

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»
ІНСТИТУТУ ТУРИЗМУ**

Кафедра готельно-ресторанної та курортної справи

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ
З ДИСЦИПЛІНИ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»**

Освітньо-кваліфікаційний рівень	<i>«бакалавр»</i>
галузь знань	<i>1401 «Сфера обслуговування»</i>
напрямок підготовки	<i>140101 «Готельно-ресторанна справа»</i>

Автори: Богославець І.М., член НСАУ, викладач кафедри готельно-ресторанної та курортної справи;

Обговорено і схвалено на засіданні кафедри готельно-ресторанної та курортної справи (протокол № 1 від 26 серпня 2015 р.)

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту туризму ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (протокол № 2 від 16 вересня 2015 р.)

Рецензент доктор історичних наук, професор, завідувач кафедри готельно-ресторанної та курортної справи ДВНЗ «Прикарпатського національного університету

імені Василя Стефаника» Клапчук В.М.

Навчально-методичне видання
ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ
з дисципліни «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

Освітньо-кваліфікаційний рівень	<i>«бакалавр»</i>
галузь знань	<i>1401 «Сфера обслуговування»</i>
напрямок підготовки	<i>140101 «Готельно-ресторанна справа»</i>

© Богославець І.М., 2015
© Інститут туризму ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2015
© Фоліант, 2015

Зміст

Лабораторна 1. Предмет і метод нарисної геометрії та інженерної графіки.

1.1. Предмет та метод нарисної геометрії. Прообраз і образ фігури.....5

1.2. Властивості графічного зображення предмета: зворотність, наочність, єдність умовностей.....6

Лабораторна 2. Позначення та символічні знаки.

2.1. Прийняті позначення.....7

2.2. Символічні знаки зв'язку та операцій між геометричними елементами....7

Лабораторна 3. Відображення проєкцій.

3.1. Відображення проєкціями та слідами.....9

3.2. Способи проєктування. Центральні, косокутні, прямокутні проєкції10

3.3. Метод Монжа. Незмінні властивості, які відповідні паралельному ортогональному проєктуванню.....11

3.4. Епюр. Проєктування точки на дві та три площини проєкцій.....11

Лабораторна 4. Креслення ліній. Стандарти ліній.

4.1. ГОСТ 2-303-68* «Єдина система конструкторської документації.Лінії».12

Лабораторна 5. Шрифти. Стандарт накреслених шрифтів.

5.1. ГОСТ 2.304-81 «Єдина система конструкторської документації.. Шрифти креслярські".....22

Лабораторна 6. Відображення елементів простору.

6.1 Пряма. Положення прямої.....37

6.2 Площина. Ознаки визначеної площини.41

Лабораторна 7. Взаємозв'язок між елементами простору (належність, паралельність, перпендикулярність).

7.1 Належність точок прямим.....46

7.2 Визначення натуральної величини прямої і кутів нахилу прямої до площин проєкцій.....47

7.3 Лінії площини.....55

7.4	Належність точок і прямих площині.....	51
7.5	Взаємне положення прямих і площин. Паралельність і перпендикулярність прямої до площини.....	52
Лабораторна 8. Поверхні.		
8.1.	Твірна та поверхня.....	56
8.2.	Поверхні обертання і грані поверхні.....	57
Лабораторна 9. Відображення поверхонь. Точки на поверхнях.		
9.1.	Циліндр.....	58
9.2.	Сфера.....	60
Лабораторна 10. Перетин поверхонь площинами.		
10.1.	Перетин поверхні горизонтальною площиною.....	63
10.2.	Перетин поверхні фронтальною площиною.....	63
10.3.	Перетин поверхні фронтально-проектуючою площиною.....	64
Лабораторна 11. Формати. Розміри рамок.		
11.1.	Формати аркушів, документації	68
11.2.	ГОСТ 2.301-68 «Загальна система конструкторської документації. Формати».....	68

Лабораторна №1

Тема: «Предмет і метод нарисної геометрії та інженерної графіки»

Мета лабораторної роботи:

1. Навчити методам нарисної геометрії. Дати визначення прообраз і образ фігури.
2. Виявити властивості графічного зображення предмета: зворотність, наочність, єдність умовностей.

1. *Методи проектування.* Методом нарисної геометрії є метод графічного відображення, суть якого полягає в тому, що кожній фігурі простору, яку називають прообразом, відповідає деяка фігура площини, що називається образом фігури.

На прикладах потрібно визначити відповідність прообразу і образу на площині. Знайти відмінності та вказати їх.

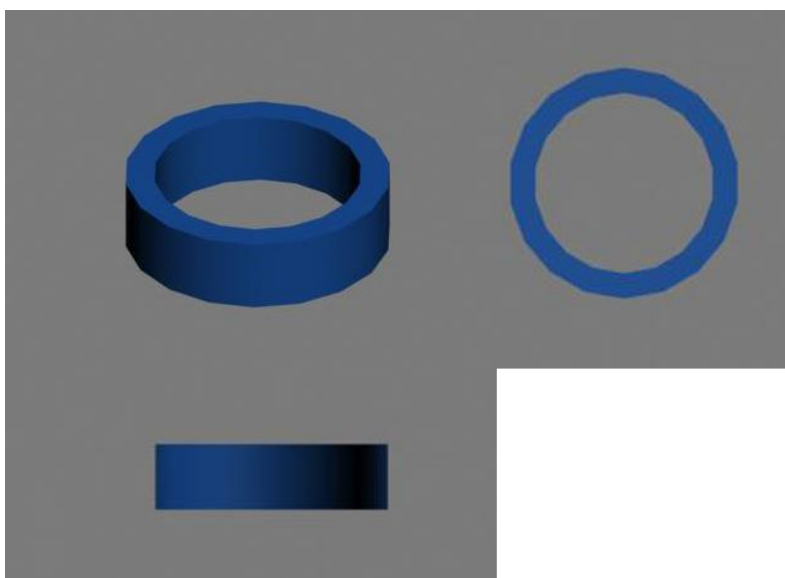


Рис.1.1.

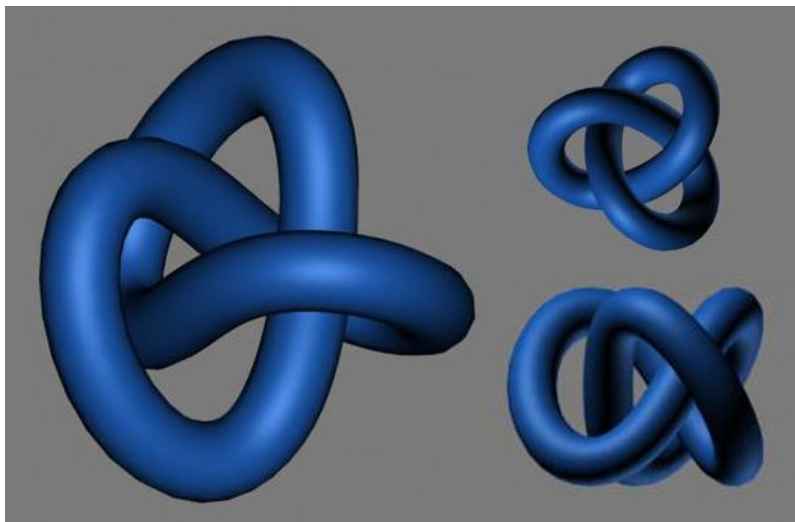


Рис.1.2.

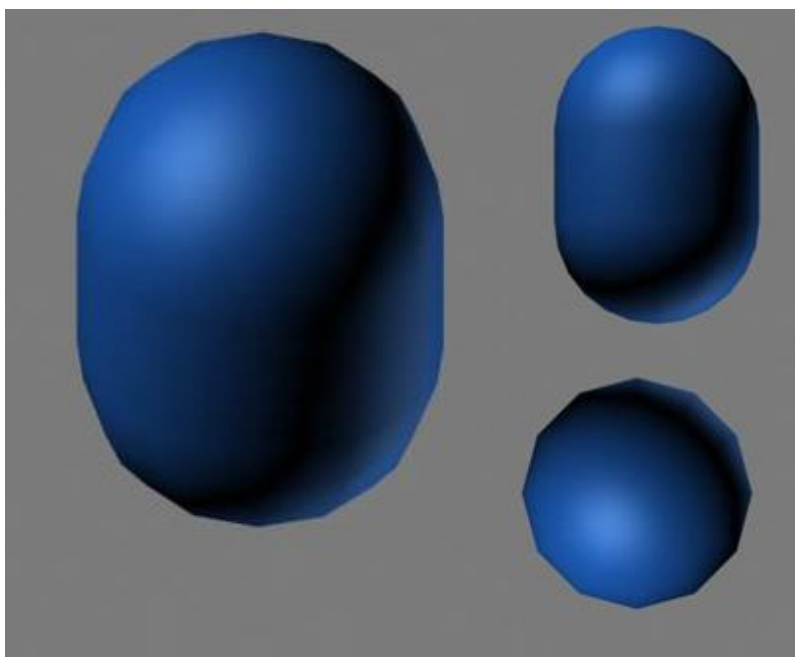


Рис.1.3.

2. *Властивості графічного зображення предмета: зворотність, наочність, єдність умовностей.*

Розглядаючи методи проектування необхідно ввести поняття проектування зображення, яке дало б змогу судити про форму і положення в просторі будь-якого предмета. Це зображення повинні володіти певними властивостями:

1. **Зворотність** – властивість зображення, що дозволяє однозначно відтворити дійсну форму, розміри предмета і його положення в просторі. Отже ця властивість дає можливість за зображенням виготовити предмет. Графічне зображення, що має властивість зворотності, називається кресленням.
2. **Наочність** – властивість зображення, яке викликає у спостерігача просторову уяву про предмет.
3. **Єдність умовностей**, які прийняті при виконанні зображень. Вони повинні бути такими, щоб кожен спеціаліст міг прочитати зображення, виконане іншою особою.

Лабораторна №2

Тема: «Позначення та символічні знаки»

Мета лабораторної роботи:

1. Ознайомитися з прийнятими позначеннями.

2. Вивчити символічні знаки зв'язку та операцій між геометричними елементами.

1. Прийняті позначення.

При викладанні матеріалу будемо дотримуватись таких позначень і символічних знаків:

1. Точки позначаються великими літерами латинського алфавіту без індексів – A, B, C, \dots , з індексами – $A_1, A_2 \dots A_n$ або цифрами – $1, 2, 3, \dots$
2. Прямі (і всі лінії) – позначаються рядковими літерами латинського алфавіту без індексів – a, b, c, d, \dots , а також з індексами $a_1, b_1, \dots a_n, b_n$.
3. Площини (поверхні) позначаються рядковими літерами грецького алфавіту – $\alpha, \beta, \gamma, \dots$
4. Кути позначаються рядковими літерами грецького алфавіту $\alpha^\circ, \beta^\circ, \gamma^\circ, \dots$
5. Проекції геометричних елементів позначаються такими ж літерами, що й оригінали, з надписом цифр зверху з лівого від літери боку:
 - а) горизонтальна проекція – $^1A, ^1a, ^1\alpha, \dots$;
 - б) фронтальна проекція – $^2A, ^2a, ^2\alpha, \dots$;
 - в) профільна проекція – $^3A, ^3a, ^3\alpha, \dots$
6. Площини проєкцій:
 - а) горизонтальна - $^1\Pi$
 - б) фронтальна - $^2\Pi$
 - в) профільна - $^3\Pi$
7. Аксонометричні проєкції геометричних елементів позначаються тими ж літерами, що й оригінали з надписом цифри 0 з верхнього лівого боку літери:
 - а) аксонометричні проєкції точок – $^0A, ^0B, ^0C, \dots$
 - б) аксонометричні проєкції прямих (і ліній) – $^0a, ^0b, ^0c, \dots$
 - в) аксонометричні проєкції площин (поверхонь) - $^0\alpha, ^0\beta, ^0\gamma, \dots$

2. Символічні знаки зв'язку та операцій між геометричними елементами.

8. Зв'язки між геометричними елементами:

\subset - належність, \supset - включення, \cup - дотик, \parallel - паралельність, \equiv - проектуючою (тотожність)

9. Операції між геометричними елементами:

$=$ - результат дії, \cap - перетин, \cup - з'єднання, \cong - конгруентність, \sim подібність, \emptyset - мимобіжність, \rightarrow - відображення, \perp - прямиий кут \wedge - кон'юнкція (сполучник „і”), \vee - диз'юнкція (сполучник “або”), \Rightarrow - імплікація (логічний висновок “якщо ..., то”), $/$ - знак заперечення (ні)

10. Відстань між геометричними елементами позначають так: між точками A і B – AB , довжина відрізка AB – $[AB]$, відстань від точки A до площини α – $|A\alpha|$; відстань між площинами α і β – $[\alpha \beta]$,

11. Площину α . Задану точками A, B, C – α (ΔABC);

12. Невласні елементи простору (точки, прямі, площини) позначаються такими ж символами із знаком безмежності ∞ , який проставляється над символом.

Наприклад: A невласна точка A ; l , невласна пряма \bar{l} ; α невласна площина α .

13. Центри проектування на площини ${}^1\Pi$, ${}^2\Pi$ ${}^3\Pi$ позначаються відповідно 1S ; 2S ; 3S .

14. Аксонометричні осі позначаються 0x , 0y , 0z , початок аксонометричних осей – 0O .

Прийнято зображати точки у вигляді пустотілих кілець діаметром $2\div 3$ мм

Лабораторна №3

Тема: «Відображення проєкцій»

Мета лабораторної роботи:

1. Креслення відображення проєкціями та слідами.
2. Ознайомлення із способами проєктування. Центральні, косокутні, прямокутні проєкції.
3. Вивчення Метода Монжа. Незмінні властивості, які відповідні паралельному ортогональному проєктуванню.
4. Побудова епіюра. Проєктування точки на дві та три площини проєкцій.

1. Відображення проєкціями та слідами. У сучасній нарисній геометрії існує багато різних способів графічного відображення. Найбільш поширеним у креслярській практиці є відображення проєкціями та слідами.

Розглянемо відображення проєкціями (проєктування), яке здійснюється за допомогою фіксованих у просторі точки S (центра проєктування) та площини α (площини проєкцій).

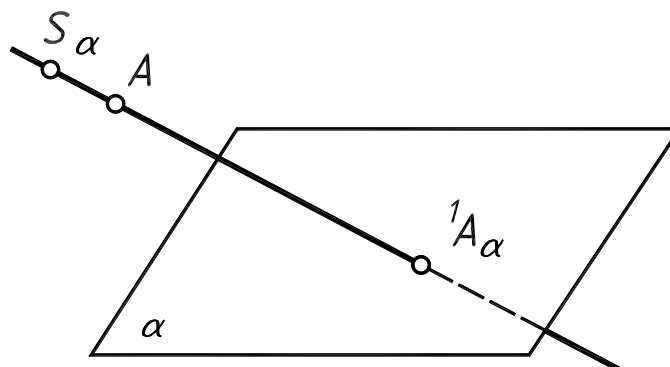


Рис. 1.1

$$A = \alpha \cap SA_\alpha$$

Отже: A_α – проєкція точки A на площину α

$S_\alpha - A_\alpha$ – проєктуючий промінь або проєктуюча пряма

Проекцію 1A деякої точки A з центра проєктування S_α на площину проєкцій α є точка перетину площини α з проєктуючим променем, який проходить через центр проєктування S_α і точку A (рис.1.1).

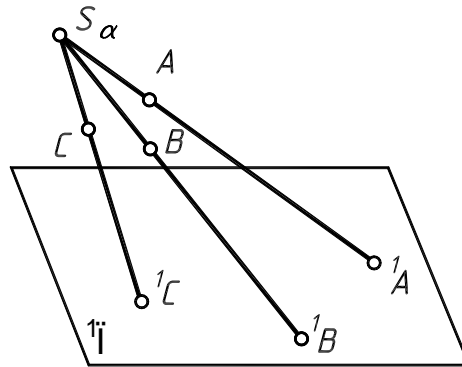


Рис. 1.2.

Якщо в просторі виділити деяку точку – центр проєктування S_α і задати декілька точок, то вони разом з центром складуть декілька проєктуючих променів. Перетнувши ці промені площиною (площиною проєкцій), в перетині ми одержимо проєкції заданих точок (рис. 1.2).

2. Способи проєктування. Центральні, косокутні, прямокутні проєкції.

Якщо центр проєктування перенести у безмежність, то проєктуючі промені стануть паралельні. Промені такого проєктування, яке називають паралельним, складають з площиною прямі (рис.2.1,а) або гострі (рис.2.1,б) кути. В залежності від цього розрізняють прямокутне (ортогональне) і косокутне проєктування.

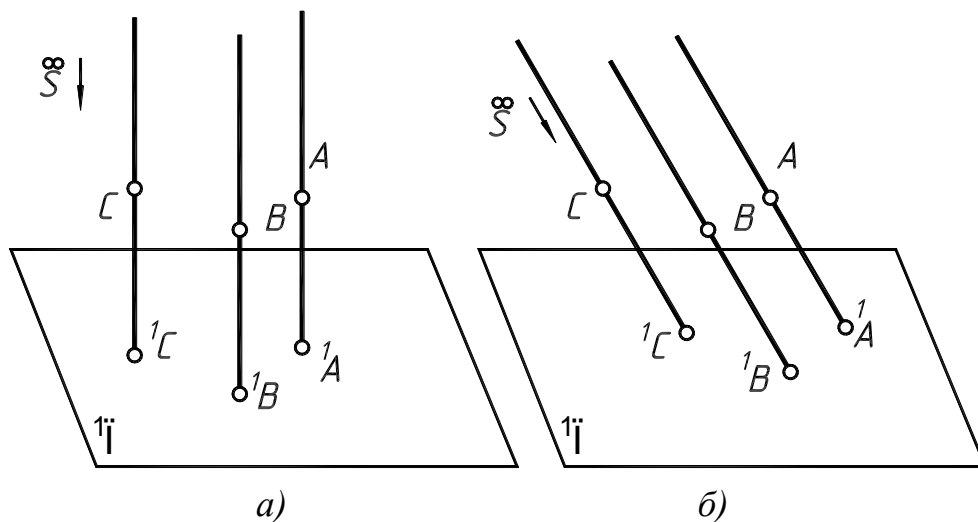


Рис. 2.1.

У відповідності із способом проєктування проєкції називаються центральними, косокутними або прямокутними.

Центральні і паралельні проєкції характеризуються певними властивостями. Поскілки проєкцією точки є точка на площині проєкцій, то

проекцією прямої в загальному випадку є пряма, а проекцією фігури на площину є множина проєкцій всіх її точок. Проекцією прямої в загальному випадку є пряма.

Якщо задані центр проектування і площина проєкцій, то проєкція точки простору визначається однозначно – це точка перетину проектуючого променя з площиною проєкцій.

Зворотня задача – побудова точки в просторі за її центральною проєкцією, неоднозначна, так як в одну точку на площині проєкцій проектується множина точок, які належать проектуючому променю.

3. Метод Монжа. Незмінні властивості, які відповідні паралельному ортогональному проектуванню. Для забезпечення зворотності креслення французьким вченим Гаспаром Монжем (1746-1818) було запропоновано метод, де використовувались два центри проєкцій. В методі Монжа площини проєкцій $^1\Pi$ і $^2\Pi$ взаємно перпендикулярні, а центри проектування віддалені у безмежність по напрямках, перпендикулярних до площин проєкцій.

Креслення, яке складається з декількох (мінімум двох) зв'язаних між собою проєкцій зображеної фігури називається комплексним кресленням. Метод комплексного креслення в прямокутних проєкціях називається *методом Монжа*.

Відмітимо інваріантні (незмінні) властивості, які відповідні паралельному ортогональному проектуванню.

- 1. Проекцією точки є точка;**
- 2. Проекцією прямої є пряма;**
- 3. Якщо точка належить прямій, то її проєкція належить проєкції даної прямої;**
- 4. Паралельні прямі проектуються в паралельній проєкції прямих;**
- 5. Якщо точка ділить відрізок прямої в деякому співвідношенні, то її проєкція ділить проєкції цього відрізка в такому – ж співвідношенні;**
- 6. Проєкція точки перетину двох прямих являється точкою перетину проєкцій цих прямих.**
- 7. Плошка багатокутна фігура проектується у фігуру з такою самою кількістю кутів.**
- 8. При перенесенні плоскої фігури на паралельну площину її конфігурація не змінюється.**

4. Побудова епюра. Розглядаючи оточуючий нас простір ми можемо прийти до висновку, що самим елементарним об'єктом його є точка. Для побудови проєкцій точки використовується метод Г. Монжа. Задамо дві взаємно

перпендикулярні площини проєкцій – горизонтальну $^1\Pi$, фронтальну $^2\Pi$, і точку A , яка не лежить в цих площинах (рис. 4.1.)

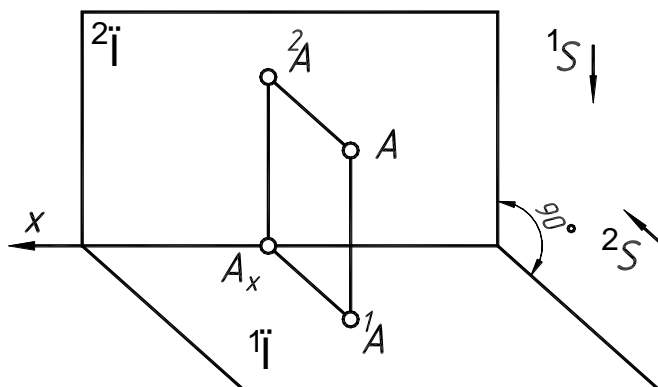


Рис. 4.1.

Прийемо напрямок проєктування $^1S \perp ^1\Pi$ і $^2S \perp ^2\Pi$. Щоб побудувати проєкцію точки A на $^1\Pi$ проведемо через точку проєктуючу пряму паралельно 1S і відмітимо точку 1A її перетину з цією площиною. Площину $^1\Pi$ назвемо горизонтальною площиною проєкцій, а точку 1A – горизонтальною проєкцією точки A .

Відповідно площину $^2\Pi$ назвемо фронтальною площиною проєкцій. Провівши пряму через точку A паралельно 2S до перетину з $^2\Pi$, одержимо фронтальну проєкцію точки A – 2A . Проєкції 1A і 2A одержані в результаті ортогонального (прямокутного) проєктування, тому вони називаються ортогональними проєкціями.

Отже, використовуючи даний метод, ми можемо здійснити як пряму задачу (одержання проєкцій точок та відповідні площини проєкцій) так і зворотню – по двох проєкціях 1A і 2A Монжа визначити положення точки A в просторі.

Пряма x , по якій перетинаються площини $^1\Pi$ і $^2\Pi$ називається віссю проєкцій. Відрізок $A^1A \equiv ^2AA_x$ представляє собою відстань від точки A до площини $^2\Pi$. Таким чином, не маючи самої точки, а користуючись лише її двома проєкціями, ми можемо визначити, на якій відстані від кожної площини проєкцій знаходиться дана точка.

