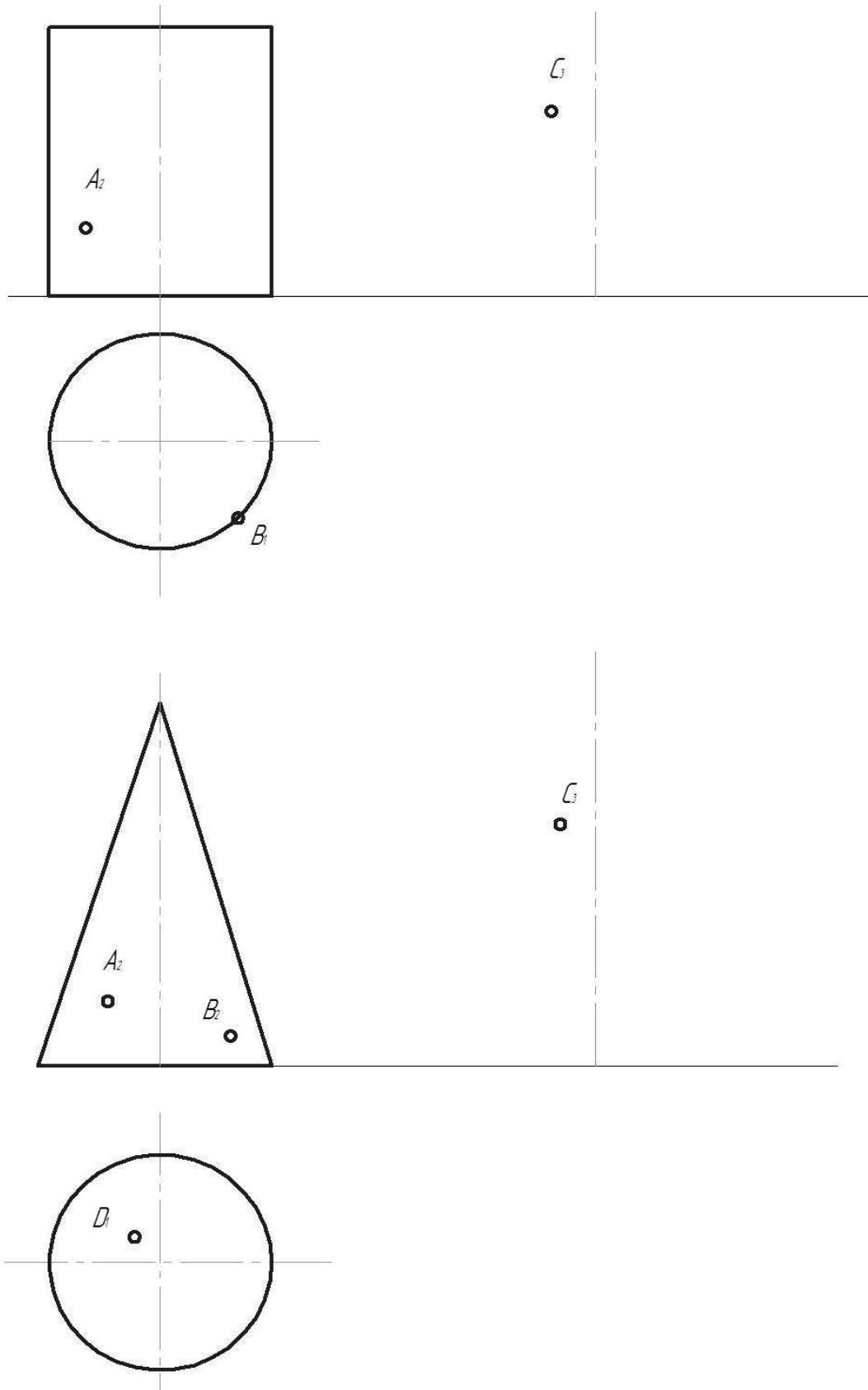


**Задача 23.** Визначити дійсний розмір чотирикутника **ABCD**.



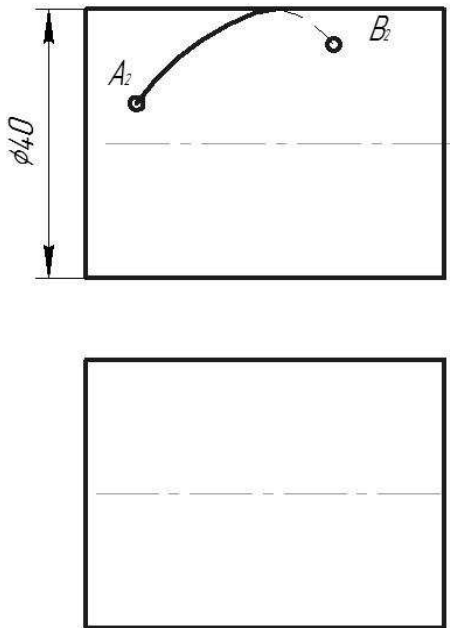
## Поверхні. Точки на поверхнях

**Задача 24.** Побудувати три проекції поверхонь та точок, що їм належать.

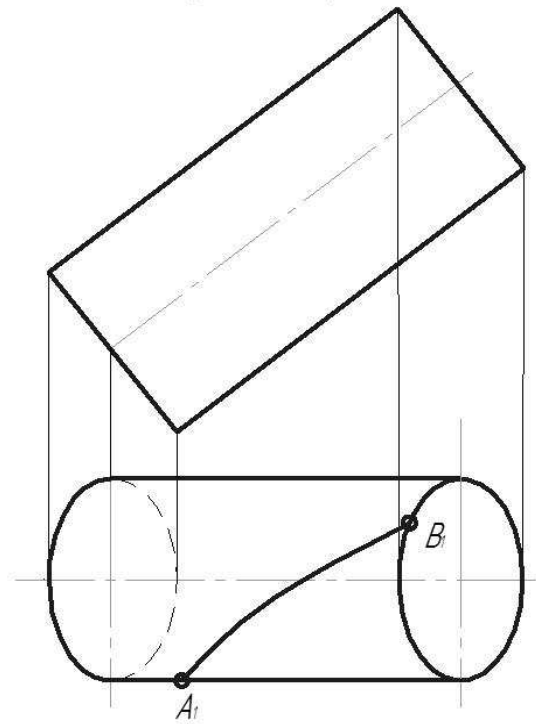


**Задача 25.** Добудувати три проекції кривої **AB**, якщо вона належить:

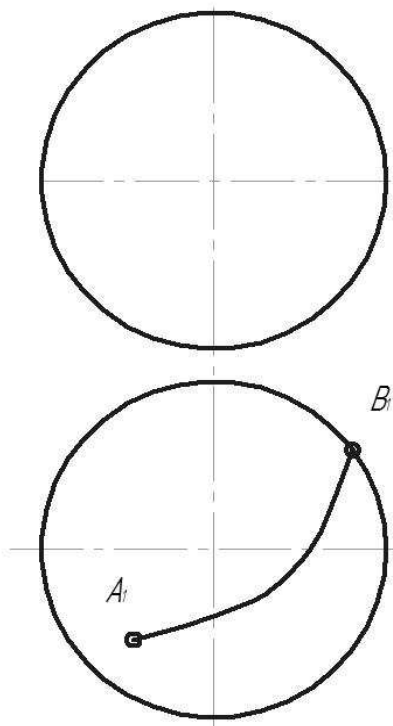
*а). циліндричній поверхні*



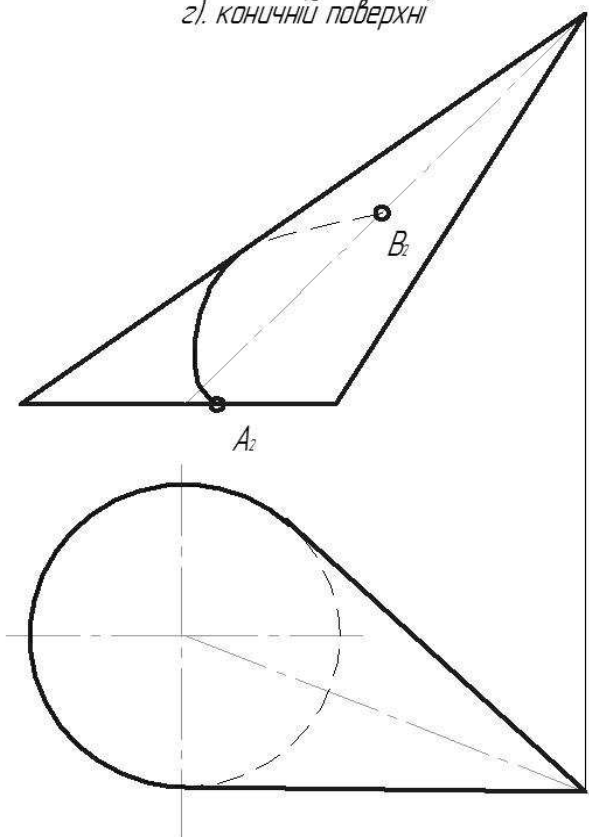
*б). циліндричній поверхні*



