

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський промислово-економічний коледж  
Київського національного університету технологій та дизайну

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Заступник директора з НР  
\_\_\_\_\_ С.В. Бондаренко  
\_\_\_\_\_ 2015 р.

Методичне забезпечення лекційного курсу з  
дисципліни Основи креслення і нарисної геометрії для  
студентів II курс спеціальності 5.02020701 «Дизайн»

Уклав

А.М. Савчук

Розглянуто на засіданні  
циклової комісії природничо-  
наукової підготовки  
Протокол № 1 від 31 08 2015 року

Голова циклової комісії

А.М. Савчук

## Лекція № 1

**Тема:** Вступ

**Мета:** Ознайомити з місцем навчальної дисципліни у програмі підготовки молодших спеціалістів; метою та завданням курсу «Основи креслення і нарисної геометрії»; креслярськими приладдям та вимогами до графічних робіт

**Методи:** словесні (лекція з елементами бесіди); наочні.

**План:**

- 1 Мета та задачі дисципліни. Короткі історичні відомості про креслення.
- 2 Стандарти системи конструкторської документації.
- 3 Креслярські інструменти і приладдя, які використовуються в роботі конструктора.

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** стенди, зразки звітів графічних робіт студентів, креслярські приладді.

### Література:

- 1 Хаскин А.М. «Черчение».-М., 5-е стер.-К.:Вища шк. Главное из-во, 1986
- 2 Боголюбов С.К. Черчение. –М.: Машиностроение, 1989

**1 Основи креслення і нарисної геометрії** відносяться до дисциплін, які складають загально-технічну підготовку спеціалістів з вищою технічною освітою.

Мета курсу дисципліни — дати студентам знання, уміння та навички, які необхідні для викладення технічних ідей за допомогою креслення, для розуміння за кресленням конструкцій та принципу дії зображеного технічного механізму і споруди.

Предметом дисципліни є складання та читання креслень (графічних моделей) геометричних образів, що лежать в основі технічних виробів та креслень самих виробів.

До задач Основ креслення і нарисної геометрії слід віднести:

- 1) вивчення теоретичних основ побудови зображень (включаючи аксонометричні проєкції) точок, прямих, площин, поверхонь тощо;

2) розв'язання задач на взаємну належність та взаємний перетин геометричних образів та визначення їх натуральних величин;

3) вивчення способів побудови зображень предметів і деталей у відповідності зі стандартами;

4) розвиток уміння визначати геометричні форми простих деталей за їх зображеннями та виконання цих зображень як з натури, так і за кресленням складальної одиниці;

5) ознайомлення із зображенням з'єднань деталей;

6) вироблення навиків читання креслень складальних одиниць, а також умінь виконувати їх креслення, у відповідності зі стандартами України.

Дисципліна розглядає просторові форми та їх співвідношення за їх графічними моделями (кресленнями), які є основними документами при виготовленні, ремонті та контролі будь-якої деталі чи механізму. Формоутворюючими елементами простору є геометричні образи — точка, пряма та площина, з яких складаються більш складні фігури.

До задач дисципліни відноситься також ознайомлення з принципами виконання та призначення різної графічної документації, передбаченої відповідними стандартами, які встановлюють єдину термінологію, що використовується при проектуванні.

Перші рисунки, близькі до сучасних прямокутних проекцій, зустрічаються вже на стінах давніх храмів і палаців Єгипту та Ассирії. За часів Стародавньої Греції та Риму для побудови зображень також використовувалися прямокутні та центральні проекції на одну площину. Зодчі Київської Русі створили такі всесвітньо відомі пам'ятки архітектури, як Софію Київську, Золоті ворота, які й зараз викликають захоплення. Правила будівництва були викладені в "Будівельному статуті" (1020 р.) Ярослава Мудрого. Там же були наведені зображення, побудовані за проекційним принципом. Новий період розвитку нарисної геометрії починається в епоху Ренесансу, коли з розквітом архітектури та живопису особливого значення набуває перспектива.

Окремі види проекцій використовувалися в техніці до кінця XVIII ст., коли в 1799 р. з'явилася знаменита „ *Geometrie descriptive* " Гаспара Монжа (1746-1818). У цій книзі окремі прямокутні проекції на вертикальну та горизонтальну площини були зведені в єдину систему. В Росії перший курс нарисної геометрії був прочитаний у 1810 р. в інституті (корпусі) інженерів шляхів сполучення учнем Монжа інженером К.І. Потьє. В 1821 р. вийшов перший російський підручник з нарисної геометрії Я.О. Севастьянова.

Новий етап розвитку нарисної геометрії та інженерної графіки почався в 40-і роки XX ст., коли у Москві професор М.Ф. Четверухін (1891-1974), а в Києві професор С.М. Колотов (1880-1965) опублікували ряд наукових праць, які започаткували систематичні наукові та науково-методичні дослідження в цій галузі знань.

Мова графічних зображень не знає кордонів, адже вона однаково зрозуміла всім людям, незалежно від того, якою мовою вони розмовляють. Графічну мову набагато легше при звичаїти для розуміння електронно-

обчислювальною машиною. Будь-яка графічна інформація відрізняється від словесної більшою конкретністю, виразністю і лаконічністю.

Серед інших графічних зображень креслення посідають особливе місце. За кресленнями на виробництві виготовляють різні предмети. За кресленням можна з'ясувати будову виробу і взаємодію його частин. Тобто креслення потрібні для складання і ремонту виробів, для вивчення їх будови. Важко уявити галузі практичної діяльності людей, де б не знаходили застосування креслення. За кресленнями зводять житлові будинки, будують греблі, шахти, електростанції, прокладають залізниці і шосе. За кресленнями виготовляють одяг і меблі, шиють взуття.

У сучасний час більшість креслеників виконуються за допомогою комп'ютерних програм, наприклад таких як AutoCAD та КОМПАС.

## **2 Стандарти системи конструкторської документації.**

При виконанні креслень використовується багато умовностей в зображеннях об'єктів і їх елементів, надається багато інформації у вигляді умовних позначень тощо. Для того, щоб така інформація була зрозуміла кожному спеціалісту, повинна бути єдина технічна мова і єдина термінологія, що забезпечується державними стандартами. Усі креслення оформляють відповідно до вимог чинних стандартів. Загальні правила виконання креслень регламентуються стандартами "Система конструкторської документації" (СКД). Тобто до стандарту.

Стандарт – нормативно – технічний документ, який встановлює єдині обов'язкові вимоги до чогось.

На території України чинні такі нормативні документи (НД):

- 1) міждержавні стандарти, настановні документи, рекомендації;
- 2) державні стандарти України;
- 3) республіканські стандарти колишньої УРСР, затверджені Держпланом колишньої УРСР до 1 серпня 1991 р.;
- 4) настановні документи та рекомендації Держстандарту України;
- 5) державні класифікатори;
- 6) галузеві стандарти (ОСТ) та технічні умови (ТУ) колишнього СРСР, затверджені до 1 січня 1992 р. і термін чинності яких не закінчився, якщо вимоги НД не суперечать чинному законодавству України;
- 7) галузеві стандарти України (ОСТ колишнього СРСР, утримувачами оригіналів яких є організації України, ГСТУ, зареєстровані в УкрНДІСС);
- 8) технічні умови, зареєстровані територіальними органами Держстандарту України.

Позначення нормативної документації мають такі індекси:

- 1) ДСТУ - державні стандарти, затверджені Держстандартом України;
- 2) ДСТУ ISO - державні стандарти, через які запроваджено стандарти Міжнародної організації зі стандартизації (ISO).

