

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ІНЖЕНЕРНА І КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОП – «Цивільна безпека» «PROTECTION OF PERSONS AND PROPERTY»,
галузі знань К «Безпека та оборона»,
спеціальності – К10 «Цивільна безпека» денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 514.18 (07)

I62

Голова вченої ради факультету архітектури, будівництва та дизайну

_____ О. АНДРІЙЧУК

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій
Луцького НТУ

Директор бібліотеки _____ Н.Поліщук

Рекомендовано до видання вченою радою факультету архітектури,
будівництва та дизайну Луцького НТУ,
протокол № _____ від « _____ » _____ 2026 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри архітектури та дизайну

Луцького НТУ, протокол № _____ від « _____ » _____ 2026 року.

Завідувач кафедри АД _____ О.ПАСІЧНИК

Укладачі: _____ І. БУРЧАК, кандидат технічних наук, PhD, доцент кафедри
архітектури та дизайну Луцького НТУ.

_____ Я. ЛЕЛИК, кандидат технічних наук, доцент кафедри
архітектури та дизайну Луцького НТУ.

Рецензент: _____ І. ГОЛОВАЧУК, кандидат технічних наук, доцент
кафедри архітектури та дизайну Луцького НТУ.

Відповідальний за випуск: _____ О.ПАСІЧНИК завідувач кафедри АД
Луцького НТУ.

I62 Інженерна і комп'ютерна графіка [Текст] : конспект лекцій для студентів спеціальності К10 «Цивільна безпека» денної та заочної форм навчання/ уклад. І.Н. Бурчак, Я. Р. Лелик. – Луцьк : Луцький НТУ, 2026. – 108 с.
Конспект лекцій дисципліни

Видання складено згідно з робочою програмою навчальної дисципліни, містить основний теоретичний матеріал та питання для самоконтролю.

Призначене для студентів спеціальності К10 «Цивільна безпека» денної та заочної форм навчання.

© І. Н. Бурчак, 2026

© Я. Р. Лелик, 2026

Зміст

	стор.
Передмова	4
1. Прямокутні проекції основних геометричних тіл	5
2. Взаємне положення геометричних фігур	24
3. Перетворення комплексного креслення	43
4. Загальні відомості про архітектурні та конструктивні елементи будинків	50
5. Теоретичні основи та загальні правила виконання креслеників плану	59
6. Теоретичні основи та загальні правила виконання розрізів	66
7. Загальні положення та вимоги до креслень генеральних планів	72
7.1 План благоустрою території	76
7.2 План організації рельєфу	82
7.3 План земляних мас	84
7.4 Зведений план інженерних мереж	87
8. Деякі умовні графічні зображення будівельних конструкцій та їх елементів	89
9. Основи комп'ютерної графіки	95
10. Огляд САД- систем	102
Список рекомендованої літератури	107

Передмова

Навчальна дисципліна Інженерна і комп'ютерна графіка - об'єднана. Вона складається з трьох розділів: „Нарисна геометрія”, „Технічне креслення” та „Комп'ютерна графіка”, які є органічним цілим, де одна частина розвиває і доповнює інші.

Проектування, виготовлення, експлуатація машин, механізмів, сучасних будинків і споруд, створення нових технологій пов'язані з різними видами зображень: рисунками, кресленнями, ескізами. Це насичує графічні навчальні дисципліни рядом важливих завдань, серед яких розв'язання різноманітних інженерно-геометричних задач у машинобудуванні та будівництві для виробів складної форми, вміння моделювати форми, що відповідають вимогам сучасного машинобудування, архітектури і технічної естетики, знання правил технічного документування, вміння розв'язувати інженерні задачі графічними засобами, набуття навичок виконання й читання креслень (уявлення об'єкта за його зображенням).

Роль і значення дисципліни „Інженерна і комп'ютерна графіка” для інженера будь-якої спеціальності важко переоцінити, тому що вона розвиває просторове уявлення людини, образне сприймання навколишнього світу, що лежить в основі будь-якої творчої діяльності. Комп'ютеризація дала новий поштовх розвитку дисципліни, дозволила інженеру не тільки розв'язувати складні інженерні задачі, а й здійснювати пошук оптимального (найкращого) рішення.

Прямокутні проєкції основних геометричних тіл

Тема: Вступ. Предмет і задачі інженерної графіки.

Методи проєктування та основні їх властивості

Лекція – 1а 1 год.

Мистецтво виконання зображень навколишніх предметів є одним із найдавніших. Людина почала виконувати зображення раніше ніж писати.

Історія розвитку людського суспільства нерозривно пов'язана з розвитком мистецтва графічного зображення, яке розвивалось та удосконалювалось одночасно з розвитком живопису, архітектури, мореплавства, кораблебудування і т.і.

Першим систематизованим твором із геометрії (який не дійшов до наших днів) вважається робота Гіппократа Хіоського (V в. до н.е.). До перших відомих робіт із геометрії відносять роботи Піфагора (530-510 р. до н.е.), Демокріта (460-370 р. до н.е.) і Платона (428-348 р. до н.е.).

Спираючись на праці своїх попередників, Евклід (365-300 р. до н.е.) у своїх 13 книгах «Початки» створив завершену геометричну систему, яка використовується і сьогодні.

Значний вклад у розвиток теорії зображень внесли вчені Леонардо да Вінчі (1452-1519рр.), Дюрер А. (1471-1528рр.), Ж. Дезарг (1593-1662рр.), Р. Декарт (1596-1650рр.) і І. Ламберт (1728-1777рр.). Слід відзначити, що ще Аполлоній з Перги використовував координати, але без координатних чисел. В «Географії» Птолемея (85-168рр.) широта й довгота вже були числовими координатами. Французький учений Г. Монж (1746-1818рр.) уперше систематизував і узагальнив практичні й теоретичні пошуки в галузі зображень просторових форм на площині і дав перший виклад метода виконання креслення у своїй роботі «Нарисна геометрія», яка була видана в 1798 р.

Дані археологічних розкопок, старовинні рукописні книги (їх ілюстрації) та історичні пам'ятники свідчать про самостійність розвитку мистецтва графічних зображень у Київській Русі. 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" та в Руській Правді (1020 р.) Ярослава Мудрого. Там же були наведені зображення, побудовані за проєкційним принципом. Креслень зодчих Київської Русі не збереглося, хоч є підстави вважати, що майстри користувалися схематичними рисунками. Винятковий інтерес становить креслення будови, виконане гострим предметом на лесовому ґрунті біля Десятинної церкви у Києві.

У Росії зі старовинних графічних зображень відомі такі, як "Карта Московии" (1497р.), "Большой чертеж" всієї Московської Русі (1570р.), план м. Пскова (1581р.), "Петров план" Москви (1597р.) та ряд інших. Про високий розвиток мистецтва креслення й застосування проєкційних та аксонометричних методів зображення предметів у Росії свідчать креслення: парової машини І.І.Ползунова (1728-1766рр.), одноаркового моста через р. Неву І.П.Кулібіна (1735-1818рр.), креслення архітекторів Д.В.Ухтомського (1719-1774рр.), В.І.Баженова (1738-1799рр.), М.Ф.Казакова (1738-1812рр.) і багатьох інших.

Перший курс нарисної геометрії був прочитаний у 1810 р. в Петербурзькому інституті корпусу інженерів шляхів сполучення французьким інженером К.І.Потьє, учнем Монжа. З 1818 р. в цьому інституті лекції з нарисної геометрії починає читати проф. Я.О.Севастьянов (1796-1849рр.), який в 1821 р. написав перший у Росії оригінальний курс "Основания начертательной геометрии".

Російські вчені М.І.Лобачевський (1792-1856рр.), П.Л.Чебишев (1821-1894рр.), М.І.Макаров (1824-1904рр.), В.І.Курдюмов (1853-1904рр.), Є.С.Федоров (1853-1919рр.) і багато інших у своїх працях заклали основи графічної науки і сприяли її подальшому розвитку в Росії. Послідовниками цього курсу були професори М.О.Ринін (1877-1942рр.) та О.І.Добряков (1895-1947рр.).

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

Професор І.І.Котов (1909-1976рр.) перший застосував апарат нарисної геометрії до розв'язування прикладних задач у різних галузях техніки. Він розробив також основні принципи застосування ЕОМ у курсі нарисної геометрії, заснувавши московський семінар "Кібернетика графіки".

Сьогодні великий вклад у розвиток викладання нарисної геометрії й креслення у вузах України вносить київська школа геометрів під керуванням проф. В.Є.Михайленка, учня Колотова. При їх активній участі на багатьох кафедрах провідних вузів успішно розробляється напрямок геометричного моделювання, або інженерної геометрії, коли за наперед заданими умовами та вимогами формуються оптимальні геометричні моделі майбутнього виробу.

Нарисна геометрія – це наукова дисципліна, яка вивчає способи побудови точного зображення просторових форм на площині, розглядає графічні методи розв'язання геометричних задач і розкриває геометричні властивості просторових форм. Такі зображення прийнято називати креслениками. Кресленики мають велике значення в усіх галузях виробництва, тому що за їх допомогою можна взнати не тільки форму предмета, але й усі його розміри, взаємне розміщення окремих частин і навіть матеріал, із якого він виготовлений.

За допомогою креслення можна передати свої думки, ідеї та уявлення як про існуючі просторові форми, так і про нові, які виникають у процесі творчої праці інженера.

Основні правила та методи побудови зображень і вивчає нарисна геометрія.

Предметом нарисної геометрії є розробка методів побудови та читання креслеників, способів розв'язування геометричних задач, методів геометричного моделювання, тобто створення проєкцій предмета, який відповідав би наперед заданим геометричним та іншим вимогам, а також побудова зображень предметів та об'єктів деякої конкретної галузі інженерної діяльності

Тому **ціллю предмета нарисної геометрії** є:

- розвиток просторової уяви;
- розвиток здібностей до аналізу та синтезу просторових форм;
- вироблення навиків необхідних для виконання та читання технічних креслень;
- знайомство з засобами механізації та автоматизації графічних робіт.

Комп'ютеризація усіх форм діяльності, зокрема широке застосування ЕОМ, дисплеїв та графозображувачів, показала принципову можливість виконання креслень і графічних побудов за допомогою електронних апаратів. В основі машинної графіки, за допомогою якої можуть виконуватись одноманітні, трудомісткі операції або складні розрахунки, лежать обчислювальна геометрія, системи алгоритмів, програм, використання графічних мов тощо. Абсолютно очевидно, що машинна графіка як одна з підсистем САПР може розвиватись лише на основі широкого використання законів і правил нарисної геометрії та інженерної графіки.

Для побудови зображення будь-якого об'єкта необхідно мати **геометричний простір та формоутворюючі елементи простору**. **Геометричним простором** сучасна геометрія називає сукупність однорідних об'єктів (фігур). **Формоутворюючими елементами простору** є геометричні фігури, які можна представляти будь-якими множинами точок. Геометричних фігур дуже багато, але до основних можна віднести лише три: точку, пряму і площину, з яких утворюються більш складні фігури.

В основу методу нарисної геометрії покладений **метод проєкцій**, який дозволяє отримувати відображення просторових фігур на площині або

поверхні. Згідно з цим методом, кожній точці тривимірного простору ставиться у відповідність точка двовимірного простору (площини) (рис.1).

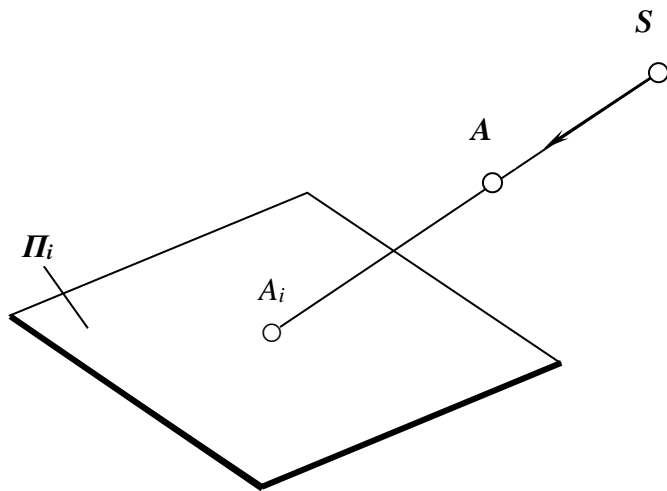


Рис. 1

$$A_i = \vec{I}_i \cap SA$$

Точка S називається *центром проектування*, напрямок SA – *проектуючим променем*, площина Π_i – *площиною проєкцій* і точка A_i – *проекцією точки A на площину проєкцій Π_i*

Метод проєкцій включає два випадки:

1 Центральне проектування

При *центральному проектуванні* проектуючі промені (рис. 2) виходять з однієї точки – центра проектування S , який знаходиться на визначеній (заданій) відстані від площини проєкцій Π_i .

Для побудови центральної проєкції m_i кривої лінії m необхідно вибрати на цій лінії деяку кількість точок, побудувати

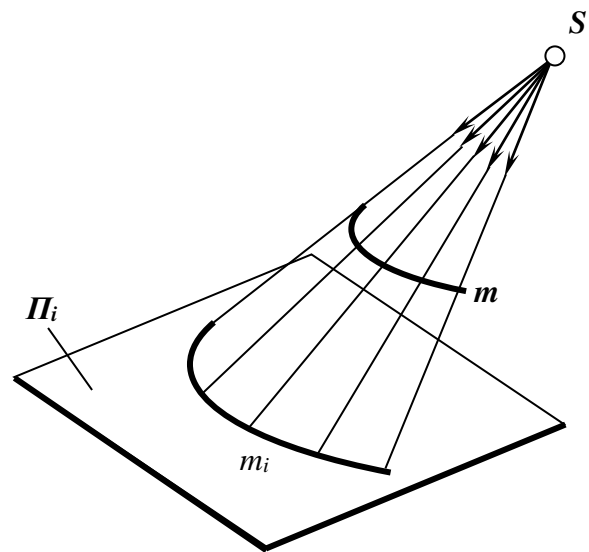


Рис. 2

їх проєкції і з'єднати відповідною лінією (рис. 2). При центральному проектуванні кривої лінії проектуючі промені утворюють у просторі конічну поверхню, тому цей вид проектування і має іншу назву – *конічне проектування*.

Центральне проектування – найбільш загальний випадок проектування геометричних образів на площину. Основними і незмінними його властивостями (*інваріантами*) є такі:

- проекцією точки є точка;
- проекцією прямої є пряма (в частковому випадку – точка);
- якщо точка належить прямій, то проекція цієї точки належить проекції прямої.

Однією з особливостей центрального проектування є його достатня наочність, оскільки воно відповідає природньому зоровому сприйняттю людиною навколишніх предметів і тому найбільш широке застосування цей вид проектування одержав при виконанні перспективних зображень в архітектурі.

Основний його недолік – складність у визначенні дійсних розмірів предмета по його зображенню.

2. Паралельне проектування

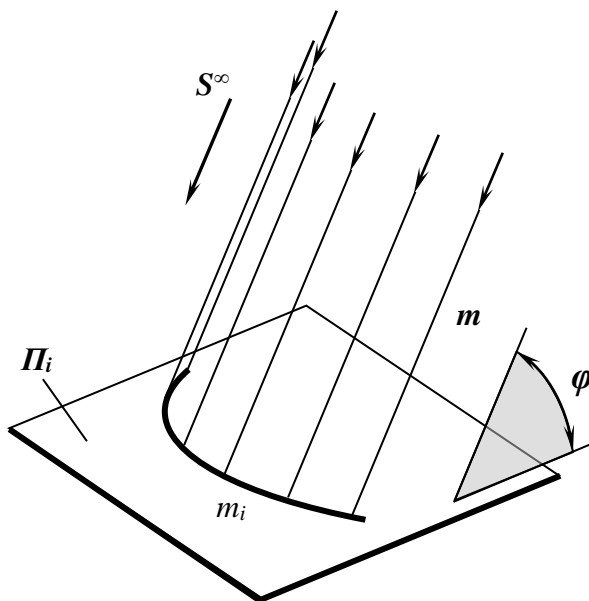


Рис. 3

Паралельне проектування можна розглядати як частковий випадок центрального, коли центр проектування S знаходиться в нескінченності. При цьому проектуючі промені паралельні між собою (рис. 3) і тому інша назва цього виду проектування – *циліндричне проектування*. Апарат паралельного проектування включає в себе площину проєкцій Π_i та напрямок проектування s ,

який задається кутом φ нахилу проектуючого променя до площини проєкцій. Залежності від значення кута φ паралельне проектування може бути *косокутним* ($\varphi \neq 90^\circ$), або *прямокутним* ($\varphi = 90^\circ$).

Основні властивості паралельного проектування:

1. Проекцією точки є точка.
2. Проекцією прямої є пряма (в частковому випадку - точка).

3. Якщо точка належить прямій, то і проекція точки належить проекції прямої.

4. Якщо прямі паралельні, то і їх проекції паралельні між собою.

5. Відношення відрізків прямої дорівнює відношенню проекцій цих відрізків.

6. Відношення відрізків паралельних прямих дорівнює відношенню проекцій цих відрізків.

7. Проекція геометричної фігури не змінює своєї величини і форми при паралельному переміщенні площини проекцій.

8. Точка перетину проекцій прямих, що перетинаються є проекцією точки перетину цих прямих.

Прямокутне (або ортогональне) проектування, крім наведених вище, характеризується ще такими властивостями:

1. Проекція відрізка не може бути більше самого відрізка.

Частковий випадок. Якщо відрізок паралельний площині проекцій, то він проектується на неї в натуральну величину.

Питання для самоконтролю

1. Які завдання ставляться перед курсом нарисної геометрії?

2. На якому методі ґрунтується курс нарисної геометрії?

3. У чому різниця між центральним і паралельним проектуванням?

4. Чи може при центральному і паралельному проектуванні лінія зображатися точкою, а площа – прямою?

Прямокутні проєкції основних геометричних тіл

Тема: Визначеність зображень. Прямокутні проєкції. Комплексне креслення Монжа. Точка, пряма, площина загального і часткового положення на епюрі Монжа

Лекція – 16 1 год.

Відомо, що проєкційні зображення, які використовуються в технічній документації, повинні відповідати таким основним вимогам:

- бути **оберненими** (метрично визначеними), тобто такими, щоб за ними можна було визначити форму і розміри зображеного предмета;
- бути **наочними**, тобто такими, щоб за ними можна було уявити зображений предмет і його положення в просторі;
- бути відносно **простими у графічному виконанні**.

Розглянуті методи проєктування на одну площину проєкцій дають можливість розв'язувати *пряму задачу* – маючи предмет, знайти його проєкцію, але не дозволяє розв'язати *обернену задачу* – маючи проєкцію, визначити форму і розміри предмета. Наприклад, маючи проєкцію A_i (рис. 1), не можна визначити положення самої точки A в просторі, оскільки невідома її відстань від площини проєкцій Π_i .

Наявність лише однієї проєкції створює невизначеність зображення. Такі зображення повинні містити додаткові дані, щоб за ними можна було визначити оригінал.

Розглянемо деякі способи доповнення зображень геометричних образів при паралельному проєктуванні.

На практиці найбільш широке застосування набули чотири способи доповнення однопроєкційного зображення: проєкції з числовими відмітками; векторіальні (федоровські) проєкції; аксонометричні проєкції; прямокутні проєкції.

Проєкції з числовими відмітками. Цей метод зображень ґрунтується на тому, що для кожної точки предмета на площині проєкцій додатково

вказують величину її відстані (при визначених одиницях виміру) від заданої площини проєкцій. Цю відстань називають числовою відміткою точки. Креслення з числовими відмітками використовують в основному в картографії, при проектуванні доріг і т. п.

Векторіальні (федоровські) проєкції названі на честь академіка Є.С.Федорова, який запропонував зображати висоти точок предмета за допомогою паралельних відрізків. Початок відрізка – в проєкції відповідної точки. Довжина відрізка дорівнює висоті точки. Цей метод зображення застосовується у кристалографії, геології і т. п.

Аксометричні проєкції більш детально розглядаються в окремій лекції. Тут можна лише відзначити, що зображенням, отриманим за допомогою методу аксометричних проєкцій, притаманна більша наочність, але вони і більш трудомісткі при виконанні.

Прямокутні проєкції найбільше застосовуються при виконанні технічних креслень, тому що в цьому випадку забезпечується простота графічних побудов і висока точність вимірів. Основний недолік цього методу – недостатня наочність зображення: для того, щоб “побачити” (уявити) предмет, необхідно подумки поєднати його наявні “плоскі” зображення.

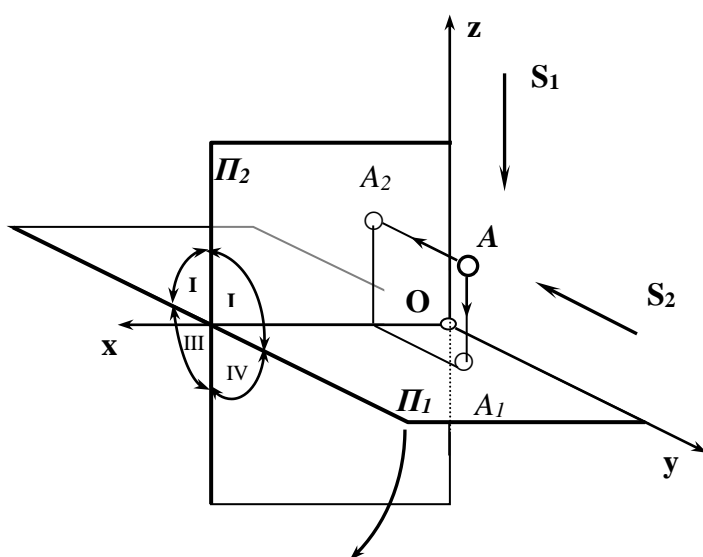


Рис. 4

Метод прямокутних проєкцій ґрунтується на тому, що предмет за допомогою ортогонального (прямокутного) проектування одночасно зображають на декількох взаємноперпендикулярних площинах проєкцій, приєднаних до просторової прямокутної системи координат.

Розглянемо дві взаємно-перпендикулярні площини, які ділять простір на 4 частини, що називаються **четвертями** або **квадрантами**

(рис.4). Така модель називається **двох-площинною**. Відповідно площина Π_1

називається *горизонтальною площиною проєкцій*, а Π_2 - *фронтальною площиною проєкцій*.

При двох напрямках проєктування, що прийняті в системі прямокутних проєкцій, довільна точка A зображується парою точок (A_1 - горизонтальна проєкція, A_2 – фронтальна проєкція). Неважко помітити, що точка простору віддалена від площин проєкцій Π_1 та Π_2 на відстань від осі відповідно до її фронтальної та горизонтальної проєкцій. Креслення, що містить проєкції на двох полях проєкцій, позиційно повне та метрично визначене.

Однак, завдяки тривимірності просторової фігури, а також у зв'язку з тим, що по двох зображеннях не завжди просто визначити конструкцію складного об'єкта, його комплексне креслення стає зрозумілішим, коли крім двох основних проєкцій дано ще проєкцію на третю площину. В ролі третьої площини (поля проєкцій) найчастіше вибирають *профільну площину проєкцій* Π_3 , перпендикулярну до Π_1 та Π_2 (рис.5), тому третя проєкція точки A_3 називається профільною. Така модель називається **трьох площинною**.

При побудові комплексного креслення або **епюра Монжа** з трьох прямокутних проєкцій площину Π_2 приймають нерухомою, а площини Π_1 та Π_3 суміщують з нею обертянням навколо осей x та z .

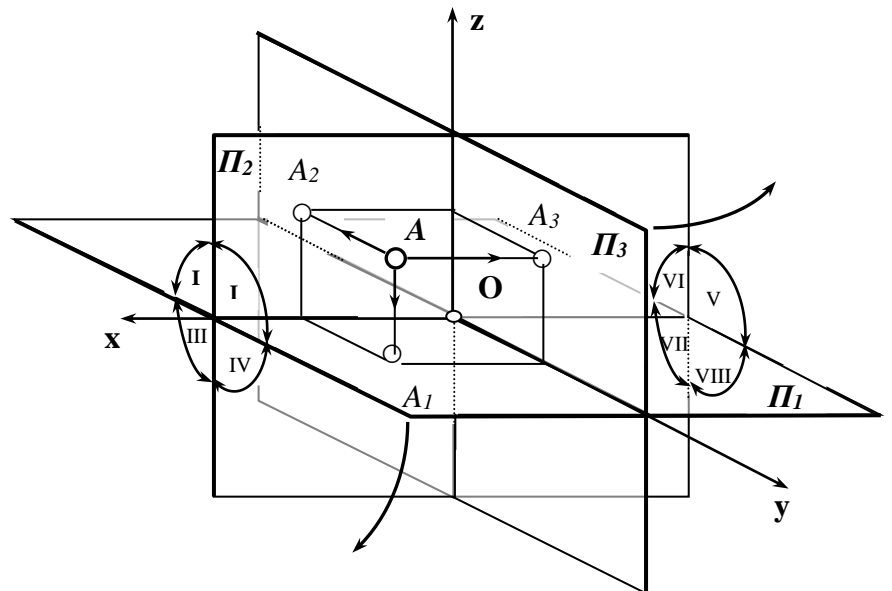


Рис. 5

Площини /поля/ проєкцій Π_1 , Π_2 та Π_3 , перетинаючись по трьох лініях, задають *просторову декартову систему координат* (рис.5). Точка O є початком координат, вісь x - віссю абсцис, вісь y - віссю ординат та вісь z -

віссю аплікату. Неважко помітити, що проєкції A_1 та A_2 лежать на одній вертикальній лінії, а проєкції A_2 та A_3 – на одній горизонтальній лінії, які називаються *лініями зв'язку*.

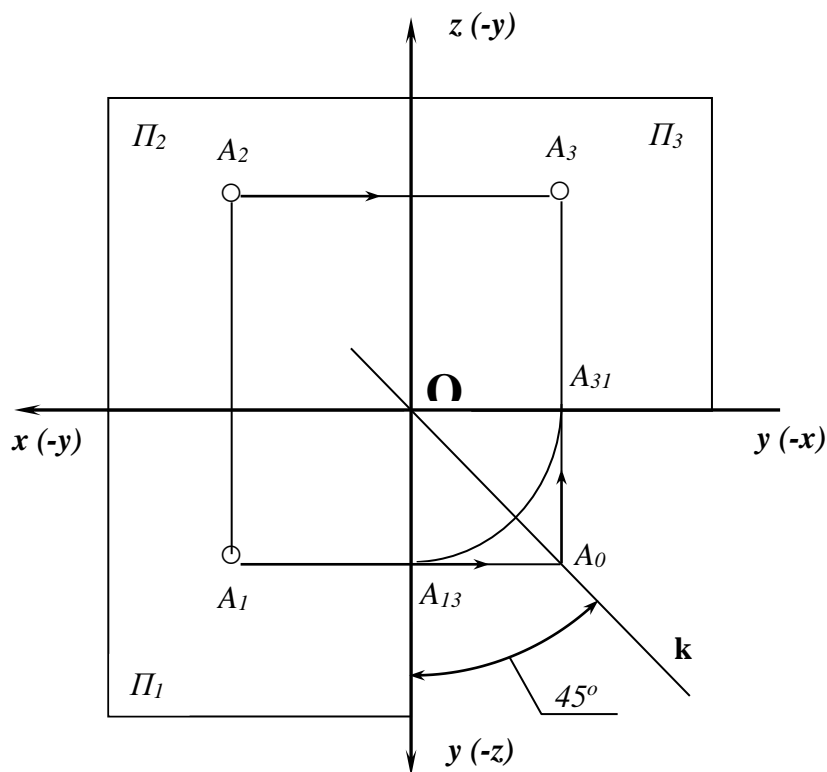


Рис. 6

Розглянемо, якою лінією зв'язку можна з'єднати проєкції A_1 та A_3 .

Для цього розглянемо квадрат O, A_{31}, A_0, A_{13} (рис.6). Діагональ цього квадрата - бісектриса кута $y(-z), O, y(-x)$. Лінія зв'язку, яка з'єднує проєкції A_1 та A_3 - ламана, що складається з двох

відрізків (горизонтального та вертикального) з вершиною на бісектрисі k кута $y(-z), O, y(-x)$. Частину цієї ламаної інколи замінюють дугою кола. Таким чином, між горизонтальною та профільною проєкціями існує ламана горизонтально-вертикальна лінія зв'язку. Бісектрису k , що є множиною вершин цих ламаних ліній, називають *постійною прямою* комплексного креслення.

Площини проєкцій Π_1, Π_2 та Π_3 ділять тривимірний простір на вісім частин, які називаються *октантами*. У тих випадках, коли точка задається координатами, можна будувати комплексне креслення, керуючись величиною та знаками координат, навіть не визначаючи октанту, в якому задана точка. Знаки координат, які відповідають тому чи іншому октанту, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Октанти	1	2	3	4	5	6	7	8
x	+	+	+	+	-	-	-	-
y	+	-	-	+	+	-	-	+
z	+	+	-	-	+	+	-	-

Якщо точка знаходиться в першій чверті (двох площинна модель) або в першому (п'ятому) октанті (трьох площинна модель) простору при закріплених площинах проєкцій, то її горизонтальна проєкція розміщується нижче, а фронтальна проєкція – вище x . По-іншому розміщуються проєкції точок, що перебувають в 2(6),3(7)та 4(8) чвертях (октантах) простору. На рис.7 показано розташування точок у різних чвертях простору.

Якщо одна з проєкцій точки розміщена на осі, то точка простору належить одній із площин проєкцій і розташована на границі чвертей.

Якщо відстані від проєкцій точок до осі рівні, то точка простору належить бісекторній площині. **Бісекторна площина** – це площина, яка ділить чверті навпіл. Площина, яка проходить через 1 і 3 чверті називається **1^{ою}** бісекторною площиною і позначається буквою **K**, площина, яка проходить через 2 і 4 чверті – **2^{ою}** бісекторною площиною і позначається буквою **U**.