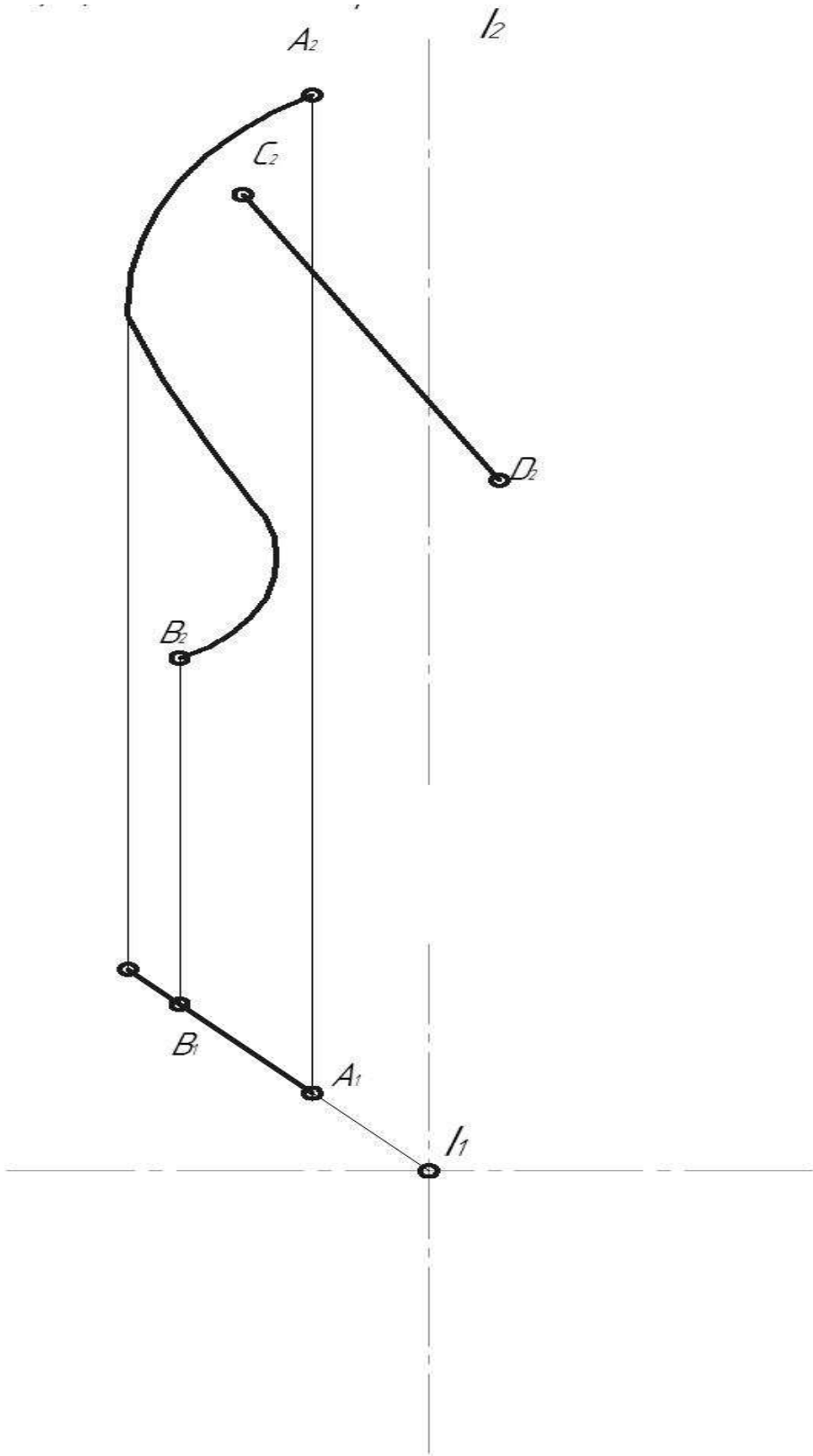
*в). сфері*



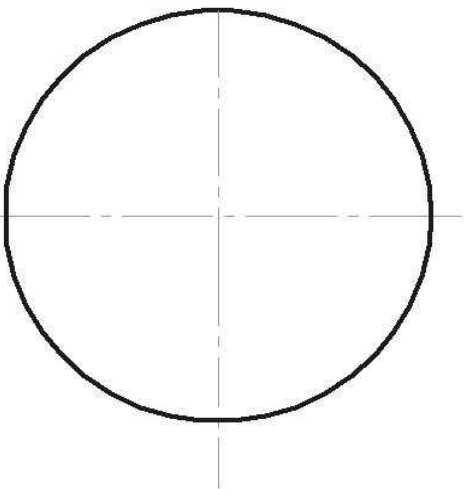
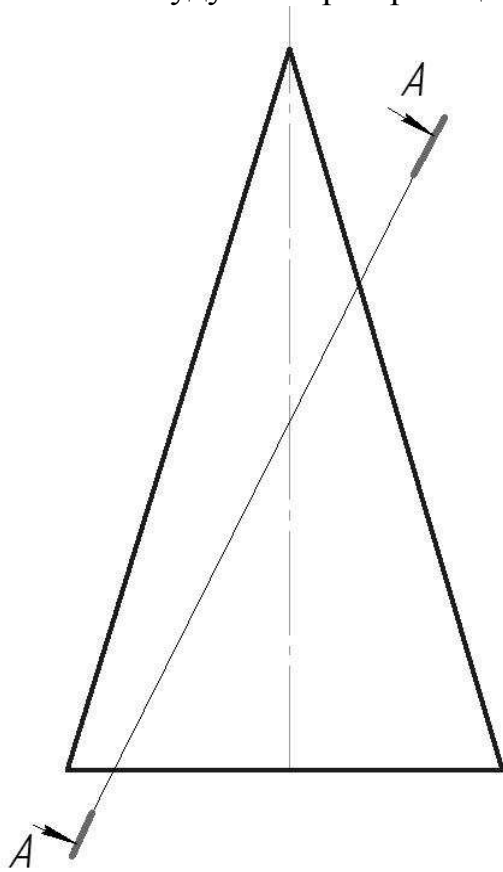
*г). коничній поверхні*



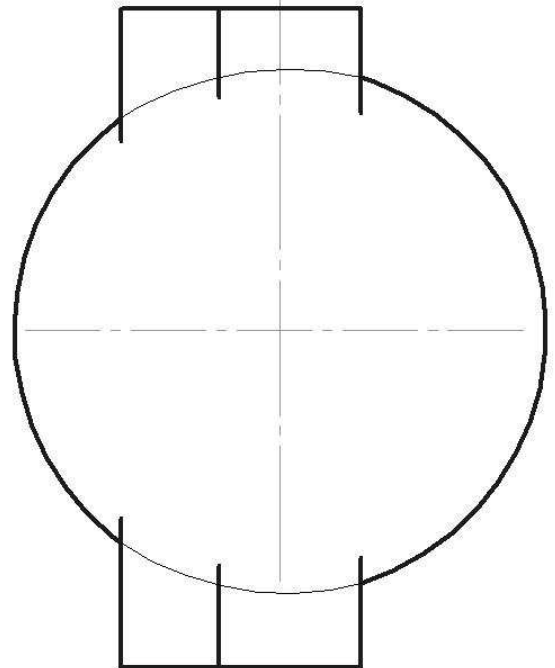
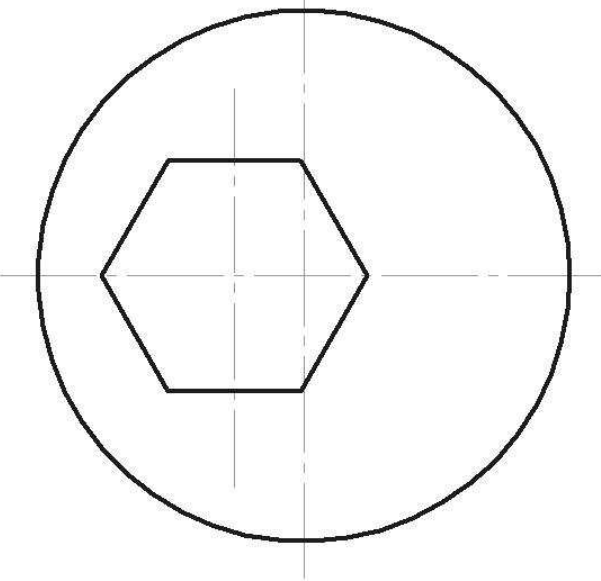
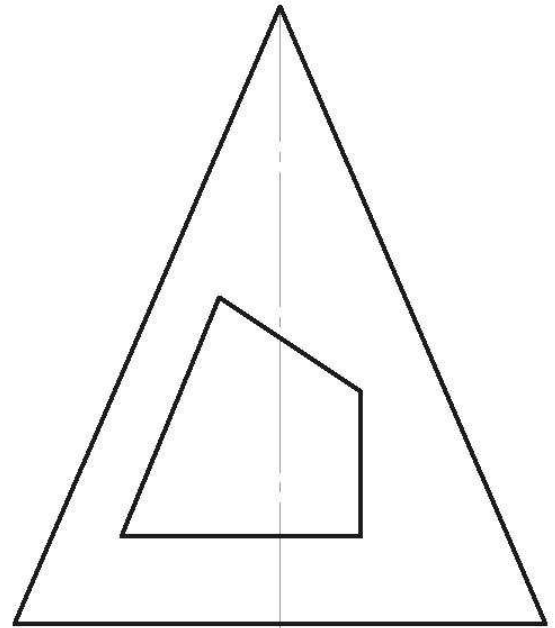
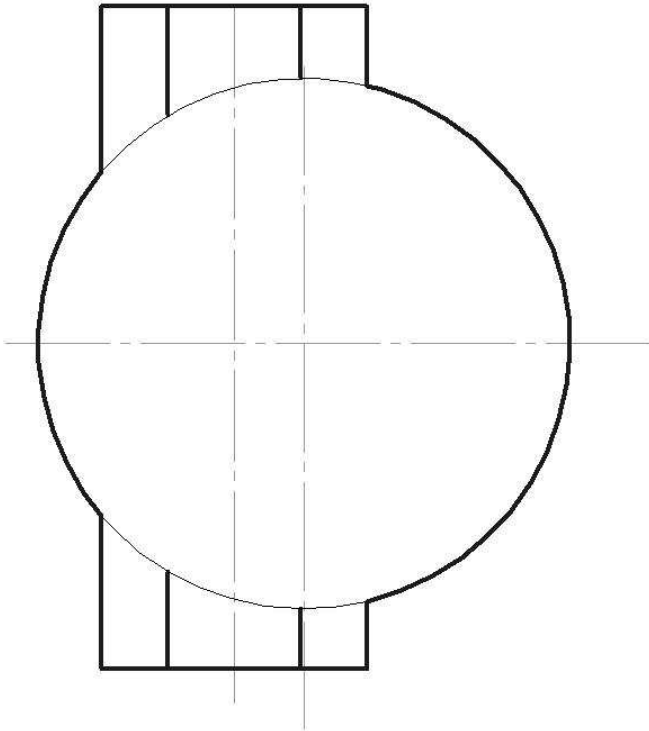
**Задача 26.** Побудувати проєкції поверхні обертання та лінії **CD**, що їй належить.



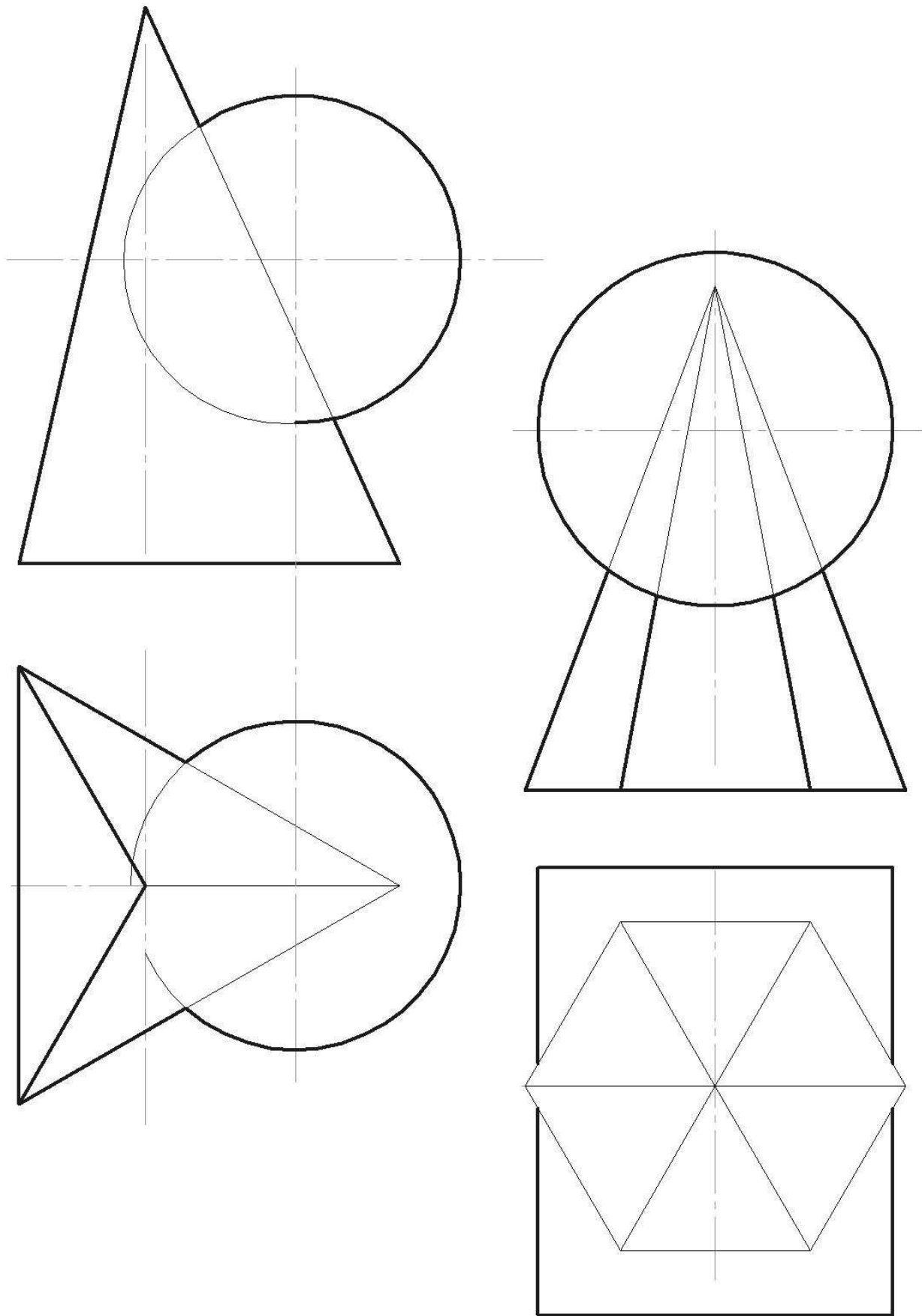
**Задача 27.** Побудувати три проекції перерізу поверхні площиною А-А.