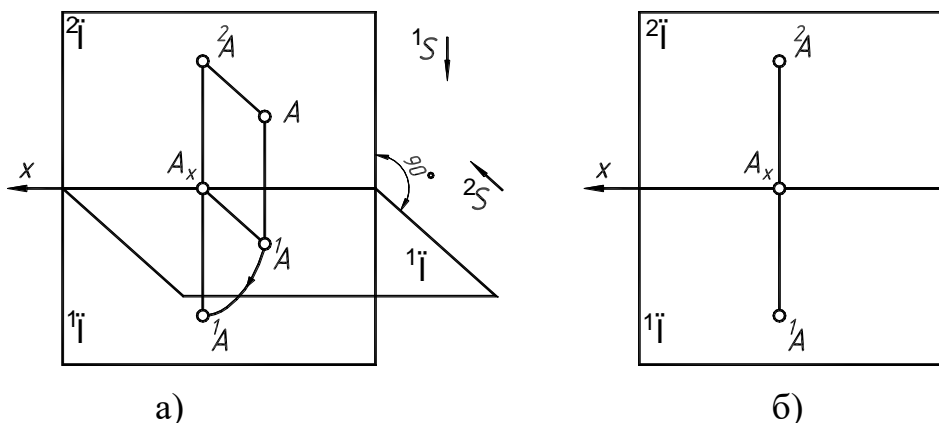


Рис. 4.2

Для перетворення просторового зображення точки в двох взаємоперпендикулярних площинах повернемо площину $^1\Pi$ навколо осі x до суміщення з площиною $^2\Pi$ (площиною креслення), як показано стрілками на Рис. 4.2,а. Разом з площиною $^1\Pi$ переміститься і точка 1A , а також всі інші точки поля проєкцій $^1\Pi$. В результаті (рис. 4.2,б) площина креслення несе в собі два поля проєкцій – $^1\Pi$ і $^2\Pi$, причому проєкції точки A – (1A і 2A) розміщені на загальному перпендикулярі до осі проєкцій. Такий перпендикуляр називається лінією зв'язку. В цьому випадку про точки 1A і 2A говорять, що вони розміщені в проєкційному зв'язку.

Креслення площина якого є носієм двох полів ортогональних проєкцій, розміщених так, що лінія зв'язку перпендикулярна до осі проєкцій називається комплексним кресленням або епюром.

Епюром точки називається креслення, на якому зображені дві ортогональні проєкції точки, розміщені в проєкційному зв'язку. Зображення на рис. 4.2,б представляє собою епюр точки A . Відмітимо, що на епюрі не має самої точки, а дані тільки її проєкції.

Положення точки відносно площин проєкцій.

Точка не інцидентна ні одній з площин проєкцій, називається точкою загального положення (точка A , рис. 4.2)

Розглянемо деякі випадки особливого положення точки. Точка $B \subset ^2\Pi$ (Рис.4.3,а), її фронтальна проєкція 2B співпадає з самою точкою B ($^2B \equiv B$) так як відстань від точки B до $^2\Pi$ дорівнює нулю то горизонтальна проєкція 1B

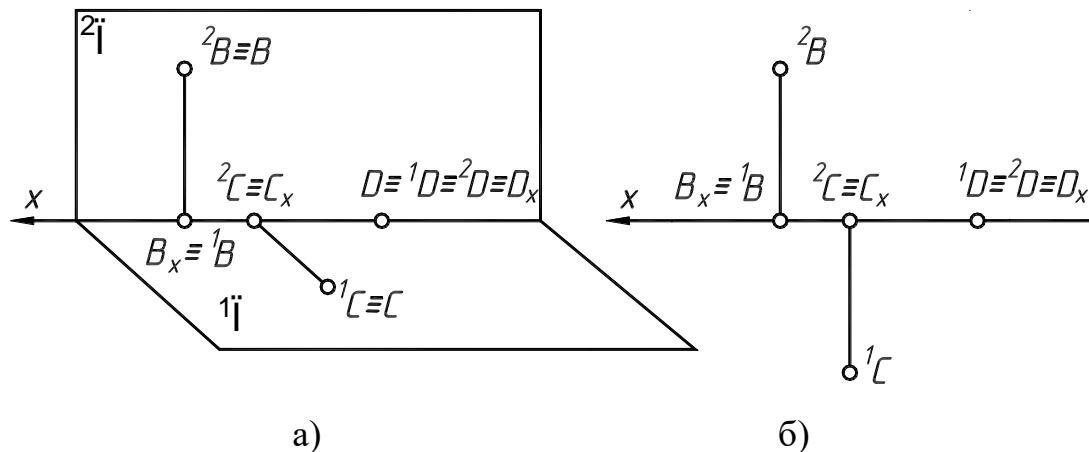


Рис.4.3

лежить на осі X і співпадає з B_x ($B \equiv ^1B$). Точка $C \subset ^1\Pi$. Її горизонтальна проєкція $^1C \equiv C$, фронтальна $^2C \equiv C_x$. Точка $D \subset X$, тому $D \equiv ^1D \equiv ^2D \equiv D_x$. Епюр цих точок представлений на Рис. 4.3,б.

якщо точка рівновіддалена від площин $^1\Pi$ і $^2\Pi$, то вона лежить в площині бісектора яка ділить двугранний кут між площинами $^1\Pi$ і $^2\Pi$ наполовину. В цьому випадку $^2EE_x = ^1EE_x$ (рис.4.4).

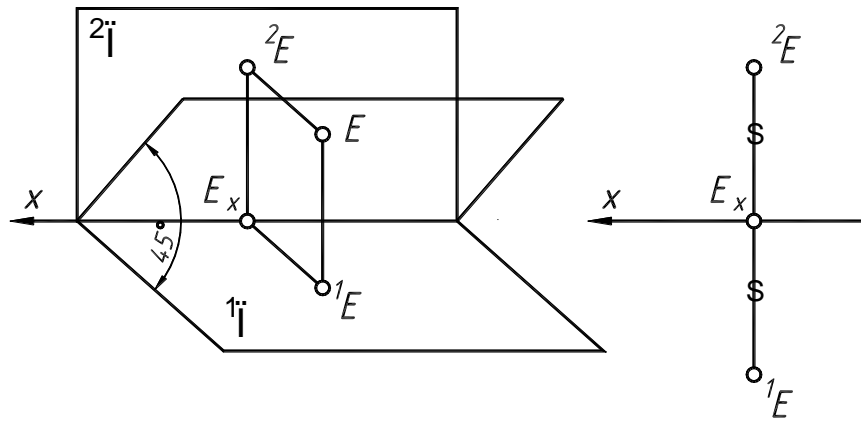


Рис.4.4

Проектування точки на три площини проєкцій. В багатьох випадках в креслярській практиці необхідно побудувати третю проєкцію фігури. Для цього використовується ще одна площина проєкцій 3П , яка перпендикулярна 1П і 2П . Цю площину називають профільною площиною проєкцій. Лінія перетину 1П і 2П позначається літерою Y , а лінія перетину 2П і 3П – літерою Z (Рис.4.5).

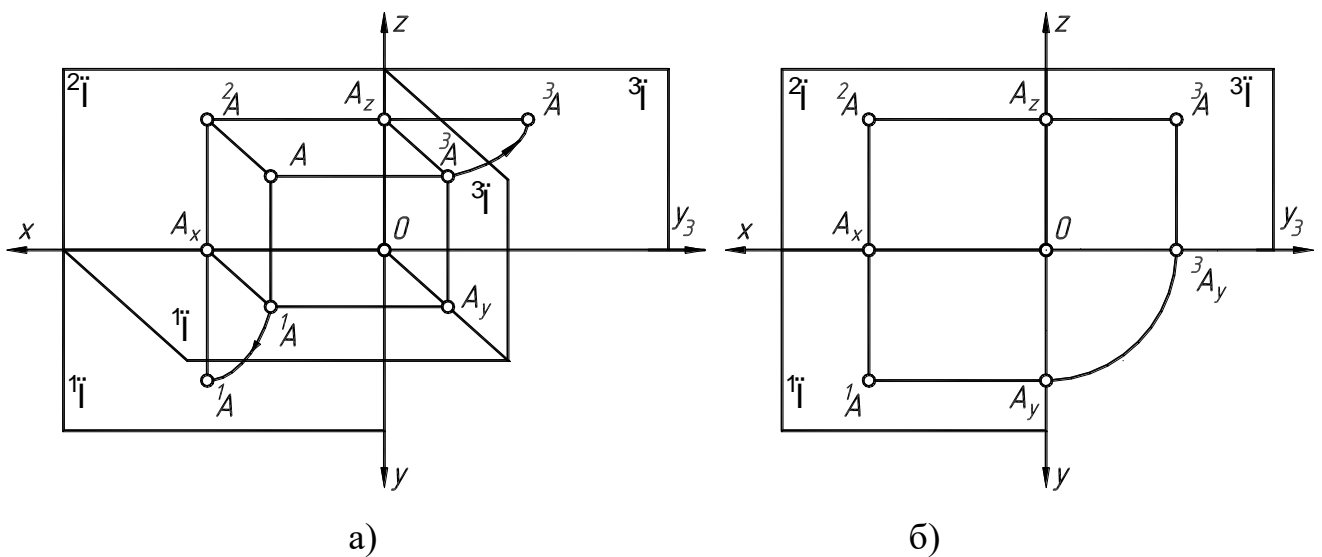


Рис. 4.5

Щоб побудувати профільну проєкцію точки A необхідно через цю точку провести перпендикуляр до перетину з 3П і одержимо 3A . Щоб перейти до креслення, на якому всі три поля проєкцій суміщені з однією площиною, повернемо площину 3П навколо осі Z , а 1П навколо осі X до суміщення з 2П . Одночасно і перемістяться точки 1A і 3A (рис.1.8б). В результаті на кресленні ми одержимо три проєкції точки A , площини 1П , 2П і 3П осі X , Y , Z .

Позначення Y приведене на рис.1.8,а це вісь, яка належить площині 1П ; позначення Y_3 – це та ж вісь, яка належить площині 3П . Точка 3A лежить на лінії зв'язку, яка перпендикулярна осі Z , точкою 2A . Точка 3A також знаходиться в проєкційному зв'язку 1A .

Приймаючи, що осі проєкцій співпадають з осями прямокутних координат вважаємо, що додатні значення для X будуть в напрямку справа наліво (Рис.1.8,б), для осі Y на площині $^1\Pi$ зверху вниз, на площині $^3\Pi$ – зліва направо, вісь Z – знизу вверх.

Всі положення, які були розглянуті при проєктуванні точки на дві площини проєкцій, відповідають і для проєктування на три площини проєкцій.

Тема: «Креслення ліній. Стандарти ліній»

Мета лабораторної роботи:

1. Ознайомлення із ГОСТ 2-303-68* «Єдина система конструкторської документації. Лінії».
2. Креслення ліній.

1. Ознайомлення із ГОСТ 2-303-68* «Єдина система конструкторської документації. Лінії». Стандартизації підлягають лінії на кресленнях всіх напрямів промисловості та будівництва. Спеціальні позначення ліній (зображення різьби, шлиців, межі зон, різними фактурами поверхонь і т.п.) визначено у відповідних стандартах Єдиної системи конструкторської документації. Такі стандарти відповідають СТ СЭВ 1178-78, СТ СЭВ 6306-88. Найменування, креслення, товщина ліній за відношенням до головної (основної) лінії і головні позначення ліній повинні відповідати, тим, що приведені в Таблиці 1. Приклади застосування ліній показані на малюнках 1-10. Для складних розрізів та перетинів допускаються розімкнуті кінці лінії з'єднати штрих пунктирною тонкою лінією.

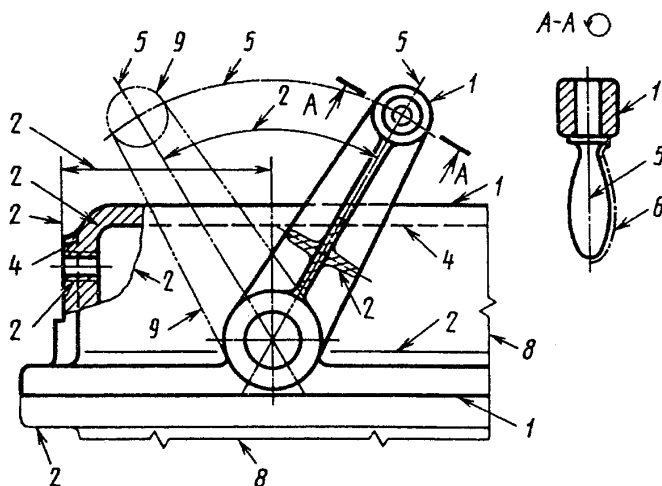


Рис. 1.0

В будівельних кресленнях (розрізах) видимі лінії контурів, що не потрапляють в площину січення, можна виконати суцільною тонкою лінією.

Товщина суцільної головної лінії s повинна бути в межах 0,5 - 1,4 мм, що залежить від величини і складності зображення, формату креслення.

Товщини ліній того ж типу повинні бути однаковими для всіх зображень в одному масштабі та на даному кресленнику.



Черт. 1




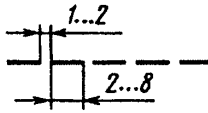
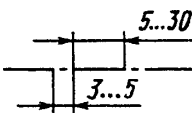
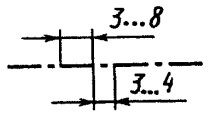
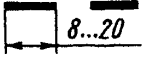

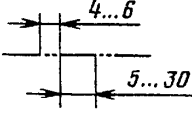
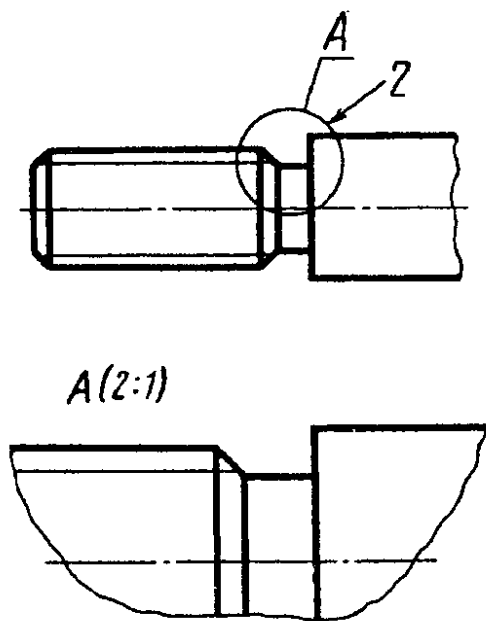
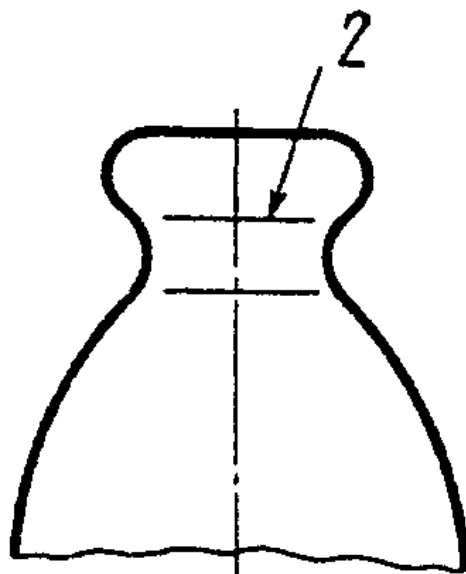
Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		s	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Линии-выноски Полки линий-выносок и подчеркивание надписей Линии для изображения пограничных деталей («обстановка») Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях Линии перехода воображаемые Следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
3. Сплошная волнистая			Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
4. Штриховая			Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
5. Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
6. Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{2}{3}s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
7. Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2}s$	Линии сечений
8. Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Длинные линии обрыва
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Табл. 1.



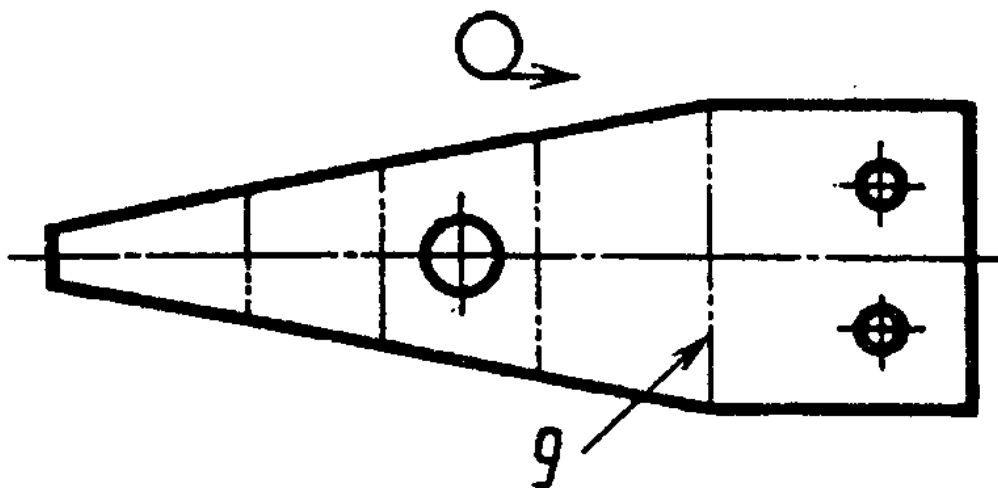
Черт. 2

Рис. 1.2



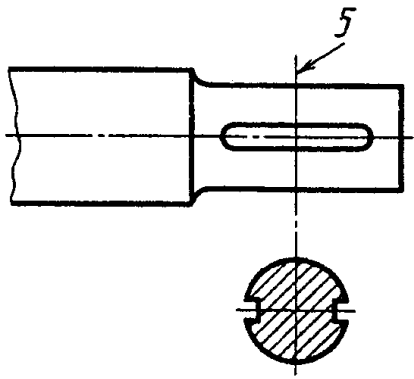
Черт. 3

Рис. 1.3



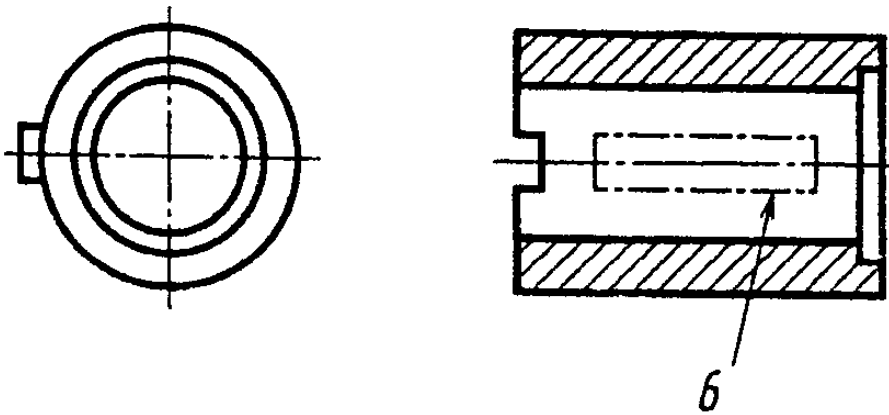
Черт. 4

Рис. 1.4



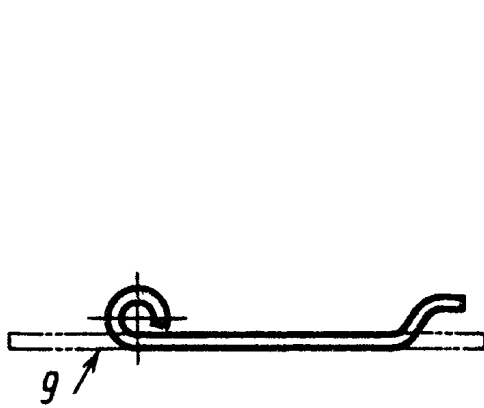
Черт. 5

Рис. 1.5



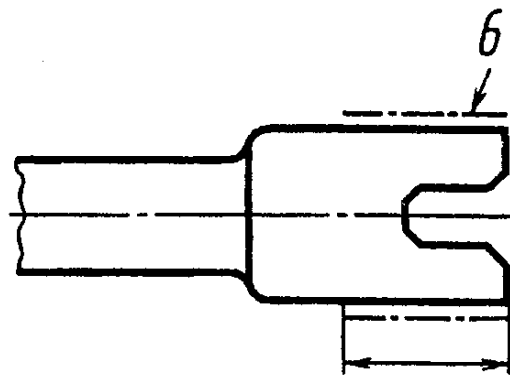
Черт. 6

Рис. 1.6



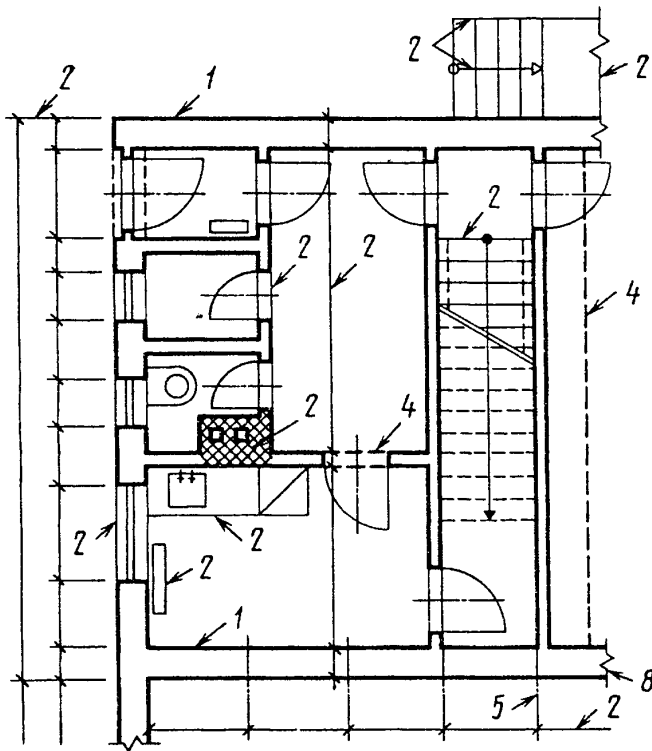
Черт. 7

Рис. 1.7



Черт. 8

Рис. 1.8



Черт. 9

Рис. 1.9

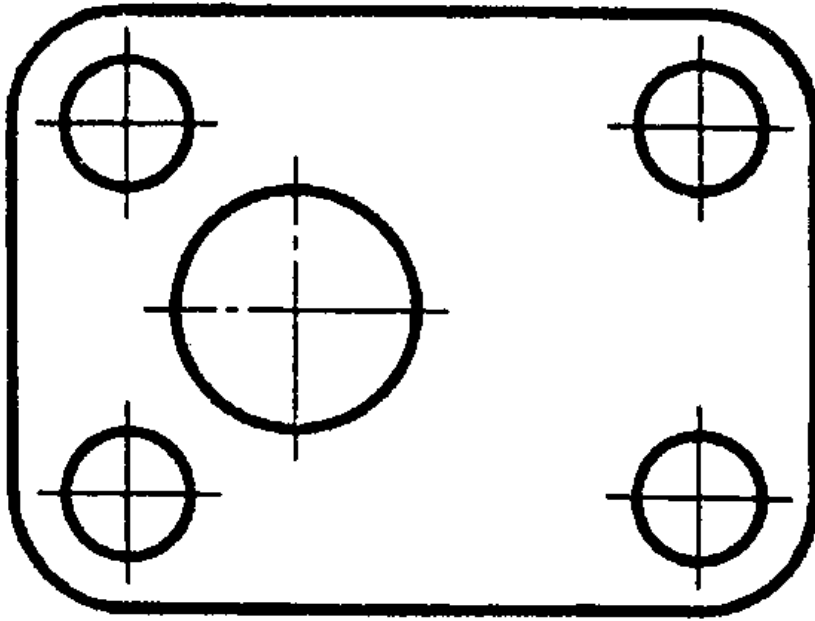
Примітка. Номер креслення відповідає пунктам позначення ліній в Таблиці 1. Найменша товщина віддалей між лініями, в залежності від формату кресленика, повинні відповідати Таблиці 2.

Формат кресленика	Найменша товщина лінії в мм, виконаних		Найменша віддаль між лініями в мм, виконаних	
	в туші	в олівці	в туші	в олівці
З розміром більшої сторони 841 мм і більше	0,3		0,8	1,0
З розміром більшої сторони менше 841 мм	0,2	0,3	0,8	

Таблиця 2.

Довжину штрихів в штрихових і штрих-пунктирних лініях слід підбирати до величини зображення. Штрихи в лінії мають бути однакової довжини. Проміжки між штрихами в лінії мають бути однаковими.

