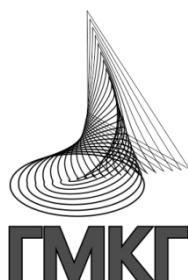


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”



**ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА**  
**ЗАДАЧІ І ВПРАВИ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**  
**ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 2 від 25.06.2015 р.

Харків  
Видавництво «Підручник НТУ «ХПІ»  
2015

**Інженерна графіка.** Задачі і вправи для практичних занять та самостійної роботи студентів / уклад.: О. В. Шоман, Л. М. Савченко, Д. В. Воронцова. – Х.: вид-во «Підручник» НТУ «ХП», 2015. – 54 с.

Укладачі: О. В. Шоман  
Л. М. Савченко  
Д. В. Воронцова

Рецензент О.Г. Сімонова

Кафедра геометричного моделювання та комп'ютерної графіки

## ВСТУП

Вивчення теоретичного курсу з інженерної графіки супроводжуються розв'язанням типових задач, що дає можливість студентам отримати мінімальний практикум, необхідний для міцного оволодіння курсом. В методичних вказівках «Інженерна графіка. Задачі і вправи для практичних занять та самостійної роботи студентів» наведені умови задач, які пропонуються студентам не машинобудівних спеціальностей для розв'язання на практичних та для самостійної роботи з метою поглибленого засвоєння теоретичного матеріалу з курсу «Інженерна графіка». Методичні вказівки містять основні теоретичні положення з кожної запропонованої теми, наочні зображення геометричних елементів, що допомагає студентам при їх самостійній роботі. В методичних вказівках також наведені тестові вправи та запитання для підготовки до занять. Пропонуються задачі підвищеної складності для самостійної роботи за бажанням студентів. Розв'язання задач під керівництвом викладача та самостійна робота студентів спрямовані на засвоєння основних теоретичних положень, що лежать в основі побудови технічних креслеників, а також сприяють розвитку у студентів просторового мислення.

При розв'язанні задачі рекомендується така поетапна схема:

- аналіз умови задачі;
- встановлення зв'язку між шуканими і даними геометричними образами;
- складання раціонального плану розв'язання задачі в просторі;
- графічна реалізація плану;
- перевірка та аналіз отриманого результату

## СТАНДАРТИ ЄСКД, ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ РОБІТ

### 1. РОЗМІРИ ТА ПОЗНАЧЕННЯ ФОРМАТІВ

Запишіть розміри основних форматів згідно з вимогами ГОСТ 2.301-68.

ФОРМАТИ				
A0	A1	A2	A3	A4
841 × 1189				




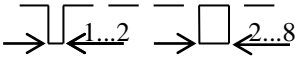
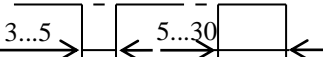

### 2. МАСШТАБИ

В таблиці вкажіть масштаби зображень на кресленні відповідно до ГОСТ 2.302-68.

Натуральна величина	1 : 1;
Масштаби зменшення	1 : 2; 1 : 2,5;
Масштаби збільшення	2 : 1; 2,5 : 1;

### 3. ТИПИ ЛІНІЙ

В таблиці відповідно до ГОСТ 2.303-68 накресліть лінії.

Найменування	Зображення	Товщина лінії відносно товщини суцільної основної лінії
Суцільна основна		S
Суцільна тонка		S/3 S/2
Суцільна хвиляста		S/3 S/2
Штрихова		S/3 S/2
Штрих-пунктирна тонка		S/3 S/2
Розімкнута		S 1,5S

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ. Виконати титульний аркуш «АЛЬБОМ ЗАВДАНЬ» шрифтом тип Б з нахилом 75°. Параметри літер відповідно до ГОСТ 2.304-81 наведені у додатку 1, 2. Зразок титульного аркуша подано у додатку 3.

ТОЧКА ТА ЇЇ ПРОЕКЦІЇ

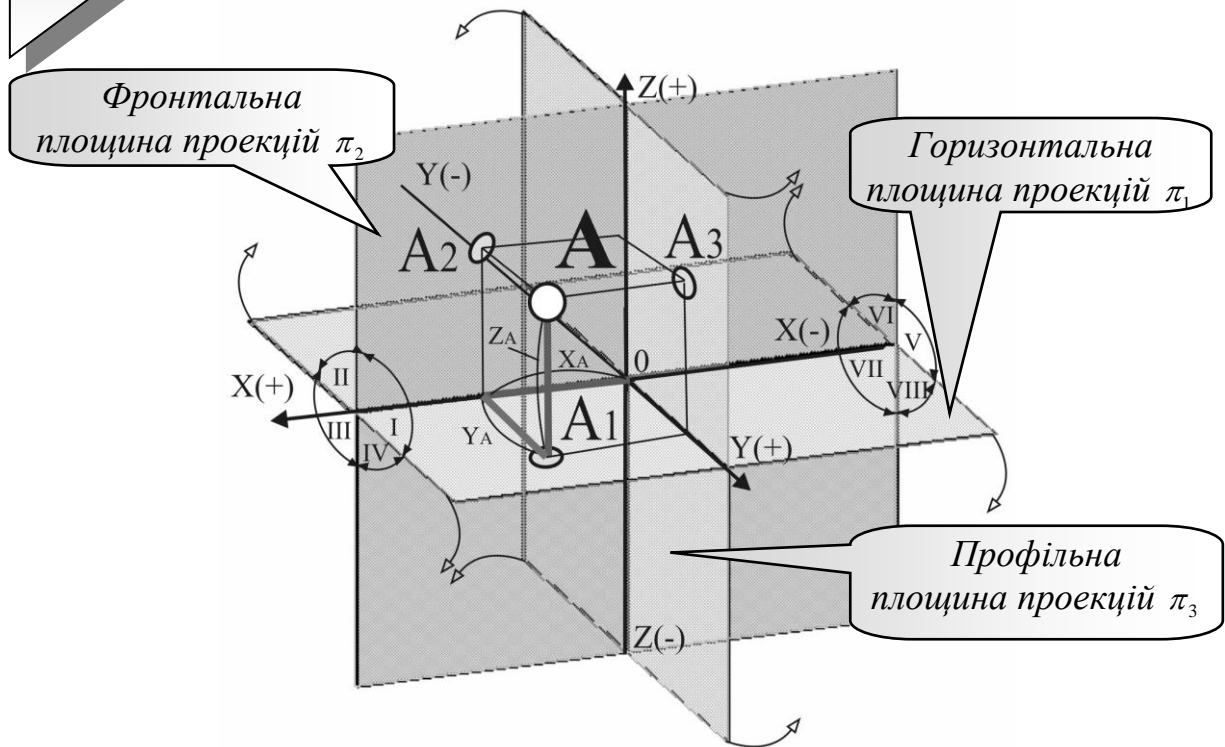


Рисунок 1.1 – Умовно-перспективний кресленик

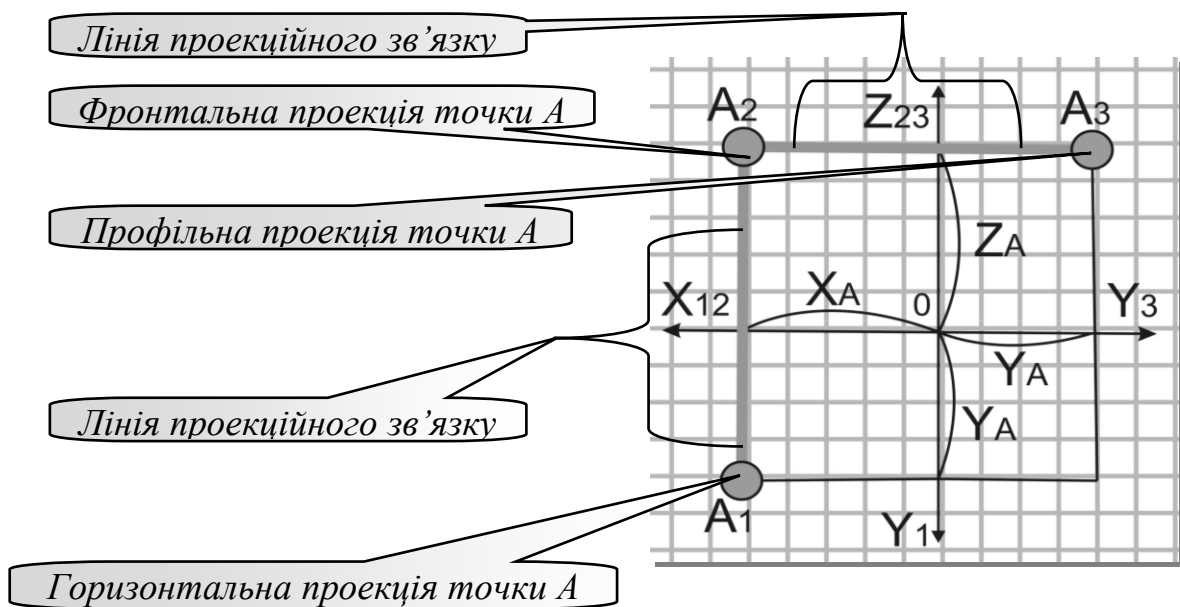


Рисунок 1.2 – Комплексний кресленик (епюр Монжа)

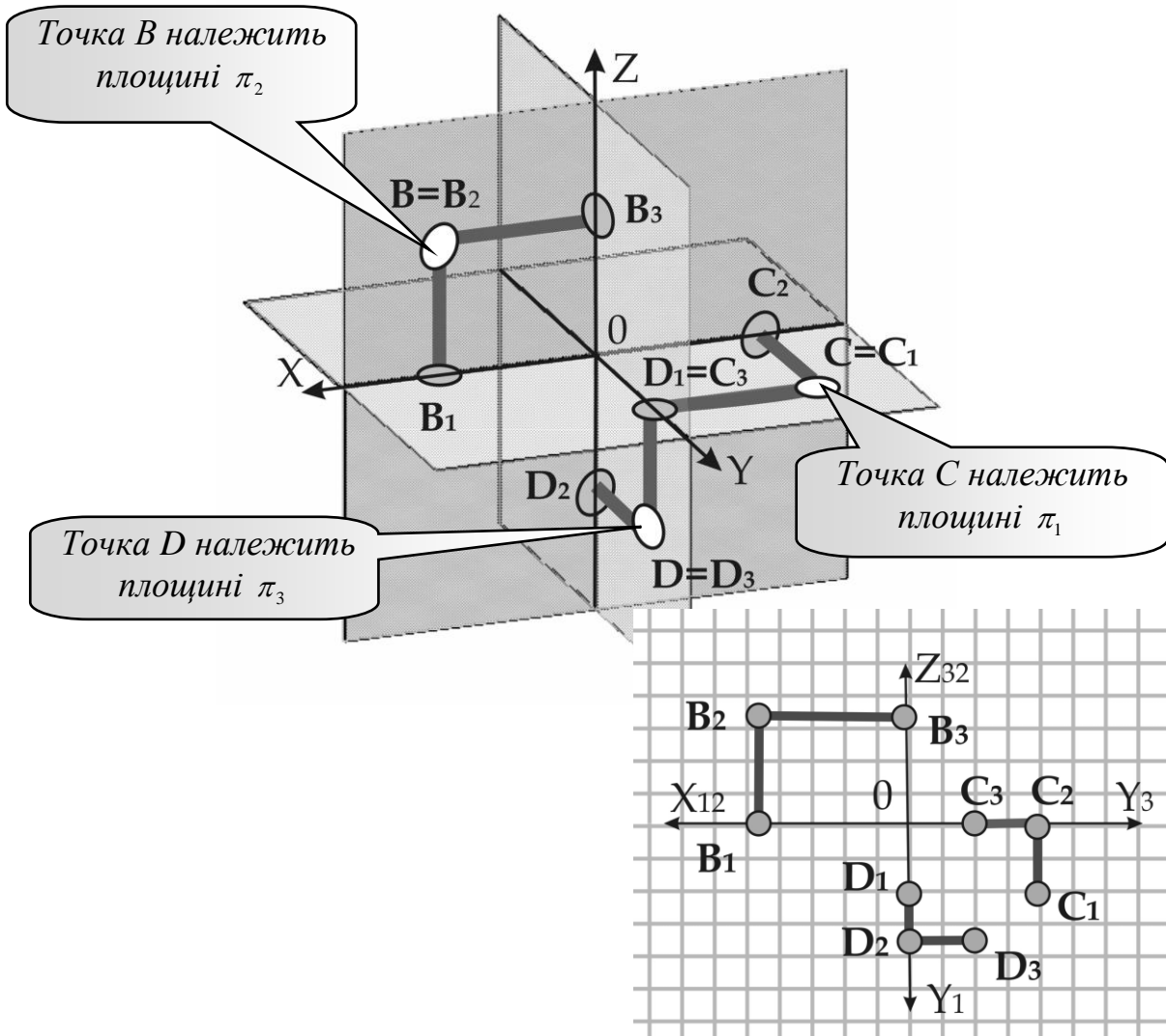
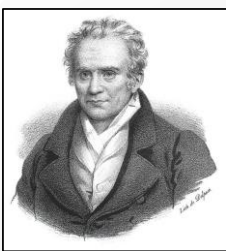


Рисунок 1.3 – Точки на площинах проєкцій та їх комплексні кресленики



*Монж, Гаспар  
Gaspard Monge  
французький  
математик-  
геометр  
1746–1818*



Нарисна геометрія як наука була створена наприкінці XVIII століття великим французьким геометром й інженером Гаспаром Монжем (1746–1818).

Перші ідеї про ортогональне проєкціювання просторових фігур на площину висловлювались ще задовго до Монжа в XVI столітті німецьким математиком і художником Альбрехтом Дюрером (1471–1528), який розробив метод ортогонального зображення конічних перерізів та деяких просторових кривих.

У 1637 р. французький геометр і філософ Рене Декарт (1596–1650) створив метод координат і заклав основи аналітичної геометрії, а його співвітчизник, інженер і математик Жирар Дезаг (1593–1662) використав цей метод координат для побудови перспективних проєкцій і заснував теорію аксонометричних проєкцій.



### Дайте відповіді на запитання!

1. Що називають *проекцією точки* (рис. 1.1)?

2. Запишіть, якими координатами визначається *фронтальна, горизонтальна та профільна* проекції точки (рис. 1.2)?

$A_1( \quad ), A_2( \quad ), A_3( \quad )$

3. За якої умови точка належить площині  $\Pi_3$  \_\_\_\_\_,  $\Pi_1$  \_\_\_\_\_ та  $\Pi_2$  \_\_\_\_\_ (рис. 1.3)?

4. Яка *координата* визначає відстань від точки до фронтальної площини проекцій \_\_\_\_\_, до горизонтальної площини проекцій \_\_\_\_\_, до профільної площини проекцій \_\_\_\_\_?

5. За якої умови точка буде *рівновіддалена* від площин проекцій  $\Pi_1$  та  $\Pi_2$  \_\_\_\_\_?

6. При якій умові точки  $A$  і  $B$  будуть знаходитись на однаковій відстані від площини  $\Pi_1$  \_\_\_\_\_?

### Задача 1.1

За заданими координатами точок:

1. Побудувати їх комплексні кресленики.

2. Визначити положення точок відносно площин проекцій (результати записати в таблицю).

3. Зазначте, від яких площин проекцій рівновіддалена точка  $E$  \_\_\_\_\_, точка  $G$  \_\_\_\_\_, точка  $K$  \_\_\_\_\_?

4. Знайдіть точку, яка розташована найвище \_\_\_\_\_ та найнижче \_\_\_\_\_.

5. Які з точок мають однакову відстань до профільної площини проекцій \_\_\_\_\_, до фронтальної площини проекцій \_\_\_\_\_?

		$Z_2$	Координати точок	Положення
$X_1$			$A(10,20,30)$	
			$B(-30,10,20)$	
$Y_1$			$C(0,-40,-10)$	
			$D(-20,0,-30)$	
			$E(40,40,0)$	
			$K(30,-20,20)$	
			$L(-15-40,-10)$	
			$G(25,25,-25)$	



### Дайте відповіді на запитання!

1. Які проекції точки пов'язує між собою *перший закон проекційного зв'язку* \_\_\_\_\_, як саме?

2. Які проекції точки і яким чином пов'язує між собою *другий закон проекційного зв'язку*? \_\_\_\_\_

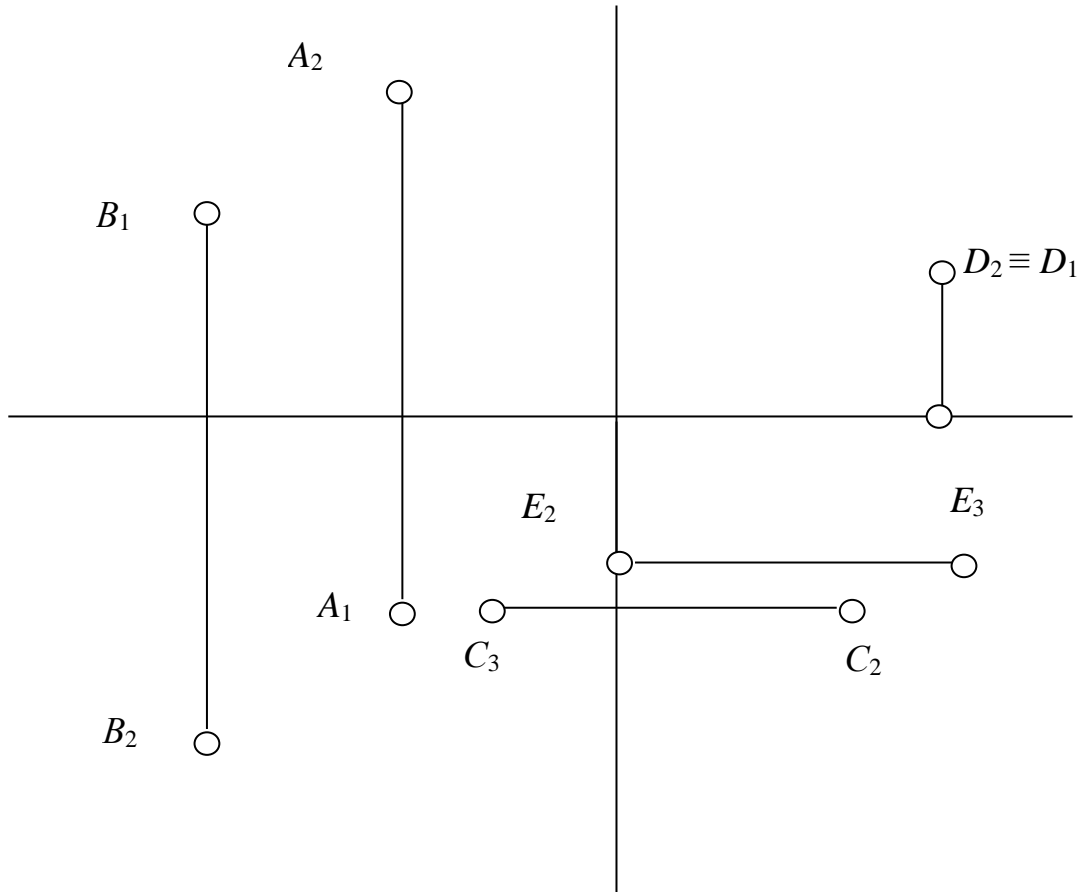
3. Які проекції точки і якою координатою пов'язані між собою згідно з *третьім законом проекційного зв'язку*? \_\_\_\_\_

### Задача 1.2

1. На комплексних креслениках побудувати відсутні проекції точок.

2. Визначити координати кожної точки та її положення відносно площин проекцій. Результати занести в таблицю.

3. Визначити точки, віддалені від площини  $\Pi_1$  на однакову відстань \_\_\_\_\_.

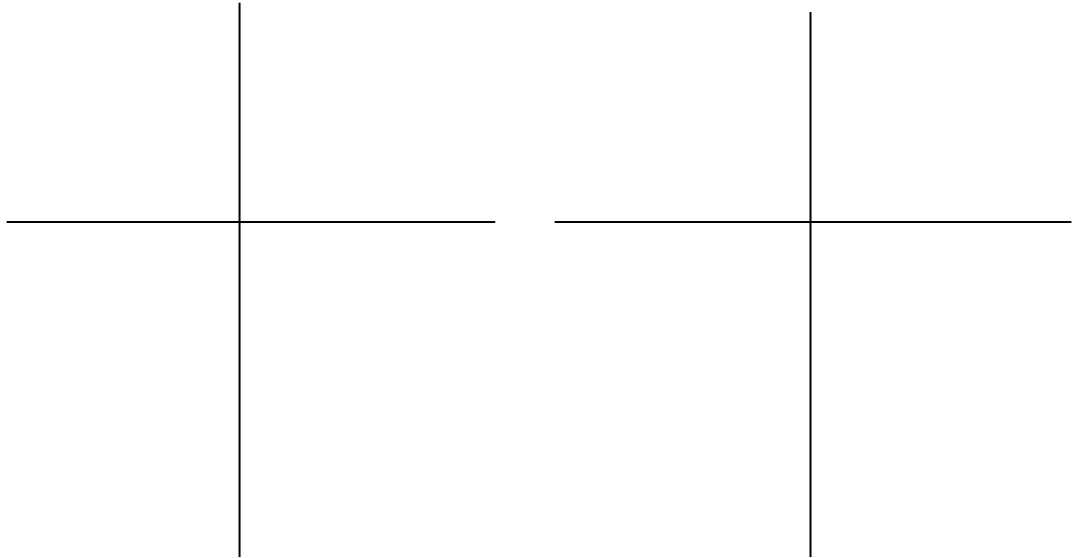


Координати	A	B	C	D	E
X					
Y					
Z					
Положення					

**Задача 1.3**

Побудуйте комплексні кресленики:

1. Точки  $A$ , яка віддалена від площини проєкцій  $\Pi_1$  на відстань 15 мм, від  $\Pi_2$  – на 20 мм, від  $\Pi_3$  – на 10 мм, і розташована у  $Y$  октанті.
  2. Точок  $B, C, D$ , що симетричні точці  $A$  відносно профільної, фронтальної та горизонтальної площин проєкцій.
  3. Точок  $E, F, G$ , симетричних точці  $A$  відносно осей координат  $OZ, OY, OX$ .
  4. Точки  $H$ , що симетрична точці  $A$  відносно початку координат.
- Визначте октанти, в яких знаходяться точки, та запишіть координати точок.



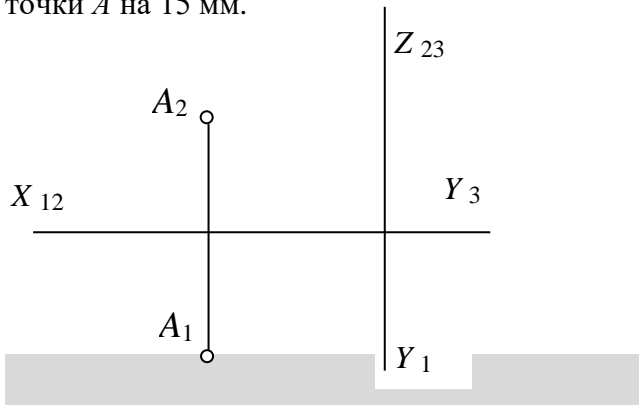
	$A$	$B$	$C$	$D$
$X$				
$Y$				
$Z$				

	$G$	$H$	$F$	$E$
$X$				
$Y$				
$Z$				

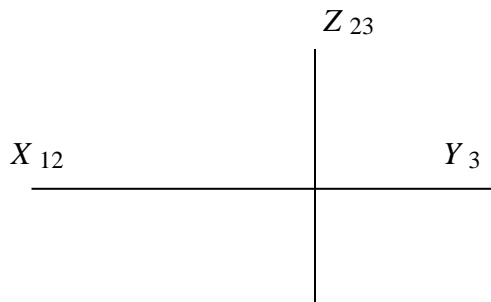


**Вправи для кмітливих і допитливих**

1. Що утворює геометричне місце точок (ГМТ), рівновіддалених від точки  $A$ ? Побудуйте ГМТ, рівновіддалених від точки  $A$  на 15 мм.