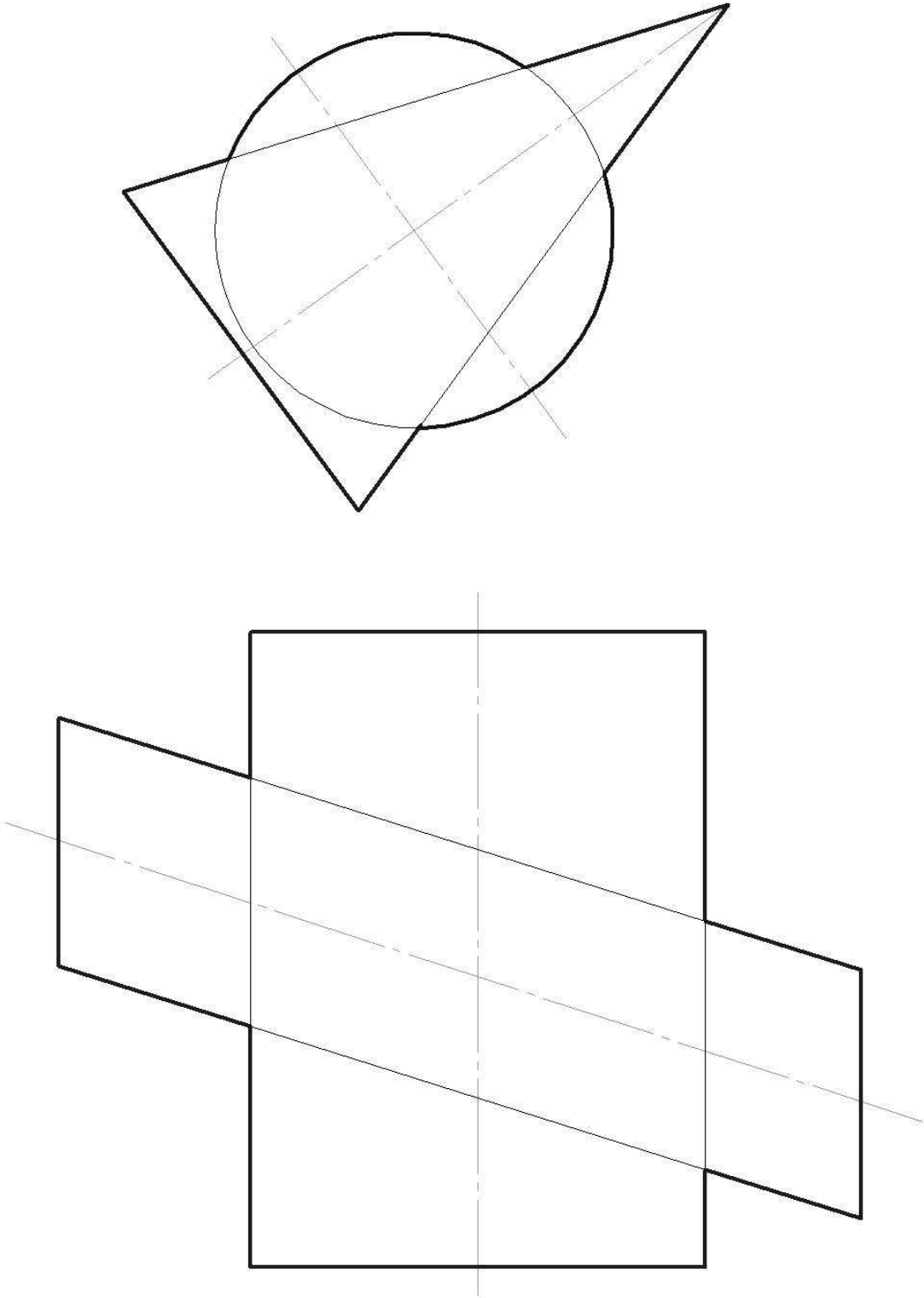
**Задача 28.** Побудувати лінію перетину поверхонь.



**Задача 29.** Побудувати лінію перетину поверхонь.



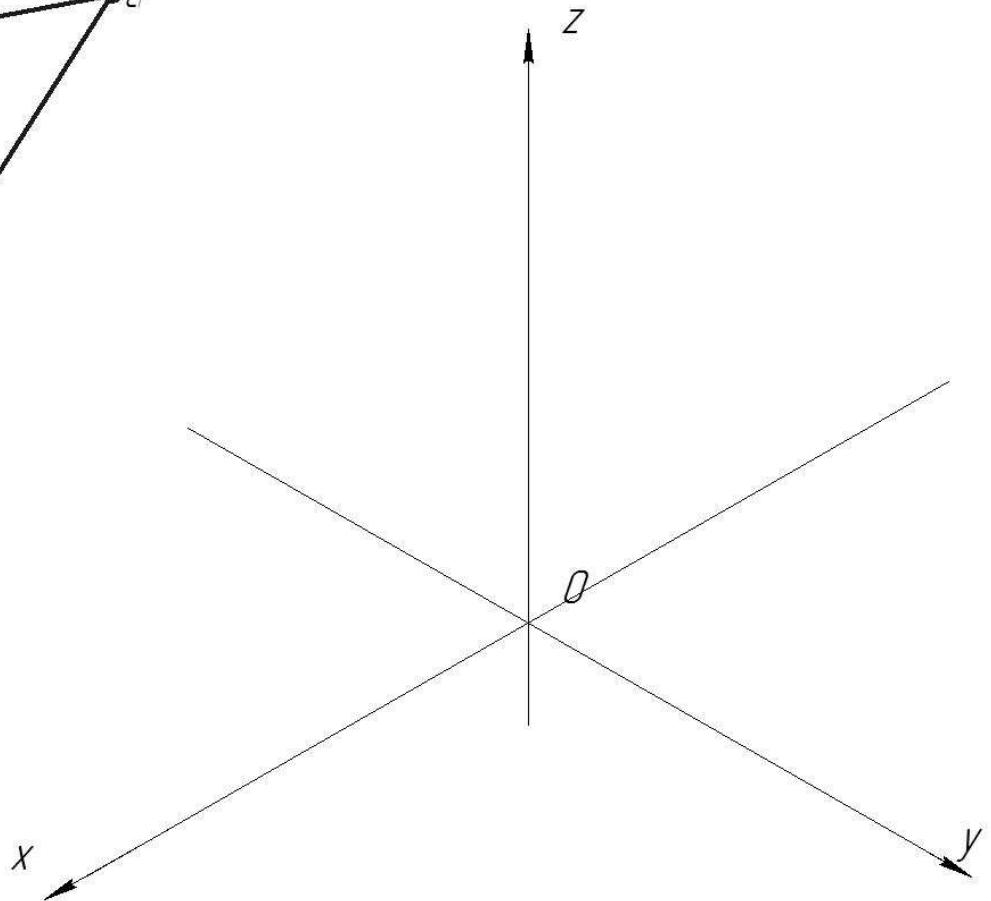
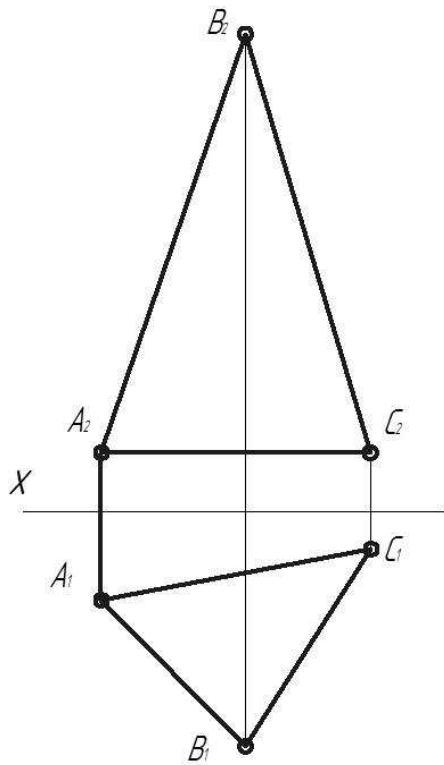
**Задача 30.** Побудувати лінію перетину поверхонь.