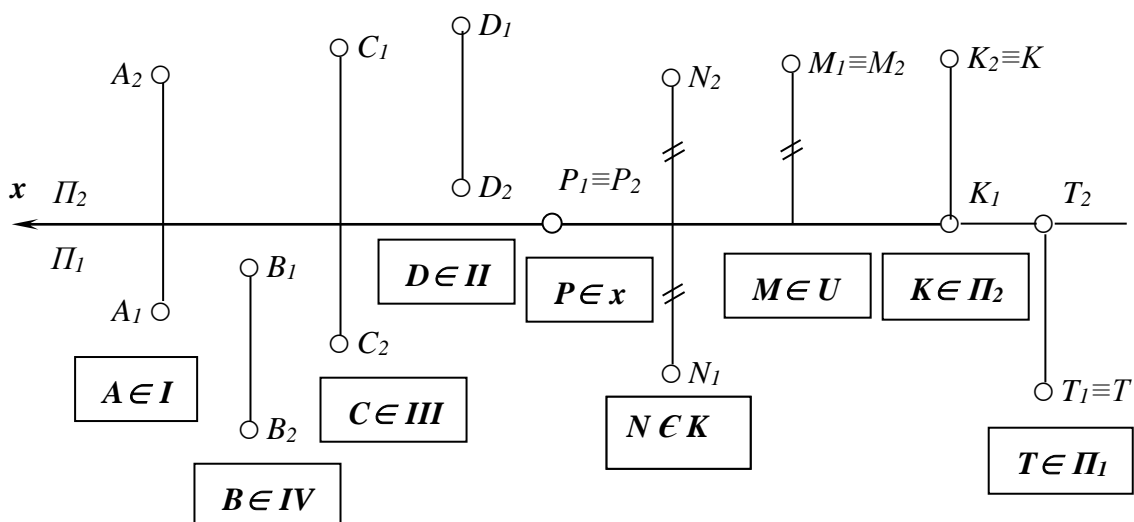


Рис. 7

Приклад 1.

Побудувати комплексне креслення точок $A(-30,-20,40)$ та $B(10,30,-10)$ і визначити октанти простору, в яких вони розташовані.

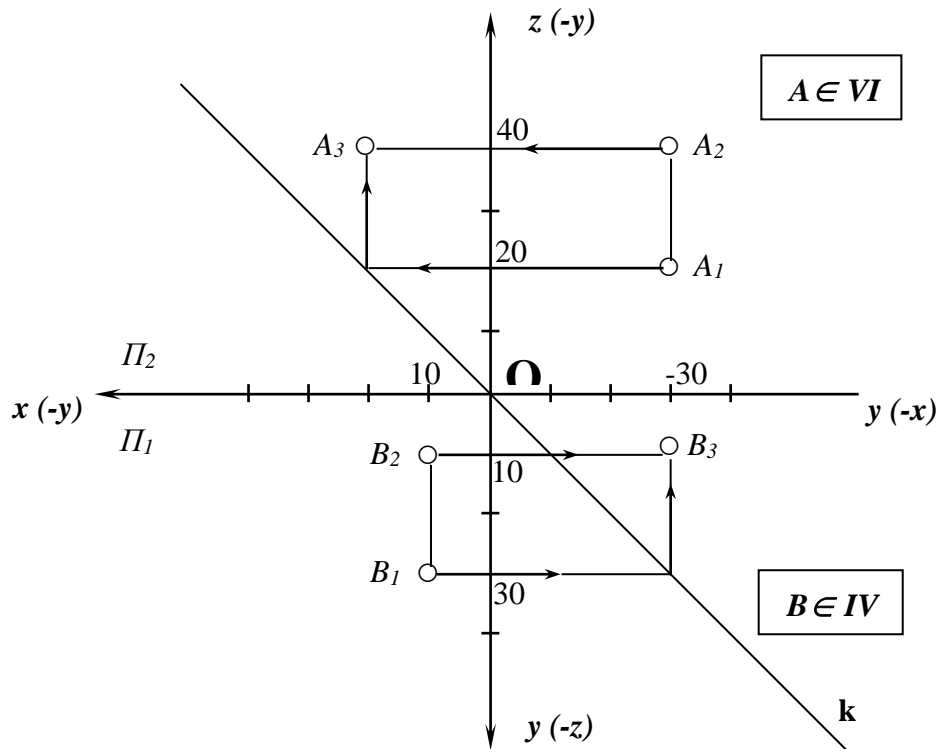


Рис. 8

Користуючись **таблицею 2**, легко визначити, що точка A задана в 6 октанті, а точка B – в 4. Комплексне креслення точок приведенне на рис. 8.

У практичних додатках користуються, як правило, 1 четвертю, тому подальший матеріал буде подаватися стосовно неї.

Питання для самоконтролю.

1. Чим різняться між собою двоплощинна та триплощинна моделі простору?
2. Якщо точка простору належить площині Π_2 , як будуть розташовані її проєкції?
3. Як зобразяться проєкції точки, що належить бісекторній площині в 3 і 4 чвертях простору?

Прямокутні проєкції основних геометричних тіл

Тема: Прямокутні проєкції. Проєкції прямої. Проєкції площини.

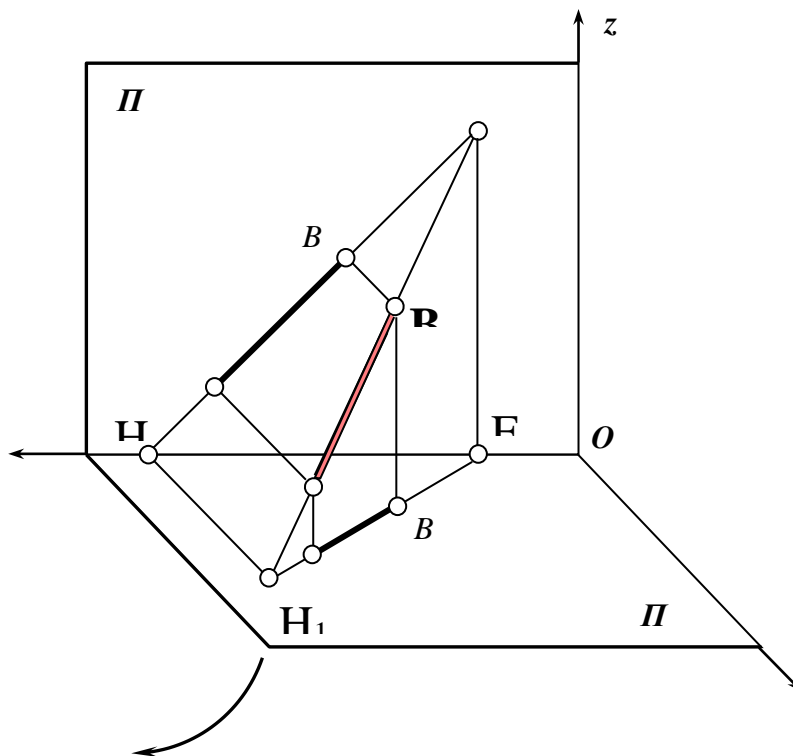
Лекція – 2а 1год.

Пряму в нарисній геометрії розглядають як *множину точок*; її проєкції в загальному випадку також прямі. В системі площин Π_1 та Π_2 пряма загального положення зображається двома прямими. Оскільки дві точки визначають будь-яку пряму, то при рішенні практичних задач часто пряму задають *відрізком*.

По відношенню до площин проєкцій пряма може займати як *загальне*, так і *часткове* положення.

Пряма, яка не паралельна жодній з площин проєкцій, називається прямою загального положення.

На рис. 9 представлена пряма загального положення.



Точки перетину прямої з площинами проєкцій називають слідами прямої.

Горизонтальний слід (H) – точка перетину з горизонтальною площиною проєкцій.

H_1 і H_2 – відповідно горизонтальна проєкція горизонтального сліду і фронтальна проєкція

горизонтального сліду.

Фронтальний слід

(F) – точка перетину з фронтальною площиною проєкцій. F_1 і F_2 – відповідно горизонтальна проєкція фронтального сліду та фронтальна проєкція фронтального сліду.

На рис. 10 показаний епюр прямої та послідовність знаходження її слідів.

Прямі часткового положення це прямі, які паралельні або перпендикулярні площинам проєкцій.

Прямі, паралельні площинам проєкцій, належать до так званих **прямих рівня** і називаються **AC – горизонтальною** (рис.11а), **AB – фронтальною** (рис.11б), **AM – профільною** прямими (рис.11в).

Відрізки прямих зображуються в натуральну величину на площині проєкцій, якій вони паралельні.

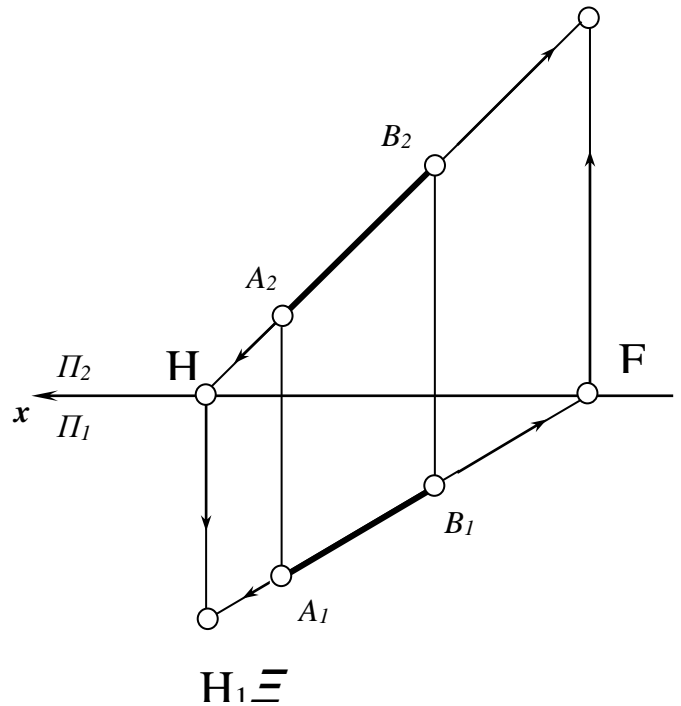


Рис. 10

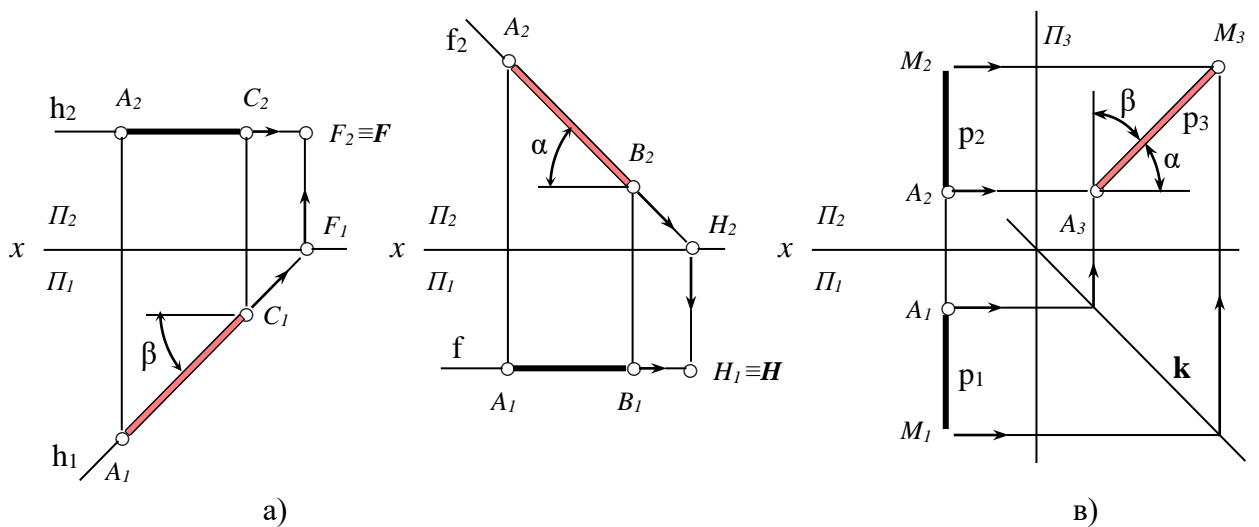


Рис. 11

Прямі, перпендикулярні до площин проєкцій, називають **проектуючими**: **AK** – **горизонтально – проектуюча** або **вертикальна** (рис. 12а), **AP** – **фронтально-проектуюча** (рис.12б), **AT** – **профільно-проектуюча** (рис.12в). Такі прямі зображуються точкою на площині проєкцій, до якої вони перпендикулярні. При цьому вони паралельні двом іншим площинам проєкцій.

При розгляді відрізка прямої часто виникає потреба у визначенні його натуральної величини та кутів нахилу до площин Π_1 та Π_2 , тобто доводиться

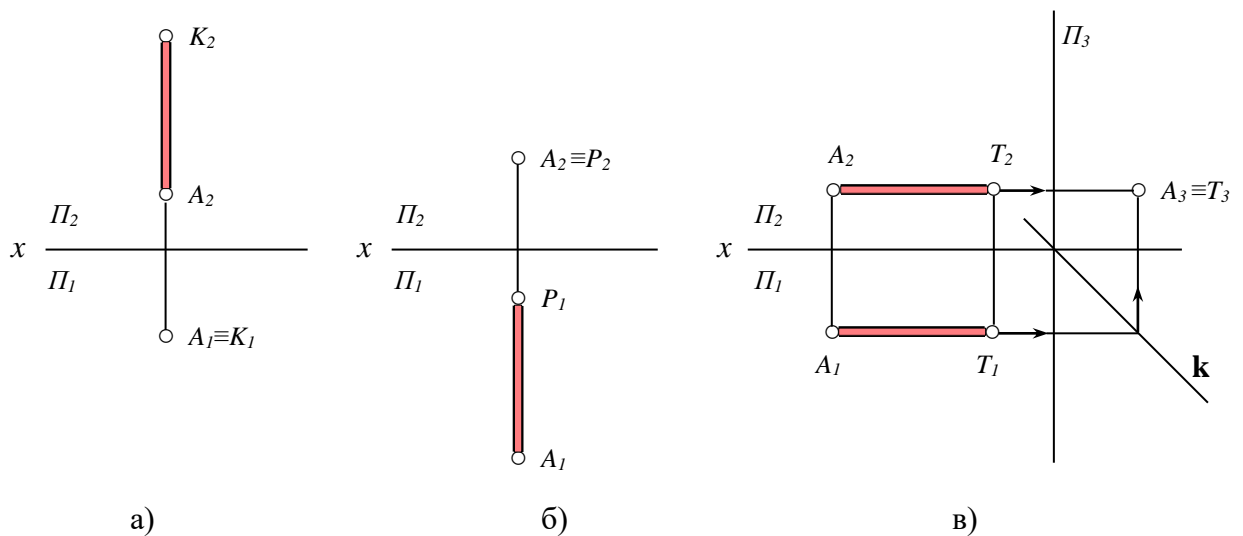


Рис. 12

розв'язувати першу основну метричну задачу. Справді, відстань між двома фігурами вимірюється відстанню між найближчими точками цих фігур.

Для визначення натуральної величини відрізка прямої загального положення треба виконати деякі побудови.

На рис.13 показано відрізок **AB** та дві площини проєкцій Π_1 та Π_2 .

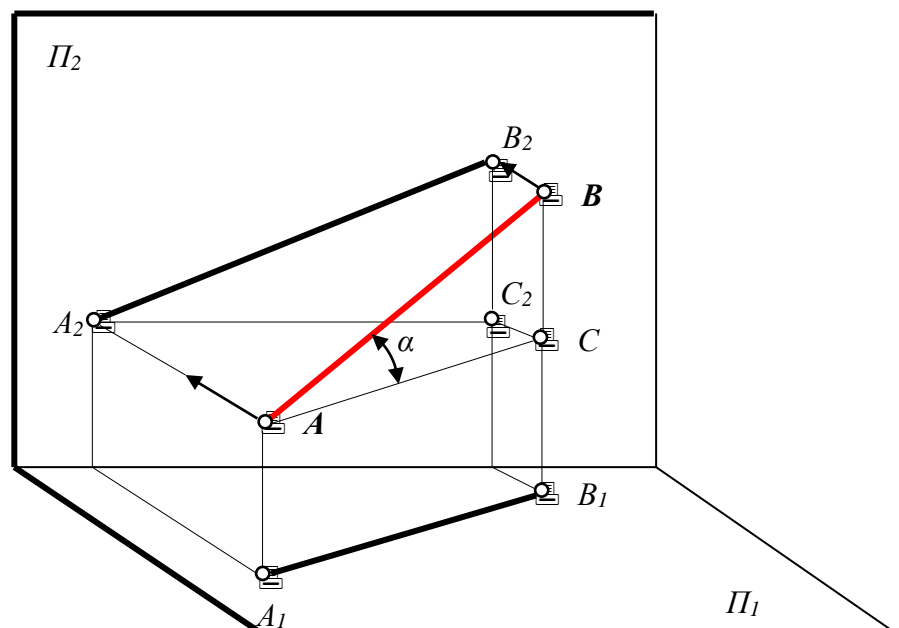


Рис. 13

Якщо з точки A провести відрізок AC , паралельний його горизонтальній проекції A_1B_1 , то утвориться прямокутний трикутник ABC , гіпотенуза якого – відрізок AB . Розглянувши цей трикутник, можна зробити висновок, що натуральна величина відрізка прямої загального положення дорівнює гіпотенузі прямокутного трикутника, один катет якого – одна з проекцій відрізка, а другий – різниця відстаней кінців другої проекції відрізка до осі. Відповідну побудову виконано на рис.14.

Одночасно визначається і кут α нахилу прямої до горизонтальної площини проекції Π_1 . Щоб знайти кут нахилу прямої до фронтальної площини проекцій, відповідну побудову треба виконати на полі Π_2 . Цей спосіб визначення величини відрізка прямої називають *способом прямокутного трикутника*.

Якщо точка є *нульвимірною* геометричною фігурою, пряма – *одновимірною*, то площина – *двовимірною* геометрична фігура.

Задавати площину можуть три точки, що не лежать на одній прямій, дві паралельні прямі, дві прямі, що перетинаються, точка і пряма (точка не належить прямій), будь-яка плоска фігура та сліди площини (рис. 15).

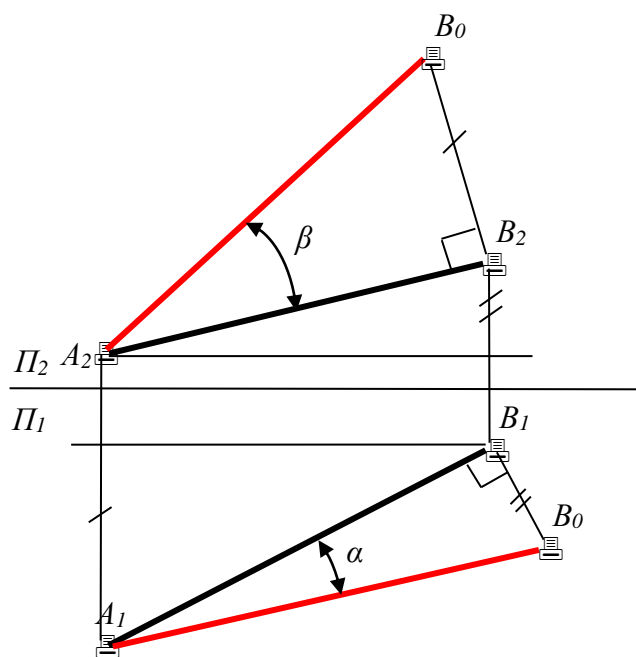


Рис. 14

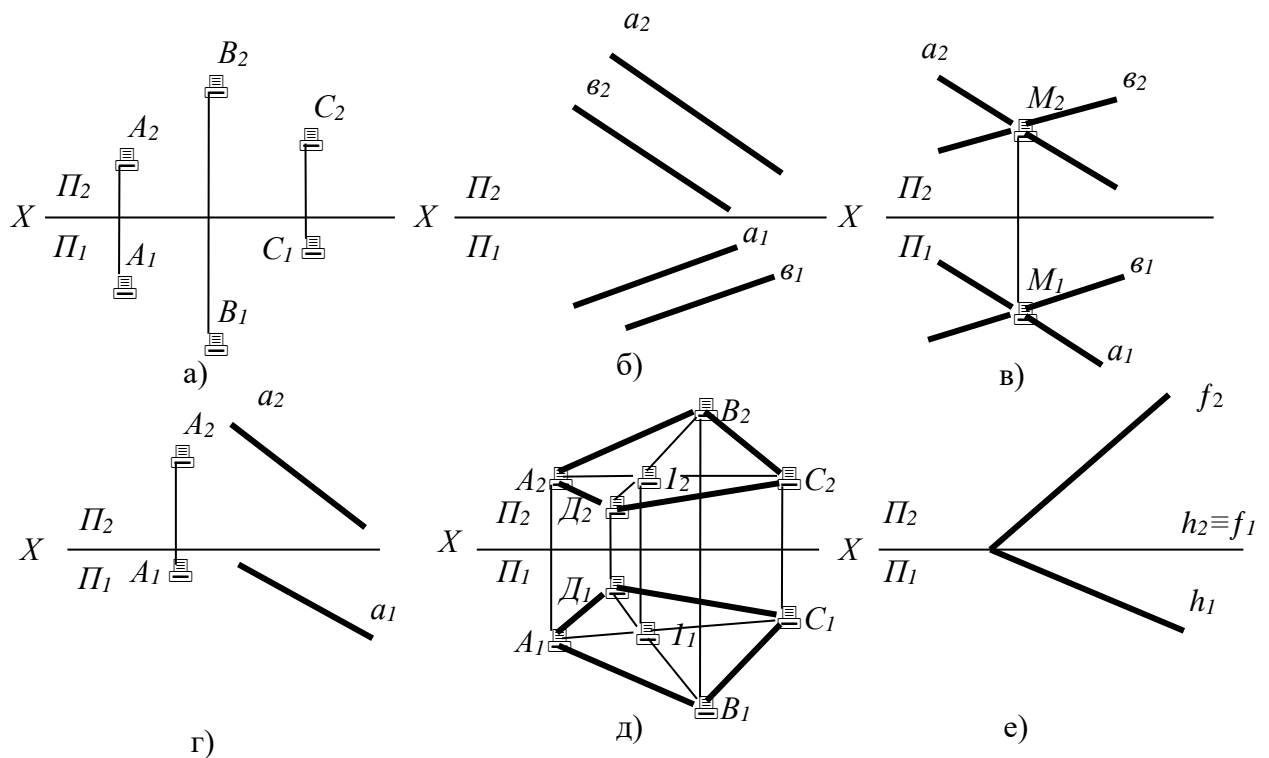


Рис. 15

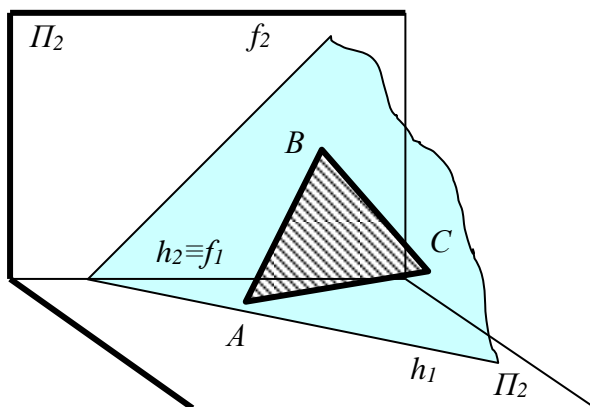


Рис. 16

Сліди площини – це лінії перетину площини з площинами проєкцій. Задання площини її слідами - найпростіший спосіб задання. На рис. 16 площину задано точкою сходу слідів на осі x , а також кути, які сліди утворюють з віссю x .

Площини не паралельні та не перпендикулярні площинам проєкцій називаються площинами загального положення.

Площини – перпендикулярні площинам проєкцій є площинами часткового положення і називаються **проектуючими**. Площина, перпендикулярна до горизонтальної площини проєкцій називається **горизонтально-проектуючою** (рис.17а). Площина, перпендикулярна до фронтальної площини проєкцій, називається **фронтально-проектуючою**

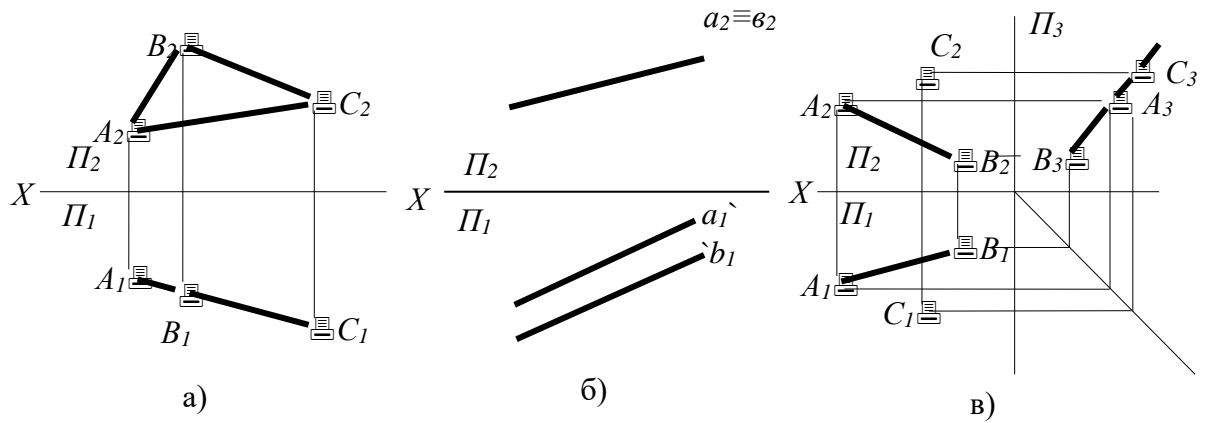


Рис. 17

(рис.17б). А площина, перпендикулярна профільній площині проєкцій, є **профільно-проєктуючою** (рис. 17в).

Площини, паралельні площинам проєкцій, називаються площинами рівня. Відсіки площин рівня на відповідних площинах проєкцій зображуються в натуральну величину. Площина, паралельна горизонтальній площині проєкцій, називається **горизонтальною** (рис.18а), площина, паралельна фронтальній площині проєкцій, називається **фронтальною** (рис. 18б), площина паралельна профільній площині проєкцій – **профільна площина рівня** (рис. 18в).

Питання для самоконтролю

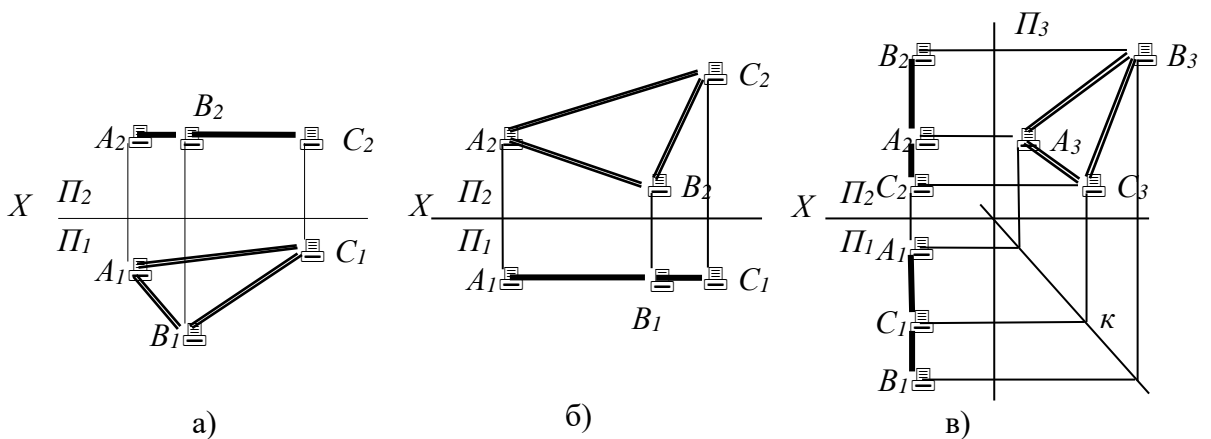


Рис. 18

1. Що називається слідами прямої?
2. Що називається площинами рівня?
3. Як виглядають проєкції проєктуючих прямих?
4. Чим можна задати проєкції площини?

Взаємне положення геометричних фігур

Тема: Позиційні задачі. Взаємна належність точок, прямих і площин. Перетин прямих і площин. Сліди прямої і площини.

Лекція – 26 1 год.

У нарисній геометрії розглядаються дві групи задач: **позиційні та метричні**, в основу яких покладено позиційні та метричні властивості пар їх проєкцій.

Позиційні задачі – це задачі на визначення загальних елементів різних геометричних фігур (належність, перетин тощо).

1.1 Точка і пряма

Точка може належати або не належати прямій. Для розв'язку питання про належність досить розглянути їх проєкції, прийнявши до уваги таку властивість: **точка належить прямій, якщо її проєкції належать тим же проєкціям прямої, і не належить прямій, коли хоча б одна з її проєкцій не належить тій же проєкції прямої.**

На рис. 19 показано прямі a та b .

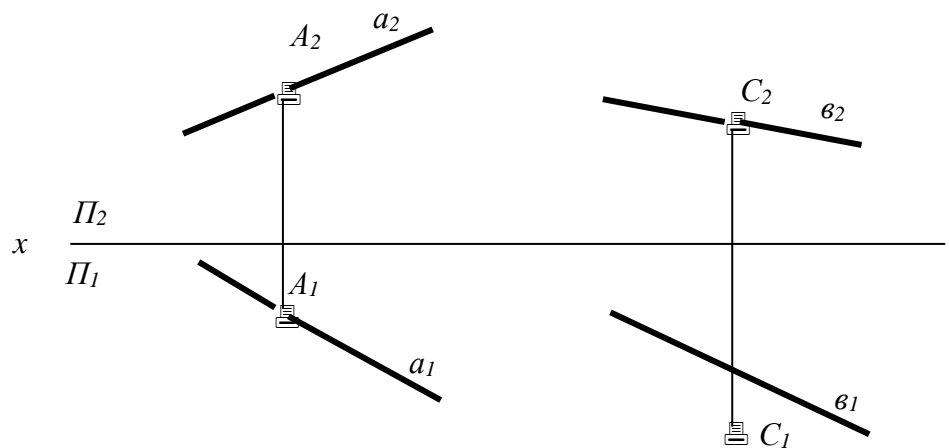


Рис. 19

$$A \in a \quad C \notin b$$

Точка A , проєкції якої належать відповідним проєкціям прямої a , належить цій прямій. Точка C не належить прямій b , бо її горизонтальна проєкція не належить горизонтальній проєкції прямої.

Для двох проєкцій (фронтальної та горизонтальної) профільної прямої умови належності недостатні, бо якщо пряма і точка належать одній профільній площині, то проєкції точки завжди належать проєкціям прямих. У цьому випадку треба внести однозначність, яка полягає в тому, що профільна проєкція точки повинна належати профільній проєкції прямої, або, що аналогічно, повинна своїми проєкціями ділити проєкції довільно зафіксованого на прямій відрізка в одному й тому ж відношенні (рис.20).