2. Що утворює геометричне місце точок (ГМТ), рівновіддалених від трьох площин проєкцій? Побудуйте це ГМТ.

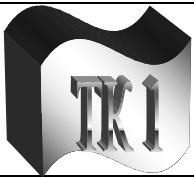


5. Як утворюється  $Y_1$  Монжа?



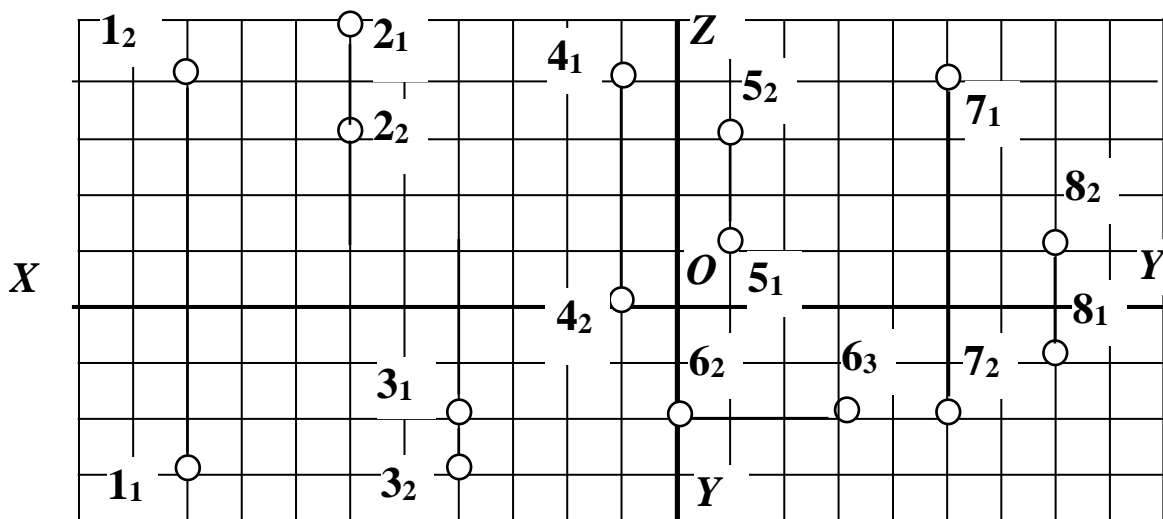
### Контрольні запитання!

1. У чому сутність методу проєкцій?
2. Що називають проєкцією точки?
3. Які ви знаєте способи проєкціювання?
4. У чому полягають властивості паралельного проєкціювання?
6. Що таке лінія проєкційного зв'язку?
7. Як утворюється система октантів та квадрантів?
8. Які точки називають конкуруючими?
9. Які координати визначають фронтальну, горизонтальну та профільну проєкції точки?



**Перевір свої знання та підготуйся до тестової контрольної роботи з теми «ТОЧКА»**  
(Зразок картки тестового контролю)

1. Визначте, в якому октанті знаходиться точка 2?
2. Яка з точок належить профільній площині проєкцій?
3. До якої з площин проєкцій найближче розташована точка 1?
4. Знайдіть точки, віддалені від профільної площини проєкцій на однакову відстань.
5. Від яких площин проєкцій рівновіддалена точка 8?



Відповіді шукай на останній сторінці зошита.



Положення прямої в системі площин проекцій.  
Дійсна довжина відрізка прямої.  
Сліди прямої. Взаємне положення двох прямих

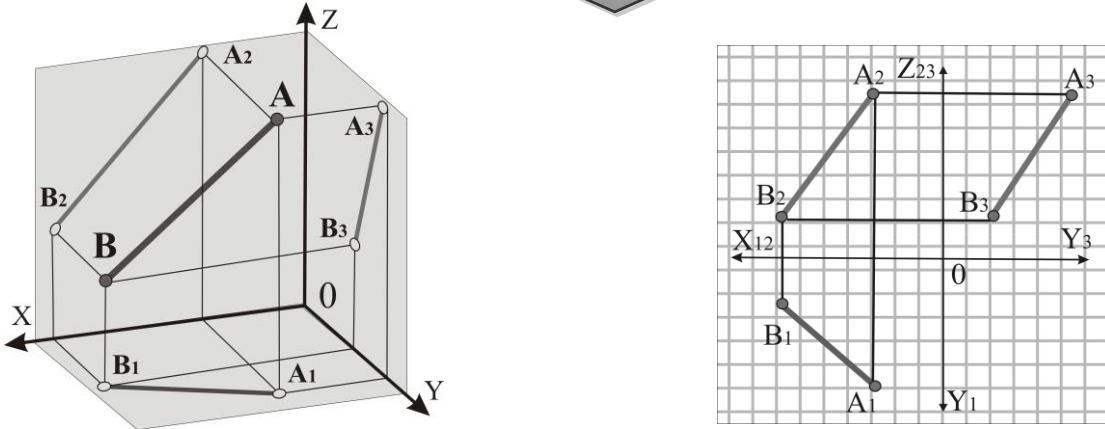


Рисунок 2.1 – Пряма загального положення

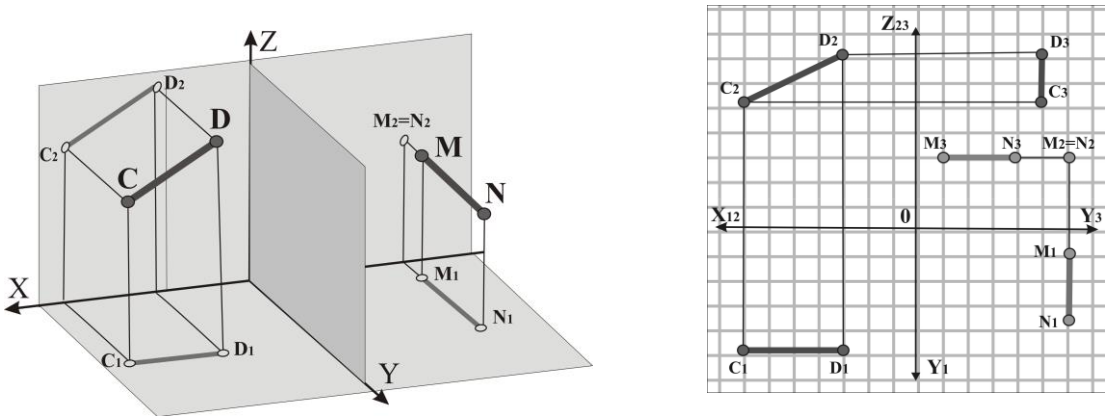


Рисунок 2.2 – Пряма фронтального рівня та пряма фронтально-проекційна

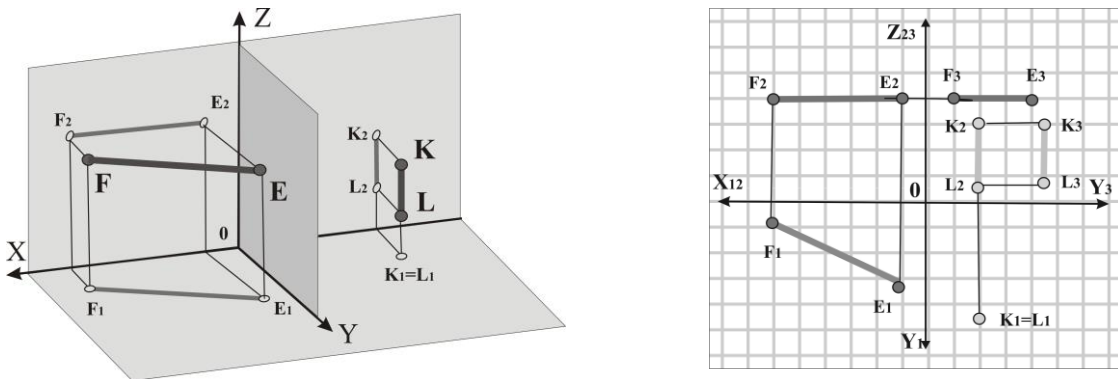


Рисунок 2.3 – Пряма горизонтального рівня та пряма горизонтально-проекційна



### Дайте відповіді на запитання!

1. Як розташована відносно площин проекцій *пряма загального положення* (рис. 2.1)? Яке положення ( $\neq, //, \perp, \perp$ ) відносно координатних осей займають її проекції?

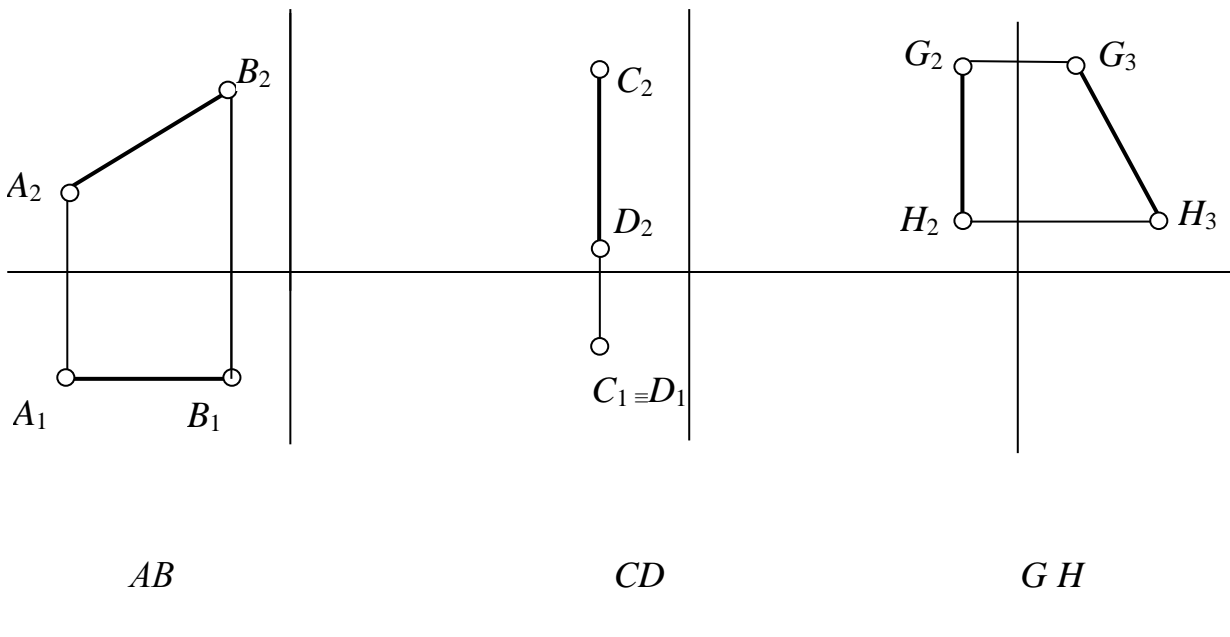
2. Яку пряму називають *прямою рівня* (рис. 2.2, 2.3)? Яке положення ( $\neq, //, \perp, \perp$ ) відносно координатних осей займають проекції прямої:

- *горизонтального рівня*:  $F_1E_1$ \_\_\_\_,  $F_2E_2$ \_\_\_\_,  $F_3E_3$ \_\_\_\_;
- *фронтального рівня*:  $C_1D_1$ \_\_\_\_,  $C_2D_2$ \_\_\_\_,  $C_3D_3$ \_\_\_\_;
- *профільного рівня*:  $K_1L_1$ \_\_\_\_,  $K_2L_2$ \_\_\_\_,  $K_3L_3$ \_\_\_\_?

3. На якій площині проекцією *проекційної прямої* буде точка (рис. 2.2, 2.3)?

### Задача 2.1.

1. Побудуйте відсутні проекції відрізків прямих.
2. Визначте положення заданих прямих відносно площин проекцій.
3. Чому дорівнюють дійсна довжина відрізка кожної прямої та кути ( $\alpha, \beta, \gamma$ ) нахилу їх до площин проекцій?



Щоб визначити дійсну величину відрізка **AB** та кут нахилу його до однієї з площин проекцій: горизонтальної ( $\alpha$ ), фронтальної ( $\beta$ ) або профільної ( $\gamma$ ), треба скористатися **правилом прямокутного трикутника**, згідно з яким *дійсна довжина відрізка прямої вимірюється гіпотенузою прямокутного трикутника, одним катетом якого буде проекція відрізка на будь-яку з площин проекцій, а другим – різниця відстаней від кінців даного відрізка до тієї площини, проекція на яку взята за перший катет* (рис. 2.4)

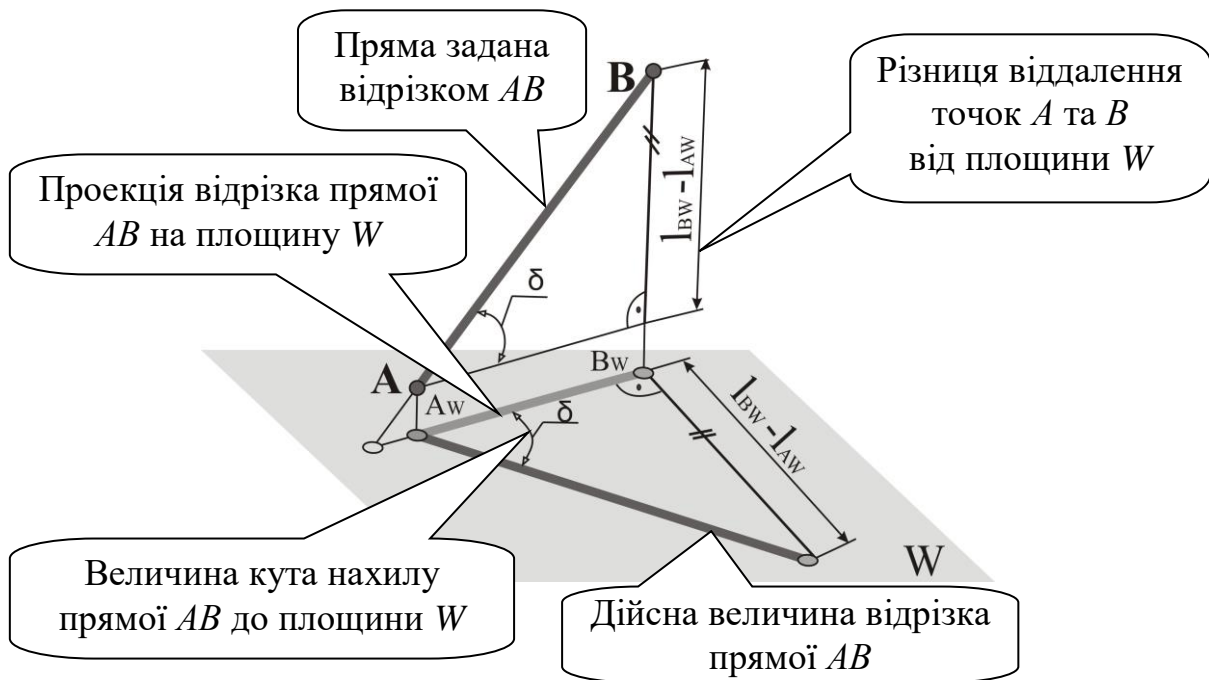


Рисунок 2.4 – Дійсна довжина відрізка прямої загального положення (правило прямокутного трикутника)



**Дайте відповіді на запитання!**

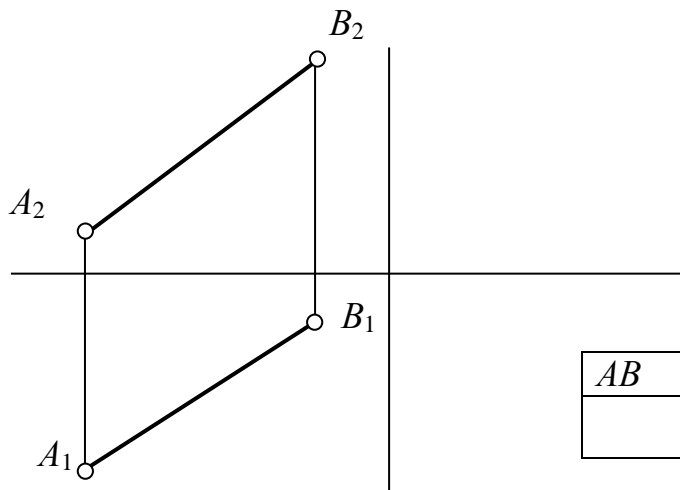
1. Як на комплексному кресленнику визначити довжину відрізка прямої загального положення та кути нахилу її до площин проекцій (рис. 2.4)?

2. Що називають слідом прямої? Скільки слідів має пряма (див. рис. 2.5, 2.6) :

- загального положення \_\_\_\_\_;
- паралельна одній з площин проекцій \_\_\_\_\_;
- перпендикулярна до однієї з площин проекцій \_\_\_\_\_?

**Задача 2.2**

Побудуйте відсутню проекцію відрізка прямої  $AB$  та визначте його дійсну довжину і кути ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) нахилу до площин проекцій.



$AB$	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$

### Задача 2.3

Побудуйте горизонтальну проекцію відрізка прямої  $AB$ , якщо відомо:

$$|AB| = 40\text{мм};$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$\alpha = 30^\circ$$

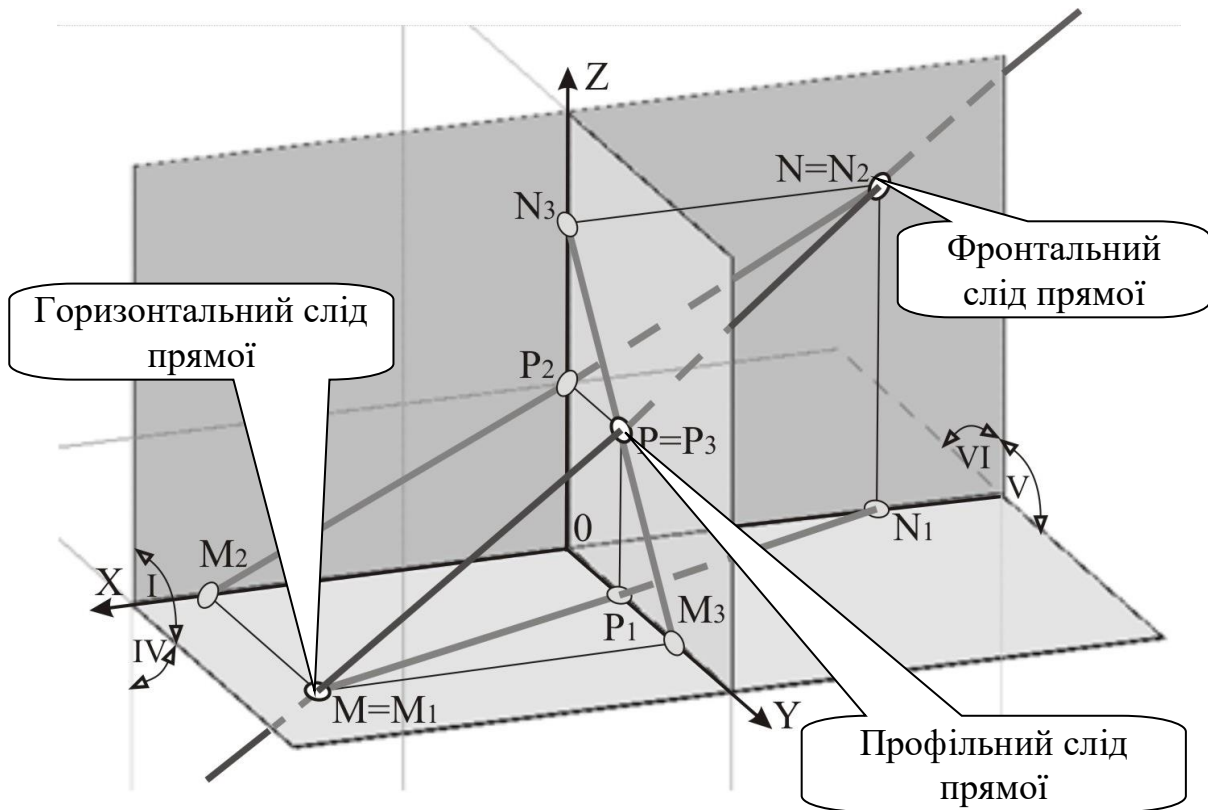
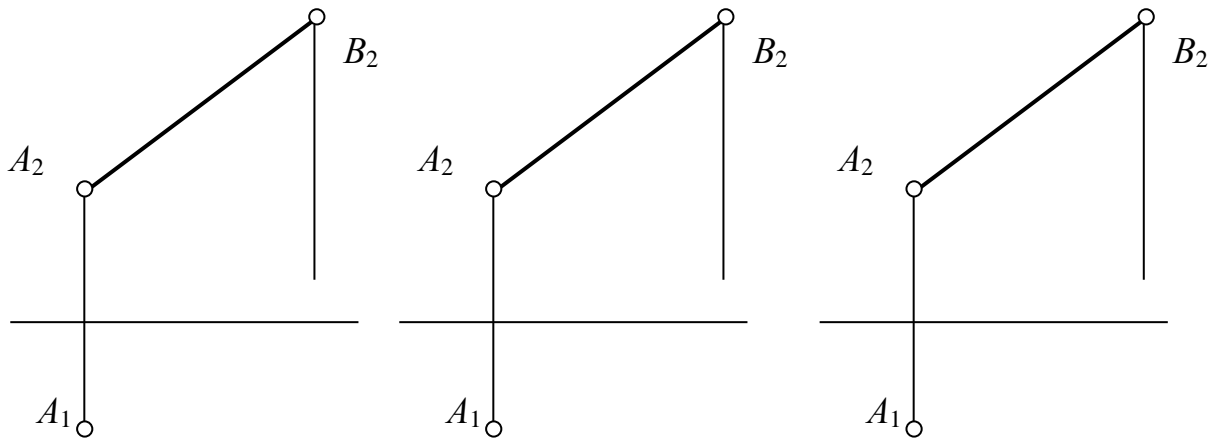


Рисунок 2.5 – Сліди прямої

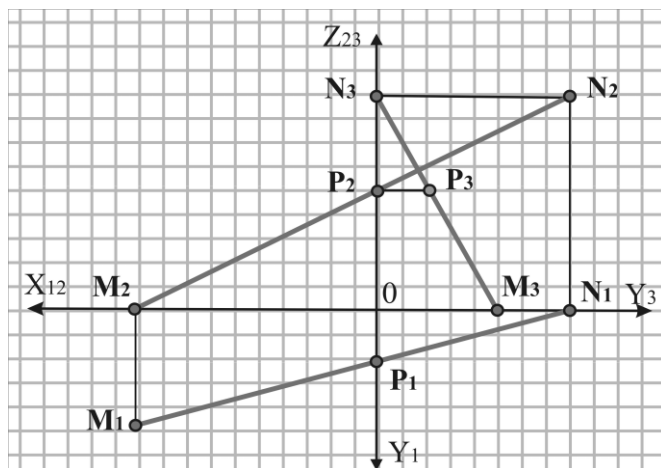
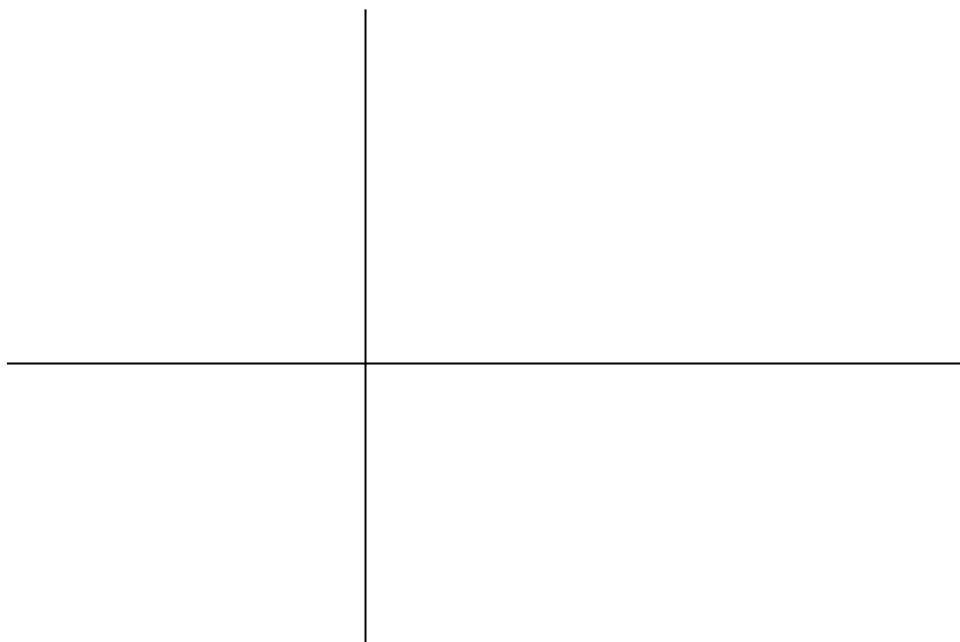


Рисунок 2.6 – Комплексний кресленик прямої

**Задача 2.4.**

За заданими координатами точок  $A(-30, -5, 15)$  і  $B(15, 25, 35)$  побудувати:

1. Три проекції відрізка прямої  $AB$ .
2. Знайти сліди прямої.
3. Визначити октанти, через які проходить пряма.



