Інженерна та комп’ютерна графіка

Викладач: к.т.н., доцент кафедри механічної інженерії
Глембоцька Л.Є.

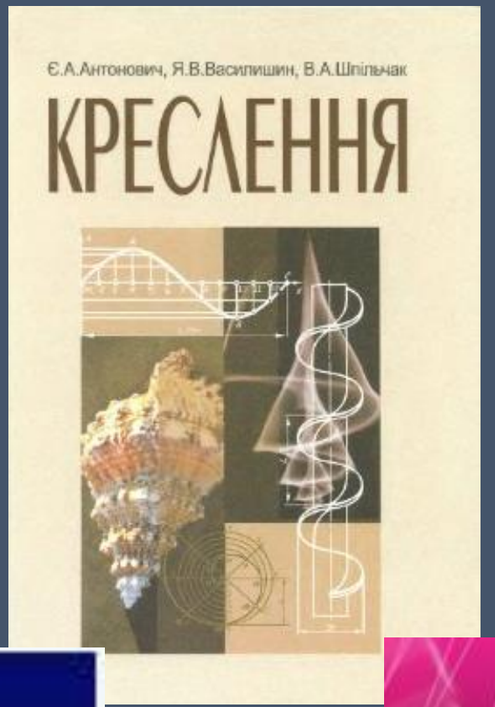
Література

[1] – *Михайленко В.Є. - Інженерна та комп'ютерна графіка.*

[2] – *Антонович Є.А., Василішин Я.В., Шпільчак В.А. - Креслення.*

[3] – *Г.О. Райковська. Нарисна геометрія та інженерна графіка*

[4] – ЄСКД. *Загальні правила виконання креслення.*











Лекція 1
ВСТУП. МЕТОД ПРОЄКЦІЙ. ЕПЮР МОНЖА

План лекції

1. Мета та завдання навчальної дисципліни
2. Формати. Масштаби. Типи ліній кресленика
3. Основні поняття геометричного моделювання простору.
4. Методи проєкціювання та їх основні властивості.
5. Коефіцієнт спотворення при проєкціюванні.
6. Кресленик точки в системі прямокутних проєкцій. Комплексний кресленик точки (епюр Монжа).
7. Положення точки відносно площин проєкцій.

Зміст лекції

Метою викладання дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій, понять та методів відображення геометричних властивостей технічних об'єктів у вигляді креслень.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння теоретичними основами методів побудови зображень просторових форм на площині;
- розвиток здібності уявного відтворення просторової форми за її плоским зображенням;
- дослідження алгоритмів вирішення позиційних і метричних задач геометричного моделювання просторових форм за їх зображеннями.

Формати

Кресленик та інші конструкторські документи промисловості виконують на листах певних розмірів – **форматах.**

Існує 2 типи форматів: **основний та додатковий.**

Основні формати виходять поступовим діленням паралельно меншій стороні.

Додатковий формат виходить шляхом збільшення основного в n разів.

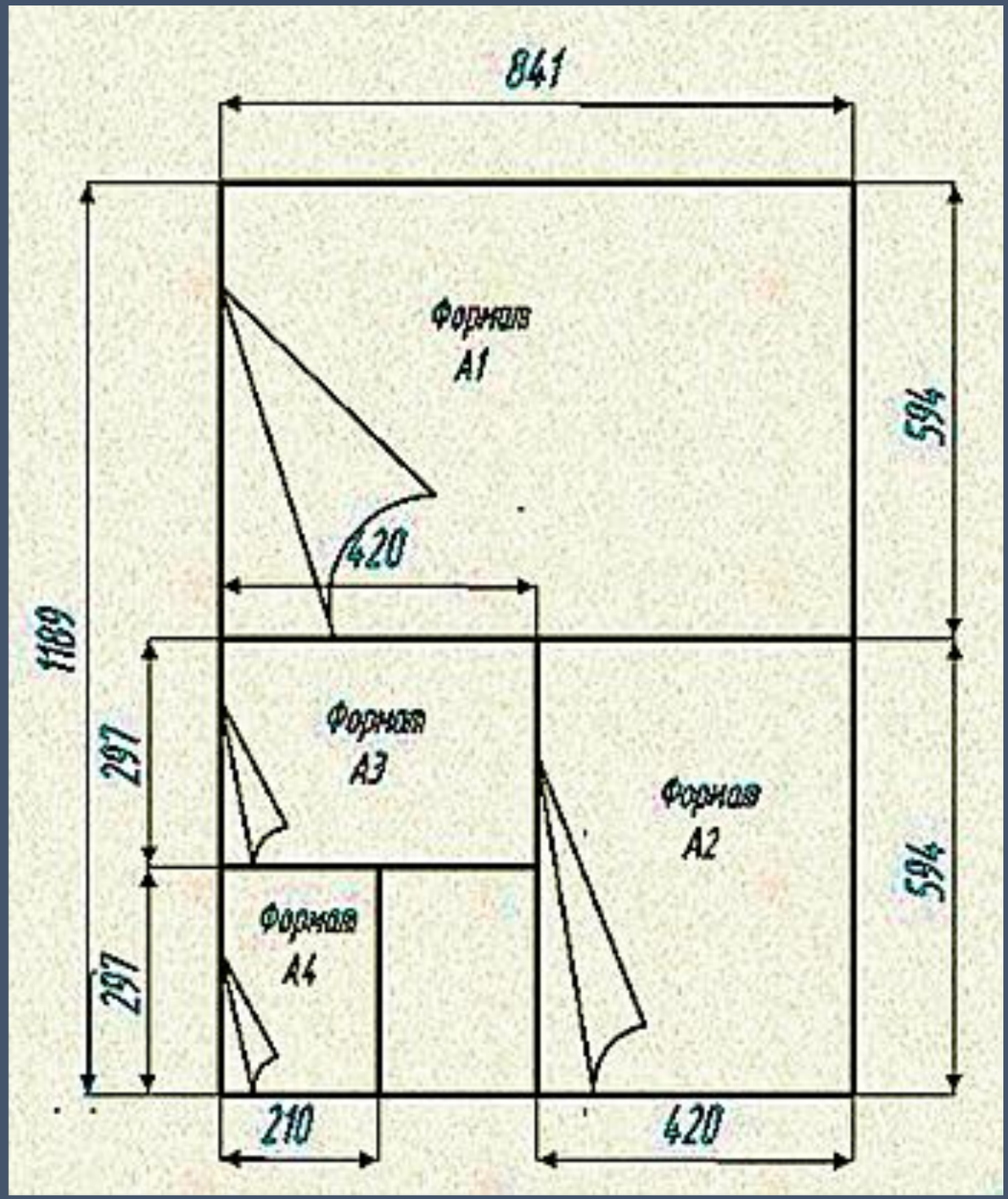
A0 - 841×1189

A1 - 594×841

A2 - 420×594

A3 - 297×420

A4 - 210×297



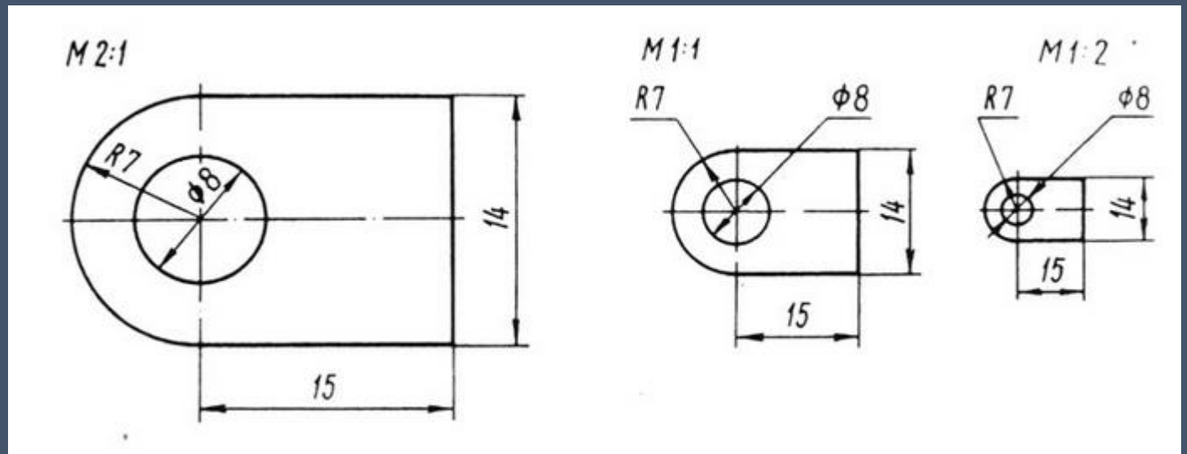
Масштаби

Масштаб – це лінійне зображення розміру на кресленику будь -якого предмету.

Існують 3 види масштабу:

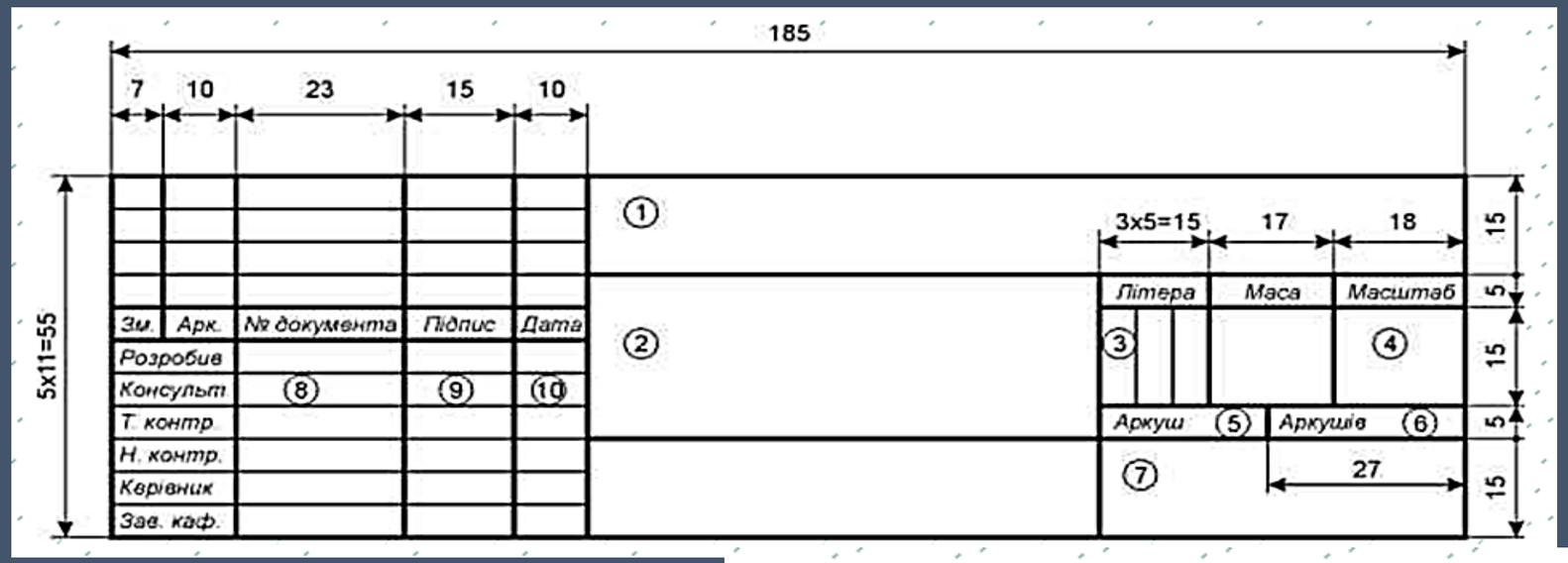
1. Зменшення М 1:2, 1:2,5, 1:4, 1:5, 1:10…
2. Збільшення М 2:1, 2,5:1, 4:1, 5:1, 10:1…
3. Натуральний М1:1