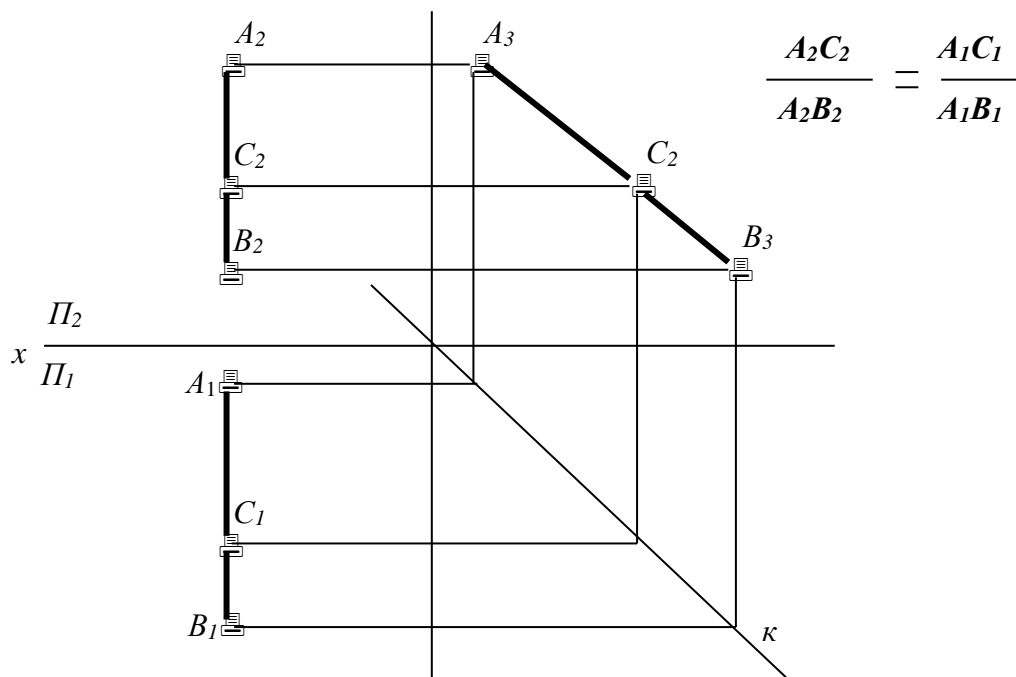


Рис. 20

1.2 Дві прямі

Прямі можуть *перетинатися*, якщо мають одну власну чи невласну спільну точку, або бути *мимобіжними*, якщо вони не мають спільної точки.

Дві прямі в просторі в загальному положенні мимобіжні. В цьому випадку, як відомо, через них можна провести одну пару площин, паралельних площині паралелізму (це площина, паралельна двом мимобіжним прямим), яку можна задати, якщо через довільну точку простору провести дві прямі, паралельні цим мимобіжним.

Сформулюємо властивості: **якщо точки перетину однойменних проєкцій прямих належать одній вертикальній лінії зв'язку, прямі**

перетинаються (рис.21а); якщо однойменні проєкції прямих паралельні між собою (мають невласну точку перетину), прями паралельні (рис. 21 б); якщо точки перетину однойменних проєкцій прямих не належать одній вертикальній чи горизонтальній лінії зв'язку, прями мимобіжні (рис. 22).

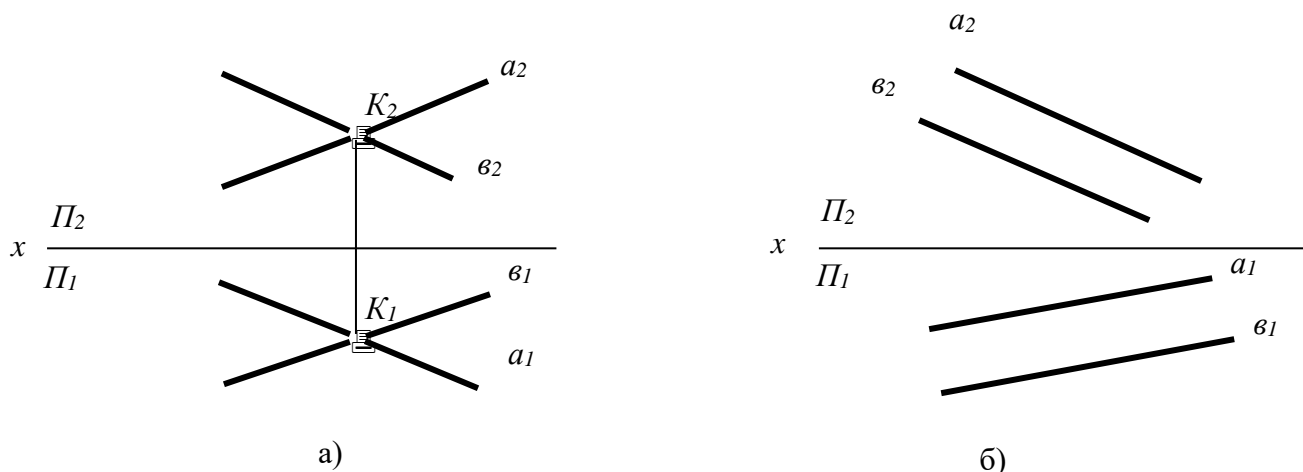


Рис. 21

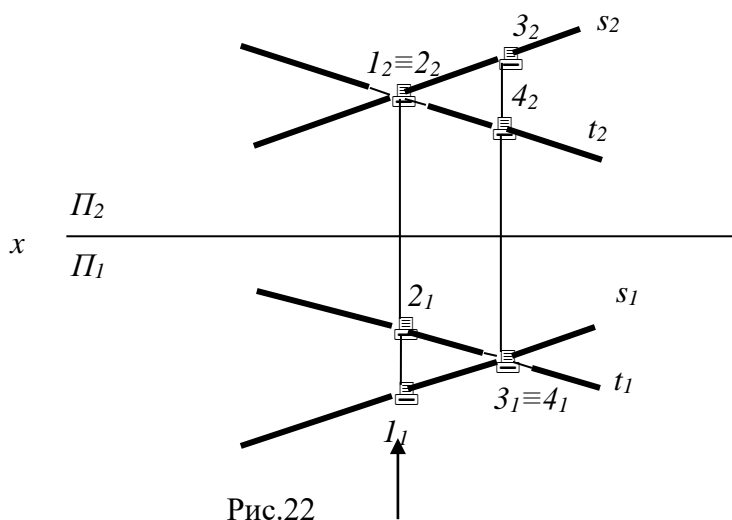


Рис.22

Звернемося до рис. 22, де зображено дві мимобіжні прями. Фронтальні проєкції перетинаються в точці $I_2=2_2$, а горизонтальні - в точці $3_1=4_1$.

Ці точки називаються конкуруючими.

Конкуруючі точки (точки, що належать одній проєктуючій прямій) використовують при визначенні видимості геометричних фігур.

Для визначення "перекривання" їх на проєкціях візьмемо конкуруючі точки $I_2=2_2$ відносно поля Π_2 , точки $3_1=4_1$ відносно поля Π_1 . Завдяки тому, що точка 3 розміщена вище точки 4, на полі Π_1 пряма s "перекриває" пряму t. Точка 1 розміщена ближче точки 2, тому на полі Π_2 пряма s "перекриває" пряму t.

1.3 Пряма та площина

Пряма належить площині, якщо дві її точки належать площині (рис.23 а) або коли вона проходить через точку, що належить площині, та паралельна другій прямій що належить площині (рис. 23 б). Для задання прямої, що належить площині, досить задати її горизонтальну чи фронтальну

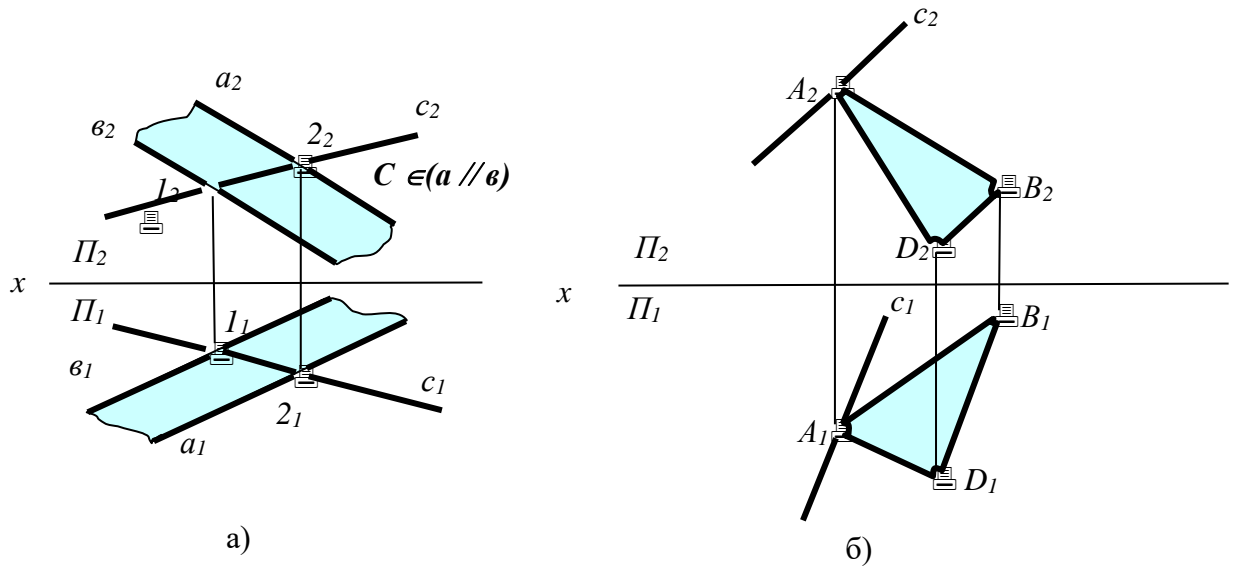


Рис. 23

проекцію.

Крім того, є лінії, що належать площині і займають **часткове положення**. До таких ліній можна віднести **лінії рівня** та **лінії найбільшого нахилу площини** до площин проекцій.

Лініями рівня площини називають лінії, що належать даній площині та паралельні одній з площин проекцій. Горизонталь - це лінія, що належить площині та паралельна Π_1 .

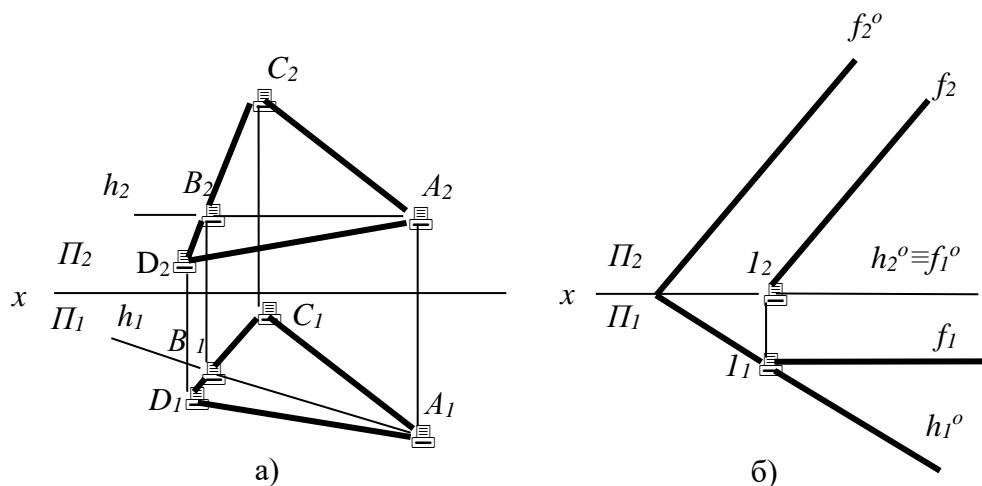


Рис. 24

На рис. 24а проведено горизонталь AB . Фронталь - лінія, що лежить у площині та паралельна Π_2 . На рис. 24 б проведено фронталь f . Горизонталь та фронталь часто використовуються при заданні площини, що дозволяє виявити її орієнтацію відносно площин проекцій. Сліди площини також є крайніми положеннями горизонталі h чи фронталі f , їх в цьому випадку називають нульовими (рис. 24б).

Профільна пряма - лінія, що належить площині та паралельна профільній площині проекцій Π_3 .

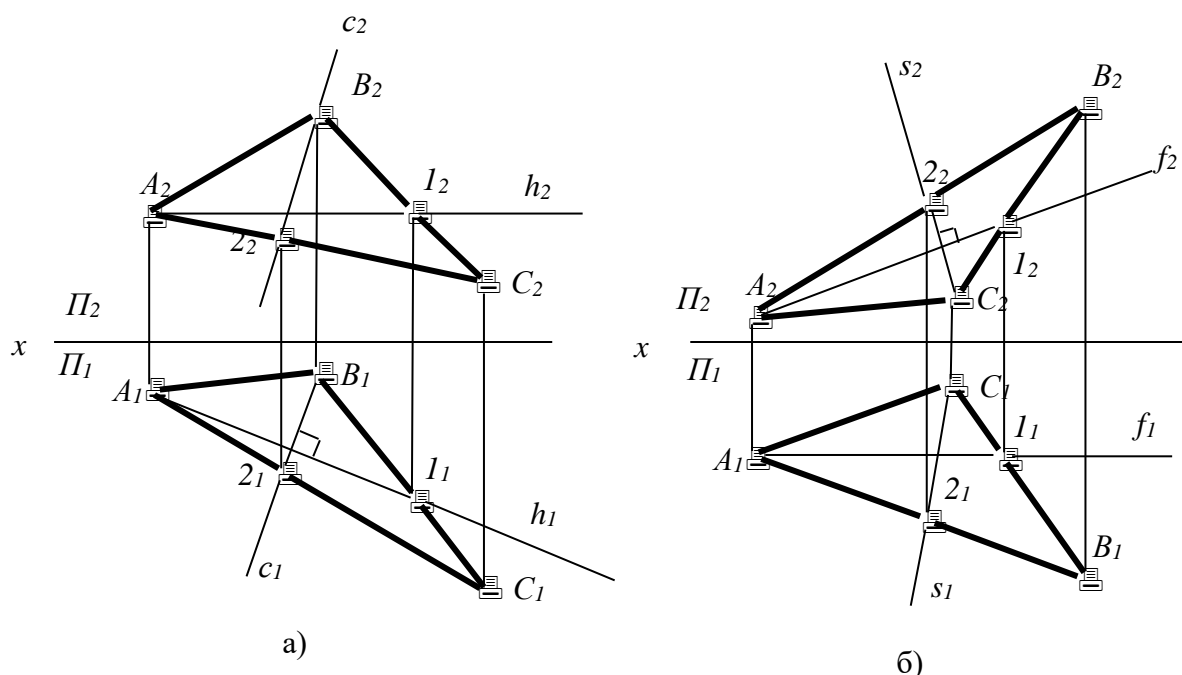


Рис. 25

Лінії найбільшого нахилу площини до площин проекцій - лінії, що належать площині та утворюють найбільший кут з відповідною площиною проекцій. Зокрема, по відношенню до поля Π_1 , їх ще називають *лініями найбільшого скату*. Лінія найбільшого нахилу до площини Π_1 утворює прямий кут з проекцією горизонталі (рис. 25 а), а лінія найбільшого нахилу до площини Π_2 – прямий кут з фронтальною проекцією фронталі (рис. 25 б).

Також пряма може перетинати площину або бути їй паралельною, тобто перетинати у невластній точці. Задача на перетин прямої з площиною вважається *першою основною позиційною задачею*. При розв'язанні цієї задачі розрізнятимемо три різних випадки розміщення двох геометричних

елементів: а) обидва геометричні елементи є проєктуючими щодо однієї і тієї ж площини проєкцій; б) один геометричний елемент – проєктуючий, другий - загального положення; в) обидва геометричні елементи займають загальне положення. На рис. 26 а показано перший випадок, коли площина - трикутний відрізок ABC та пряма l займають горизонтально проєктує положення. Горизонтальна проєкція трикутного відріку ніби збирає на себе проєкції усіх фігур, що належать площині відріку. Належність горизонтальних проєкцій відріку та прямої дозволяє стверджувати, що в цьому випадку пряма l належить площині відріку.

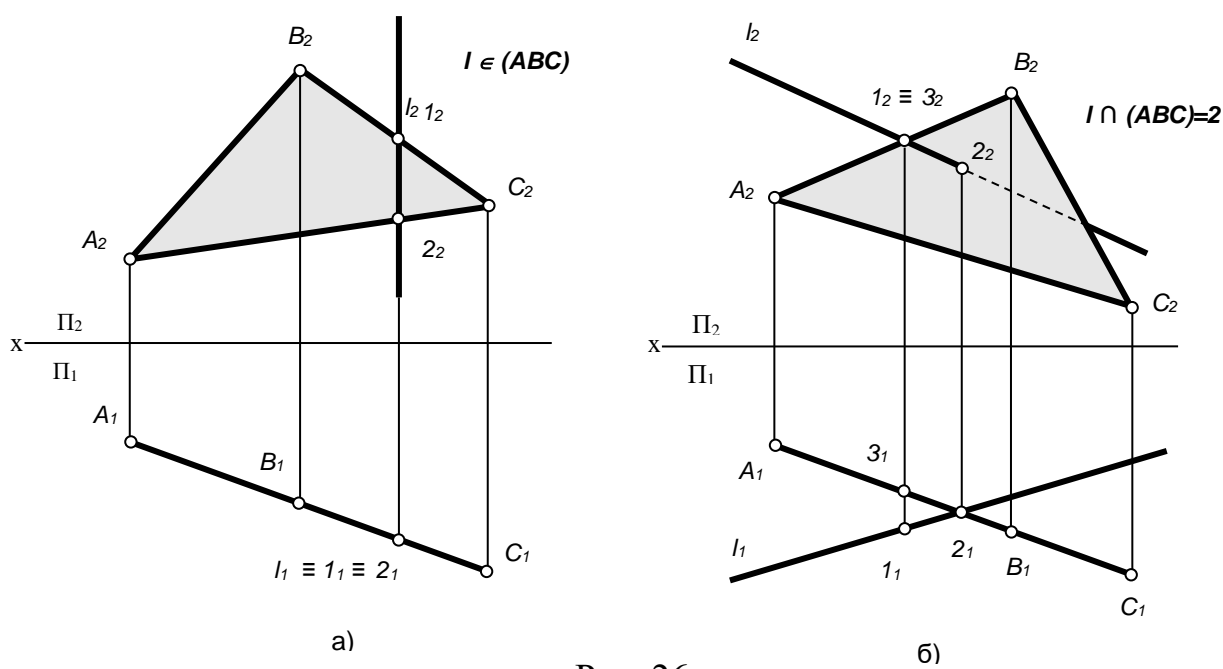


Рис. 26

На рис. 26 б показано другий випадок, коли площина у вигляді трикутного відріку перебуває в горизонтально-проєктує положенні, а пряма l займає загальне положення. В цьому випадку точка 2 перетину прямої з площиною визначається безпосередньо на полі Π_1 , як точка перетину проєкцій прямої та площини; фронтальна проєкція точки 2 визначається за вертикальною відповідністю. З метою підвищення наочності рисунка вважаємо трикутний відрізок непрозорим і тоді частина відрізка прямої буде невидимою, бо він "перекривається" на полі Π_2 , площиною. Позначимо на полі Π_2 точку перетину прямої l із стороною відріку A_2B_2 , за допомогою вертикальної лінії зв'язку визначимо точку 1_1 на прямій та точку 3_1 - на

площині. Оскільки точка I ближче до спостерігача, ніж точка 3 , пряма в цій точці "перекриває" сторону A_2B_2 , і тому відрізок прямої до точки перетину з площиною видимий, а далі частина його закривається площиною.

На рис. 27 зображено третій випадок, коли і площина, і пряма займають загальне положення. Для визначення точки перетину прямої з площиною в цьому випадку доцільно застосувати допоміжну площину, яка проходить через пряму і є проєктуючою по відношенню до однієї з площин проєкцій. Алгоритм розв'язання задачі складається з трьох операцій: 1) через пряму проводять допоміжну площину; 2) знаходять лінію перетину заданої площини з допоміжною; 3) визначають точку перетину двох прямих - заданої та лінії

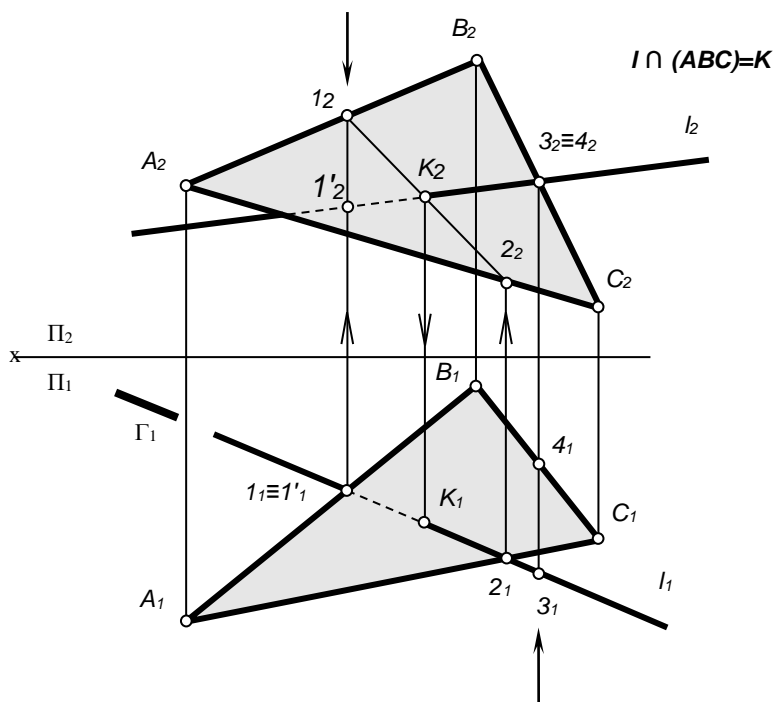


Рис. 27

перетину.

На рисунку 27 через пряму проведено горизонтально - проєктуючу площину Γ , знайдено лінію перетину двох площин - пряму $1-2$ (її горизонтальна проєкція 1_12_1), за горизонтальною проєкцією визначено фронтальну проєкцію 1_22_2 . В перетині l_2 та 1_22_2 знайдено шукану точку K_2 - перетин прямої з площиною (її горизонтальна проєкція

визначається за вертикальною лінією зв'язку). Видимість відрізків прямої l визначена за допомогою конкуруючих точок $3,4$. Пряма може перетинати площину в невластній точці, тобто бути паралельною площині. В такому випадку (рис. 28) проєкція лінії перетину площини з допоміжною площиною 1_22_2 паралельна проєкції прямої l_2 .

Тобто, пряма паралельна площині, якщо вона паралельна будь-якій прямій, що лежить у цій площині.

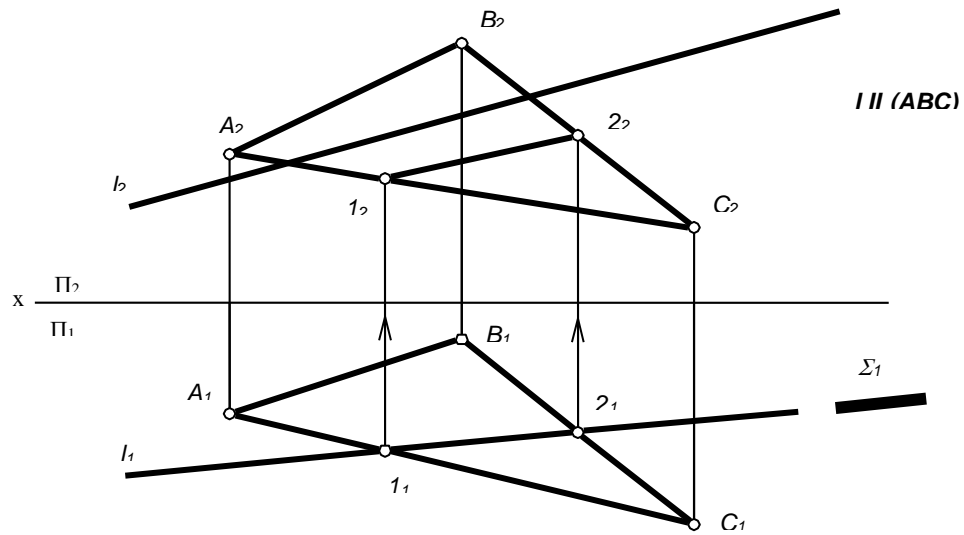


Рис. 28

1.4 Точка та площина

Точка може належати площині або не належати їй. Це визначається за допомогою прямої, що належить площині.

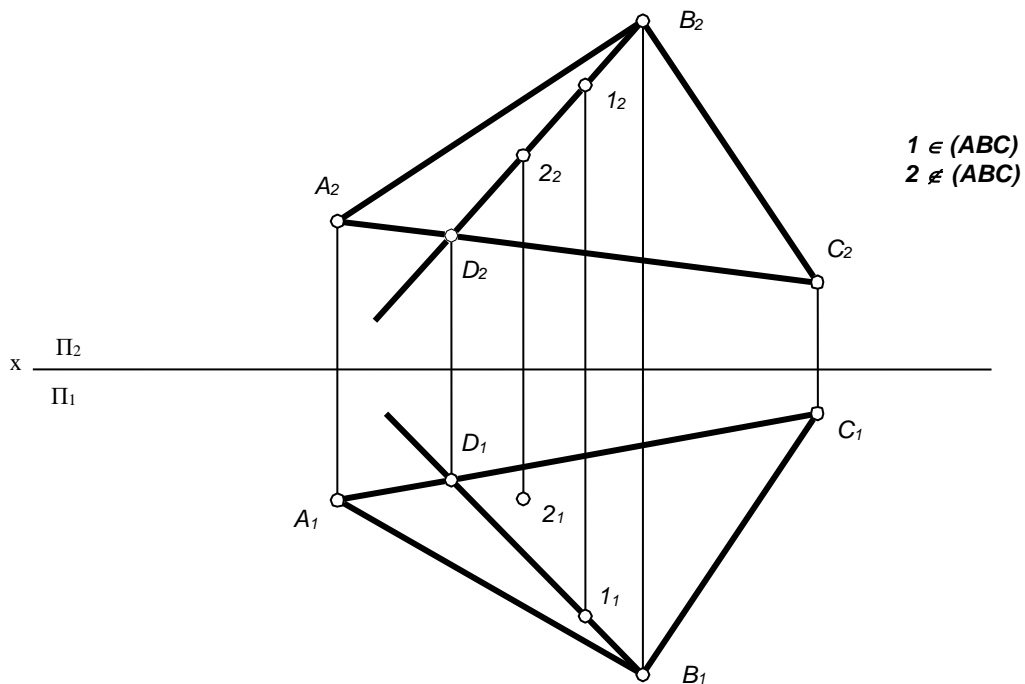


Рис.

29

На рис. 29 показано трикутний відсік ABC і задано точки 1 та 2 . Точка 1 належить площині, бо вона належить прямій BD , що є підмножиною площини; точка 2 не належить площині, бо тільки фронтальна проекція її належить фронтальній проекції прямої – B_2D_2 , а горизонтальна проекція не належить B_1D_1 .

відсіку - це пряма I_1I_2 . За вертикальною відповідністю визначається фронтальна проекція лінії перетину двох площин.

На рис. 31 показано визначення лінії перетину двох відсіків загального

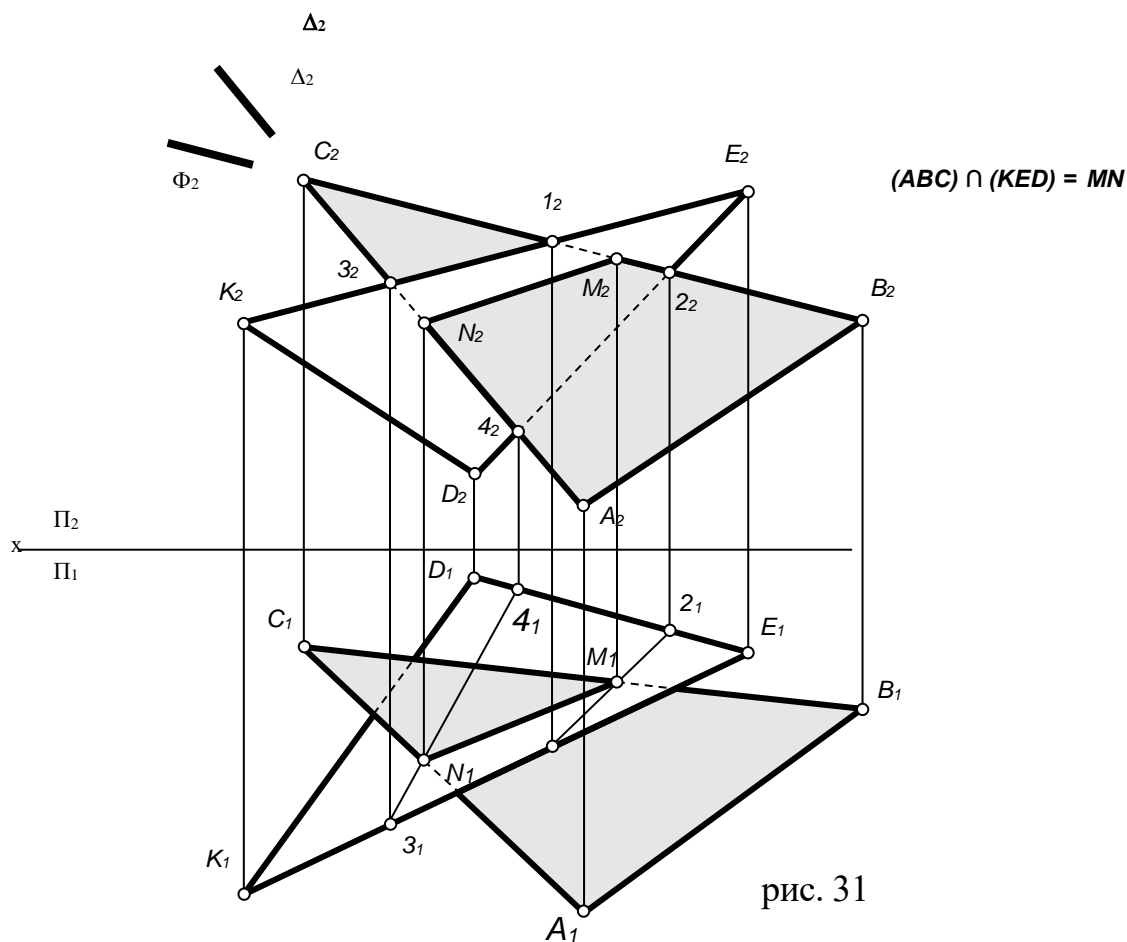


рис. 31

положення. Лінію перетину визначено за точками перетину двох сторін одного відсіку з площиною другого, що є 2 рази розв'язана перша позиційна задача. З цією метою через пряму C_2B_2 проведено фронтально-проектуючу площину Φ_2 , а через пряму C_2A_2 - фронтально-проектуючу площину. На цих двох прямих знайдено точки перетину їх з площиною, які й визначають лінію перетину двох площин.