Номер стандарту відповідає номеру міжнародного стандарту. За таким самим принципом позначаються державні стандарти з прямого впровадження

публікацій Міжнародної електротехнічної комісії (IEC) чи стандартів, прийнятих спільно цими організаціями (наприклад, з індексом ISO / IBC ( IBC - міжнародна організація, яка займається стандартизацією в галузі електротехніки, радіоелектроніки і зв'язку). Якщо позначення державного стандарту містить індекс ГОСТ чи ГОСТ..... ISO, то такий державний стандарт України прийнятий Міждержавною Радою як міждержавний і використовується державами-учасниками Угоди, що приєдналися до цього стандарту, як державний стандарт цих держав;

3) РСТ УРСР - республіканські стандарти колишнього СРСР;

4) ДК - державні класифікатори;

5) ГСТУ - галузеві стандарти України.

Під час розробки конструкторської документації використовується ДСТУ 3321-96 і тимчасово діючі стандарти класу 2 раніше діючої ЄСКД, що складають комплекс стандартів - СКД. СКД - це комплекс державних стандартів, який встановлює взаємопов'язані правила та положення щодо порядку розроблення, оформлення й обігу конструкторської документації.

### **3 Креслярські інструменти і приладдя**

Для виконання креслень використовуються креслярські інструменти і приладдя.

**Папір** Для креслень використовують креслярський папір. Рекомендується креслити на більш гладенькому боці паперу. Для копіювальних робіт використовують прозорий папір - кальку, а для виконання ескізів, графіків, діаграм тощо - міліметровий папір або звичайний папір у клітинку.

**Олівці.** Від вибору і вмілого користування креслярськими олівцями залежить якість креслення. Для креслення використовують олівці «Конструктор» або «KOH-I-NOOR». Вони бувають тверді, м'які і середні.

Тверді олівці позначають буквою «Т» («Н»). По мірі зростання твердості до букви додають відповідну цифру: 2Т, 3Т (2Н, 3Н) і т.ін.

М'які олівці позначають буквою «М» («В»). Зростання цифри, що стоїть біля букви – 2М, 3М (2В, 3В) і так далі означає збільшення ступеня м'якості олівця.

Олівці середньої твердості позначають буквами «ТМ» або «НВ».

Для креслярських робіт використовують і цангові олівці із стержнями різної твердості.

Вірно заструганий олівець має форму конуса заввишки 25-30 мм. Кінчик графіту виступає з оправи на 6-8 мм . Для виконання ліній однакової товщини олівець застругують «під лопатку». Під час роботи графітовий стержень загострюють на дрібному наждачному папері № 0 або № 00. Для зручності смужку наждачного паперу варто наклеїти на дерев'яний брусочок або папір.

Олівець застругують з того кінця, на якому немає марки.

Готовальня - це набір креслярських інструментів, укладених у спеціальний футляр.

Гумка. Для витирання ліній, проведених олівцем, застосовують м'які гумки, а для ліній, обведених тушшю, - тверді. Перед роботою кінчик гумки протирають на чистому аркуші паперу, щоб вона не забруднювала креслення

## Лекція № 2

**Тема:** Масштаби. Правила нанесення розмірів

**Мета:** Ознайомити з використанням та позначенням масштабів відповідно до стандарту; правилами нанесення розмірів.

**Методи:** словесні (лекція з елементами бесіди); наочні.

### План:

- 1 Масштаби. Формати
- 2 Правила нанесення розмірів

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** стенди, зразки звітів графічних робіт студентів, креслярські приладі.

### Література:

- 1 Хаскин А.М. «Черчение».-М., 5-е стер.-К.:Вища шк. Главное из-во, 1986
- 2 Боголюбов С.К. Черчение. –М.: Машиностроение, 1989

#### 1 Масштаби

Масштабом називається відношення розмірів об'єкта, зображеного на кресленні, до їх дійсних значень.

ДСТУ ISO 5455:2005 встановлює такі масштаби:

- масштаби зменшення - 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000;
- справжня (натуральна) величина -1:1;
- масштаби збільшення - 2:1; 2,5:1; 4:1; 5; 1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

При проектуванні генеральних планів великих об'єктів допускається застосовувати масштаби 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:20000; 1:25000; 1:50000.

Формат – розміри зовнішньої рамки листа конструкторського документа.

Відповідно до ДСТУ ISO 5457:2006 формат аркуша креслень визначається розмірами його сторін.

### Основні формати креслення

Позначення формату	Розміри сторінки в мм ( формат )
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

У разі потреби застосовують додаткові формати, у утворюються збільшенням розмірів коротких сторін основних форматів на величину , кратну їх розмірів.( приклад A4×3, A3×7)

Кожен аркуш конструкторського документа має містити інформацію про розміщення зображення чи текст. Поле кресленника на аркуші обмежується рамкою, яку проводять суцільною товстою лінією на відстані 5 мм від меж формату; зліва лінією рамки проводять на відстані 20 мм. Поле завширшки 20 мм залишають для брошурування креслеників.

## 2 Нанесення розмірів

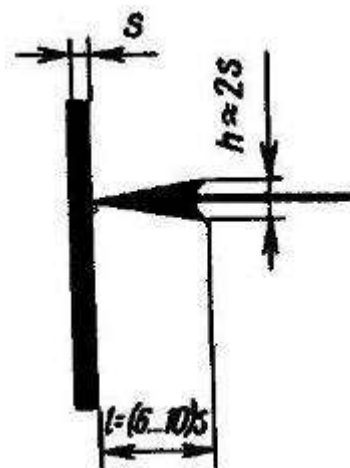
Основні правила нанесення розмірів на кресленні регламентуються ДСТУ ISO 129-1:2007 Основні правила нанесення розмірів:

- Розміри та граничні відхилення на кресленні проставляються в Міліметрах;
- Кожний розмір проставляється тільки один раз;
- Розміри котрі характеризують 3 найбільших розмірів: довжину, ширину і висоту – габаритними;
- Нанесення розмірів повинно відповідати технології і послідовності виготовлення виробу;
- Розмір складається з розмірного числа( шрифтом 5,7), розмірної та виносних ліній.



Розмірну лінію наносять паралельно цьому відрізку, а виносні - перпендикулярно.

Розмірне число ставиться над розмірною лінією і посередині її.

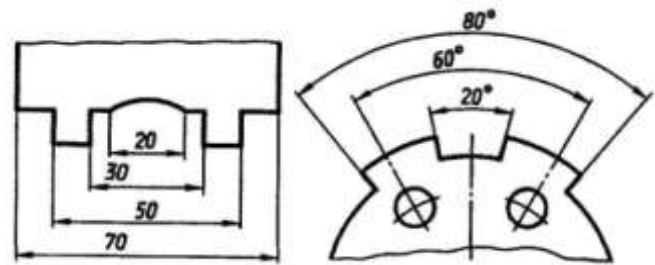


Кутові розміри показують в градусах, мінутах і секундах; при цьому градуси й міноти виражають цілими числами.

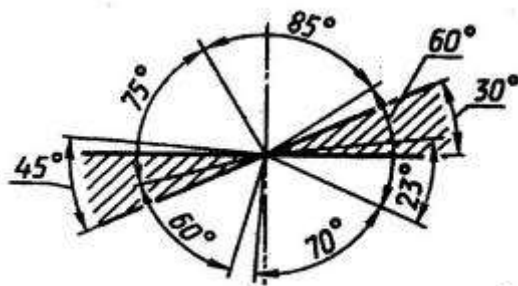
Розмірні та виносні лінії виконують суцільними тонкими лініями (товщина - від  $\frac{s}{2}$  до  $\frac{s}{3}$ ).

Розмірні лінії, які показують межі вимірювання, закінчують стрілками. Розмір стрілок залежить від товщини ліній видимого контуру зображення і має бути по можливості однаковим для всього креслення.