Штрихпунктирні лінії мають розпочинатися і закінчуватися штрихами. Штрихпунктирні лінії, що застосовуються в якості осьових, повинні бути замінені на тонкі суцільні, за умови, що найменша окружність є меншою 12 мм (Рис.1.10).



Черт. 10

Рис.1.10

Лабораторна №5

Тема: «Шрифти. Стандарт накреслених шрифтів»

Мета лабораторної роботи:

1. Ознайомлення з ГОСТ 2.304-81 «Єдина система конструкторської документації.. Шрифти креслярські»
2. Практикування в накреслені шрифтів.

1. ГОСТ 2.304-81 «Єдина система конструкторської документації.. Шрифти креслярські» Розмір шрифту «h» – величина висоти літер в мм.

Висота літер вимірюється перпендикулярно до основи стрічки. Висота стрічних літер «с» визначається відношенням їх висоти (без відростків) до розміру шрифту, для прикладу : $c = 7/10h$ (Рис. 1.1 і 1.2)

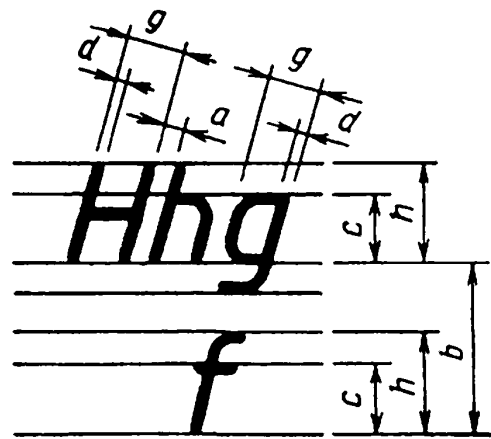
Ширина літери «g» - найбільша ширина літери, виміряна з Рис. 1.1 і 1.2, визначається за відношенням до висоти шрифту «h», до прикладу $g = 6/10h$, чи співвідношення до товщини лінії шрифту «d», приклад : $g = 6d$.

Товщина лінії шрифту «d» - товщина, що залежить від типу та висоти шрифту.



Черт. 1

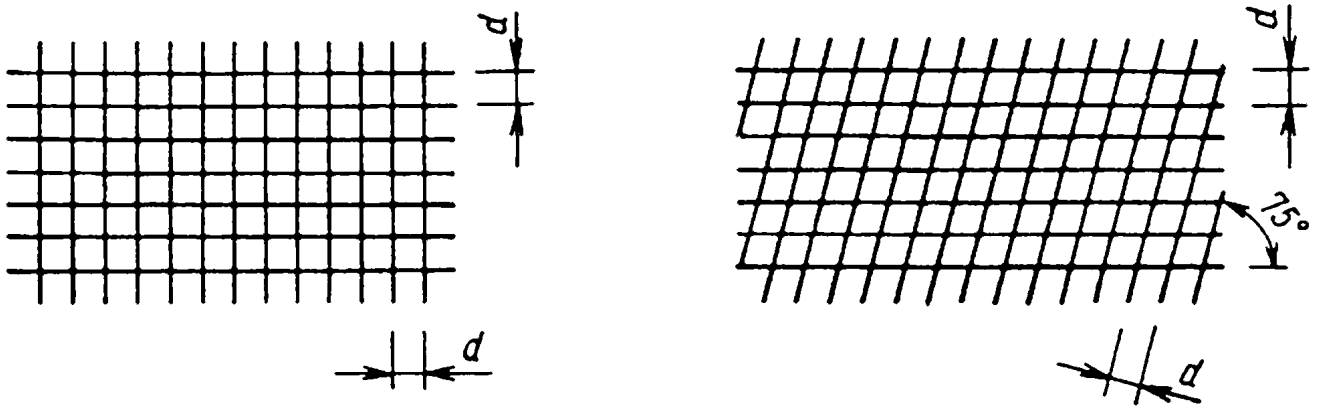
Рис. 1.1



Черт. 2

Рис. 1.2

Допоміжна сітка – сітка ліній, в котру вписуються букви. Крок допоміжної сітки залежить від товщини лінії шрифту «d». (Рис. 1.3)



Черт. 3

Рис. 1.3

Цим документом встановлюються типи і розміри шрифтів:
 тип А без нахилу ($d=1/14 h$) з параметрами в Таблиці 1.
 тип А з нахилом 75° ($d=1/14 h$) з параметрами в Таблиці 1.
 тип Б без нахилу ($d=1/10 h$) з параметрами в Таблиці 2.
 тип Б з нахилом 75° ($d=1/10 h$) з параметрами в Таблиці 2.

Таблиця 1.

Шрифт типа А ($d = h/14$)

Параметры шрифта мм	Обозначение	Относительный размер	Размеры,						
Размер шрифта -									
высота прописных 10,0 14,0 20,0 букв	h	(14/14) h 14 d	2,5	3,5	5,0	7,0			
высота строчных букв 7,0 10,0 14,0	c	(10/14) h 10 d	1,8	2,5	3,5	5,0			
Расстояние между 1,4 2,0 2,8 буквами	a	(2/14) h 2 d	0,35	0,5	0,7	1,0			
Минимальный шаг 16,0 22,0 31,0 строк (высота	b	(22/14) h 22 d	4,0	5,5	8,0	11,0			

<u>Вспомогательной</u>													
<u>сетки)</u>													
Минимальное				e	(6/14) h	6 d	1,1	1,5	2,1	3,0			
4,2	6,0	8,4											
расстояние между													
словами													
<u>Толщина линий шрифта</u>				d	(1/14) h	d	0,18	0,25	0,35	0,5			
0,7	1,0	1,4											

Таблица 2
Шрифт типа Б (d = h/10)

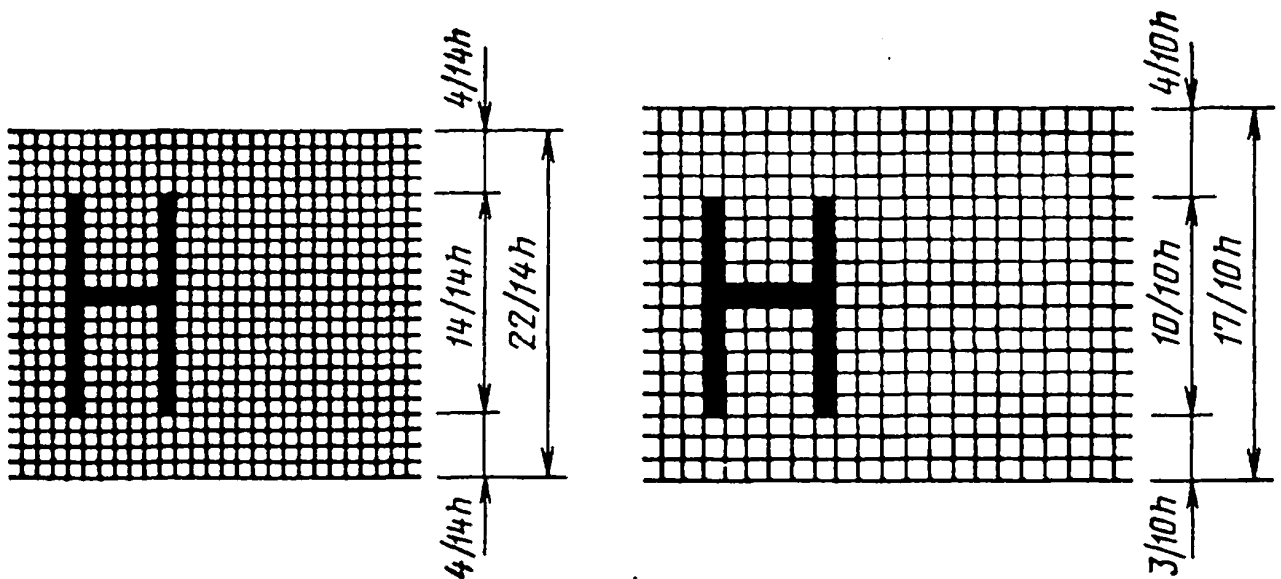
Параметры шрифта				Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм							
мм													
<u>Размер шрифта</u> -													
высота прописных				h	(10/10) h	10 d	1,8	2,5	3,5	5,0			
7,0	10,0	14,0	20,0										
букв													
высота строчных				c	(7/10) h	7 d	1,3	1,8	2,5	3,5			
5,0	7,0	10,0	14,0										
букв													
Расстояние между				a	(2/10) h	2 d	0,35	0,5	0,7	1,0			
1,4	2,0	2,8	4,0										
буквами													
Минимальный шаг				b	(17/10) h	17 d	3,1	4,3	6,0	8,5			
12,0	17,0	24,0	34,0										
строк (высота													
<u>Вспомогательной</u>													
<u>сетки)</u>													
Минимальное				e	(6/10) h	6 d	1,1	1,5	2,1	3,0			
4,2	6,0	8,4	12,0										
расстояние между													

словами														
<u>Толщина линий</u>				d	(1/10) h	d	0,18	0,25	0,35	0,5				
0,7	1,0	1,4	2,0											
<u>шрифта</u>														

Примітки:

1. Віддаль a між літерами, сусідні лінії котрих не паралельні між собою (приклад ГА, АТ), може бути зменшена навпіл, тобто на товщину d лінії шрифту.
2. Мінімальна віддаль між словами e , розділених комами чи іншим знаками пунктуації, буде віддаллю між знаком та наступним словом.
3. Встановлюються такі розміри шрифтів: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Застосування шрифту проміром 1,8 не рекомендується і допустиме тільки для типу Б.

Шрифти побудовані на сітці, вказані на *Рис.1.4*.



Черт. 4

Рис.1.4.

Максимальне відхилення розмірів букв і цифр $\pm 0,5$ мм

Російські та кириличні літери. Шрифт типу А з нахилом показаний на *Рис.1.5*.



Черт. 5

Рис.1.4.

Шрифт типу А без нахилу показаний на Рис.1.6.



Черт. 6

Рис.1.6.

Шрифт типу Б з нахилом показаний на Рис.1.7.



Рис.1.7.

Черт. 7

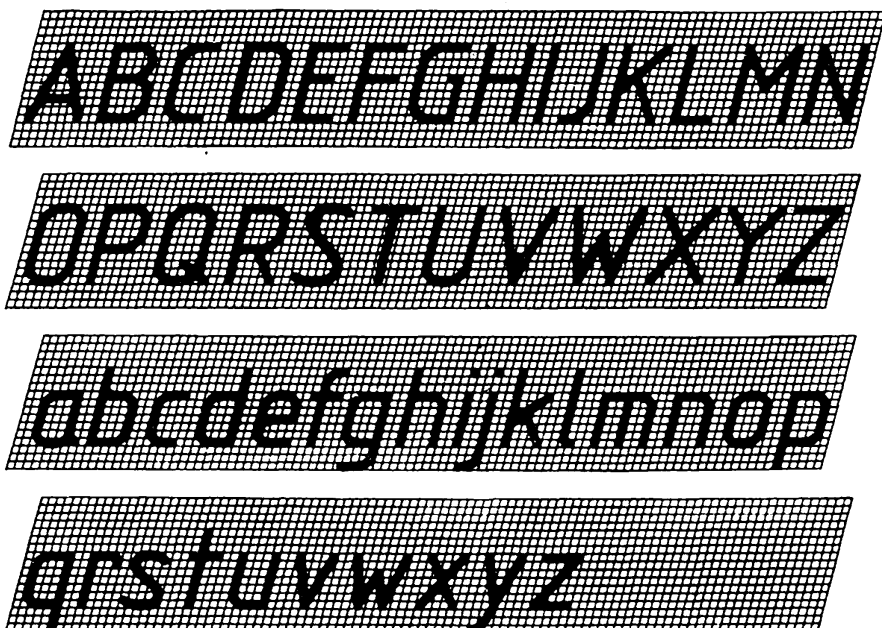
Шрифт типу Б без нахилу показаний на *Рис.1.8.*



Черт. 8

Рис.1.8

Латинські літери. Шрифт типу А з нахилом показаний на *Рис.1.9.*



Черт. 9

Рис.1.9.

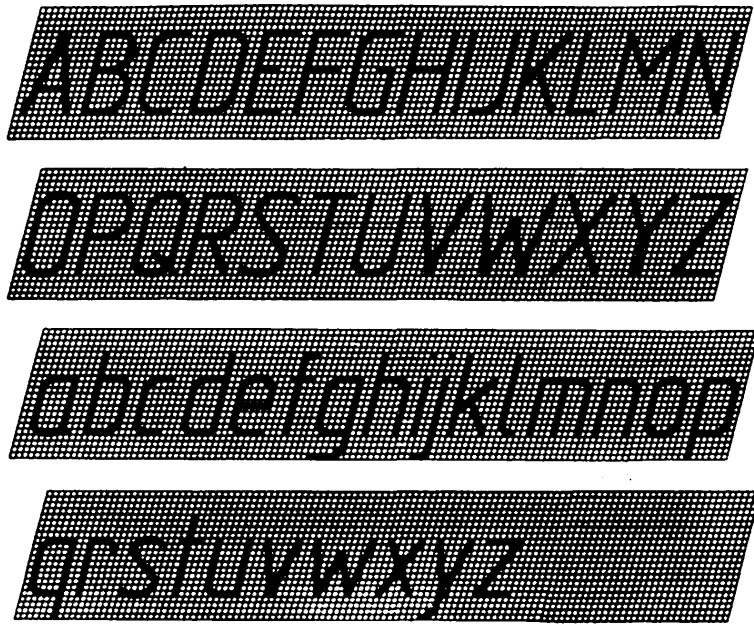
Шрифт типу А без нахилу показаний на *Рис.1.10.*



Черт. 10

Рис.1.10.

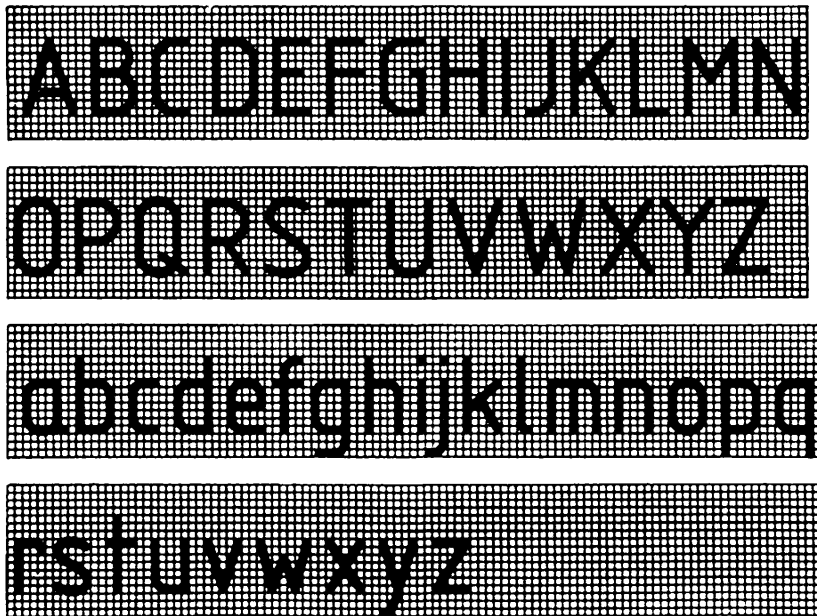
Шрифт типу Б з нахилом показаний на *Рис.1.11.*



Черт. 11

Рис.1.11.

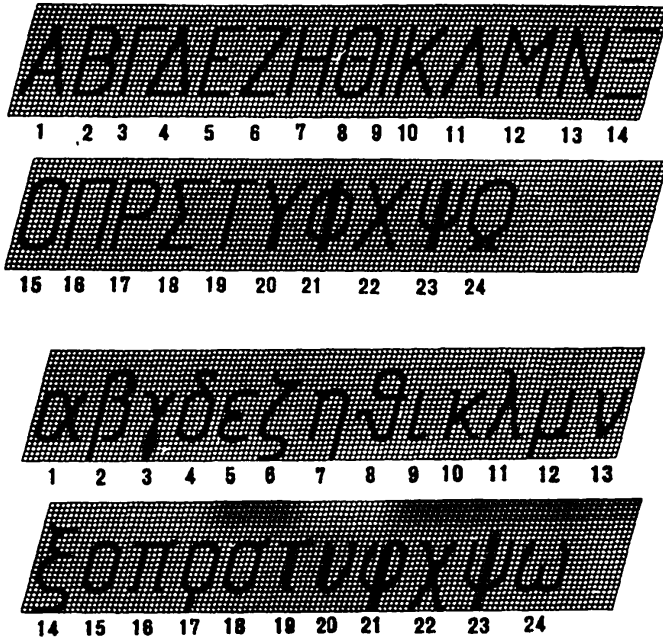
Шрифт типу Б без нахилу показаний на *Рис.1.12.*



Черт. 12

Рис.1.12.

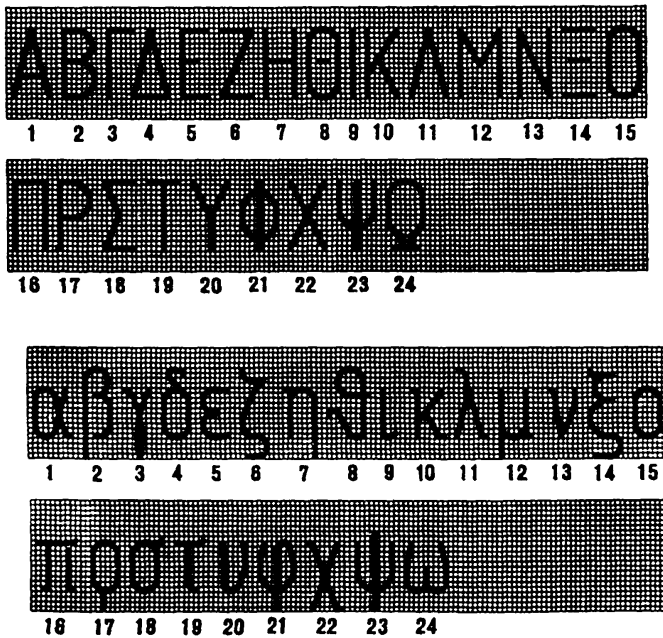
Грецький алфавіт. Шрифт типу А з нахилом показаний на *Рис.1.13.*



Черт. 13

Рис.1.13.

Шрифт типу А без нахилу показаний на Рис.1.14.



Черт. 14

Рис.1.14.

Шрифт типу Б з нахилом показаний на Рис.1.15.



Черт. 15

Рис.1.15.

Шрифт типу Б без нахилу показаний на Рис.1.16.



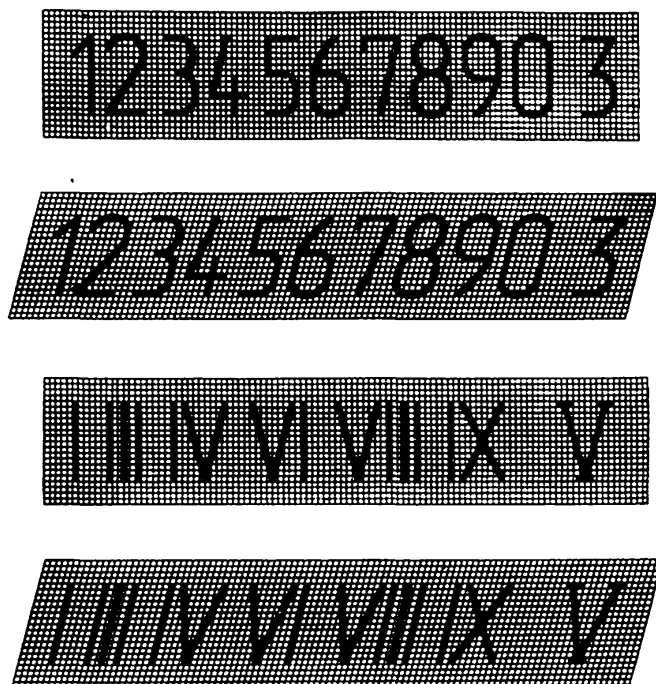
Черт. 16

Рис.1.16.

Найменування букв грецького алфавіту:

- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| 1 - альфа | 9 - йота | 17 - ро |
| 2 - бета | 10 - каппа | 18 - сигма |
| 3 - гамма | 11 - лямбда | 19 - тау |
| 4 - дельта | 12 - мю | 20 - іпсилон |
| 5 - епсилон | 13 - ню | 21 - фі |
| 6 - дзета | 14 - ксі | 22 - хі |
| 7 - ета | 15 - омікрон | 23 - пси |
| 8 - тета | 16 - пі | 24 - омега |

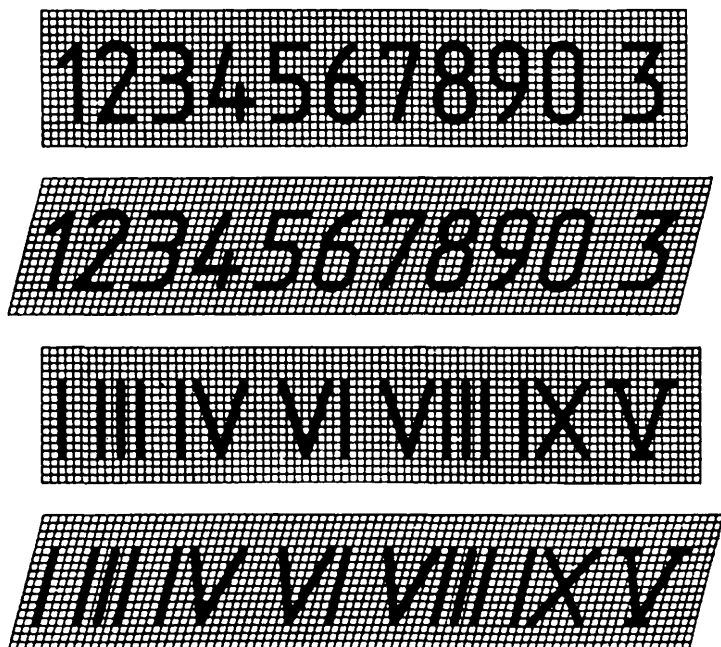
Арабські та римські цифри. Шрифт типу А показаний на *Рис.1.17.*



Черт. 17

Рис.1.17.

Шрифт типу Б показаний на *Рис.1.18.*



Черт. 18

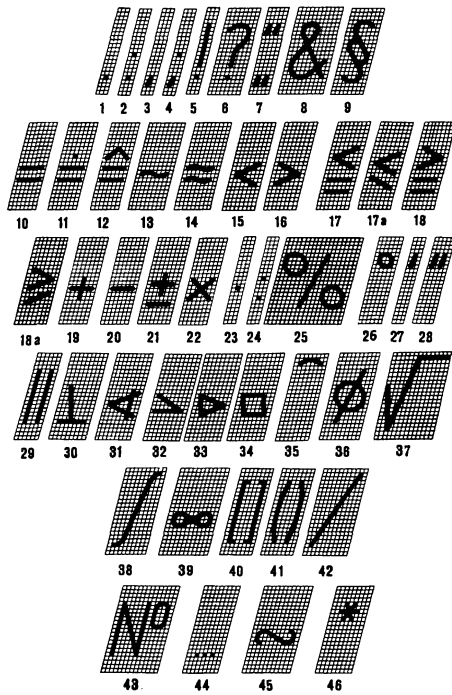
Рис.1.18.

Примітки:

1. Римські цифри L, C, D, M слід виконувати за правилами латинського алфавіту.
2. Римські цифри можна обмежувати горизонтальними лініями.

Знаки.