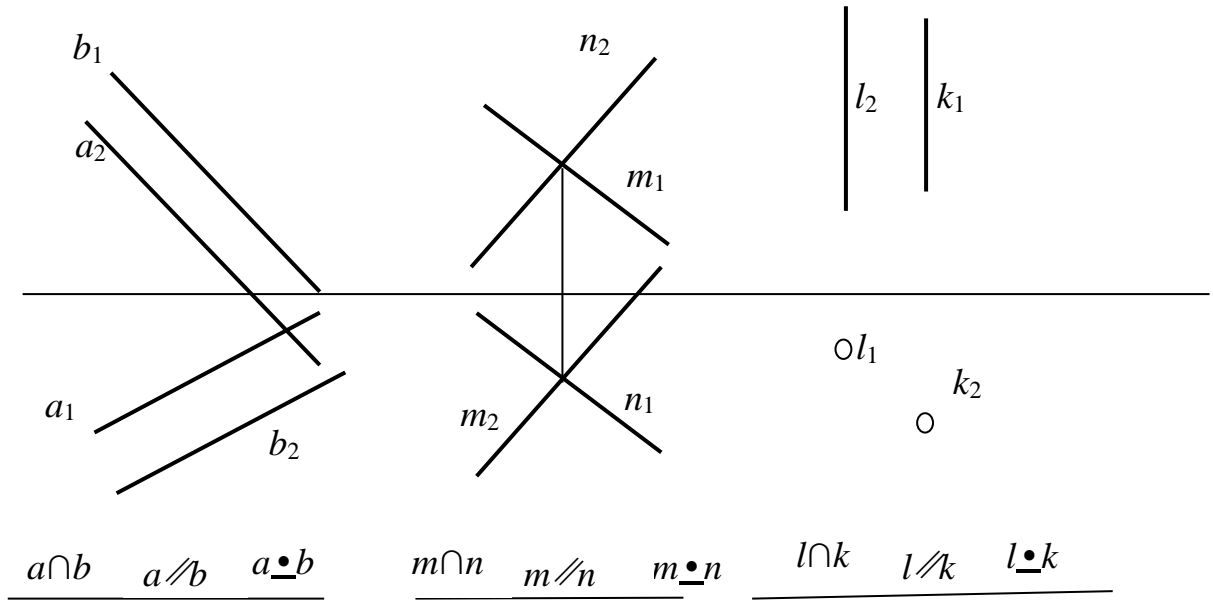
**Дайте відповіді на запитання!**

1. Яке взаємне положення можуть займати прямі? Як на комплексному кресленику виглядають їх проекції?

2. За якої умови проекція прямого кута на одну з площин проекцій дорівнює його дійсному значенню?

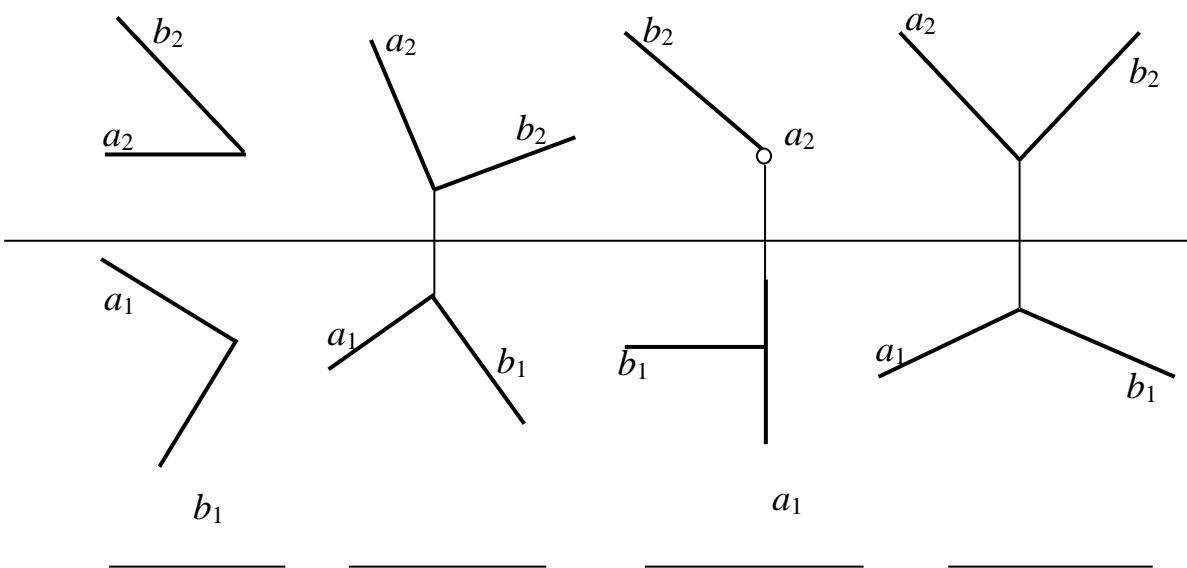
**Усна вправа 2.1**

Проаналізуйте рисунок і визначте взаємне положення прямих.



**Усна вправа 2.2**

На яких креслениках пряма  $a$  перпендикулярна прямій  $b$ ?



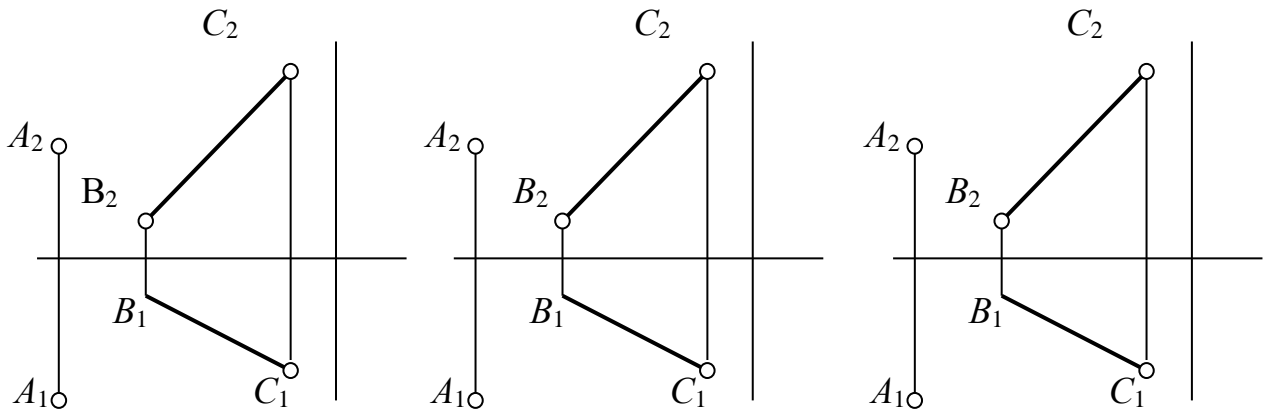
### Задача 2.5

Через точку  $A$  провести прямі  $l$  і  $k$  за таких умов:

$(l \cap BC, k \parallel BC)$

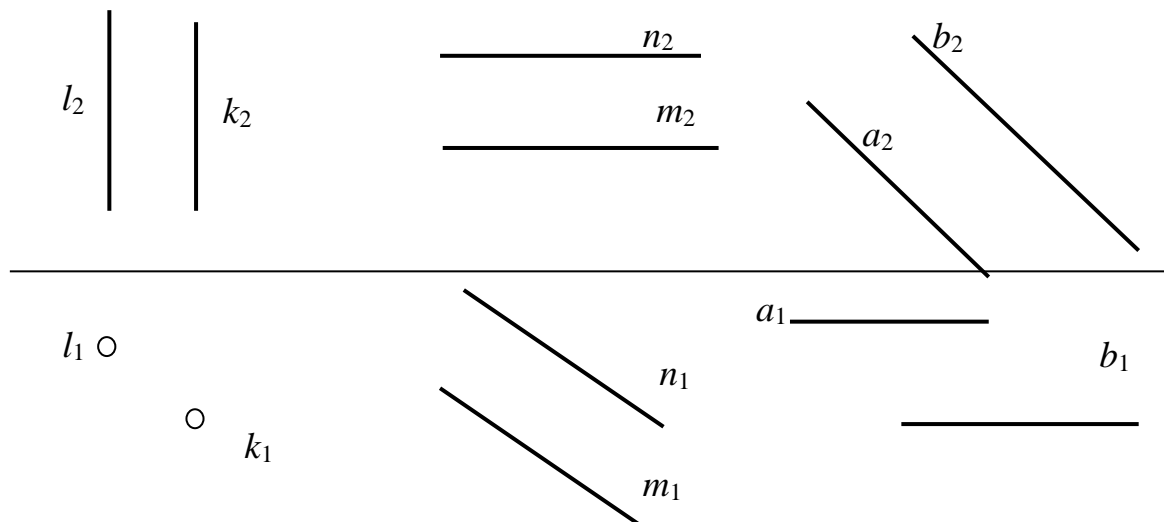
$(l \cap BC, l \parallel \pi_1; k \perp l)$

$(l \cap BC, l \cap OY, k \bullet BC)$



### Задача 2.6

Чому дорівнює відстань між паралельними прямими?

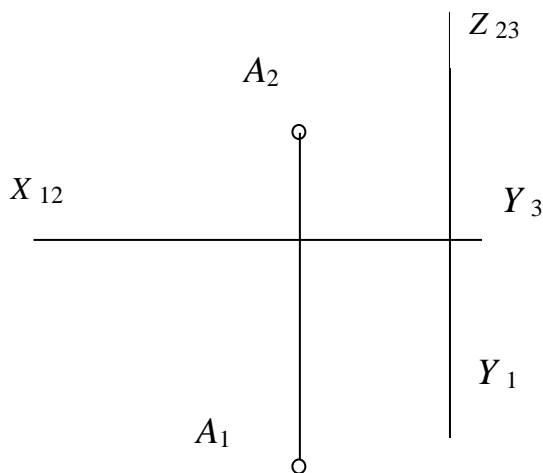
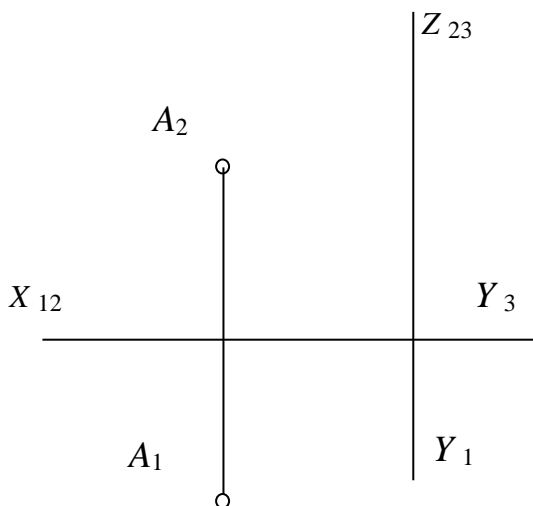


**Поміркуй!**

**Вправи для кмітливих та допитливих**

1. Що утворює геометричне місце прямих (ГМП), які проходять через задану точку і нахилені під кутом  $60^\circ$  до горизонтальної площини проекцій? Побудуйте це ГМП.

2. Побудуйте проекції відрізка прямої  $AB$  довільної довжини, що нахилений до площини  $\pi_1$  під кутом  $30^\circ$ , а до площини  $\pi_2$  – під кутом  $45^\circ$ .



*Новий корпус (ГАК)  
Побудований у 1897–1901 рр.  
за проектом архітектора  
М. І. Ловцова*



Харківський практичний технологічний інститут був заснований 1885 року. Предмети „Нарисна геометрія”, „Машинобудівне креслення” та „Малювання” викладалися з перших днів відкриття університету. Першим лектором курсу „Нарисна геометрія” був професор Костянтин Олексійович Андрєєв. Цікаво, що вивченню нарисної геометрії тоді відводилось дев'ять аудиторних годин на тиждень, а малюванню – чотири!

Кафедра нарисної геометрії та графіки існує з 1930 року.



## Контрольні запитання!

1. Що таке пряма загального положення?
2. Які прямі називають прямими окремого положення?
3. Як визначити кут нахилу прямої загального положення до площини проєкцій?
4. Коли плоскі кути проєкціюються на площину проєкцій дійсного розміру?
5. Яка ознака на епюрі належності точки до прямої лінії?
6. Що називають слідом прямої?
7. Як на епюрі зображують паралельні прямі?



### Перевір свої знання та підготуйся до тестової контрольної роботи з теми «ПРЯМА» (Зразок картки тестового контролю)

Проаналізуйте рис. 1 і дайте відповіді на запитання 1–3.

1. Який з відрізків ламаної займає загальне положення?
2. Вкажіть, який відрізок ламаної перпендикулярний до площини  $\pi_2$ .
3. Яка з точок 1–4 знаходиться за ламаною  $ABCDEFHG$ ?

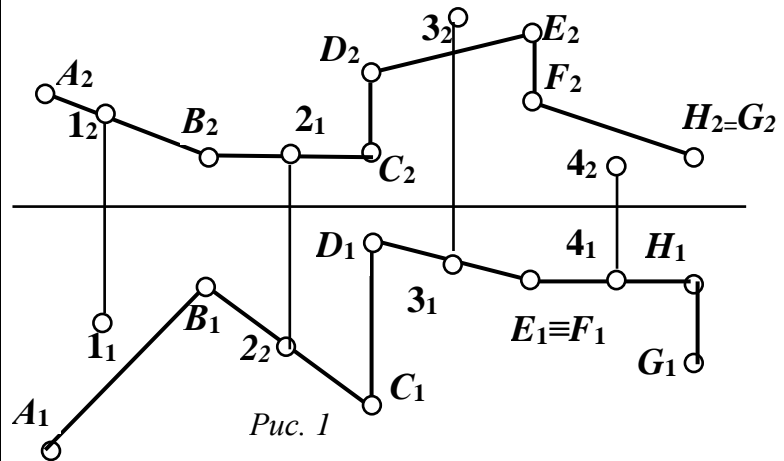


Рис. 1

Проаналізуйте рис. 2 – рис. 5 і дайте відповіді на запитання 4–5.

4. На якому рисунку прямі паралельні між собою?
5. Назвіть номер рисунка, на якому точка  $A$  не належить прямій  $m$ .

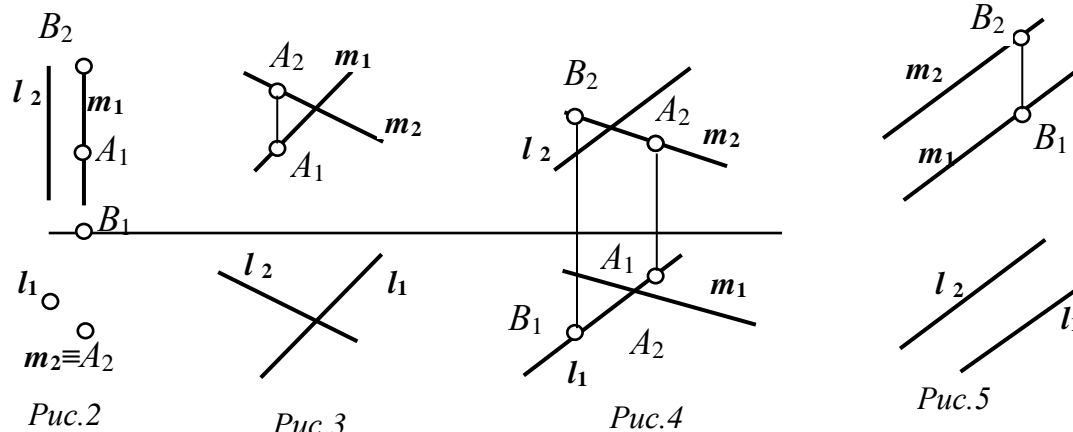


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

Відповіді шукай на останній сторінці зошита



**ПРОЕКЦІЇ ПЛОЩИНИ**

**3.1 Положення площини в системі площин проекцій.  
Належність точки та прямої площині.  
Головні лінії площини**

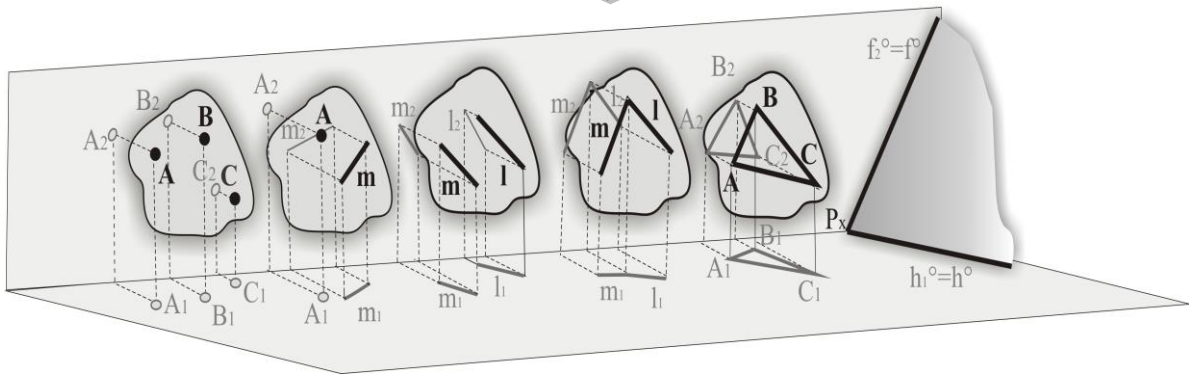


Рисунок 3.1 – Способи задання площин

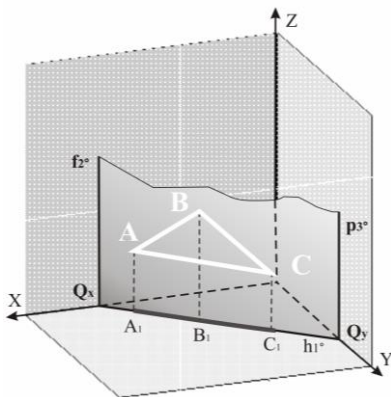


Рисунок 3.2 – Горизонтально-проекційна площина

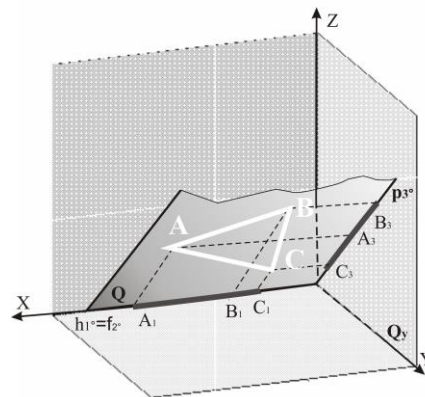


Рисунок 3.3 – Осьова площина

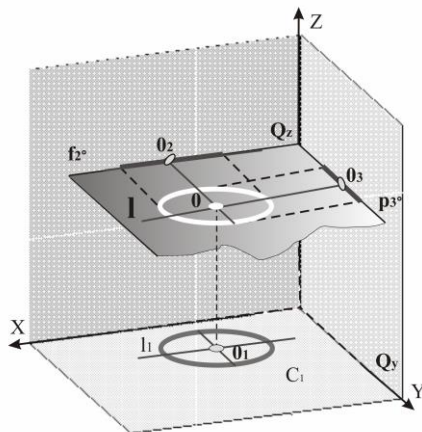


Рисунок 3.4 – Площина горизонтального рівня



**Дайте відповіді на запитання!**

1. Як розташована відносно площин проекцій площина загального положення (рис. 3.1)?

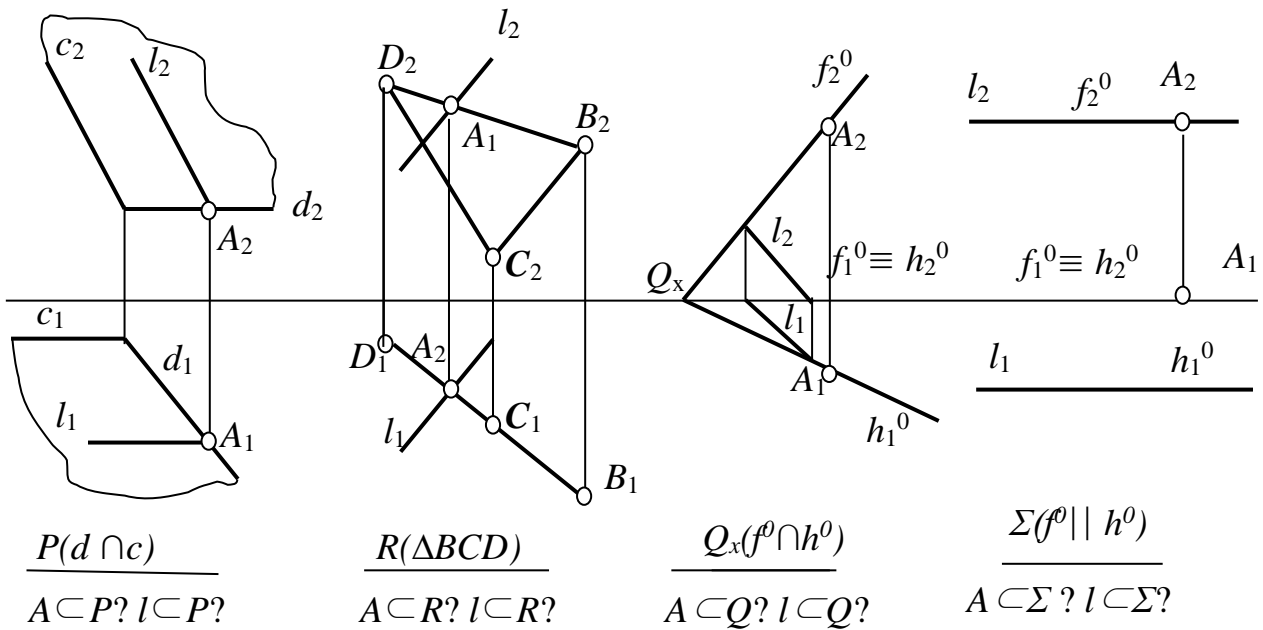
2. Яку площину називають площиною рівня (рис. 3.4)? Яку властивість вона має?

3. За якої умови точка належить площині? Коли пряма належить площині?

**Усна вправа 3.1**

Проаналізуйте рисунок і дайте відповіді на запитання:

1. Яке положення займає кожна з заданих площин?
2. Яким площинам належить точка  $A$ ?
3. Яким площинам належить пряма  $l$ ?



**Дайте відповіді на запитання!**

1. Які *прямі* *особливого положення*, що належать площині, ви знаєте (рис. 3.5)? Дайте визначення цим прямим.

2. Для чого використовують *лінії найбільшого нахилу*?