Мінімальна відстань між розмірною лінією та лінією видимого контуру повинна бути 10 мм, а між розмірними лініями - 7 мм. Виносні та розмірні лінії не повинні перетинатися між собою, тому рекомендується менші розміри наносити ближче до контуру зображення

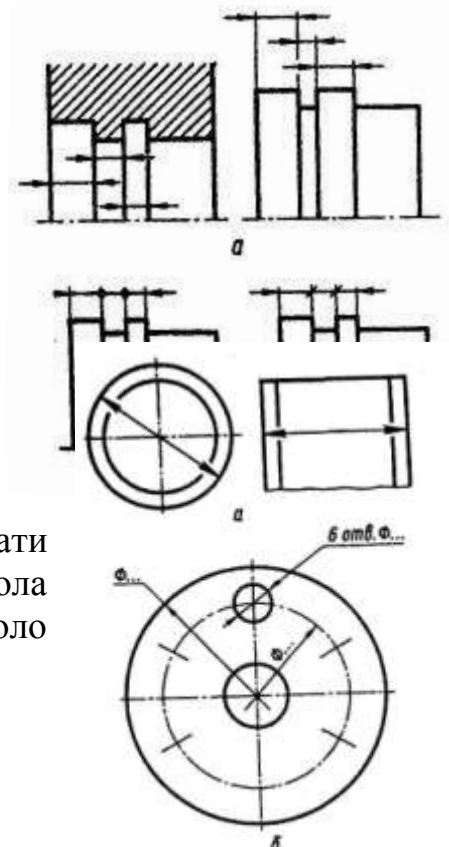


Кутові розміри числа, розташовані вище від горизонтальної осьової лінії, розміщують над розмірними лініями з боку їх опуклості, числа, розміщені нижче від горизонтальної осьової лінії, - з боку угнутості розмірних ліній.



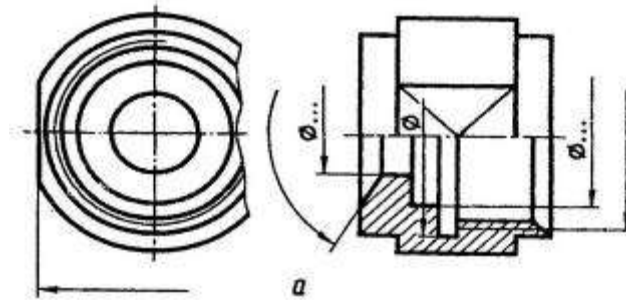
Якщо на кінцях розмірних ліній мало місця для зображення стрілок, то такі лінії рекомендується продовжувати і стрілки наносити з зовнішнього боку елемента ( а ). Коли розмірні лиш розміщені ланцюжком і для стрілок немає місця, то допускається їх заміна або засічками, які наносять під кутом 45° до розмірних ліній ( б ).

Якщо на кресленні мало місця для нанесення стрілок, бо близько розміщена контурна чи виносна лінія, то такі лінії рекомендується перепивати ( а ). Допускається розмірну лінію для діаметра кола проводити з обривом незалежно від того, буде коло показане повністю чи ні ( б ).

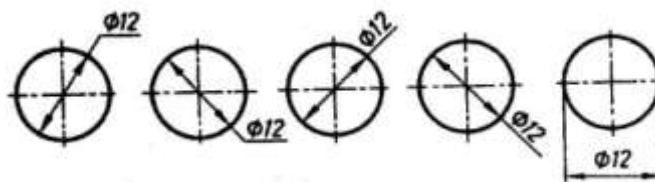




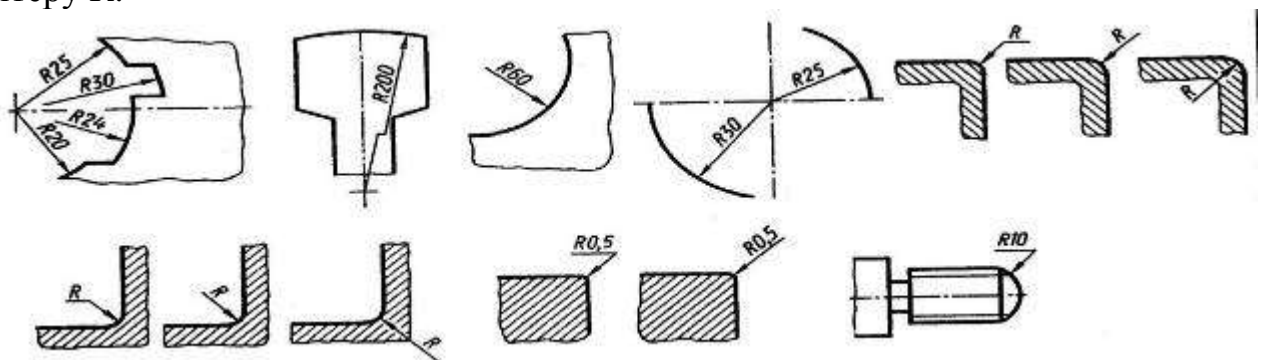
Поєднуючи вид з розрізом, розміри, що належать обрисам предмета, встановлюють як розміри з обривом - розмірні лінії проводять далі за ось (а).



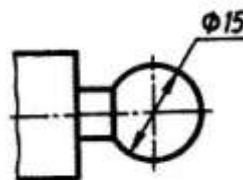
Для позначення діаметра кола застосовують знак  $\varnothing$  - діаметр. Знак  $\varnothing$  - проставляють перед розмірним числом діаметра в усіх без винятку випадках.



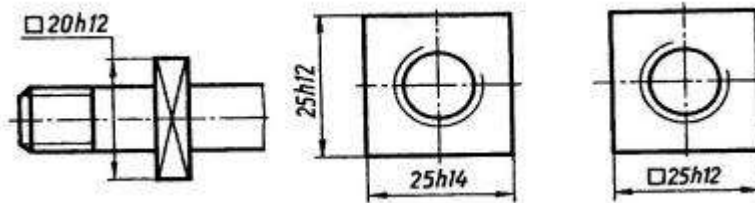
Перед розмірним числом радіуса також в усіх випадках проставляють літеру R.



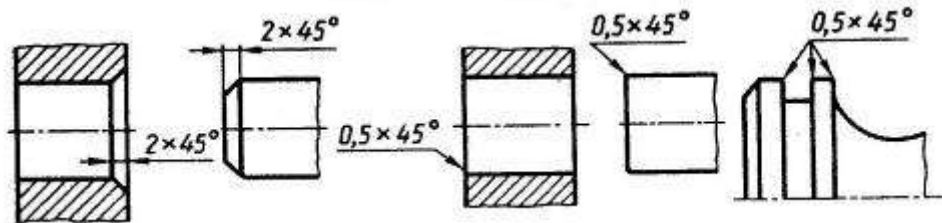
Розмірне число діаметра (радіуса) сфери також супроводжується знаком  $\varnothing$  (R) без напису "Сфера". Слово "Сфера" чи знак "O" наносять у тих випадках, коли на рисунку важко відрізнити сферу від інших поверхонь (наприклад: "Сфера  $\varnothing 40$ ", або "OR20"). Діаметр знака сфери дорівнює висоті розмірних чисел на кресленні. (Рис 1.1.11)



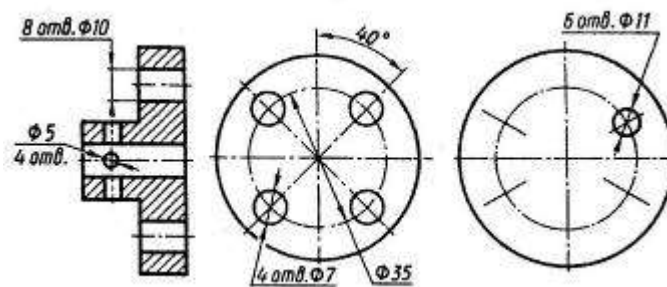
Розміри квадрата і квадратного отвору позначають значком  $\square$  - квадрат перед розміром сторони квадрата. При цьому на зображенні граней суцільними тонкими лініями наносять діагоналі.