Коли лінія перетину двох площин - невласна пряма, то площини паралельні між собою. *Ознакою паралельності є паралельність двох прямих однієї площини двом прямим другої, найчастіше це горизонталі та фронталі площин (сліди).* На рис. 32 показано дві паралельні площини.

Одну задано слідами, а другу - трикутним відсіком ABC ; сторона відсіку AB є фронталлю, а AC - горизонталлю площини.

Питання для самоконтролю.

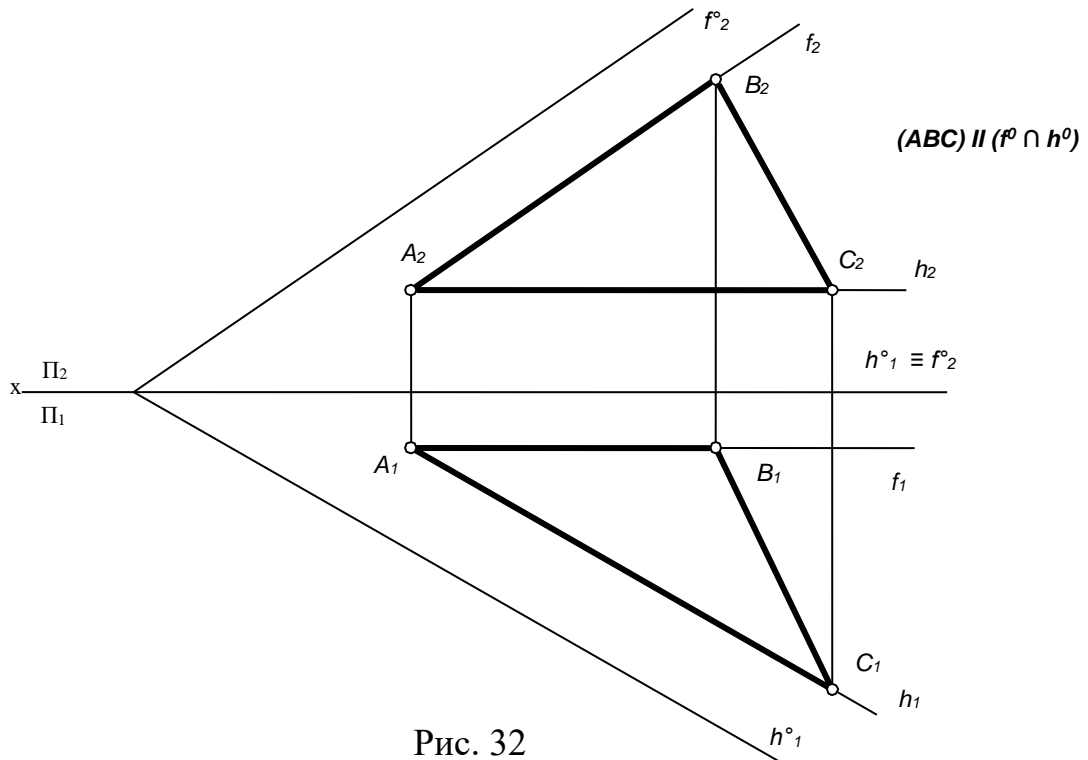


Рис. 32

Взаємне положення геометричних фігур

Тема: Метричні властивості пар геометричних елементів

Лекція – 3 2 год.

Метричні задачі – це задачі на визначення значень геометричних величин (довжин відрізків, кутів, відстаней).

Різновидів метричних задач багато, але кожен з них включає в себе дві основні метричні задачі: перша - на визначення відстані між двома точками - була розглянута раніше; друга полягає у проведенні перпендикуляра до площини. На основі вказаних задач можна розв'язати будь-яку метричну задачу.

1.1 Точка та пряма

При частковому положенні прямої відстань від точки до прямої може проектуватися на одну із площин проекцій у натуральну величину. Це можливо за таких умов:

а) відстань від точки до прямої проектується в натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо пряма горизонтально-проектуюча, і на фронтальній, якщо пряма фронтально-проектуюча. На рис. 33 а показано вертикальну пряму ν та точку A . Відстань між прямою і точкою зобразиться без спотворення на полі Π_1 ;

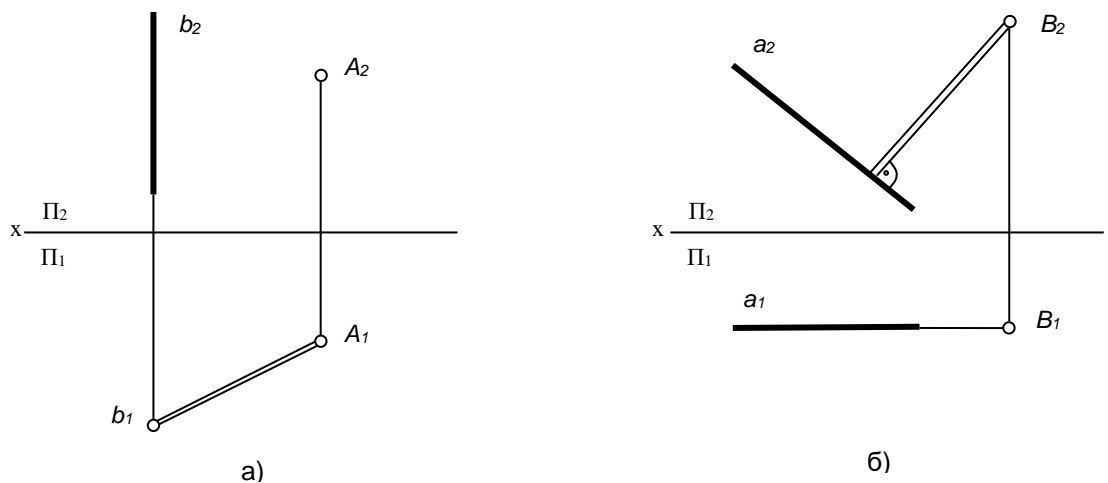


Рис. 33

б) відстань від точки до прямої проектується в натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо площина, що задана точкою та прямою - горизонтальна, і на фронтальній проекції, якщо ця площина фронтальна. На рис. 33 б показано пряму a та точку B , що задають фронтальну площину. Відстань від точки до прямої зобразиться без спотворення на полі Π_2 .

Для визначення відстані від точки до прямої загального положення треба виконати такі побудови. Через точку A проводять площину перпендикулярну до прямої c (рис. 34). Знаходять точку перетину прямої c з цією площиною і з'єднують цю точку з точкою A . Одержаний відрізок AB є проєкціями відстані від точки до прямої. Для знаходження натуральної величини відстані можна скористатися методом прямокутного трикутника. Відрізок A_0B_2 – шуканий.

1.2 Дві прямі

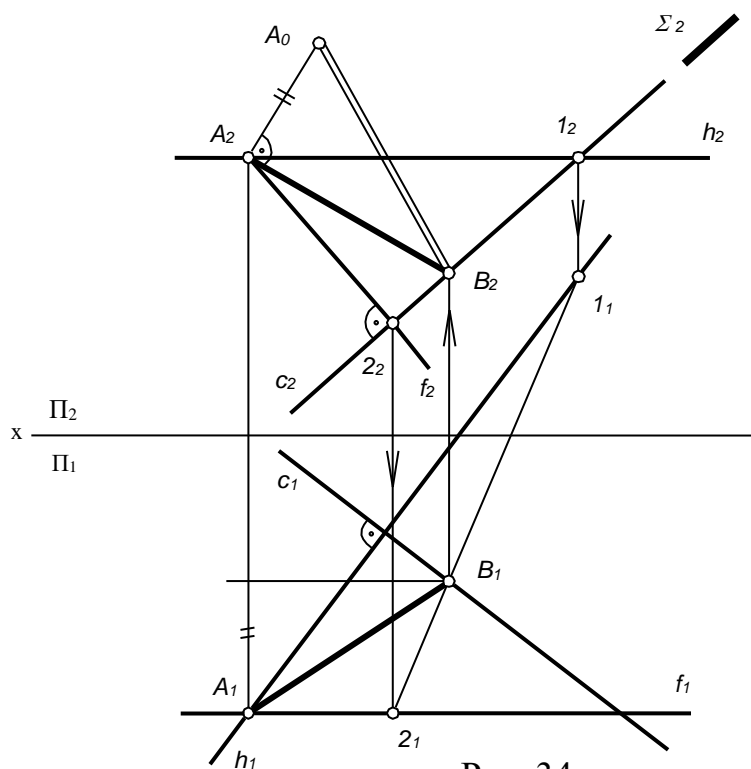


Рис. 34

На підставі властивостей, що стосуються відстані між точкою та прямою, формулюються властивості, які характеризують відстань між паралельними прямими. В частковому випадку:

- а) відстань між паралельними прямими проектується в натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо прямі горизонтально-проектуючі, і на фронтальній, якщо прямі фронтально-проектуючі (рис. 35 а).

б) відстань між паралельними прямими зображається в натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо задана ними площина горизонтальна, і на фронтальній, якщо ця площина фронтальна (рис. 35 б).

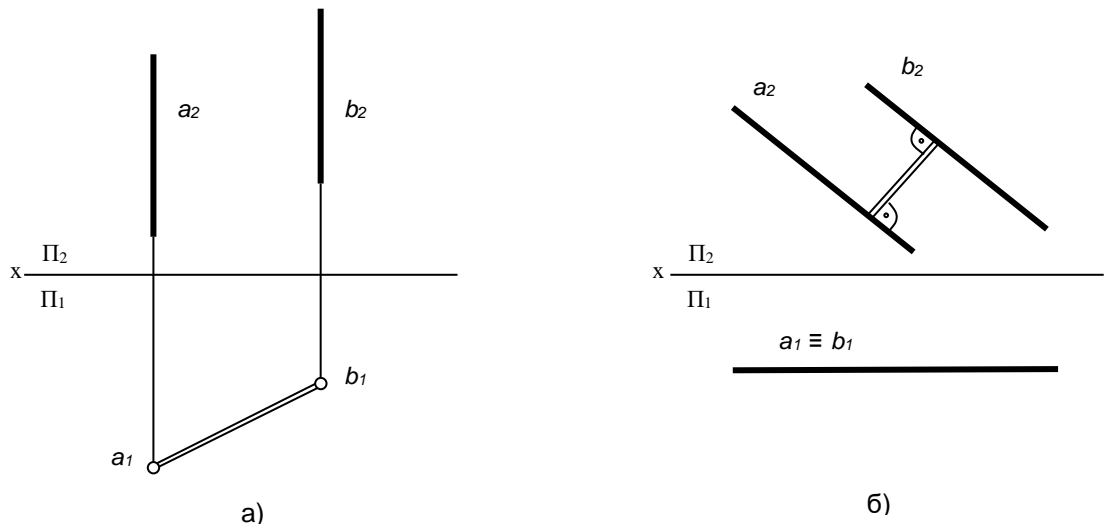


Рис. 35

Відстань між двома паралельними прямими загального положення знаходиться за аналогією із визначенням відстані від точки до прямої, якщо на одній із прямих взяти довільну точку, наприклад A .

Дві прямі, що перетинаються, або мимобіжні прямі *утворюють між собою кут*. Кут між мимобіжними чи прямими, що перетинаються, проектується в натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо прямі горизонтальні, і на фронтальній, якщо вони фронтальні (рис. 36 а).

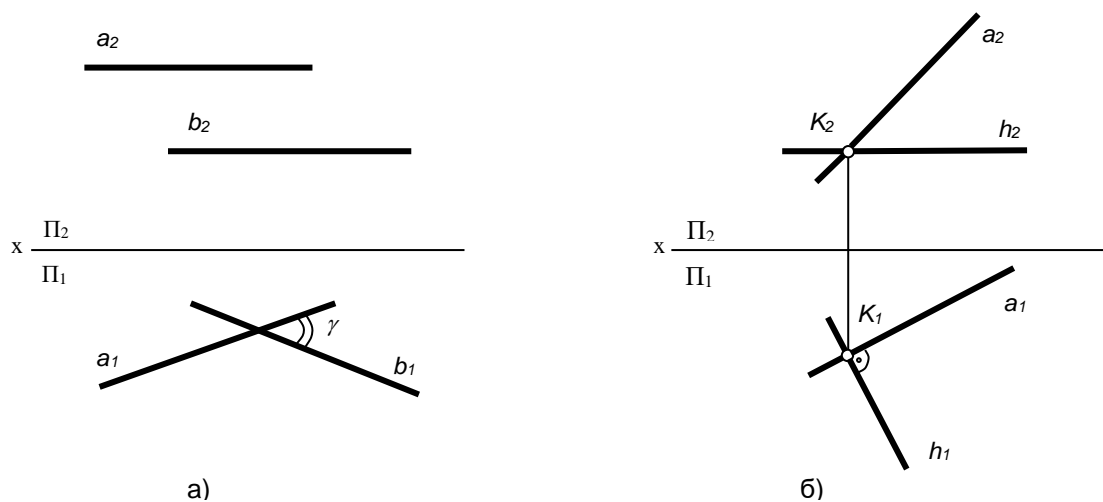


Рис. 36

Розглянемо взаємну перпендикулярність двох прямих. *Прямий кут перетину чи мимобіжності проектується у натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо хоча б одна його сторона горизонтальна, та*

на фронтальній, якщо хоча б одна його сторона фронтальна. На рис. 36 б показано прямий кут перетину, одна сторона якого горизонтальна. Цей кут зображається на полі Π_1 в натуральну величину.

1.3 Пряма та площина

Метричні характеристики комбінації (пряма та площина) стосуються визначення відстані між прямою і паралельною їй площиною, а також кута між прямою і площиною, якщо пряма і площина непаралельні.

Відстань від прямої до паралельної їй площини проектується в натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо площина горизонтально-проектуюча, та на фронтальній, якщо вона фронтально-проектуюча. На рис. 37а показано відстань між вертикальною площиною K та прямою a .

Кут між прямою та площиною проектується в натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо площина горизонтально-проектуюча, а пряма горизонтальна, та на фронтальній проекції, якщо площина фронтально-проектуюча, а пряма фронтальна. На рис. 37б показано кут між фронтально-проектуючою площиною P та фронтальною прямою v .

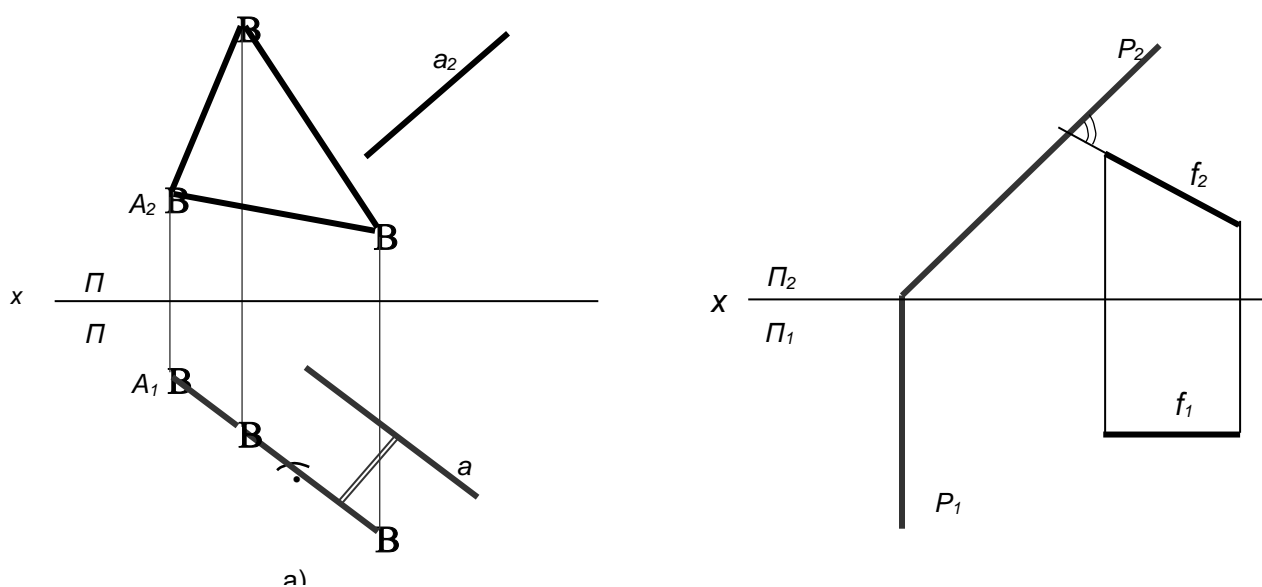


Рис. 37

Пряма перпендикулярна до площини, якщо вона перпендикулярна до двох прямих, що перетинаються та належать площині. Беручи до уваги

властивості проєкцій прямого кута, з усієї множини прямих площини за такі лінії доцільно вибрати лінії рівня, тобто горизонталь та фронталь.

На рис. 38 показано трикутний відсік, сторона якого AC є горизонталлю, а AB - фронталлю. Щоб з точки K опустити перпендикуляр на площину цього відсіку, досить провести фронтальну проєкцію його перпендикулярно до фронтальної проєкції фронталі A_2B_2 , а горизонтальну - перпендикулярно до горизонтальної проєкції горизонталі A_1C_1 . Звідси: *проєкція прямої, перпендикулярної до площини, на горизонтальній проєкції площини перпендикулярна до проєкції*

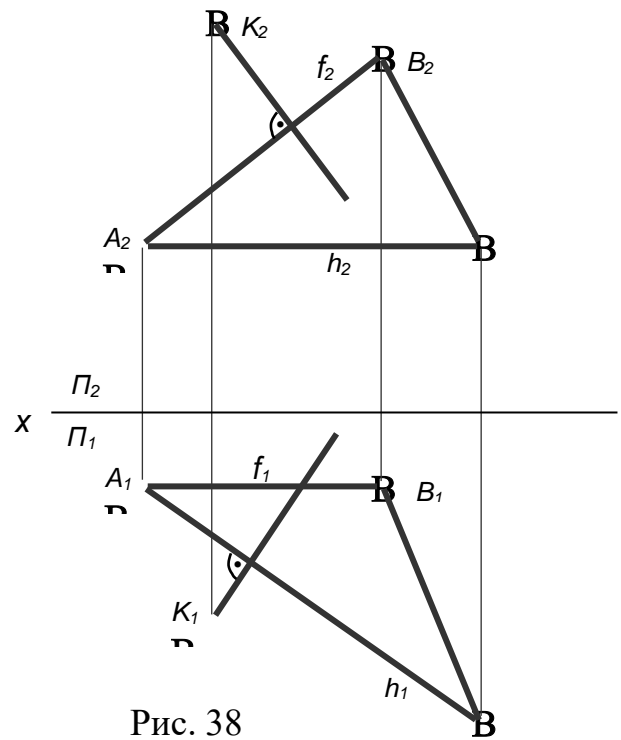
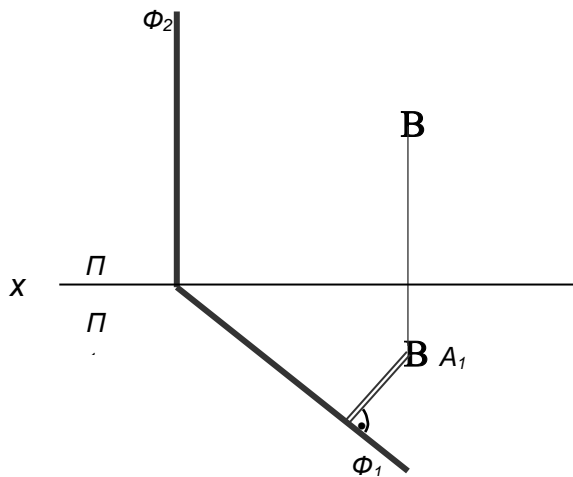


Рис. 38



а)

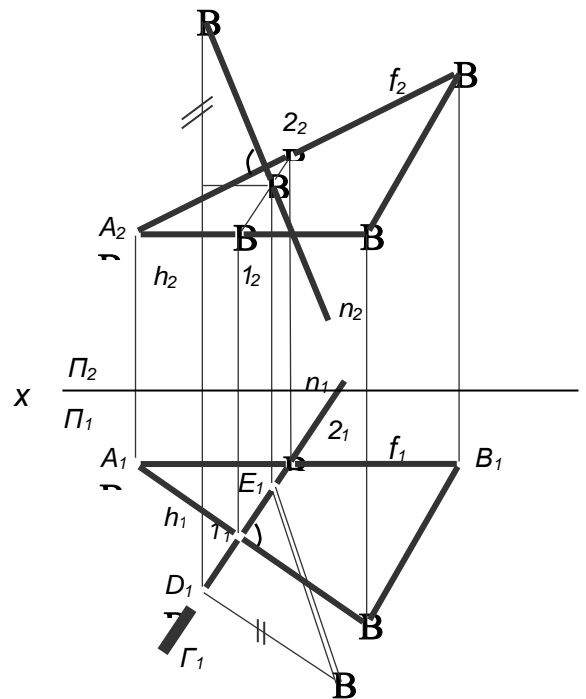


Рис. 39

б)

горизонталі, на фронтальній - перпендикулярна до проєкції фронталі площини.

1.4 Точка та площина

Відстань від точки до площини проектується в натуральну величину на горизонтальній проекції, якщо площина горизонтально-проектуюча, та на фронтальній, якщо площина фронтально-проектуюча. На рис. 39 а показано точку A та вертикальну площину Φ , відстань між якими проектується без спотворення на горизонтальній площині проєкцій.

Для визначення відстані від точки до площини загального положення необхідно з точки опустити перпендикуляр до площини та знайти його основу. На рис. 39 б показано трикутний відсік, сторона AC якого - горизонталь, а сторона AB - фронталь. З точки D проведено проєкції перпендикуляра n , його горизонтальна проєкція перпендикулярна до горизонталі на полі Π_1 , а фронтальна проєкція перпендикулярна до фронталі на полі Π_2 . Основу перпендикуляра визначено січною горизонтально-проектуючою площиною G , яка перетне відсік по прямій $1-2$. Основа перпендикуляра - точка E , а проєкції - відстані від точки до площини D_1E_1 та D_2E_2 . Натуральна величина відрізка DE знайдена за допомогою методу прямокутного трикутника.

1.5 Дві площини

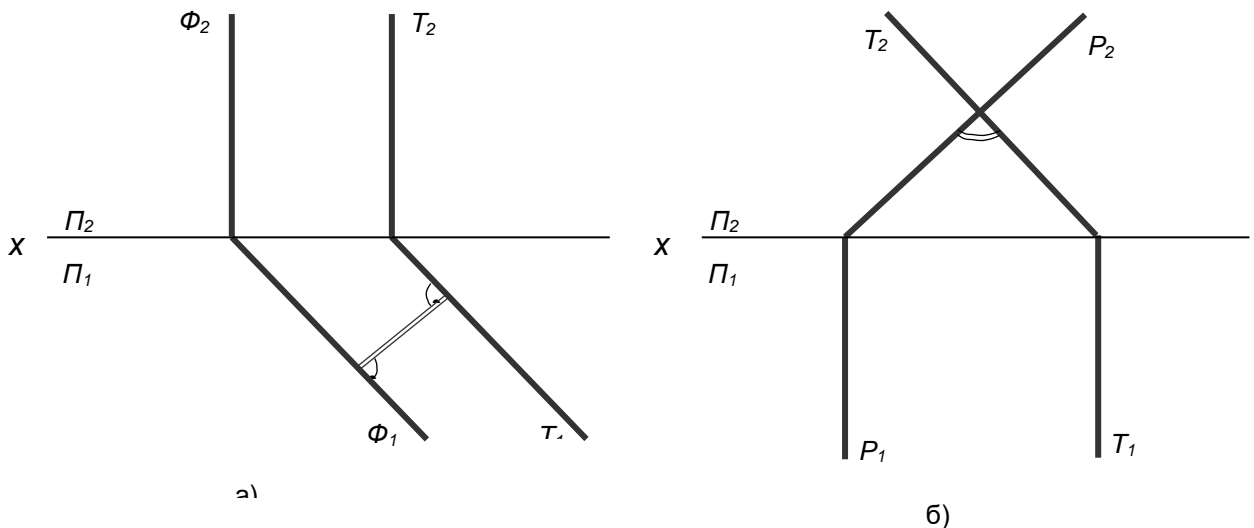


Рис. 40

Розглянемо метричні характеристики (відстані та кути) між двома площинами. Відстань між паралельними площинами проектується в нату-

ральну величину на поле Π_1 , якщо площини горизонтально-проектуючі, та на поле Π_2 , якщо площини фронтально-проектуючі. На рис. 40 а показано відстань між двома паралельними вертикальними площинами Φ та T , що проектується без спотворення на поле Π_1 . Кут між двома площинами (двогранний кут) проектується в натуральну величину на полі Π_1 , якщо площини горизонтально-проектуючі, та на Π_2 - якщо вони фронтально-проектуючі.

На рис. 40б зображено дві фронтально-проектуючі площини, кут між

якими зображається без спотворення на полі Π_2 .

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

Проведемо площину перпендикулярно до заданої, використовуючи розглянуту властивість, відповідно проведення перпендикуляра до площини. На рис. 41 площину задано горизонталлю h та фронталлю f . Через точку A до цієї площини проведемо перпендикуляр n . Якщо через будь-яку точку прямої n провести

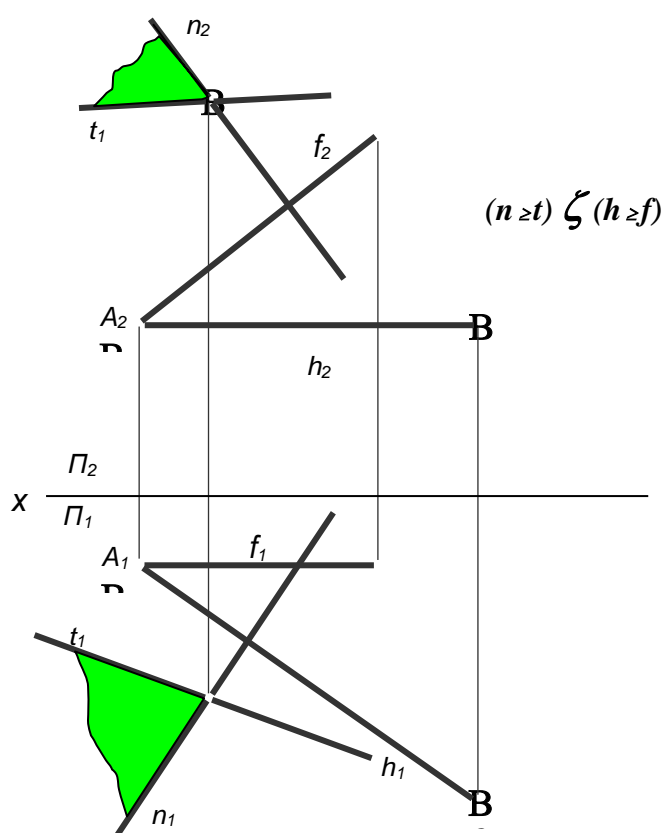


Рис. 41

довільну пряму, то вона разом з перпендикуляром задає площину, перпендикулярну до заданої. Беручи до уваги, що пряму проводять довільно, їх може бути нескінченна множина.

Питання для самоконтролю

1. Як повинні бути розміщені дві мимобіжні прямі загального положення, щоб відстань між ними зображалась на одній з площин проєкцій?
2. Чи може непряий кут перетину двох прямих проектуватись на одній з площин проєкцій прямим кутом?
3. Скільки площин можна провести через довільну точку простору перпендикулярно до даної прямої?
4. Скільки площин можна провести через довільну точку простору перпендикулярно до даної площини?

Перетворення комплексного креслення

Тема: Методи перетворення креслень. Заміна площин проєкцій. Метод обертання. Плоско-паралельне переміщення.

Лекція – 4,5, 4 год.

Розв'язання більшості геометричних задач зводиться до визначення метричних та позиційних характеристик окремих фігур.

Фігура або геометричний елемент по відношенню до площин проєкцій Π_1 , Π_2 та Π_3 може займати *загальне* (незручне) і *часткове* (зручне) положення. При загальному положенні геометричних елементів і фігур розв'язок задач, як правило, більш складніший і розтягнутий по часу. Але від зміни розташування фігур відносно площин проєкцій її характеристики не міняються. Тобто після перетворення комплексного креслення додаткові проєкції дають можливість розв'язати задачі найпростішими графічними способами.

Основними методами перетворення креслень є:

- заміна площин проєкцій;
- плоско-паралельне переміщення (обертання навколо невиявлених осей);
- обертання навколо проєктуючих осей;
- обертання навколо ліній рівня.

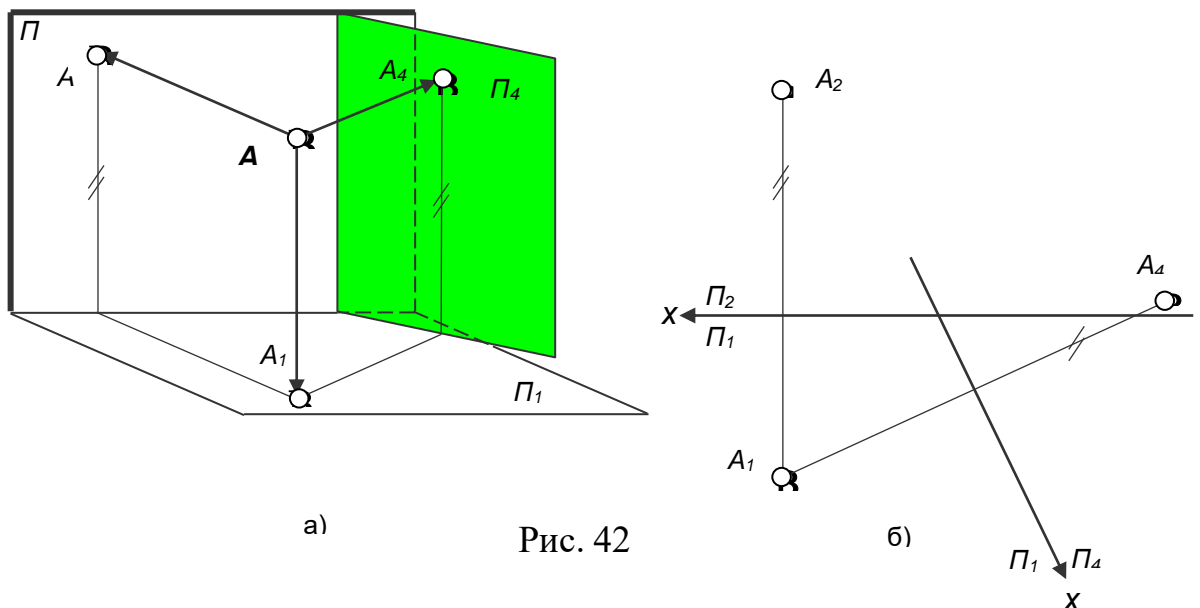


Рис. 42

1 Заміна площин проєкцій

На рис. 42 а в системі площин проєкцій Π_1 та Π_2 показано точку A . Перпендикулярно до площини Π_1 проведено нову вертикальну площину Π_4 , на яку ортогонально спроектовано точку A .