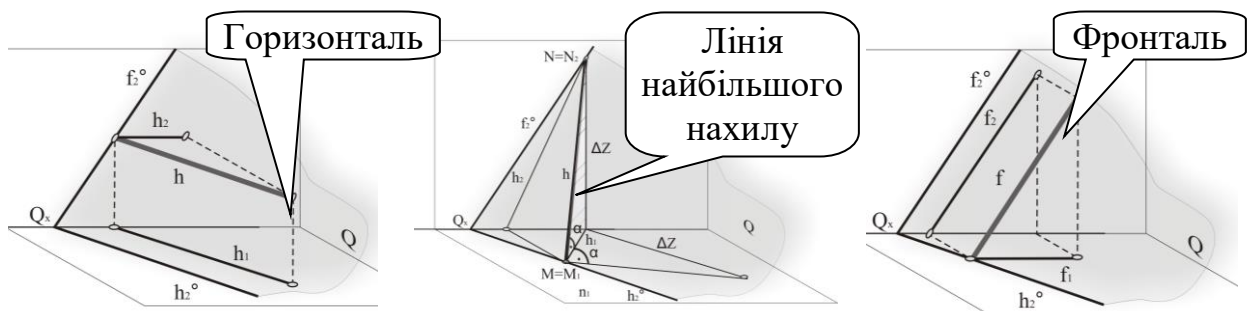


Рисунок 3.5 – Особливі лінії у площині

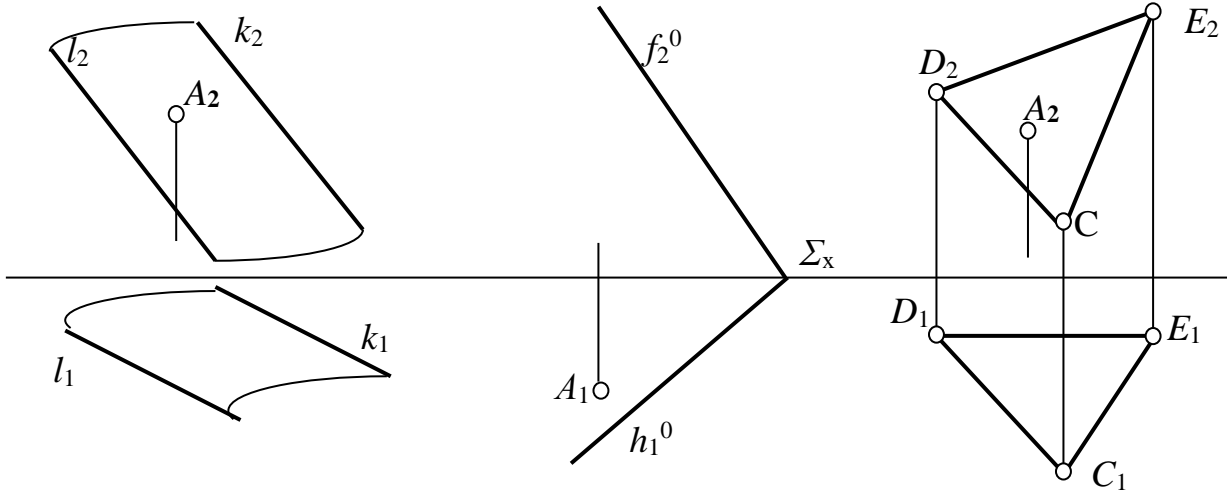
**Задача 3.1**

Побудувати відсутні проекції точки  $A$ , яка належить площині, використовуючи для цього:

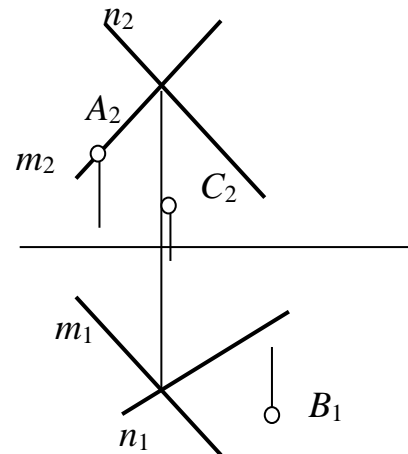
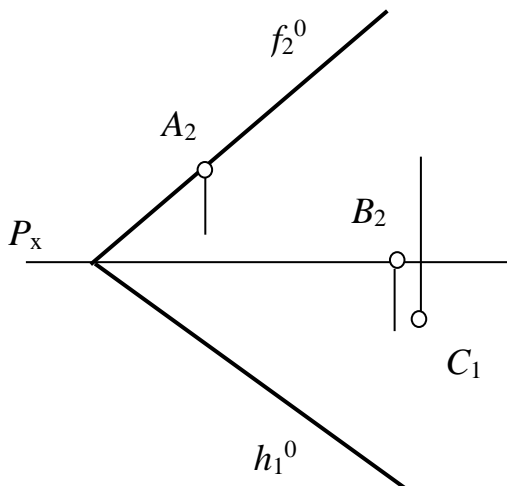
*горизонталь*

*фронталь*

*пряму загального положення*

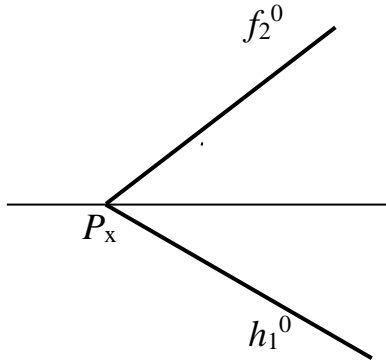
**Задача 3.2**

За заданими проекціями точок  $A$ ,  $B$ ,  $C$  побудувати проекції  $\Delta ABC$ , який належить площинам  $P(f^0 \cap h^0)$  та  $\Sigma(m \cap n)$ .



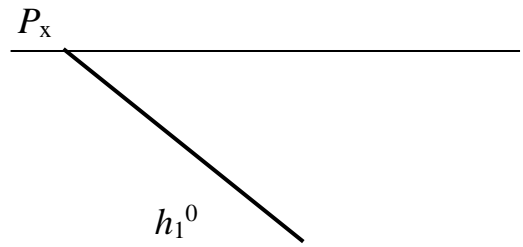
**Задача 3.3**

Визначити кут нахилу площини  $P$  до горизонтальної площини проєкцій  $\Pi_1$ .



**Задача 3.4**

Побудувати недостатній слід площини  $P$ , нахиленої під кутом  $\alpha = 60^\circ$  до площини  $\Pi_1$ .



**Задача 3.5.**

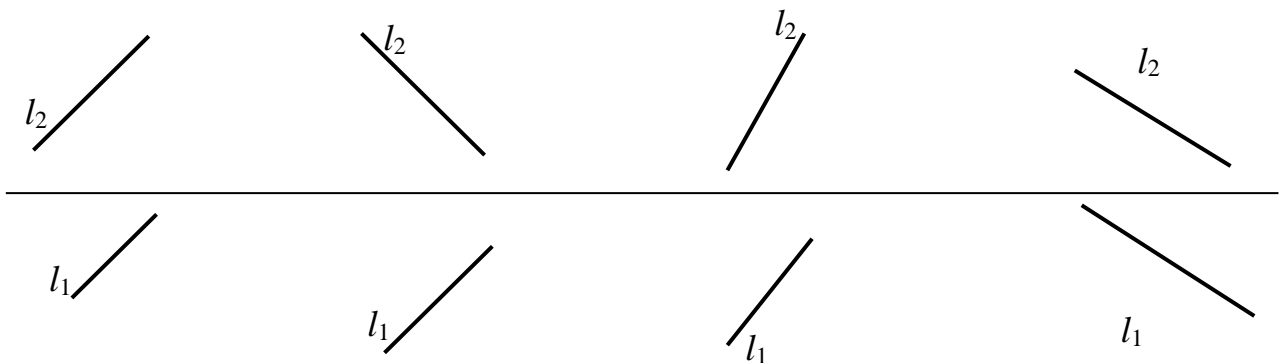
Через пряму  $l$  провести площину:

$\Sigma(a \cap l) \perp \Pi_2$

$Q(f^0 \cap h^0) \perp \Pi_1$

$P(f^0 \cap h^0)$  – загального положення

$\Theta(f^0 // h^0) \perp \Pi_3$



**3.2 ВЗАЄМНЕ ПОЛОЖЕННЯ ПРЯМОЇ ТА ПЛОЩИНИ:**  
 пряма, паралельна площині; пряма, яка перетинає площину  
**ВЗАЄМНЕ ПОЛОЖЕННЯ ДВОХ ПЛОЩИН:**  
 паралельні площини; площини, які перетинаються

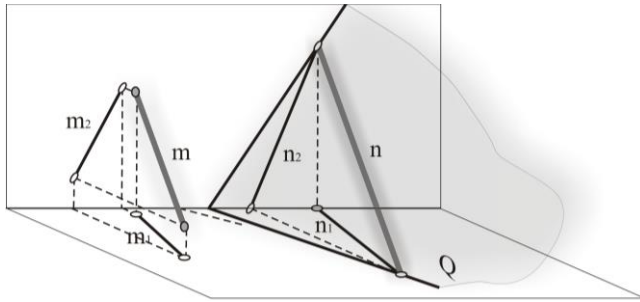


Рисунок 3.6 – Пряма, паралельна площині

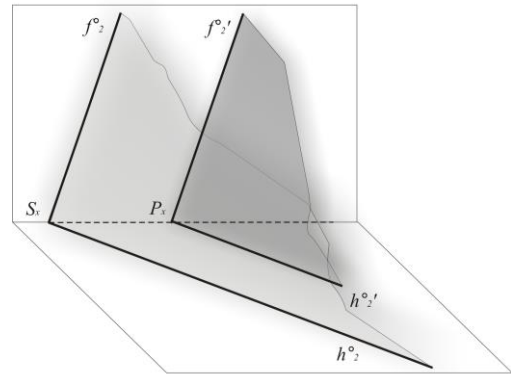


Рисунок 3.7 – Паралельні площини

**?** *Дайте відповіді на запитання!*

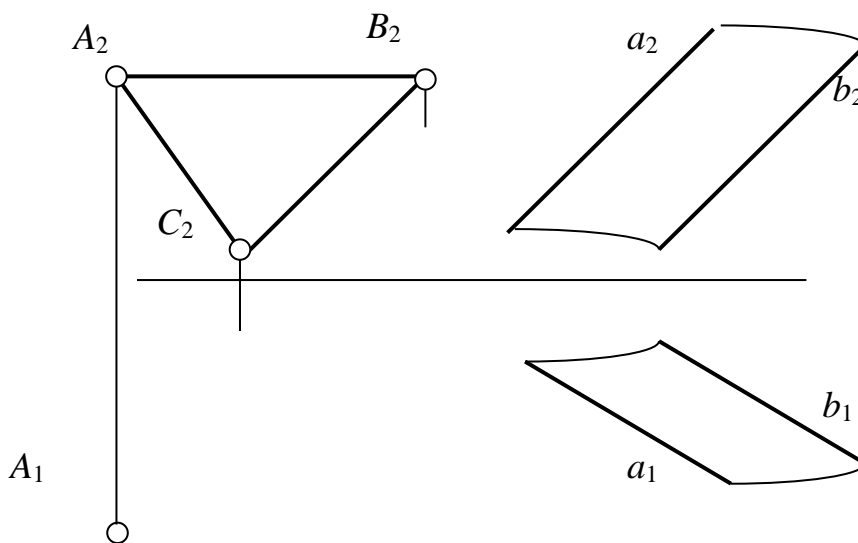
1. За якої умови пряма паралельна площині (рис. 3.6)?

2. Сформулюйте умову паралельності двох площин (рис. 7).

3. Що треба знати, щоб побудувати лінію перетину двох площин (рис. 3.8)?

**Задача 3.6**

Побудувати горизонтальну проекцію трикутника  $ABC$ , паралельного площині  $P(a//b)$ .



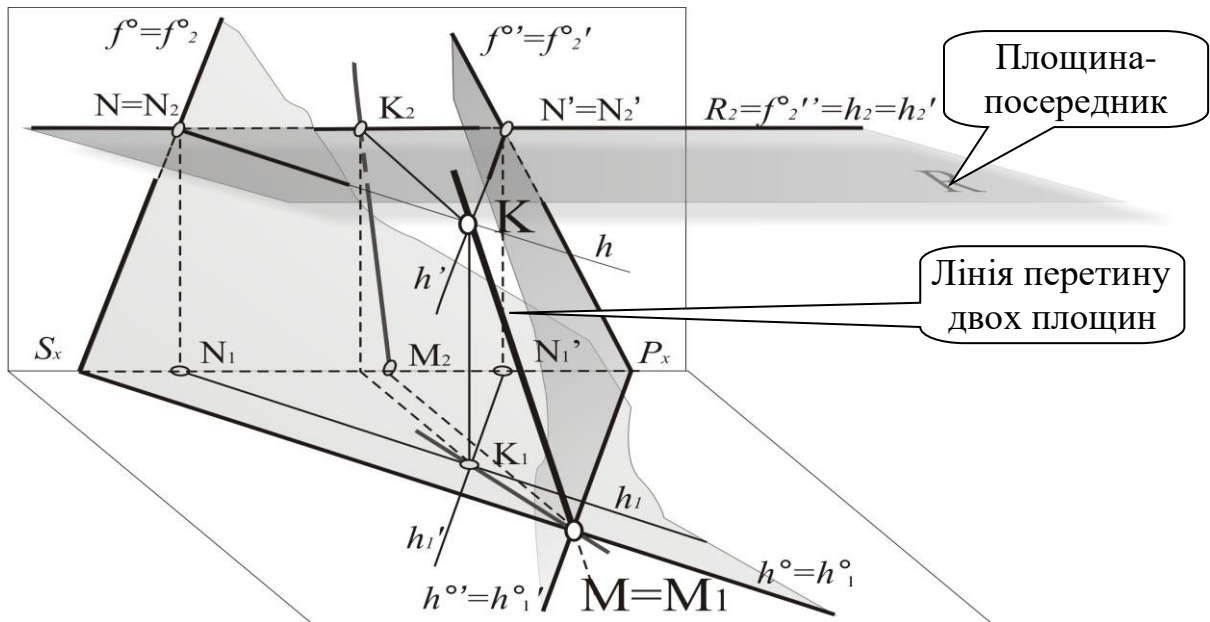
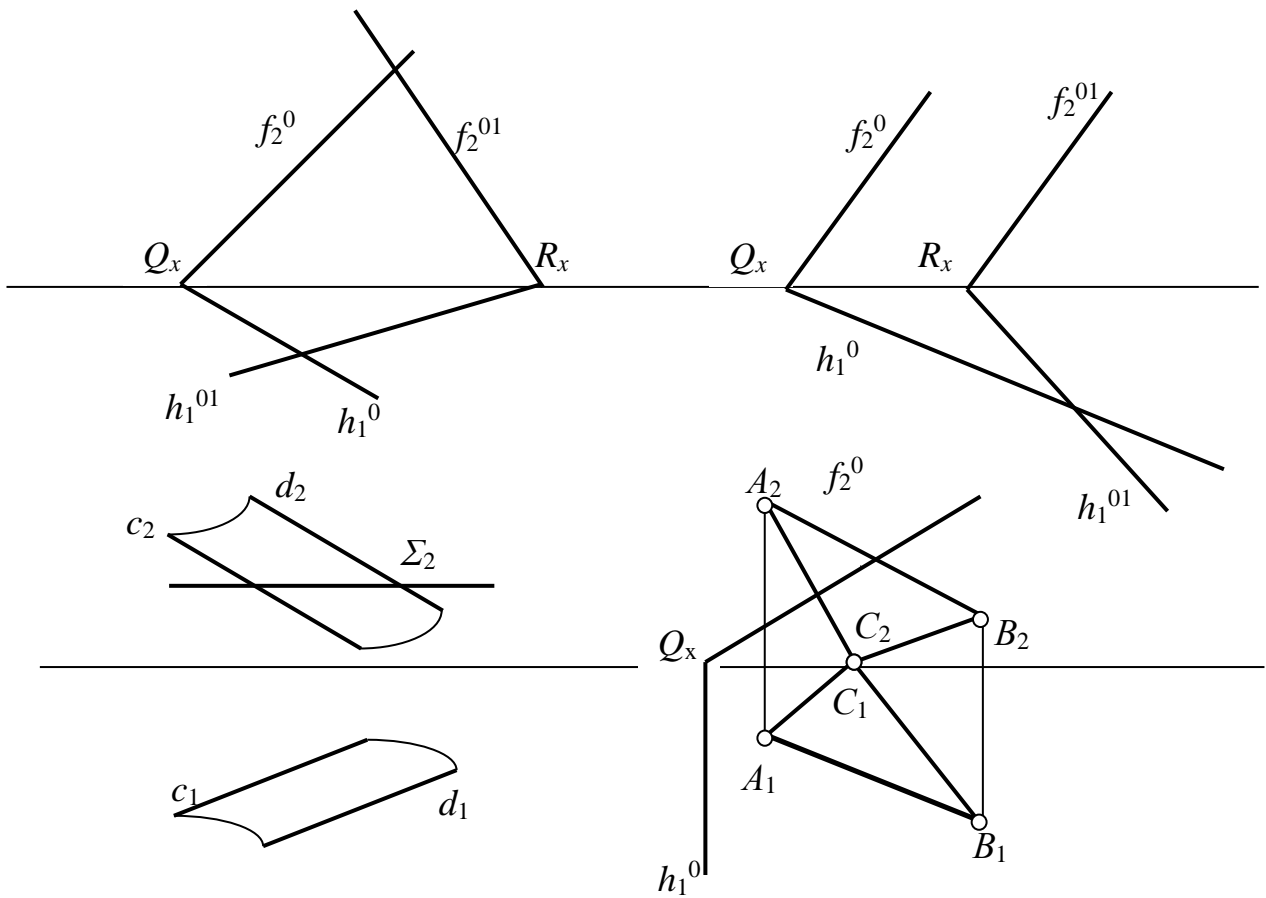


Рисунок 3.8 – Побудова лінії перетину двох площин методом площин-посередників

**Задача 3.7**

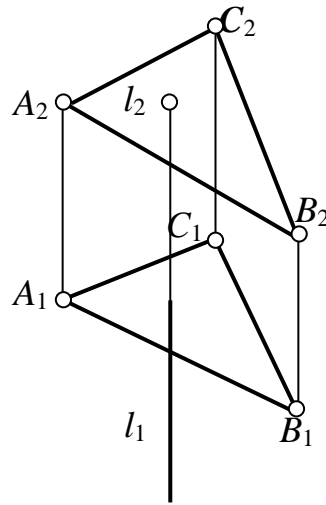
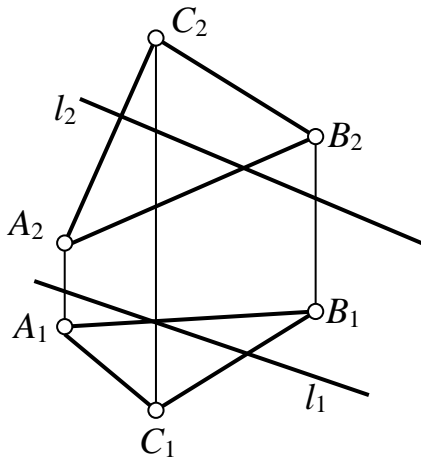
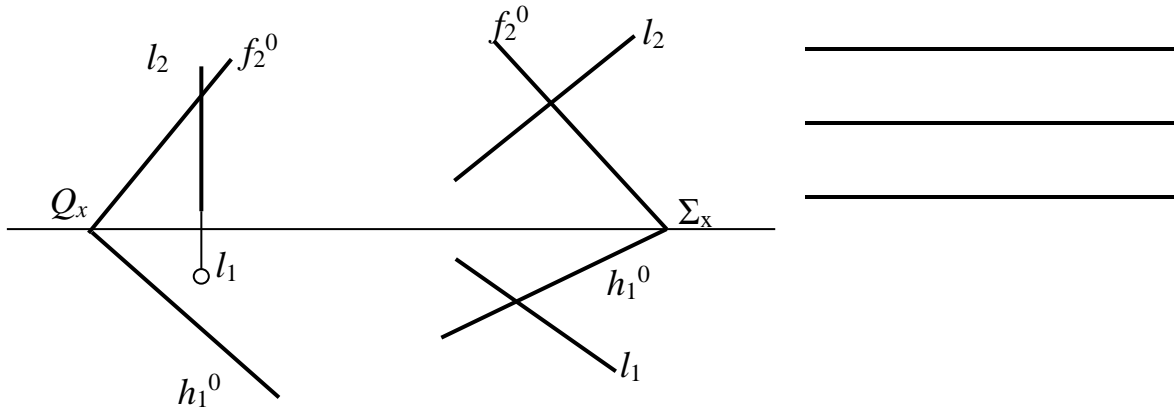
Побудувати проєкції лінії перетину площин.





**Задача 3.8**

Побудуйте проекції точки перетину прямої  $l$  з площиною. Запишіть алгоритм:

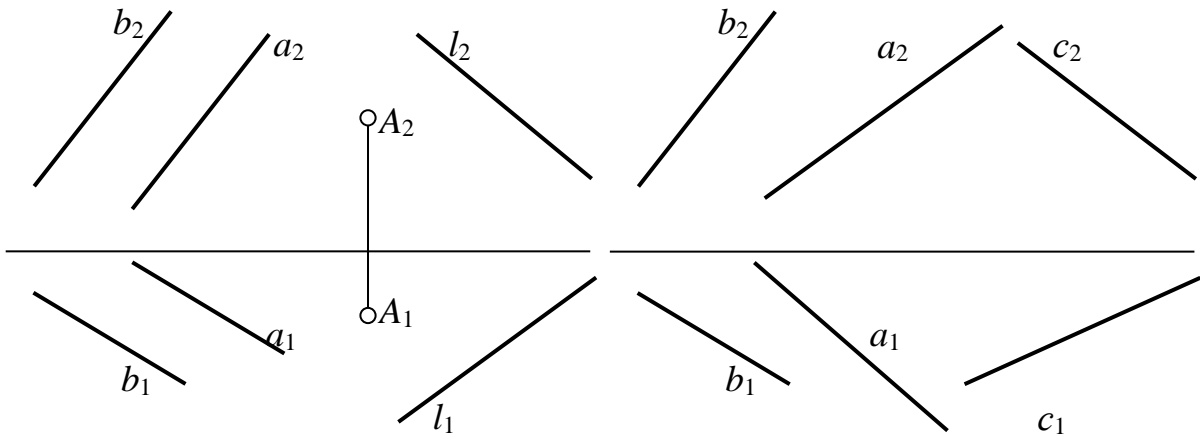


**Поміркуй!**

**Вправи для кмітливих та допитливих**

1. Через точку  $A$  провести таку пряму, паралельну площині  $P(a // b)$ , яка б перетинала пряму  $l$ .

2. Побудуйте пряму  $l$ , яка б перетинала задані прямі  $a, b, c$ .