Фаска на циліндричних та конічних стрижнях являє собою зрізаний конус. Розміри фасок під кутом  $45^\circ$  наносять так, як показано на рис. 1.8.17, де перша цифра означає розмір катета у трикутнику, утвореному фаскою.



Замість повторення розмірів однакових елементів (отворів, пазів) рекомендується наносити розмір одного елемента, зазначаючи кількість цих елементів (наприклад: "8 отв.  $\Phi 10$ " або " $\frac{\Phi}{4 \text{ отв}}$ ")



### Лекція № 3

**Тема:** Методи проєціювання. Точка і пряма

**Мета:** Ознайомити з видами та методами проєціювання. Побудова комплексних креслеників точки та прямої.

**Методи:** словесні (лекція з елементами бесіди); наочні.

**План:**

- 1 Методи проєціювання
- 2 Проекції точки

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** стенди, зразки звітів графічних робіт студентів, креслярські приладі.

## Література:

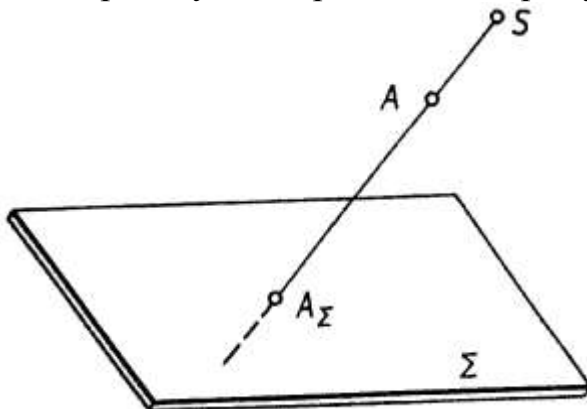
- 1 Хаскин А.М. «Черчение». -М., 5-е стер.-К.:Вища шк. Главное из-во, 1986
- 2 Боголюбов С.К. Черчение. –М.: Машиностроение, 1989

### 1 Методи проєціювання

Нарисна геометрія, як розділ навчальної дисципліни, є теорією відображення на площині фігур розташованих у просторі, та операцій над ними.

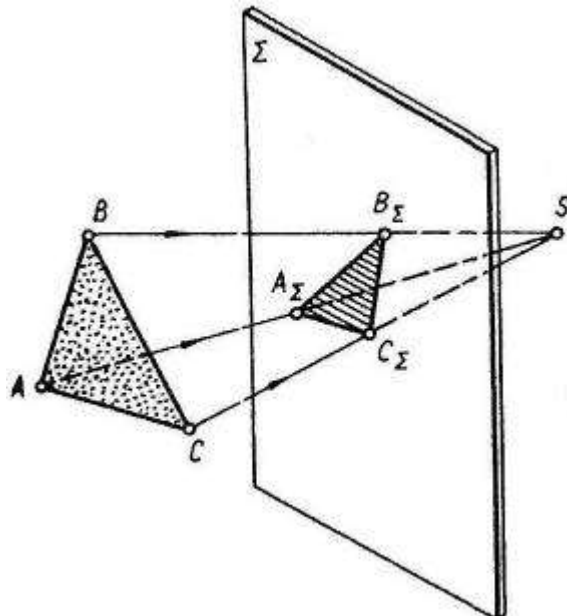
Методом нарисної геометрії є метод графічного відображення, суть якого полягає в тому, що кожній фігурі простору, яку називають прообразом, відповідає деяка фігура площини, що називається образом фігури.

При побудові зображення просторового об'єкта застосовують метод проєкцій, який полягає в тому, що в просторі вибирається довільна точка  $S$  в якості центра проєціювання і площина проєкцій  $\Sigma$ . Для проєціювання будь-якої точки  $A$  на площину проєкцій  $\Sigma$  через центр проєціювання  $S$  і точку  $A$  проводять пряму - проєціюючий промінь - до її перетину з площиною проєкцій. Отримана точка перетину  $A_{\Sigma}$  є проєцією зображуваної точки.



Проєційне зображення будь-якої геометричної форми складається з проєкцій точок, ліній і поверхонь.

Для проєціювання трикутника  $ABC$  на площину **методом центрального проєціювання** візьмемо поза цією площиною  $\Sigma$  точку  $S$  і з вершин трикутника проведемо в цю точку проєціюючі промені. У перетині променів з площиною  $\Sigma$  визначаються проєкції  $A_{\Sigma}$   $B_{\Sigma}$   $C_{\Sigma}$  вершин даного трикутника. Оскільки проєціюючі промені, що проходять через усі точки тієї самої сторони трикутника, лежать в одній

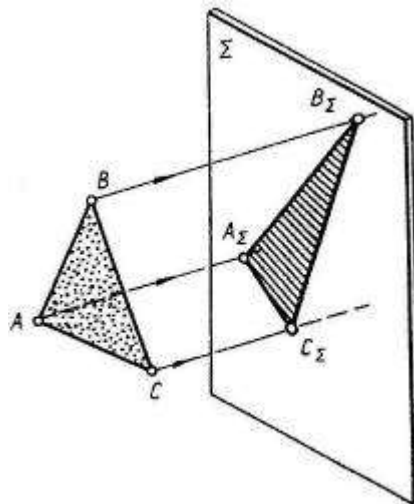


площині, яка перетинає площину  $\mathcal{L}$  по прямій лінії, то кожна сторона трикутника спроеціюється на площину  $\Sigma$  у вигляді відрізка прямої. Тому, з'єднавши прямими лініями проєкції  $A_{\mathcal{L}}$   $B_{\mathcal{L}}$   $C_{\mathcal{L}}$ , дістанемо проєкції сторін трикутника і відповідно проєкцію самого трикутника на площину  $\mathcal{L}$ .

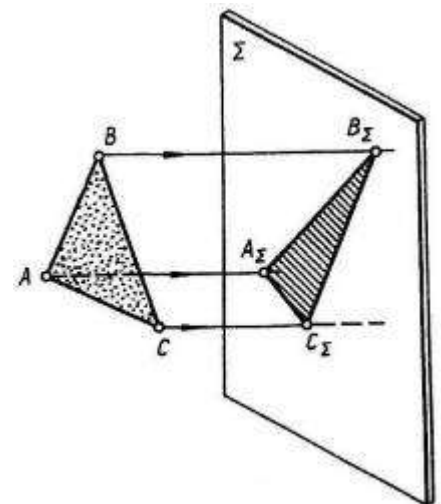
У **методі паралельного проєціювання** всі проєціюючі промені паралельні між собою. Метод паралельного проєціювання можна розглядати як окремий випадок методу центрального проєціювання, коли центр проєціювання  $S$  віддалений у нескінченність.

Визначимо проєкцію трикутника  $ABC$  на площині  $\mathcal{L}$ . Отримавши проєкції  $A_{\mathcal{L}}$   $B_{\mathcal{L}}$   $C_{\mathcal{L}}$ , - точки перетину з площиною  $\mathcal{L}$  паралельних проєціюючих променів, проведених через вершини трикутника  $ABC$ , і з'єднавши їх між собою прямими лініями, одержимо паралельні проєкції сторін трикутника  $ABC$ , отже, і паралельну проєкцію самого трикутника.

Метод паралельного проєціювання покладено в основу побудови аксонометричних проєкцій і проєкцій з числовими позначками.



У **методі прямокутного проєціювання або метод Монжа** всі проєціюючі промені паралельні між собою і перпендикулярні до площини  $\mathcal{L}$ . Проєкція  $A_{\mathcal{L}}$   $B_{\mathcal{L}}$   $C_{\mathcal{L}}$ , називається прямокутною (ортогональною) проєкцією трикутника  $ABC$  на площину  $\mathcal{L}$ . У разі іншого напрямку проєціювання матимемо косокутну проєкцію трикутника  $ABC$  на площину  $\Sigma$ .