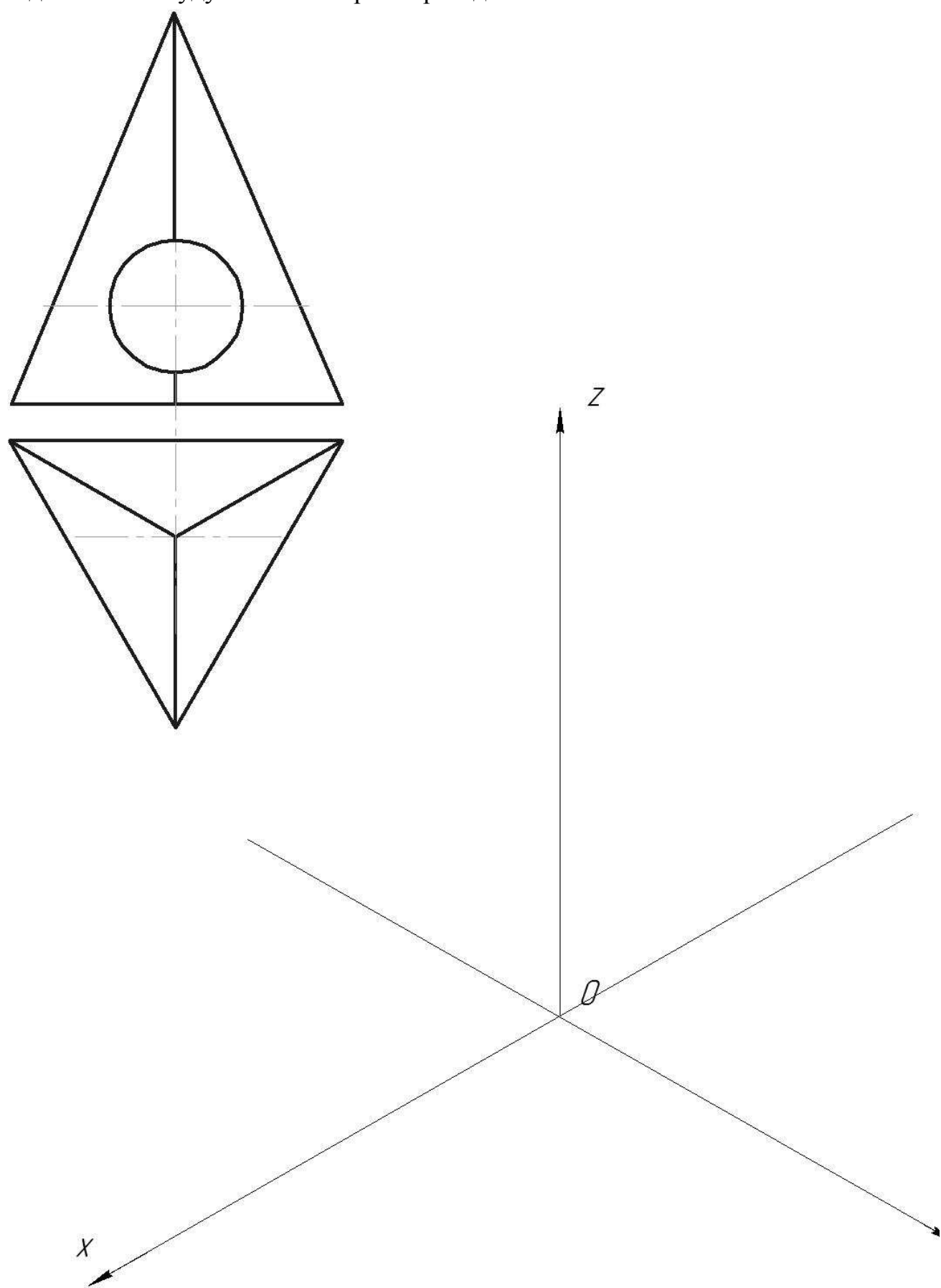


## АксонOMETричні проєкції

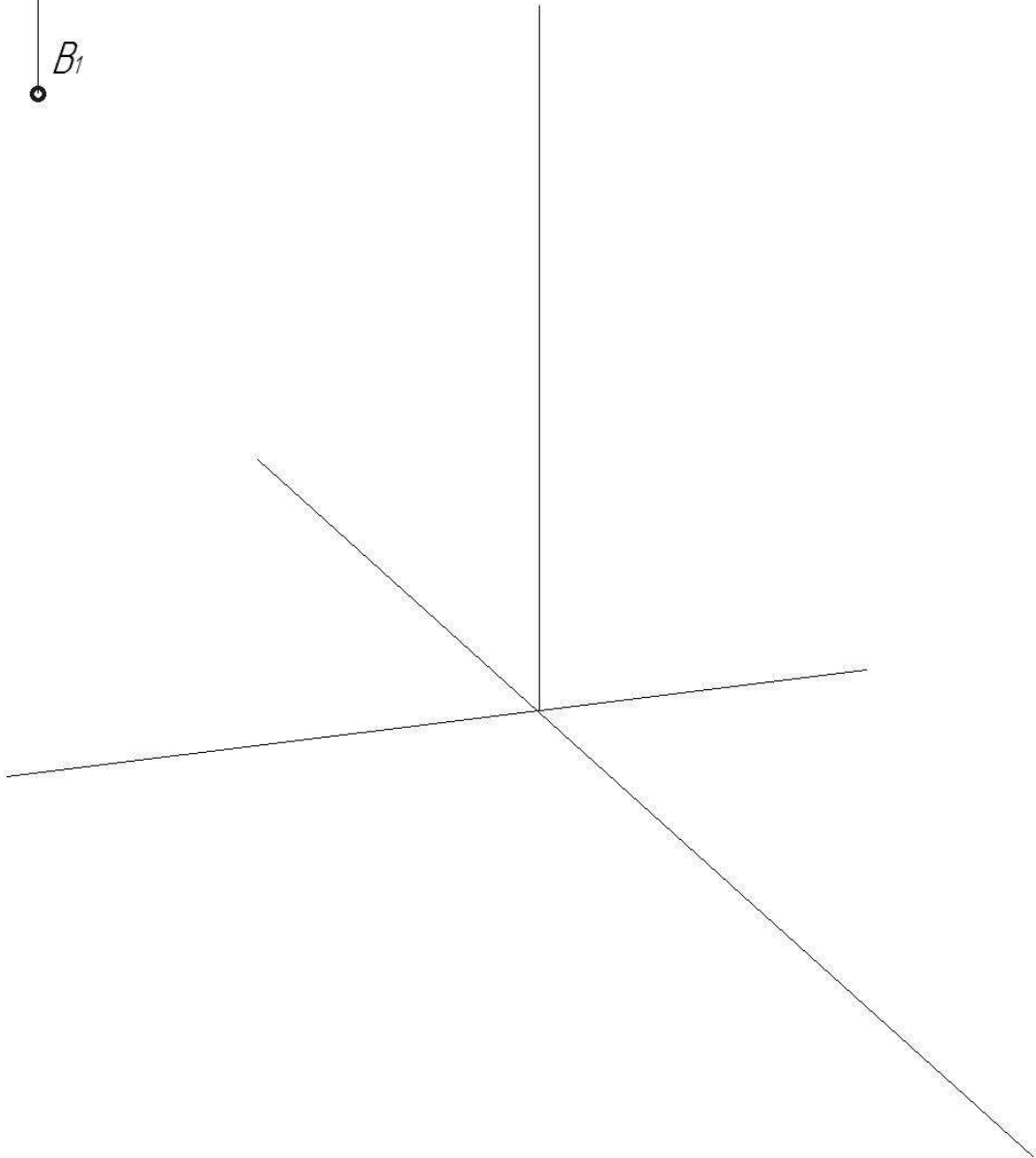
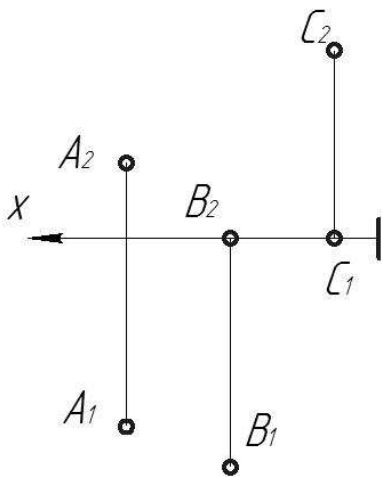
**Задача 31.** Побудувати ізометрію трикутника  $ABC$ .



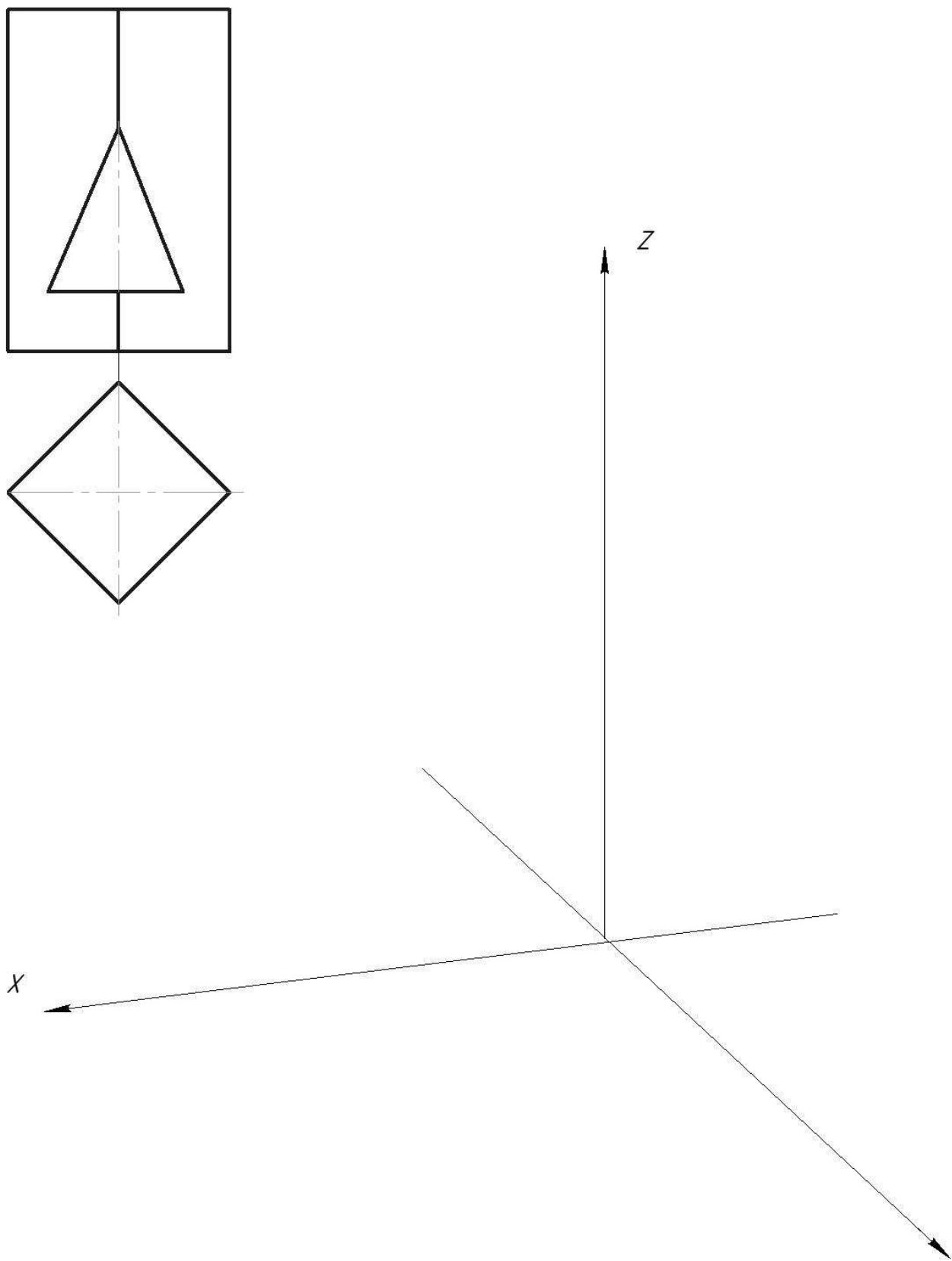
Задача 32. Побудувати ізометрію піраміди.



**Задача 33.** Побудувати діаметрію точок **A, B, C**.



Задача 34. Побудувати діаметрію призми.



## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЕПЮРІВ

Епюри виконувати за варіантом на окремих аркушах формату А3. Побудови – олівцем, тонкими лініями; умови задач – олівцем, контурними лініями (0,2–0,3мм). Результати розв’язання – кольоровими олівцями.

Точки зображувати у вигляді кіл діаметром 1мм.

### Епюр № 1

Задано: координати точок А, В, С, D (варіанти завдань див. стор. 32 )

Визначити:

- а) багатогранник ABCD;
- б) дійсну довжину відрізка прямої АВ;
- в) дійсний розмір однієї з граней.

Розв’язання.

У цьому епюрі розглядаються теми: «Комплексний кресленик точки» та «Комплексний кресленик прямої лінії» з курсу нарисної геометрії. Побудови ведуться на двох площинах проекцій  $\Pi_1$  і  $\Pi_2$ . Задані точки розташовані за умовою в першій чверті простору або на площинах проекцій. Пряма АВ за умовою – пряма загального розташування.

Для вирішення першого завдання треба визначити видимість ребер багатогранника ABCD на кожній з його проекцій. Це необхідно робити за допомогою конкуруючих точок.

### Порядок виконання епюра

Розглянемо порядок виконання епюра на прикладі (див. стор. 33). Для побудови проекцій точок за заданими координатами необхідно послідовно відкласти координату  $X$  точки А вліво від нуля на вісі  $OX$ , потім на лінії, перпендикулярній вісі  $OX$ , униз відкласти координату  $Y$  – отримаємо горизонтальну проекцію точки А (точка  $A_1$ ), після цього нагору цією же лінією зв’язку відкласти координату  $Z$  – отримаємо фронтальну проекцію точки А (точка  $A_2$ ). Аналогічно будуюмо проекції інших точок. Якщо одна з координат дорівнює 0, то відповідна проекція знаходитиметься на вісі координат.

При з'єднанні однойменних проекцій точок **A, B, C** і **D** отримаємо проекції багатогранника **ABCD**.

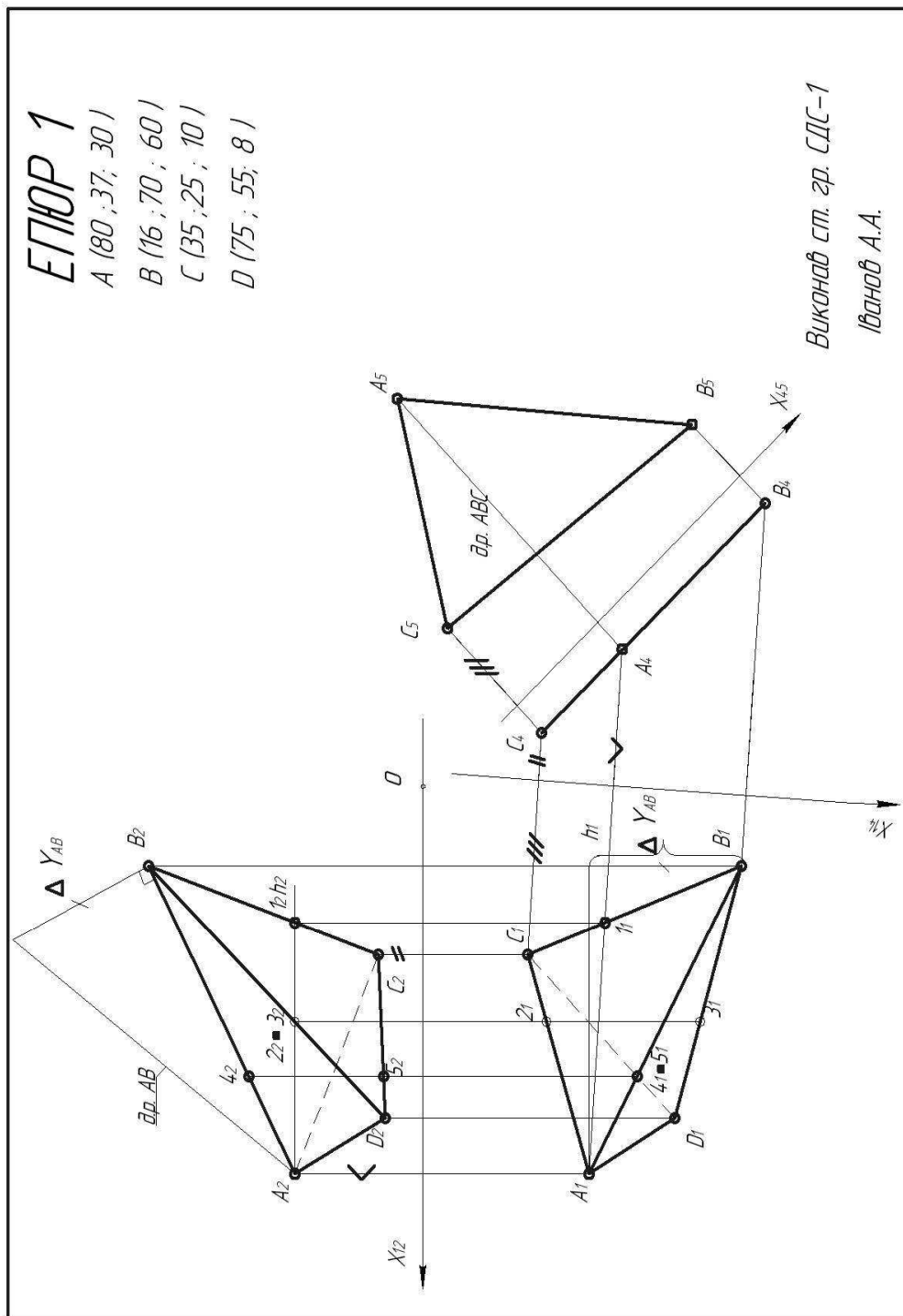
а) на фронтальній проекції багатогранника **A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>** треба визначити видимість ребер **A<sub>2</sub>C<sub>2</sub>** і **B<sub>2</sub>D<sub>2</sub>**. **3<sub>2</sub>** і **2<sub>2</sub>** – проекції конкуруючих точок. Точка **2** належить ребру **AC**, точка **3** – ребру **BD**. Побудувавши горизонтальні проекції точок **2<sub>1</sub>** і **3<sub>1</sub>** та порівнявши їхні координати **Y<sub>3</sub>** та **Y<sub>2</sub>** визначаємо видимість фронтальних проекцій точок **2<sub>2</sub>** і **3<sub>2</sub>**. Точка **2<sub>2</sub>** невидима, тобто і ребро **A<sub>2</sub>C<sub>2</sub>**, якому вона належить, невидиме. Аналогічно на горизонтальній проекції багатогранника **A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>** треба визначити видимість ребер **A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>** та **C<sub>1</sub>D<sub>1</sub>**. **4<sub>1</sub>** і **5<sub>1</sub>** – горизонтальні проекції конкуруючих точок. Точка **5** належить ребру **CD**, а точка **4** – ребру **AB**. Побудувавши фронтальні проекції точок **4<sub>2</sub>** та **5<sub>2</sub>** і порівнявши їхні координати **Z<sub>4</sub>** та **Z<sub>5</sub>**, доходимо висновку, що на горизонтальній проекції креслення точка **4<sub>1</sub>** та проекція ребра **A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>**, якому вона належить, видимі. Горизонтальна проекція точки **5<sub>1</sub>** та проекція ребра **D<sub>1</sub>C<sub>1</sub>** невидимі.