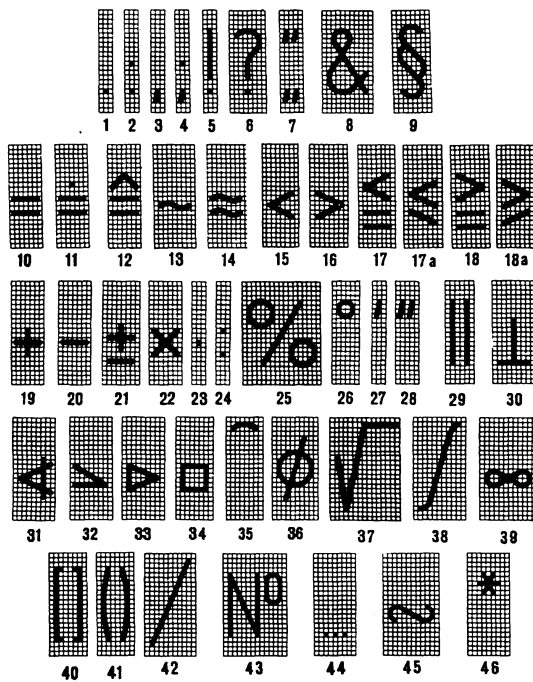
Шрифт типу А з нахилом показаний на *Рис.1.19.*



Черт. 19

Рис.1.19.

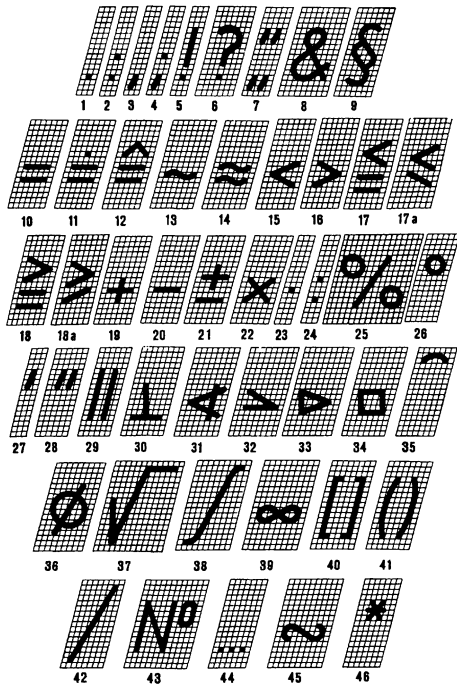
Шрифт типу А без нахилу показаний на *Рис.1.20.*



Черт. 20

Рис.1.20.

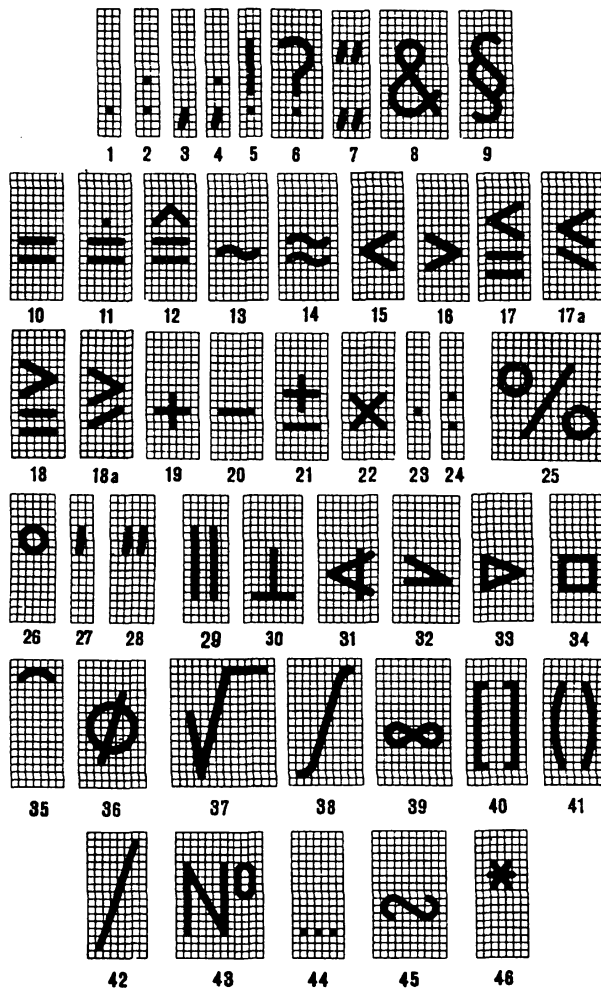
Шрифт типу Б з нахилом показаний на *Рис.1.21.*



Черт. 21

Рис.1.21.

Шрифт типу Б без нахилу показаний на Рис.1.22.



Черт. 22

Рис.1.22.

Найменування знаків зазначено в Таблиці 3.

Таблиця 3.

Номера знаков на чертежах	Наименование знаков	Номера знаков на чертежах	Наименование знаков
1	Точка	25	Процент
2	Двоеточие	26	Градус
3	Запятая	27	Минута
4	Точка с запятой	28	Секунда
5	Восклицательный знак	29	Параллельно
6	Вопросительный знак	30	Перпендикулярно
7	Кавычки	31	Угол
8	И	32	Уклон
9	Параграф	33	Конусность
10	Равенство	34	Квадрат
11	Величина после округления	35	Дуга
12	Соответствует	36	Диаметр
13	Асимптотически равно	37	Радикал
14	Приблизительно равно	38	Интеграл
15	Меньше	39	Бесконечность
16	Больше	40	Квадратные скобки
17 и 17а	Меньше или равно	41	Круглые скобки
18 и 18а	Больше или равно	42	Черта дроби
19	Плюс	43	Номер
20	Минус, тире	44	От ... до
21	Плюс - минус	45	Знак подобия
22, 23	Умножение	46	Звездочка
24	Деление		

Правило написання дробів, показників, індексів і крайніх відхилень . Дроби, показники, індекси і крайні відхилення зазначено в Таблиці 4 і враховують розмір шрифту:

на одну сходинку вниз, ніж розмір шрифту основної величини, до якої вони приписуються;

однакового розміру з розміром шрифту основи величини.

Таблиця 4.

Таблиця 4

Варианти выполнения	Шрифт		Примеры выполнения
	основные величины	дроби, показатели и т.п.	
Размер шриф- та на одну ступе- нь меньше, чем размер ос- новной вели- чины	Тип А	Тип Б	
	Тип А		
	Тип Б		
Размер шриф- та такой же, как размер основ- ной величины	Тип А		
	Тип Б		

Лабораторна №6

Тема: «Відображення елементів простору.»

Мета лабораторної роботи:

1. Вивчити означення прямої та її положення в просторі.
2. Знайти ознаки визначеної площини.

1. Пряма

- Прямою називають траєкторію найкоротшої відстані між двома точками в просторі.
- Проекції прямої також прямі.
- Визначник прямої – дві точки, тому й на епюрі пряма задається проекціями двох точок.

Задамо в просторі точки A, B і спроекціюємо їх на дві взаємно перпендикулярні площини. Виконаємо перетворення просторової моделі в плоске зображення.

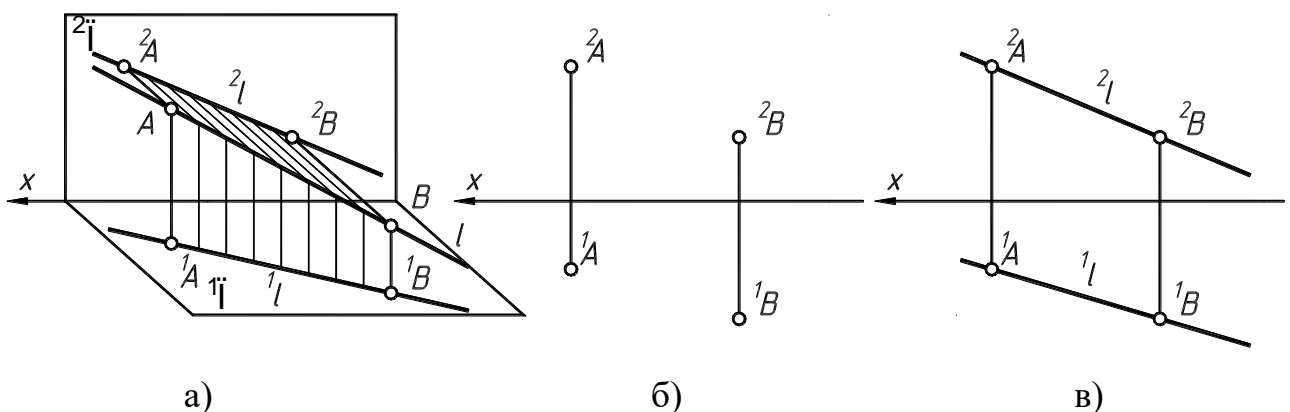


Рис.2.1

На рис. 2.1,а задані проекції $^1A, ^2A$ і $^1B, ^2B$ двох точок A і B . Вони визначають положення деякої прямої AB . З'єднавши однойменні проекції точок 1A і $^1B, ^2A$ і 2B , одержимо проекції $^1A^1B$ і $^2A^2B$ прямої AB . На рис. 2.1,б зображені проекції точок, а на рис. 2.1,в – проекції прямої лінії l , що проходить через задані точки.

Отже, позначення прямої на епюрі може бути представлене двома точками, якщо зафіксований її відрізок, або однією літерою (рядковою літерою латинського алфавіту), якщо задано тільки положення прямої відносно площин проекцій.

Прямі в просторі можуть займати різні положення. Розрізняють наступні положення прямих:

1. Прямі загального положення;

2. Прямі рівня;
3. Проектуючі прямі.

При русі точки по прямій загального положення усі координати точки змінні, по прямій рівня одна з координат постійна, по проектуючих прямих – дві координати постійні.

1.1 Пряма загального положення.

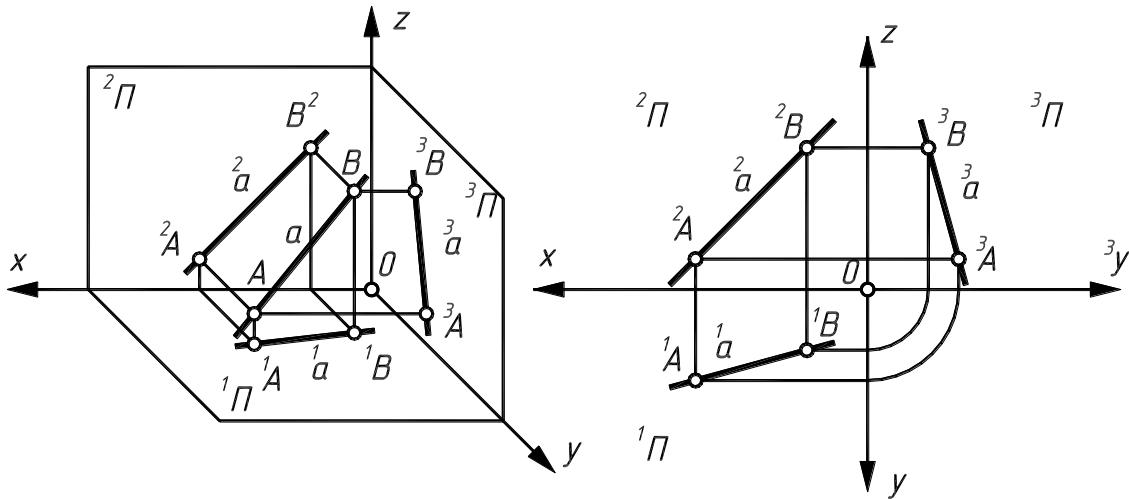


Рис. 2.2

На рис.2.2 представлена пряма a загального положення. Ні одна з проєкцій відрізка представленої прямої a не дорівнює натуральній величині відрізка AB . Пряма загального положення не паралельна і не перпендикулярна ні до однієї площини проєкцій.

1.2 Прямі рівня. Якщо пряма паралельна одній з площин проєкцій (перпендикулярна до однієї з осей), то така пряма називається прямою рівня. Назва цієї прямої співпадає з назвою площини, до якої вона паралельна.

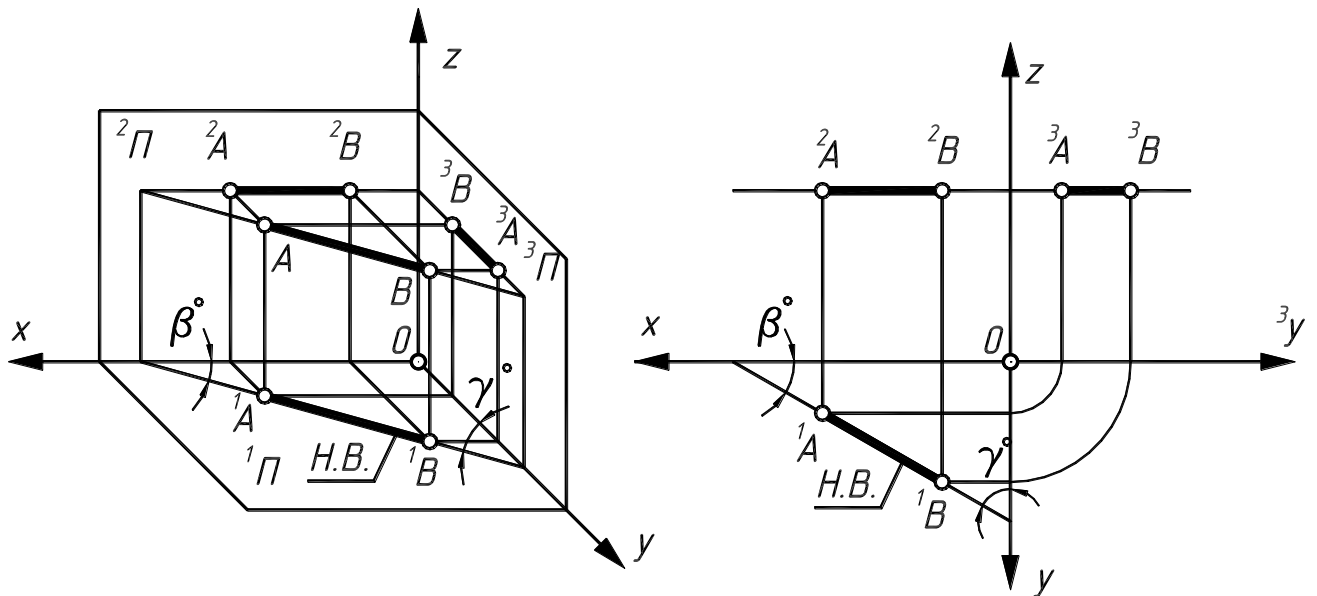


Рис. 2.3

На рис.2.3 представлені просторова модель і епюр горизонтальної прямої рівня. Всі точки цієї прямої знаходяться на однаковій відстані від

горизонтальної площини проєкцій. На горизонтальну площину проєкцій відрізок AB прямої проєкується в дійсну величину. Кут β° - це кут нахилу прямої до фронтальної площини проєкцій, а кут γ° - це кут нахилу прямої до профільної площини проєкцій.

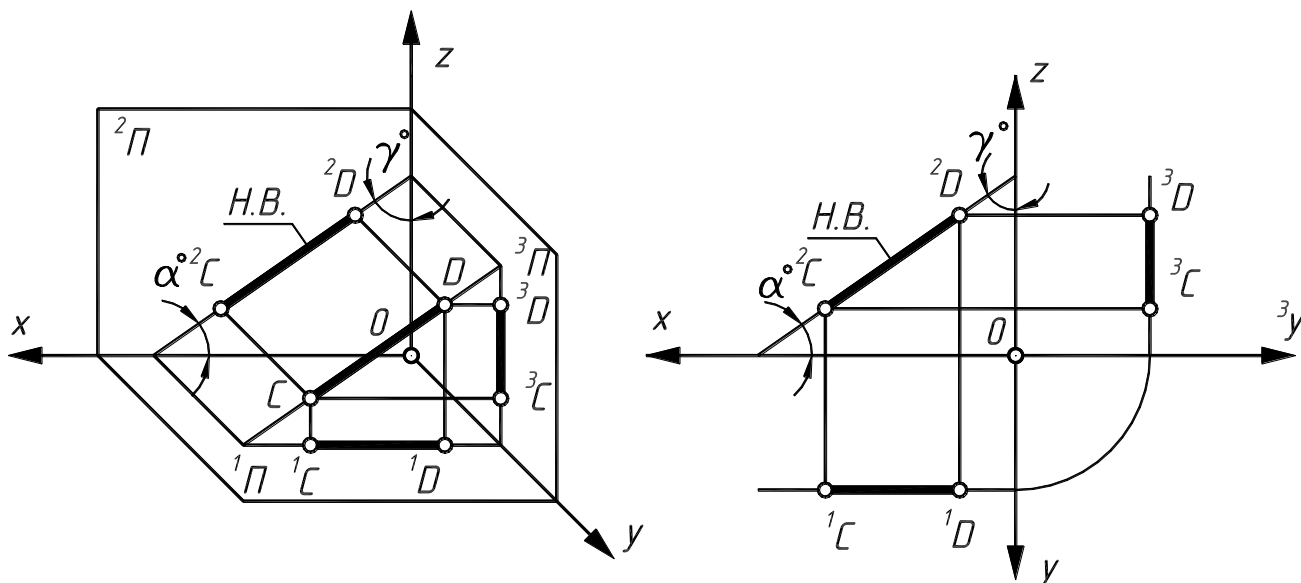


Рис. 2.4

На рис.2.4 представлені просторова модель і епюр фронтальної прямої рівня. Всі точки цієї прямої знаходяться на однаковій відстані від фронтальної площини проєкцій. На фронтальну площину проєкцій відрізок CD проєкується в дійсну величину з кутами нахилу α - до горизонтальної площини проєкцій і γ - до профільної.

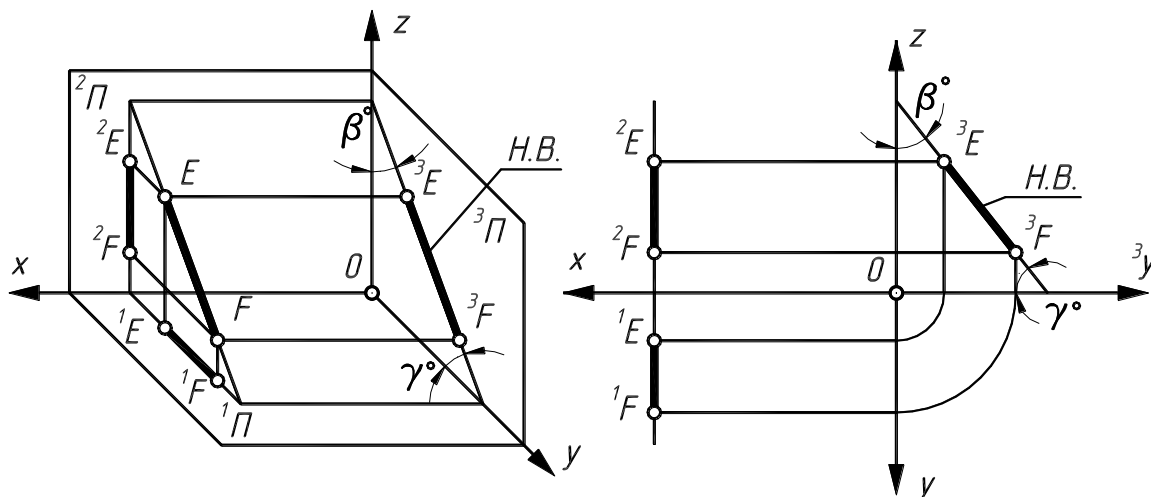


Рис. 2.5

На рис.2.5 представлені просторова модель і епюр профільної прямої рівня. Всі точки цієї прямої знаходяться на однаковій відстані від профільної площини проєкцій. На профільну площину проєкцій відрізок EF прямої проєкується в дійсну величину, а кут α - це кут нахилу прямої EF до горизонтальної площини проєкцій, кут β - це кут нахилу прямої EF до фронтальної площини проєкцій.

Отже, знаючи особливості проектування прямих рівня, можна використовувати їх для розв'язування позиційних і метричних задач.

1.3 Проектуючі прямі. Проектуючі прямі – це прямі, перпендикулярні до однієї з площин проєкцій (паралельні одній осі). Такі прямі носять назву тої площини, до якої вони перпендикулярні: горизонтально-проєкціююча пряма, фронтально-проєкціююча пряма, профільно-проєкціююча пряма).

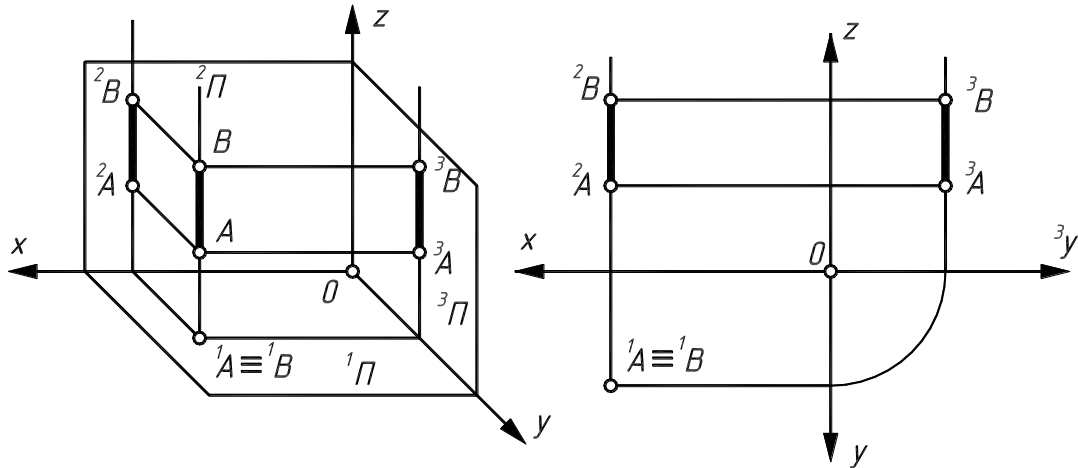


Рис. 2.6

На рис.2.6 представлена горизонтально-проєкціююча пряма (паралельна осі Oz). Ця пряма проєкується на горизонтальну площину в точку, а на фронтальну і профільну площини проєкцій – в лінію, паралельну осі Oz .

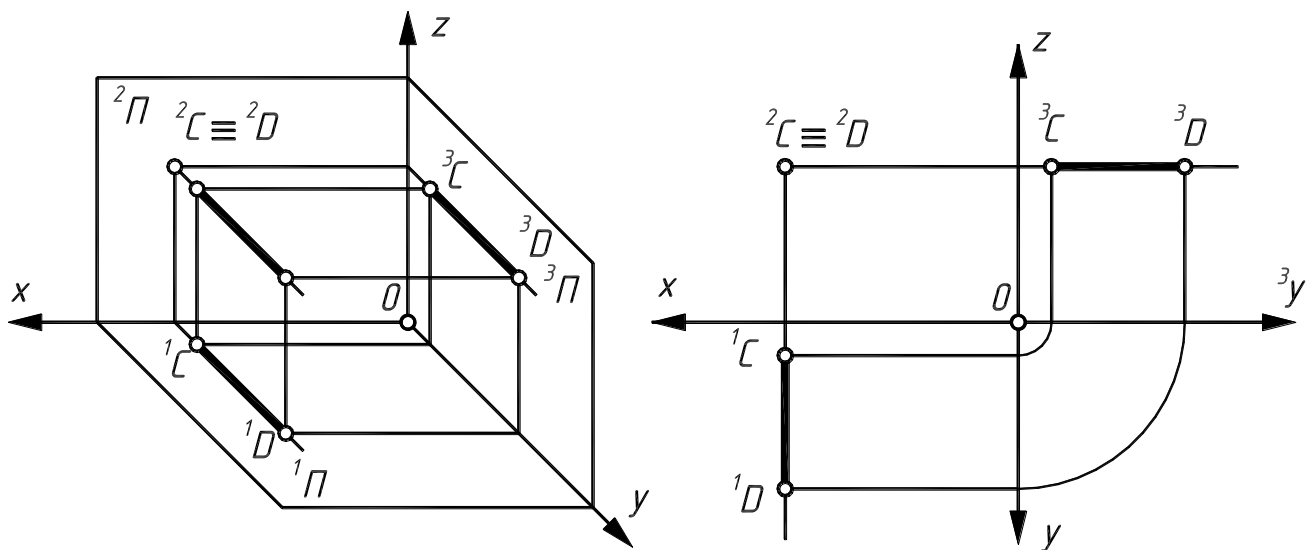


Рис. 2.7

На рис.2.7 представлена фронтально-проєкціююча пряма (паралельна осі Oy). Ця пряма проєкується в точку на фронтальну площину проєкцій, а на горизонтальну і профільну площини проєкцій – в лінію, паралельну осі Oy .