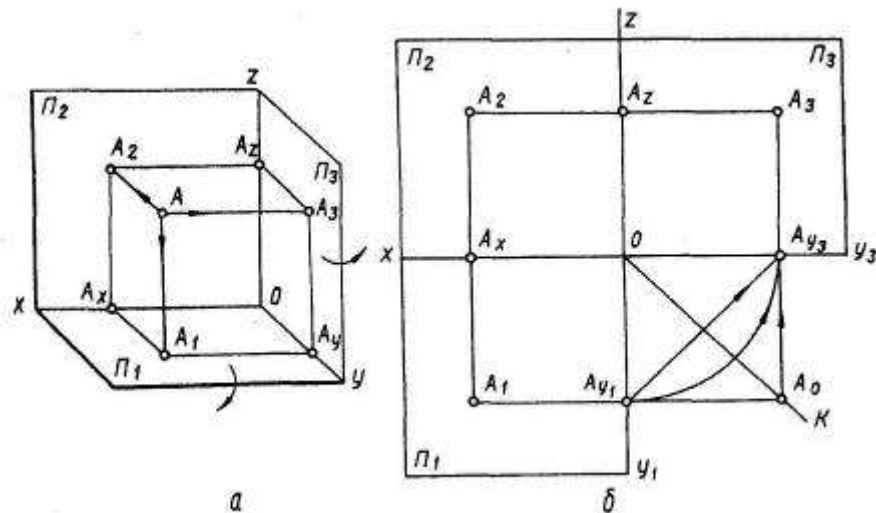


## 2 Проєціювання точки

Проєціювання точки на три площини проєкцій

Одна будь-яка, у тому числі й прямокутна, проєкція геометричного елемента не визначає його положення у просторі.

Метод прямокутного проєціювання полягає переважно у застосуванні двох рівноправних площин проєкцій і одержанні на них двох зображень предмета, що дає змогу однозначно визначити форму і положення його в просторі. При побудові зображень часто використовують три площини проєкцій. Якщо ці площини взаємно перпендикулярні, то вони утворюють тригранний кут



Точка  $A$ , розташована в просторі тригранного кута, проєціюється на площини проєкцій  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$ . Проєціюючі промені  $AA_1$ ,  $AA_2$ ,  $AA_3$  - перпендикулярні до відповідних площин проєкцій. Точки  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  - відповідно горизонтальна, фронтальна і профільна проєкції точки  $A$ .

Відстані від точки до її проєкцій назовемо:

$|AA_1|$  - висота точки;

$|AA_2|$  - глибина точки;

$|AA_3|$  - широта точки.

Спроєціюємо проєкції точки  $A$  на осі  $Ox$ ,  $Oy$  та  $Oz$ . Отримаємо, відповідно,  $A_x$ ,  $A_y$  та  $A_z$ . Бачимо, що:

$|AA_1| = |A_2A_x| = |A_3A_y| = |A_zO|$  - висота точки;

$|AA_2| = |A_1A_x| = |A_3A_z| = |A_yO|$  - глибина точки;

$|AA_3| = |A_1A_y| = |A_2A_z| = |A_xO|$  - широта точки.

Відстань від точки до прямої - це є перпендикуляр, що встановлений до прямої від цієї точки. Тому:

$|AO_x| = |AA_x| = |A_3O|$  - відстань від точки  $A$  до осі  $Ox$ ;

$|AO_y| = |AA_y| = |A_2O|$  - відстань від точки  $A$  до осі  $Oy$ ;

$|AO_z| = |AA_z| = |A_xO|$  - відстань від точки  $A$  до осі  $Oz$ .

Від просторового зображення точки і її проєкцій переходять до суміщеного, або комплексного креслення, утвореного обертанням площин проєкцій навколо осей проєкцій (тобто виконують те, що запропонував Гаспар Монж).

Просторову модель "розрізають" вздовж осі  $Oy$ . Зберігаючи нерухомою фронтальну площину проєкцій  $\Pi_2$ , горизонтальну площину проєкцій  $\Pi_1$ ,

повертають навколо осі  $Ox$  вниз на  $90^\circ$ , а профільну - навколо осі  $Oy$  вправо на  $90^\circ$  до суміщення їх із фронтальною площиною проєкцій. Одержане зображення трьох площин разом з проєкціями  $A_1 A_2, A_2$  точки  $A$  називається епюром (кресленням) Монжа, або комплексним кресленням. На ньому вісь  $Oy$  роздвоюється і крім вертикального положення  $Oy$ , (вниз від точки  $O$ ) займає і друге - горизонтальне положення  $Oy_3$  (праворуч від точки  $O$ ).

Прямі, що з'єднують дві проєкції точки на комплексному кресленні, називають *лініями проєкційного зв'язку*:

$A_1 A_2$ - вертикальна (що перпендикулярна осі  $Ox$ ),

$A_2 A_3$  - горизонтальна (що перпендикулярна осі  $Oz$ ),

$A_1 A_y A_3$ - горизонтально-вертикальна (що перпендикулярна осі  $Oy$ ).

Параметри точки, що визначають її положення в просторі:

$|A_2 A_x| = |A_3 A_y| = |A_z O|$  - висота точки;

$|A_1 A_x| = |A_3 A_z| = |A_y O|$  - глибина точки

$|A_1 A_y| = |A_2 A_z| = |A_x O|$  - широта точки;

$|A_3 O|$  - відстань від точки  $A$  до осі  $Ox$ ;

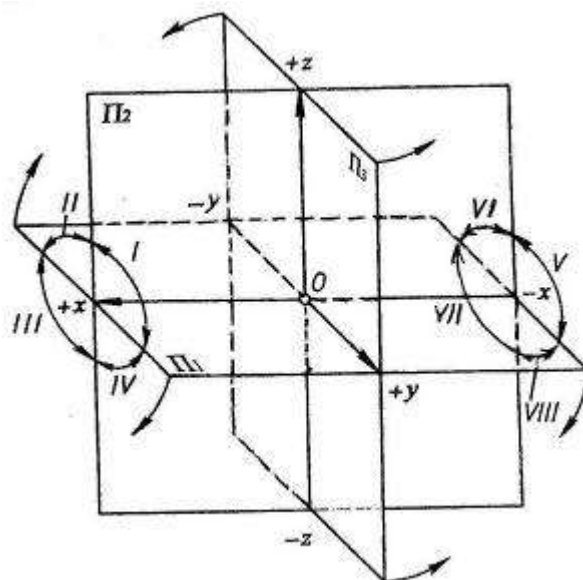
$|A_2 O|$  - відстань від точки  $A$  до осі  $Oy$ ;

$|A_1 O|$  - відстань від точки  $A$  до осі  $Oz$ .

Таким чином, розгорнувши просторові площини проєкцій і сумістивши їх з фронтальною площиною проєкцій, розв'язують задачі по визначенню параметрів точки в площині (на аркуші паперу), не застосовуючи просторову модель.

### **Положення точки відносно площин та осей проєкцій**

Три площини проєкцій  $\Pi_1, \Pi_2$  та  $\Pi_3$ , перетинаючись між собою, поділяють простір на вісім частин, які називають октанти і певним чином нумерують.



## Лекція № 4

**Тема:** Проекція прямої лінії при її різних положеннях відносно площини проєкції

**Мета:** Ознайомити з видами прямої, в залежності від положення до площин проєкцій. Побудова комплексних креслеників та прямої.

**Методи:** словесні (лекція з елементами бесіди); наочні.

**План:**

- 1 Прямі загального положення
- 2 прямі особливого положення

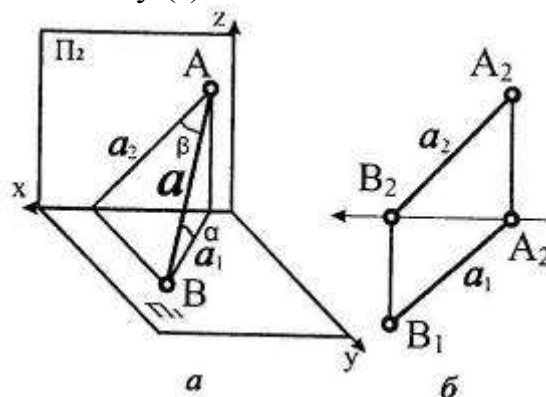
**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** стенди, зразки звітів графічних робіт студентів, креслярські приладдя.