Незалежно від масштабу на кресленику наносять дійсні розміри



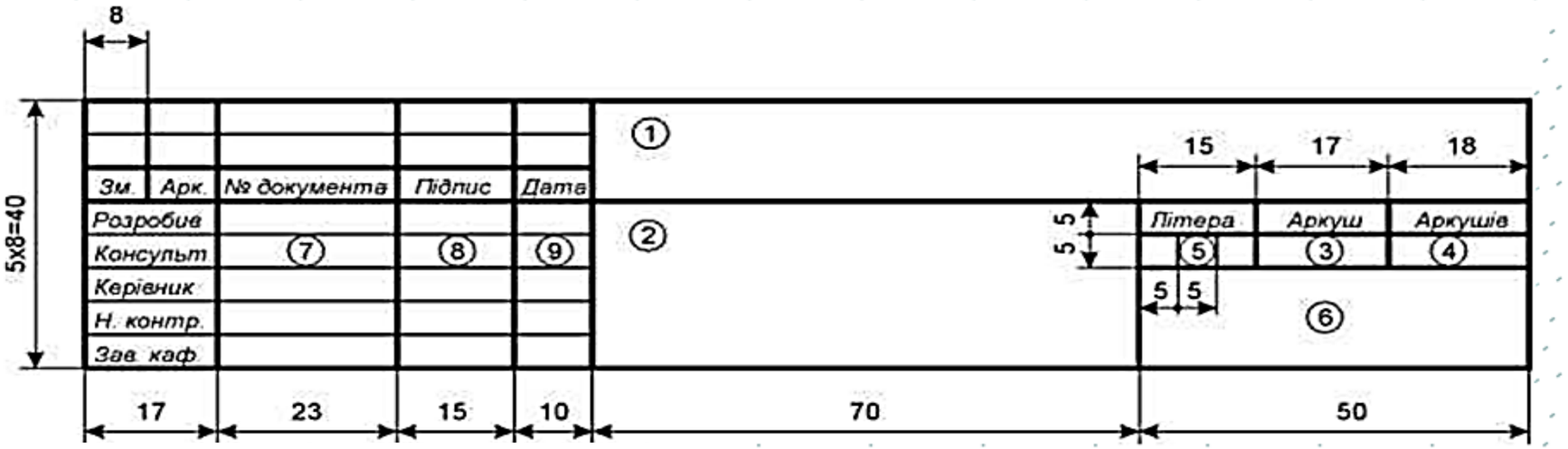
Основний напис

ДСТУ ISO 128-1:2005 встановлює для конструкторської документації види та габаритні розміри основних написів, а також об’єм необхідної інформації



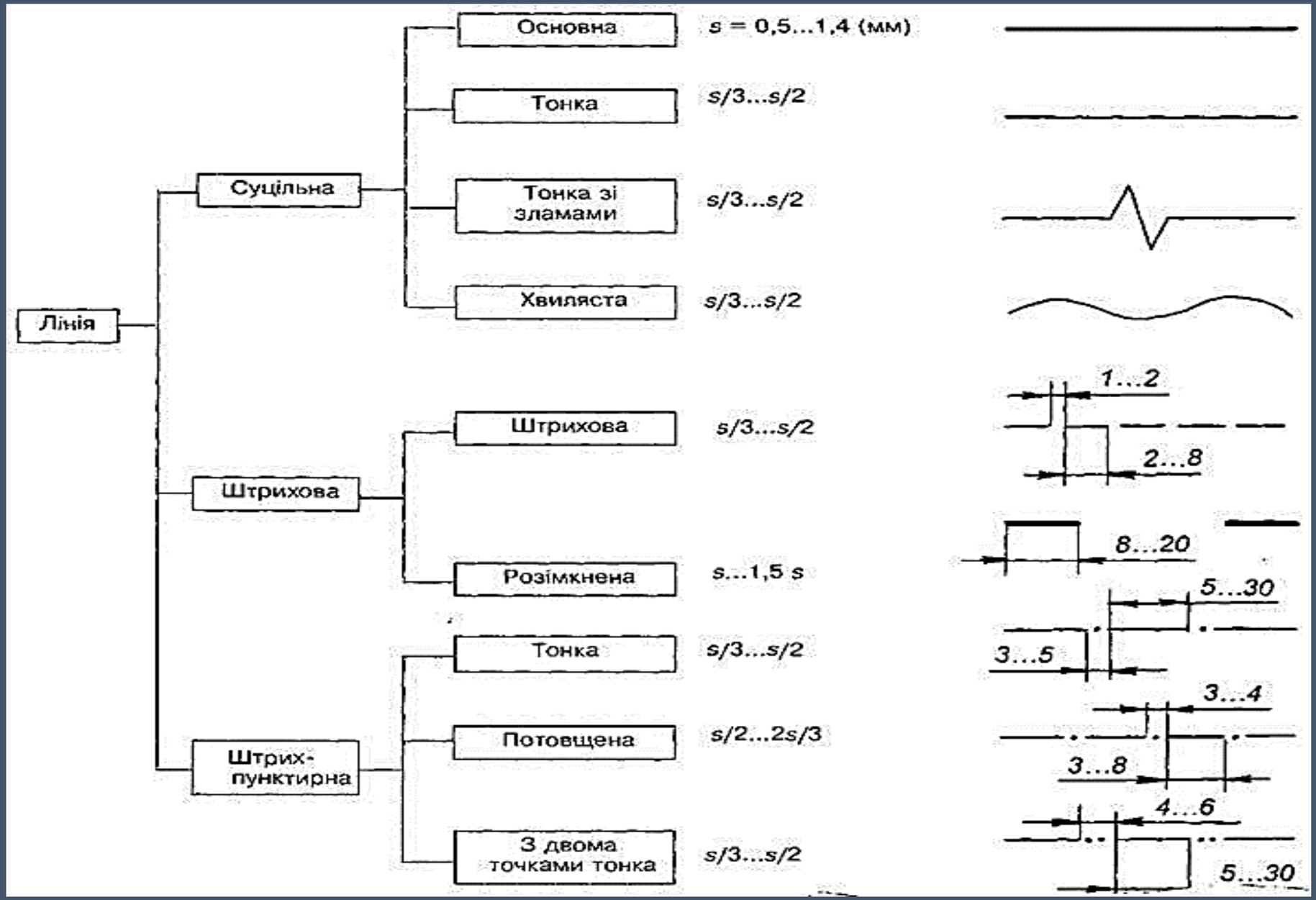
графічні (1 стор.)

текстові (1 стор.)

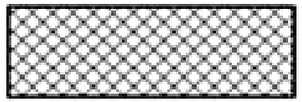
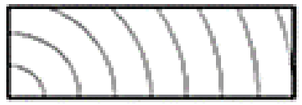
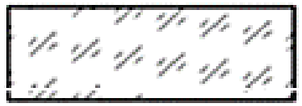




Типи ліній


Лінія
Суцільна
Основна
s = 0,5...1,4 (мм)
Тонка
s/3...s/2
Тонка зі зламами
s/3...s/2
Хвиляста
s/3...s/2
Штрихова
Штрихова
s/3...s/2
Розімкнена
s...1,5 s
Штрих-пунктирна
Тонка
s/3...s/2
Потовщена
s/2...2s/3
З двома точками тонка
s/3...s/2
1...2
2...8
8...20
5...30
3...5
3...4
3...8
4...6
5...30