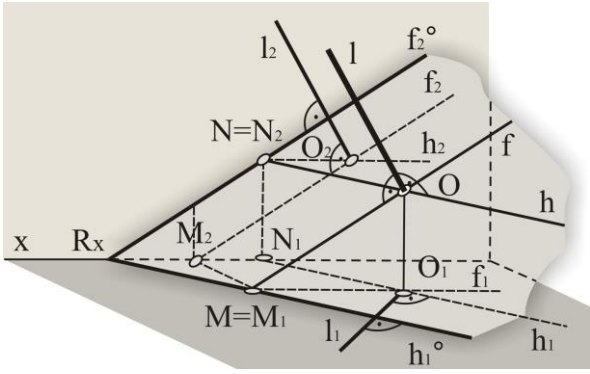


Рисунок 3.10 – Пряма, перпендикулярна площині

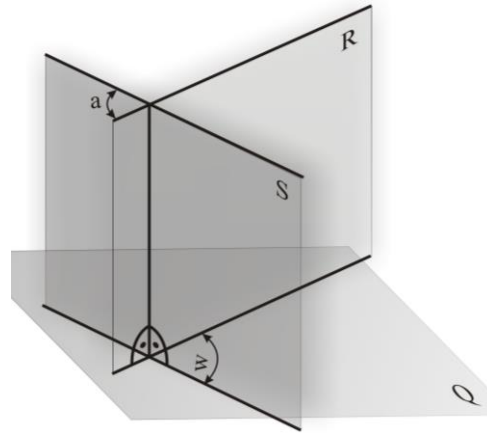


Рисунок 3.11 – Взаємно-перпендикулярні площини



**Дайте відповіді на запитання!**

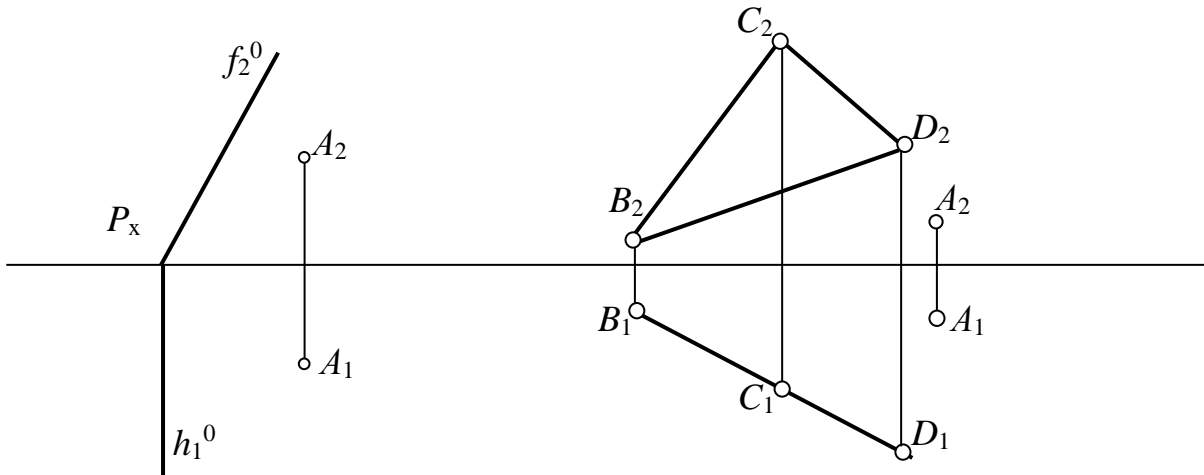
1. За якої умови пряма  $l$  є перпендикулярна площині (рис. 3.10)? Як на комплексному кресленку розташовані проєкції цієї прямої  $l_1$  \_\_\_\_\_,  $l_2$  \_\_\_\_\_?

2. У чому полягає умова перпендикулярності двох площин (рис. 3.11)?

3. Як на комплексному кресленку побудувати пряму, перпендикулярну прямій загального положення?

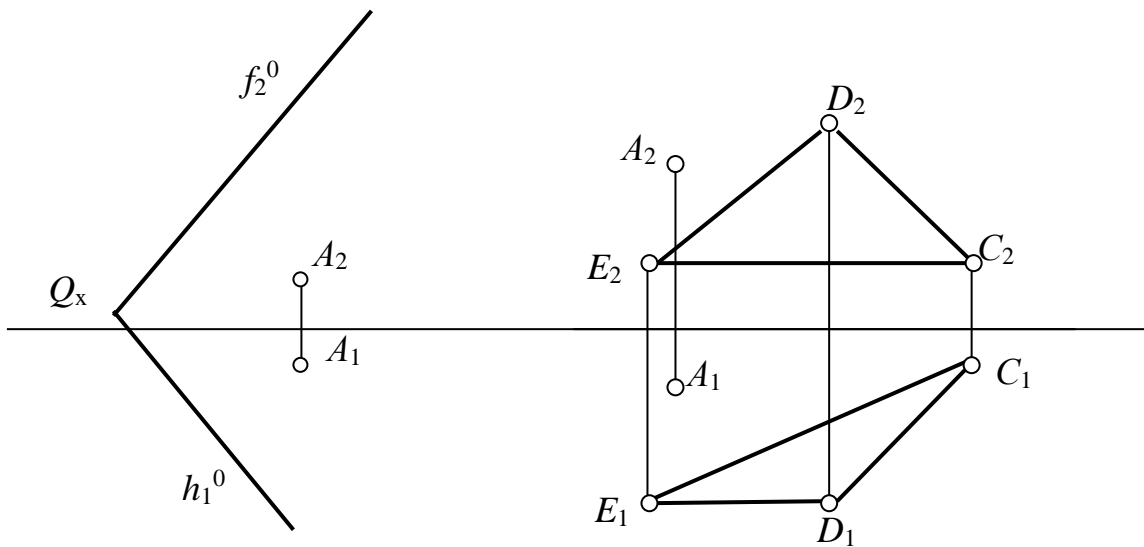
### Задача 3.9

Визначити відстань від точки  $A$  до площини  $P$ .



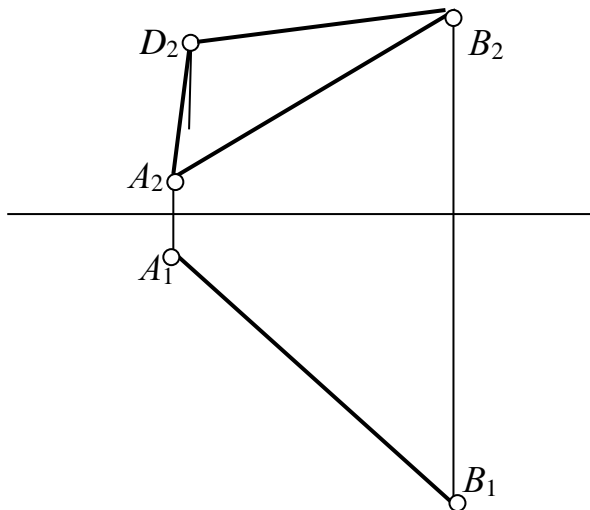
**Задача 3.10**

Побудувати точку  $B$ , симетричну точці  $A$  відносно заданих площин.



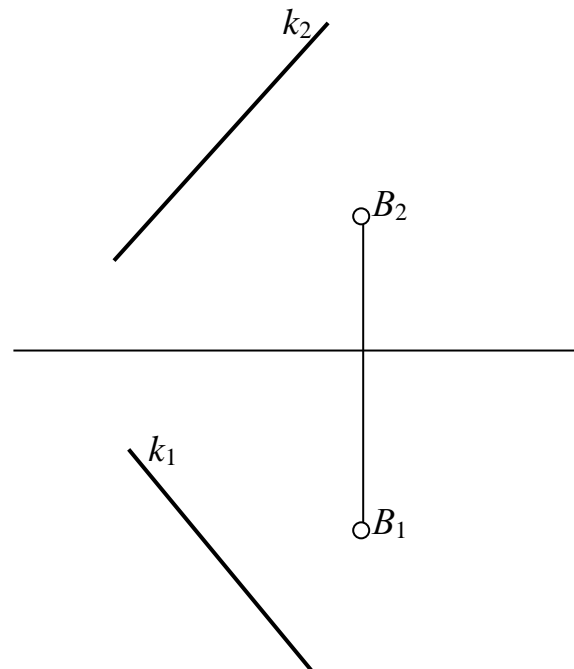
**Задача 3.11**

Добудуйте горизонтальну проекцію вершини  $D$  рівнобедреного трикутника  $ABD$ .



**Задача 3.12**

Визначте, чому дорівнює радіус сфери з центром у точці  $B$ , дотичної до прямої  $k$ , і побудуйте її проекції.

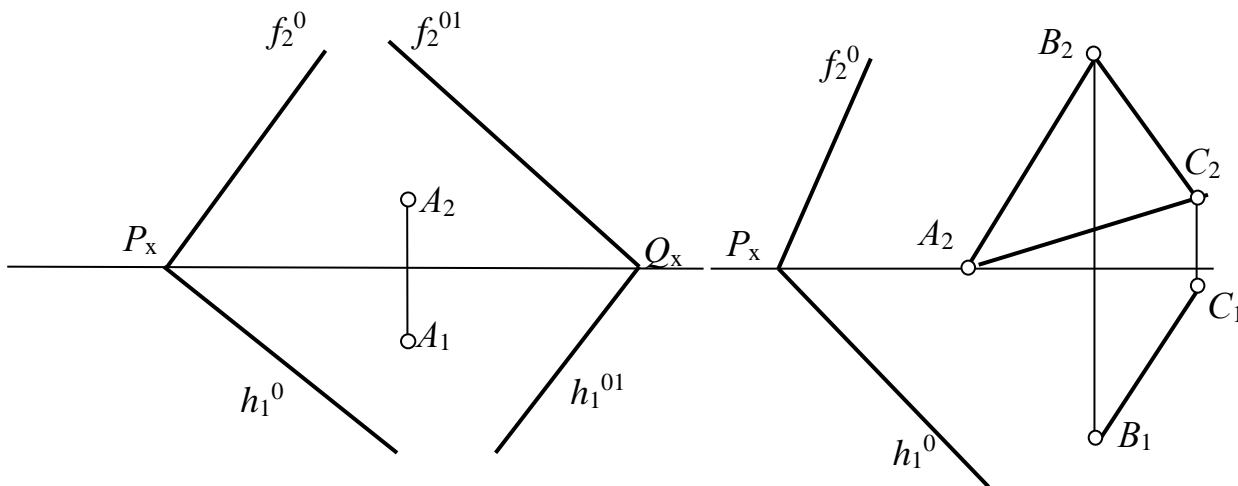


### Задача 3.13

Через точку  $A$  побудуйте площину, перпендикулярну площинам  $P$  і  $Q$ .

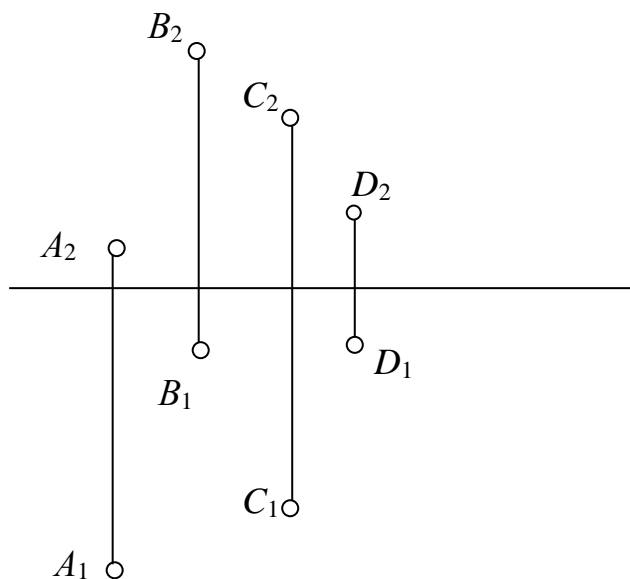
### Задача 3.14

Побудуйте горизонтальну проекцію трикутника  $ABC$ , площина якого перпендикулярна площині  $P$ .



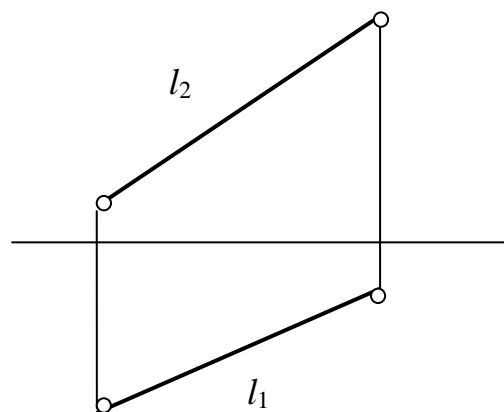
**Поміркуй!**

1. Через задані точки провести чотири паралельні площини з однаковими відстанями між ними.



**Вправи для кмітливих і допитливих**

2. Через пряму  $AB$  провести площину  $Q$ , рівнонахилена до  $\Pi_1$  та  $\Pi_2$ .





## Контрольні запитання!

1. Що називають визначником площини?
2. Як задають площину на комплексному кресленнику?
3. Яке положення може займати площина відносно площин проекцій?
4. Які властивості притаманні проекційним площинам?
5. Що є умовою належності точки площині, прямої – площині?

6. У чому полягає умова паралельності двох площин?

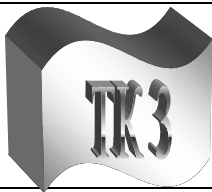
7. Сформулюйте умову перпендикулярності двох площин.

8. Яке положення може займати пряма відносно площини?

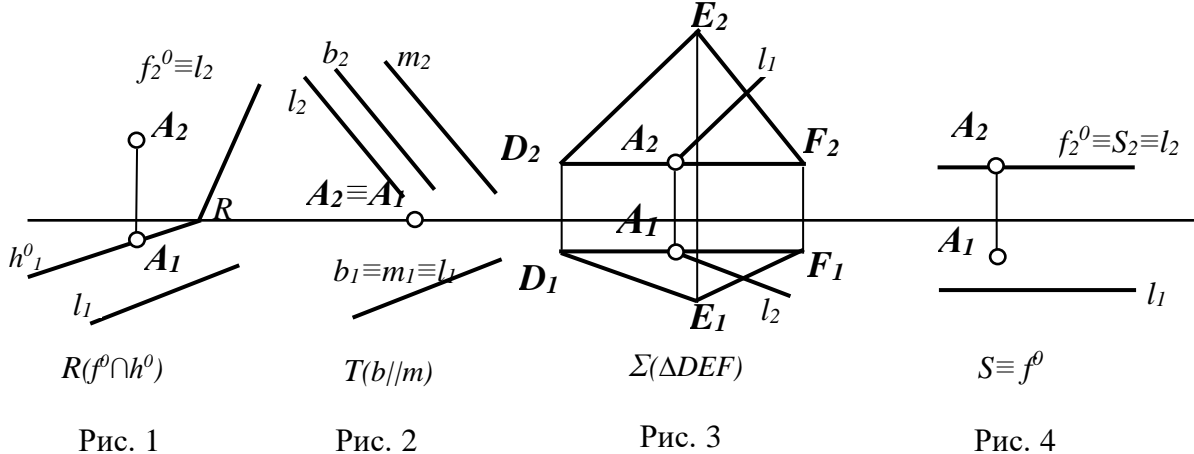
9. Як знайти точку перетину прямої з площиною?

10. У чому полягає умова перпендикулярності прямої площині?

11. Скільки прямих, паралельних площині, можна побудувати через задану точку?



**Перевір свої знання та підготуйся до тестової контрольної роботи з теми «ПЛОЩИНА»**  
(Зразок картки тестового контролю)



**Проаналізуйте рис. 1–4 і дайте відповіді на запитання (за кожну правильну відповідь можна отримати 4 бали).**

1. На якому рисунку площина займає загальне положення?
2. На якому рисунку площина перпендикулярна  $\pi_3$ ?
3. На якому рисунку точка  $A$  не належить площині?
4. На якому рисунку пряма  $l$  не належить площині?

Відповіді шукай на останній сторінці зошита.



## 4.1 Метод заміни площин проєкцій

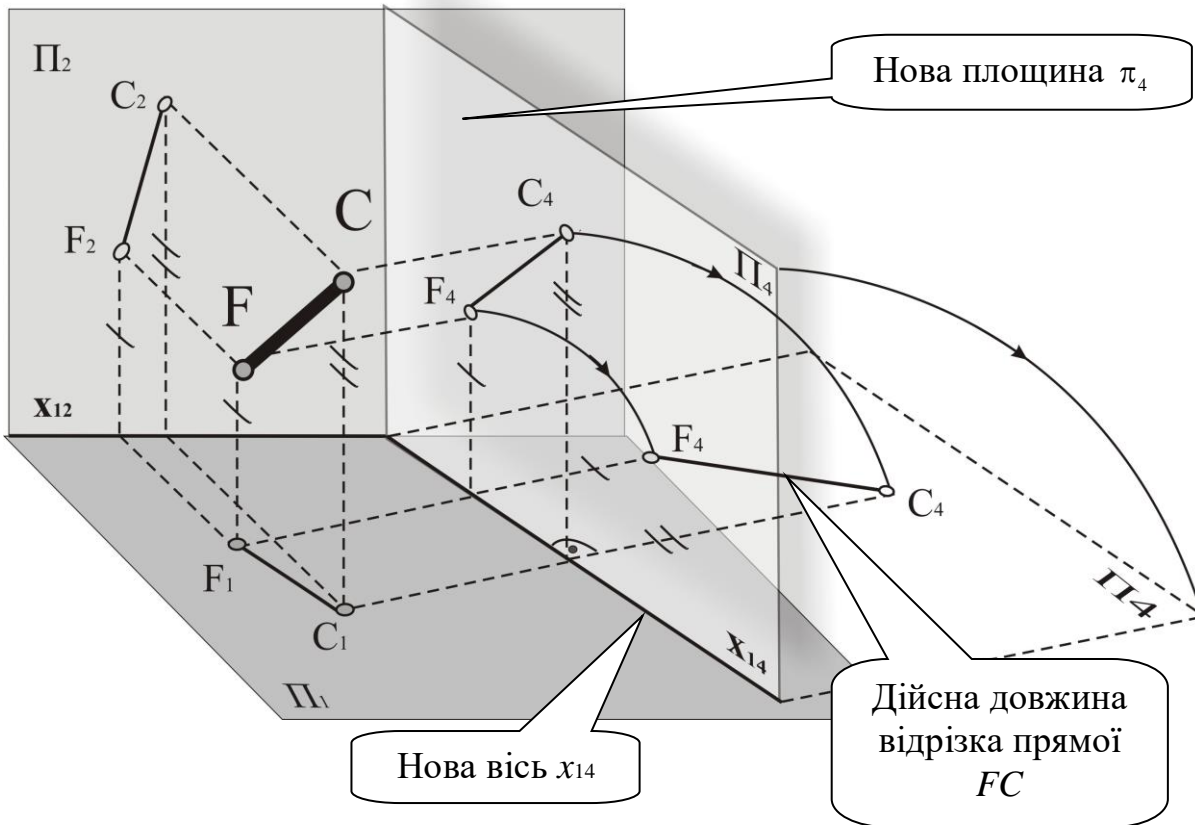


Рисунок 4.1 – Метод заміни площин проєкцій



**Дайте відповіді на запитання!**

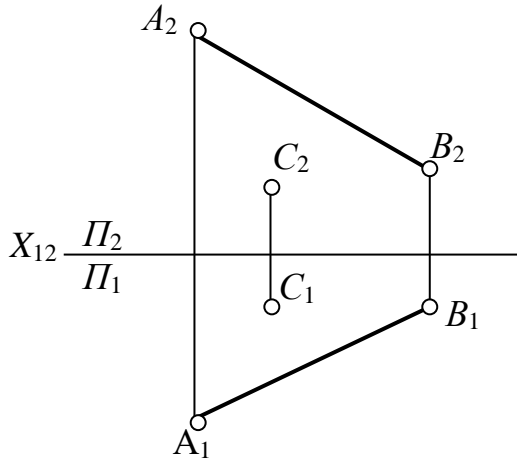
1. Скільки замінів площин проєкцій треба виконати, щоб пряму загального положення перетворити в пряму рівня \_\_\_\_\_; який напрямок повинна мати нова вісь  $X_{14}$  \_\_\_\_\_ або  $X_{25}$  \_\_\_\_\_ (рис. 4.1)?

2. Скільки замінів площин проєкцій потрібно виконати, щоб пряму загального положення перетворити в проєкційну пряму \_\_\_\_\_?

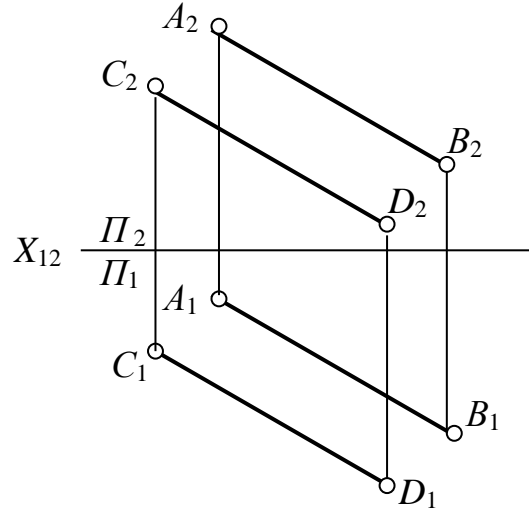
3. Скільки замінів площин проєкцій необхідно виконати, щоб площину загального положення перетворити в проєкційну площину \_\_\_\_\_, який напрямок повинна мати нова вісь  $X_{14}$  \_\_\_\_\_, або  $X_{25}$  \_\_\_\_\_?

**Задача 4.1**

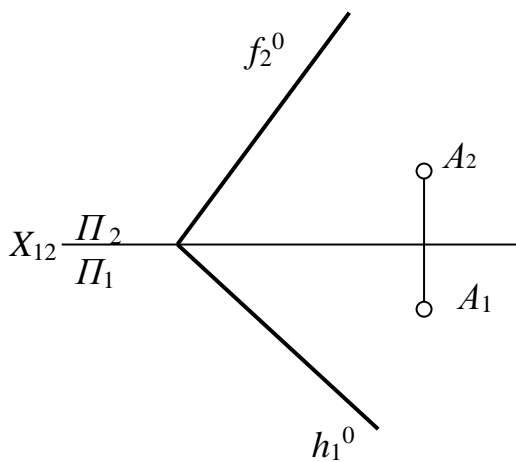
Визначте, чому дорівнює дійсна довжина відрізка прямої  $AB$ , значення кута нахилу його до горизонтальної площини проекцій та відстань від точки  $C$  до  $AB$ .

**Задача 4.2**

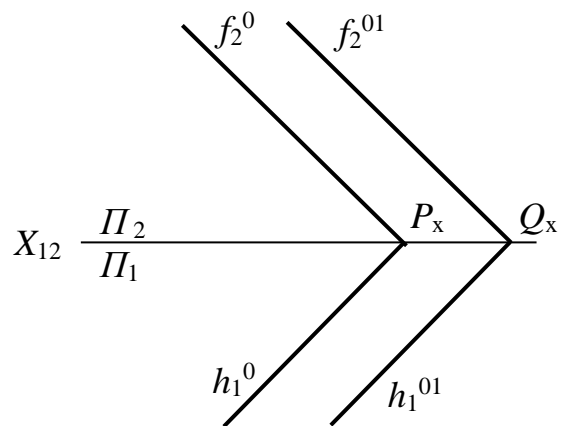
Визначте, чому дорівнює відстань між паралельними прямими  $DC$  і  $AB$ .

**Задача 4.3**

Знайти кут нахилу ( $\beta$ ) площини  $P$  до  $\Pi_2$  та відстань від точки  $A$  до площини  $P$ .

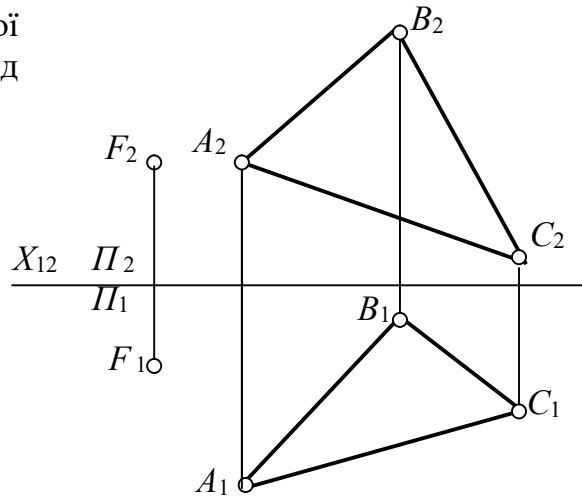
**Задача 4.4**

Визначити відстань між паралельними площинами  $P$  і  $Q$ .

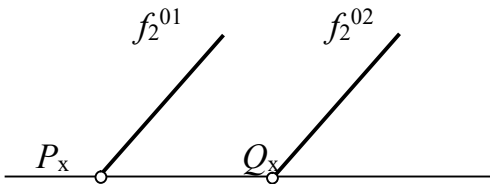


**Задача 4.5**

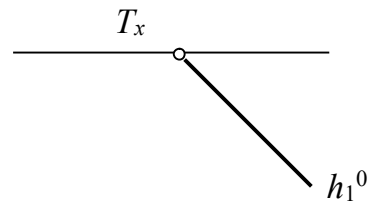
Визначте дійсну довжину трикутника  $ABC$ , значення кута нахилу його до горизонтальної площини проєкцій та відстань від нього до точки  $F$ .

**Поміркуй!**

1. Побудувати горизонтальні проєкції слідів площин  $P$  і  $Q$ , нахилених до  $\Pi_2$  під кутом  $\beta = 30^\circ$ , і знайти відстань між ними.