### Література:

- 1 Хаскин А.М. «Черчение».-М., 5-е стер.-К.:Вища шк. Главное из-во, 1986
- 2 Боголюбов С.К. Черчение. –М.: Машиностроение, 1989

**1 Пряма задається двома точками.** Положення точки в просторі можна визначити за її проєкціями. Тобто, положення прямої в просторі можна визначити проєкціями двох її точок.

Розглянемо елементи побудови проєкцій прямої на просторовому зображенні (*a*) і комплексному (*б*).



Пряма *a* задана двома точками *A* і *B*. Відповідні пари проєкцій точок визначають положення відповідних проєкцій прямої, тобто  $A_1 \cup B_1 = A_1 B_1 = a_x$  (горизонтальна проєкція прямої *a* задана горизонтальною проєкцією відрізка *AB*, що визначений відповідними точками),  $A_2 \cup B_2 = A_2 B_2 = a_2$  (фронтальна проєкція прямої *a* задана фронтальною проєкцією відрізка *AB*).

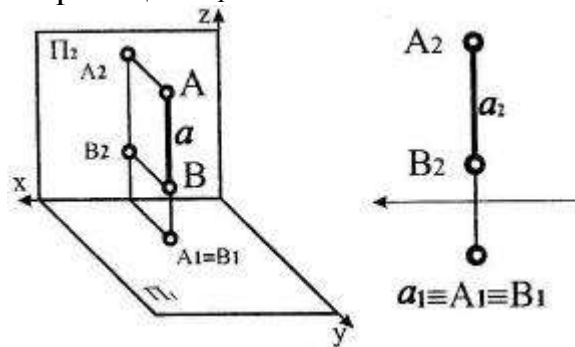
Величину кута нахилу прямої до площини проєкцій визначаємо як кут між самою прямою та її проєкцією на цю площину проєкцій. Тобто,  $\alpha$  - кут нахилу прямої  $a$  до горизонтальної площини проєкцій  $\Pi_1$ ,  $\beta$  - кут нахилу прямої  $a$  до фронтальної площини проєкцій  $\Pi_2$ ;  $\beta$  - кут нахилу прямої  $a$  до профільної площини проєкцій  $\Pi_3$ .

## 2 Особливі положення прямої

Пряма може займати часткове, або особливе положення відносно однієї з площин проєкцій. Якщо пряма перпендикулярна до площини проєкцій, то кажуть, що вона є проєціючою відносно цієї площини проєкцій, а якщо пряма паралельна до однієї з площин проєкцій, то кажуть, що вона є відповідною прямою рівня.

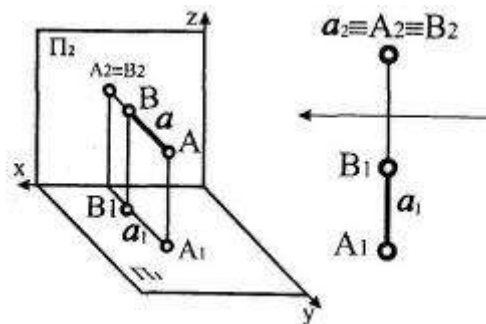
Можливі шість особливих положень прямої.

1. Горизонтальнопроєціюча пряма — перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій  $\Pi_1$ .



Особливості проєкцій: горизонтальною проєкцією прямої є точка; відрізки прямої на фронтальну і профільну площини проєкцій проєціюються в натуральну величину; фронтальна і профільна проєкції прямої паралельні вісі  $Oz$ .

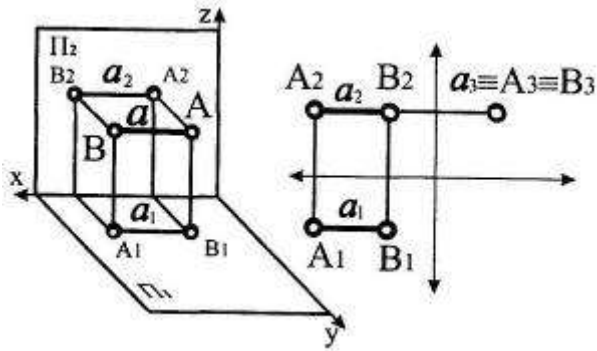
2. Фронтальнопроєціюча пряма - перпендикулярна до фронтальної площини проєкцій  $\Pi_2$ .



Особливості проєкцій: фронтальною проєкцією прямої є точка; відрізки прямої на горизонтальну і профільну площини проєкцій проєціюються в натуральну величину; горизонтальна і профільна проєкції прямої паралельні вісі  $Oy$ .

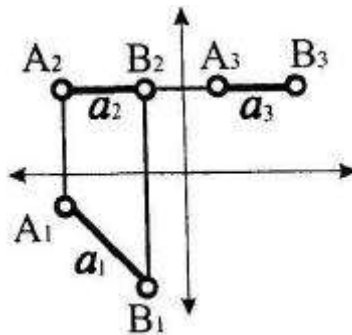
3. Профільнопроєціюча пряма - перпендикулярна до профільної площини проєкцій  $\Pi_3$ .





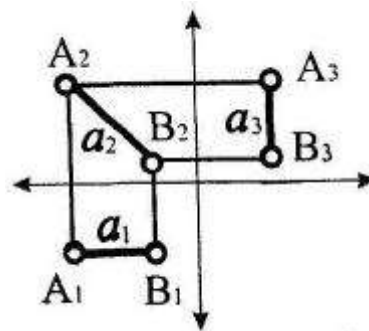
Особливості проєкцій: профільною проєкцією прямої є точка; відрізки прямої на горизонтальну і фронтальну площини проєкцій проєціюються в натуральну величину; горизонтальна і фронтальна проєкції прямої паралельні вісі  $Ox$ .

4. Горизонтальна пряма - паралельна до горизонтальної площини проєкцій  $\Pi_1$ .



Особливості проєкцій: відрізки прямої на горизонтальну площину проєкцій проєціюються в натуральну величину; фронтальна і профільна проєкції прямої перпендикулярні вісі  $Oz$ .

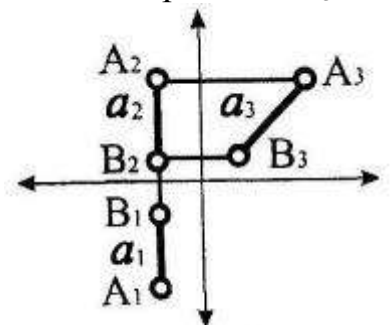
5. Фронтальна пряма - паралельна до фронтальної площини проєкцій  $\Pi_2$ .



Особливості проєкцій: відрізки прямої на фронтальну площину проєкцій проєціюються в натуральну величину; горизонтальна і профільна проєкції прямої перпендикулярні вісі  $Oy$ .

6. Профільна пряма - паралельна до профільної площини проєкцій  $\Pi_3$ .

Особливості проєкцій: відрізки прямої на профільну площину проєкцій проєціюються в натуральну величину; горизонтальна і фронтальна проєкції прямої перпендикулярні вісі  $Ox$ .



## Лекція № 5

**Тема:** Положення площини відносно площини проекції. Способи перетворення проекцій.

**Мета:** Ознайомити з видами площини, в залежності від її положення до площин проекцій. Способи перетворення проекцій.

**Методи:** словесні (лекція з елементами бесіди); наочні.

### План:

- 1 Загальні відомості про площини
- 2 Способи перетворення проекцій

**Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН:** стенди, зразки звітів графічних робіт студентів, креслярські приладдя.