Умовне позначення матеріалу у розтинах

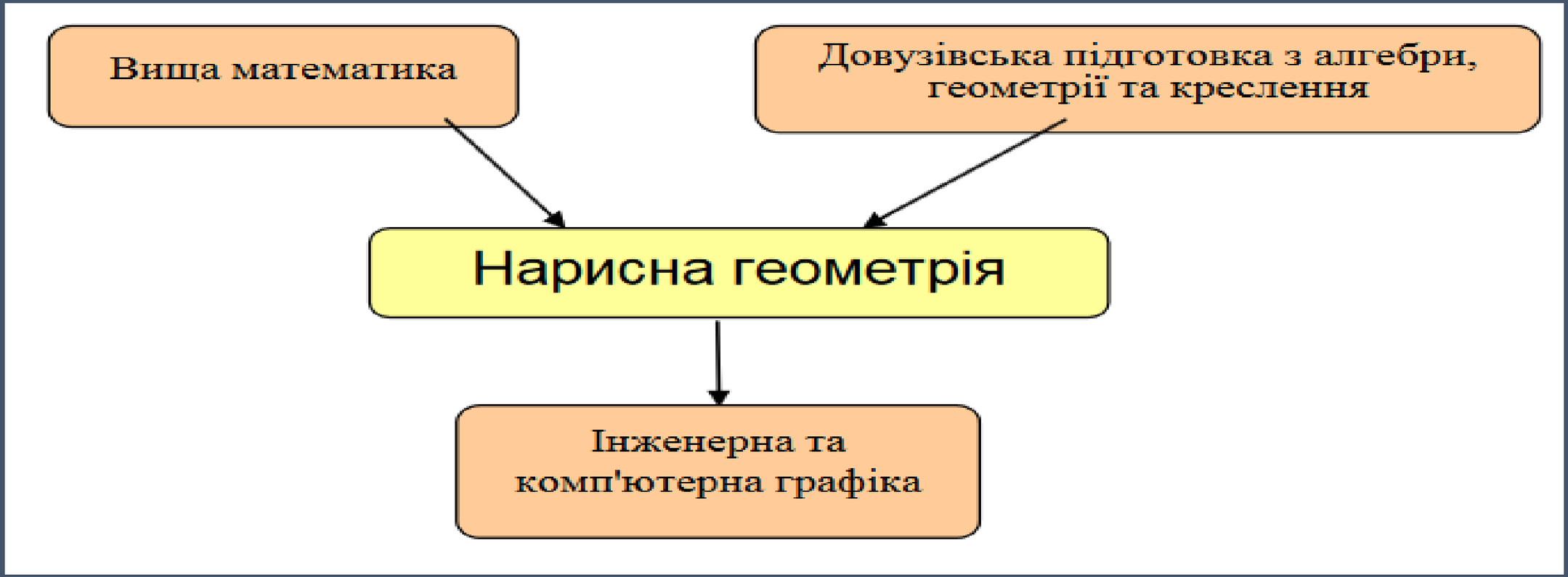
	Метали, тверді сплави і композитні матеріали, до складу яких входить метал
	Неметалеві матеріали (гума, пласт-маси тощо), крім наведених нижче
	Деревина (поперек волокон)
	Каміння природне
	Кераміка, силікатні матеріали для мурування, цегляні вироби
	Залізобетон
	Скло та інші прозорі матеріали
	Рідина
	Грунт природній

Креслярські шрифти

Усі написи на кресленнях виконуються креслярським шрифтом, розміри якого та накреслення літер, цифр та знаків встановлює державний стандарт. Згідно з вимогами стандарту шрифт буває двох типів А та Б, без нахилу та з нахилом під кутом 75° до горизонту. На кресленнях усі написи рекомендовано виконувати з нахилом літер, цифр та знаків.



ПРЕДМЕТ І МЕТОД НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ



Нарисна геометрія – є розділом геометрії, в якому просторові форми предметів вивчаються методом їх зображення (кресленням). Інакше це наука про зображення просторових форм предметів на площині.

Курс інженерної графіки базується на теоретичних основах побудови зображень з використанням елементів нарисної геометрії та нормативів, викладених в стандартах на виконання креслень.

Застосування нарисної геометрії у професії



Машинобудування

Проєктування складних механізмів, деталей та вузлів.



3D-Моделювання

Створення віртуальних моделей для анімації, ігор та промислового дизайну.



Будівництво

Розробка архітектурних планів, конструкцій будівель та інженерних систем.



Інженерні Системи

Проєктування комунікацій, трубопроводів та електричних мереж.

ПРЕДМЕТ І МЕТОД НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Предметом нарисної геометрії є вміння будувати та читати креслення або графічні моделі геометричних фігур закладених в основу технічних виробів.

Графічне зображення, що має властивість зворотності, називається **кресленням**.

Властивості технічних креслень:

наочність

властивість зображення, яке викликає у спостерігача просторову уяву про предмет

точність

графічні операції, які виконуються на кресленні, повинні давати точний розв'язок

простота

з точки зору графічного виконання

зворотність

властивість зображення, що дозволяє однозначно відтворити дійсну форму, розміри предмета і його положення в просторі.

Візуалізація простору

Наука про точне зображення тривимірних об’єктів на площині.

Основа проєктування

Фундаментальна дисципліна для креслення, моделювання та інженерного проєктування.

Універсальне значення

Ключове значення в будівництві, машинобудуванні, дизайні та багатьох інших галузях.

Сучасна нарисна геометрія бере свій початок від Гаспара Монжа (1746–1818).



Гаспар Монж (Gaspard Monge) Французький інженер і математик, якого вважають засновником нарисної геометрії як науки. У 1765 році він розробив метод ортогонального проєціювання на дві взаємно перпендикулярні площини — це і є класичний метод Монжа. Він визначав нарисну геометрію як засіб для точного зображення просторових форм на площині, що дозволяє вирішувати просторові задачі засобами креслення

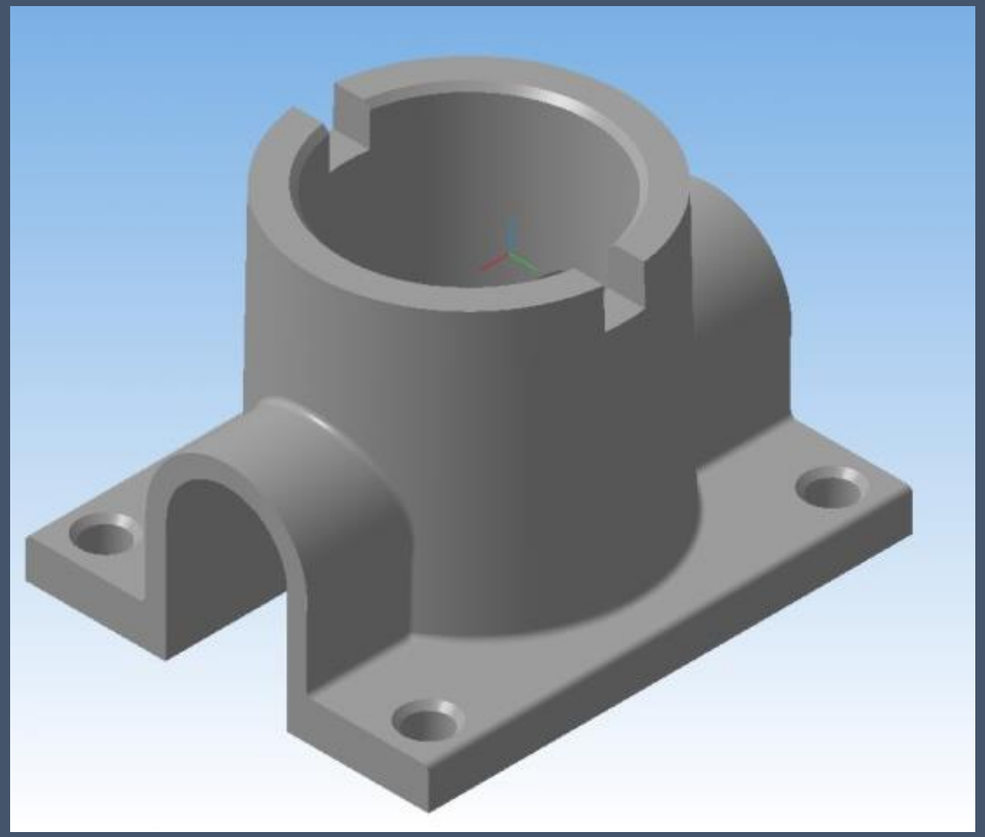
“**Нарисна геометрія – вчить нас правильно читати чужі та викладати власні думки, використовуючи в якості слів одні тільки лінії і точки як елементи будь-якого зображення” -** спеціаліст по механіці ґрунтів та нарисній геометрії, професор В.І. Курдюмов

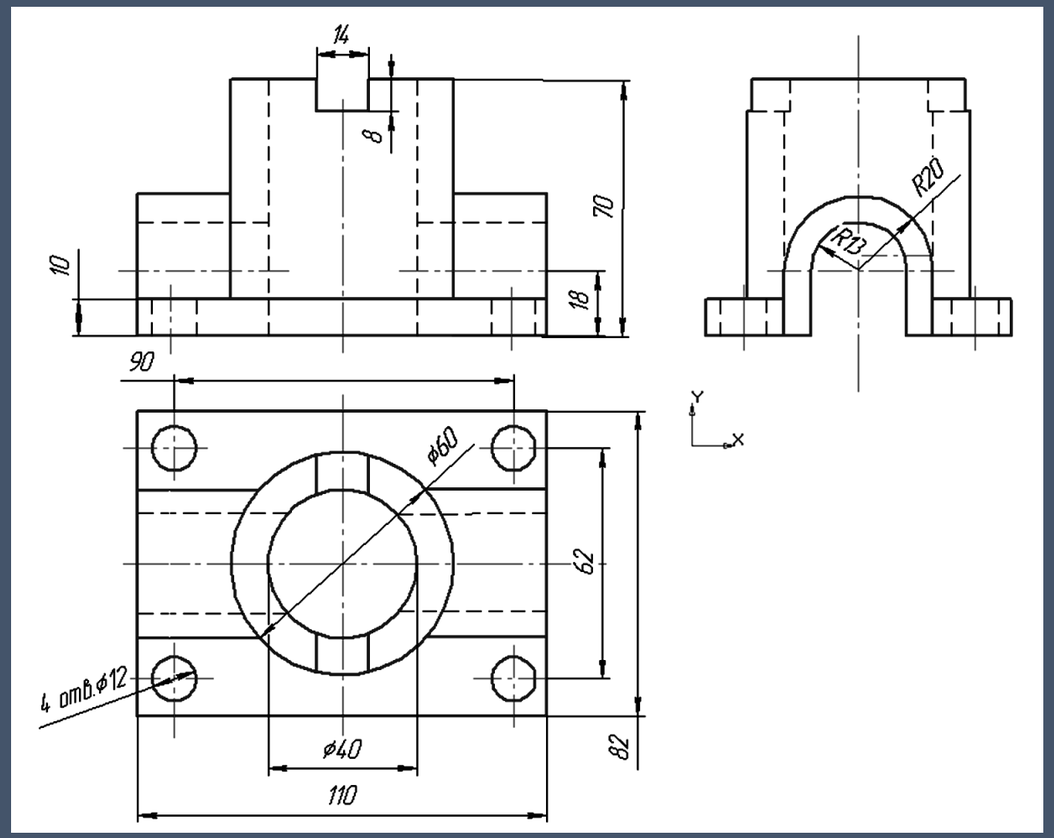
Нарисна геометрія — це не просто креслення, це мова простору, що дозволяє втілювати найсміливіші інженерні та дизайнерські ідеї.

Методи проєціювання та їх основні властивості

Спроекціювати предмет – це означає зобразити його на площині.