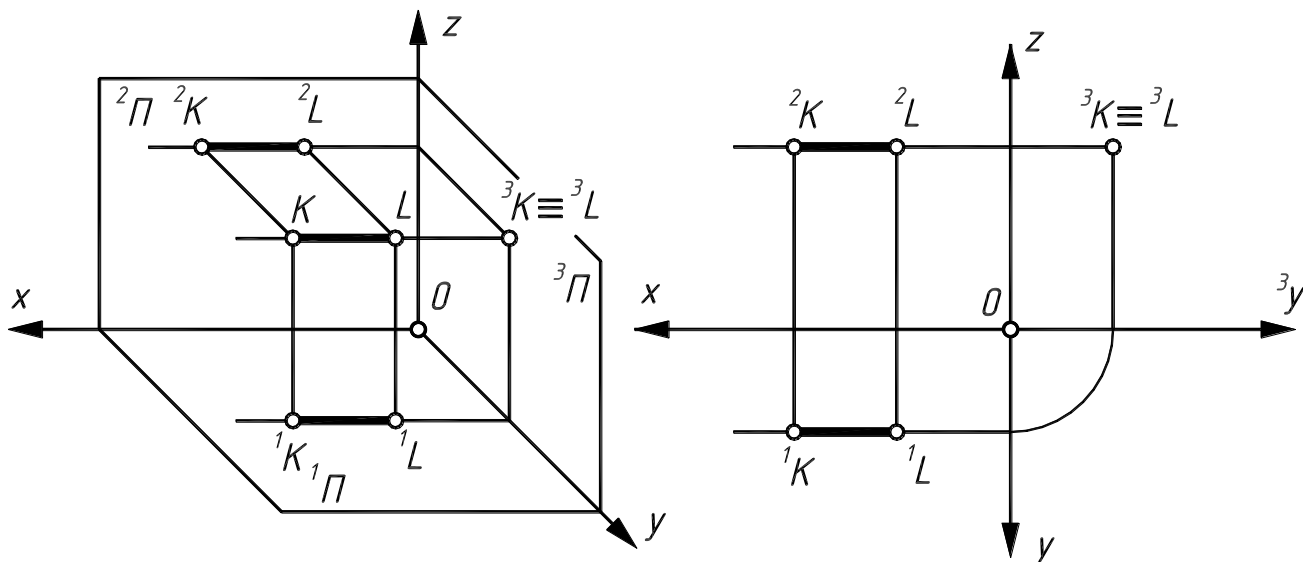


Рис. 2.8

На рис.2.8 подана профільно-проекціююча пряма (паралельна осі Ox). Пряма проектується в точку на профільну площину проєкцій, а її горизонтальна і фронтальна проєкції паралельні осі Ox .

Таким чином, розглянуті вище прямі складають другу групу прямих особливого положення, що дають змогу використовувати їх в наступних побудовах.

2. *Площина.* Із стереометрії відомо, що площина визначена, якщо відомі належні їй:

1. Три точки, що не належать одній прямій (рис. 2.9,а);
2. Пряма і точка, що не належить цій прямій (рис.2.9,б);
3. Дві прямі, що перетинаються (рис.2.9,в);
4. Дві паралельні прямі (рис.2.9,г);
5. Люба плоска фігура, наприклад трикутник (рис.2.9,д ,рис.2.9,е).

Таким чином, площина може бути заданою однією з перерахованих вище комбінацій елементів. Всі ці випадки задання площини рівноцінні, і можуть бути представлені як модифікація основного визначника площини – три точки, що не лежать на одній прямій.

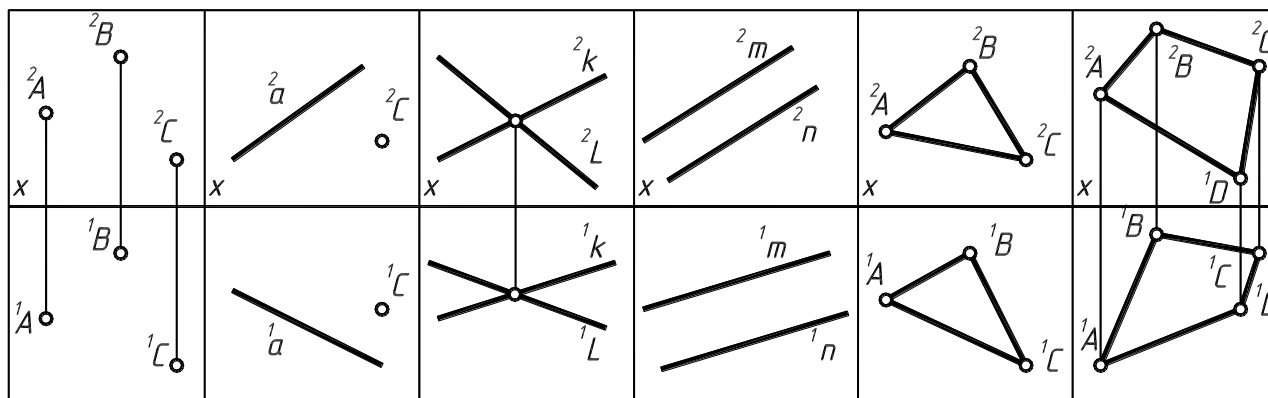


Рис. 2.9

Площина може бути задана також нульовими лініями рівня (рис. 2.10).

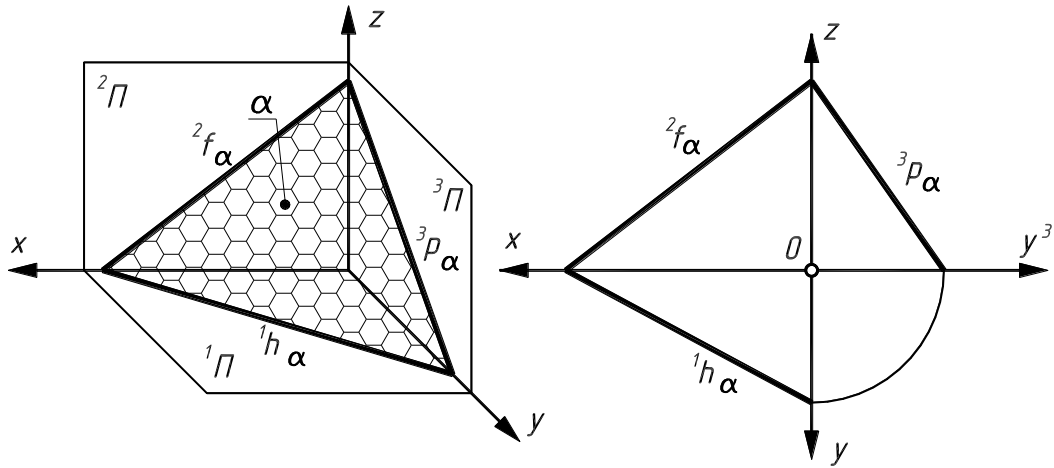


Рис. 2.10

Відносно площин проекцій площина може займати наступні положення:

1. Площина загального положення – це площина, не паралельна і не перпендикулярна до жодної з площин проекцій (рис.2.9-2.10).
2. Проекціююча площина – це площина, перпендикулярна тільки до однієї площини проекцій (рис.2.11-2.13).
3. Площина рівня – це площина, перпендикулярна до двох площин проекцій або паралельна одній площині проекції.

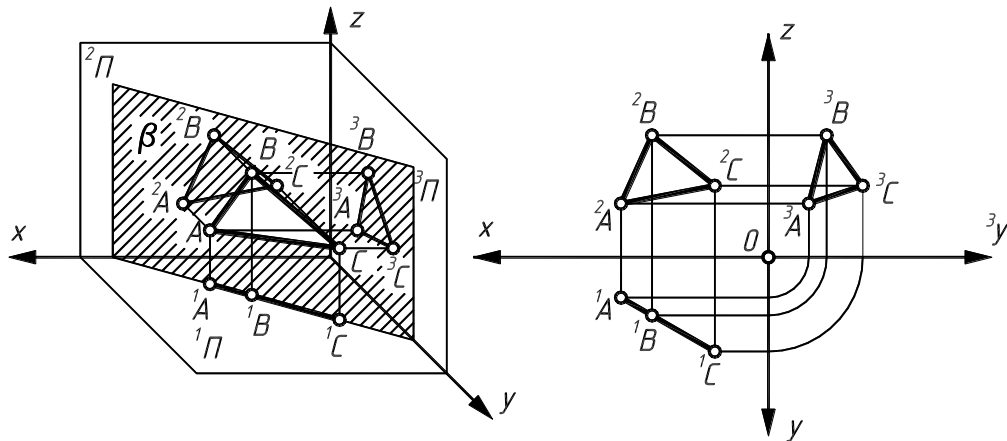


Рис. 2.11. Горизонтально-проектуюча площина

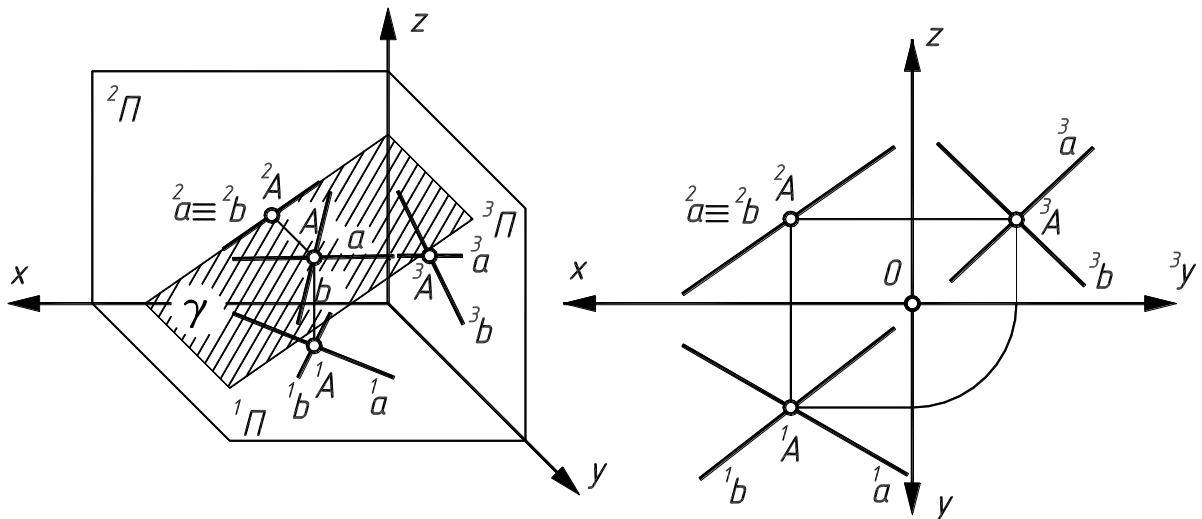


Рис. 2.12. Фронтально-проектуюча площина

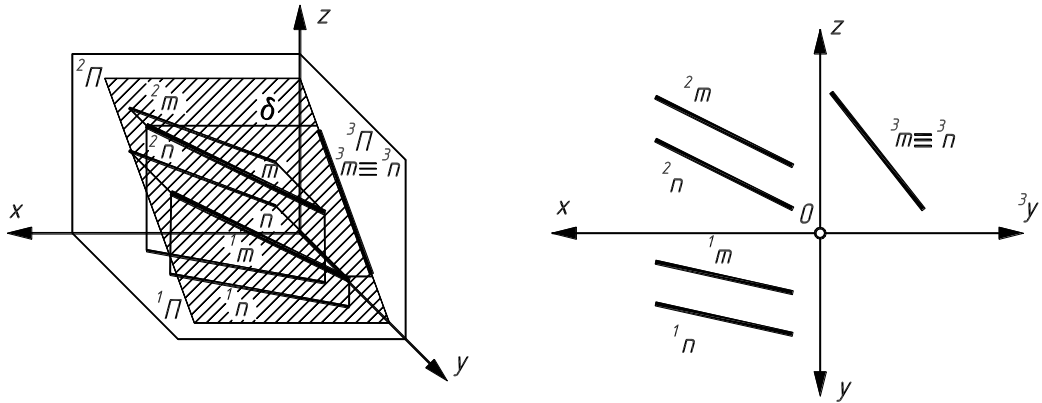


Рис. 2.13. Профільно-проектуюча площина.

Основні властивості проектуючих площин наступні:

1. Горизонтально-проектуюча площина паралельна осі Oz і перпендикулярна 1П ; фронтально-проектуюча площина паралельна осі Oy ; профільно-проектуюча площина паралельна осі Ox .
2. Розміри кутів, які проектуючі площини утворюють з площинами проєкцій представлені на рис.2.11-2.13 і з площиною Π_1 це кут α° , з площиною Π_2 кут β° , з площиною Π_3 -кут γ° . Необхідно відмітити, в розглянутих площинах один з кутів прямий, а два інших в сумі складають 90° . Наприклад, для горизонтально-проектуючої площини $\beta^\circ + \gamma^\circ = 90^\circ$.
3. Фігура, яка належить проектуючій площині, проектується у відрізок прямої на площину проєкцій, до якої вона перпендикулярна.
4. Якщо проектуюча площина задана трьома точками або двома прямими, то на одній із площин проєкцій ці точки знаходяться на одній прямій, а проєкції прямих співпадають.

На рис. 2.14-2.16 представлені площини рівня. Назва площини рівня співпадає з назвою площини проєкцій, до якої вона паралельна.

Площини рівня ще називають двічі проектуючими площинами.

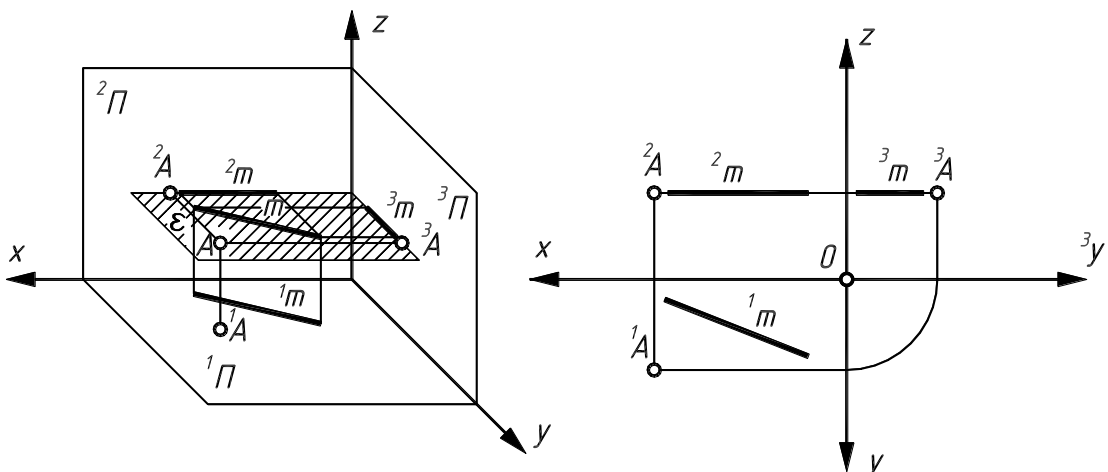


Рис. 2.14. Горизонтальна площина

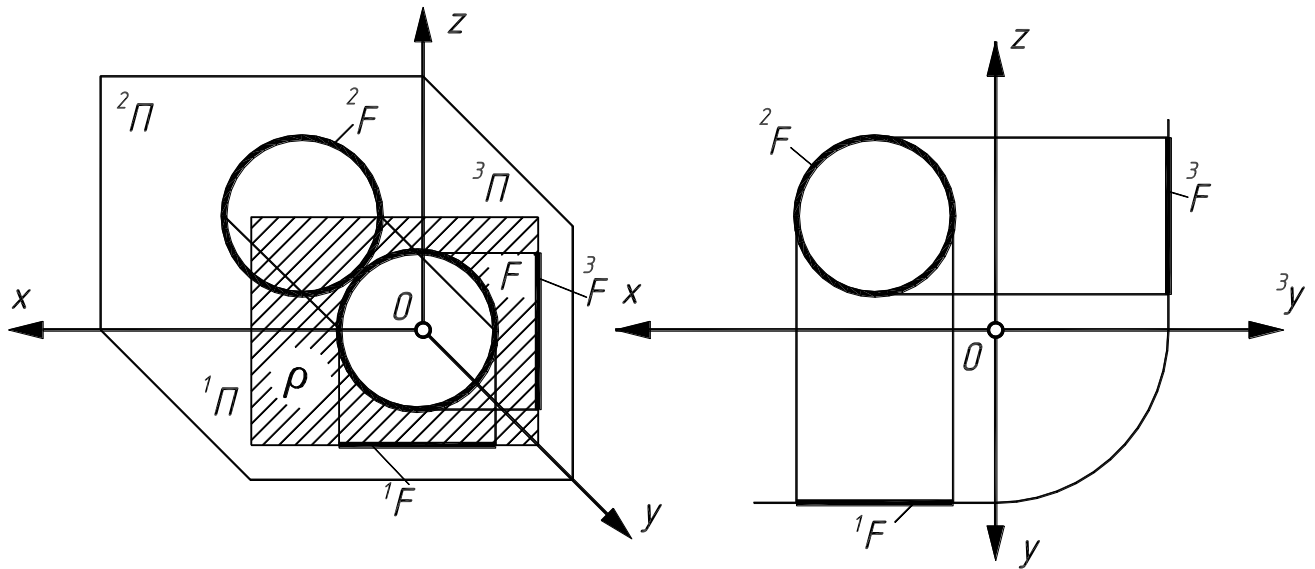


Рис. 2.15. Фронтальна площина

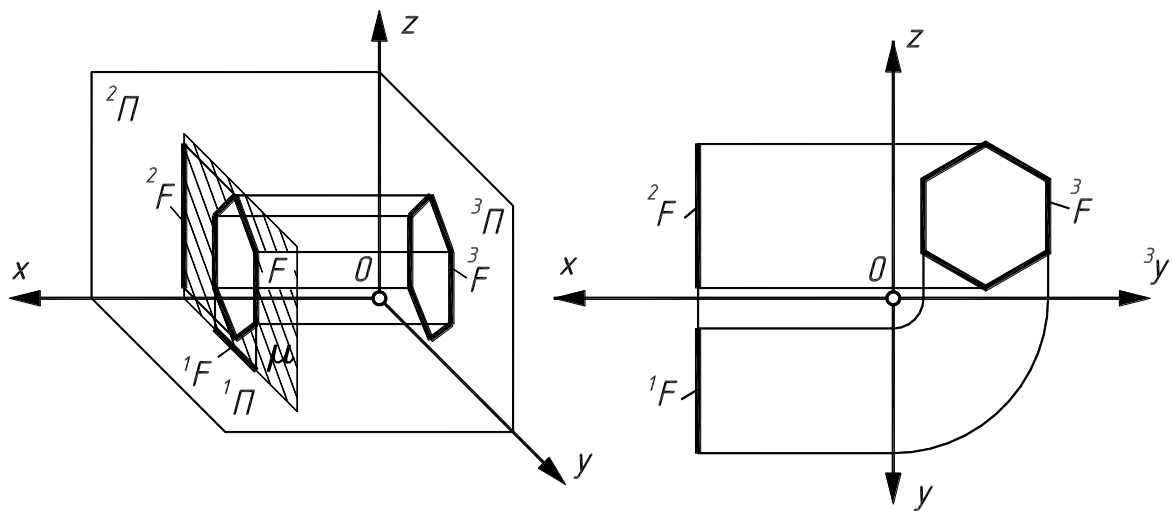


Рис. 2.16. Профільна площина.

Основні властивості площин рівня.

1. Горизонтальна площина рівня паралельна горизонтальній площині проєкцій і не має горизонтального сліду. Аналогічно фронтальна і профільна площини рівня не мають відповідно фронтального і профільного слідів.
2. Можна відмітити, що горизонтальна площина перпендикулярна до осі Oz , фронтальна перпендикулярна до осі Oy , а профільна перпендикулярна до осі Ox .
3. Кожна із розглянутих вище площин перпендикулярна зразу до двох площин проєкцій, по відношенню до яких вона одночасно являється проєктуючою.
4. Дві проєкції належної площини рівня фігури, являють проєкції відрізків прямих площин проєкцій, до яких ця фігура перпендикулярна. Третя проєкція являє дійсну величину фігури.

5. Якщо точка і пряма належать площині, паралельній площині проєкцій, то відстань від точки до прямої проєктується на цю площину без спотворення. Також без спотворення проєктується відстань між двома паралельними прямими чи кут між двома прямими, що перетинаються.

Лабораторна №7

Тема: «Взаємозв'язок між елементами простору (належність, паралельність, перпендикулярність).»

Мета лабораторної роботи:

1. *Належність точок прямим.*
2. *Визначення натуральної величини прямої і кутів нахилу прямої до площин проекцій.*
3. *Лінії площини.*
4. *Належність точок і прямих площині.*
5. *Взаємне положення прямих і площин. Паралельність і перпендикулярність прямої до площини.*

1. *Належність точок прямим.* Точка належить прямій, коли її одноіменні проекції лежать на одноіменних проекціях прямої і знаходяться у проекційному зв'язку.

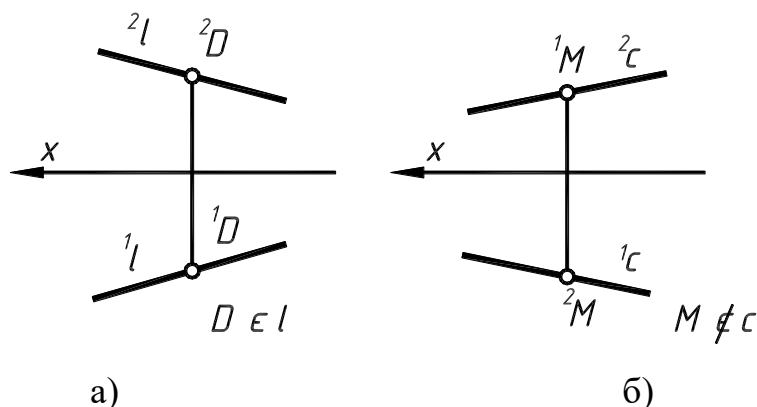


Рис. 3.1

Належність точки прямій загального положення достатньо перевірити на двох її проекціях (рис. 3.1).

Перевірку і побудову проекцій точки, яка належить прямій рівня, необхідно проводити на таких двох проекціях прямої, одна з яких – проекція на паралельну прямій площину (рис. 3.2)

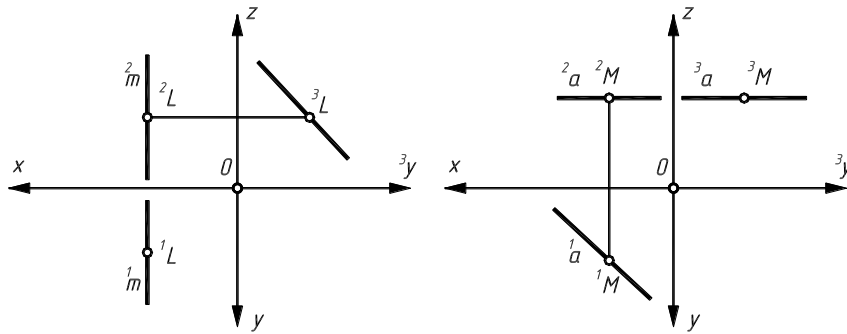


Рис. 3.2

1.2. Ділення відрізка точкою в даному співвідношенні.