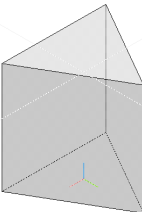
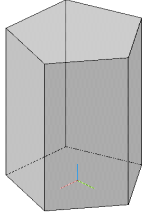
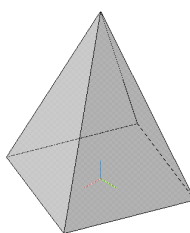
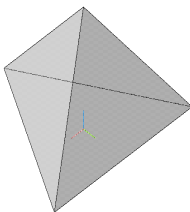
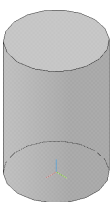
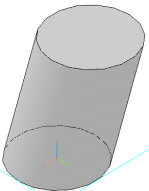
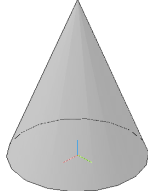
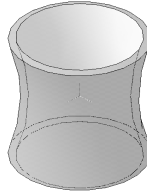
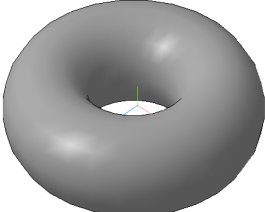
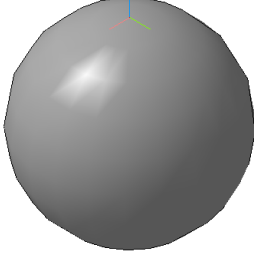
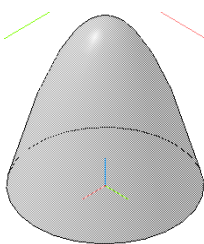
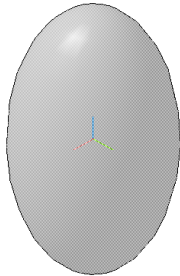
**Вправи для кмітливих і допитливих**

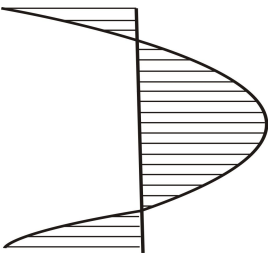
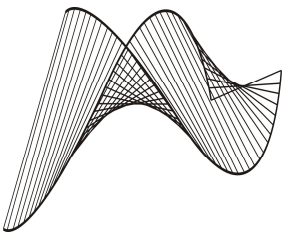
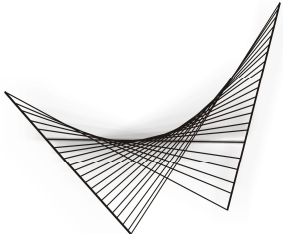
2. Побудувати площини  $\Sigma//T$ , якщо відстань між ними 20 мм і нахилені вони до  $\Pi_1$  під кутом  $\alpha = 30^\circ$ .



**5.1 ЗАДАННЯ ПОВЕРХОНЬ  
ТОЧКА НА ПОВЕРХНІ**

Таблиця 5.1

<i>Грані поверхні</i>			
<i>Тригранна призма</i>	<i>П'ятигранна призма</i>	<i>Чотиригранна піраміда</i>	<i>Тригранна піраміда</i>
			
<i>Поверхні обертання (лінійчаті)</i>			
<i>Циліндр</i>	<i>Циліндр</i>	<i>Конус</i>	<i>Гіперболоїд обертання</i>
			
<i>Поверхні обертання (нелінійчаті)</i>			
<i>Тор</i>	<i>Сфера</i>	<i>Параболоїд обертання</i>	<i>Еліпсоїд обертання</i>
			

<i>Лінійчаті нерозгортні поверхні (поверхні з площиною паралелізму – поверхні Каталана)</i>		
<i>Коноїд</i>	<i>Циліндроїд</i>	<i>Коса площина, або гіперболічний параболоїд</i>
		



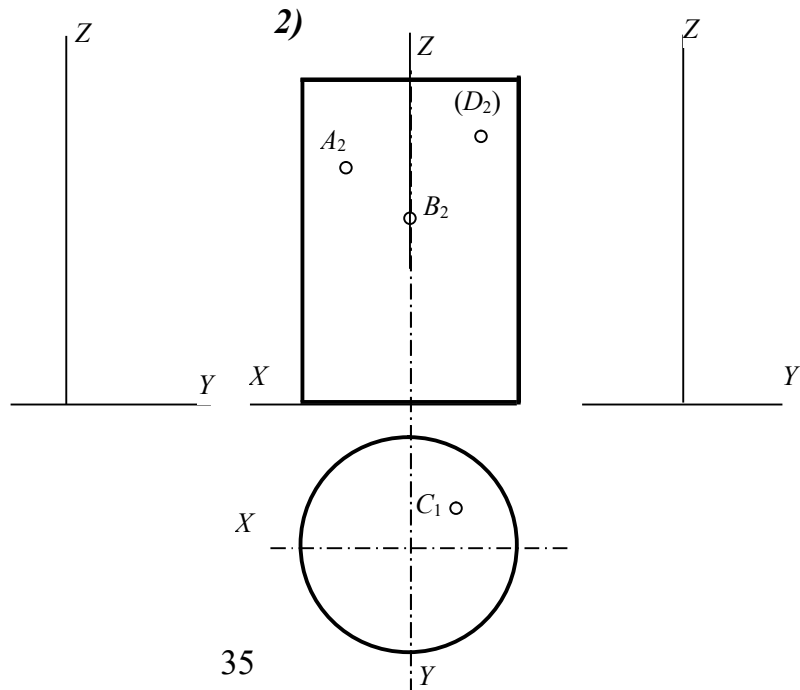
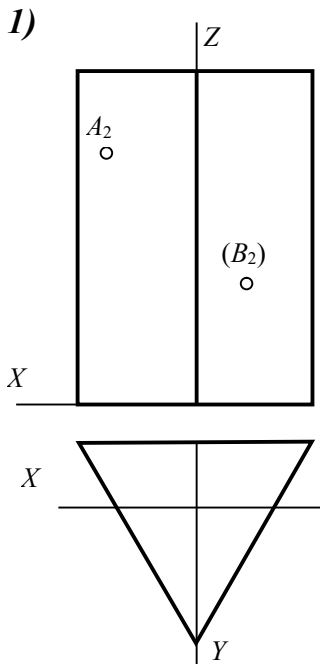
**Дайте відповіді на запитання!**

1. Наведіть приклади застосування поверхонь (табл.5.1) у промисловості?
2. За якої умови точка належить поверхні?

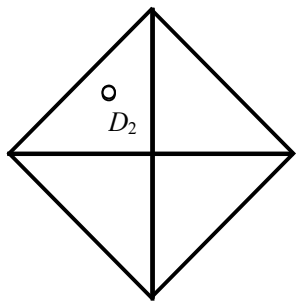
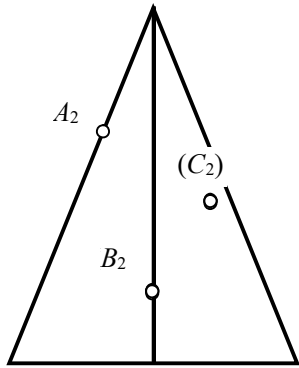
3. За допомогою яких способів можна знайти відсутні проекції точки на поверхні конуса, сфери, піраміди тощо?

**Задача 5.1**

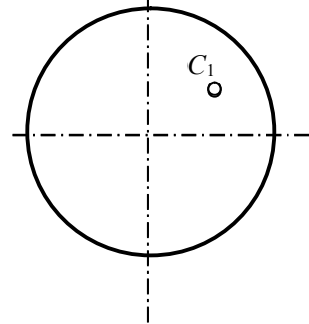
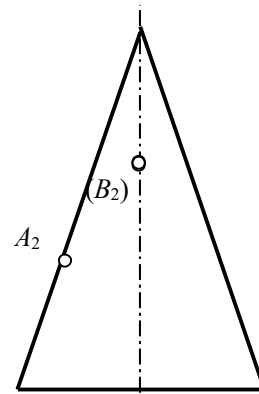
За заданими проекціями геометричних тіл побудувати профільну проекцію, добудувати відсутні проекції точок, що належать заданим геометричним тілам.



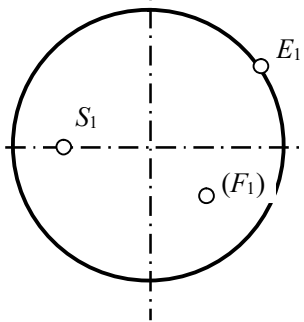
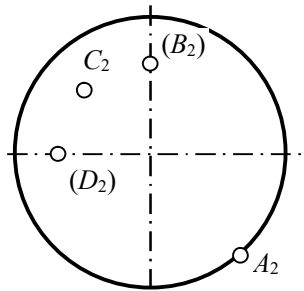
3)



4)

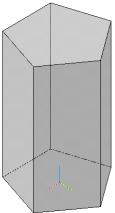
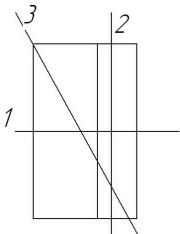
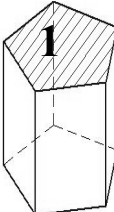
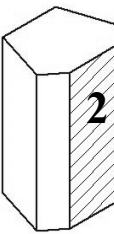
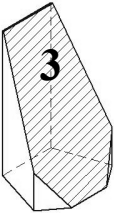
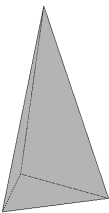
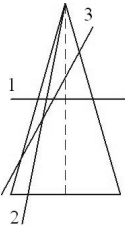
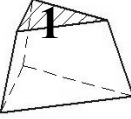


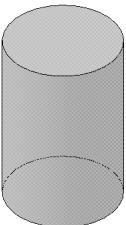
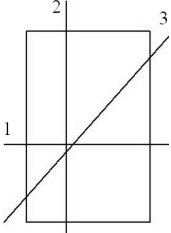
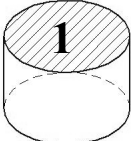
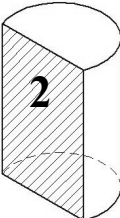

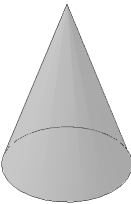
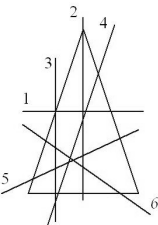
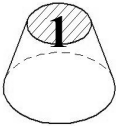
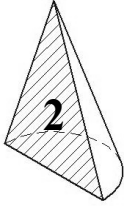

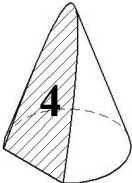




5)



**5.2 ПЕРЕРІЗ ПОВЕРХОНЬ  
ПРОЕКЦІЙНИМИ ПЛОЩИНАМИ**

Таблиця 5.2.

<b>Перерізи призми</b>				
<b>Перерізи призми – багатокутники</b>				
				
<b>Перерізи піраміди</b>				
<b>Перерізи піраміди – багатокутники</b>				
				
<b>Перерізи циліндра</b>				
<b>Перерізи циліндра</b>	<b>Коло</b>	<b>Прямокутник</b>	<b>Еліпс</b>	
				
<b>Перерізи конуса</b>				
<b>Перерізи конуса</b>	<b>Коло</b>	<b>Трикутник</b>		
				
<b>Гіпербола</b>	<b>Парабола</b>	<b>Еліпс</b>	<b>Неповний еліпс</b>	
				



### Дайте відповіді на запитання!

1. Які фігури утворюються в результаті перерізу граней тіл проекційними площинами? Як вони будуються (табл. 5.2)?

2. Які фігури утворюються в перерізі циліндра проекційними площинами?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

3. Чому дорівнюють велика та мала осі еліпса?

4. За якою фігурою січна площина перерізає сферу? \_\_\_\_\_.

5. Який напрямок повинна мати січна площина, щоб при перерізі конуса утворився:

еліпс повний \_\_\_\_\_;

або неповний \_\_\_\_\_;

парабола \_\_\_\_\_;

гіпербола \_\_\_\_\_;

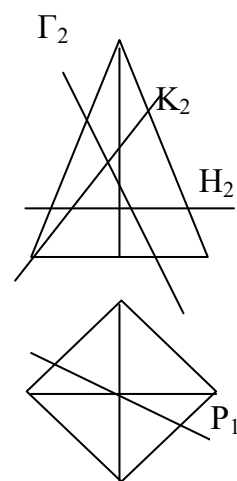
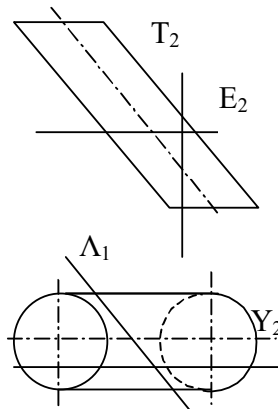
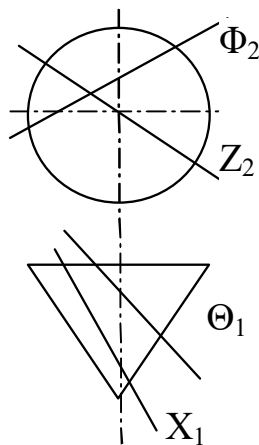
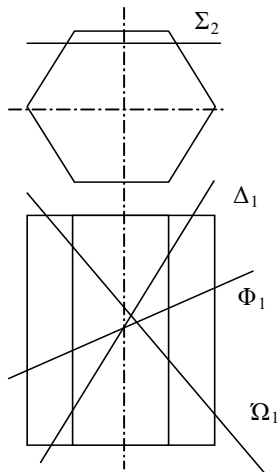
трикутник \_\_\_\_\_;

коло \_\_\_\_\_?

### Усна вправа 5.1

Знайти та записати площини, які перерізають геометричне тіло за названою фігурою.

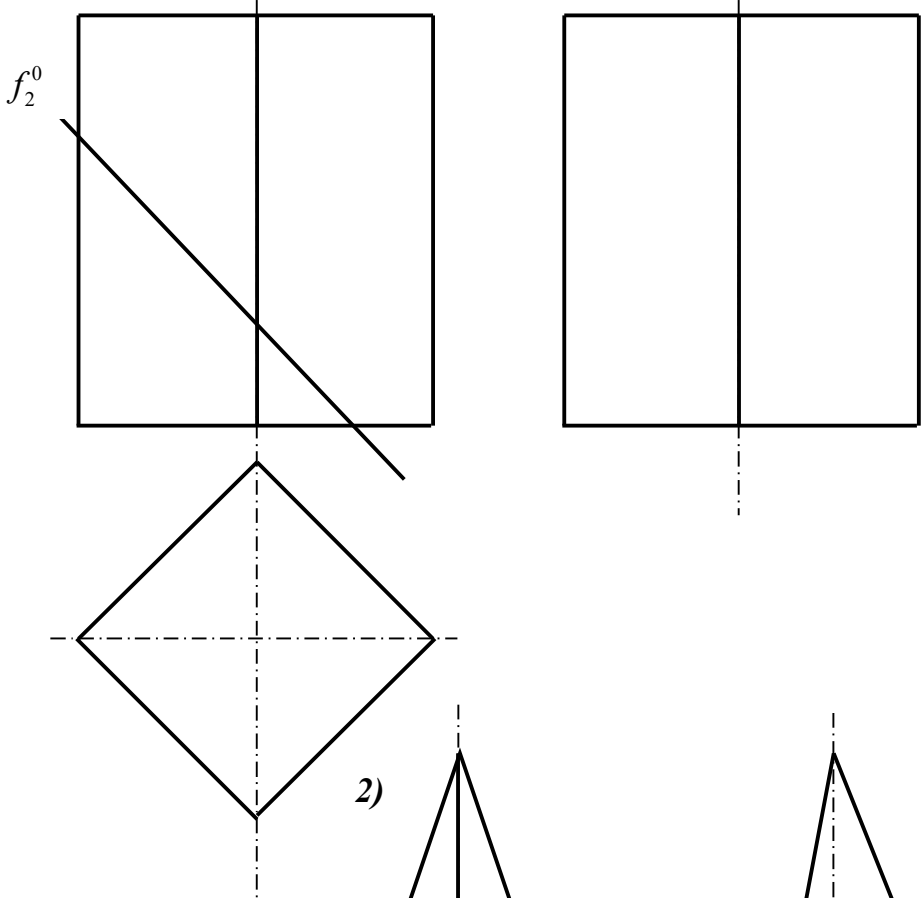
1	Коло		9	Трикутник рівнобедрений	
2	Еліпс		10	Восьмикутник	
3	Квадрат		11	Семикутник	
4	Прямокутник		12	Трикутник рівнобічний	
5	Частина еліпса (більше половини)		13	Частина еліпса (менше половини)	
6	Чотирикутник		14	Паралелограм	
7	П'ятикутник		15	Парабола	
8	Шестикутник		16	Гіпербола	



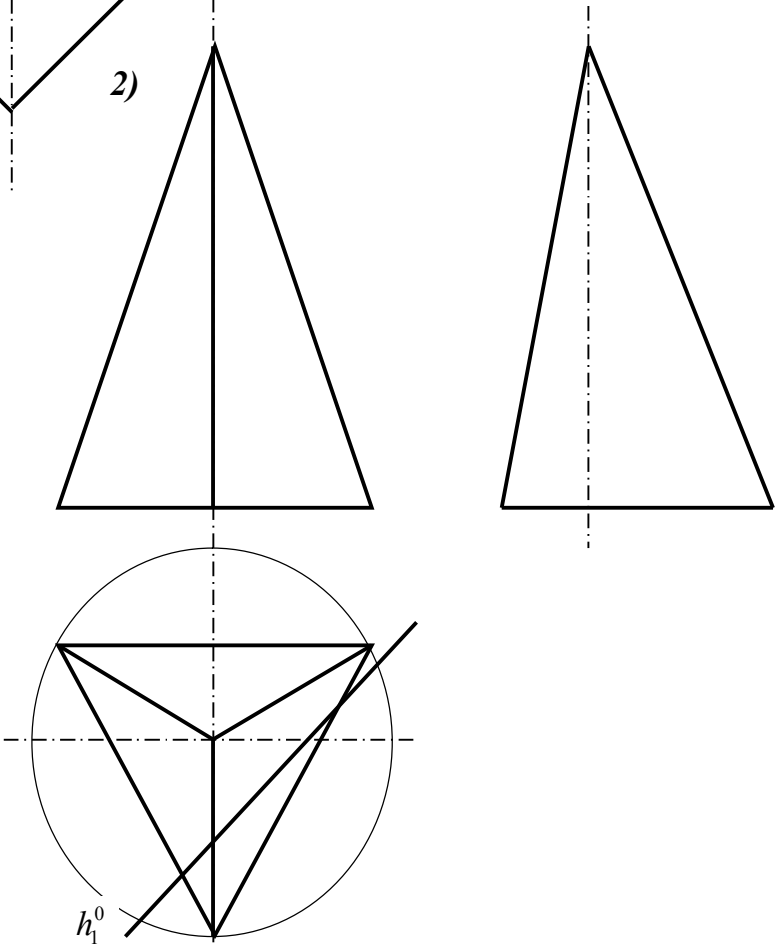
**Задача 5.2**

Побудуйте три проекції та знайдіть дійсну величину фігури перерізу заданих геометричних тіл проекційними площинами.

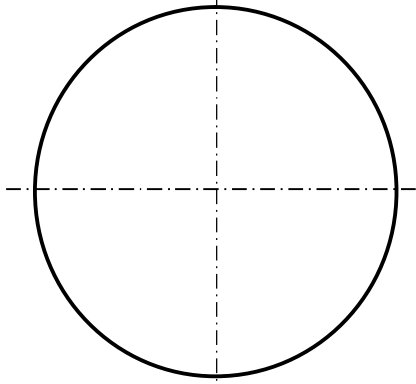
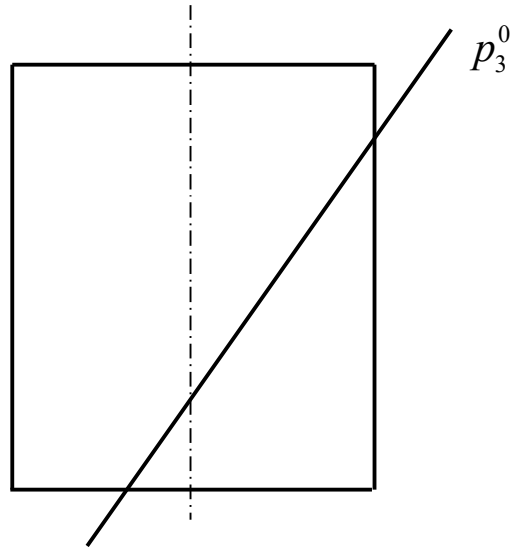
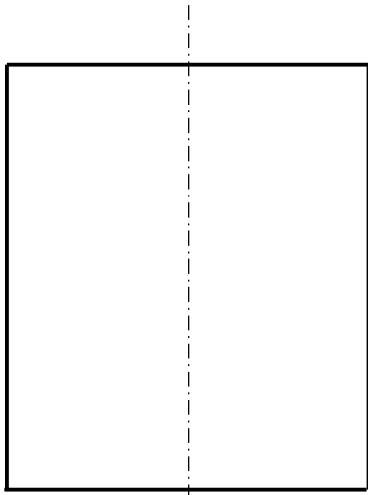
1)



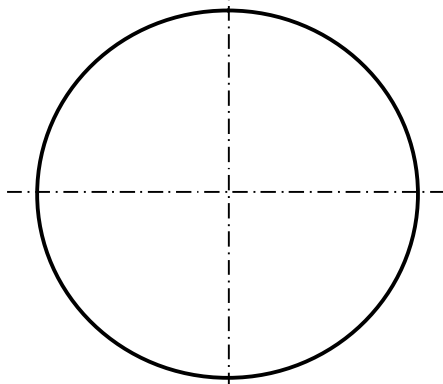
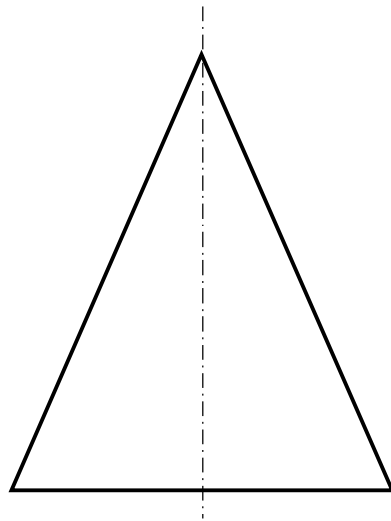
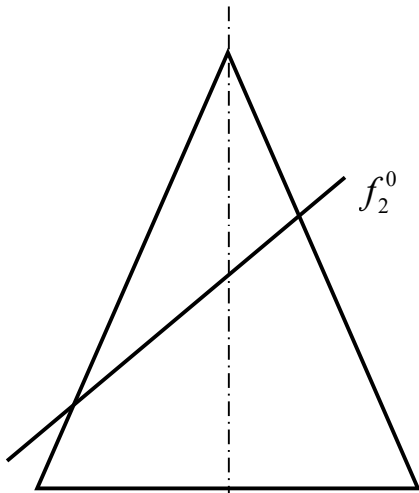
2)



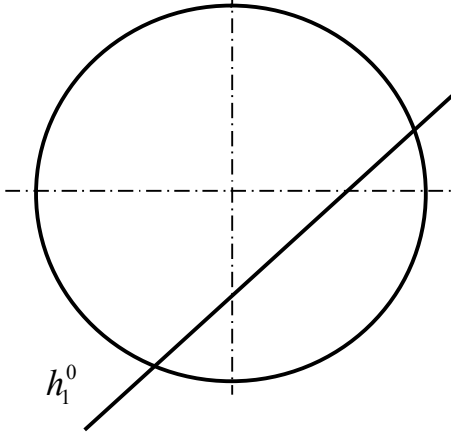
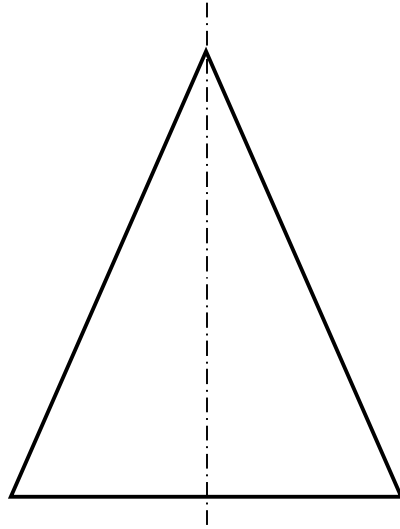
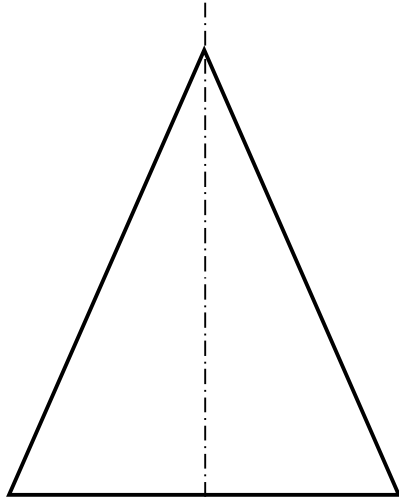
3)



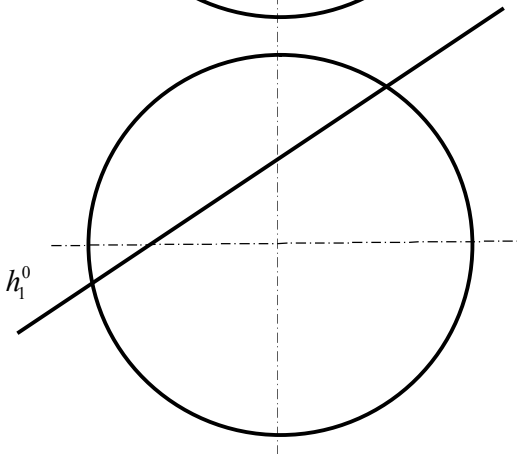
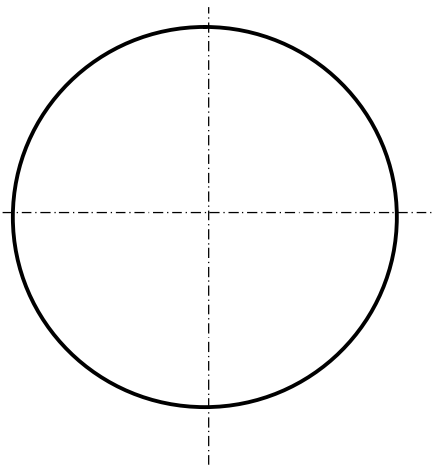
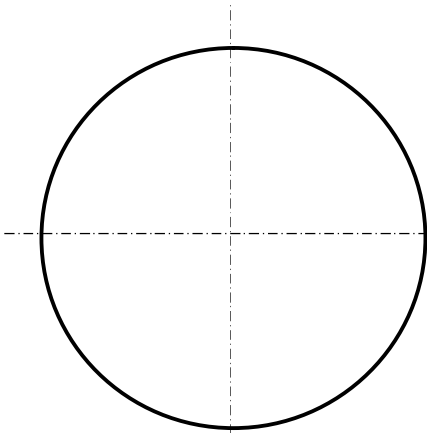
4)



5)



6)





**Перевір свої знання та підготуйся до  
тестової контрольної роботи з  
теми «ПЕРЕРІЗ ПОВЕРХОНЬ ПРОЕКЦІЙНИМИ  
ПЛОЩИНАМИ»**

(Зразок картки тестового контролю)

Проаналізуйте рис. 1 і визначте, за якою фігурою площини 1–5 перерізають зображені поверхні. Знайдіть і запишіть номер відповіді.