Зображення (рисунок, кресленик тощо) просторового предмета є плоскою фігурою, яка складається з точок, ліній, розташованих таким чином, якщо дивитись на нього виникає уявлення про зображений предмет





Основні поняття нарисної геометрії

Будь-яку множину точок називають **геометричною фігурою.**

Геометричних фігур безліч, але до основних належать лише три: точка, пряма і площина.

Геометричним простором сучасна геометрія називає сукупність однорідних фігур (об’єктів). Наприклад, геометричний простір може складатися з множини точок, прямих чи площин.

1. Базові елементи

Точки, прямі та площини — фундаментальні об'єкти, що визначають будь-яку просторову форму.

2. Методи проєкцій

Ортогональна (паралельна) та центральна (перспективна) проєкції — основні інструменти для перенесення 3D-об'єктів на 2D-площину.

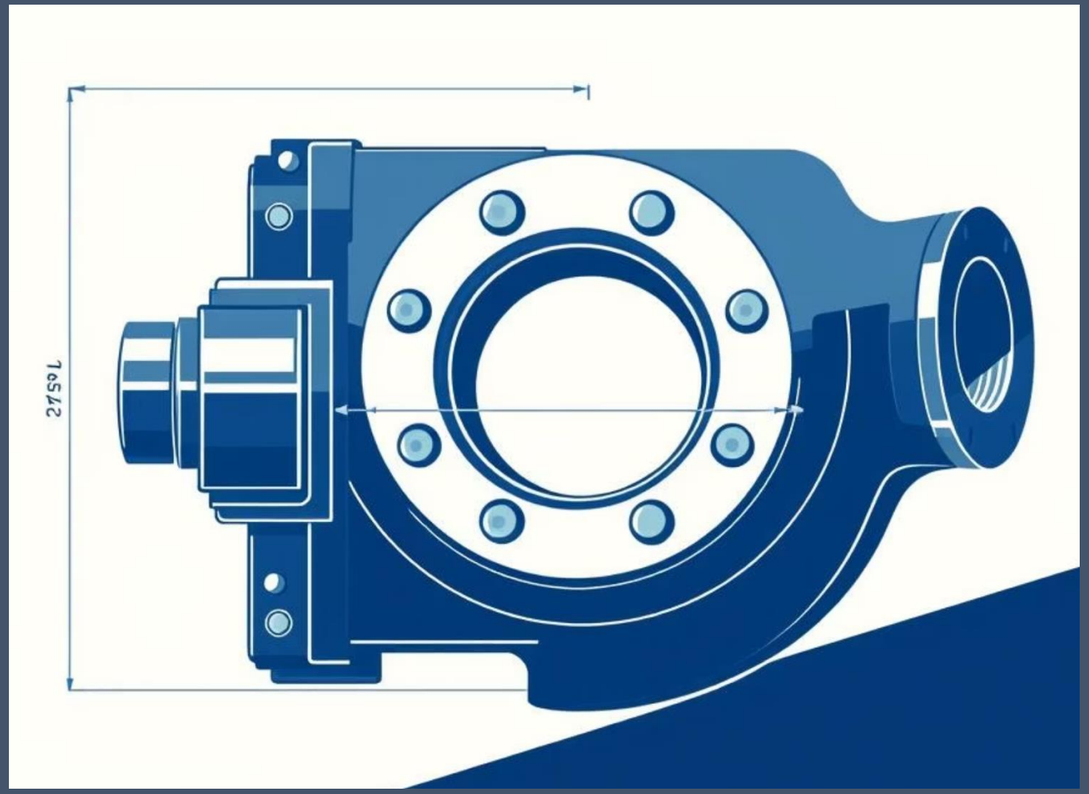
3. Просторове розташування

Взаємне розташування елементів (паралельність, перпендикулярність, перетин) — ключове для розуміння та відтворення просторових конструкцій.

Методи проєкцій та їх застосування

Ортогональна проєкція

Зберігає реальні розміри та форми об'єкта, що робить її ідеальною для технічних креслень у машинобудуванні та будівництві. Використовується для точного відображення деталей без спотворень.

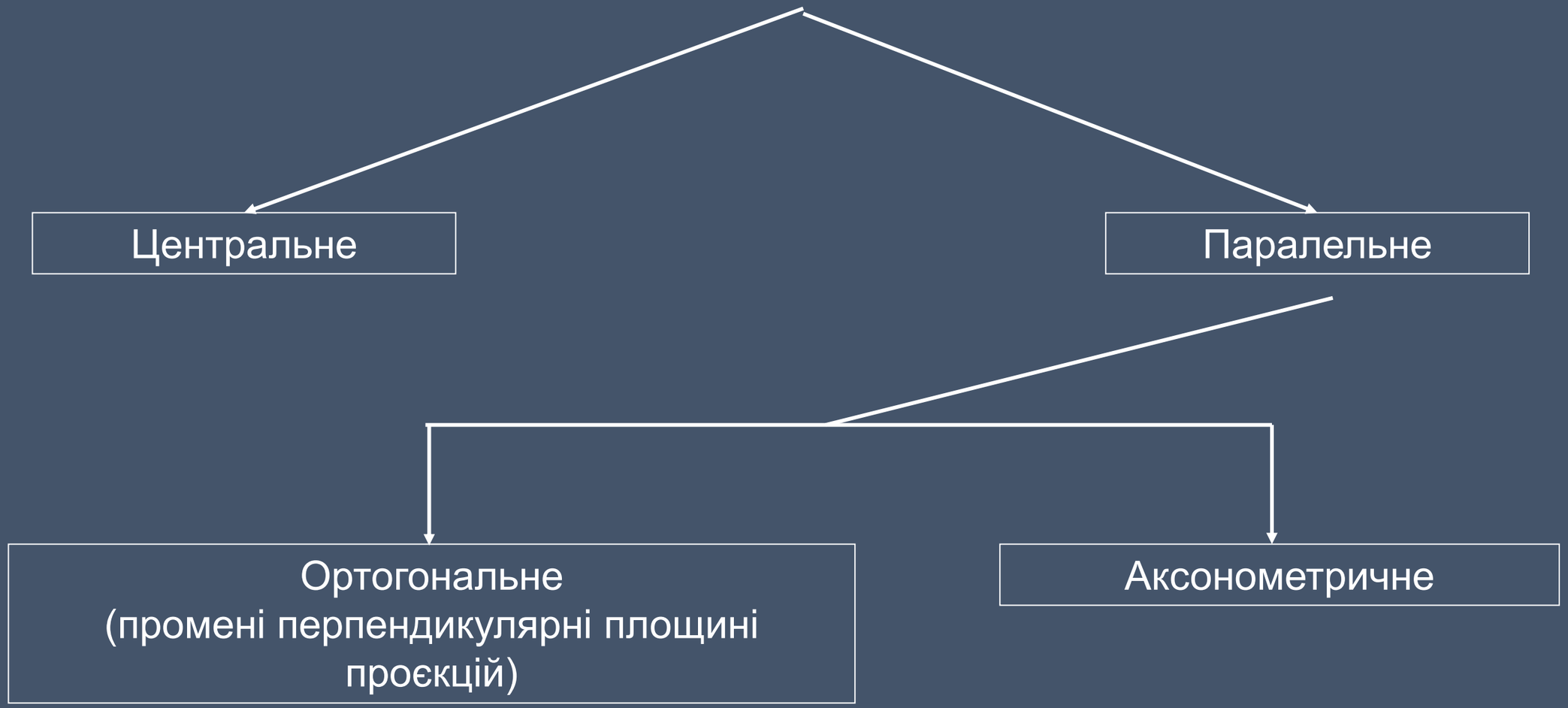


Центральна проєкція

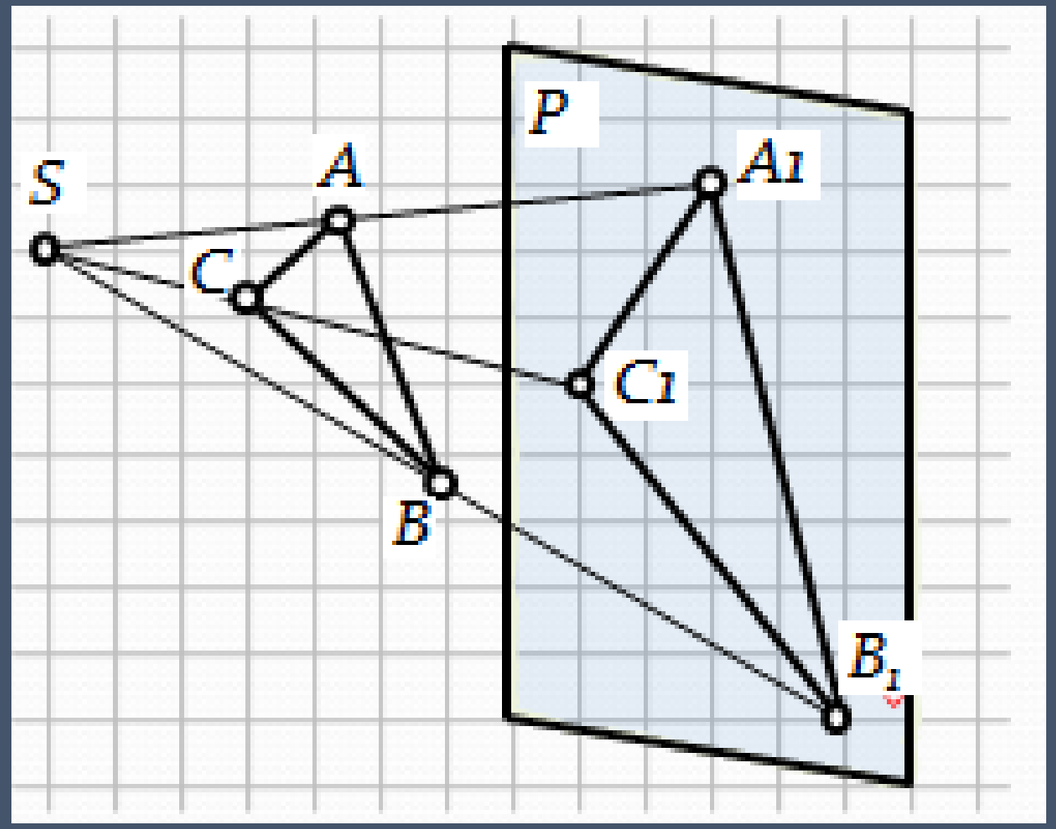
Створює реалістичне, перспективне зображення, подібне до того, як бачить людське око. Незамінна в архітектурі, дизайні інтер'єрів та мистецтві для візуалізації майбутніх об'єктів.