### Література:

- 1 Хаскин А.М. «Черчение».-М., 5-е стер.-К.:Вища шк. Главное из-во, 1986
- 2 Боголюбов С.К. Черчение. –М.: Машиностроение, 1989

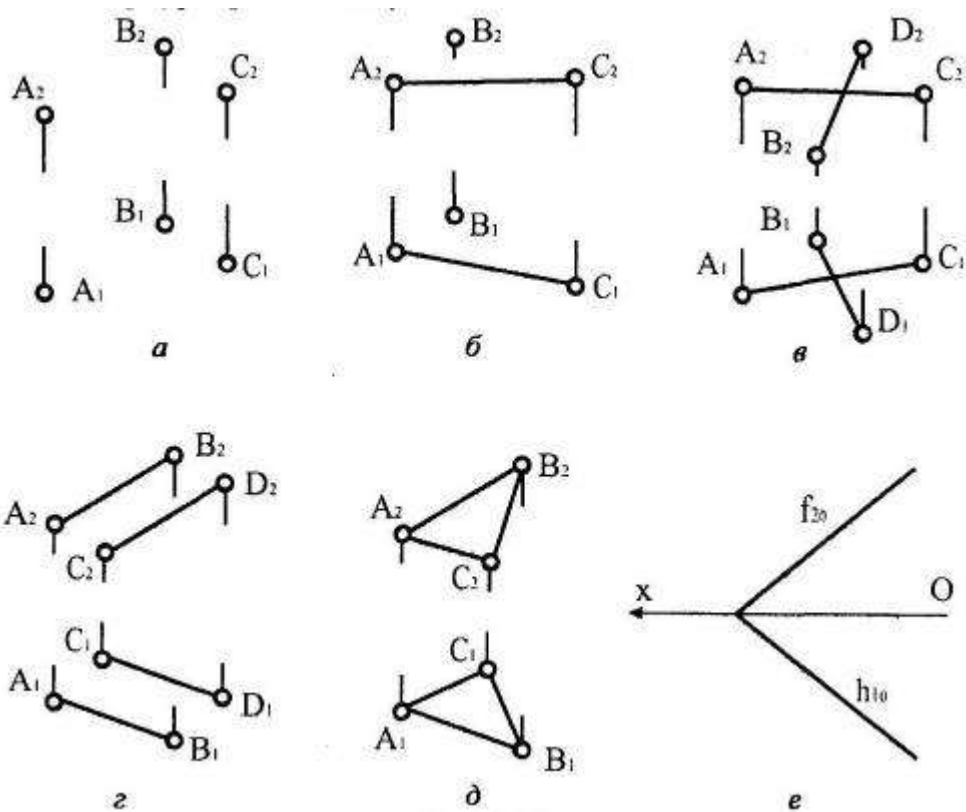
### 1 Загальні відомості про площини

1. Площина у просторі безмежна. Обмежену частину площини називають відсіком.

Сукупність елементів площини з вказуванням їх взаємного розміщення, що однозначно виділяє дану площину з всієї множини площин, називається визначником площини.

Площини на кресленні може бути визначено:

- проекціями трьох точок, що не лежать на одній прямій (а);
- проекціями прямої та точки, яка не лежить на цій прямій (б);
- проекціями двох прямих, що перетинаються (в);
- проекціями двох паралельних прямих (г);
- проекціями будь якої плоскої фігури ( д).



У нарисній геометрії застосовують спосіб зображення площини її слідами ( $\epsilon$ ). Слідами площини називаються прямі лінії по яких площина перетинає площини проєкцій. Такі прямі називають відповідно - горизонтальний, фронтальний і профільний слід площини. Точки на осях проєкцій у яких перетинаються сліди площини, називають точками сходу слідів площини.

Площини в просторі можуть бути паралельними, бути між собою перпендикулярними, або перетинатися під довільним кутом.

Дві площини паралельні, якщо дві прямі, що перетинаються, однієї площини відповідно паралельні двом прямим, що перетинаються, другої площини.

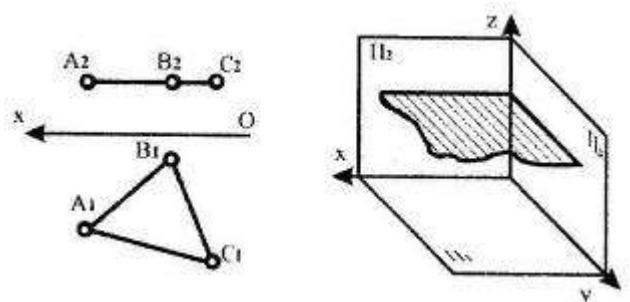
У паралельних площин горизонталі, фронтальні та профільні прямі відповідно взаємно паралельні.

Дві площини взаємно перпендикулярні, якщо одна з них проходить через перпендикуляр до другої.

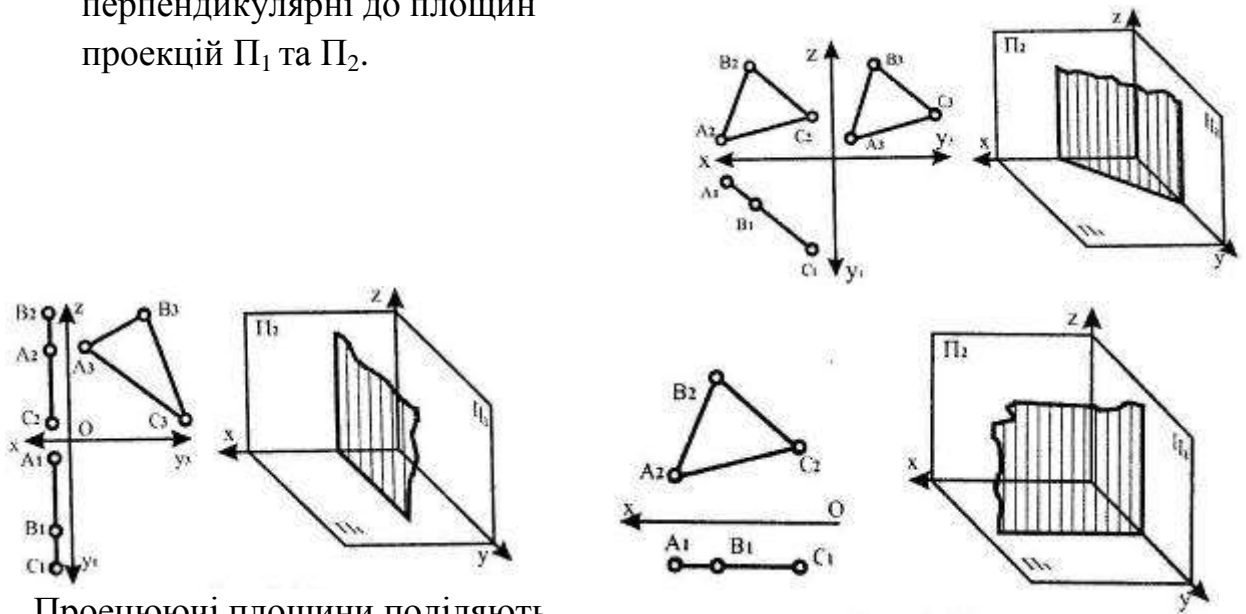
За своїм положенням у просторі відносно площин проєкцій площини поділяються на площини рівня (паралельні до однієї із площин проєкцій, або перпендикулярні до двох інших площин проєкцій), проєціюючі площини (перпендикулярні до однієї із площин проєкцій), площини загального положення (не перпендикулярні до жодної із площин проєкцій).

В свою чергу площини рівня поділяють на:

- горизонтальні - площини, що паралельні до площини проєкцій  $\Pi_1$  тобто перпендикулярні до площин проєкцій  $\Pi_2$  та  $\Pi_3$ .