За умовою завдання необхідно розділити відрізок AB точкою C у співвідношенні 3:5.

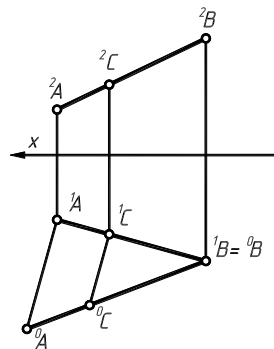
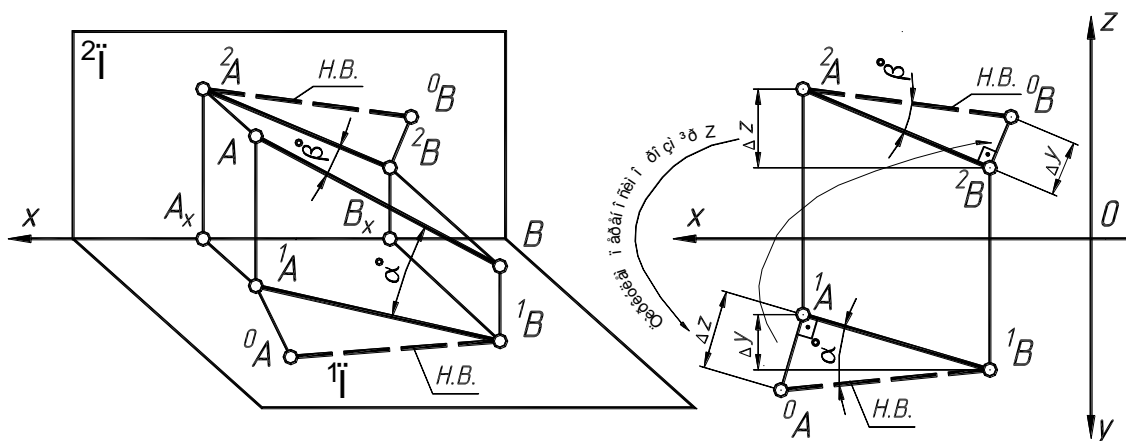


Рис. 3.3

На рисунку 3.3 точку 0C яка поділяє відрізок AB у співвідношенні 3:5, знаходимо за допомогою графічного ділення. Метод графічного ділення полягає в тому, що з проєкції 1B проводимо лінію $^1V^0A$ рівну сумі долей співвідношення (тобто $3+5=8$). Лінію $^1V^0A$ проводимо в довільному напрямі. З'єднавши 0A з проєкцією 1A , одержимо трикутник, в якому на стороні $^1V^0A$ за співвідношенням 3:5 (т. 0C) проведемо з точки 0C паралельний $^1A^0A$ відрізок $^0C^1C$. Другу проєкцію тобто 2C , знаходимо по інцедентності (належності) точки прямій.

2. Визначення натуральної величини прямої і кутів нахилу прямої до площин проєкцій.



а)

б)

Рис. 3.4

На рис.3.4. задана пряма загального положення. На просторовому зображенні (рис 3.4а) відрізок AB натуральна величина прямої. Це гіпотенуза прямокутного трикутника, одним катетом якого слугує проекція прямої, а другим катетом різниця ΔZ координата точок $\Delta Z = Z_B - Z_A$. Таким чином, на горизонтальній проекції, побудувавши прямокутний трикутник з вищеназваними катетами ми одержимо проекцію натуральної величини відрізка AB у площині $^1\Pi$. Кут нахилу прямої до $^1\Pi$ (це кут α° між даною прямою), і її горизонтальною проекцією.

На рис.3.4б представлений епюр відрізка AB прямої. На цьому показано спосіб побудови натуральної величини відрізка AB і кутів нахилу відрізка до горизонтальної (α°) і фронтальної (β°) площин проекцій. Для побудови натуральної величини відрізка AB на горизонтальній площині проекцій $^1\Pi$ використовуємо перевищення точки B над точкою A - $\Delta Z = Z_A - Z_B$, а на фронтальній площині проекцій $^2\Pi$ - використовуємо перевищення $\Delta y = y_B - y_A$. Кут між горизонтальною проекцією і натуральною величиною відрізка AB – це кут α° , нахилу прямої до горизонтальної площини проекцій, а кут між фронтальною проекцією і натуральною величиною відрізка AB – це кут β° нахилу до фронтальної площини проекцій.

2.2 *Взаємне положення двох прямих.* Прямі в просторі можуть займати різні положення – перетинатися, бути паралельними або мимобіжними.

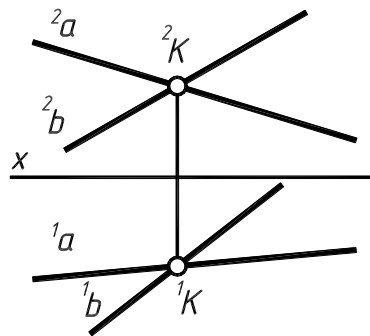


Рис. 3.5

Якщо прямі перетинаються в просторі, то на епюрі (рис. 3.5) перетинаються їх однойменні проекції. Проекції точок перетину прямих знаходяться у проекційному зв'язку. $a \cap b \Rightarrow ^1a \cap ^1b \wedge ^2a \cap ^2b$, $a \cap b \Rightarrow K$.

Якщо одна з прямих, що перетинаються являється лінією рівня, то перевірка перетину прямих проводиться у цій площині проекцій, до якої лінія рівня паралельна, або з допомогою ділення відрізка в даному співвідношенні.

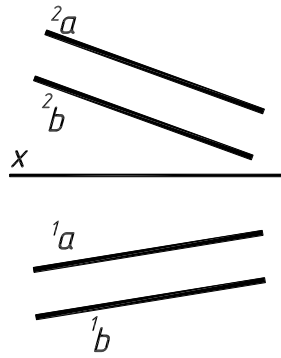


Рис. 3.6

Якщо прямі в просторі паралельні між собою, то на епюрі (рис.3.6) їх однойменні проекції також паралельні.

$$a // b \Rightarrow {}^1a // {}^1b \wedge {}^2a // {}^2b.$$

Перевірку прямих загального положення на паралельність достатньо провести на двох проекціях. Паралельність прямих рівня, перевіряють на тій площині проекцій, до якої ці прямі паралельні.

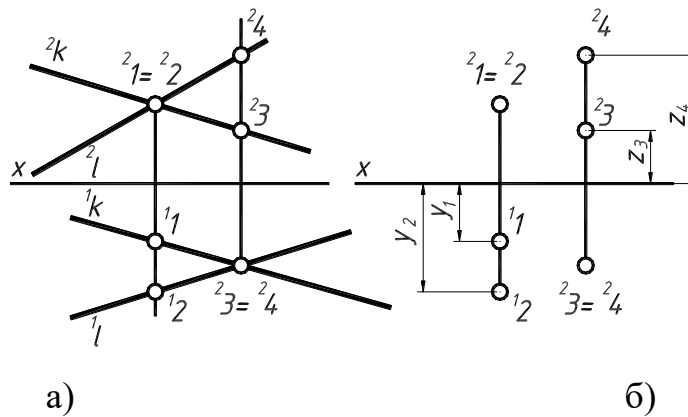


Рис. 3.7

Якщо прямі не паралельні і не перетинаються то вони мимобіжні (рис. 3.7,а). Співставлення координат (рис. 3.7,б) характеризує видимість однієї прямої відносно іншої.

Фронтальні проекції точок 1 і 2 співпадають. Координата $y_2 > y_1$. Отже, фронтальна проекції 2l прямої видима. Горизонтальні проекції точок 3 і 4 співпадають. Координата $Z_4 > Z_3$. Отже, горизонтальна проекція 1l прямої видима.

Просторовий чотирикутник, який утворюється двома парами мимобіжних прямих (гіперболічних параболічних) крило вітряка – площини другого порядку. Така площина широко використовується для апроксимації криволінійних поверхонь в авіаційній суднобудівній та автомобільній промисловостях.

3. *Лінії площини.* Пряма належить площині, якщо дві довільні точки прямої належать цій площині.

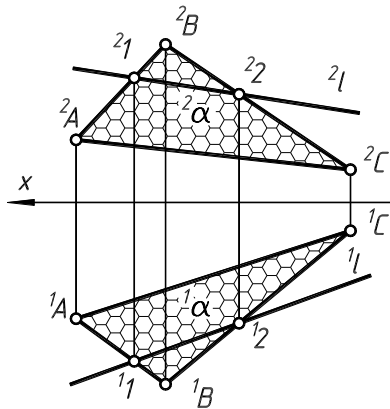


Рис. 3.8

Пряма l належить площині $\alpha(\Delta ABC)$, тому що вона проходить через точки 1, 2, що належать цій площині: $l \in \Delta ABC \Rightarrow 1 \in AB \wedge 2 \in BC$.

Серед прямих, які належать площині, виділимо два класи прямих, які відіграють роль при розв'язуванні задач – це горизонталі і фронталі площини.

Горизонталь – це лінія, що належить площині і паралельна горизонтальній площині проєкцій (рис.3.9).

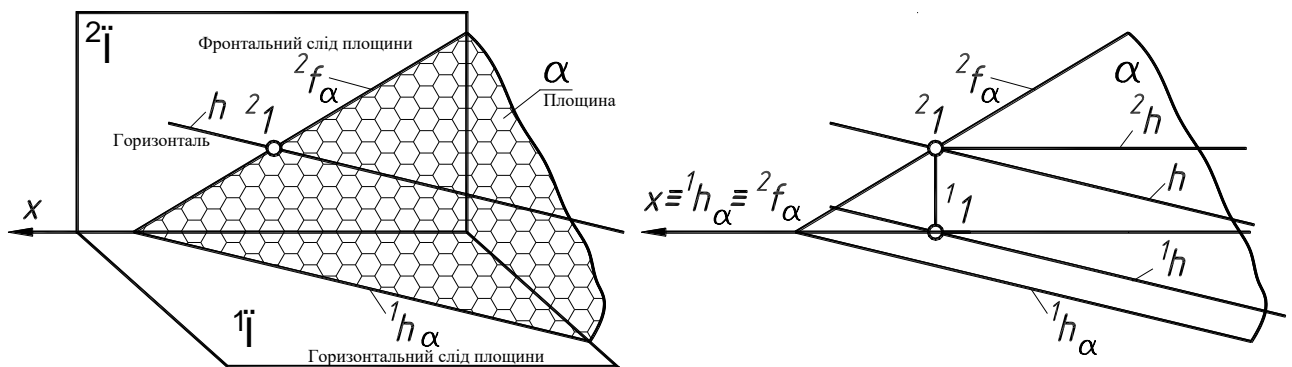


Рис. 3.9

Фронтальна проєкція $2h$ горизонталі паралельна осі Ox . Площина має безліч горизонталей. Всі горизонталі площини паралельні між собою.

Фронталь площини - f називається пряма, яка належить площині і паралельна фронтальній площині проєкцій (рис. 3.10)

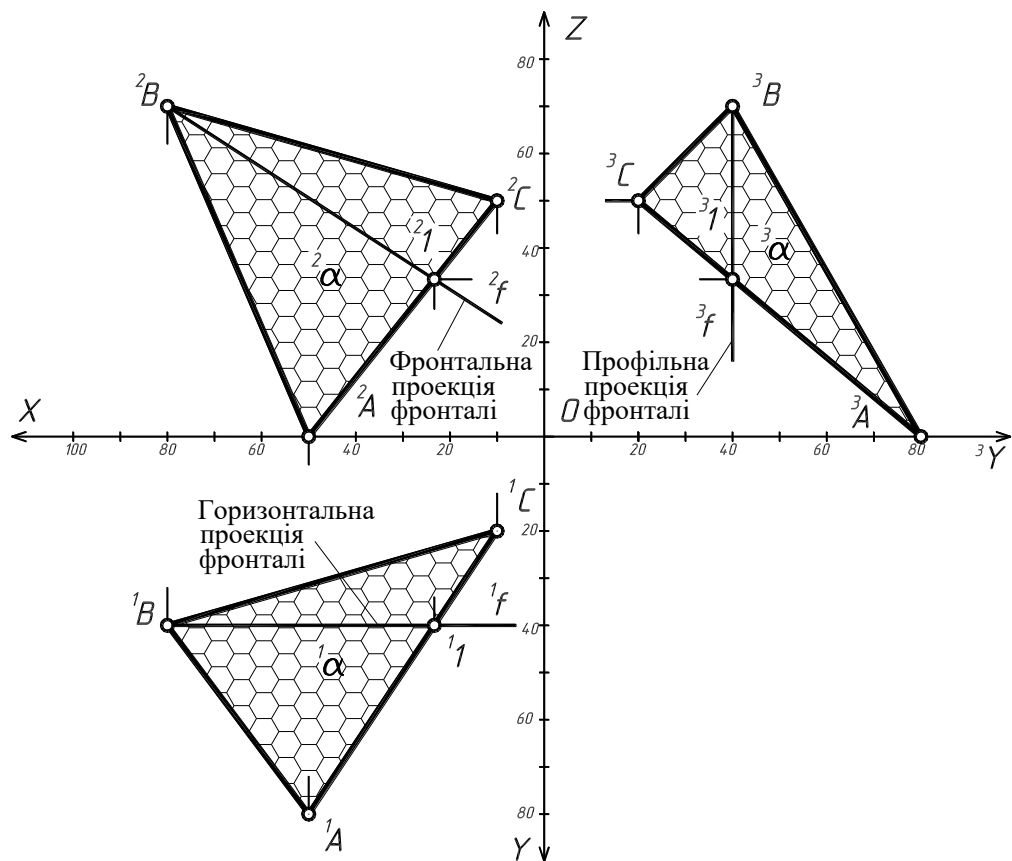


Рис. 3.10

Горизонтальна проекція 1f фронталі паралельна осі Ox . Площина має безліч фронталей. Всі фронталі площини взаємно паралельні.

4. *Належність точок і прямих площинам.* Точка належить площині, якщо вона належить прямій, цієї площини.

Пряма належить площині, якщо вона має з площиною щонайменше дві спільні точки.

Нехай задана горизонтальна проекція 1A точки A , яка належить площині α ($a \parallel b$). Побудуємо фронтальну проекцію 2A цієї точки.

Через горизонтальну проекцію 1A точки A проведемо горизонтальну проекцію 1l довільної прямої l , яка належить площині α . Побудуємо фронтальну проекцію 2l цієї прямої за належністю точок 1 і 2 прямої l площині α . Провівши через горизонтальну проекцію 1A точки A лінію проекційного зв'язку до перетину з фронтальною проекцією 2l прямої l , знайдемо положення фронтальної проекції 2A точки A .

Якщо нам необхідно побудувати точку A , яка належить площині α , то необхідно попередньо в цій площині провести яку-небудь пряму і на ній побудувати точку (рис.3.11).

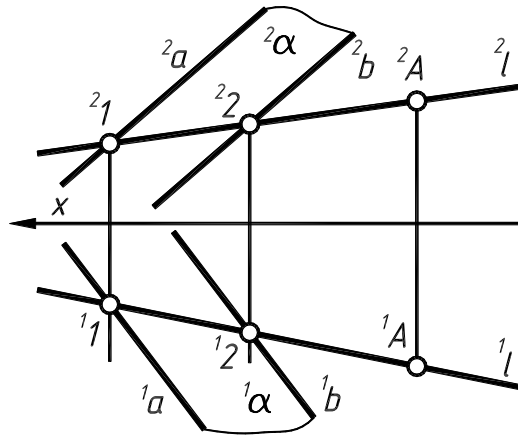


Рис. 3.11

Перевірку належності точки площині проводять, провівши через точку пряму. Якщо ця пряма належить площині, то точка також належить площині.

5. *Взаємне положення прямих і площин.* Взаємне положення прямої і площини визначається з наступним алгоритмом:

1. Через пряму і площину проводимо допоміжну площину.
2. Будуємо лінію перетину допоміжної площини і заданої площини.
3. Аналізуємо взаємне положення заданої прямої і лінії перетину.

Встановлюємо один із трьох можливих випадків

- а) пряма належить площині
- б) пряма паралельна площині
- в) пряма перетинає площин

5.1 *Лінія перетину двох площин.* Отже алгоритм полягає у побудові лінії перетину двох площин. Розглянемо спосіб такої побудови.

Лінію перетину двох площин задають дві точки, або одна точка і напрямок. Отже для побудови лінії перетину двох площин необхідно використати площину посередник і знайти лінію її перетину з кожною площиною (рис.3.12).

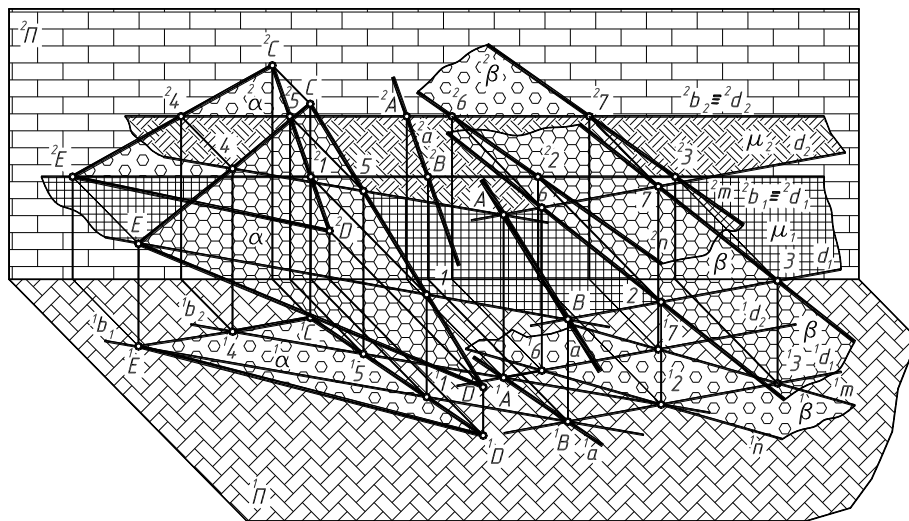


Рис. 3.12

Побудова лінії перетину двох площин, на комплексному кресленні представлено на рис. 3.13

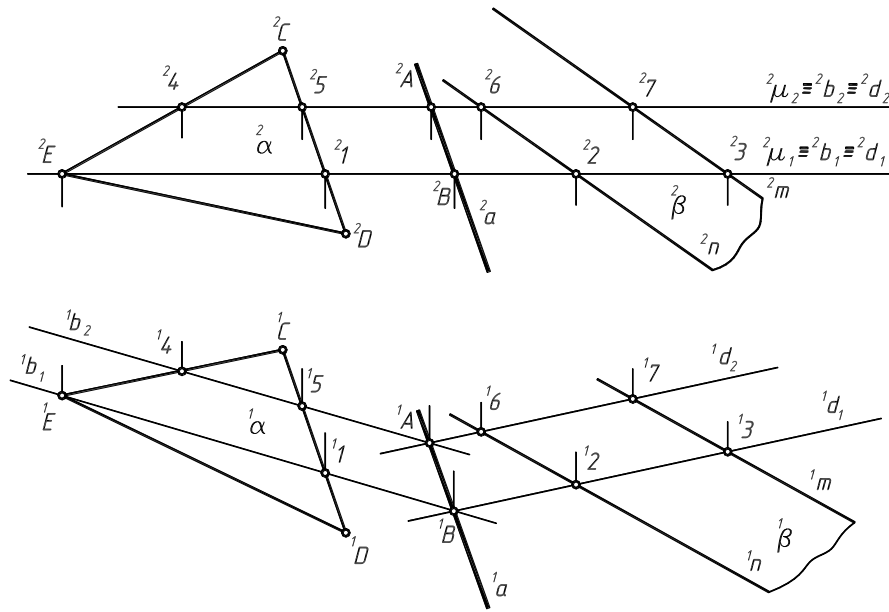


Рис. 3.13

Дано: $\frac{\alpha = \Delta CDE; \beta = n // m}{? a(AB) = \alpha \cap \beta}$.

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. $\mu_1 \dots \mu_n$ | } $\left. \begin{array}{l} 6. \mu_2 \dots \mu_n \\ 7. \mu_2 \cap \alpha = b_1 \\ 8. \mu_2 \cap \beta = d_2 \\ 9. b \cap d = B \\ 10. B \in a \end{array} \right\}$ |
| 2. $\mu_1 \cap \alpha = b_1$ | |
| 3. $\mu_1 \cap \beta = d_1$ | |
| 4. $b \cap d = A$ | |
| 5. $A \in a$ | |

5.2 Паралельність прямої площині. Пряма паралельна площині, якщо вона паралельна прямій, яка належить площині, або коли в площині можна провести пряму, паралельну цій площині (рис. 3.14).

Дано: $\frac{\alpha(\Delta ABC), m.E}{? l \in E // \alpha}$.

$l // \alpha \Rightarrow l // B^1 C^1 \wedge l // C^2 B^2$.

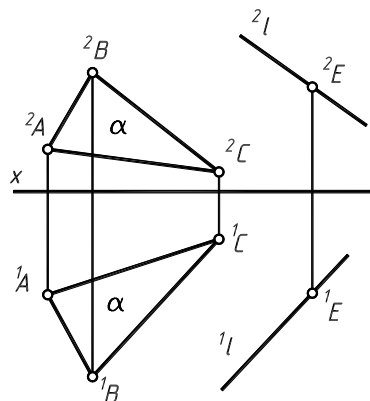


Рис. 3.14

Слід відмітити, що при побудові паралельної площині прямої на комплексному кресленні, однойменні проекції повинні бути паралельні між собою. Тобто в даному випадку якщо ми через т. E проводимо пряму паралельну α то 1l паралельна $^1B^1C$ і 2l повинна бути паралельна $^2B^2C$.

5.3 Прямі, перпендикулярні до площини. З курсу стереометрії відомо, що пряма перпендикулярна до площини, якщо вона перпендикулярна до двох прямих, що перетинаються і належать площині. Пряма буде перпендикулярна до іншої прямої, якщо пряма належить площині, перпендикулярній до іншої прямої.

Для того, щоб побудувати перпендикуляр до площини на комплексному кресленні, необхідно використати правило проектування прямого кута (рис.3.15). Якщо одна сторона прямого кута паралельна площині проєкцій, а друга сторона не перпендикулярна до площини проєкцій, то на цю площину проєкцій прямий кут проєціюється в дійсну величину.

Поєднавши це правило з лініями рівня площини, ми завжди можемо провести перпендикуляр до горизонталі і фронталі, так як вони являються проєкціями однієї із сторін прямого кута.

Лінії рівня площини паралельні площинам проєкції, тому їх використовують при побудові перпендикуляра до площини.

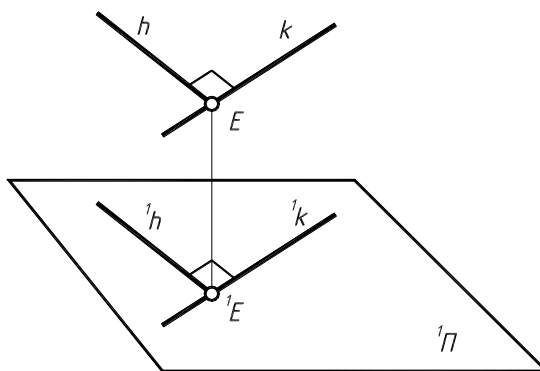


Рис. 3.15

Лінії рівня площини паралельні площинам проєкції, тому їх використовують при побудові перпендикуляра до площини.