Види проекціювання



Центральне проєкціювання



Трикутник, що проєкціюється *ABC* називається ***оригіналом***, або ***натурою***.

Точка *S,* з якої виходять **проєкціювальні промені**, називається ***центром проєкцій***.

Площина *P,* на яку проєкціюється предмет, називається ***площиною проєкцій***.

Трикутник $A_1B_1C_1$ називається ***центральною проєкцією трикутника ABC***.

Проєкція *– це зображення предмета, "відкинуте" на площину за допомогою променів.*

Цей спосіб використовується при побудові наочних зображень в архітектурно-будівельній справі, малюванні.

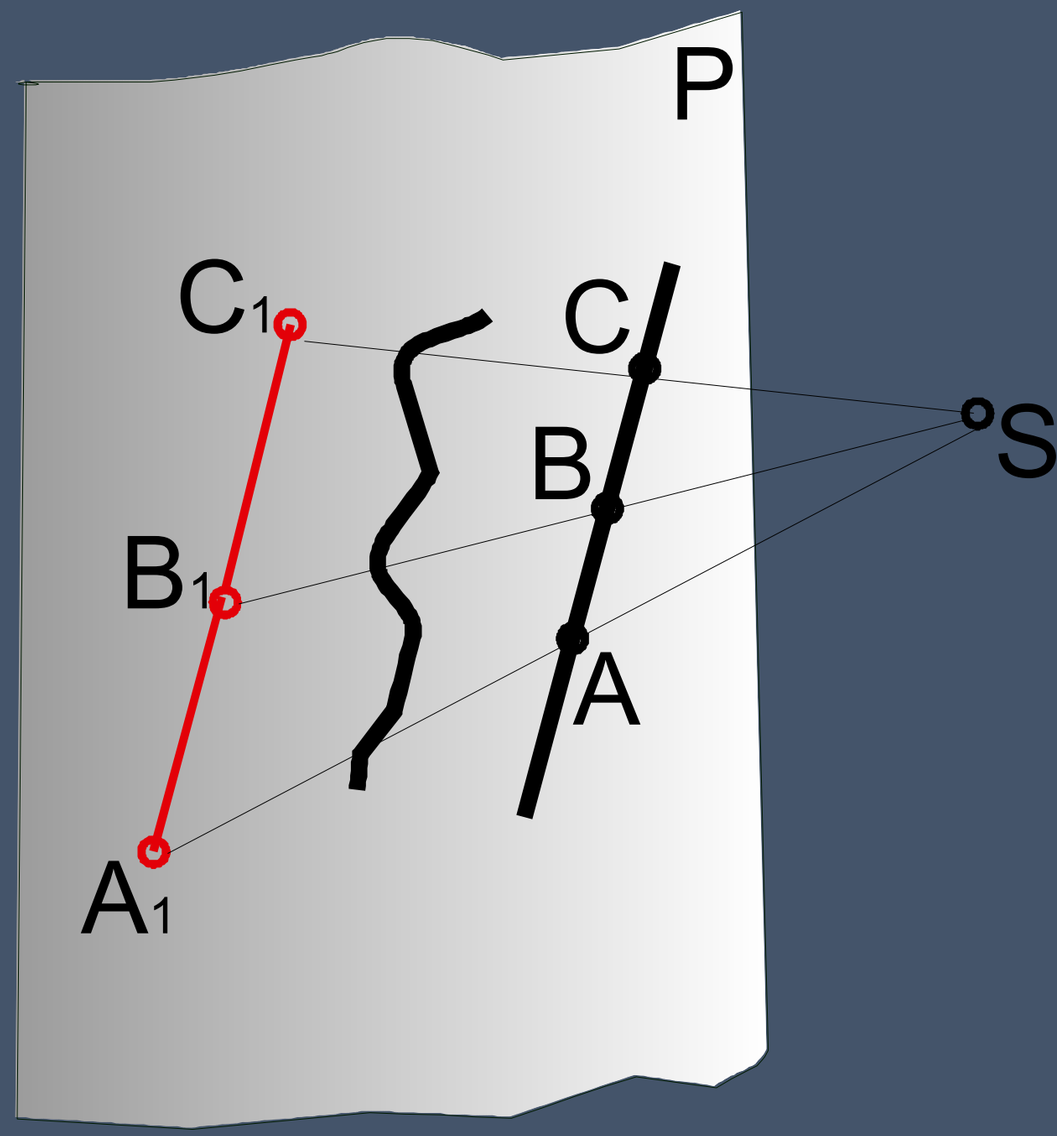
Властивості центрального проєціювання:

- ***Властивості центральних проєкцій :***
- *1. Проєкція точки є точка.*
- *2. Проєкція відрізка є відрізок.*
- *3. Проєкція площини є площина.*
- *4. Проєкція проєкціюючого відрізка є точка.*
- *5. Проєкція проєкціюючої площини є відрізок.*

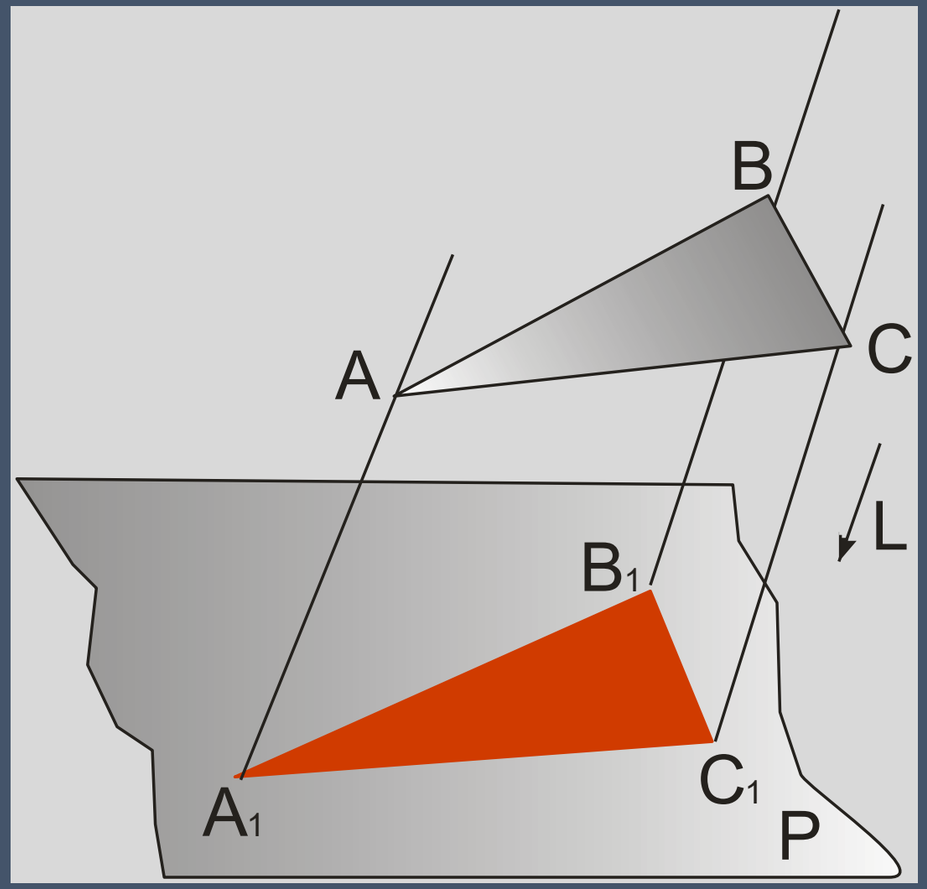
З *інших властивостей центрального проєкціювання* можна виділити:

– крива лінія у загальному випадку проєкціюється у криву;

– точка перетину ліній проєкціюється в точку перетину проєкцій цих ліній.



Паралельне проєціювання



Паралельне проєціювання можна розглядати як окремий випадок **центрального**, якщо центр проєціювання віддалити у безмежність.

У цьому випадку проєціювальні промені стануть паралельні між собою. Таке проєціювання називається ***паралельним.***

Зображення, яке отримаємо за цим методом проєціювання, буде ***паралельною проєкцією.***

Паралельне проєціювання має такі самі властивості, що і центральне. Разом з тим, йому належать додаткові властивості:

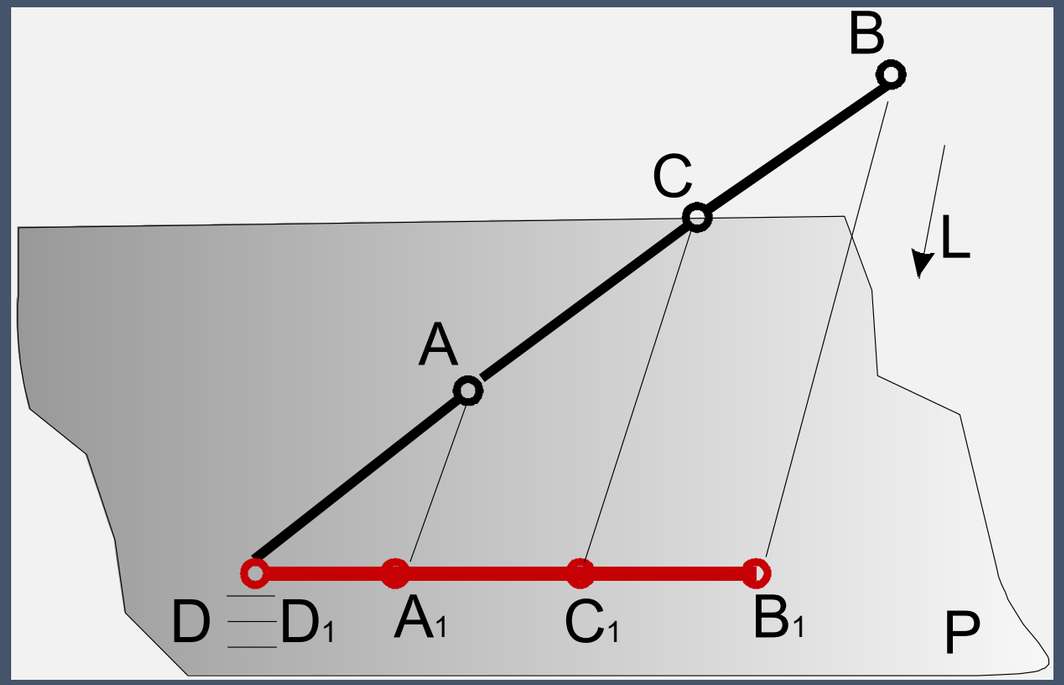
- *1. Всі властивості центрального проєціювання.*
- *2. Проєкції паралельних прямих паралельні.*

❖ 3. Відношення відрізка прямої дорівнює відношенню їх проєкцій – на основі властивостей пропорційності відрізків, що відсікаються паралельними прямими на прямих, що перетинаються.