б) дійсний розмір відрізка прямої загального положення знаходимо способом прямокутного трикутника. Побудови виконуємо на одній із площин проекцій. Припустимо, до фронтальної проекції в точці **B<sub>1</sub>** відновлюємо перпендикуляр. На ньому відкладаємо величину **Δy**, узятую з горизонтальної проекції. Отримуємо точку **B<sub>0</sub>**. Для визначення величини **Δy** на горизонтальній проекції прямої з нижньої точки (у цьому випадку **A<sub>1</sub>**) проводимо лінію, паралельну вісі **OX**. З'єднуємо точки **B<sub>0</sub>** і **A<sub>2</sub>**. Отримана гіпотенуза прямокутного трикутника і є дійсним розміром відрізка прямої **AB**.

в) визначаємо дійсний розмір грані **ABC**. У площині трикутника **ABC** будуємо горизонталь ( $h_2 \parallel OX$ ,  $h_1$  проходить через точки **A<sub>1</sub>** та **1<sub>1</sub>**). Горизонталь трикутника треба зробити перпендикулярною до додаткової площини **Π<sub>4</sub>** (вирішується друга основна задача відносно відрізка  $h \rightarrow h \perp \Pi_4$ ). Побудова виконана за такою схемою: від системи **Π<sub>1</sub>/Π<sub>2</sub>** здійснено перехід до системи **Π<sub>1</sub>/Π<sub>4</sub>**, де  $\Pi_4 \perp \Pi_1$  і  $\Pi_4 \perp h$  ( $X_{14} \perp h_1$ ), а від системи **Π<sub>1</sub>/Π<sub>4</sub>** – до системи **Π<sub>4</sub>/Π<sub>5</sub>**, де  $\Pi_5 \perp \Pi_4$  і  $\Pi_5 \parallel \Delta A_4 B_4 C_4$ . Проекція грані **A<sub>5</sub>B<sub>5</sub>C<sub>5</sub>** є дійсним розміром грані.

### Варіанти контрольних задач (епюр № 1)

Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані
1	A(40,5,55) B(0,70,10) C(65,40,0) D(70,50,60)	9	A(55,0,30) B(0,20,60) C(5,55,15) D(35,35,50)	17	A(40,65,20) B(0,10,50) C(55,20,40) D(20,0,30)	25	A(30,55,5) B(75,10,50) C(5,0,20) D(0,35,65)
2	A(20,0,20) B(75,20,50) C(90,60,0) D(50,50,45)	10	A(45,55,10) B(0,25,35) C(60,10,60) D(80,30,0)	18	A(70,20,20) B(25,50,0) C(0,10,50) D(60,40,45)	26	A(0,10,55) B(15,60,10) C(70,30,15) D(60,55,40)
3	A(85,20,80) B(25,40,20) C(90,70,30) D(70,10,10)	11	A(45,0,60) B(80,45,15) C(15,10,10) D(10,60,55)	19	A(0,15,40) B(60,60,75) C(85,45,10) D(50,5,46)	27	A(25,30,30) B(65,10,50) C(10,20,90) D(0,55,45)
4	A(85,42,0) B(25,62,20) C(0,10,40) D(35,35,58)	12	A(0,65,0) B(15,20,50) C(90,10,20) D(60,50,45)	20	A(35,70,0) B(60,40,20) C(20,25,45) D(70,85,50)	28	A(85,0,65) B(60,65,10) C(0,30,20) D(50,35,70)
5	A(10,20,25) B(55,50,10) C(80,0,65) D(40,50,45)	13	A(25,30,50) B(65,50,10) C(10,60,40) D(0,30,15)	21	A(25,5,70) B(65,30,30) C(0,45,25) D(45,65,80)	29	A(70,5,65) B(10,20,30) C(50,50,20) D(20,65,10)
6	A(65,25,70) B(0,40,40) C(90,70,15) D(15,70,100)	14	A(88,50,10) B(62,0,60) C(20,0,30) D(28,34,50)	22	A(25,15,60) B(65,50,15) C(0,80,10) D(50,75,50)	30	A(50,5,70) B(10,30,30) C(75,40,20) D(20,65,75)
7	A(40,70,5) B(0,30,30) C(65,25,45) D(20,80,65)	15	A(0,50,10) B(25,40,60) C(70,5,30) D(60,35,70)	23	A(70,25,5) B(15,55,35) C(20,5,50) D(50,75,40)		
8	A(42,72,0) B(0,32,33) C(75,40,55) D(15,65,60)	16	A(105,0,95) B(80,75,30) C(0,30,15) D(5,70,100)	24	A(15,70,0) B(60,40,20) C(0,25,45) D(35,75,60)		



### Питання для самоперевірки

1. Що називають прямокутними координатами точки?
2. Яке положення займає точка у просторі, якщо її фронтальна проекція розташована на вісі проекцій OZ?
3. Яка пряма називається прямою загального положення?
4. Як називається пряма, фронтальна проекція якої паралельна вісі OX?

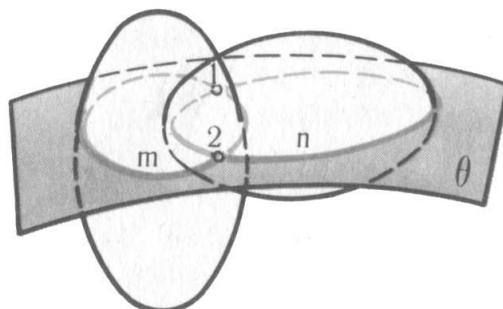


5. У якої прямої горизонтальна проекція паралельна вісі проекцій  $OX$  і як ця пряма називається?
6. Назвіть необхідні та достатні умови для побудови на комплексному кресленнику точки, що належить заданій прямій.
7. Які основні задачі розв'язуються заміною однієї площини проекцій?
8. Які основні задачі розв'язуються заміною двох площин проекцій?
9. Які параметри комплексного кресленика залишаються незмінними при заміні фронтальної площини проекцій?
10. Які параметри комплексного кресленика залишаються незмінними при заміні горизонтальної площини проекцій?
11. Скільки й у якій послідовності потрібно ввести допоміжних площин до системи  $\Pi_1/\Pi_2$ , щоб отримати справжню величину фігури загального положення?

## Епюр №2

За варіантом побудувати три проекції кривих поверхонь, які взаємно перетинаються. Три проекції лінії перетину поверхонь (лінію перетину побудувати за допомогою методів допоміжних площин-посередників або допоміжних сфер) із урахуванням її видимості (див. вар. задач епюра стор. 37-44).

Щоб визначити проекції лінії перетину, треба знайти проекції точок, спільних для поверхонь, що розглядаються. Лінію взаємного перетину будують за точками перетину лінії однієї поверхні з іншою або з її лініями. Для цього криві поверхні перетинаються третьою поверхнею, яку називають посередником. Дві криві лінії перетину  $m$  і  $n$ , що належать поверхні – посереднику, перетинаючись, утворюють точки **1** та **2** лінії взаємного перетину, що шукається. Виконавши таку операцію кілька разів, отримують потрібну кількість точок для проведення кривої взаємного перетину.



У якості січних часто беруть такі площини, які перетинають ці поверхні по простих для побудови лініях – окружність, чи пряма.

При побудові лінії взаємного перетину та визначенні видимості великого значення набувають характерні точки цієї лінії, які треба визначити спочатку. До таких точок належать найвища та найнижча, а також точки на контурі кожної поверхні, оскільки вони відділяють видиму ділянку лінії перетину від невидимої.

У випадку, коли одна з кривих поверхонь є проектуючою, то задача побудови лінії перетину значно спрощується, бо проекція лінії перетину вже наявна на кресленику.

### **Алгоритм розв'язання задачі**

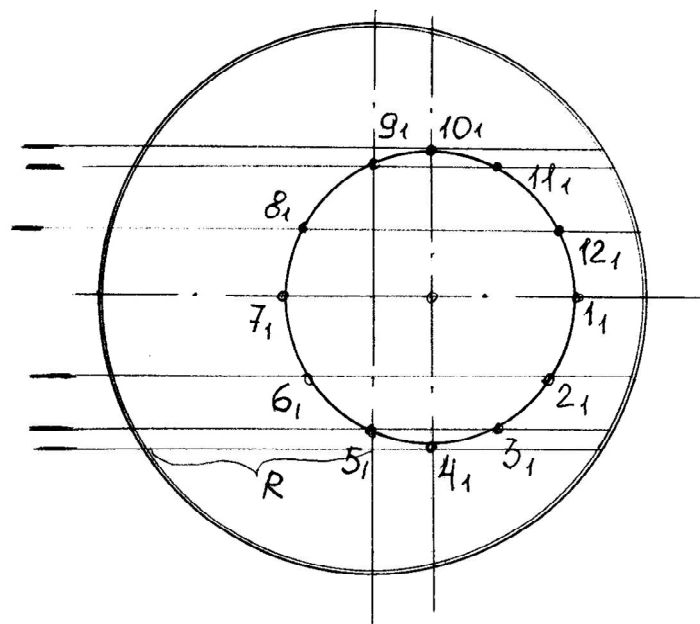
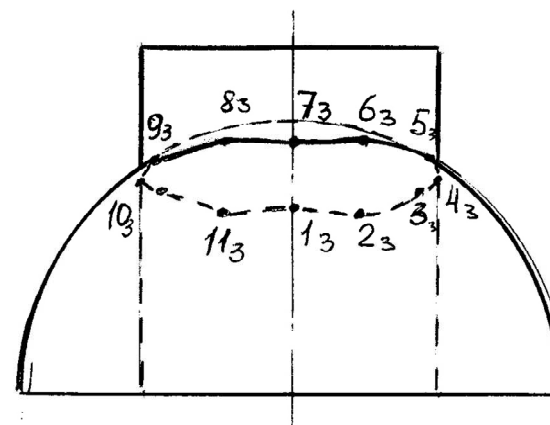
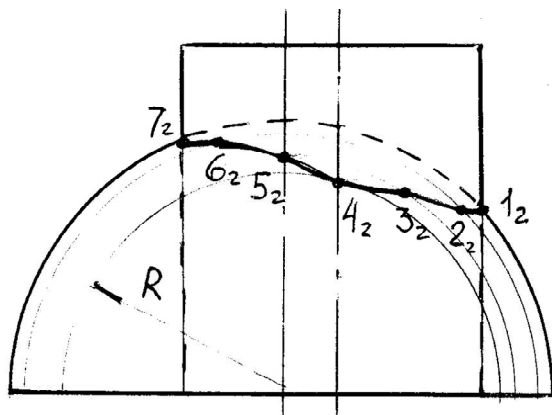
1. Визначити вид кривих поверхонь.
2. Якщо одна з поверхонь проектуюча, то визначаємо до якої з площин проекцій, на цій проекції вже наявна проекція лінії перетину поверхонь.
3. Лінію на поверхні поділяють на точки (визначають опірні та проміжні точки).
4. Будують проекції точок, які невизначені на кресленику.
5. Проекції точок з'єднують лінією.