Таким чином, замість системи площин проєкцій $\Pi_1\Pi_2$, з проєкціями точки A_1A_2 , одержано систему $\Pi_1\Pi_4$ з проєкціями точки A_1A_4 . При такій заміні відстань від старої проєкції до старої осі дорівнює відстані від нової проєкції до нової осі. На комплексному кресленні (рис. 42 б) цю відстань показано подвійною рисою.

Звідси можна зробити висновок про суть цього методу: *розташування елементів або фігур залишається незмінним, а змінюється розташування площин проєкцій*. Нові площини вибираються завжди перпендикулярно до старих і так, щоб фігури проєктувалися на них в частковому положенні.

Розглянемо чотири основні задачі перетворення креслень

а) *перетворення прямої загального положення в пряму рівня (визначення натуральної величини відрізка прямої)*. На рис.43 зображено відрізок прямої загального положення AB

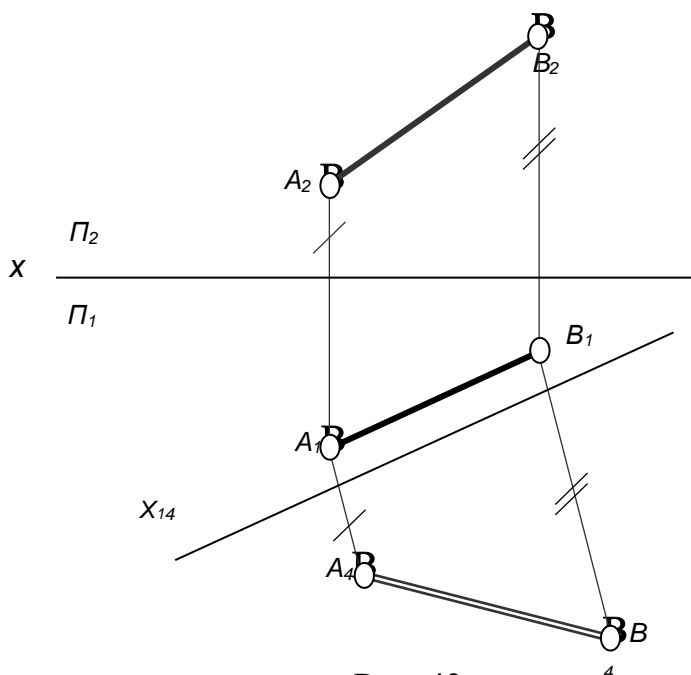


Рис. 43

Щоб одержати його натуральну величину, тобто перетворити його в пряму рівня, досить провести нову площину паралельно одній з проєкцій, на рисунку вісь x_{14} паралельна горизонтальній проєкції прямої. Відклавши від нової осі відповідні відстані від фронтальних проєкцій точок до старої осі, одержимо натуральну величину відрізка A_4B_4 .

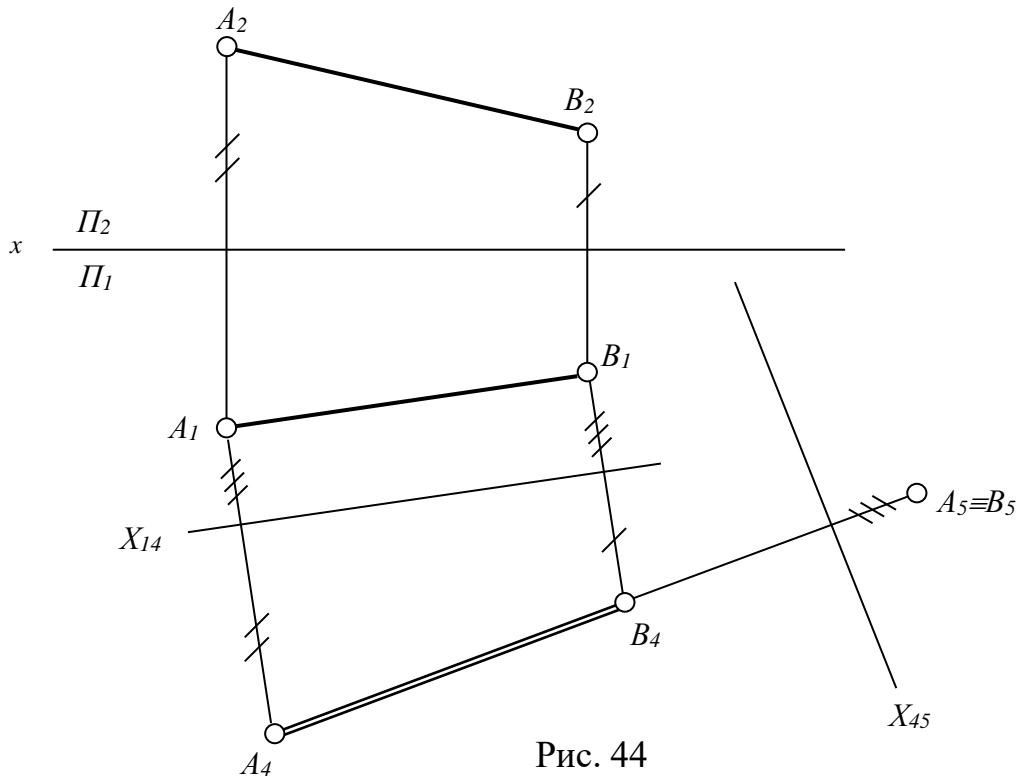


Рис. 44

б) *перетворення прямої загального положення у проєктуючу пряму.*

Для цього треба скористатись натуральною величиною відрізка, тобто виконати дії, описані в пункті а.

Якщо провести площину, перпендикулярну до натуральної величини (рис. 44), її слід вісь x_{45} , то, відклавши відстань, позначену потрійною рисою, одержимо проєкцію прямої у вигляді точки.

в) *перетворення площини загального положення у проєктуюче положення.* Для цього в площині трикутника було проведено горизонталь $A-I$. Перпендикулярно до горизонтальної проєкції горизонталі (рис.45) вибрано вертикальну площину (її горизонтальний слід – x_{14} . При цьому горизонталь спроектувалася у точку $A4=I4$, а весь відрік - в пряму $C4A4B4$. г) *перетворення площини загального положення в площину рівня (визначення натуральної величини відріку площини).* Для цього треба скористатись проєктуючим положенням площини, тобто виконати дії описані в пункті в). Паралельно прямій $C4A4B4$ (рис. 45) проведено слід

площини χ_{45} та визначено натуральну величину трикутного відсіку, причому відстані до вершин трикутника беремо з площини проєкцій Π_1 .

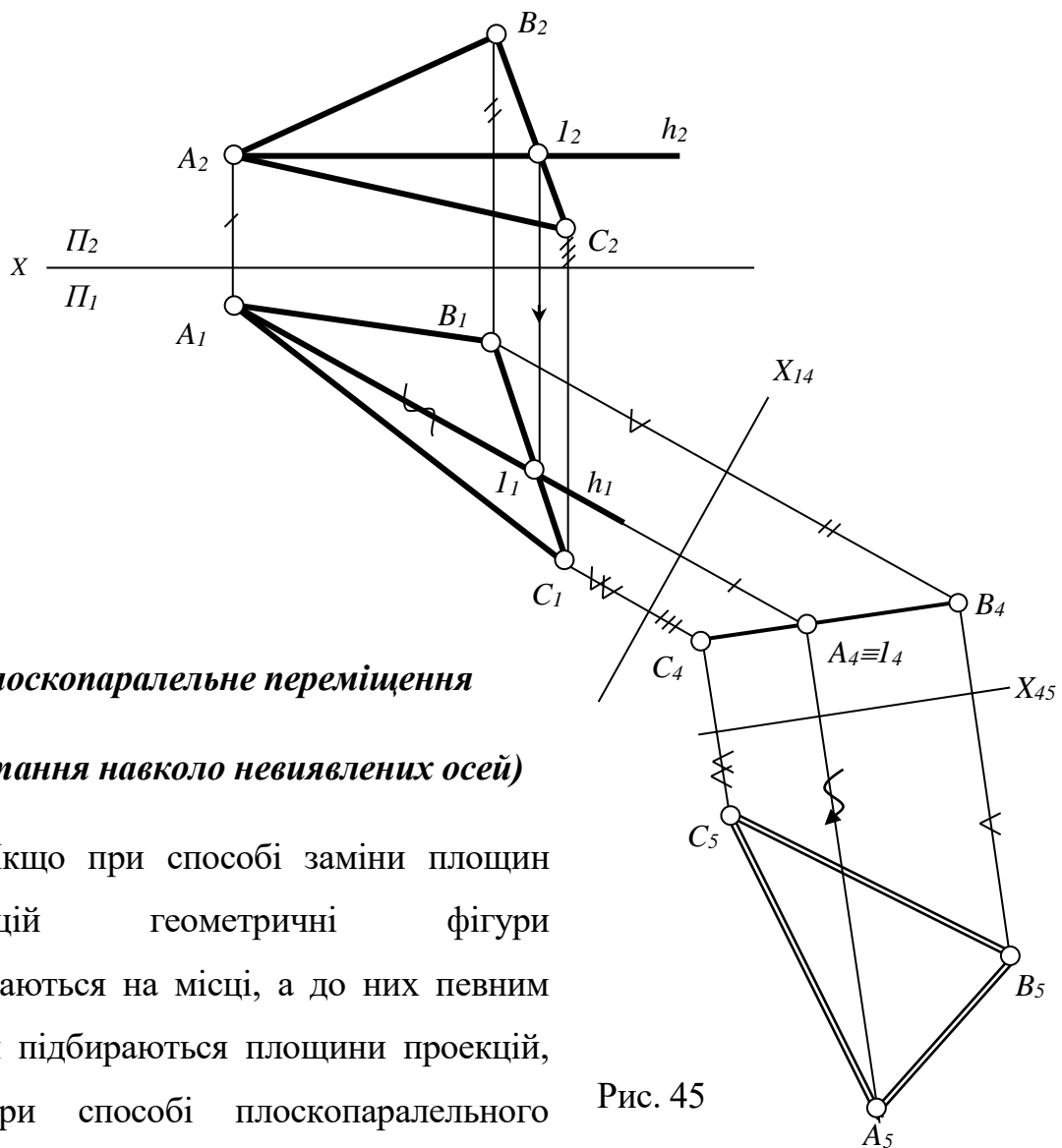


Рис. 45

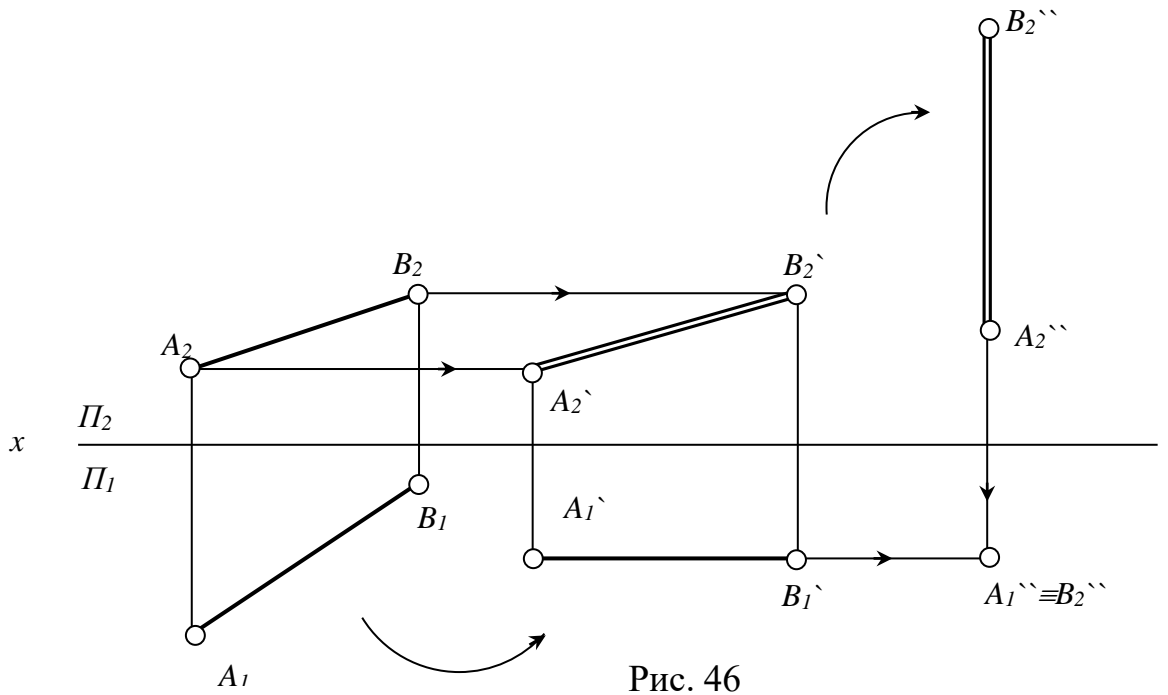
2 Плоскопаралельне переміщення

(обертання навколо невиявлених осей)

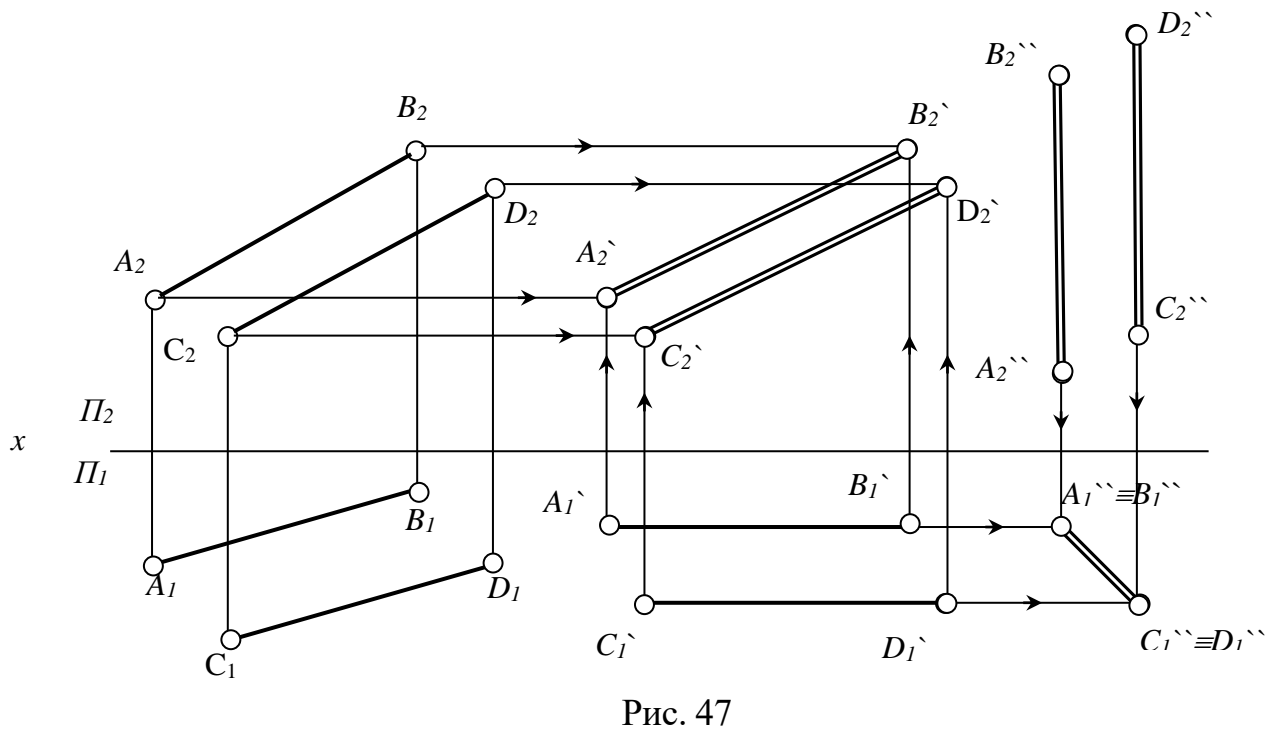
Якщо при способі заміни площин проєкцій геометричні фігури залишаються на місці, а до них певним чином підбираються площини проєкцій, то при способі плоскопаралельного переміщення роблять навпаки:

площини проєкцій Π_1 та Π_2 залишаються незмінними, а геометричні фігури переміщуються так, що кожна точка рухається в площині паралельній площині проєкцій.

На рис.46 показано перетворення відрізка AB прямої в пряму рівня, а потім у проєктуюче положення. Для цього відрізок спочатку розміщено паралельно площині Π_2 , при цьому кінцеві точки відрізка переміщуються в горизонтальних площинах. Щоб поставити пряму в проєктуюче положення,



треба в такому випадку натуральну величину відрізка розмістити вертикально,



при цьому він переміщується у фронтальній площині.

На рис. 47 показано визначення натуральної величини відстані між двома паралельними прямими загального положення. Спочатку обидва відрізки без зміни їх взаємного положення розміщують паралельно площині Π_2 , при цьому

відрізки зображаються в натуральну величину. Повернувши відрізки ще раз навколо невиявленої фронтально-проектуючої осі до вертикального положення, одержимо на полі Π_1 дійсну відстань між паралельними прямими.

3 Обертання навколо проектуючих осей

Цей метод є практично аналогом методу плоскопаралельного

переміщення, з одним доповненням: *фігурам надають нове положення, обертуючи їх навколо чітко зафіксованих осей, перпендикулярних площинам проєкцій*.

На рис. 48 показано відрізок прямої загального положення AB . Для визначення натуральної величини відрізка через його кінцеву точку A

проведено горизонтально - проєкуючу вісь, навколо якої відрізок AB повертають до фронтального положення. Точка B при цьому переміщується

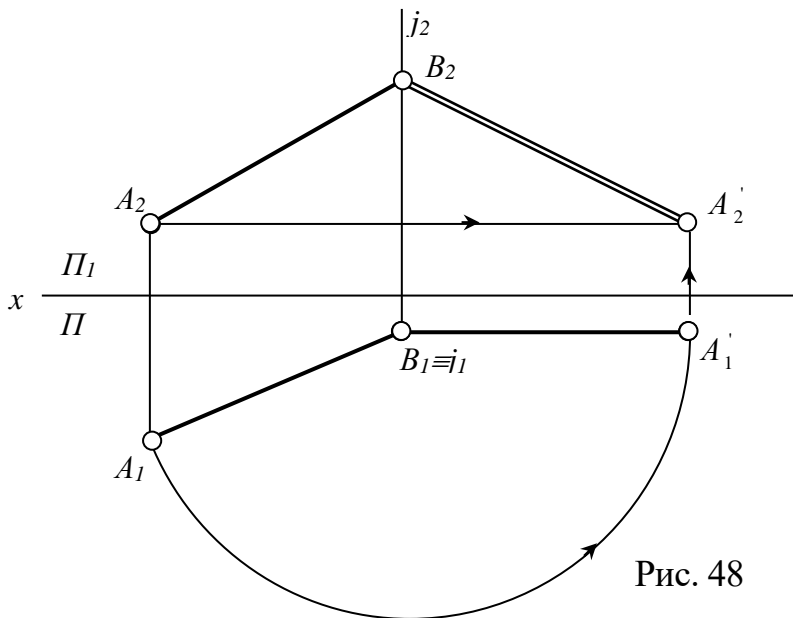


Рис. 48

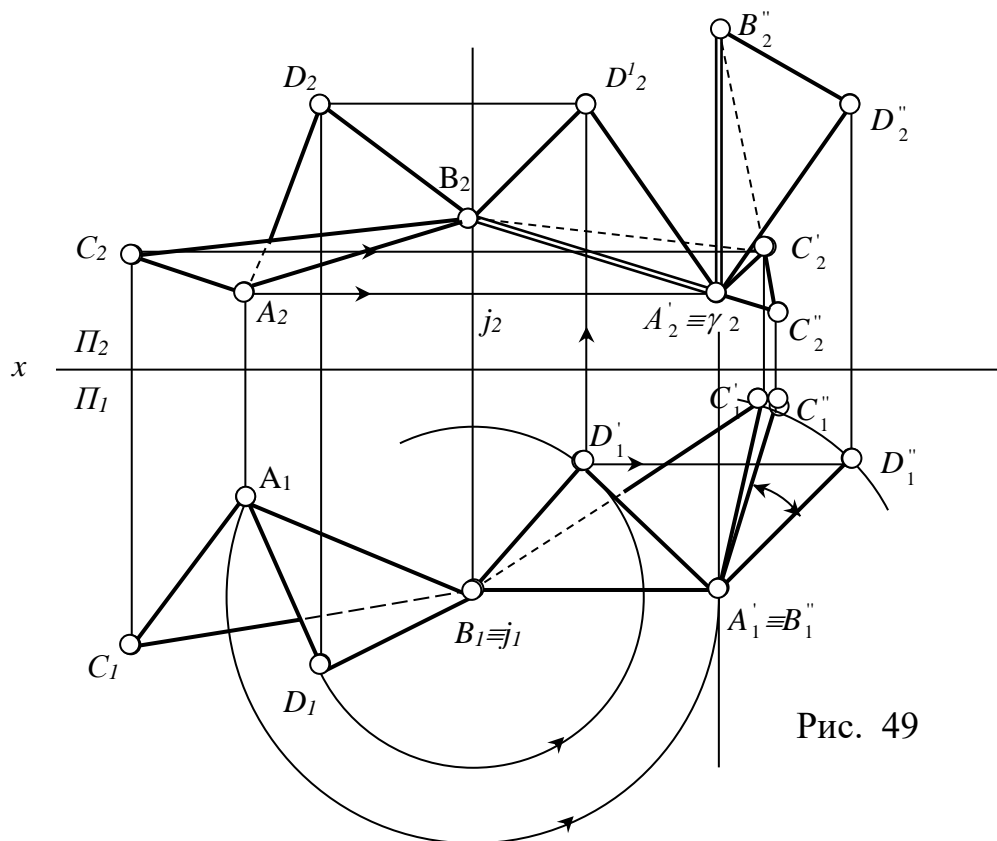


Рис. 49

по дузі кола, площина якого перпендикулярна до вертикальної осі i . Натуральну величину показано на Π_2 подвійною прямою.

Визначення натуральної величини двогранного кута показано на рис. 49. Для цього ребро двогранного кута AB , що займає загальне положення, треба встановити в проєктуюче положення. Спочатку двогранний кут навколо вертикальної осі i повертають так, щоб ребро його розмістилось фронтально, другим поворотом навколо фронтально-проєктуючої осі j ребро ставиться у вертикальне положення, при цьому на полі Π_1 двогранний кут α зображається в натуральну величину.

Питання для самоконтролю

1. Для чого необхідне перетворення комплексного креслення?
2. Скільки потрібно замін площин проєкцій, щоб пряму загального положення зробити проєктуючою?
3. Чи можна використати способи заміни площини проєкцій та плоско-паралельного переміщення для розв'язання позиційних задач?
4. Чи треба при способі плоско-паралельного переміщення фіксувати на рисунку вісь проєкцій?

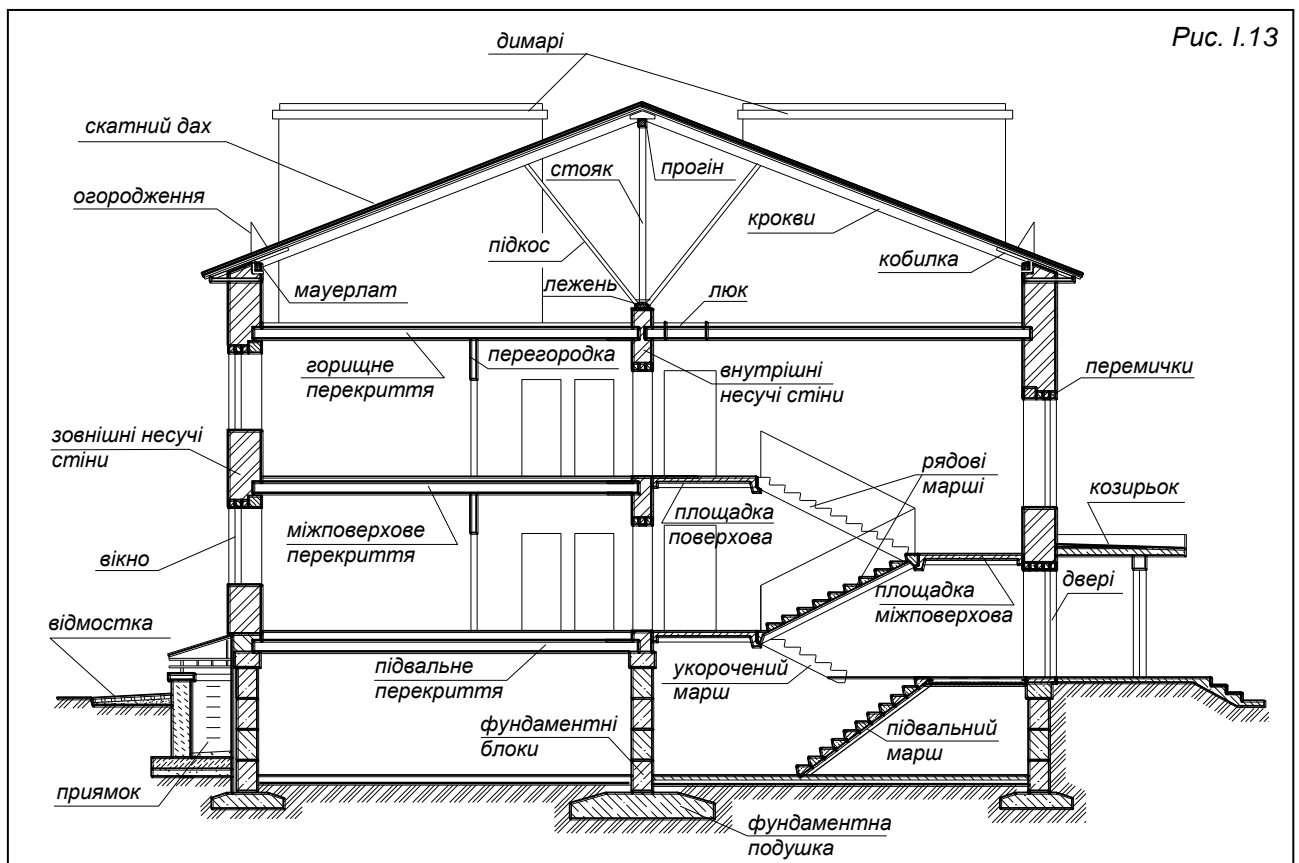
Тема: ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО АРХІТЕКТУРНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ БУДИНКІВ

Будинки за призначенням поділяються на три групи: *громадські*, які поділяються на житлові (житлові будинки, гуртожитки...), громадські – школи, лікарні, театри; *промислові* (заводи, фабрики, гаражі, котельні...); *сільськогосподарські*, призначені для обслуговування потреб сільського господарства. Залежно від призначення будівель та їх висотності застосовуються різні архітектурно-конструктивні системи.

Конструктивними елементами будинку називають окремі самостійні частини, з яких складається будинок чи споруда.

Конструктивні елементи будинку з несучими стінами – фундаменти, стіни, перегородки, цоколь, відмостка, перекриття, покрівля, крокви, сходовий марш, віконні та дверні блоки і т. п. (рис. I.13).

Конструктивні елементи каркасного будинку – фундаменти скатного типу, колони середні, колони пристінні, плити покриття, панелі перекриття, стінові панелі, підкранові балки, підкроквяні балки, віконні та дверні блоки.



Фундаменти поділяються на стовпчасті, суцільні, стрічкові. В житлових будинках частіше використовуються стрічкові фундаменти, які бувають монолітними та збірними. Для будівництва стрічкових фундаментів використовують бутове каміння, бутобетон, залізобетон.

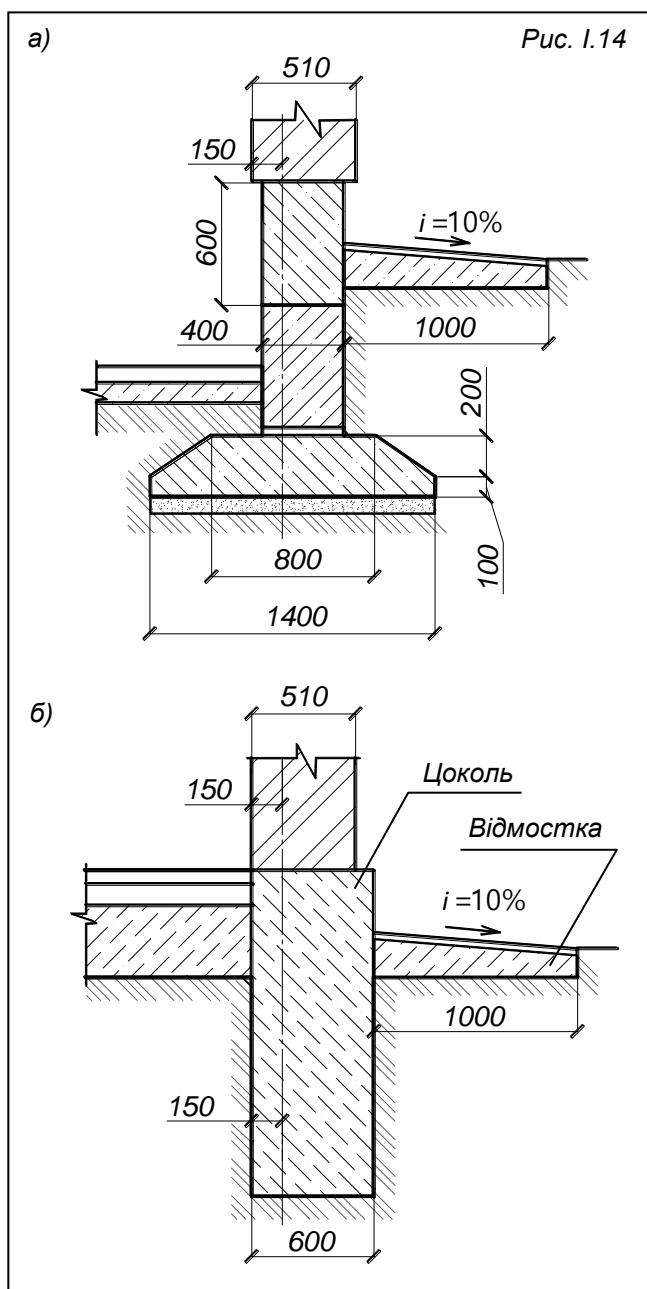
На рис. I.14а зображено збірний стрічковий залізобетонний фундамент, який складається з фундаментних плит (подушок) та фундаментних блоків. Під подушку збірного залізобетонного фундаменту влаштовують підготовку з піску. Розміри деяких фундаментних плит та блоків вказані в таблиці I.8.