❖ *Якщо в цій пропорції поміняти місцями крайні члени, тоді*

$$\frac{C_1B_1}{CB} = \frac{A_1C_1}{AC} = const = k$$

*В*ідношення довжини проєкцій відрізка до дійсних розмірів самого відрізка є величиною сталою - *коефіцієнт спотворення.*



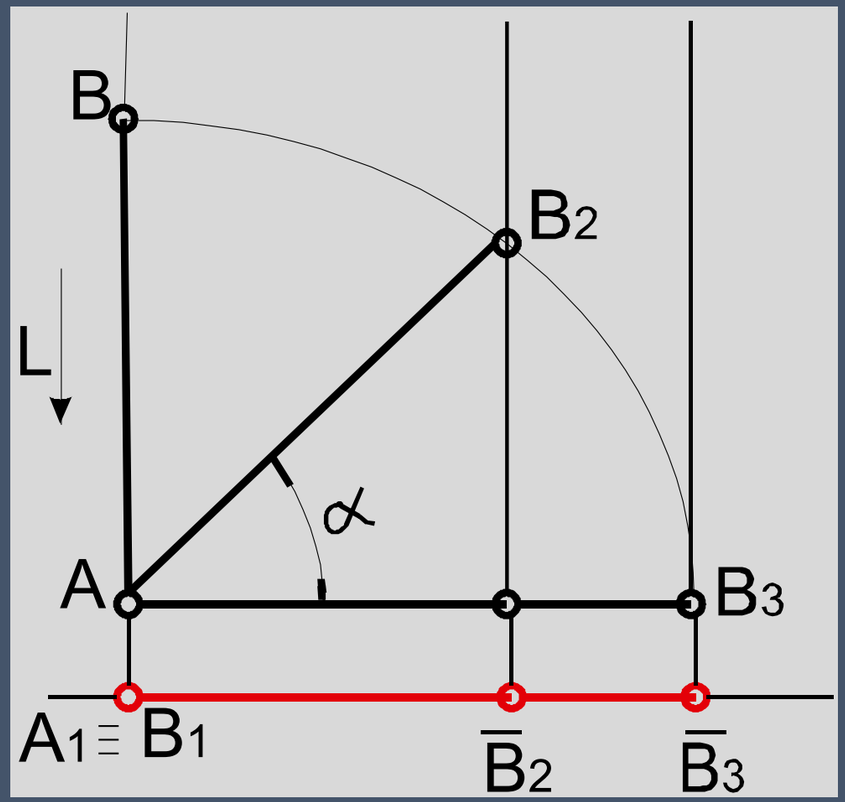
- Якщо відрізок (чи плоска фігура) переміщуються у просторі паралельно сам-собі, то його паралельна проєкція не змінює своєї величини. Також не змінюється його проєкція і при паралельному переміщенні площини проєкцій.

- У свою чергу паралельне проєкціювання поділяється на ***косокутне*** (проєціювальні промені не перпендикулярні до площини проєкцій) і ***прямокутне*** (проєціювальні промені перпендикулярні до площини проєкцій).

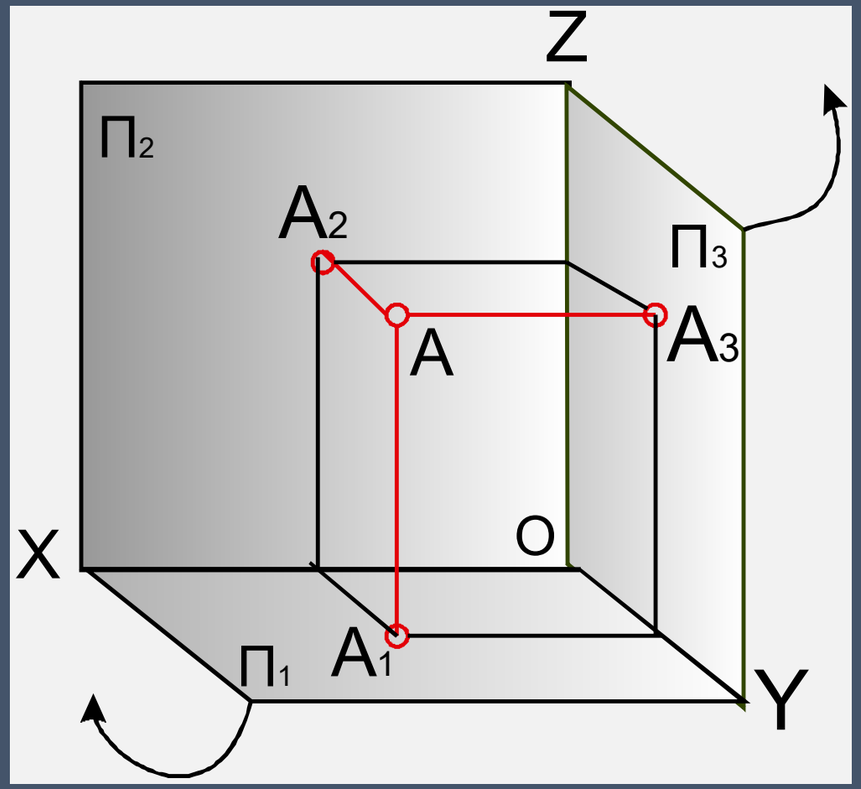
- Прямокутне проєціювання ще має назву ***ортогонального***, а проєкції - ***ортогональні***.

Коефіцієнт спотворення при проєціюванні

Довжина проєкцій відрізка при прямокутному проєціюванні дорівнює довжині відрізка на косинус кута між ними, де *cos α = k*. Але кут α змінюється в межах від 0 до 90°, тому cos α змінюється від 0 до 1. Таким чином, коефіцієнт спотворення $\alpha \le \kappa \le 1$, але не може бути більше 1. Якщо α = 0, то відрізок AB_3 паралельний площині проєкцій, то $A_1B_3' = AB_3$. Проєкція відрізка буде дорівнювати його дійсній величині. Якщо α = 90°, то $A_1B_1 = 0$, проєкція відрізка перетворюється у точку.



Практичний приклад: побудова проєкції точки



Крок 1: Визначення положення

Задаємо координати точки в тривимірному просторі відносно осей X, Y, Z.

Крок 2: Проведення перпендикуляра

З точки проводимо прямі, перпендикулярні до площин проєкцій (наприклад, горизонтальної та фронтальної).

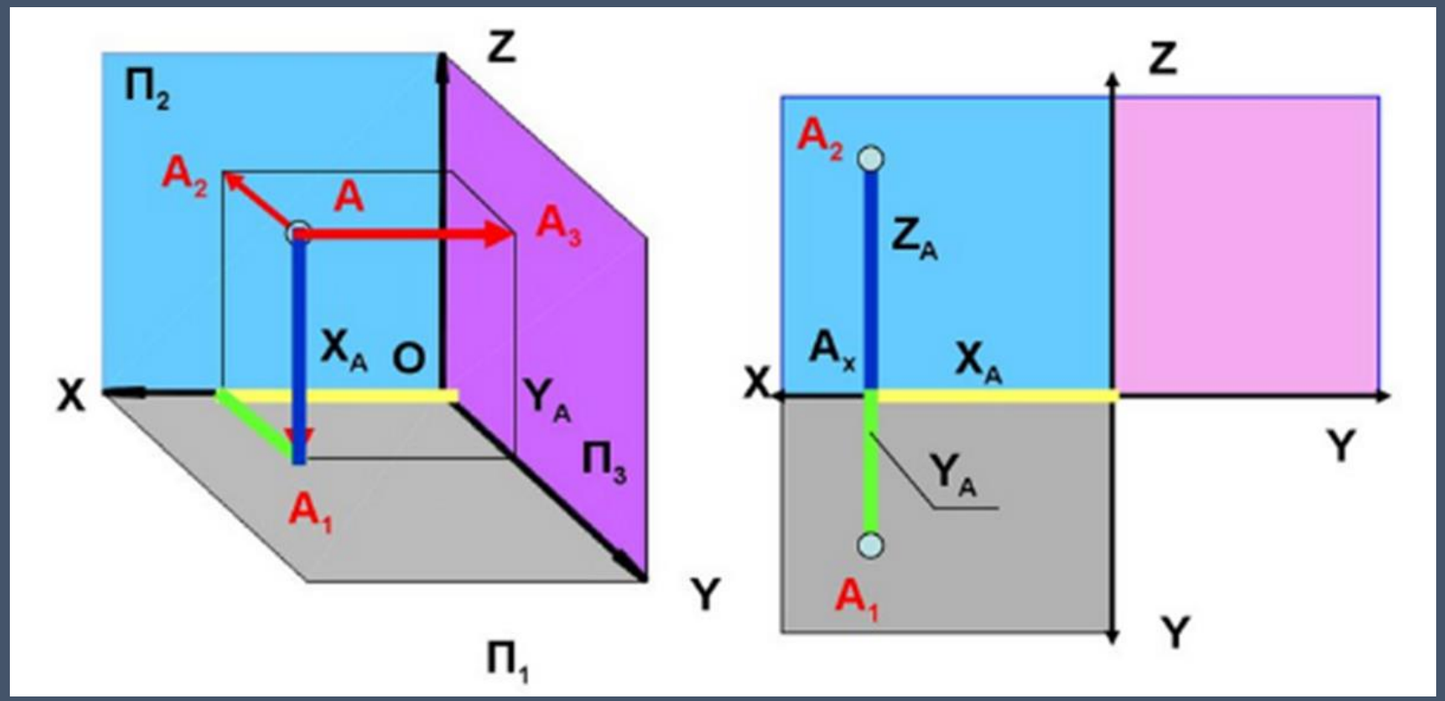
Крок 3: Отримання зображення

Точка перетину перпендикуляра з площиною проєкції є зображенням нашої точки.