Отже, щоб побудувати перпендикуляр до площини, необхідно побудувати в площині горизонталь і фронталь у площині і опустити перпендикуляр до горизонтальної проєкції горизонталі і фронтальної проєкції фронталі.

(рис. 3.16).

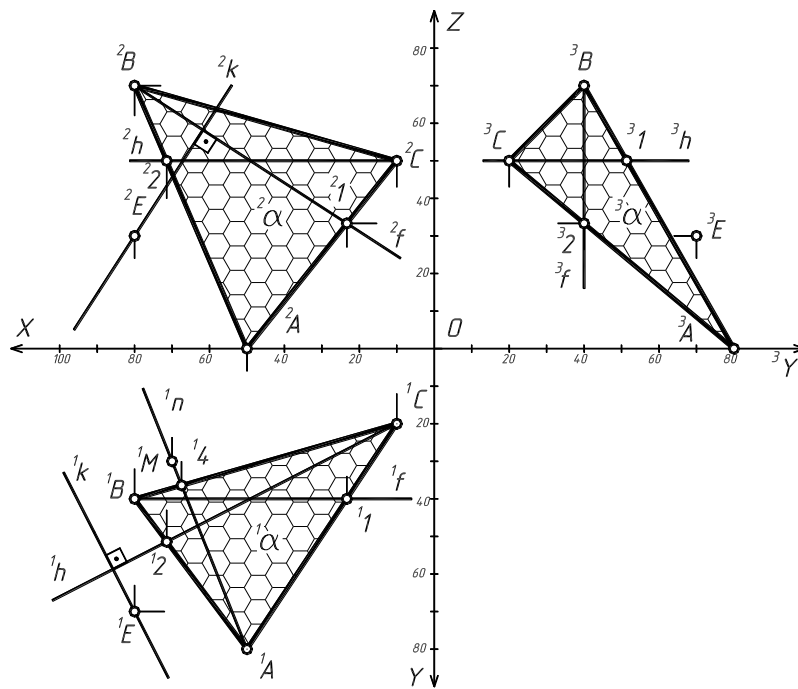


Рис. 3.16

З креслення видно, щоб побудувати горизонтальну проекцію горизонталі 1h ми будемо не що інше як сторону прямого кута. Аналогічно із фронтальною проекцією фронталі 2f .

Лабораторна №8

Тема: «Поверхні»

Мета лабораторної роботи:

1. Визначення твірних та поверхонь.
2. Графічна побудова поверхонь обертання.

1. Утворення та задання поверхонь. Поверхня в геометрії визначається як двопараметрична множина точок простору, тобто множина точок простору, координати яких є диференційованими функціями двох параметрів. Це визначення дозволяє розглянути поверхню як неперервну множину послідовних положень змінної лінії – твірної, що рухається в просторі за певним правилом, або перетин твірної (у всіх її послідовних положеннях), з деякими фіксованими лініями, які називаємо напрямними.

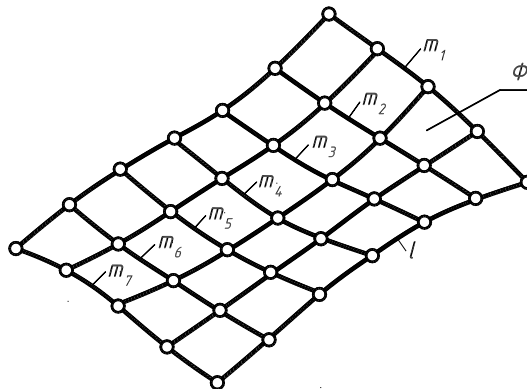


Рис. 4.1

В нарисній геометрії користуються головним чином кінематичним способом утворення поверхонь. На поверхні Φ можливо в загальному випадку провести два типи сімейства ліній l та m , яким будуть задовольняти наступні умови:

- ніякі дві лінії одного сімейства не перетинаються між собою.
- кожна лінія одного сімейства перетинає всі лінії другого.

На рис. 4.1 поверхня Φ утворена рухом твірної l по нерухомих напрямних m . Твірні та напрямні можуть мінятися місцями.

З великої кількості поверхонь оточуючого нас простору ми будемо розглядати два класи, поверхні обертання і гранні поверхні.

Поверхнею обертання називається поверхня, яка описується якою-небудь лінією (прямою, кривою) твірною при її обертанні навколо нерухомих осей.

Визначник поверхні обертання: 1. Нерухома пряма – вісь обертання; твірна - пряма або крива лінія. 2. Твірна обертається навколо осі так, щоб кожна точка твірної здійснила повний оберт.

Щоб викреслити складну деталь, треба навчитись будувати прості геометричні фігури, форми яких складають деталі: призми, циліндри, сфери, конуси, піраміди. Проектування геометричних тіл полягає не тільки в побудові за заданими розмірами проєкцій цих тіл, але і в умінні провести повний аналіз креслення, тобто вказати ребро, вершини, грані, визначити взаємне розміщення цих елементів, знайти видимі і невидимі частини фігури, визначити проєкції точок, які лежать на поверхні тіла, тощо.

Положення точки, яка лежить на поверхні задана, якщо відома одна її проєкція і вказано, на якій частині поверхні (видимої або невидимої) точка розміщена. Якщо немає вказівок, вважають, що точка розміщена на видимій частині поверхні.

Щоб побудувати відсутні проєкції точки яка лежить на поверхні, необхідно: 1) визначити вид поверхні (проектуюча або загального положення) на якій лежить задана точка; 2) вибрати графічно просту для побудови на кресленні лінію поверхні яка б проходила через задану точку; 3) побудувати проєкції цієї лінії на кресленні; 4) побудувати шукані на кресленні задані точки.

Будь-яка лінія являє собою сукупність точок, тому побудова проєкцій лінії, розміщеної на поверхні, зводиться до побудови проєкцій декількох точок, які належать цій лінії.

Лабораторна №9

Тема: «Відображення поверхонь. Точки на поверхнях»

Мета лабораторної роботи:

1. Закріплення навиків побудови циліндра.
2. Закріплення навиків побудови сфери.

1. Циліндр. Циліндром називається тіло, обмежене циліндричною поверхнею і двома паралельними площинами (основами). Прямим називається циліндр, в якого твірні перпендикулярні до основи рис. 4.2,а.

Проводячи аналіз креслення циліндра можна відмітити, що верхня основа циліндра паралельна площині 1P , нижня основа належить 1P . Бокова циліндрична поверхня – горизонтально – проектуюча. На 1P вона проектується в коло. Твірні даної поверхні (позначені як a, b, c, d) являються горизонтально-проектуючими прямими.

Розглянемо аксонометричне зображення циліндра (рис. 4.2,б) на горизонтальній проекції видимою буде верхня основа циліндра. На фронтальній проекції видимою буде передня частина циліндра (до площини δ). Площина δ умовно поділяє зображення циліндра на фронтальній площині проекцій на видиму і невидиму частини. Площина ε розділяє поверхню циліндра на видиму і невидиму частини на профільній площині проекцій. 3P . Всі точки, що знаходяться зліва від даної площини на профільній площині 3P будують видимі, а точки, що знаходяться справа – невидимі. Невидимі точки на комплексному кресленні зображуються в круглих дужках (точка E на рис. 4.2,е).

Побудова всіх проекцій точок здійснюється з допомогою ліній зв'язку по відповідних координатах. Яку б точку ми не взяли на поверхні циліндра, горизонтальна проекція цієї точки буде знаходитись на основі циліндра, тобто на колі.

Розглянемо декілька прикладів знаходження проекцій точок.

1. **Задано:** точка A на фронтальній проекції належить твірній a та верхній основі α . У символічному записі - $^2A \subset ^2a \subset ^2\alpha$ (рис. 4.2,в).

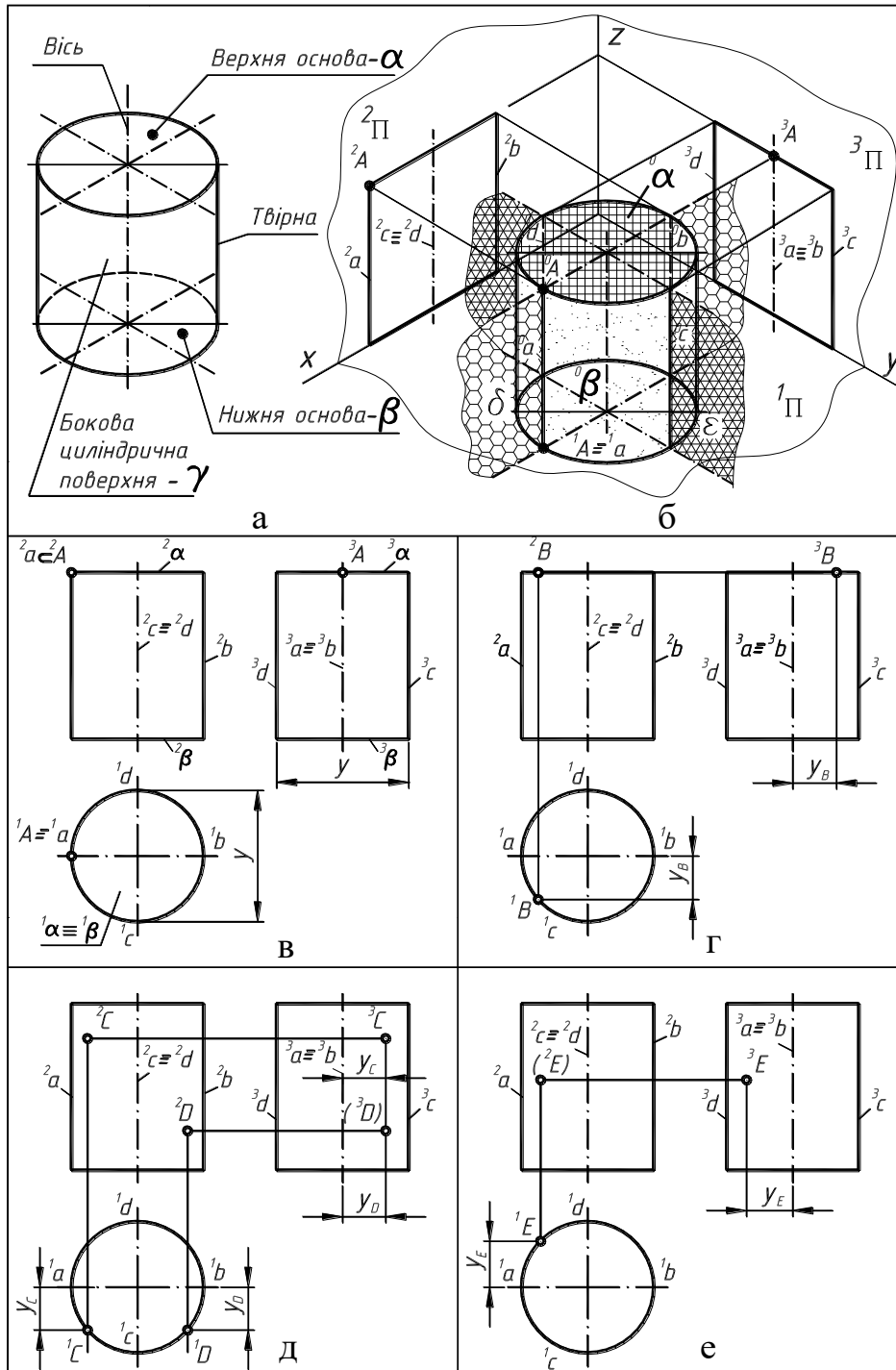


Рис. 4.2

Креслення: проєкція точки 1A на горизонтальній площині співпадає із проєкцією твірної $^1A \equiv ^1a$. Проєкція точки 3A на профільній площині проєкцій співпадає із профільною проєкцією твірної 3a та належить верхній основі - $^3\alpha$ (твірна - a належить фронтальній площині γ , що проходить через вісь симетрії (див. рис. 4.2, б) тому на профільній площині не викреслюється).

2. **Задано:** точка B на фронтальній проєкції належить верхній основі α та боковій поверхні γ . У символному записі - $^2B \subset \alpha^2 \subset^2\gamma$ (рис. 4.2,г).

Креслення: проєкція 1B на горизонтальній площині видима і знаходиться на колі основи. Проєкція 3B на профільній площині проєкцій видима належить верхній основі - $^3\alpha$ і знаходиться вправо від осі симетрії на відстані y_B

3. Задано: на фронтальній проекції точка C належить боковій поверхні γ . У символічному записі - ${}^2C \subset {}^2\gamma$ (рис. 4.2,д).

Креслення: проекція 1C на горизонтальній площині видима і знаходиться на колі основи. Проекція 3C на профільній площині проекцій видима і знаходиться від проекції 2C по горизонтальній лінії зв'язку вправо від осі симетрії на відстані y_C

4. Задано: на фронтальній проекції точка D належить боковій поверхні γ . У символічному записі - ${}^2D \subset {}^2\gamma$ (рис. 4.2,д).

Креслення: проекція 1D на горизонтальній площині видима і знаходиться на колі основи. Проекція 3D на профільній площині проекцій невидима і знаходиться від проекції 2D по горизонтальній лінії зв'язку вправо від осі симетрії на відстані y_D

5. Задано: невидима на фронтальній проекції точка E належить боковій поверхні γ . У символічному записі - ${}^2E \subset {}^2\gamma$ (рис. 4.2,е).

Креслення: проекція 1E на горизонтальній площині видима і знаходиться на колі основи. Проекція 3E на профільній площині проекцій невидима і знаходиться від проекції 2E по горизонтальній лінії зв'язку вліво від осі симетрії на відстані y_E

2.Сфера. Сферична поверхня може бути одержана шляхом обертання кола навколо осі, яка лежить в площині кола і проходить через його центр. Рис. 4.3,а.

Проекції контуру сфери на епюрі представляють собою кола які зображені на рис. 4.3,б. Довільний перетин сфери площиною рівня (горизонтальна, фронтальна, профільна) утворює коло і воно проектується без спотворення на відповідну площину проекцій.

Горизонтальна площина проходить через центр сфери і ділить її на дві рівні частини. Коло, що утворюється в перетині, називається екватор. Верхня половина сфери дає видимі точки на горизонтальній проекції (точки D і E на рис. 4.3,г), а нижня – невидимі.

Фронтальна площина також ділить сферу на дві рівні частини. Коло, що утворюється в перетині, називається головний меридіан. Точки, які знаходяться попереду цієї площини на фронтальній проекції видимі (точка F на рис. 4.3,д), які позаду – невидимі(точка G на рис. 4.3,д).

Ще одне коло одержимо як січення профільною площиною. Коло, що утворюється в перетині, називається профільний меридіан. Точки будуть видимі на профільній проекції, тоді коли вони будуть з лівої сторони від цієї січної площини (точки F і G на рис. 4.3,д), і невидимі, коли вони будуть справа (точки H і I на рис. 4.3,е).

Розглянемо декілька прикладів знаходження проекцій точок.

1. Задано: точка A на фронтальній проекції знаходиться в перетині головного фронтального та профільного меридіанів. У символічному записі - ${}^2A \subset {}^2b \cap {}^2c$ (рис. 4.3,в). (Аналогічно можна провести аналіз побудови точки B , що

знаходиться в перетині екватора та профільного меридіана та аналіз побудови точки C що знаходиться в перетині екватора та головного меридіана)

Креслення: проекція точки 1A на горизонтальній площині буде знаходитись в перетині головного фронтального та профільного меридіанів- ${}^1A \subset {}^1b \cap {}^1c$. Проекція точки 3A на профільній площині буде знаходитись в перетині головного фронтального та профільного меридіанів- ${}^3A \subset {}^3b \cap {}^3c$.

Аналогічно можна провести аналіз побудови точки B , що знаходиться в перетині екватора та профільного меридіана та аналіз побудови точки C що знаходиться в перетині екватора та головного меридіана (рис. 4.3,в)

2. **Задано:** точка D на фронтальній проекції належить головному (фронтальному) меридіану. У символному записі – ${}^2D \subset {}^2b$ (рис. 4.2,г).

Креслення: проекція точки 1D на горизонтальній площині буде знаходитись на перетині вертикальної лінії з'язку і осьової лінії, а саме належати головному меридіану – ${}^1D \subset {}^1b$. Координата точки D по осі OX визначається колом радіусом – $R1$ утвореним в горизонтальній площині.

Аналогічно можна провести аналіз побудови точки E , (рис. 4.3,г) її проекція на горизонтальній площині визначається екватором сфери – ${}^1E \subset {}^1a$, фронтальна проекція буде знаходитись на перетині вертикальної лінії з'язку і осьової лінії – ${}^2E \subset {}^2b$. Координата точки E на профільній проекції визначається колом радіусом – $R3$ утвореним в профільній площині.

3. **Задано:** точка F - видима та точка G - невидима на фронтальній проекції. У символному записі – ${}^2F \equiv {}^2G$ (рис. 4.3,д).

Креслення: проекції точок 1F і 1G на горизонтальній площині будуть знаходитись на колі радіусом – $R1$, його радіус визначено з фронтальної площини проекцій. Проекції точок 3F і 3G на профільній площині будуть знаходитись на колі радіусом – $R3$, його радіус визначено з фронтальної площини проекцій.

4. **Задано:** точка H - видима та точка I - невидима на горизонтальній проекції. У символному записі – ${}^2H \equiv {}^2I$ (рис. 4.3,е).

Креслення: проекції точок 2H і 2I на горизонтальній площині будуть знаходитись на колі радіусом – $R2$, його радіус визначено з фронтальної площини проекцій. Проекції точок 3F і 3G на профільній площині будуть знаходитись на колі радіусом – $R3$, його радіус визначено з фронтальної площини проекцій.

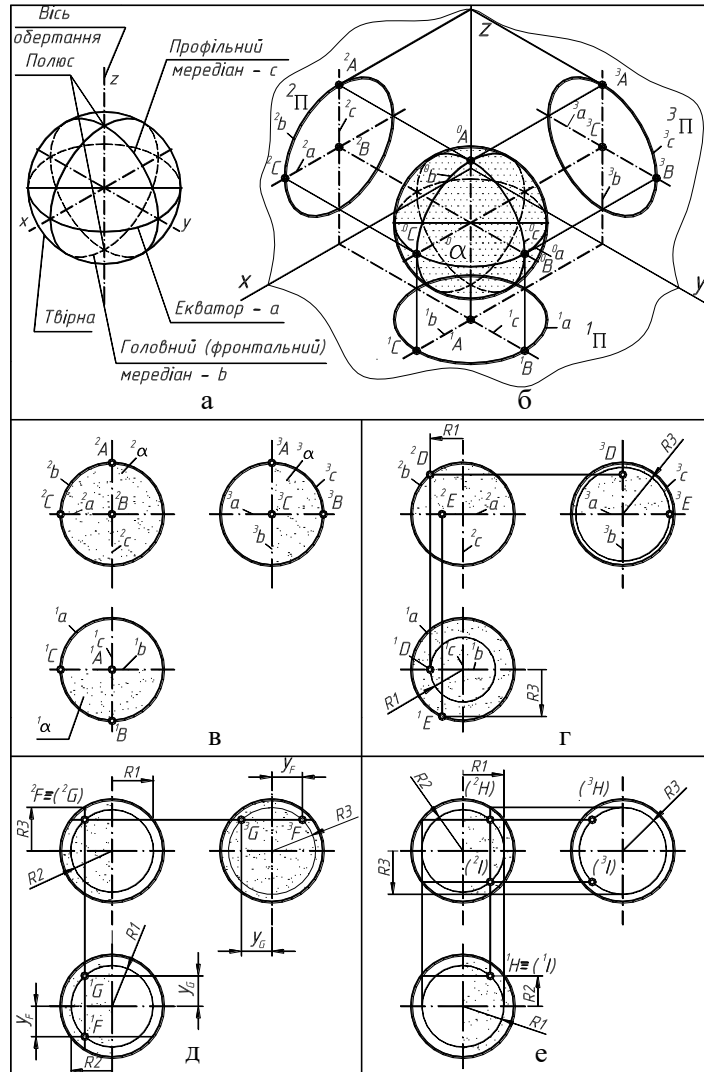


Рис. 4.3

Лабораторна №10

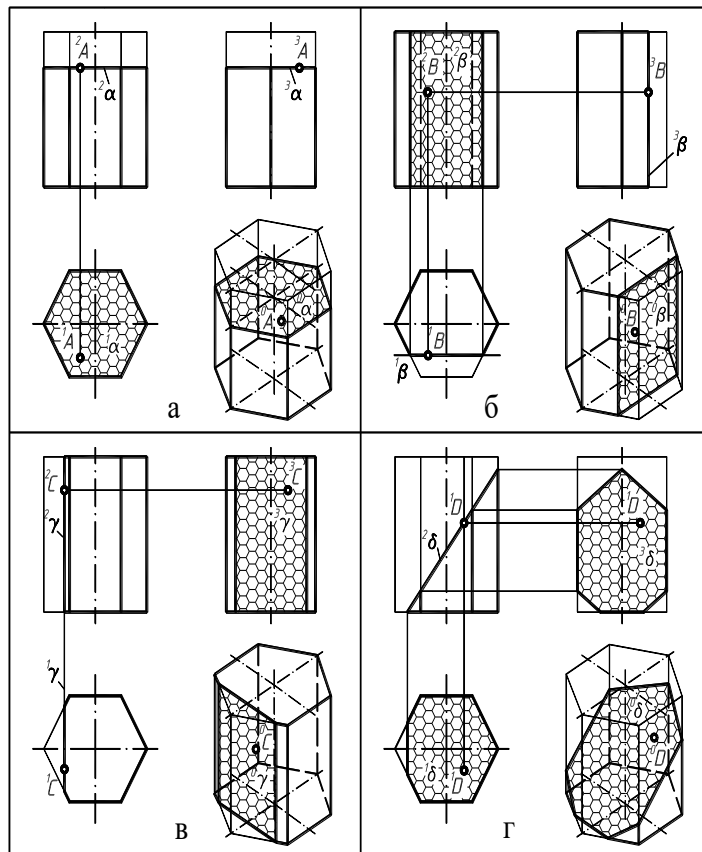
Тема: «Перетин поверхонь площинами».

Мета лабораторної роботи:

1. Перетин поверхні горизонтальною площиною.
2. Перетин поверхні фронтальною площиною.
3. Перетин поверхні фронтально-проектуючою площиною.

При перетині поверхонь геометричних тіл, площинами отримуємо лінії прямі і плоскі алгебраїчні криві другого порядку (коло, еліпс, парабола, гіпербола). Будь-яка лінія представляє собою сукупність точок, тому побудова проєкцій ліній, розміщених на поверхнях геометричних тіл базується на побудові проєкцій декількох точок (двох для прямих і більше - для кривих) цих ліній.

1. Перетин поверхні горизонтальною площиною. На рис. 1.1 зображені три проєкції і аксонометрія призми яку перетинають: горизонтальною площиною - α (рис. 1.1,а); фронтальною - β (рис. 1.1,б); профільною - γ (рис. 1.1,в); фронтально-проектуючою площиною - δ (рис. 1.1,в) та побудову решти проєкцій точок для яких задано - 1A (рис. 1.1,а), 2B (рис. 4.7,б), 3C (рис. 1.1,в), 1D (рис. 1.1,в), які належать переліченим вище площинам.



2. Перетин поверхні фронтальною площиною. На рис. 1.2 зображені три проєкції і аксонометрія піраміди яку перетинають: горизонтальною площиною -

α (рис. 1.2,а); фронтально-проектуючою площиною - β (рис. 1.2,б) та побудову решти проєкцій точок для яких задано - 1A (рис. 1.2,а), 1B (рис. 1.2,б), які належать переліченим вище площинам.