Захист стін та фундаментних блоків від проникнення ґрунтових вод досягається шляхом влаштування гідроізоляційних шарів (2 шари руберойду,

склеєних бітумною мастикою), що розміщені по периметру фундаменту та починаються з рівня цоколя.

Бутобетонний монолітний стрічковий фундамент зображено на рис. I.14б.

Глибина закладання фундаменту залежить від глибини промерзання ґрунту.



Таблиця I. 8

	Переріз (мм)		Довжина плити
	ширина	висота	
Плити	1600	300	2380; 1180; 780
	1400		
	1200		
Фундаментні блоки	600	580	2380, 880
	500		
	400		
	600	280	1180
	500		
	400		

Відмостка влаштовується для відводу атмосферних опадів по

периметру зовнішніх стін у випадку, коли біля них відсутні тротуари з асфальтовим покриттям. Ширина відмостка повинна бути на 200 мм більшою за винос карнизу, але не менша за 500 мм. Зазвичай її роблять 800 – 1000 мм. Відмостка повинна мати уклон 1 – 3%.

Цоколь – нижня частина стіни над фундаментом до рівня підлоги першого поверху. Роль цоколя може виконувати надземна частина фундаменту. Цоколь захищає стіни від атмосферних впливів та механічних ушкоджень та виконується з матеріалів підвищеної міцності. Крім того, він надає будинку пропорційності.

Стіни огороджують приміщення від зовнішніх температурних та атмосферних факторів. Розрізняють стіни зовнішні та внутрішні. Якщо вони несуть навантаження від інших елементів будівлі, їх називають капітальними. Несучі стіни опираються на фундаменти, вони, крім власної ваги, несуть навантаження від перекриття, сходових площадок та даху. Стіни, що спираються на фундаменти та сприймають навантаження лише власної ваги, називають самонесучими.

Матеріалом для зведення стін можуть бути цегла, бетон, дерево, блоки з легкого природного матеріалу.

Товщина цегляних стін кратна розміру цегли (250x120x65). Зовнішні стіни, враховуючи теплотехнічний розрахунок для певної кліматичної зони, можуть мати товщину 510 мм (2 цегли), 640 мм (2^{1/2} цегли) і т.п. Внутрішні несучі стіни мають товщину 380 мм (1^{1/2} цегли). Внутрішні самонесучі – 250 мм (1 цегла).

Капітальні стіни прив'язують до координаційних осей, тобто визначають відстань від внутрішньої поверхні стіни чи її геометричного елемента, до координаційної осі будинку.

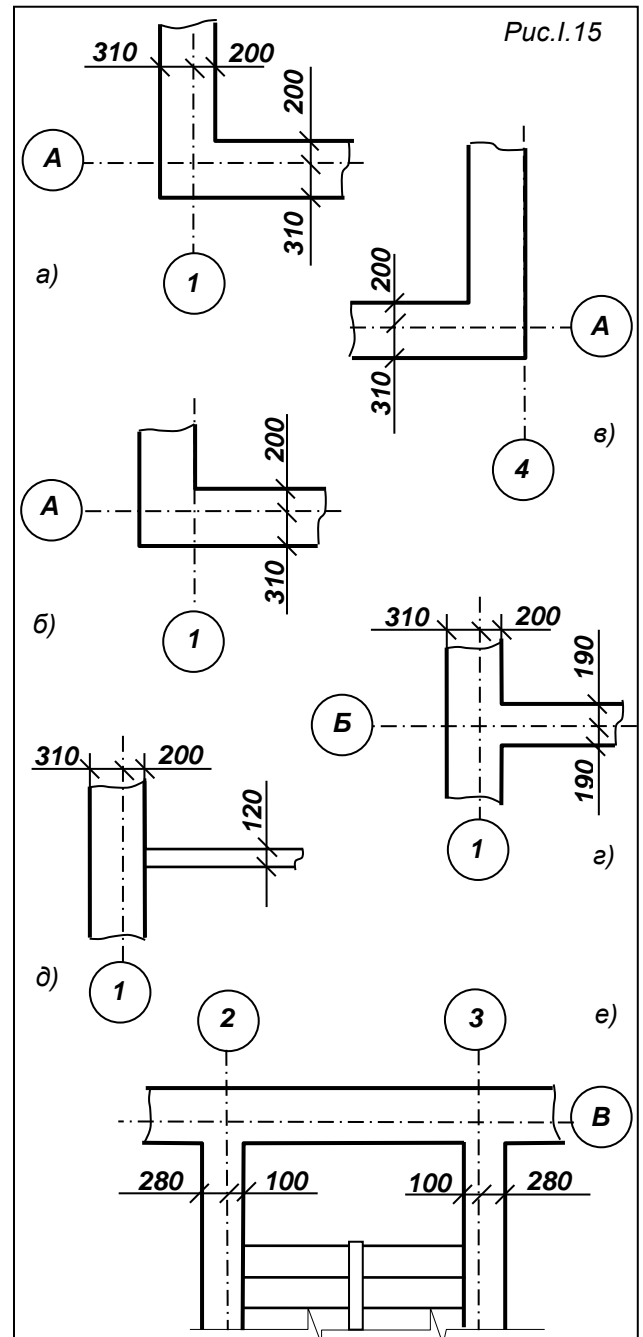
В будинках з несучими поздовжніми та поперечними стінами прив'язка виконується за наступними правилами. В зовнішніх несучих стінах відстань

між внутрішньою поверхнею стіни та координаційною віссю дорівнює половинній товщині внутрішньої несучої стіни (рис. I.15а). В цегляних стінах ця відстань (величина прив'язки) приймається 150, 200 мм або може дорівнювати модулю (100 мм).

В будинках з несучими поздовжніми стінами торцеві стіни, на які не спираються панелі перекриття, мають нульову прив'язку, (рис. I.15б по осі I), тобто внутрішня грань стіни суміщена з координаційною віссю. Поздовжні зовнішні несучі стіни, на яких лежать панелі або балки перекриття, мають прив'язку 150 або 200 мм (рис. I.15б по осі А).

Якщо елементи перекриття спираються по всій товщині зовнішньої стіни, модульна координаційна вісь суміщена з зовнішньою гранню стіни (рис. I.15в по осі 4).

У внутрішніх несучих стінах геометрична вісь симетрії стіни суміщена з координаційною віссю (рис. I.15г по осі Б). Винятком є прив'язка стін сходових кліток, яка може дорівнювати 100 мм зі боки сходів (рис. I.15е по осях 2 і 3).



Перегородки розділяють внутрішній простір споруди на окремі приміщення. Перегородки можуть бути цегляними, дерев'яними, шлакобетонними, керамічними, гіпсобетонними, гіпсокартонними та з інших

матеріалів. Товщина міжкімнатних перегородок коливається в межах 50 – 180 мм (цегляна перегородка – 120 мм).

В місцях стику несучих стін з перегородками лінія контуру несучої стіни не розривається (рис. І.15д).

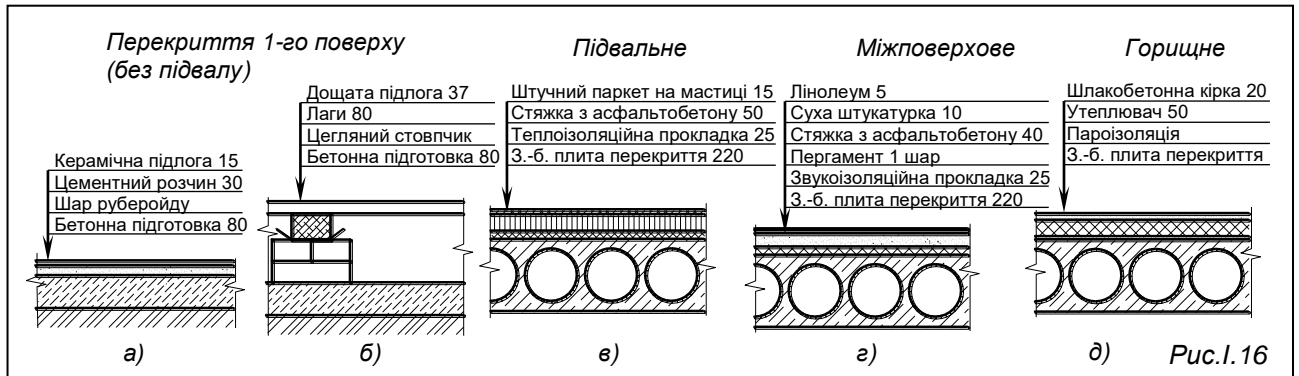
Перемички встановлюють в капітальних стінах для влаштування віконних та дверних прорізів. Вони можуть бути виконані з металевих профілів (швелер, двотавр), дерев'яних балок, монолітного залізобетону, але зазвичай набираються з готових залізобетонних балок промислового виробництва. Переріз несучих перемичок – 120х120; 120х220 мм. Перемичку з перерізом 120х65 мм можна використовувати для створення чверті у віконних та дверних прорізах.

Перекрыття розділяють будівлю по висоті на поверхи, такі перекрыття називають міжповерховими, або відділяють верхній поверх від горища – горищні. Якщо в будинку існує підвал, перекрыття між першим поверхом і підвалом називаються надпідвальними.

В житлових та громадських будівлях для перекрыття поверхів використовують балки: дерев'яні, металеві або залізобетонні, але частіше залізобетонні плити з круглими пустотами, номінальна довжина яких 4800 – 6300 мм з інтервалом 300 мм, ширина – 1000, 1200, 1500, 1800 мм, висота – 220 мм.

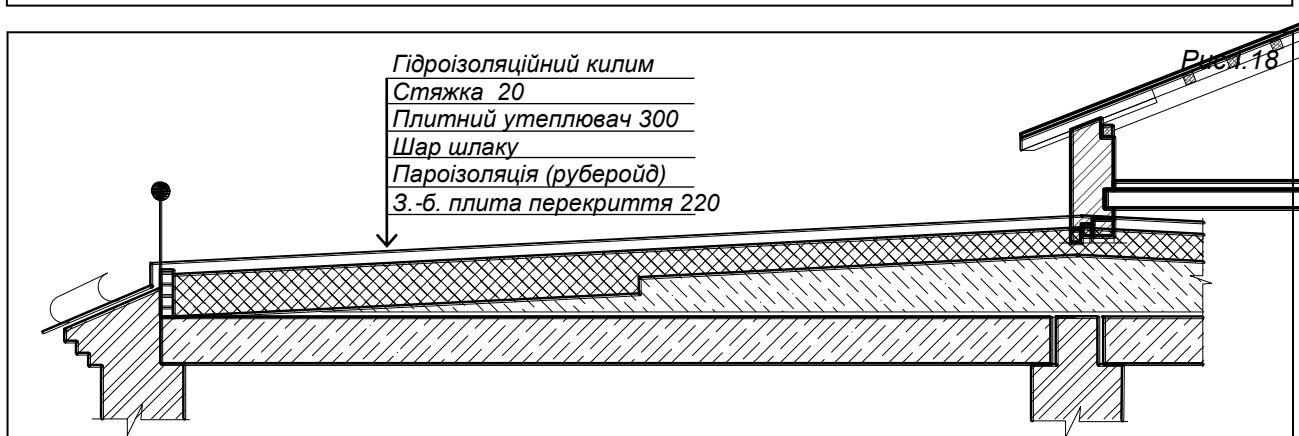
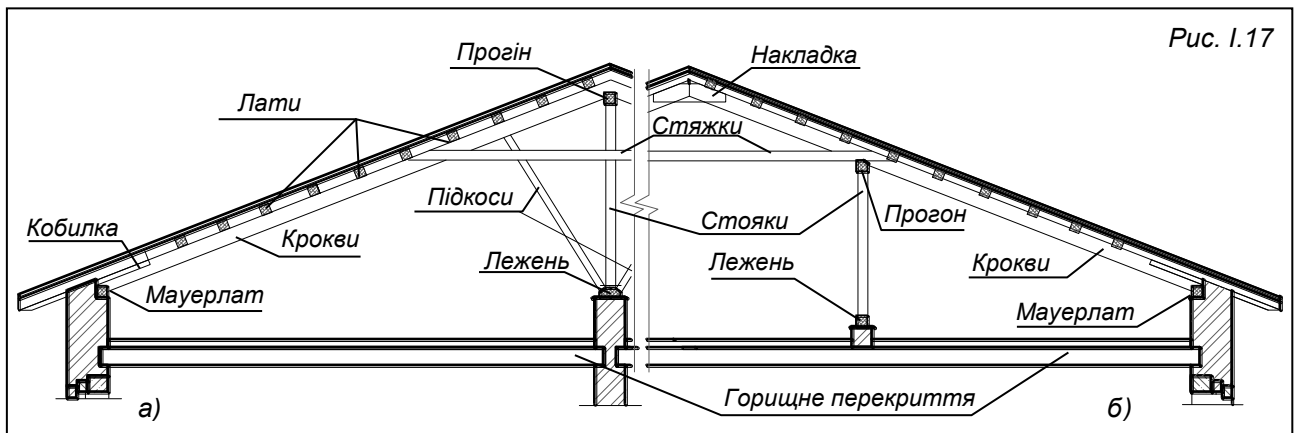
Підлоги, залежно від призначення, можуть мати різну конструкцію. Кількість та товщина шарів перекрыття безпосередньо залежать від звуко-, тепло-, вологоізоляційних умов, які вимагаються в кожному окремому випадку. На рис. І.16. представлено кілька варіантів перекрыттів: *а, б*) – перекрыття 1-го поверху без підвального приміщення; *в*) – перекрыття 1-го поверху з підвальним приміщенням; *г*) – міжповерхове перекрыття;

д) – горіщне перекриття.



Дахи складаються з несучої та захисної частин. Несуча частина являє собою конструктивні елементи, що сприймають навантаження, такі як крокви, ферми, залізобетонні панелі. Огорожею даху є верхній водозахисний шар, покрівля та основа під нею.

Дахи бувають горіщними та безгоріщними, скатними та плоскими. В горіщних дахах освітлення та провітрювання простору виконують слухові вікна або вікна на фронтонах будинків. На рис. I.17 зображено два варіанти



конструкцій найпростішого двоскатного даху: а – один ряд стійок по центру; б – два ряди стійок, на яких лежать прогони. Розміри основних конструктивних елементів скатних дахів: похилі крокви, або кроквяні ноги (50x100); стояки під крокви (50x100); прогін (100x150); підкоси (50x100); мауерлат (50x80); стяжки (50x100); кобилки (40x100); лати (40x50); лежень (50x100).

В безгорищних (суміщених) дахах функції перекриття та покриття суміщені. На рис. I.18 представлена конструкція плоского суміщеного даху з зовнішнім водовідводом. На рис. I.10а наведено карнизний вузол роздільного даху (панелі перекриття – круглопустотні, панелі покриття – ребристі).

Внутрішні обладнуючі конструкції

До внутрішніх конструкцій обладнання можна віднести елементи, що не несуть основних навантажень на несучі конструкції, – *кабіни санітарних вузлів, вентиляційні канали, вбудовані меблі*.

Уніфіковані санітарно-технічні кабінки за планувальними ознаками поділяються на роздільні – з розділеними ванною та туалетом; суміщені – все санітарно-технічне обладнання знаходиться в одному приміщенні. На рис. I.19а,б показані роздільні санітарно-технічні кабінки на рис. I.19в – суміщені.

У панельних будинках в конструктивному відношенні кабінки складаються з об'ємного елемента типу «стакан» або «ковпак» та виготовляються в заводських умовах. В цегляних будинках санітарно-технічні вузли будують як рядові приміщення, але обов'язковою умовою є влаштування у внутрішніх несучих стінах вентиляційних каналів та водозахисного шару у складі перекриття (рис. I.19г).

В гуртожитках, готелях, дитячих садках тощо влаштовують душові кабінки. Параметри душових піддонів можуть бути 800x800, 900x900 мм.

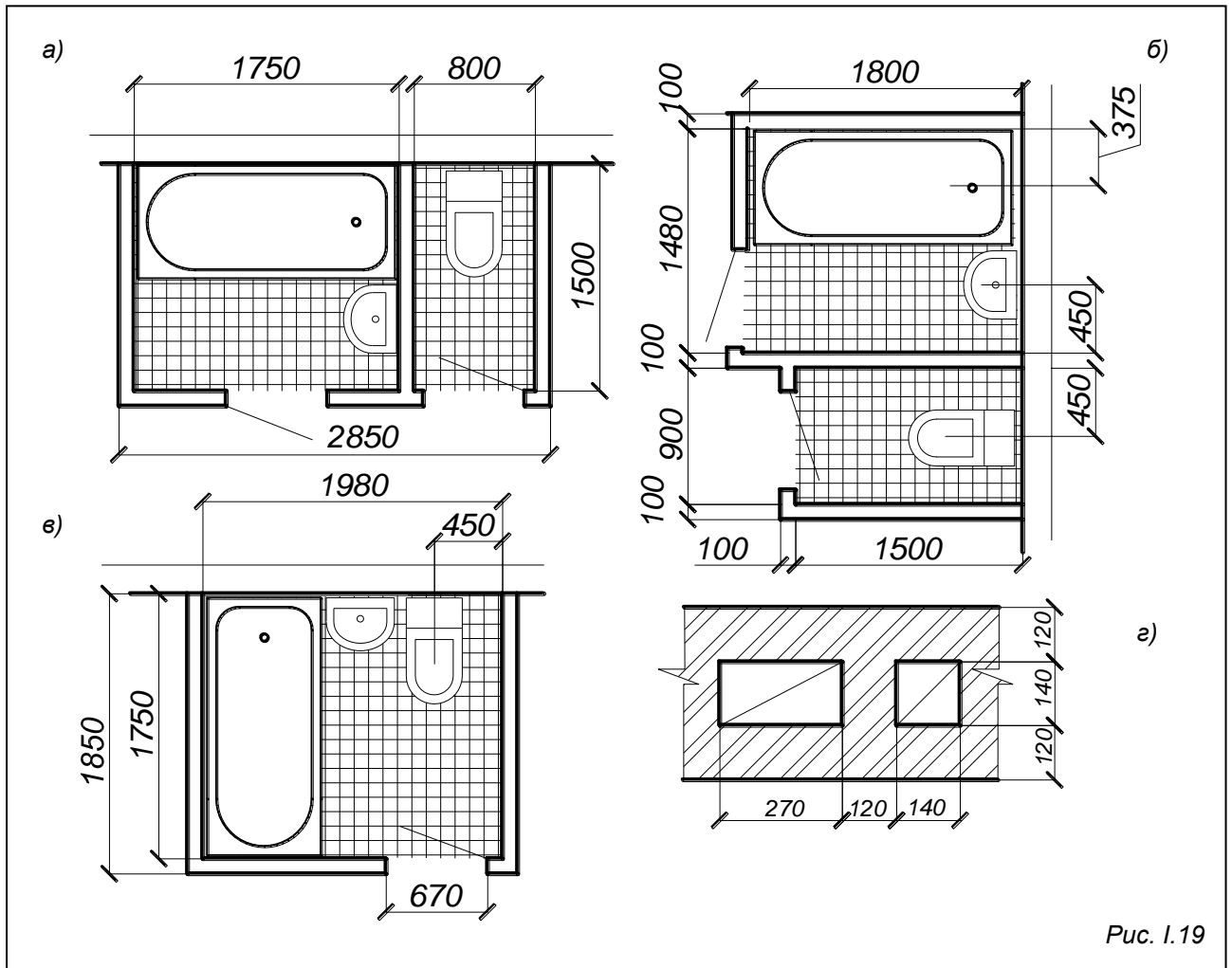


Рис. 1.19

Сходи складаються з маршів та площадок і називаються за кількістю маршів в межах поверху (двомаршеві, тримаршеві). В житлових будинках частіше використовуються двомаршеві сходи; тримаршеві сходи з розміщеним між маршами ліфтом застосовують при висоті більше 3 м.

Уклон маршу та його ширина встановлюються залежно від умов експлуатації сходів (табл. I. 9).

Таблиця I. 9

Таким чином, мінімальна ширина маршу, розрахована на зустрічний рух, – 1,05 м.

Похилий марш поділяється на східці. Кількість східців в марші не менше 3 і не більше ніж 18. Зазвичай в будинках з

Призначення сходів	Мінім. ширина маршу, м	Рекомендований уклон
Внутрішні в котеджах	0,8	1:1,1
В двоповерхових будинках	0,9	1:1,75
В п'яти - дев'ятиповерхових	1,05	1:2
У вищих за дев'ятиповерхові	0,9	1:1,75
Зовнішньої підвальної	0,7	1:1.5

висотою до 3 м в маршах 8 – 10 сходи.

Сходові площадки розміщуються на рівні поверхів та між ними. Ширина поверхових площадок – 1м, 1,3м, 1,6м, 1,9м; міжповерхових – не менше ширини маршу, перед входом в ліфт – від 1,6м. Довжина площадок – 1,05м, 1,2м.

Сходи складаються з горизонтальних проступів та вертикальних присходців. Для зручності використання ширина проступу в сумі з подвійною висотою присходця має дорівнювати 0,6 м. Найбільш поширені розміри сходи: 300х150 для уклону маршу 1:2; 280х160 – уклон 1:1,75; 270х180 – уклон 1:1,5. Сходи, розмішені на рівні площадок, називаються фризовими, ширина проступу яких – 220 мм.

Розглянемо приклад розрахунку сходової клітки при висоті поверху 3 м.

Спочатку виконується розрахунок довжини сходових маршів та довжини поверхових та міжповерхових площадок, а потім графічна побудова (рис. I.20).

При заданій висоті ширина маршу $l = 1050$ мм, оскільки уклон сходи 1:2, розміри сходи 300х150 мм. Ширина сходової клітки B дорівнює сумарній ширині обох маршів плюс проміжок для пожежного шланга (мінімум 100 мм): $B = 2l + 100 = 2 \times 1050 + 100 = 2200$

Висота одного маршу буде $H:2 = 3000:2 = 1500$. Число присходців в одному марші $n = 1500 : 150 = 10$. Число проступів

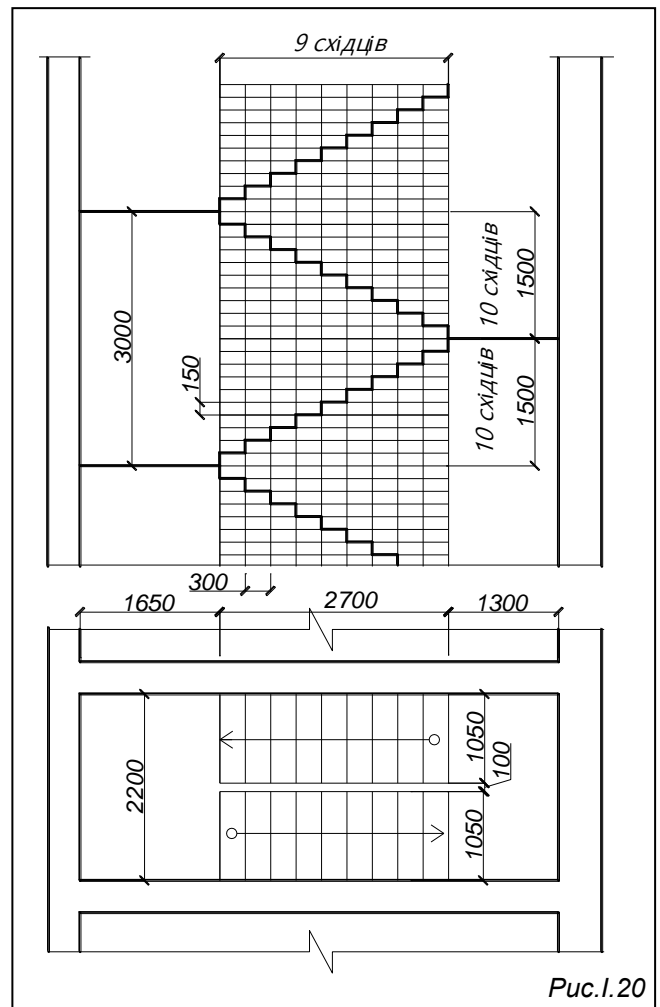


Рис. I.20

в одному марші, за рахунок фризівних сходинок, буде на одиницю менше за кількість присхідців: $n-1=10-1=9$.

Довжина горизонтальної проєкції маршу $d=300(n-1)=300 \times 9=2700$ мм.

Приймаємо ширину поверхової площадки $C_1=1650$ мм, а ширину міжповерхової – $C_2=1300$ мм, визначаємо повну мінімальну довжину сходової клітки : $L= d+C_1+C_2= 2700+1650+1300 = 5650$ мм.

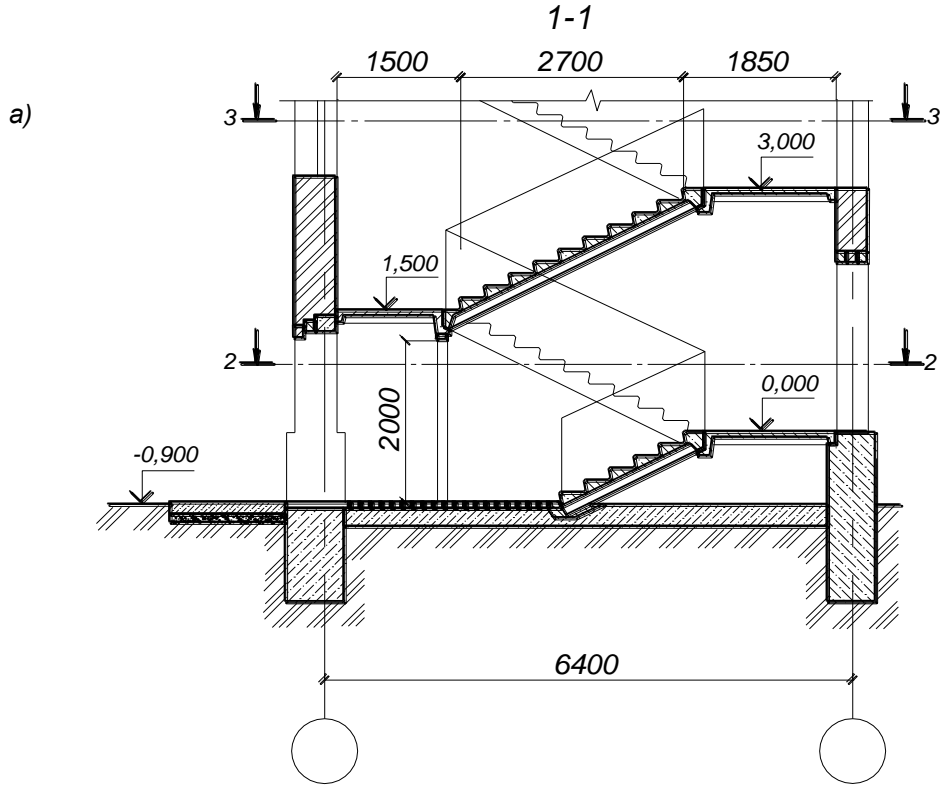
Графічну розбивку сходів виконуємо в наступній послідовності: після нанесення тонкою лінією стін сходової клітки висоту поверху ділимо на число частин, рівне числу присхідців в поверсі (в нашому випадку 20); через отримані точки проводимо горизонтальні прямі; на горизонтальній проєкції відкладаємо ширину площадок; горизонтальну проєкцію маршу ділять на число проступів мінус один, через отримані точки проводимо вертикальні прямі; по отриманій сітці викреслюється профіль сходів. Після викреслення елементів конструкцій сходової клітки та наведення товстою лінією елементів, що потрапили в січну площину, отримуємо остаточний результат.

В другому розділі посібника наведено інший метод графічної розбивки сходів (рис.ІІ.70). В тому ж розділі дані розміри і детально прорисовані елементи сходового маршу та площадки (рис.ІІ.69, ІІ.71, ІІ.72).

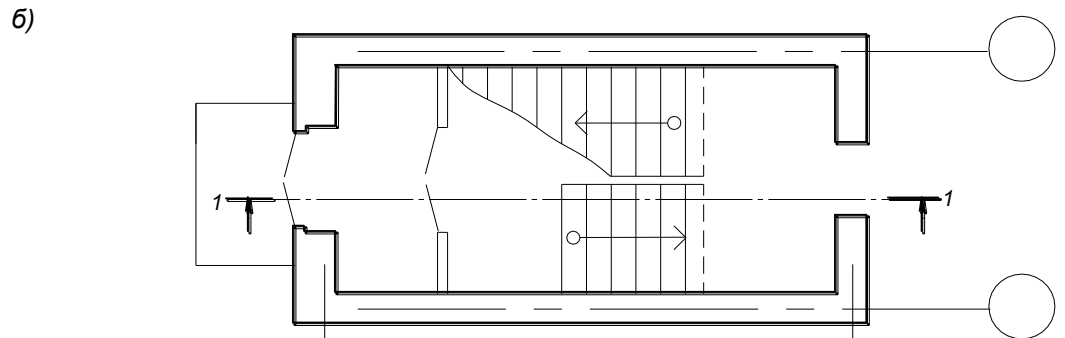
На рисунку І.21 наведено кресленик сходової клітки з планами на рівні першого (розріз 2-2) та другого (розріз 3-3) поверхів.

Теоретичні основи та загальні правила виконання креслеників плану

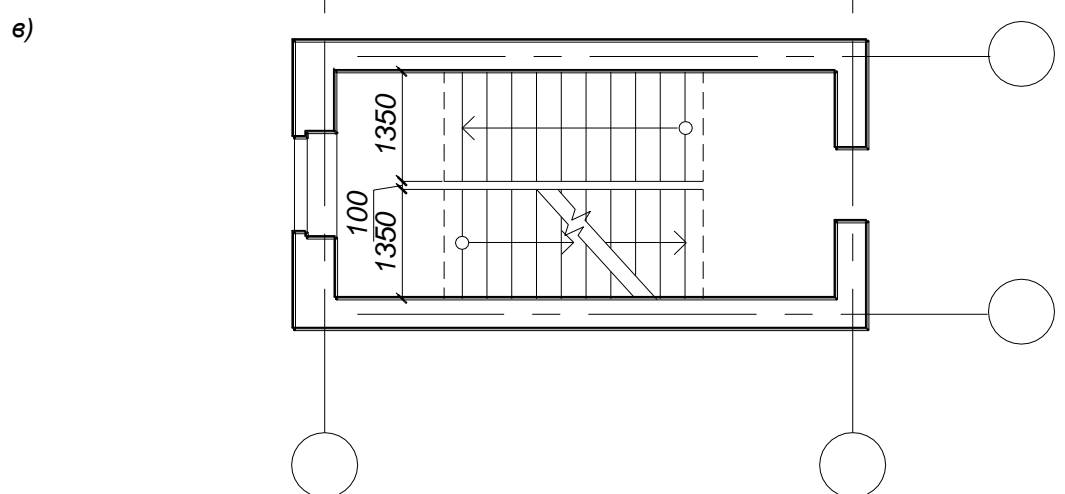
План – це зображення розрізу будівлі, отримане при його розтині уявною горизонтальною площиною, розташованою в межах дверних та віконних прорізів кожного поверху (700-800мм від рівня підлоги), і спроекційоване на горизонтальну площину проєкції.