Кресленик точки в системі прямокутних проєкцій. Комплексний кресленик точки (епюр Монжа)

Прямокутні проєкції точки на площинах проєкцій $П_1$, $П_2$ і $П_3$ утворюються як основа перпендикулярів, опущених з даної точки на кожну з площин проєкцій:

- $П_1$ – *горизонтальна площина проєкцій*;
- $П_2$ – *фронтальна площина проєкцій*;
- $П_3$ – *профільна площина проєкцій*.



Ортогональні проєкції точки A_1, A_2 і A_3 називаються відповідно *горизонтальною*, *фронтальною* та *профільною проєкцією точки A*.

Положення точки стосовно площин проєкцій

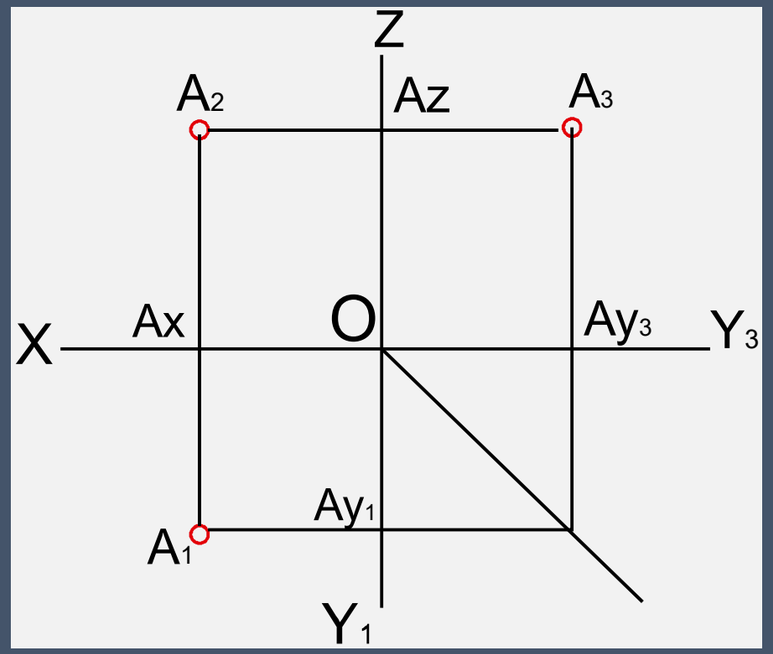
Лінія перетину площин проєкцій називається ***віссю проєкцій.***

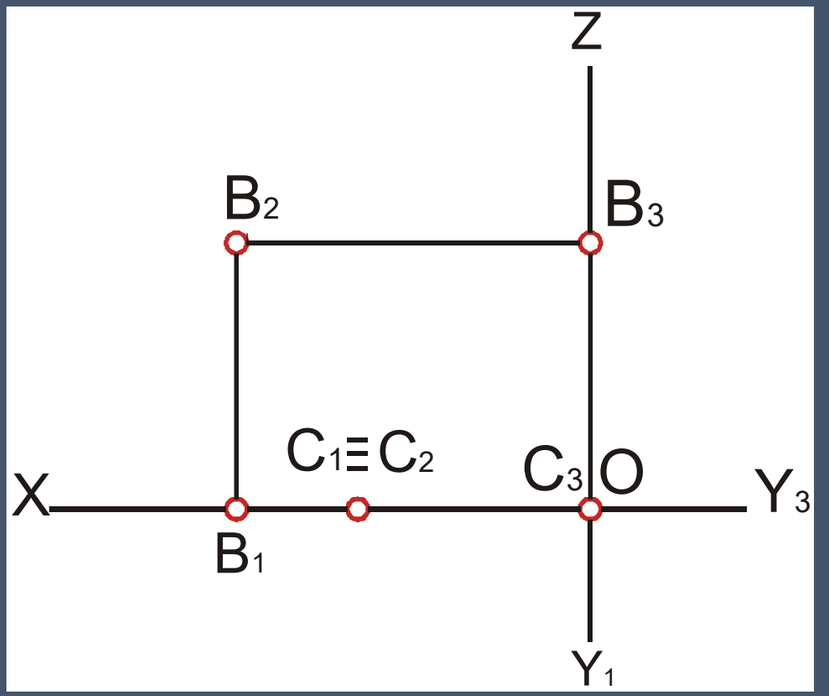
Лінію перетину площин проєкцій $П_1$ і $П_2$ позначають через X, площин $П_1$ і $П_3$ – Y, а площин $П_2$ і $П_3$ – Z. Точку перетину трьох осей проекцій позначають літерою O.

Пряма, що сполучає дві проєкції точки на комплексному кресленні називається ***лінією проєційного зв'язку.***

Відносно до площин проєкцій точка може займати як загальне, так і окреме положення:

- Точка А лежить у просторі;
- Точка В на площині $П_2$;
- Точка С на осі ОХ.

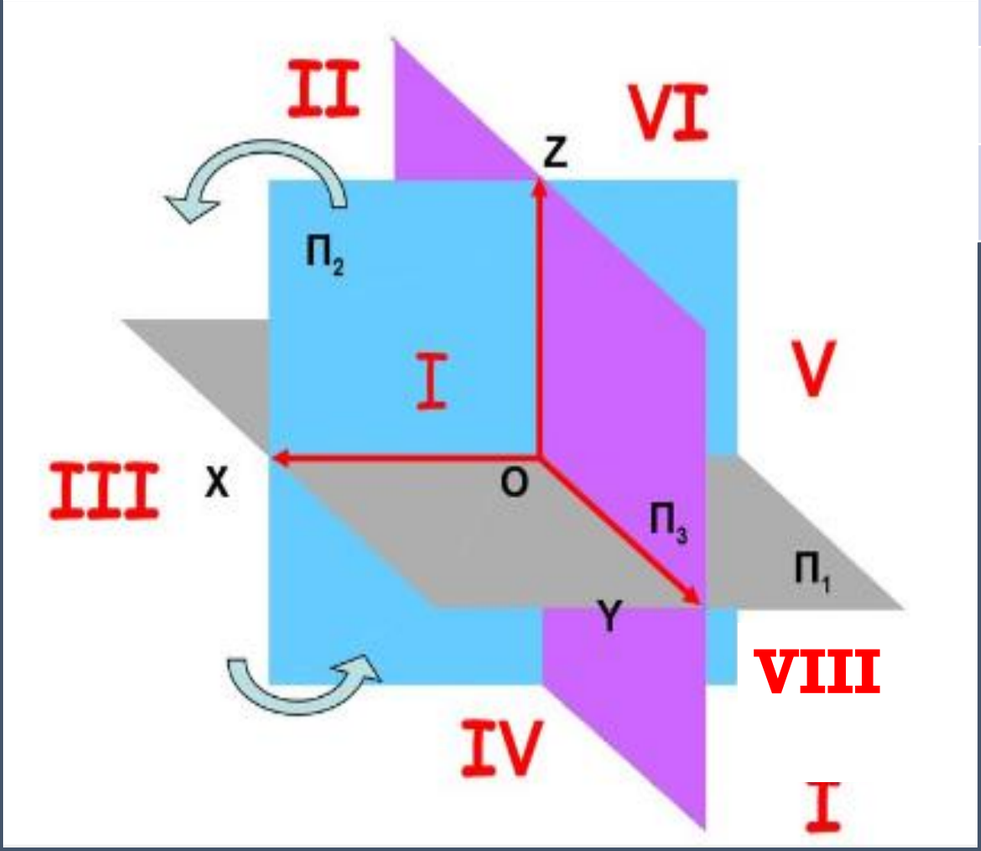


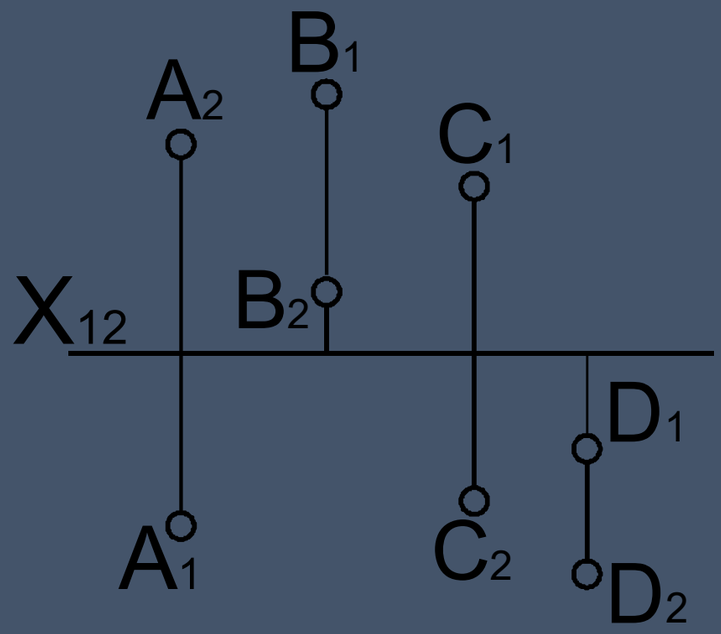


Просторова модель координатних площин проекцій

• Три взаємоперпендикулярні площини ділять простір на вісім частин, що називаються октантами:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
X	+	+	+	+	-	-	-	-
Y	+	-	-	+	+	-	-	+
Z	+	+	-	-	+	+	-	-





точка A - I октант
точка B – II октант
точка C - III октант
точка D – IV октант

Способи побудови третьої проекції точки за двома відомими:

- проєціювальний (рис. 1);
- координатний (рис. 2);
- з використанням постійної прямої (рис. 3).