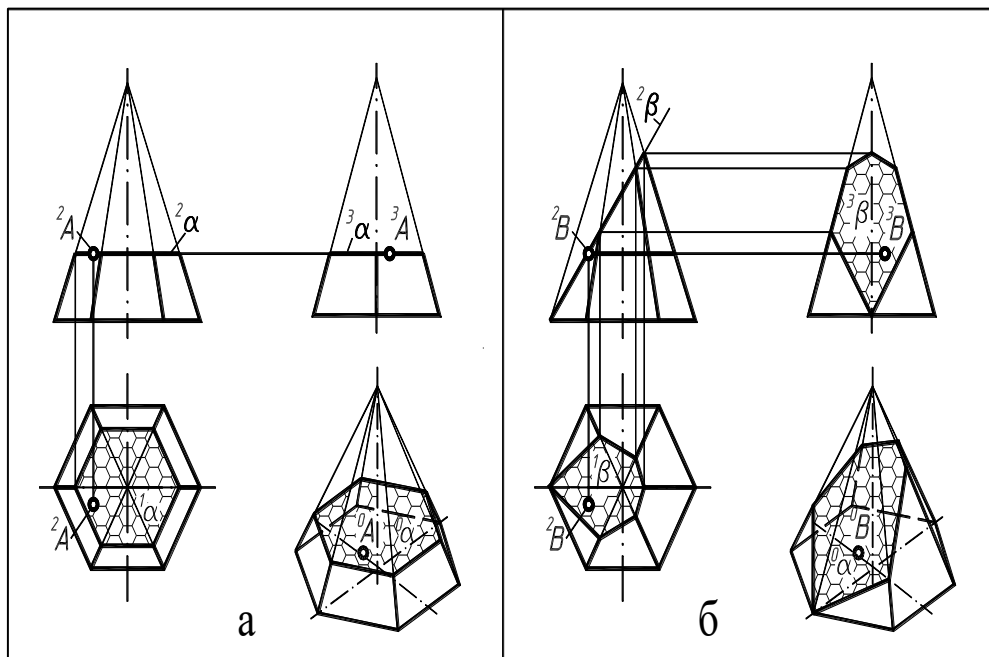


Рис. 1.2.

3. Перетин поверхні фронтально-проектуючою площиною. На рис. 1.3. зображені три проєкції і аксонометрія циліндра який перетинають: фронтально-проектуючою площиною - α (рис. 1.3.,а); профільною площиною рівня- β (рис. 1.3.,б) та побудову решти проєкцій точок для яких задано - 1E (рис. 1.3.,а), 3F (рис. 1.3.,б), які належать переліченим вище площинам. Перетин циліндра фронтально-проектуючою площиною - α утворює криву лінію на його поверхні – еліпс, який на профільній проєкції будують по точках визначених проєкуванням на горизонтальну проєкцію циліндра - коло.

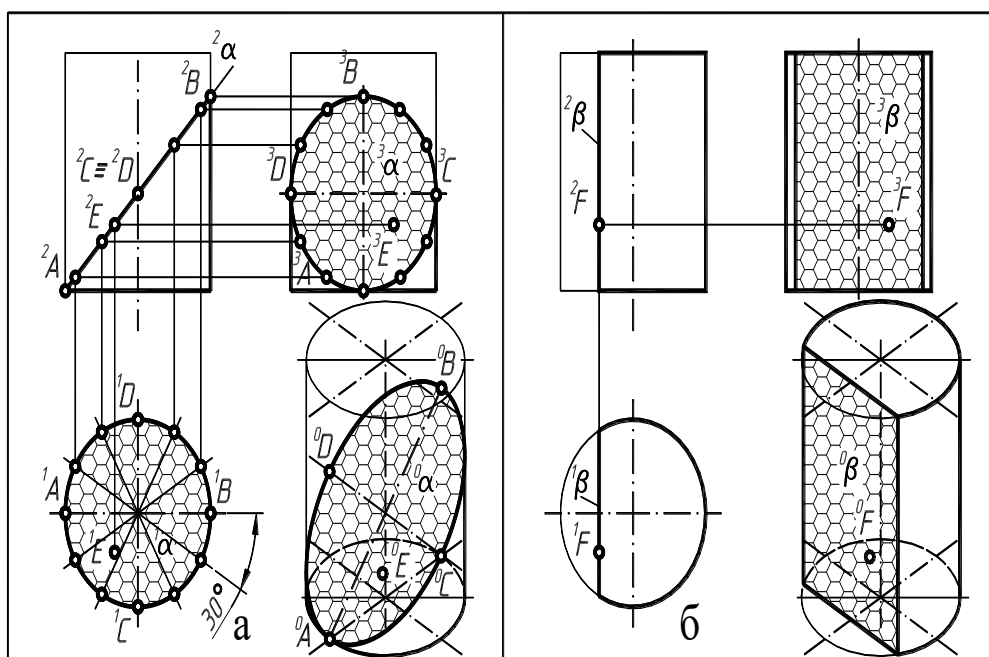


Рис. 1.3.

На рис. 1.4. зображені три проекції і аксонометрія сфери яку перетинають: горизонтальною площиною - α (рис. 1.4.,а); фронтальною - β (рис. 1.4.,б); профільною - γ (рис. 1.4.,в); фронтально-проекуючою площиною - δ (рис. 1.4.,г) та побудову недостаючих проекцій точок для яких задано проекція точки 1A належить фронтальному меридіану та площині- α (рис. 1.4.,а), проекція точки 2B належить екватору сфери та площині- β (рис. 1.4.,б), проекція точки 3C належить екватору сфери та площині- γ (рис. 1.4.,в) які належать переліченим вище площинам.

Зріз сфери фронтально-проекуючою площиною - δ (рис. 1.4.,г) зображується на інших площинах проекцій - $^1\Pi$, $^3\Pi$ у вигляді еліпсів. Зрештою зріз іншими проектуючими площинами (горизонтально-проекуючою та профільно-проекуючою) також зумовить зображення еліпсів на інших площинах проекцій - $^2\Pi$, $^3\Pi$ (для горизонтально-проекуючої) та $^1\Pi$, $^2\Pi$ (для профільно-проекуючої).

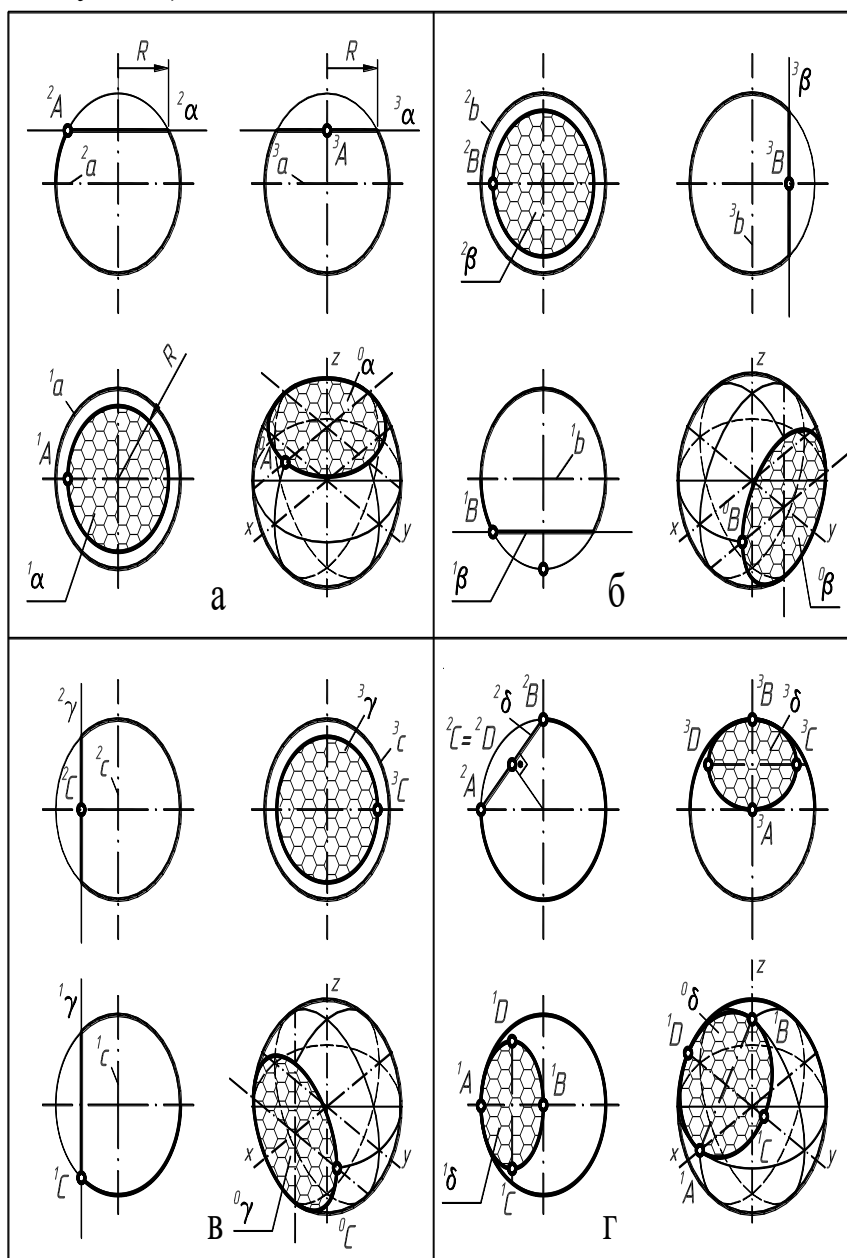


Рис. 1.4.

На рис. 1.5,а зображені три проекції і аксонометрія конуса який перетинає горизонтальна площина рівня - α . В перетині конічної поверхні утворюється коло.

На рис. 1.5,б зображені три проекції і аксонометрія конуса який перетинає фронтально-проектуюча площина рівня - β , яка проходить через його вершину. В перетині конічної поверхні його дві твірні утворюють трикутник.

На рис. 1.5,в та 1.5,г зображені три проекції і аксонометрія конуса який перетинає фронтально-проектуюча площина - γ , яка нахилена до осі конуса під кутом, більшим за кут нахилу твірної конуса до осі. В перетині конічної поверхні утворюється еліпс. Неповний еліпс утворюється, якщо фронтально-проектуюча площина перетинає основу конуса. На першому етапі побудови (див.рис. 1.5,в) слід побудувати горизонтальні проекції точок 1A і 1B (велика піввісь еліпса) та 1C і 1D (мала піввісь еліпса). Пошук профільної проекції цих точок розглянуто вище (див. рис. 1.5,г). На другому етапі побудови (див.рис. 1.5,д) проекції допоміжних точок еліпса як належних конусові точок знаходимо за допомогою площин-посередників μ_i , які являють горизонтальні площини рівня, у такій послідовності .

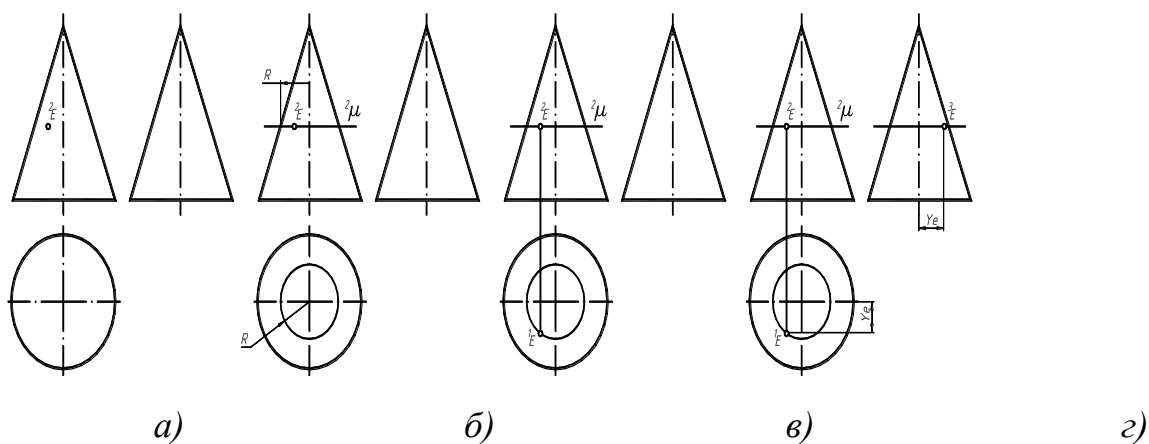


Рис. 1.5.. Побудова проекцій належної поверхні конуса точки E.

Через задану на поверхні конуса фронтальну проекцію 2E точки E (рис. 1.5.,а) проводимо горизонтальну площину рівня $^2\mu$ як площину-посередник (рис. 1.5.,б). Ця площина перетинає конус по колу радіуса R. Будуємо горизонтальну проекцію кола, що являє дійсну величину перерізу конуса площиною μ . На перетині лінії проекційного зв'язку з колом будуємо горизонтальну проекцію 1E точки E (рис.1.5.,в). Профільну проекцію 3E точки E будуємо, визначивши на горизонтальній проекції значення координати y_E (рис. 1.5.,г).

На рис. 1.6.,д зображені три проекції і аксонометрія конуса який перетинає фронтально-проектуюча площина паралельна одній твірній конуса - $^2\delta$. В перетині конічної поверхні утворюється парабола. Побудову характерних точок параболи – 1, 2, 6 розглянуто вище (див. рис.4.4, в, г, д ,точки –B, C, D,

Е). Проекції допоміжних точок – 3, 4, 5 знаходимо за допомогою площин посередників (див.рис. 1.6.).

На рис. 1.6.,е зображені три проекції і аксонометрія конуса який перетинає фронтально-проектуюча площина паралельна двом твірним або осі конуса - $^2\varepsilon$. В перетині конічної поверхні утворюється гіпербола.

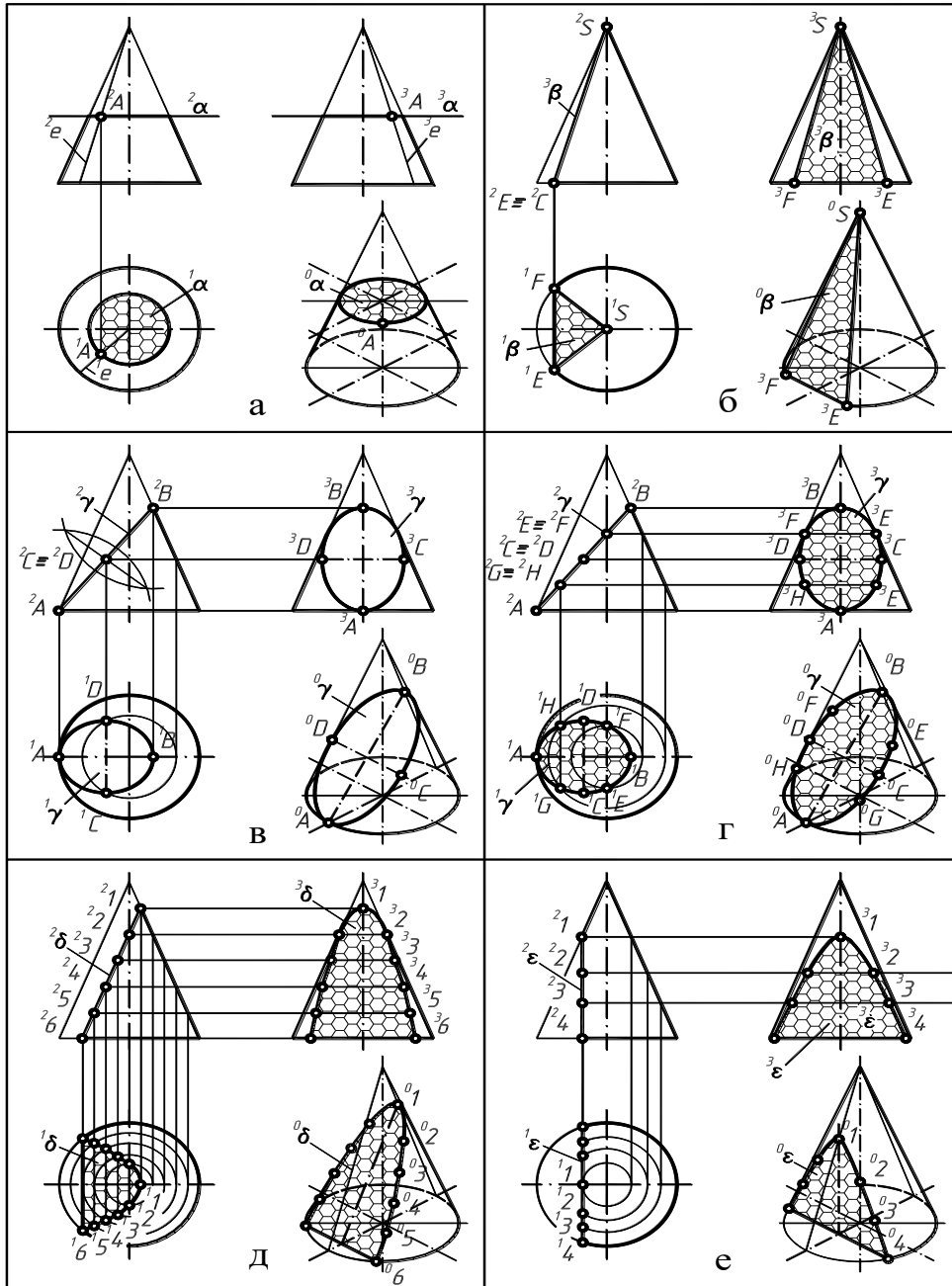


Рис. 1.6.

Лабораторна №11

Тема: «**Формати. Розміри рамок**».

Мета лабораторної роботи:

1. *Формати аркушів ,документації*

2. *ГОСТ 2.301-68 «Загальна система конструкторської документації. Формати»*

1.Формати аркушів ,документації. Загальна система форматів документації була запроваджена Комітетом стандартів, мір та вимірювальних пристроїв при Раді Міністрів СРСР в 1971р. Цією системою користуються й донині в Україні та державах СНД. Уніфікована система дає можливість співпраці інженерам з різних держав створювати спільні проекти.

Кожна держава на певному етапі історичного розвитку мала власну систему виміру, одиниць та форматів. Вимоги до оформлення документації, винаходів, витворів почали виникати з розвитком цехів та майнового права.

Початок індустріалізації, масового випуску тої чи іншої продукції, продаж обладнання, креслень, винаходів створили попит на уніфіковані добротні речі. Тиражований випуск газет, книг, паперу та плакатів поклав край оригінальним розмірам, текстурі та фактурі.

ГОСТ 2.301-68 «Загальна система конструкторської документації. Формати». Стандарт встановлює формати листів креслень та інших документів, виконаних в електронній чи (та) паперовій формі, передбачені стандартами конструкторської документації всіх галузей промисловості та будівництва.

Формат листа визначається розміром зовнішньої рамки (виконаної тонкою лінією) оригіналів, дублікатів, копій (рис.2.1.)

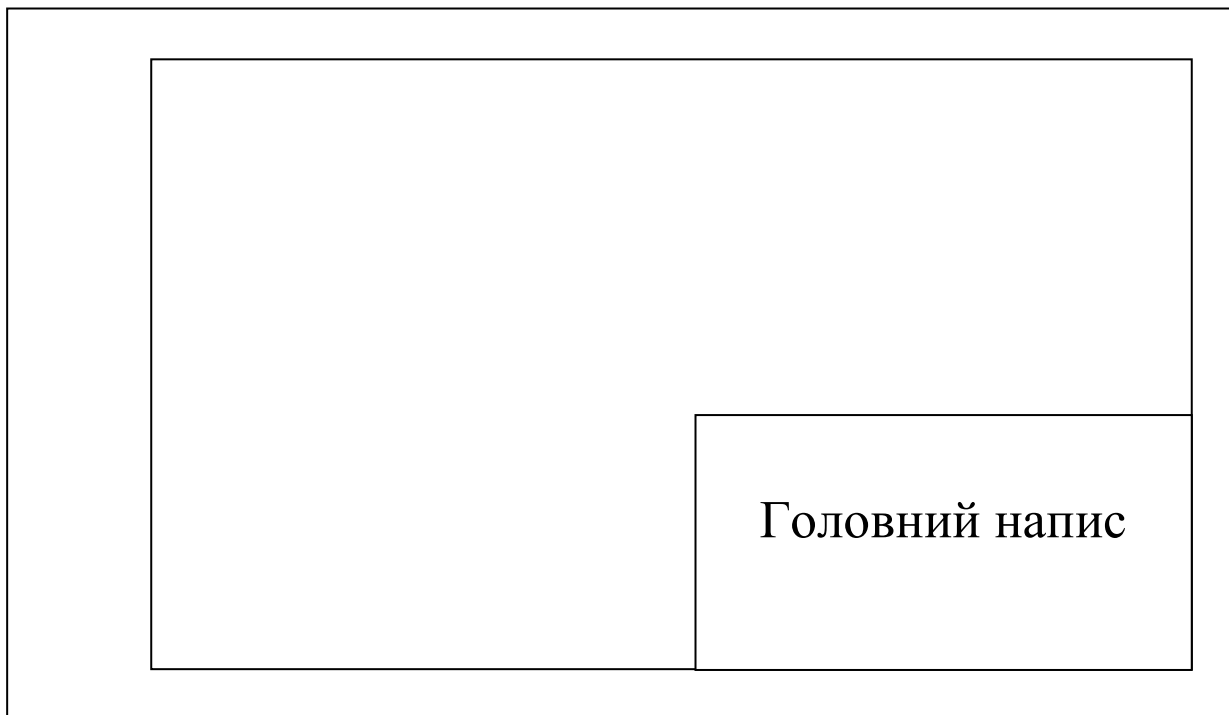


Рис.2.1.

Зовнішня рамка

При виводі електронного документу на друк паперового носія з розмірами сторін листа , що відповідають вказаним в таблиці 2.1., зовнішню рамку формату допускається не виконувати. Якщо розмір листа більший, ніж вказане в табл..2.1.,- то зовнішні рамка формату повинна бути надрукованою.

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841x1189
A1	594x 841
A2	420x594
A3	297x420
A4	210x297

Табл.2.1.

Формат з розмірами сторін 1189x841 мм, площа якого дорівнює 1 м² , інші формати, одержані шляхом послідовного поділу його на дві рівні частини, паралельно меншій стороні відповідного формату, приймаються а основні.

Позначення і розміри сторін головних форматів повинні відповідати вказаним в таб.2.1.

За необхідності, допускається використання формату А5 з розмірами 148x210 мм.

Також можливе використання додаткових форматів, утворених збільшенням коротких сторін основних форматів на величину, кратну їх розміру.

Розмір довільних форматів, як правило, слід обирати з таблиці 2.2.

мм

Кратність	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189x1682	-	-	-	-
3	1189x2523	841x1783	594x1261	420x891	297x630
4	-	841x2378	594x1682	420x1189	297x841
5	-	-	594x2102	420x1486	297x1051
6	-	-	-	420x1783	297x1261
7	-	-	-	420x2080	297x1471
8	-	-	-	-	297x1682
9	-	-	-	-	297x1892

Табл.2.2.

Позначення обраного формату виконується на основі позначення основного формату і його кратності, відповідно до таб.2.2., до прикладу А0×2, А4×8 і т.д.

Крайні показники відхилення в розмірах форматів зазначено в табл.2.3.

Розмір сторони формату, мм	Крайнє відхилення, мм
До 150	Плюс – мінус 1,5
150-600	Плюс – мінус 2
Більше 600	Плюс – мінус 3

Табл.2.3.

Документи в електронній формі мають містити, в своїй реквізитній частині, позначення листа паперового носія, при виводі на який масштаб відображення буде відповідати вказаному.