### **Приклад виконання епюра**

1. У прикладі перетинаються поверхні напівсфери та циліндрична, яка є проєціюючою до горизонтальної площини проекцій. Тобто горизонтальна проекція лінії перетину вже наявна на кресленику – це окружність, в яку проєціюється циліндрична поверхня.
2. Горизонтальну проекцію лінії перетину поділяємо на точки **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 і 8**, які належать напівсфері.
3. Фронтальну проекцію точок будуємо за допомогою фронтальних січних площин, що перетинають сферу по колу відповідного радіуса.
4. Профільну проекцію кожної точки будуємо за лінією проекційного зв'язку та координатою **Y**.
5. Три проекції лінії на поверхні виконати кольоровим олівцем з огляду на видимість.

Приклад виконання епюра приведений на стор. 37.

## Етп №2

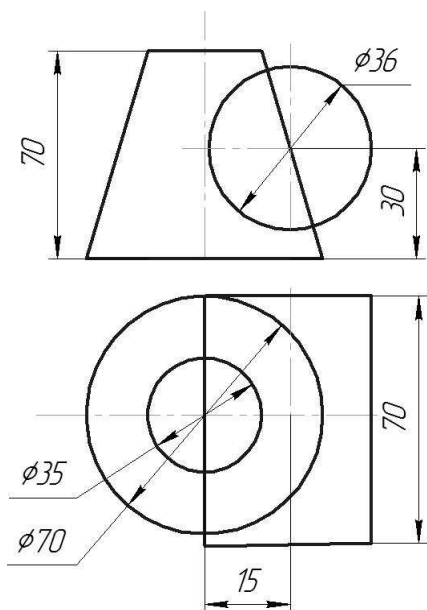


Виконав: студент групи .....

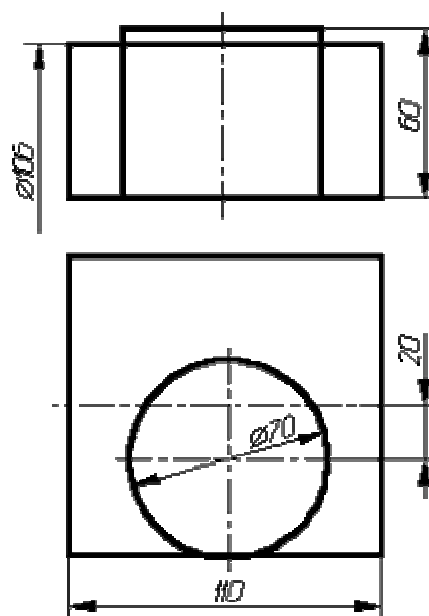
Перевірів: викладач .....