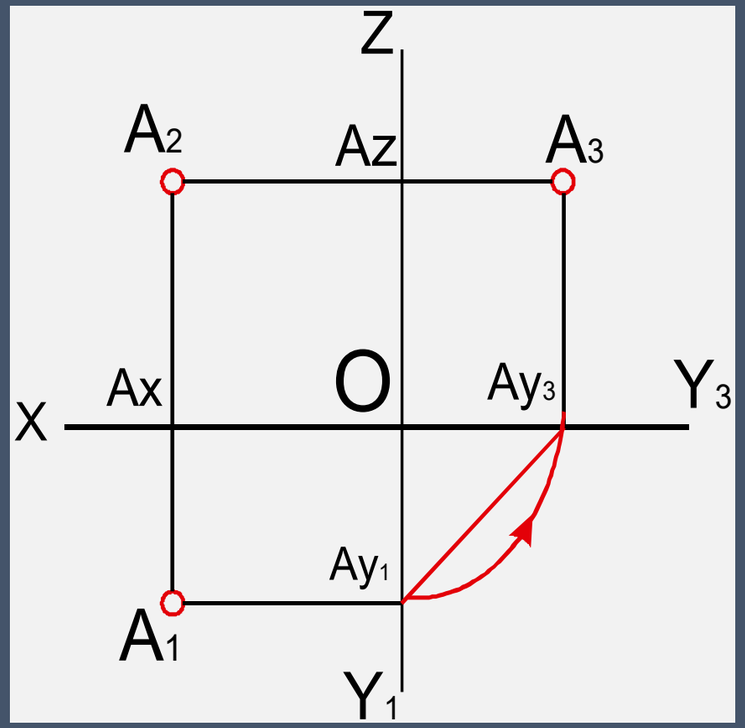


Рис. 1

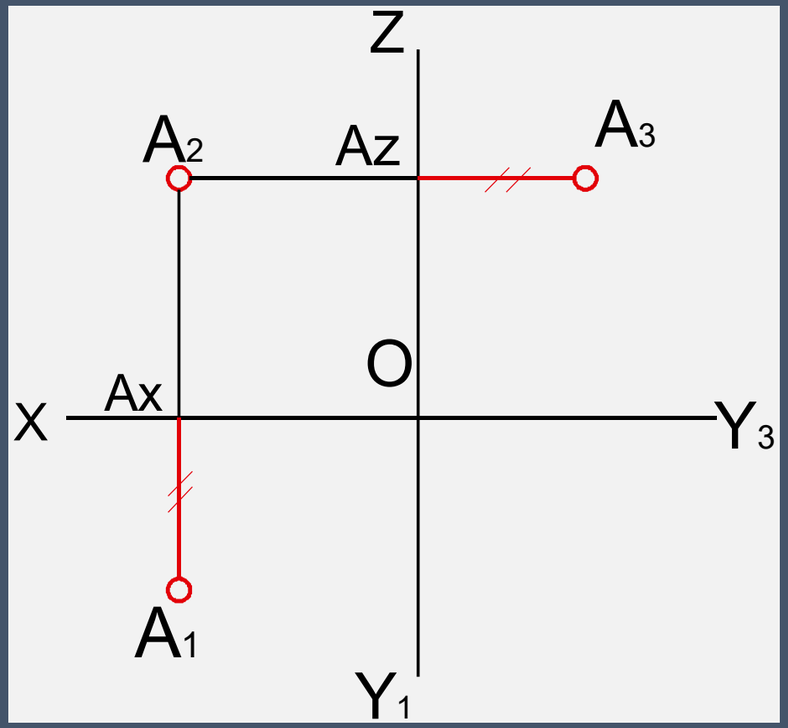


Рис. 2

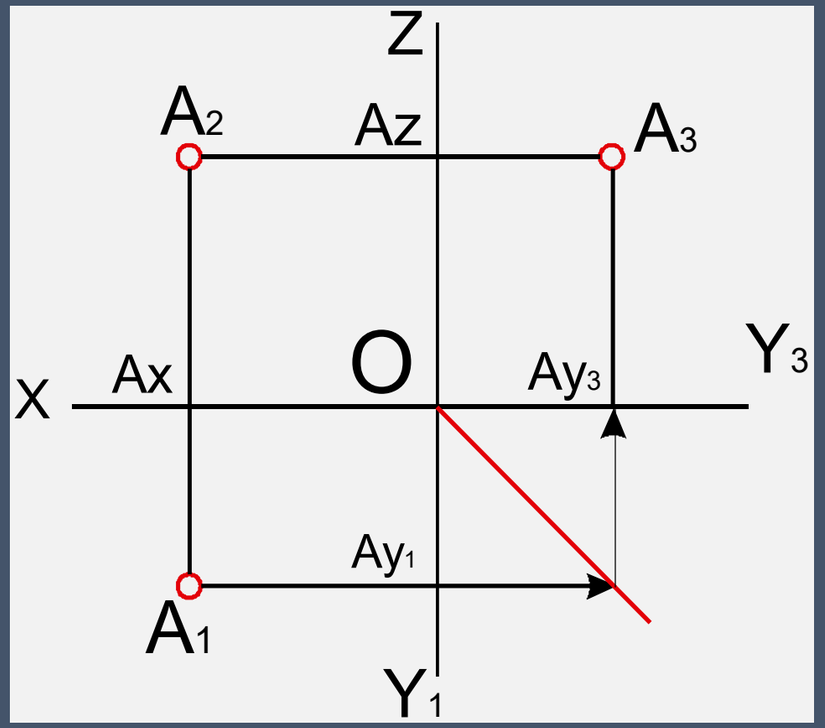


Рис. 3

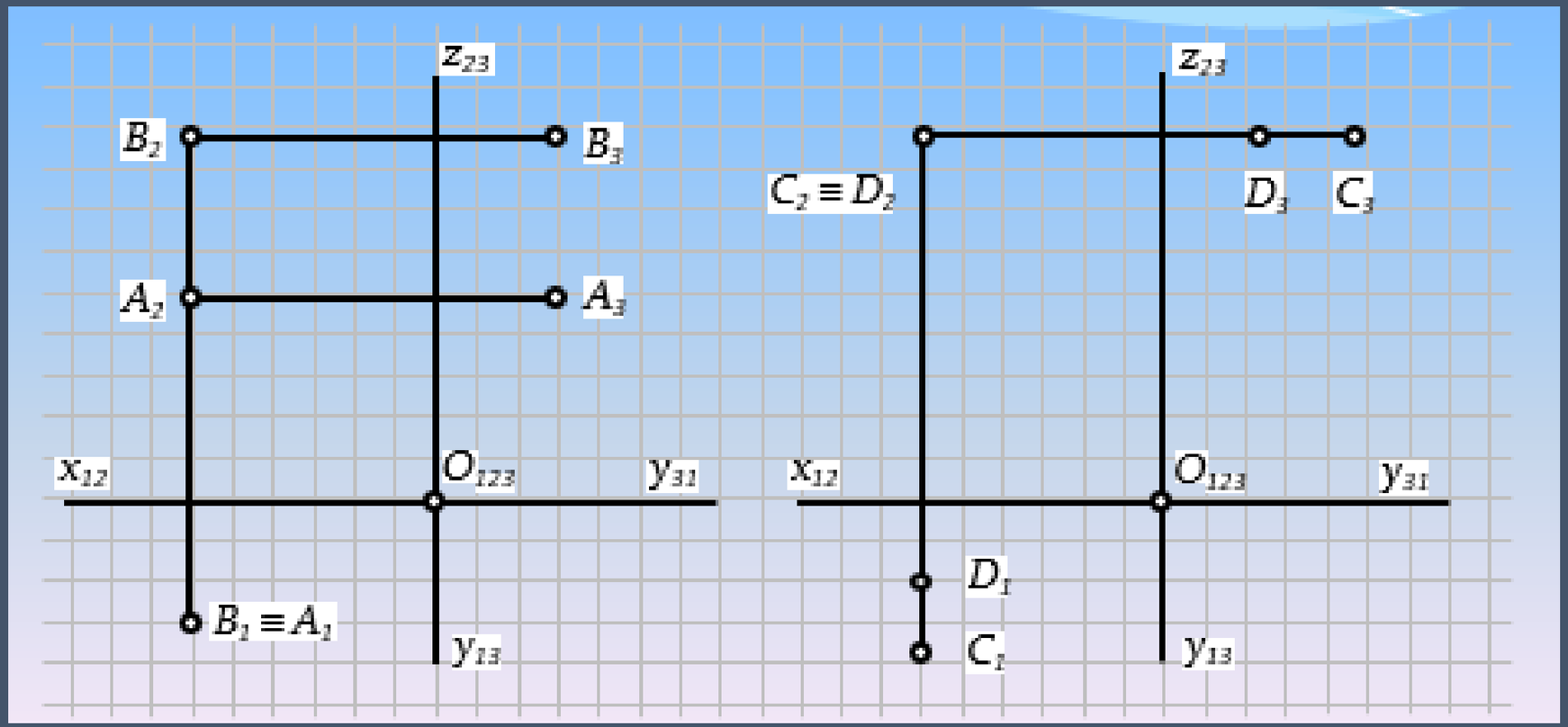
КОНКУРУЮЧІ ТОЧКИ

Точки, проєкції яких хоча б на одну із площин проекцій збігаються (лежать на одному проєцюючому промені) називаються **конкуруючими**.

Конкуруючі точки застосовуються при визначенні видимості непрозорих фігур.

З двох конкуруючих точок:

- в горизонтальній проєкції буде видима та, висота якої більша;
- у фронтальній проєкції видима та, глибина якої більша;
- у профільній проєкції видима та, широта якої більша.



Запитання і завдання для самоперевірки

1. Побудуйте креслення точок, розташованих у різних октантах простору та встановіть їх положення:
   - точка А – X≠0, Y≠0, Z=0;
   - точка В – X≠0, Y=0, Z≠0;
   - точка С – X=0, Y≠0, Z≠0;
   - точка D – X≠0, Y=0, Z=0;
   - точка Е – X=0, Y≠0, Z=0;
   - точка К – X=0, Y=0, Z≠0.
2. Побудуйте в трьох проекціях креслення точок, розташованих у різних октантах простору.
3. Які є методи побудови третьої проекції точки за двома відомими?
4. Які точки називаються конкуруючими?
5. Який октант симетричний першому відносно: горизонтальної площини проекцій; фронтальної площини проекцій; профільної площини проекцій; початку осей проекцій?
6. Які октанти розташовані над горизонтальною площиною проекцій; перед фронтальною площиною проекцій; праворуч від профільної площини проекцій?
7. По якій осі відкладається відстань від точки до: горизонтальної площини проекцій; фронтальної площини проекцій; профільної площини проекцій?
8. Чи можуть накладатись одна на одну дві, а той три проекції точки? Якщо так, то в якому випадку (дати пояснення)?
9. Чому одна проекція точки не визначає її положення у просторі?
10. Яка лінія називається лінією зв’язку?

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!