2-2



3-3



При цьому частина будівлі, розміщена між оком глядача та січною площиною, видаляється.

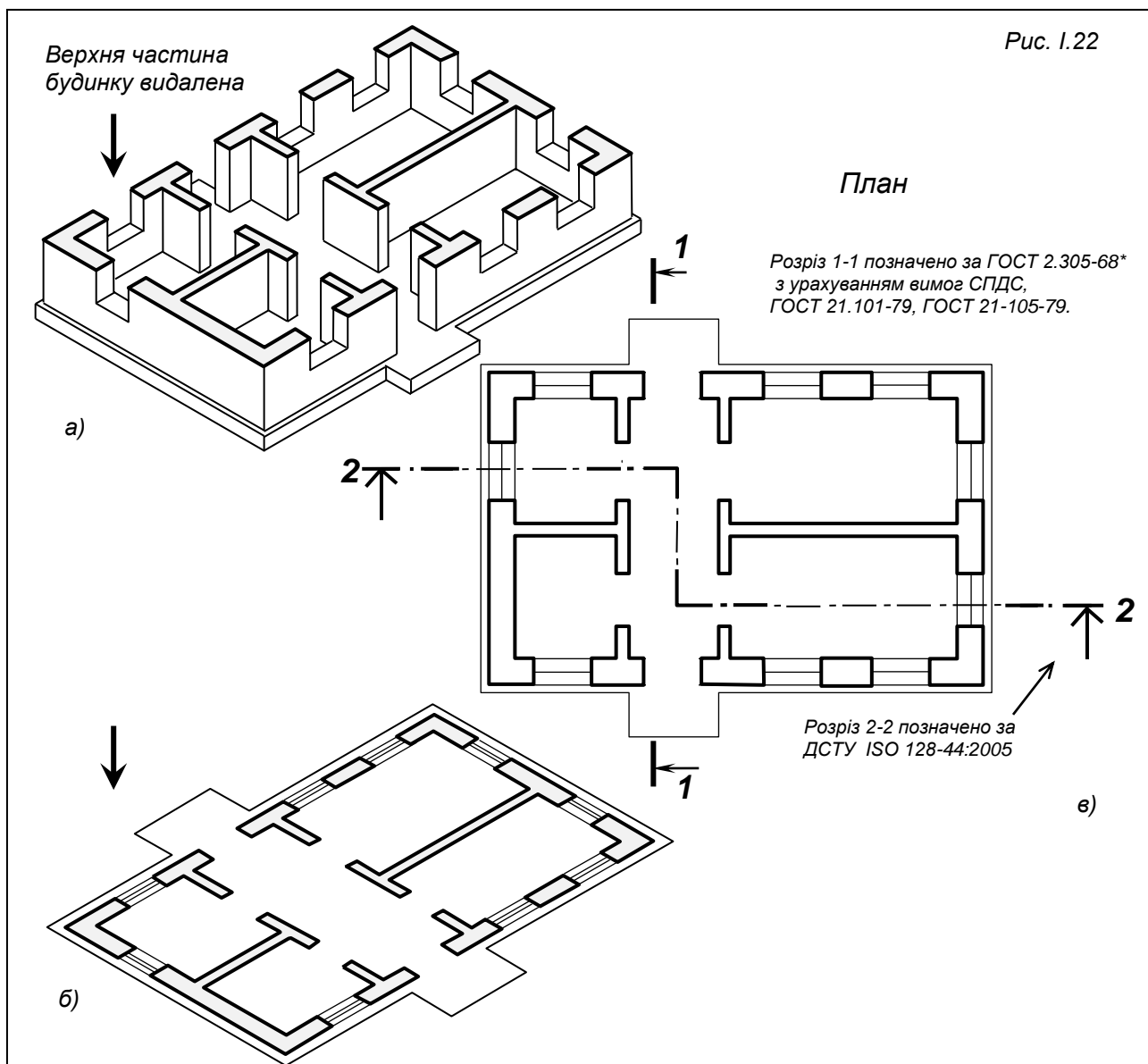


Рис. 1.22

На плані показано розташування капітальних стін, перегородок, колон, сходів, вікон та дверей, при пічному опаленні вказують печі, що дає повну інформацію про архітектурно-планувальне рішення будівлі, розміри окремих приміщень, виявляє форму споруди.

Якщо деякі елементи споруди знаходяться вище (антресолі) або нижче (ніші для батарей опалення) січної площини, на плані їх зображають штриховими лініями.

Санітарно-технічне обладнання, вентиляційні та димові канали кресляться на плані в тому ж масштабі, що й стіни.

Якщо планування приміщень на всіх поверхах однакове, крім плану першого поверху, виконують план другого та називають його планом типового поверху.

В промислових будинках горизонтальні січні площини проводять на рівні окремих елементів, площадок, поверхів та називають їх за числовими значеннями даного рівня, за типом – план на позначці 5.000.

До складу комплексу АБ (Архітектурно-будівельні рішення) входять також плани покрівель, план підлог, план перекриттів, план перемичок. В кожному окремому випадку горизонтальна січна площина проводиться на рівні елементів, план яких необхідно викреслити.

Послідовність виконання креслення плану олівцем (рис.І.24):

1. Нанесення координаційних осей. Координаційні осі проводяться тільки по несучих конструкціях, тому вони використовуються для прив'язки будівлі до місцевості, тобто до будівельної координаційної сітки та реперів генерального плану (рис.І.24а).

Координаційні осі – штрихпунктирні тонкі лінії, що виносяться за межі зовнішніх стін та закінчуються маркувальними кружечками діаметром 6-12 мм. Маркувальні кружечки зазвичай наносять з лівої та нижньої боки креслення плану, але в разі необхідності, їх можна наносити зі всіх боків плану.

2. Креслення несучих стін. Креслять тонкими лініями контури несучих стін. Товщина цегляних стін зовнішніх стін, враховуючи теплотехнічний розрахунок для нашої кліматичної зони, складає 510 мм. Внутрішні несучі стіни мають товщину 380 мм.

В будинках з несучими поздовжніми стінами їх прив'язка дорівнює 150 (200) мм, прив'язка торцевих стін, на які не спираються панелі перекриття, є нульовою.

У внутрішніх несучих стінах прив'язка центральна. Прив'язка стін сходових кліток дорівнює 100 мм з боку сходів (або центральна).

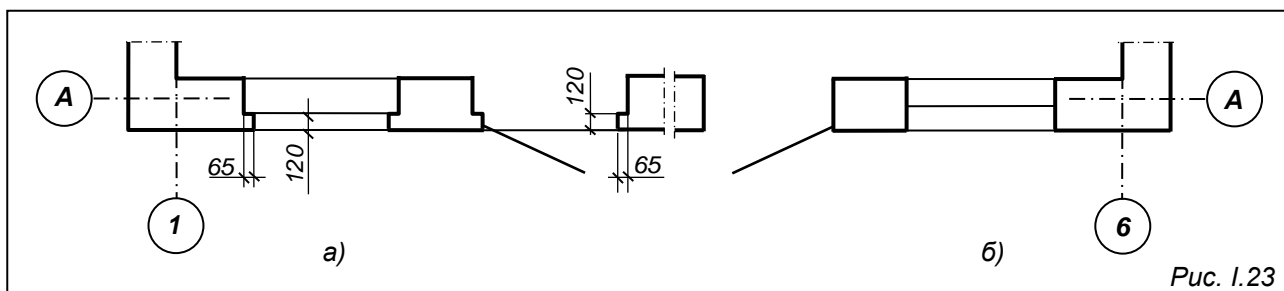
При перетині несучих стін лінія зовнішньої стіни розривається в межах її перетину з внутрішньою стіною (рис.І.15г,е).

3. Креслення перегородок. Спочатку необхідно тонкою лінією намітити положення перегородок на плані, потім, враховуючи товщину перегородок, тонкою лінією викреслити їх. Товщина цегляної перегородки – 120 мм, шлакобетонної – 100 (80) мм. На стиках несучих стін з перегородками лінія стіни не розривається (рис.І.15д).

4. Виконується розбивка віконних та дверних прорізів тонкими лініями, зважаючи на дані проектного завдання, позначається положення дверних та віконних прорізів. Бажано, щоб довжина простінків була кратна розмірам цегли.

5. Кресляться умовні позначення вікон та дверей. У верхній та бічних частинах віконних та дверних прорізів, влаштованих у цегляних стінах, зазвичай роблять виступи на чверть цегли (120х65 мм), які називаються чвертями (рис. І.23а). Чверті полегшують кріплення віконних та дверних коробок і зменшують продувність.

Віконні та дверні прорізи влаштовують також і без чвертей (рис. І.23б). Умовні графічні позначення віконних та дверних прорізів із заповненням і без заповнення зображають за ДЕСТ 21.107-78*.



6. Викреслюються умовні позначення санітарно-технічного обладнання та вентиляційних каналів. Приклади розміщення санітарно-технічного обладнання показані на рис. I.19. Розміри сантехнічних виробів наведені в другому розділі.

Сходи кресляться після розрахунку сходової клітки. Розрахунок наведено на рис. I.20 та в другому розділі рис. II. 70.

7. Нанесення виносних і розмірних ліній, та кружечків для маркування осей. Нанесення розмірів виконується за правилами, наведеними на рис. I.4.

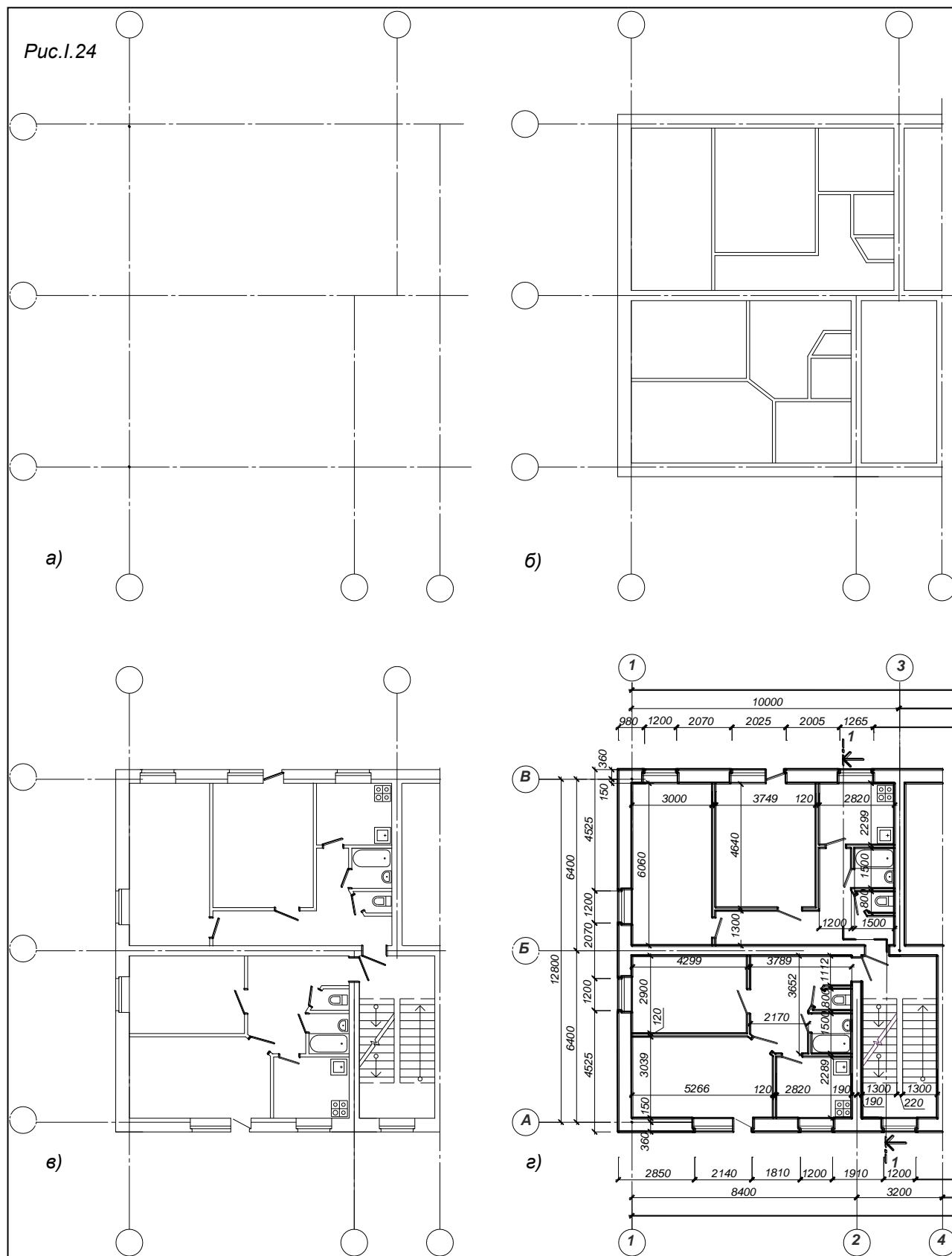
8. Нанесення розмірних цифр, маркування осей. Розмірні цифри мають висоту не менше 3,5 мм. Висота цифр в маркувальних кружечках координаційних осей – не менше 5 мм, літери в кружечках горизонтальних координаційних осей мають бути прописними висотою 5 мм.

Поперечні координаційні осі, їх зазвичай більше, маркуються арабськими цифрами *1,2,3,4* і т.п. Для маркування поздовжніх координаційних осей використовують літери кирилиці *А, Б, В, Г* і т.п., але не рекомендується використовувати літери *З, Й, О, І, Ь*. Маркування починають зліва направо та знизу верх.

9. Виконання необхідних написів. При оформленні креслеників плану проставляють площу приміщень та їх найменування, а також марки окремих елементів. Якщо в межах плану не вистачає місця для тексту, найменування приміщень виносять в експлікацію з нумерацією приміщень на плані в кружечках діаметром 6-8 мм.

10. Для громадських будівель найменування поверху виконується за типом «План 1-го поверху», або «План типового поверху» (напис не підкреслюють). Такий напис може бути розміщений як над креслеником плану, так і в основному написі (кутовий штамп).

10. Позначення січних площин розрізів. На плані позначають сліди уявних січних площин розрізу, за якими потім будують зображення



поздовжніх або поперечних розрізів будівлі (рис.І.22в). На рис. І. 22 в вказані умовні графічні позначення січних площин за ДСТУ ISO 128-

44:2005 (розріз 2-2) та за ГОСТ 2.305-68* з урахуванням вимог СПДС, ГОСТ 21.101-79, ГОСТ 21-105-79 (розріз I-I).

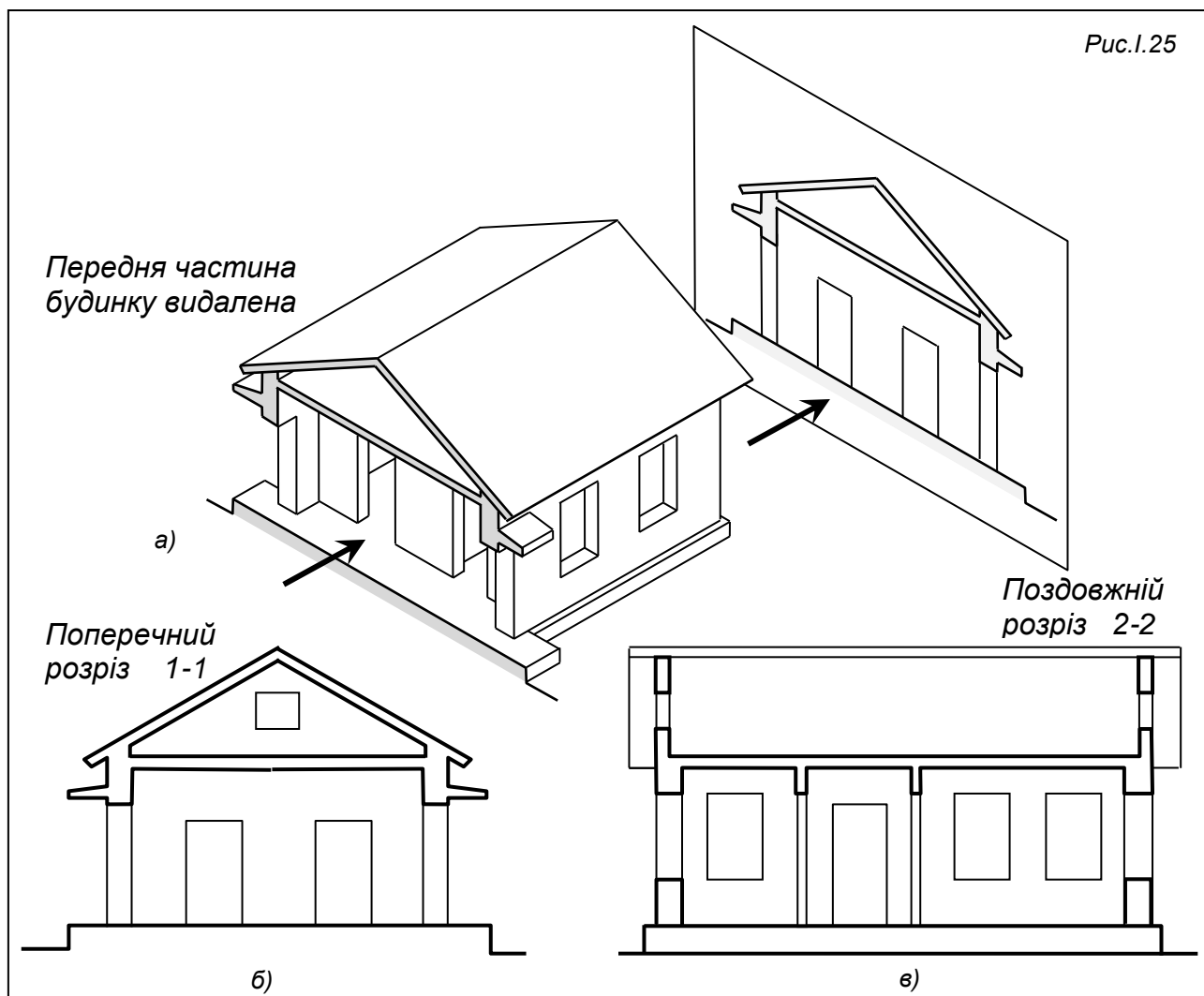
11. Наведення контурів розрізів і перерізів на креслениках планів будівлі виконується суцільною товстою лінією. Лінії, які не знаходяться в січній площині, виконуються суцільними тонкими. Іноді на планах і розрізах перегородки в перерізі обводять лінією тоншою, ніж несучі стіни. В результаті отримуємо рис.І.24г.

Теоретичні основи та загальні правила виконання розрізів

Розрізом називають зображення будівлі, уявно розрізаної вертикальною січною площиною, – видалена частина, що знаходиться між оком глядача і січною площиною та спроекційована на фронтальну чи профільну площину проєкцій (рис.І.25а). Положення січних площин вказується на плані будинку.

Розрізи виконують по важливих конструктивних та архітектурних частинах будинку. Розріз називають поперечним, якщо вертикальна січна площина перпендикулярна до поздовжніх несучих стін (розріз I-I рис.І.25б), якщо вертикальна січна площина паралельна поздовжнім несучим стінам будинку, розріз називають поздовжнім (розріз 2-2 рис. І.25в). Іноді для виконання розрізу використовують кілька січних площин, такі розрізи називають ступінчастими.

Положення січних площин позначають на плані поверхів будівлі за ДСТУ ISO 128-44:2005. Сліди січних площин позначають довгоштрихово-пунктирною тонкою лінією, на кінцях та в місцях зміни напрямку – довгоштрихово-пунктирною товстою лінією. Стрілки для зазначення напрямку погляду креслять суцільною товстою лінією, біля них ставлять цифри або прописні літери для найменування розрізу. В робочих креслениках напрям зору для розрізів приймають, як правило, на плані – знизу вгору та справа наліво.



У поздовжніх розрізах, незалежно від положення січної площини на плані, дах будинку в межах горища показують розсіченим по гребню, а в поперечних – у центральній частині.

При створенні розрізів слід враховувати, що січні площини не проводять по колонах, вздовж прогонів та балок перекриттів, по кроквах. Колони, перегородки, прогони, балки та крокви в поздовжньому напрямку показують нерозрізаними, а в поперечному перерізі всі ці елементи, за винятком колон, зображають розрізаними.

В будівельних креслениках видимі лінії контурів елементів, що не потрапили в січну площину, виконують суцільною тонкою лінією, а ті, що розрізаються, – суцільною товстою.

Назву плану, розрізу, фасаду вказують над зображенням і не підкреслюють. Коли на аркуші розміщено одне зображення, його назву наводять лише в основному написі кресленика.

Архітектурним розрізом називають розріз, на якому не показані конструктивні елементи будинку. Такі розрізи складаються на початковій стадії проектування для визначення висот приміщень, вікон, дверей, карнизів та інших архітектурних елементів будівлі.

На стадії розробки робочих креслень виконують конструктивні розрізи, на яких показують конструктивні елементи (фундаменти, перекриття, крокви) та їх спряження.

На розрізах показують: координаційні осі будинку, відстані між осями, загальні розміри будинку між крайніми осями; позначки рівня землі, чистих підлог, основних площадок, глибину занурення фундаменту; розміри прорізів і ділянок стін між ними, висотні позначки низу і верху прорізів; матеріали та товщину конструкцій покриття та перекриття вказують на «етажерках»; в промислових будинках – підкранові колії і крани, рейкові колії внутрішнього транспорту; сходові клітки, труби зведених вентиляційних та димових каналів.

Послідовність виконання кресленика розрізу (рис.І.25):

1. Проводять вертикальні координаційні осі основних конструкцій стін і колон (за наявності їх), що несуть, відповідно до плану і напряму січної площини. Перпендикулярно до координаційних осей креслять горизонтальні лінії рівнів: підлоги першого поверху, позначка якої дорівнює 0.000, поверхні землі (тротуару), підлоги всіх поверхів і умовного верху горищного перекриття і карнизу (рис.І.26а).

2. По обидві боки від координаційних осей, зважаючи на прив'язку креслять контури зовнішніх і внутрішніх стін, перегородок, колон, що потрапили в січну площину, а також висоти міжповерхових і горищного перекриттів та гребня даху. Виконують геометричну побудову розрахунку

сходової клітки. Відмічають і креслять виноси карниза (від стіни) і цоколя, креслять схили даху (рис.І.26б).

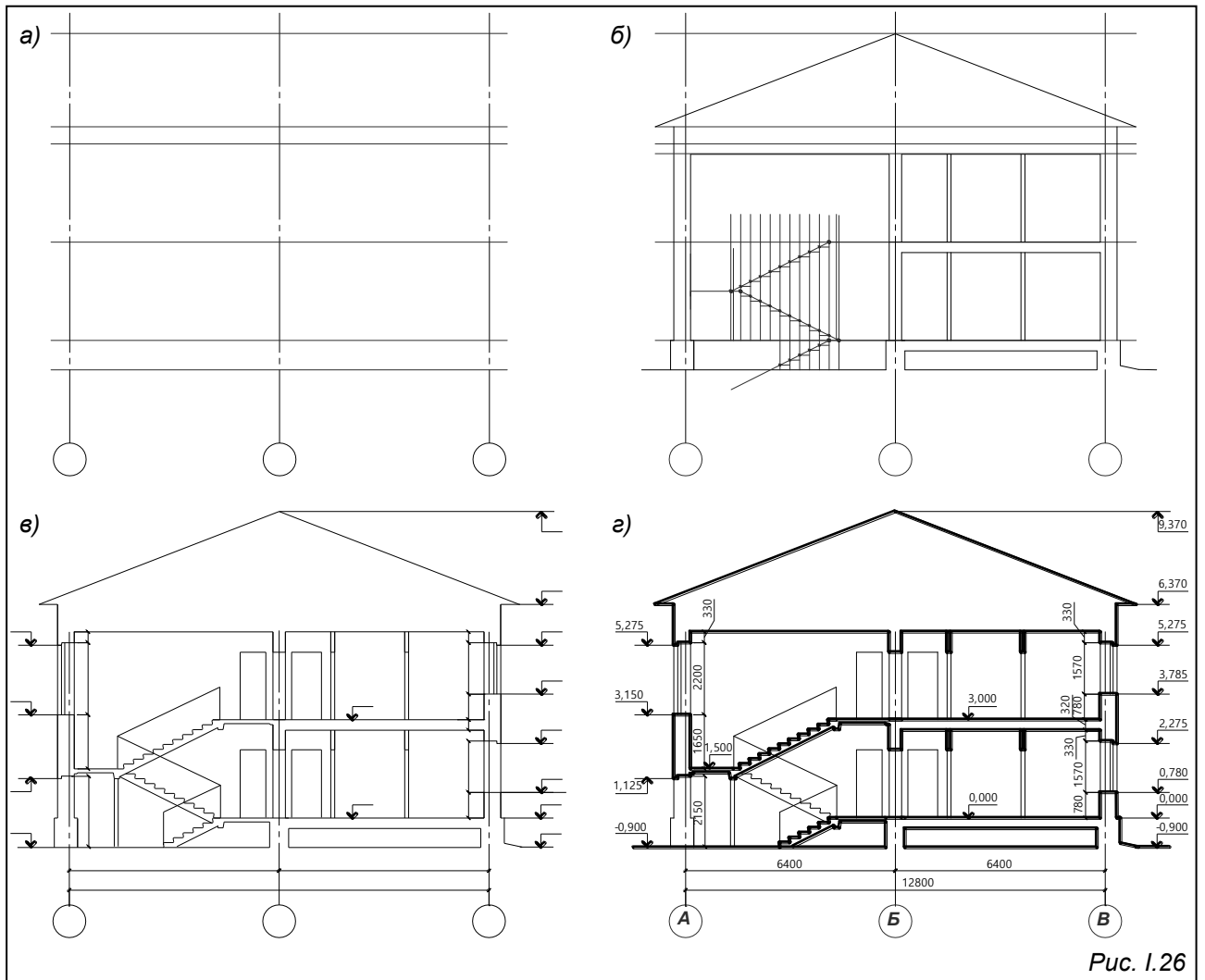


Рис. І.26

3. У зовнішніх і внутрішніх стінах і перегородках намічають віконні і дверні прорізи, а також димарі, слухові вікна, елементи даху та вікна та інші елементи, розташовані перед січною площиною.

4. Креслять умовні позначення вікон, дверей; блоки перемичечних поясів, якщо переріз конструктивний).

5. Креслять всі елементи сходової клітки (рис.І.26г).

6. Обводять та штрихують конструктивні елементи, що потрапили до січної площини: козирьок, відмостку, перегородки, умовне позначення ґрунту.

7. Проводять виносні лінії, і значки для простановки висотних позначок.

8. Наносять необхідні розміри, позначки, маркують координаційні осі. Виконують необхідні написи, наприклад пошаровий склад перекриттів, заповнення кутового штампу.

Питання до самоконтролю:

Архітектурні та конструктивні елементи будинку

1. Назвіть основні конструктивні елементи будинків.
2. Які існують типи фундаментів?
3. Що називають відмосткою, її призначення?
4. Що називають цоколем, його призначення?
5. Товщина несучих стін та їх прив'язка до координаційних осей?
6. Що називають перемичкою, її призначення?
7. Що називають перекриттям, які перекриття частіше використовують в будівництві житлових будинків?
8. Як змінюється конструкція підлоги в залежності від призначення? Наведіть приклади.
9. Назвіть типи дахів, які частіше використовують в житлових і громадських будівлях.
10. Які внутрішні обладнуючі конструкції Вам відомі?
11. З яких елементів складається сходові клітка?
12. Назвіть уклон та параметри сходинок стандартного маршу.
13. Санітарно-технічне обладнання, умовні графічні позначення та розміри.

Теоретичні основи та загальні правила виконання креслеників

1. Що називають планом будинку?
2. Назвіть послідовність побудови плану.
3. Які плани виконують, якщо в будинку всі поверхи однакові?
4. Що називають прив'язкою, які прив'язки цегляних стін існують?

5. Прив'язка віконних та дверних прорізів до несучих стін і перегородок відноситься до зовнішніх чи внутрішніх розмірів?
6. Відстань між координаційними осями з прив'язкою крайніх осей до зовнішніх граней стін відноситься до зовнішніх чи внутрішніх розмірів?
7. Що називають розрізом будинку, які розрізи Ви знаєте?
8. Розкажіть послідовність побудови розрізу.
9. Який архітектурно-конструктивний елемент будівлі прийнято позначати позначкою 0,000?
10. Які розміри наносять на розрізі?

Загальні положення та вимоги до креслень генеральних планів

Робочу документацію генеральних планів виконують відповідно до вимог ГОСТ 21.101 та інших взаємопов'язаних стандартів системи проектної документації для будівництва (СПДБ).

До складу основного комплекту робочих креслень генерального плану включають:

- загальні дані по робочих креслениках; – креслення розпланування;
- план організації рельєфу; – план земляних мас; – з'єднаний план інженерних мереж;
- план благоустрою території; – виносні елементи (фрагменти, вузли) за ГОСТ 21.101**.

Контури проєктованих будівель та споруд наносять на план за архітектурно-будівельними робочими кресленнями, приймаючи координатні осі будівель та споруд суміщеними з внутрішніми гранями стін. Коли відстань від зовнішньої грані стіни будівлі, споруди до координатної осі у масштабі зображення перевищує товщину лінії контуру, останню відносять від координатної осі на відповідну відстань .

Плани робочих креслень розташовують довгою стороною умовної межі території вздовж довгої боки аркуша, при цьому північна частина території повинна знаходитися зверху. Допускається відхилення орієнтації на північ у межах 90" вліво чи вправо. Плани, що розташовані на різних аркушах, виконують з однаковою орієнтацією.

При малій насиченості зображень допускається поєднувати кілька різних планів в один з присвоєнням йому відповідного найменування.