## Варіанти задач для виконання епюра № 2

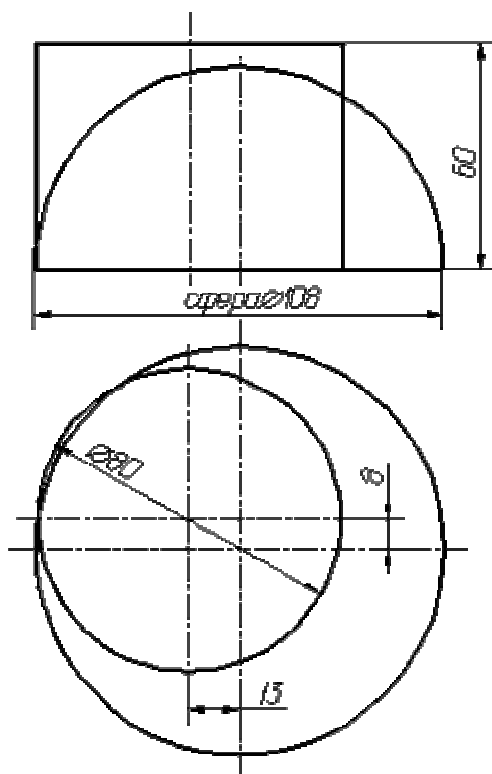
Варіант 1



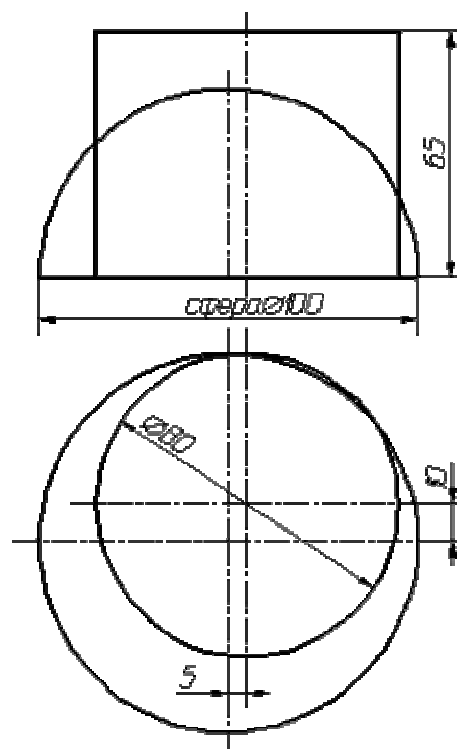
Варіант 2



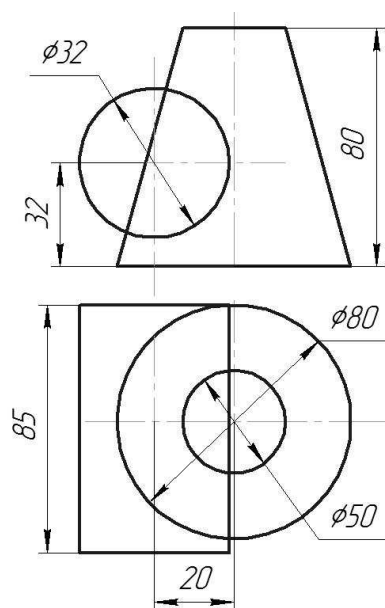
Варіант 3



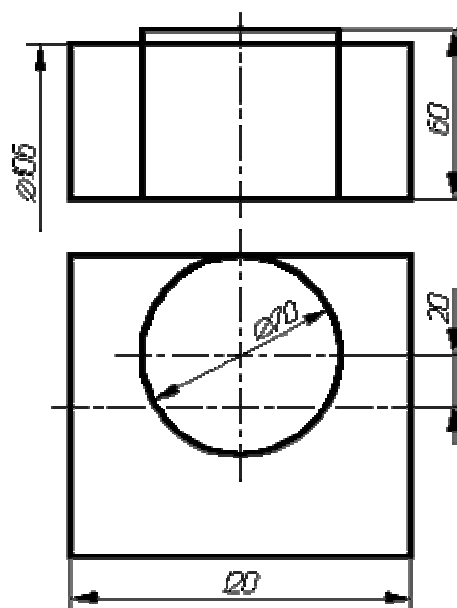
Варіант 4



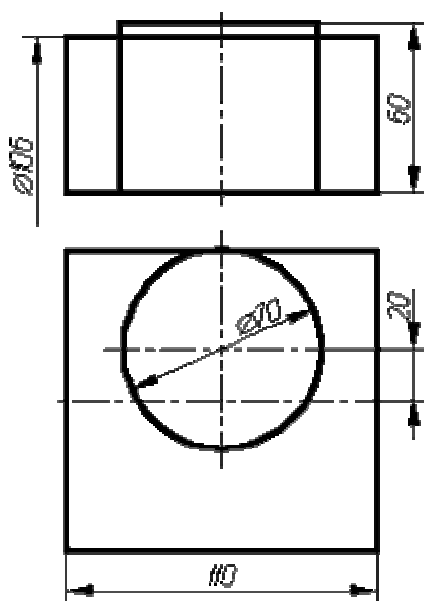
Варіант 5



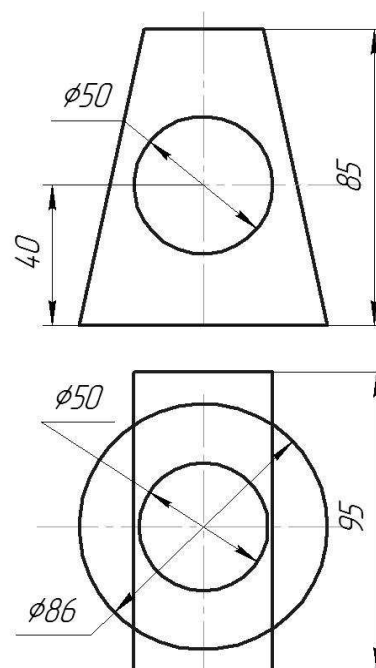
Варіант 6



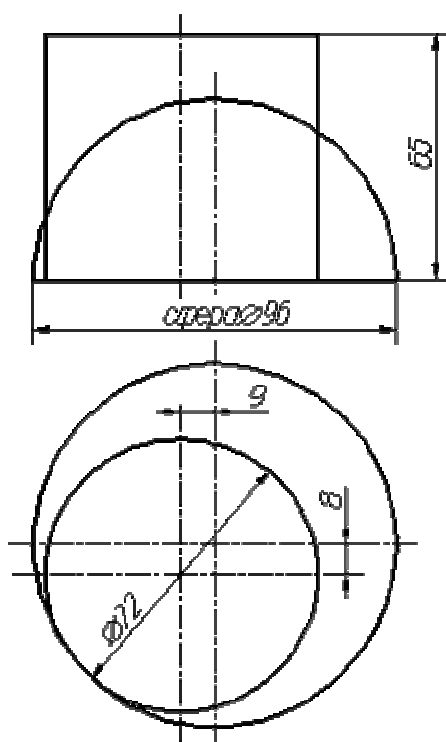
Варіант 7



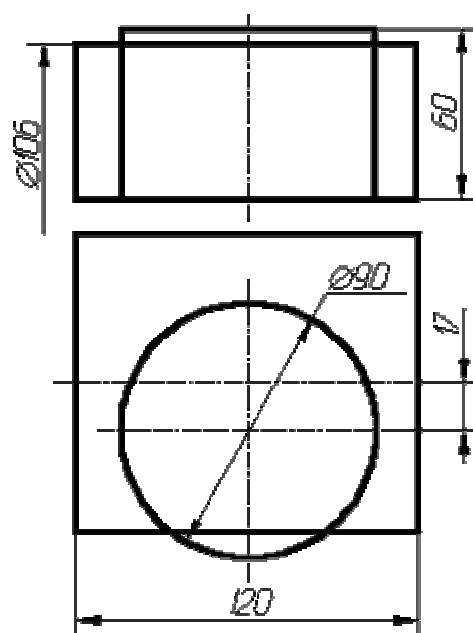
Варіант 8



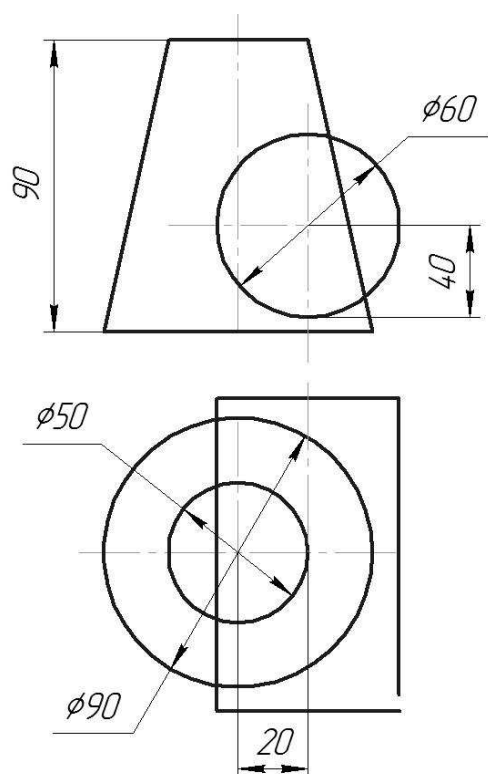
Вариант 9



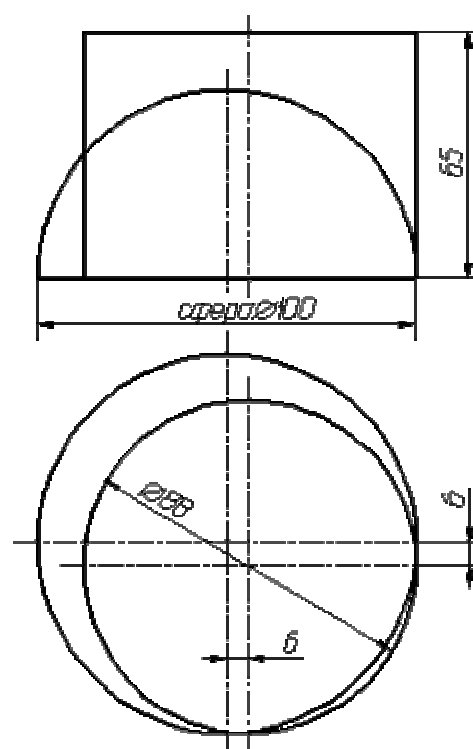
Вариант 10



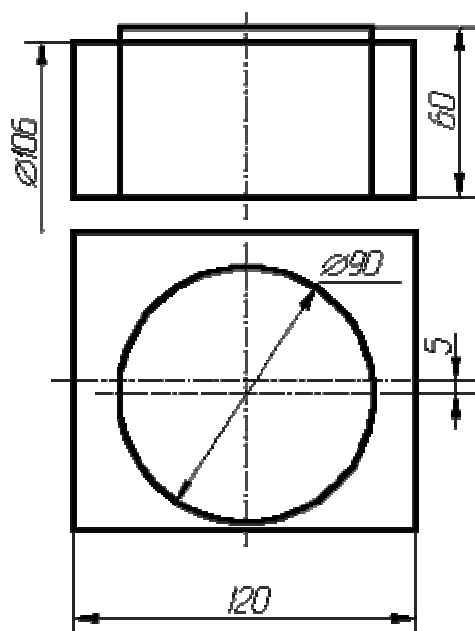
Вариант 11



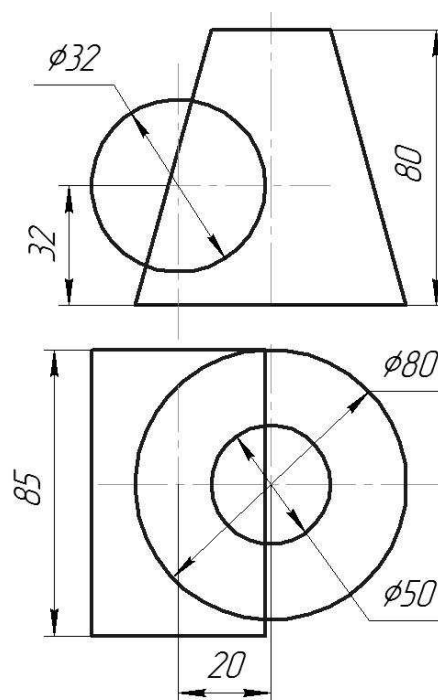
Вариант 12



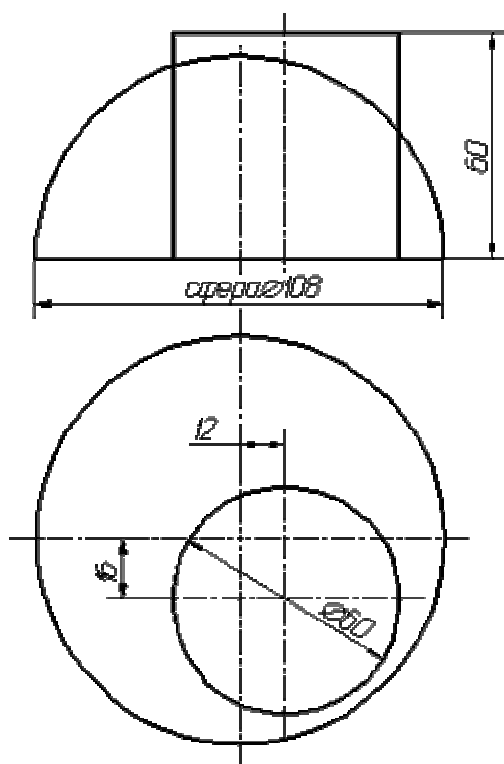
Вариант 13



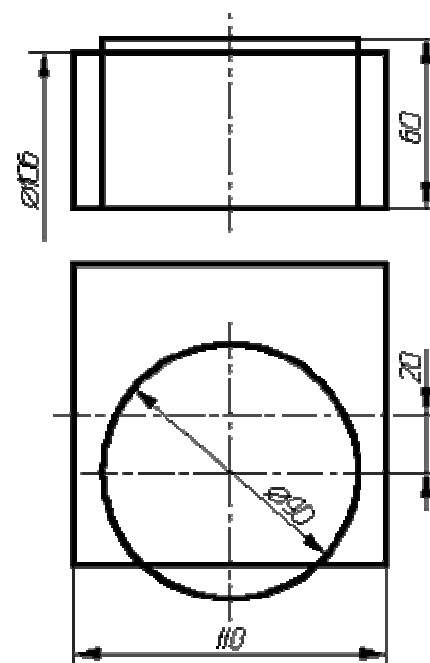
Вариант 14



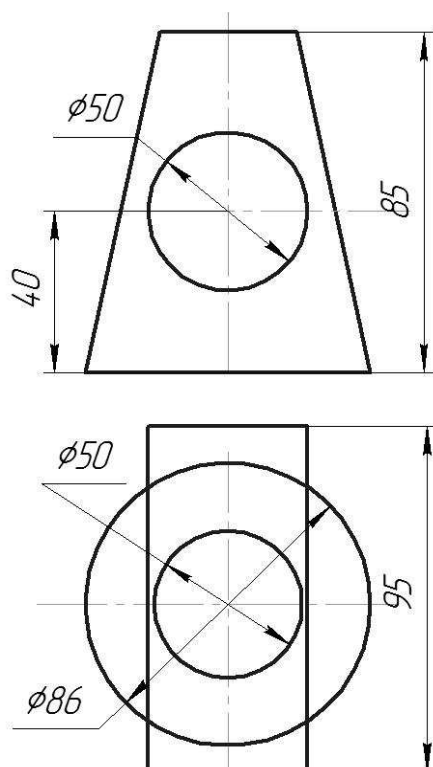
Вариант 15



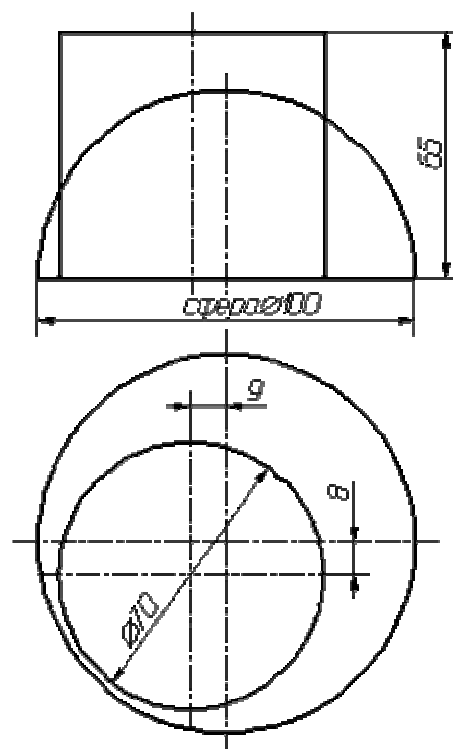
Вариант 16



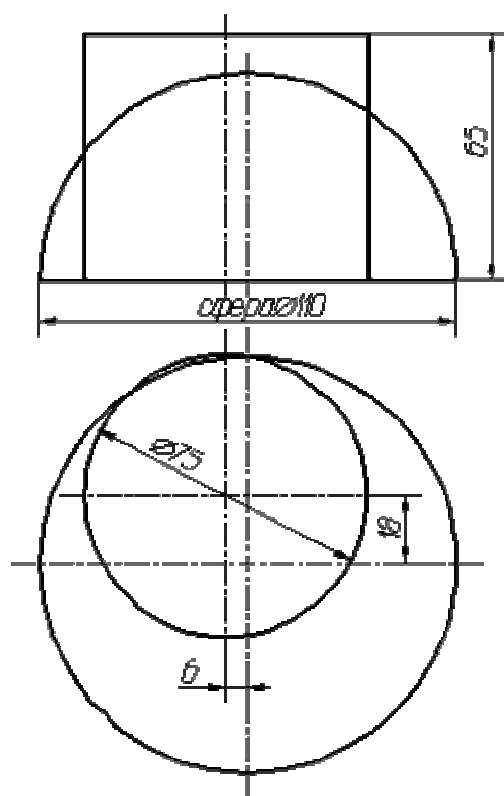
Вариант 17



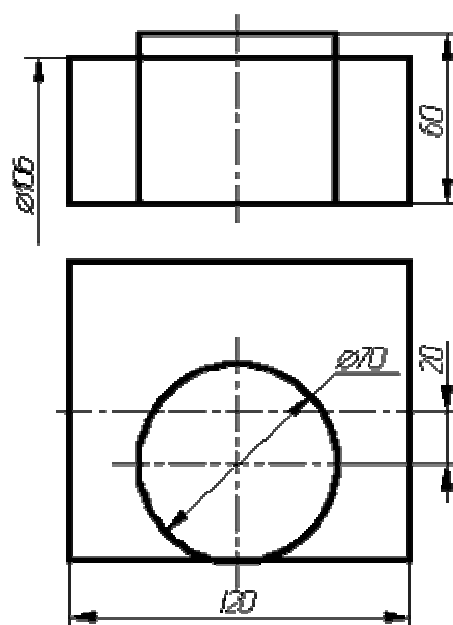
Вариант 18



Вариант 19

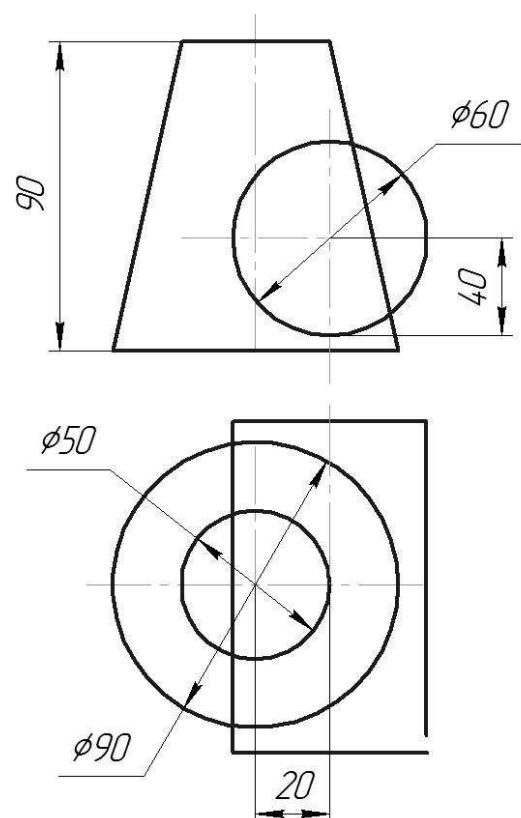


Вариант 20

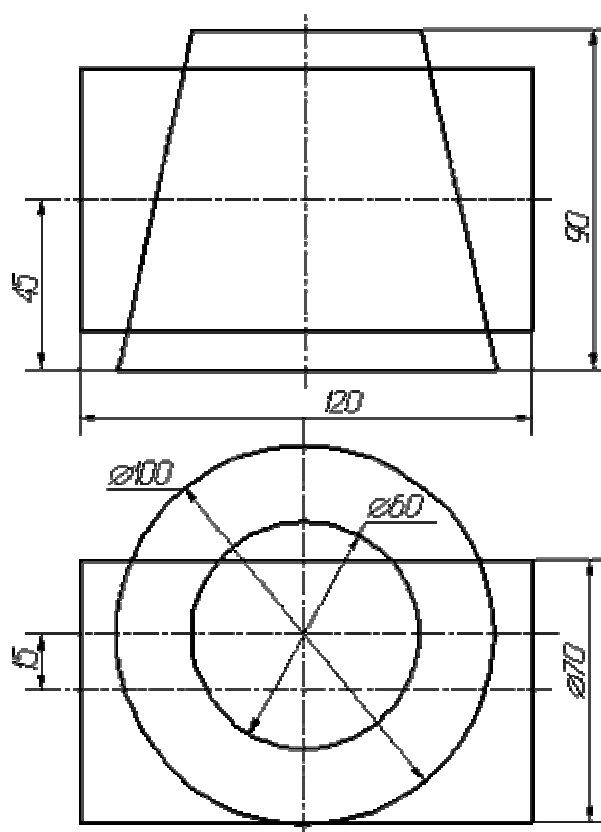




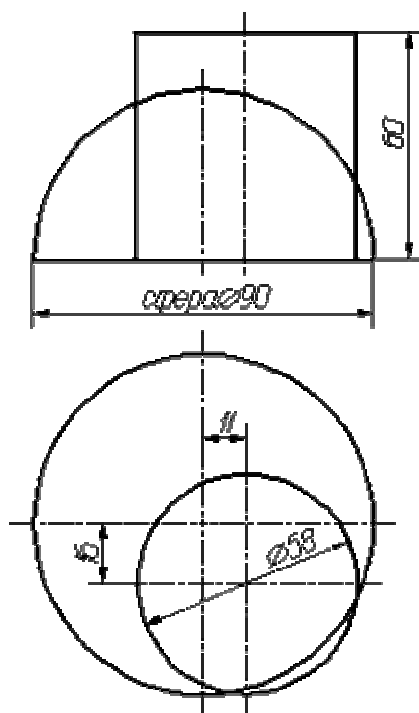
Варіант 21



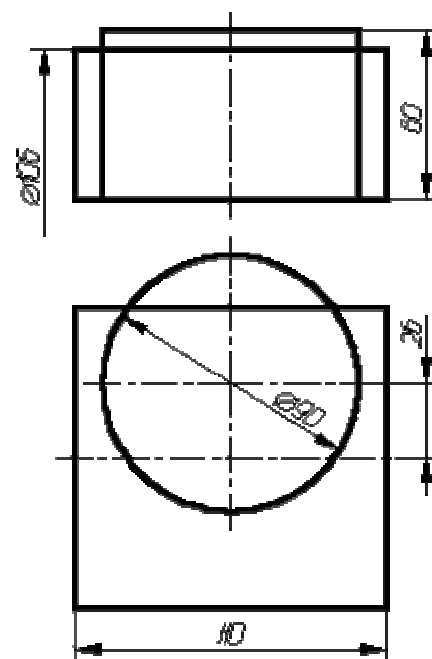
Варіант 22



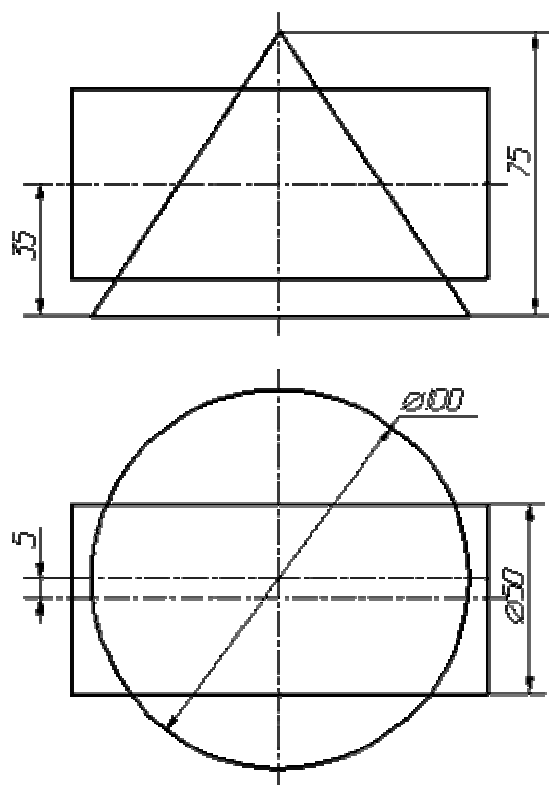
Варіант 23



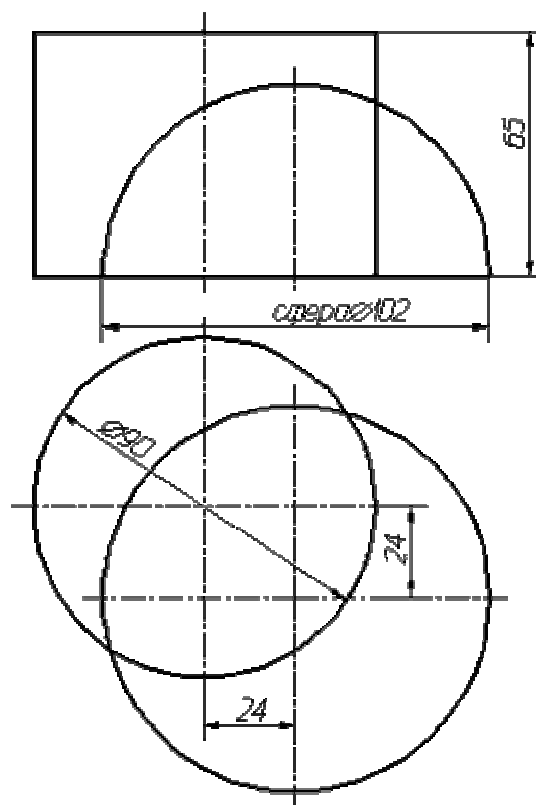