1	2	3	4	5

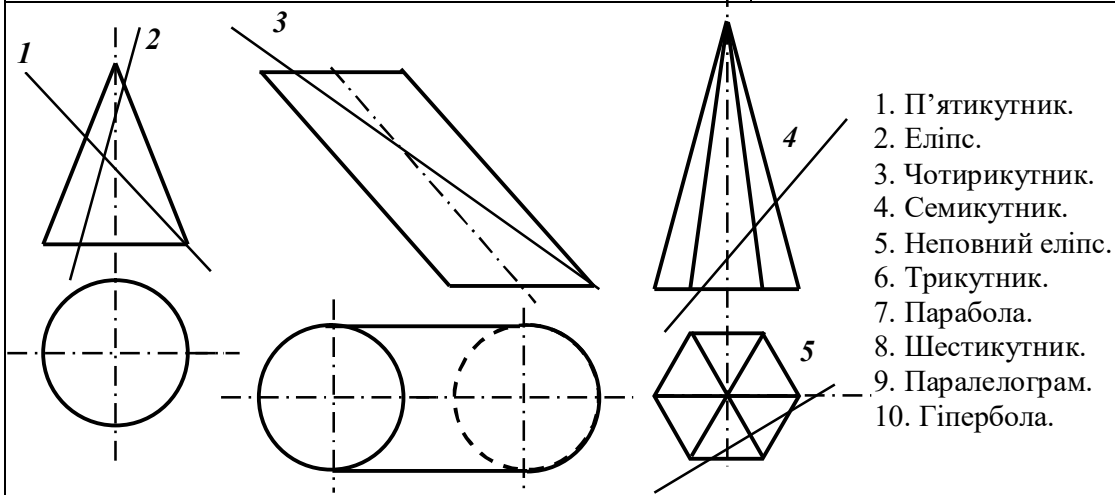


Рис. 1

Відповіді шукай на останній сторінці зошита.

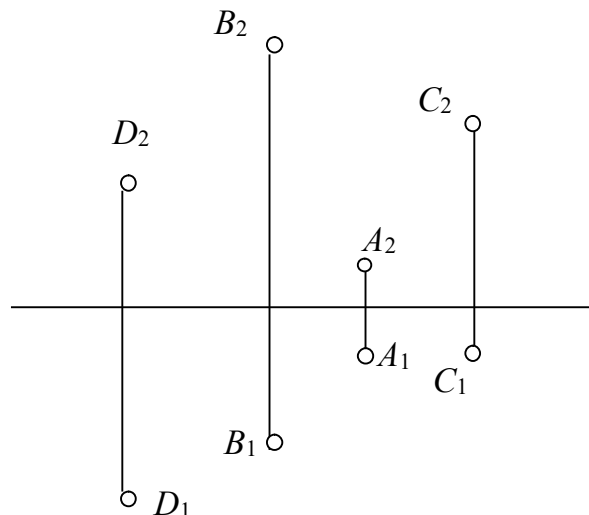
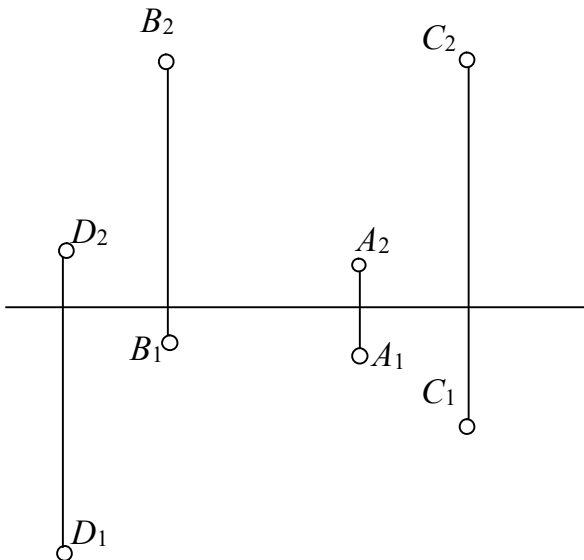


**Поміркуй!**

**Вправи для кмітливих  
і допитливих**

1. Побудувати проєкції сфери, на поверхні якої містяться чотири точки простору –  $A, B, C, D$ .

2. Побудувати пряму, рівновіддалену від заданих точок.



### 5.3 ВЗАЄМНИЙ ПЕРЕТИН ПОВЕРХОНЬ



*Дайте відповіді на запитання!*

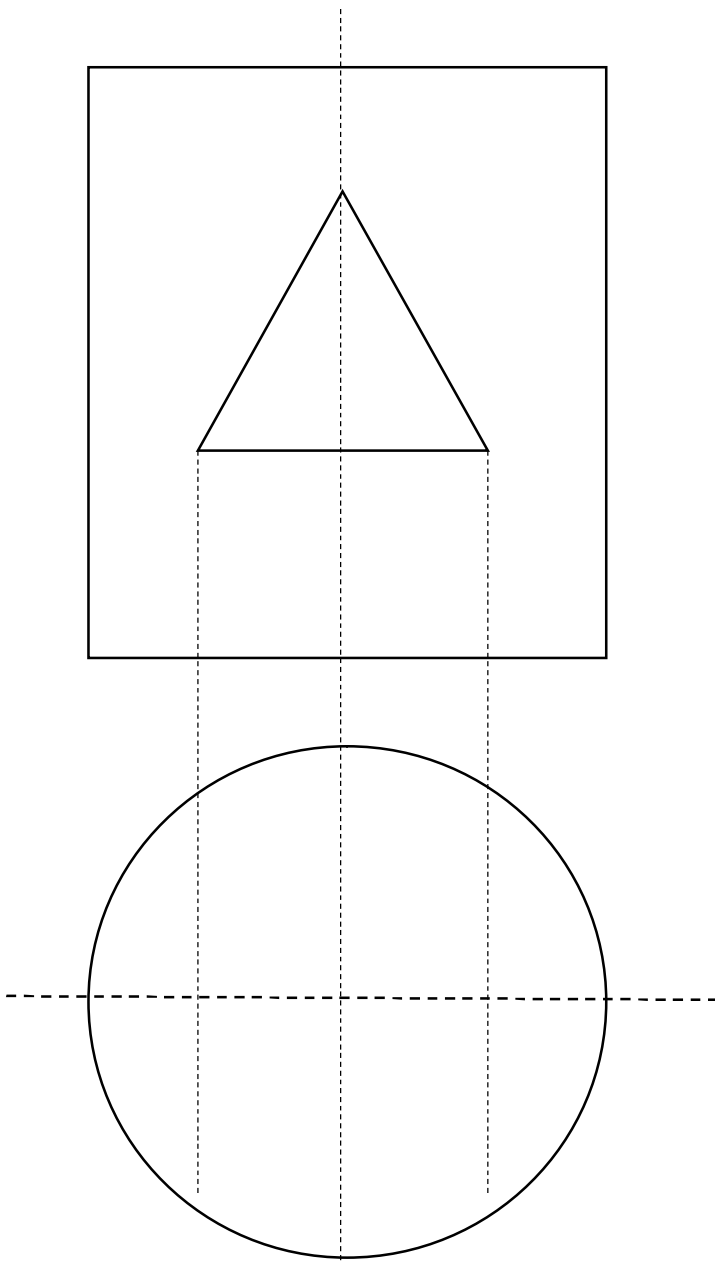
1. Що являє собою лінія перетину двох поверхонь?

2. У чому полягає сутність методу посередників при побудові лінії перетину?

3. Що найчастіше використовують як посередники? \_\_\_\_\_

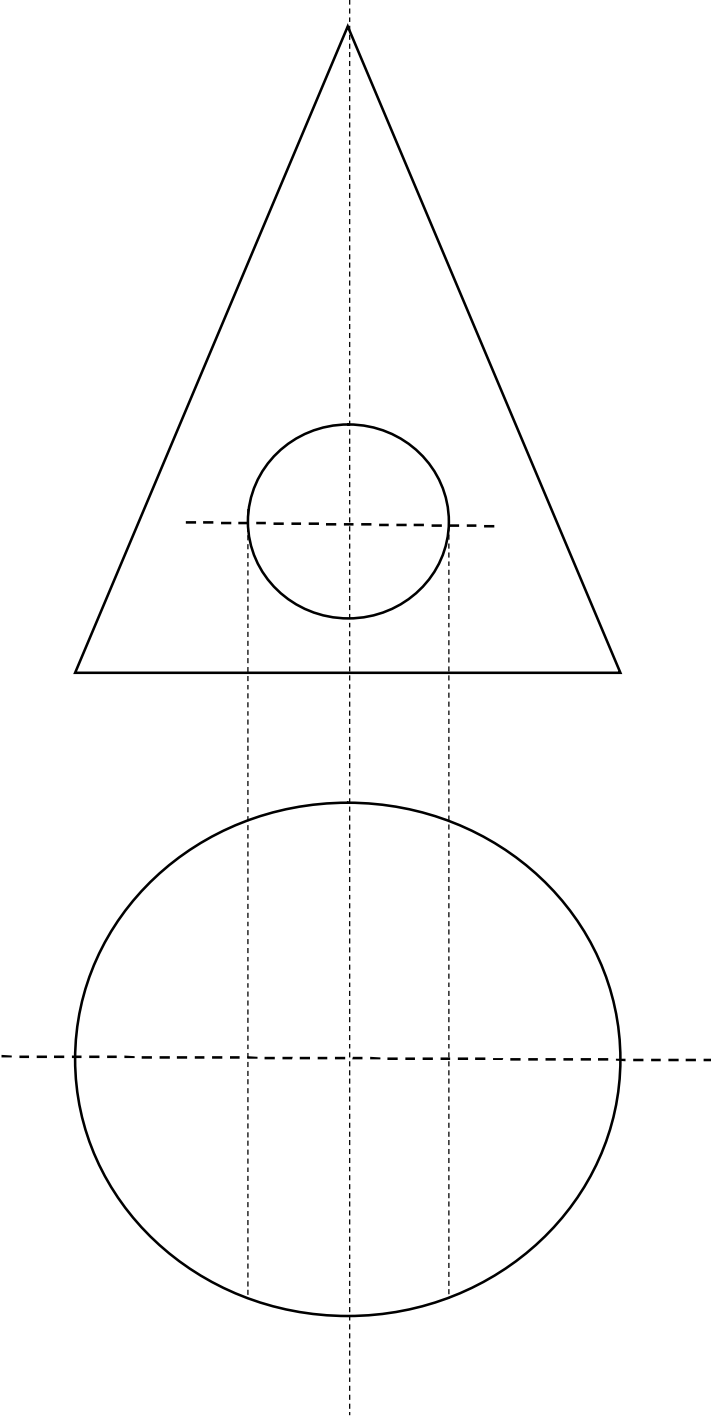
**Задача 5.3**

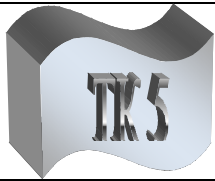
Побудуйте три проекції лінії перетину заданого тіла з наскрізним отвором.



**Задача 5.4**

Побудуйте три проекції лінії перетину заданого геометричного тіла з наскрізним отвором.

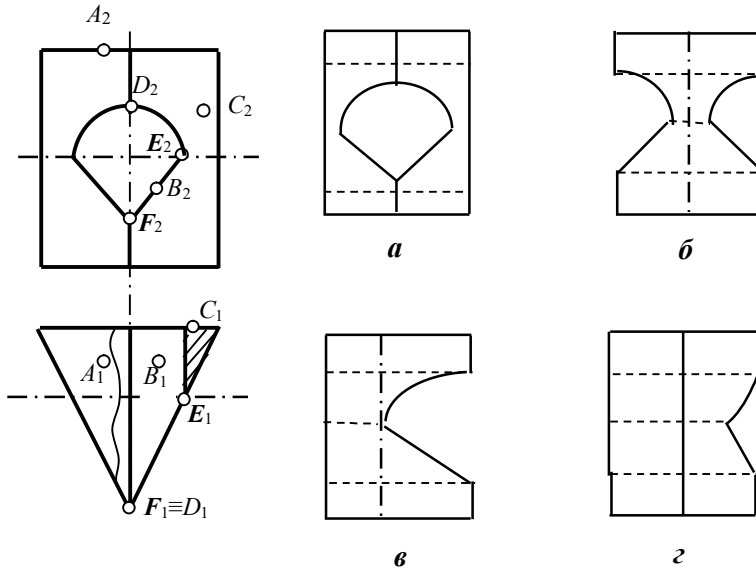




**Перевір свої знання та підготуйся  
до тестової контрольної роботи з  
теми «ПОВЕРХНІ»  
(Зразок картки тестового контролю)**

Проаналізуйте рисунок і дайте відповіді на запитання

1. Яке зображення (*a*, *б*, *в*, *г*) відповідає виду зліва заданого геометричного тіла?
2. Які з точок належать ребрам крізного отвору?
3. Які з точок належать одночасно тригранній призмі і циліндру?
4. Назвіть точки, які на виді зліва будуть видимі.
5. Проекцією якої лінії є пряма  $E_2F_2$ ? Знайдіть і зазначте номер відповіді:



1. еліпса
2. прямої
3. параболи
4. ламаної
5. кола

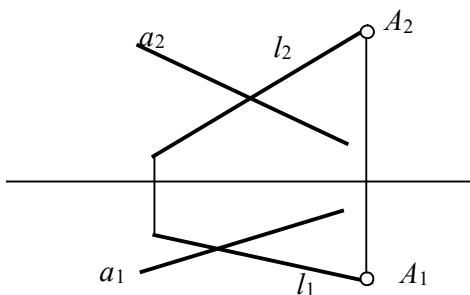
Відповіді шукай на останній сторінці зошита.



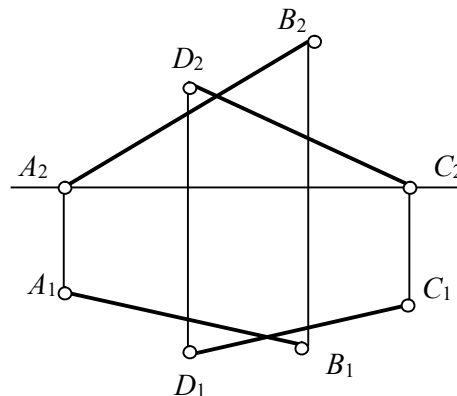
**Поміркуй!**

**Вправи для кмітливих  
і допитливих**

1. Через точку  $A$  на прямій  $l$  провести пряму  $b$ , яка перетинає пряму  $a$  і розташована під кутом  $30^\circ$  до  $l$ .



2. Провести горизонталь, яка перетинає прямі  $AB$  та  $CD$ . Довжина відрізка горизонталі між прямими становить 30 мм.



6.1 ПРЯМОКУТНА ІЗОМЕТРІЯ

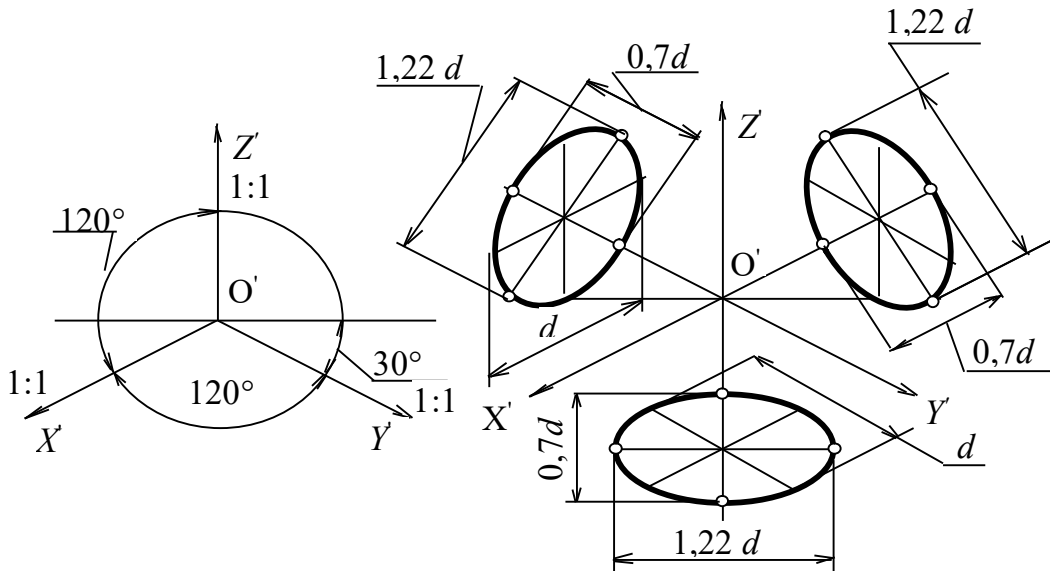


Рисунок 6.1 – Прямокутна ізометрія



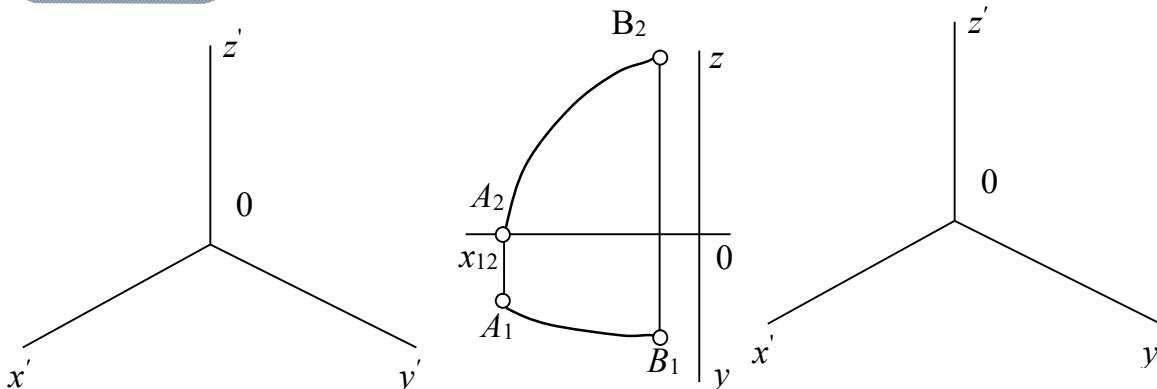
Дайте відповіді на запитання!

1. Який напрямок мають аксонометричні осі в прямокутній ізометрії (рис. 6.1)?

2. Чому дорівнюють наведені коефіцієнти спотворення в прямокутній ізометричній проекції?

Задача 6.1

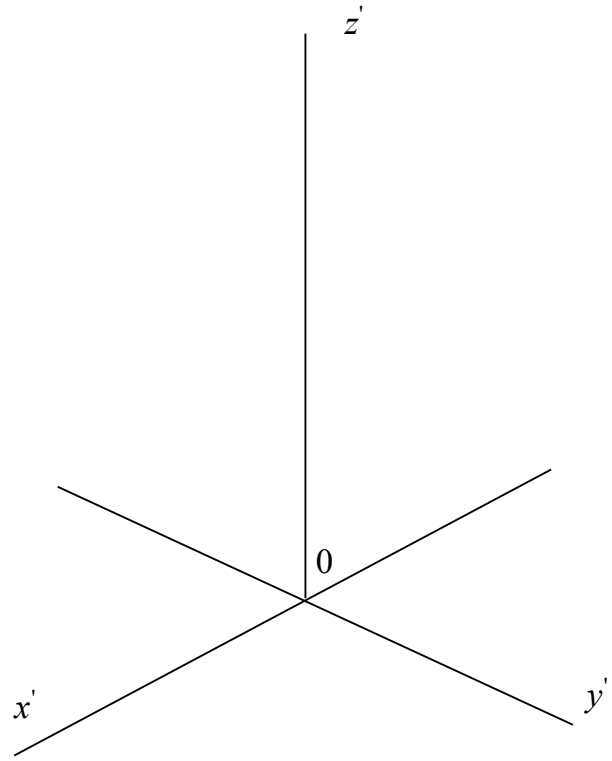
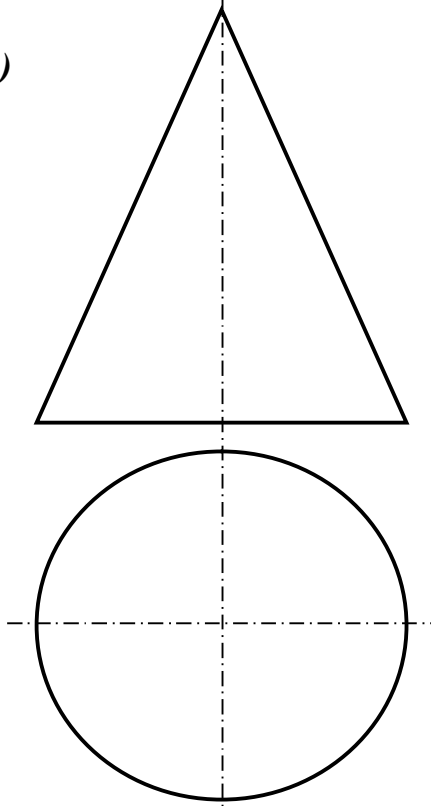
Побудувати прямокутну ізометричну проекцію точки  $C(20, 10, 30)$  та кривої  $AB$ .