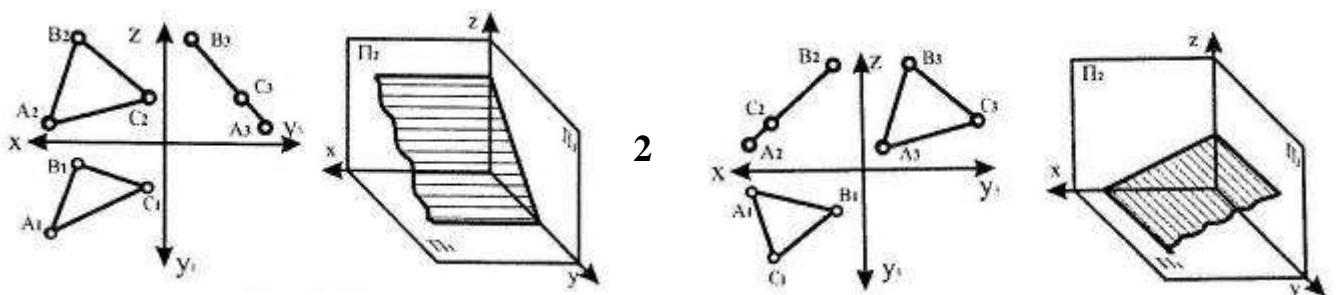


- фронтальні - площини, що паралельні до площини проєкцій  $\Pi_2$ , тобто перпендикулярні до площин проєкцій  $\Pi_1$  та  $\Pi_3$ .
- профільні - площини, що паралельні до площини проєкцій  $\Pi_3$ , тобто перпендикулярні до площин проєкцій  $\Pi_1$  та  $\Pi_2$ .



Проеціючі площини поділяють на:

- горизонтальнопроеціючі - площини, що перпендикулярні до площини проєкцій  $\Pi_1$ .
- фронтальнопроеціючі - площини, що перпендикулярні до площини проєкцій  $\Pi_2$ .
- профільнопроеціючі - площини, що перпендикулярні до площини проєкцій  $\Pi_3$ .



## Способи перетворення проєкцій

### 2.1 Обертання навколо проєціючої осі

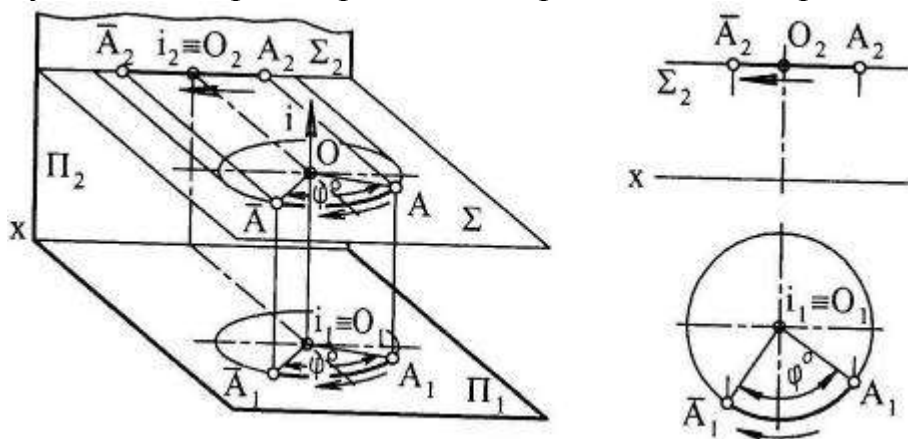
Заданий геометричний елемент (точка, пряма, площина, та ін.) обертанням навколо деякої нерухомої прямої встановлюється в положення, яке є зручним для розв'язання задачі.

Для побудови проєкцій точок, що рухаються, необхідно зобразити й траєкторії переміщення цих точок.

Якщо вісь обертання розмістити як завгодно по відношенню до площин проєкцій, тоді проєкціями кіл, що є траєкторіями переміщення точки при обертанні будуть еліпси, побудова яких складна.

Коли ж вісь обертання розміщено перпендикулярно до однієї з площин проєкцій, то коло (траєкторія точки, що рухається) проєціюється на цю площину проєкцій без спотворень, а інші проєкції кола уявлятимуть собою відрізки прямих, паралельних осям проєкцій.

На рис. показано обертання точки  $A$  навколо вісі  $i$ , що розміщена перпендикулярно до горизонтальної площини проєкцій. Точка  $A$  описує коло у площині  $\Sigma$ , яка перпендикулярна до вісі обертання і паралельна площині проєкцій  $\Pi_1$ . Це коло проєціюється на  $\Pi_1$ , без спотворення у вигляді кола, а на  $\Pi_2$  - у вигляді відрізка прямої, що паралельний вісі проєкцій  $Ox$ .



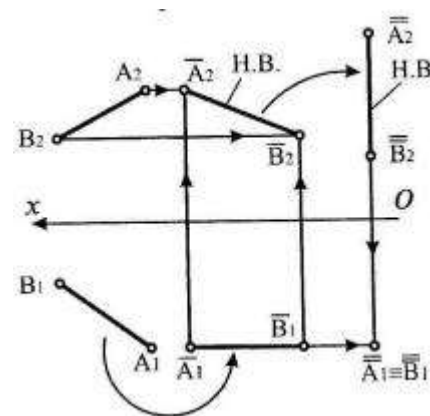
Визначимо натуральну величину відрізка прямої методом обертання навколо проєціюючої вісі. Оскільки відрізок прямої визначається двома точками, то побудова нової проєкції відрізка зводиться до переміщення двох його точок. Для зменшення кількості побудов вісь обертання краще проводити через один з кінців відрізка.

При обертанні відрізка навколо проєціюючої вісі всі його точки повертаються на той самий кут  $\varphi$  і довжина його проєкції на відповідну площину проєкцій не змінюється.

### Обертання без означення осей обертання (плоскопаралельне переміщення)

Сутність цього методу полягає в тому, що всі точки зображеного об'єкту, що змінює своє положення в просторі, переміщують в площинах, що паралельні одній з площин проєкцій.

При обертанні відрізка прямої лінії чи плоскої фігури навколо вісі, що перпендикулярна до площини проєкцій, проєкція на цю площину не змінюється а ні за виглядом, а ні за величиною. Змінюється лише положення цієї проєкції відносно вісі проєкцій. Всі точки іншої проєкції (за винятком тих, що знаходяться на вісі обертання) переміщуються по прямих, що паралельні вісі проєкцій, й проєкція змінюється за виглядом й за величиною. Користуючись цими властивостями, можна застосувати метод обертання, не



встановлюючи положення вісі обертання та не задаючись величиною радіусу обертання.

Приклад переміщення відрізка прямої  $AB$  загального положення у горизонтальнопроєціююче положення.

## 2.2 Обертання навколо лінії рівня

Практичний зміст цього методу полягає в тому, що плоска фігура обертається відносно своєї лінії рівня до паралельного положення відповідній площині проєкцій. При цьому плоска фігура спроеціюється на неї в натуральну величину, що дозволить за проєкцією визначити всі метричні характеристики фігури.

На рис. показано обертання точки  $A$  навколо горизонтальної прямої  $h$ . Через точку  $A$ , перпендикулярно осі обертання  $h$  проводимо горизонтальнопроєціюючу площину  $\Sigma$ . Точка  $A$  обертається у площині  $\Sigma$ . Радіус обертання  $R=OA$ , центр обертання  $O$  знаходиться на перетині площини  $\Sigma$  з прямою  $h$  ( $O_1A_1, O_2A_2$ ). Для визначення натуральної величини радіуса обертання  $R$  відкладаємо від  $A_1$  на перпендикулярі до  $O_1A_1$  точки  $A$  відносно точки  $O$ . Відрізок  $O_1A_0$  є натуральною величиною радіуса обертання  $R$ . Цим радіусом з центра  $O_1$  проводимо дугу до перетину з  $\Sigma_1$ , і визначаємо нове положення точки  $A - A_0$