Варіант 24



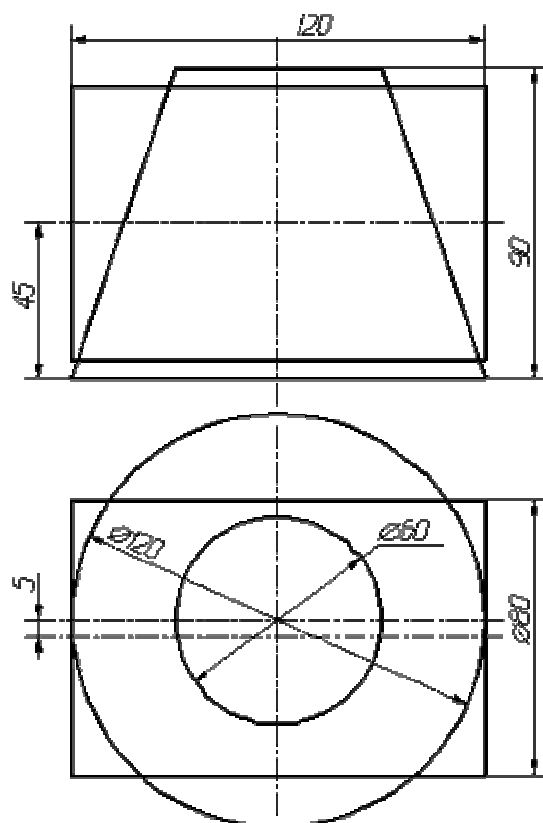
Варіант 25



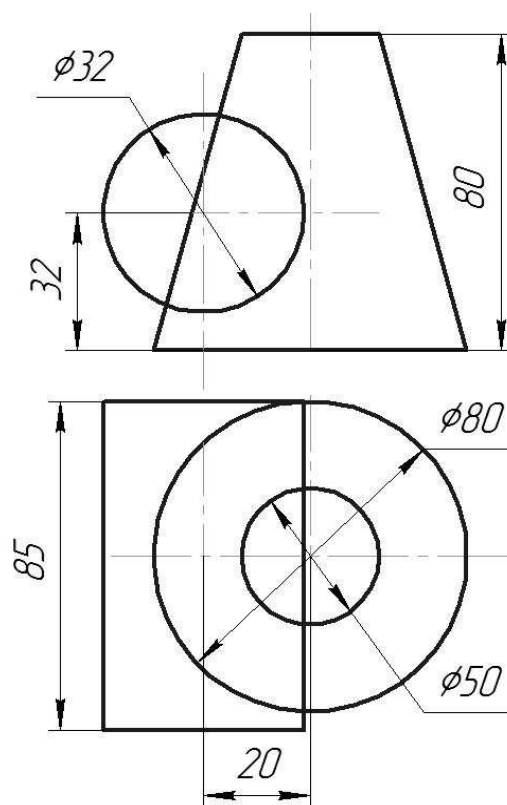
Варіант 26



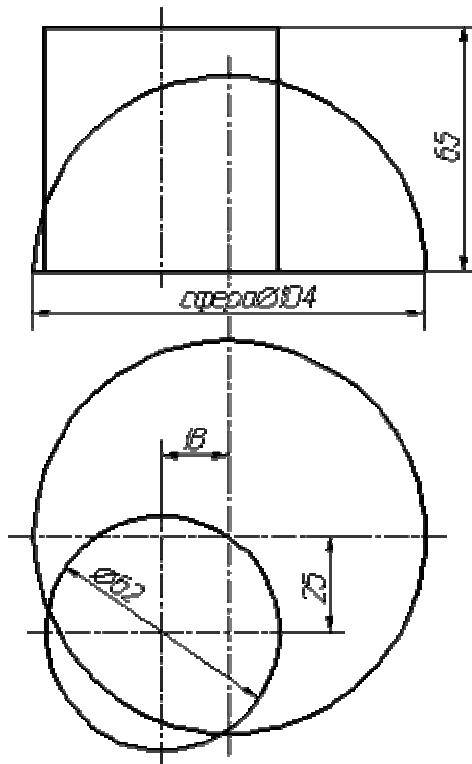
Варіант 27



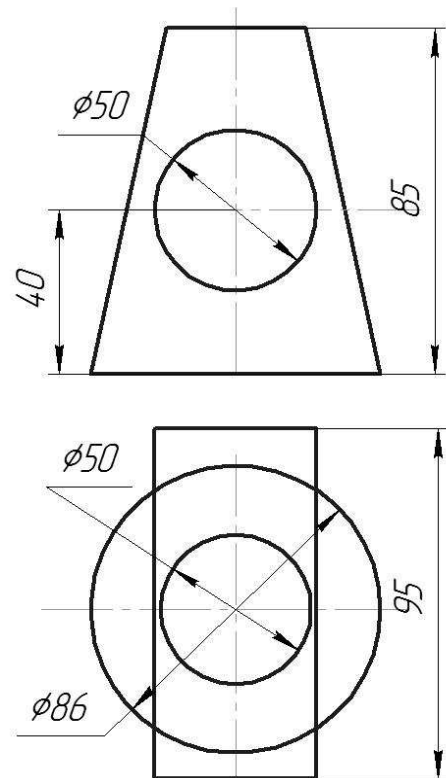
Варіант 28



Варіант 29



Варіант 30



### Питання для самоперевірки

1. У яких випадках доцільно використовувати спосіб сфер-посередників?
2. Коли дві поверхні другого порядку перетинаються по плоских кривих?
3. Сформулюйте принцип належності точки до поверхні.
4. У чому полягає сутність спрощення при побудові лінії взаємного перетину двох поверхонь, якщо одна з поверхонь проектує?

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**РОБОЧИЙ ЗОШИТ  
З ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ**

*(Методичні вказівки для розв'язання практичних задач і самостійної роботи з інженерної графіки для студентів 1 курсу денної форми навчання бакалаврів за напрямом підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»).*

Укладач: **МАНДРІЧЕНКО** Олена Євгенівна

Відповідальний за випуск: *В. І. Лусь*

Редактор: *К. В. Дюкар*

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2010, поз. 150 М

---

Підп. до друку 08.12.2010	Формат 60×84/16
Друк на ризографі	Ум. друк. арк. 2,0
Тираж 50 пр.	Зам. №

---

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.