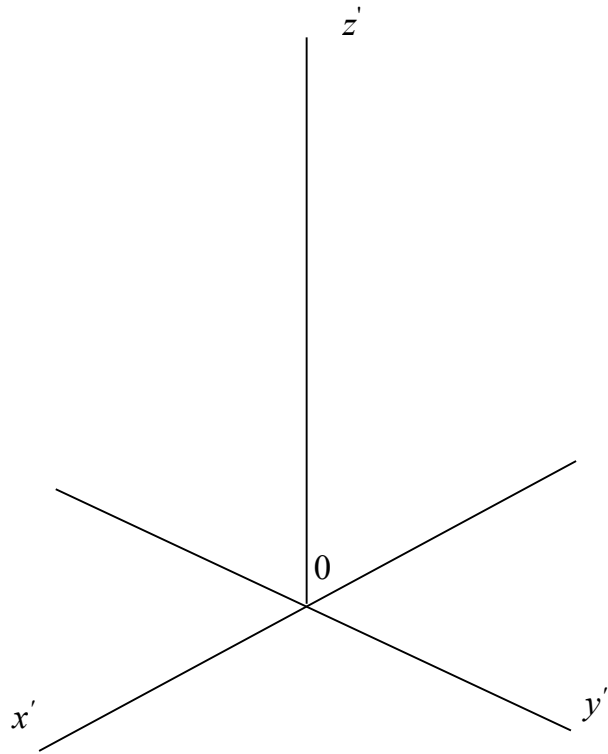
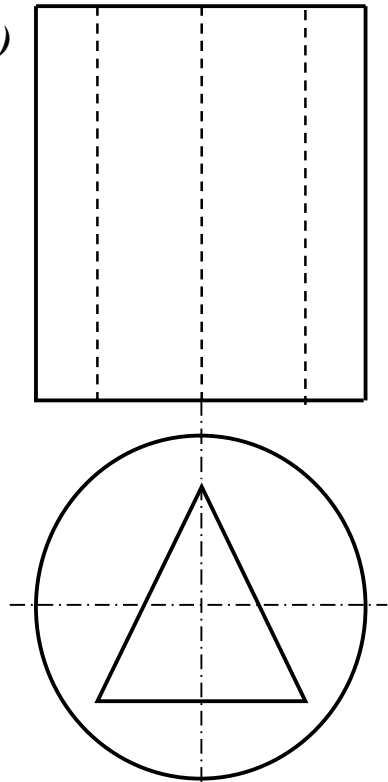
**Задача 6.2**

Побудуйте прямокутну ізометрію конуса та циліндра з видаленням  $\frac{1}{4}$  частини.

1)



2)



## 6.2 ПРЯМОКУТНА ДИМЕТРІЯ

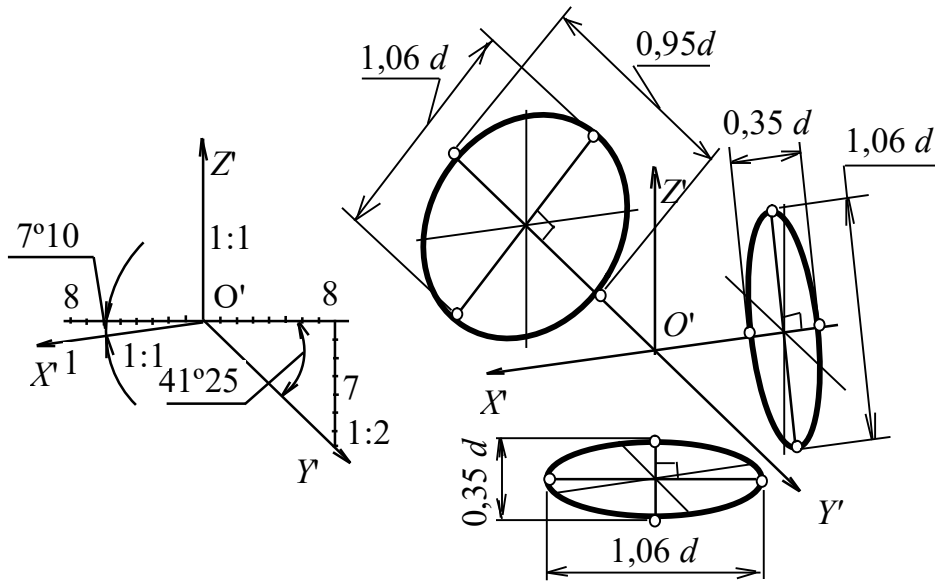


Рисунок 6.2 – Прямокутна диметрія



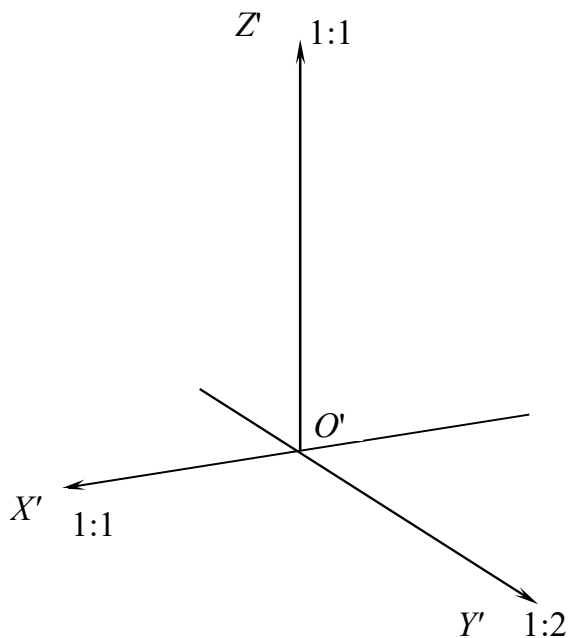
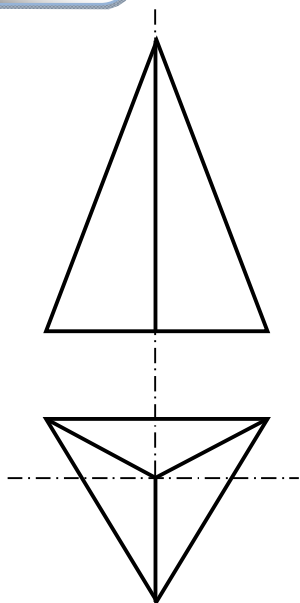
**Дайте відповіді на запитання!**

1. Який напрямок мають аксонометричні осі в прямокутній диметрії (рис.6.2)?

2. Чому дорівнюють наведені коефіцієнти спотворення в прямокутній диметричній проекції?

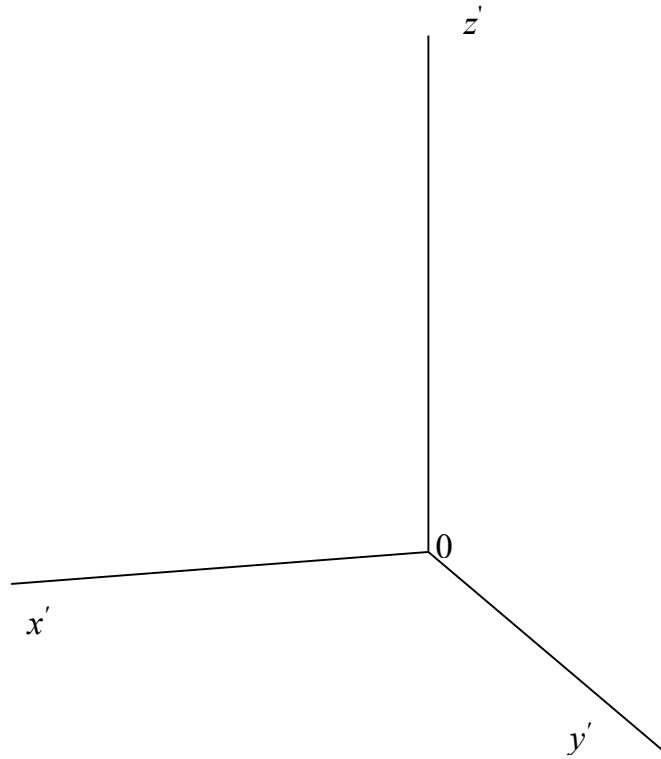
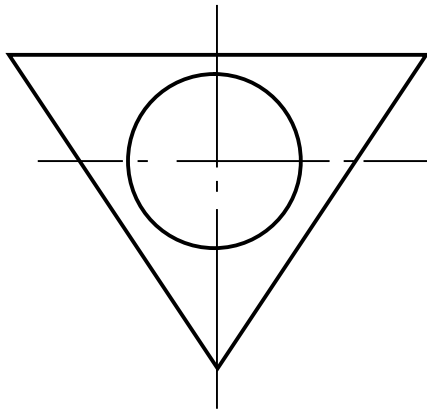
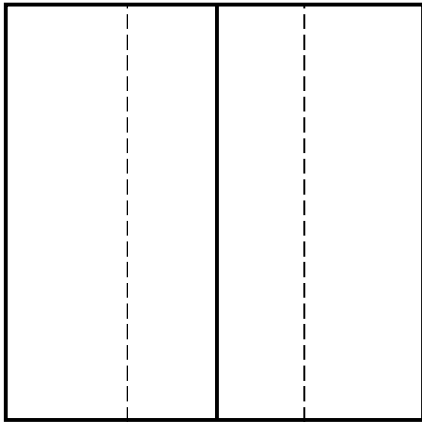
### Задача 6.3

Побудуйте прямокутну диметрію піраміди з видаленням  $\frac{1}{4}$  частини.



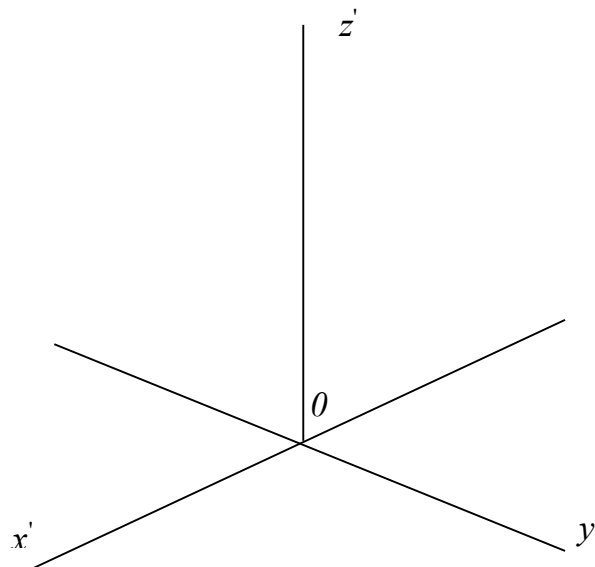
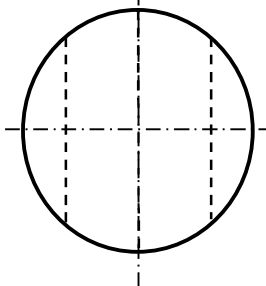
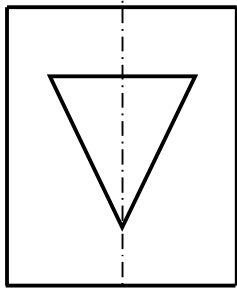
**Задача 6.4**

Побудуйте прямокутну диметрію призми з крізним циліндричним отвором з видаленням  $\frac{1}{4}$  частини.



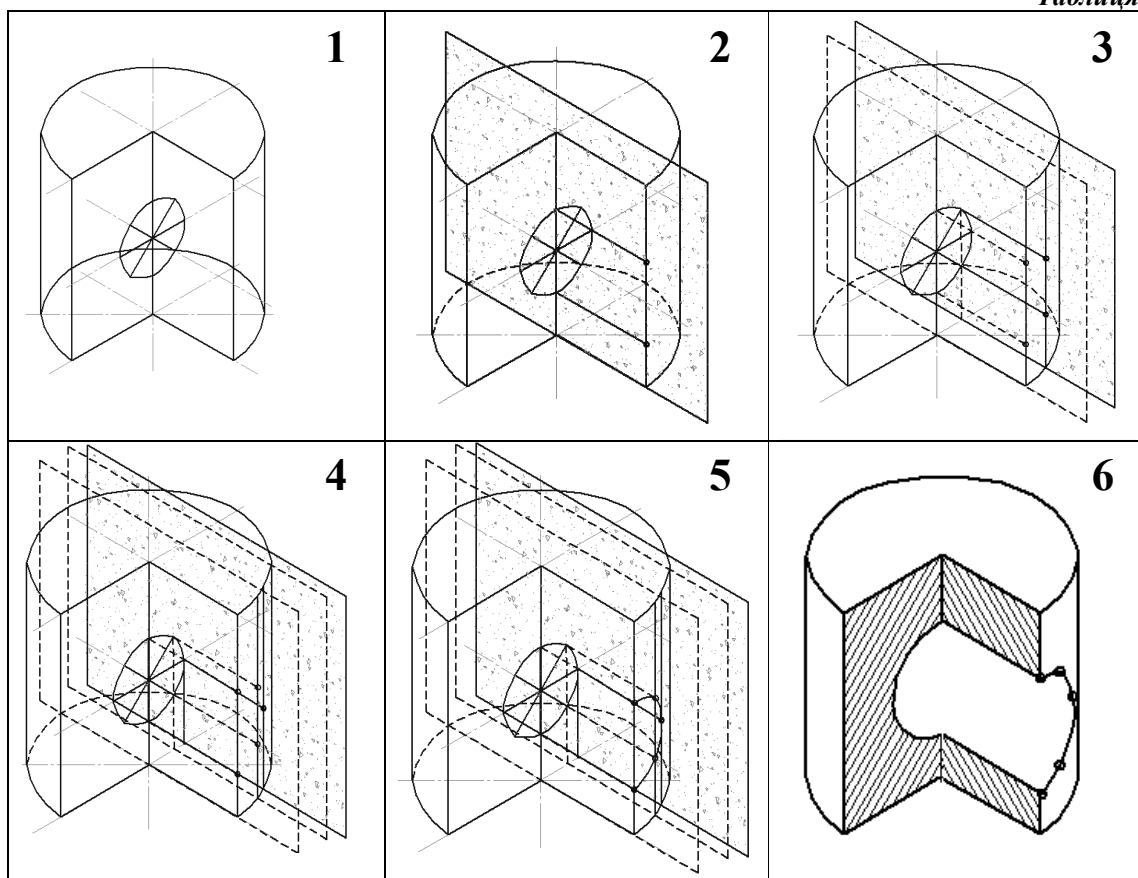
**Задача 6.5**

Побудуйте прямокутну ізометричну проєкцію циліндра з крізним призматичним отвором, скориставшись для цього методом січних площин (табл. 6.1, 6.2).



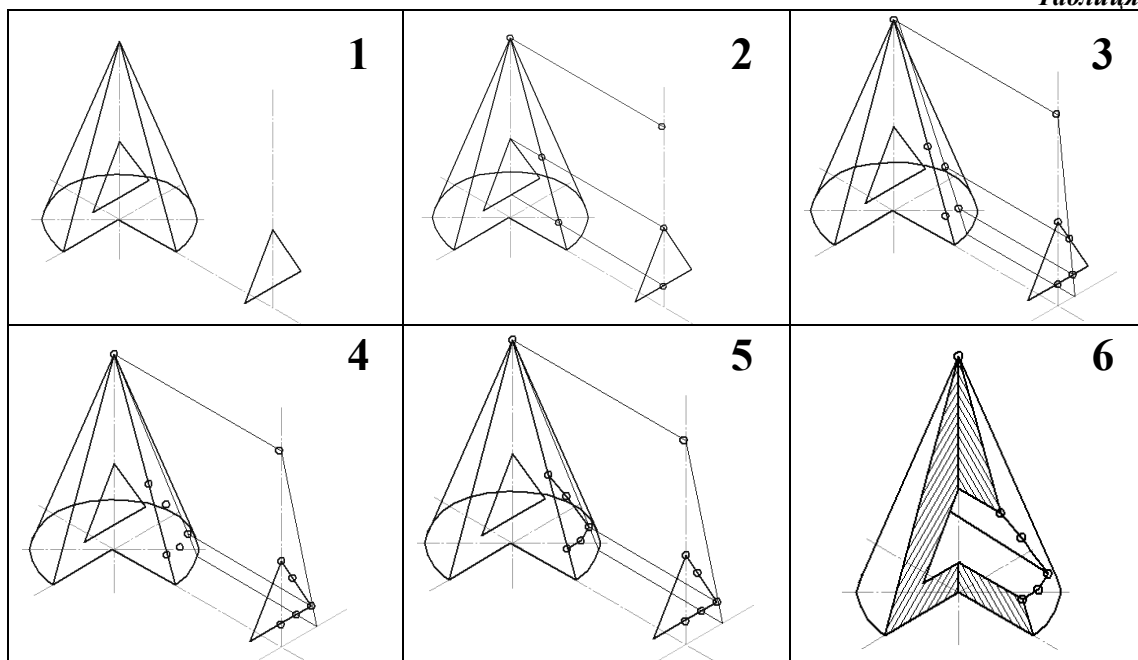
**Побудова аксонометрії циліндра з циліндричним отвором  
за допомогою методу січних площин**

*Таблиця 6.1*



**Побудова аксонометрії конуса з призматичним отвором  
за допомогою методу січних площин**

*Таблиця 6.2*





### Контрольні запитання!

1. У чому полягає сутність аксонометричного проєціювання?
2. У чому перевага аксонометричних проєкцій порівняно з ортогональним?
3. Як класифікуються аксонометричні проєкції?
4. У чому різниця між прямокутною та косокутною аксонометричними проєкціями?

5. Що зветься коефіцієнтом спотворення?

6. Яке розташування осей та чому дорівнюють коефіцієнти спотворення в прямокутній ізометричній проєкції?

7. Яке розташування осей та чому дорівнюють коефіцієнти спотворення у прямокутній диметричній проєкції?

8. Що зветься вторинною проєкцією точки?

9. Як нанести лінії штриховки на аксонометричних зображеннях (у прямокутних ізометрії та диметрії)?

10. Як застосовується метод вторинних проєкцій для побудови ліній взаємного перетину поверхонь?

### Відповіді на тестові запитання

#### Модуль 1 з нарисної геометрії

#### Ортогональні проєкції геометричних елементів. Методи перетворення

№ з/П	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>TK1</b>	2	6	$P_2$	4,5	$P_1, P_2$					
<b>TK2</b>	AB, DE	GH	1	3,5	4					
<b>TK3</b>	1	3,4	1,2	1,3						

#### Модуль 2 з нарисної геометрії

#### Поверхні та аксонометричні зображення

№ з/П	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>TK4</b>	2	10	5	1	6					
<b>TK5</b>	$v$	$F, E$	$D, E$	$F, D$	2					

# ДОДАТКИ

## ДОДАТОК 1

### Основні параметри шрифту

Параметр шрифту	Позначення	Відносний розмір	Розміри, мм					
<i>Малі літери</i>								
Розмір (висота великих літер)	$h$	$h = 10d$	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Товщина ліній	$d$	$1/10h = d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
Висота малих літер		$7/10h = 7d$	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Висота літер б, в, д, р, у		$h = 10d$	3,5	5,4	7,0	10,0	14,0	20,0
Висота літери ф		$12/10h = 12d$	4,2	6,0	8,4	12,0	16,8	24,0
Ширина літер а, б, в, г, д, е, з, и, й, к, л, н, о, п, р, у, х, ц, ч, ь, є, є, я		$5/10 = 5d$	1,75	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Ширина літери с		$4/10 = 4d$	1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	8,0
Ширина літер м, ь		$6/10 = 6d$	2,4	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Ширина літер ж, т, ф, ш, щ, ю		$7/10 = 7d$	2,45	3,5	4,9	7,0	9,8	14,0
Ширина літер і, ї		$1/10 = d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
Проміжок між літерами		$2/10 = 2d$	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
<i>Великі літери</i>								
Розмір (висота великих літер)	$h$	$h = 10d$	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Товщина ліній	$d$	$1/10h = d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
Ширина Б, В, И, Й, П, К, О, Р, Т, У, Ц, Ч, Э, Є, Я та 4		$6/10h = 6d$	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Ширина Г, Е, З, 0, 2, 3, 6, 7, 8, 9		$5/10h = 5d$	1,75	8,5	3,5	5,0	7,0	10,0
Ширина А, Д, М, Х, Ы, Ю		$7/10h = 7d$	2,45	3,5	4,5	7,0	9,8	14,0
Ширина Ж, Ш, Щ, Ф, Ъ		$8/10 = 8d$	2,8	4,0	5,6	8,0	11,2	16,0
Ширина І, Ї та 1		$3/10 = 3d$	1,09	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0
Проміжок між літерами		$2/10 = 2d$	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Максимальний крок між рядками		$17/10 = 17d$	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Максимальний проміжок між словами		$6/10 = 6d$	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0

## ДОДАТОК 2

Приклад виконання шрифту типу Б з нахилом 75°



## ДОДАТОК 3

*МОН МС України*

*НТУ «ХП»*

*Кафедра геометричного моделювання  
та комп'ютерної графіки*

# *АЛЬБОМ ЗАВДАНЬ*

*Студент Петренко О.Г.*

*Група МТ 41*

*Викладач Тимчук В.Л.*

*Харків 2011*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гордон В.О. Курс нарисної геометрії / В.О. Гордон. – М., 1988.
2. Нарисна геометрія : підручник / В.Є. Михайленко, М.Ф. Євстифєєв, С.М. Ковальов. – К., 1993.
3. Кириченко А.Ф. Теоретичні основи інженерної графіки : підручник для вищих технічних навчальних закладів / А.Ф. Кириченко. – К.: Професіонал, 2004. –496 с.
4. Краснокутський А.М. Теоретические основы построения технических чертежей /А.М.Краснокутський, В.В.Жережон-Зайченко/. – Х.: НТУ «ХПИ», 2003. –106 с.
5. Федоренко Н.О. Конструювання деяких поверхонь та перетин їх прямою: методичні вказівки для студентів машинобудівних спеціальностей / Федоренко Н.О., Глібко О.А., Шевченко М.М., Шутєєва Л.М., Івашко А.В. – Х.: НТУ «ХПИ», 2003. –38 с.
6. Федоренко Н.О. Методичні вказівки до самостійної роботи за розділом «Аксонетрія» для студентів усіх спеціальностей / Н.О. Федоренко, Л.М. Шутєєва, О.А. Глібко, М.О. Максимова –Х.: НТУ «ХПИ», 2008. –28 с.
7. Краснокутський А.М. Нарисна геометрія. Варіанти завдань: методичні вказівки для самостійної роботи студентів машинобудівних спеціальностей: у 2 мод. Мод.1: Ортогональні проєкції геометричних елементів / А.М. Краснокутський, О.В. Шоман, М.М. Шевченко, Л.М. Савченко. –Х.: НТУ «ХПИ», 2011. – 24 с.

Навчальне видання

**ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА.  
ЗАДАЧІ І ВПРАВИ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ  
ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

Укладачі:

Укладачі: ШОМАН Ольга Вікторівна  
САВЧЕНКО Лідія Митрофанівна  
ВОРОНЦОВА Дар'я Володимирівна

Відповідальний за випуск *О. В. Шоман*  
Роботу рекомендував до видання *О.І.Пономаренко*  
В авторській редакції

План 2015 р., поз. 133

Підп. до друку 29.07. 2015 р. Формат 60 × 84 1/8. Папір офісний.  
Riso- друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 3,5. Обл.-вид. арк. 3,65  
Наклад 500 прим. Зам. № 50 Ціна договірна.

---

Видавець і виготовлювач  
ТОВ «Видавництво «Підручник НТУ «ХП»,  
вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12. 2009 р.