При великій насиченості зображень плану благоустрою території допускається виконувати кілька планів за видами робіт з присвоєнням кожному плану відповідного найменування, наприклад, «План озеленення», «План розташування малих архітектурних форм», «План проїздів, тротуарів,

доріжок та майданчиків».

Зображення на креслениках генерального плану виконують лініями за ГОСТ 2,303:

- суцільними товстими – контури проєктованих будівель та споруд (крім будівель та споруд на плані земляних мас), «червону» лінію, проєктні горизонталі з позначками, кратними 0,50 та 1,00 м;
- штриховою тонкою – лінії «нульових» робіт та перелому проєктного рельєфу; – штрих пунктирною дуже товстою з двома крапками – умовну межу території проєктованого підприємства, будівлі, споруди; – суцільною тонкою – проєктовані будівлі, споруди на плані земляних мас та всі інші елементи генерального плану.

Плани робочих креслень виконують в масштабі 1:500, 1:1000, фрагменти планів – в масштабі 1:200, вузли – в масштабі 1:20. Допускається плани виконувати в масштабі 1:2000, вузли – в масштабі 1:10. Масштаб зображення вказують в основному напису після найменування зображення. Якщо на аркуші розміщено кілька зображень, що виконані у різних масштабах, тоді масштаби вказують на полі креслення під найменуванням кожного зображення.

Розміри, координати та висотні позначки вказують у метрах з точністю до двох знаків після коми.

Величину кутів вказують у градусах з точністю до однієї хвилини, за необхідності – до однієї секунди.

Величину уклонів вказують в проміле без позначення одиниці виміру. Крутість укосів вказують у вигляді співвідношення одиниці висоти укосу до горизонтального положення.

Основні умовні графічні позначення та зображення елементів генерального плану та споруд транспорту, враховуючи масштаб креслення, приймають за ГОСТ 21.108-78, ГОСТ 21.508-85*.

Малі архітектурні форми (наприклад, альтанки, навіси, фонтани, скульптури і т. ін.) та інші конструкції, вироби, пристрої (наприклад, лавки,

урни і т. ін.) виконують спрощено у масштабі креслення або умовними графічними позначками.

При виконанні робочих креслень генерального плану порядкові номери будівель та споруд (в т.ч. огорож, підпірних стінок, естакад, галерей, тунелів) приймають, як правило, за генеральним планом, розробленим на попередніх стадіях проектування. Водовідвідним спорудам.(канавам, лоткам, трубам) присвоюють самостійні порядкові номери. При об'єднанні в одному основному комплекті креслень генерального плану та споруд транспорту залізничним коліям та автомобільним шляхам присвоюють самостійні порядкові номери. Допускається не присвоювати порядкові номери автомобільним шляхам та водовідвідним спорудам. У цьому випадку на плані вказують їхні координати.

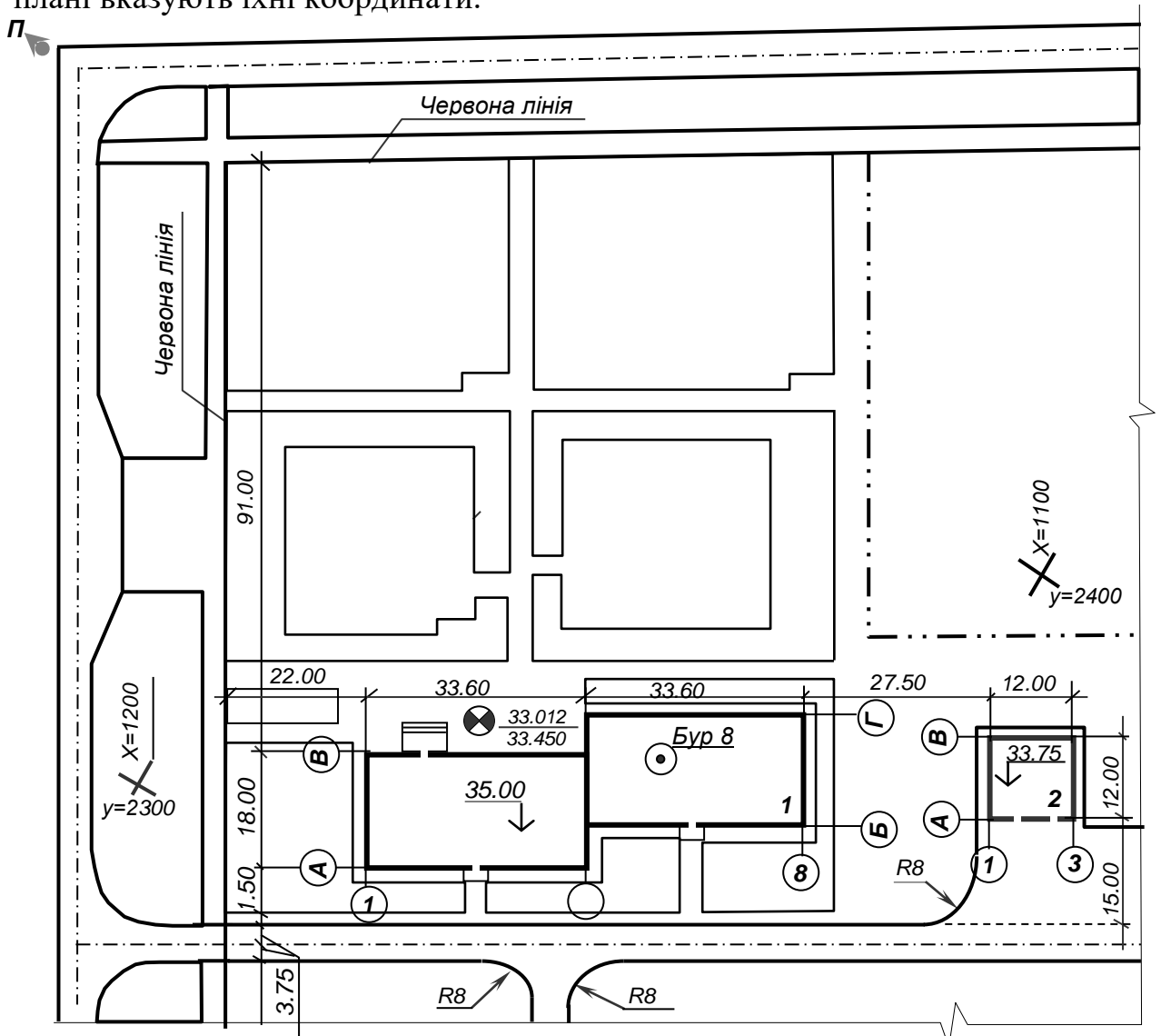


Рис. 1. 29. План розпланування території

На планах, крім плану земляних мас, наводять експлікацію будівель та споруд.

Зміст та оформлення креслень генеральних планів

Креслення розпланування

На кресленні розпланування (плані розташування будівель та споруд) наносять та вказують:

- а) будівельну геодезичну сітку або базис розпланування, який її замінює, а для житлово-цивільних об'єктів, крім того, міську геодезичну сітку, яка повинна перекривати весь план;
- б) "червону" лінію, яка відокремлює територію магістралі вулиці, проїзду та площі від території, що призначена під забудову;
- в) огорожі з воротами та хвіртками або умовну межу території. Якщо огорожа збігається з «червоною» лінією чи з умовною мережею території, тоді наносять тільки огорожу з відповідними поясненнями на кресленні;
- г) будівлі та споруди, в тому числі комунікаційні;
- д) майданчики виробничі та складські;
- ж) автомобільні шляхи та майданчики з шляховим покриттям;
- н) залізничні колії;
- к) елементи благоустрою (тротуари, майданчики спортивні та для відпочинку);
- л) елементи та споруди планувального рельєфу (укоси, підпірні стінки, пандуси);
- м) водовідвідні споруди;
- н) покажчик напрямку на північ стрілкою з літерами «Пн» біля вістря (у лівому верхньому куті аркуша).

Розмірну прив'язку здійснюють від базису розпланування. Базисом розпланування може бути будь-яка пряма лінія, що проходить через дві закріплені на місцевості точки, які позначають великими літерами українського алфавіту.

Будівлі та споруди на плані наносять у масштабі креслення з вказівкою прорізів воріт та дверей, крайніх осей та, при необхідності, координат осей воріт або прив'язки воріт до координаційних осей будівлі.

У середині контуру будівлі (споруди) вказують номер будівлі, споруди у нижньому правому куті;

Навколо контуру будівлі, споруди показують вимощення та в'їзні пандуси, зовнішні сходи та майданчики біля входів.

На кресленні розпланування, що стосується автомобільних шляхів, наносять та вказують:

- а) переїзди через залізничні колії;
- б) транспортні розв'язки;
- в) координати або прив'язки осей автомобільних шляхів та, при необхідності, їх номери;
- г) ширину автомобільних шляхів;
- д) радіуси кривих по краю проїжджої частини автомобільних шляхів у місцях їх взаємного перетину та примикання.

План благоустрою території

План благоустрою території виконують на підставі креслення розпланування без зазначення координаційних осей, координат та розмірних прив'язок; абсолютних позначок будівель, споруд.

На зображеннях автомобільних шляхів та залізничних колій, за необхідності, вказують тільки координати або прив'язки їх осей.

На плані благоустрою території наносять та вказують: тротуари, доріжки та їх ширину; майданчики різного призначення та їх розміри; малі архітектурні форми та переносні вироби майданчиків для відпочинку; дерева, чагарники, квітники, газони.

Елементи благоустрою прив'язують до зовнішніх граней стін будівель, споруд, «червоних» ліній, автомобільних шляхів або залізничних колій.

Для рядової посадки дерев та чагарників наводять розмірну прив'язку ряду.

При складній конфігурації доріжок, при розташуванні дерев та чагарників вільними групами допускається замість розмірної прив'язки наносити на ділянках їх розташування допоміжну сітку квадратів зі сторонами, що дорівнюють – 5-10 м, з прив'язкою її до будівельної геодезичної сітки, базису розпланування, будівель, споруд, автомобільних шляхів та залізничних колій.

Елементом благоустрою присвоюють позиційні позначки. Позиційні позначки малих архітектурних форм та переносних виробів вказують на лінії-виносці у колах діаметром 6 мм. Позначку елементів озеленення вказують на лінії-виносці у колах діаметром 8-12 мм у вигляді дробу: у чисельнику – позиційна позначка породи або виду насадження, у знаменнику – їх кількість або площа (для квітників).

На плані благоустрою території наводять: відомість малих архітектурних форм та переносних виробів; відомість елементів озеленення; відомість тротуарів, доріжок та майданчиків; розрізи, перерізи та вузли тротуарів, доріжок та майданчиків; відомість автомобільних шляхів, під'їздів та проїздів; відповідні текстові вказівки, наприклад, щодо умов посадки дерев та чагарників, улаштування квітників та газонів.

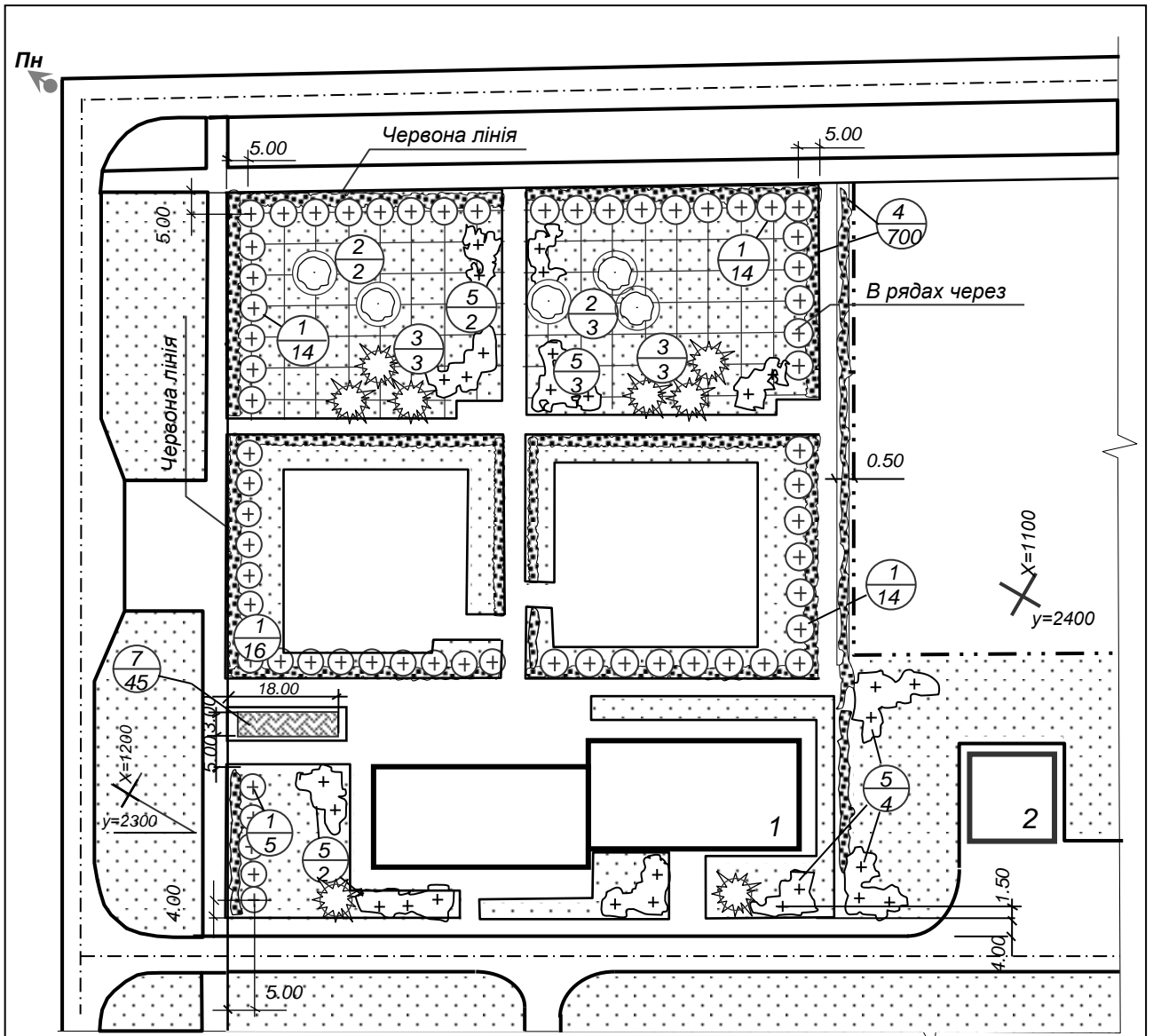


Рис. 1.30. План озеленення території

Відомість елементів озеленення

Поз.	Найменування породи або виду насаджень	Вік, років	Кільк.	Примітка
1	Модрина сибірська	8	63	з комлем 0.8x0.8x0.6
2	Береза бородавчаста	5	5	саджанець
3	Ялиця срібляста	20	8	саджанець
4	Чагарник стрижений		450	саджанець м/пог.
5	Бузок звичайний		26	саджанець
6	Газон партерний		4650	м ²
7	Квітник		54	з багаторічних м ²

Приклади оформлення плану благоустрою, виконані за видами робіт, наведені на: рис. 1.30 «План озеленення»; рис. 1.31 – «План розташування малих архітектурних форм та переносних виробів»; рис. 1.32 – «План

проїздів, тротуарів, доріжок, майданчиків». Приклад оформлення зведеного плану благоустрою території на рис. І.33.

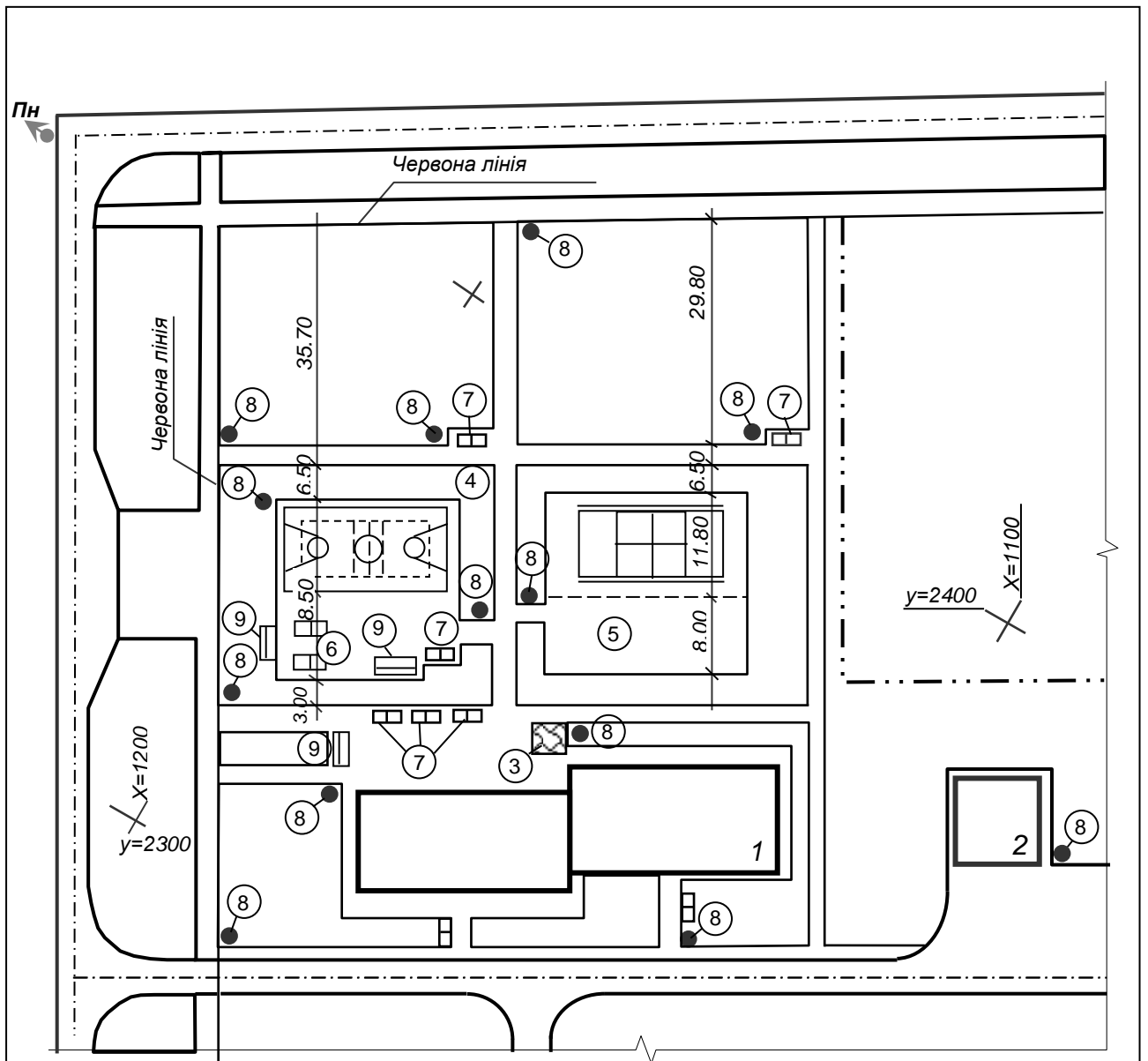


Рис. І. 31. План розташування малих архітектурних форм та переносних елементів

Відомість будівель і споруд, малих архітектурних форм, переносних виробів

№ за генпл.	Найменування	Кільк.	Примітка
1	Санаторні корпуси		
2	Гаражі		
3	Альтанка	1	
4	Баскетбольна площадка	1	
5	Тенісний корт	1	
6	Стіл тенісний	2	Переносн.
7	Лавка без бильця	8	Переносна
8	Урна для сміття	13	Переносна
9	Лавка з бильцем	3	Переносна

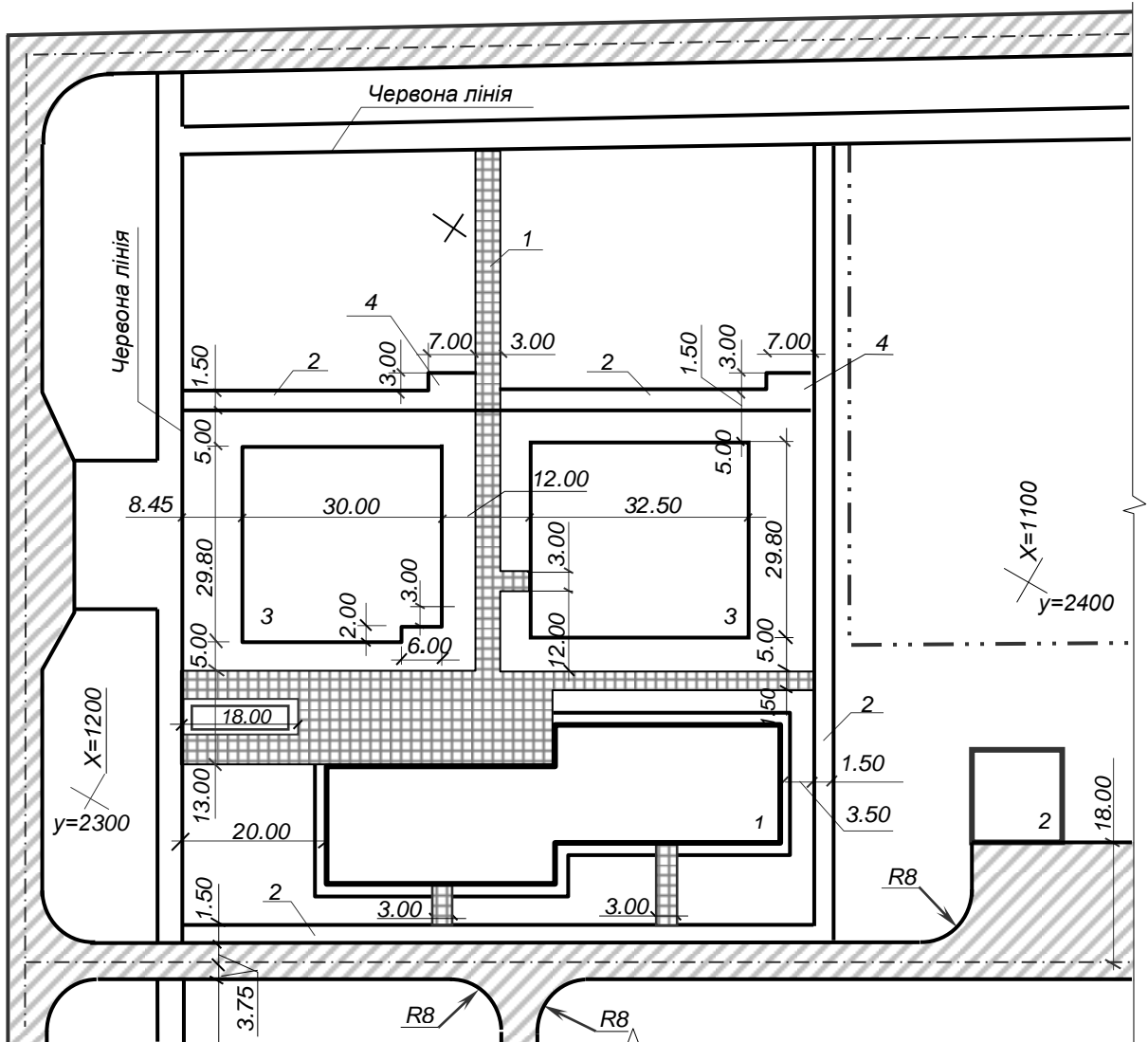


Рис. 1. 32. Приклад оформлення плану проїздів, тротуарів, доріжок, майданчиків.

Відомість тротуарів, доріжок та майданчиків

Поз.	Найменування	Тип	Площа покриття м ²	Примітки
1	Мощення плиткою	5	1200	
2	Тротуар з бордюром із бортового каменю	2	645	
3	Майданчик	2	1862	
4	Садова доріжка	4	158	

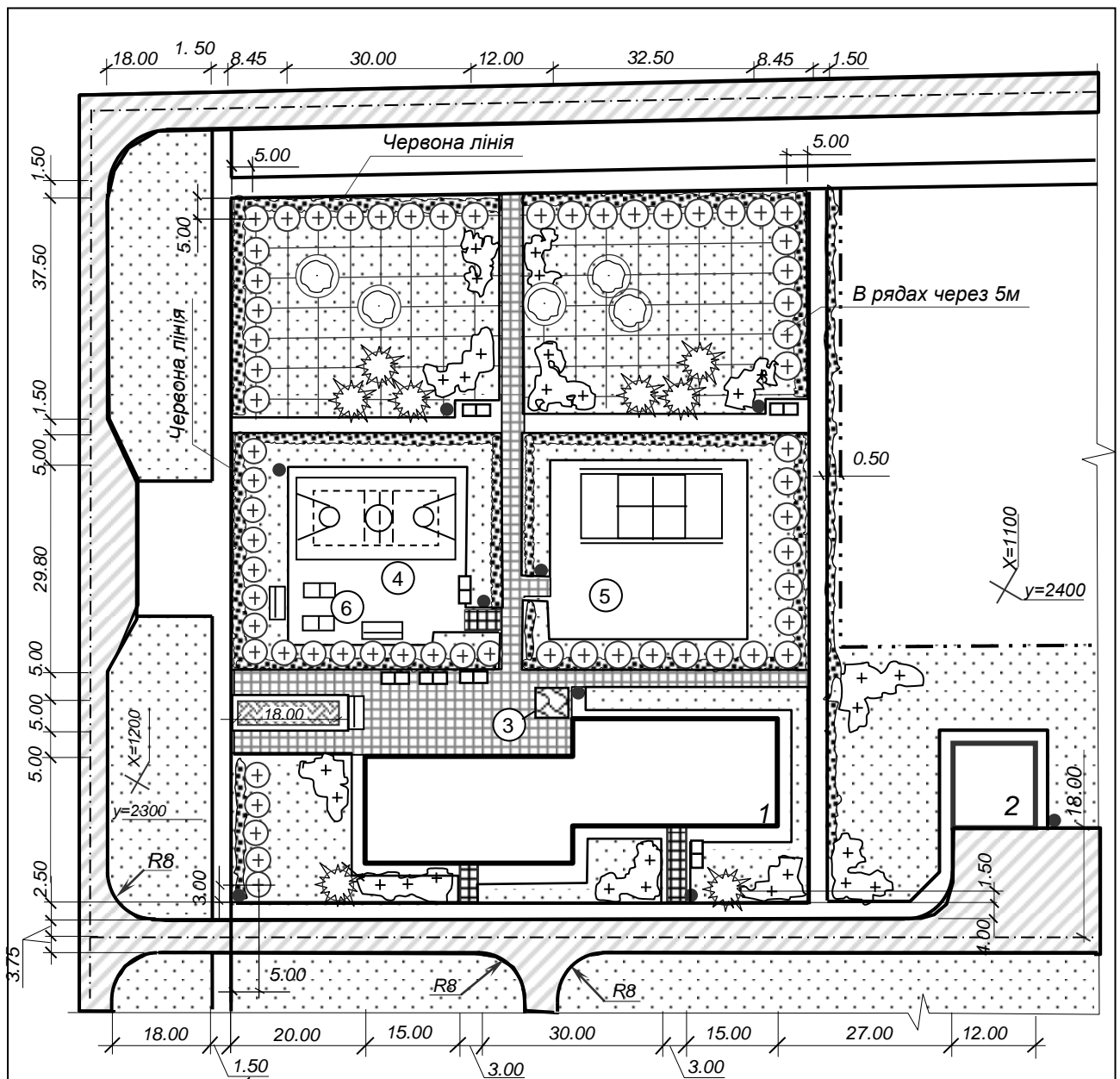


Рис.1.33. Приклад оформлення об'єднаного плану благоустрою території

Експлікація будівель і споруд

№ за г.п.	Найменування	Прмітки
1	Корпуси санаторного комплексу	
2	Гаражі	
3	Альтанка	
4	Баскетбольний майданчик	
5	Майданчик для тенісу та бадмінтону	
6	Тенісні столи	
7	Квітник	

План організації рельєфу

План організації рельєфу виконують на основі креслення розпланування без зазначення і нанесення координаційних осей будівель та споруд, координат, розмірів та розмірних прив'язок;

На плані організації рельєфу наносять та вказують:

- а) абсолютні позначки у середині контуру будівель та споруд;
- б) проектні позначки та ухилопоказники по «червоних» лініях;
- в) проектні горизонталі або проектні позначки опорних точок планування з зазначенням напрямку ухилу проектного рельєфу;
- г) позначки низу та верху укосів, сходів, підпірних стінок, пандусів;
- д) позначки дна у місцях переломів поздовжнього профілю, напрям та величину ухилів водовідвідних споруд;
- є) дощоприймальні ґрати у знижених точках проектного рельєфу з позначками верху ґрат;
- ж) проектні позначки планування та фактичні позначки рельєфу місцевості по зовнішньому контуру вимощення у кутах будівель та споруд або при відсутності вимощення позначки у місцях перетину зовнішніх граней стін з рельєфом у кутах будівель та споруд – у вигляді дробу з проектною відміткою у чисельнику та фактичною – у знаменнику;
- й) проектні позначки планування та фактичні позначки рельєфу місцевості (за необхідності) по верху майданчиків різного призначення у місцях перетину їх країв з рельєфом по кутах та у характерних точках;
- к) лінії перелому проектного рельєфу – при виконанні плану у проектних позначках опорних точок планування;
- я) напрям ухилу проектного рельєфу бергштрихами – при виконанні плану у проектних горизонталях та стрілками при виконанні плану у проектних позначках.

На плані організації рельєфу, що стосується автомобільних шляхів, наносять та вказують:

а) проектні горизонталі – при виконанні плану у проектних горизонталях;

б) контури поперечного профілю автомобільних шляхів – при виконанні плану у проектних позначках;

в) точки перелому поздовжнього профілю з проектними позначками;

г) ухилопоказчики по осі проїжджої частини автошляхів;

д) водовідвідні споруди – кювети, лотоки з позначками дна у місцях переломів поздовжнього профілю та величиною ухилів дна споруд;

є) дощоприймальні фати у знижених точках поздовжнього профілю з позначками верха грат.

На плані організації рельєфу, що стосується залізничних шляхів, наносять та вказують:

а) ухилопоказники;

б) позначки дна водовідвідних споруд у місцях переломів поздовжнього профілю та величину ухилів дна споруд.

План організації рельєфу слід, як правило, виконувати у проектних горизонталях (рис.І.34).

При виконанні плану організації рельєфу у проектних горизонталях їх проводять з перерізом рельєфу через 0,10 або 0,20 м по всій території, що підлягає плануванню (землянній поверхні, автомобільних шляхах, майданчиках). Допускається на ділянках з одноманітним ухилом рельєфу наносити проектні горизонталі з перерізом рельєфу через 0,50 м. Позначки проектних горизонталей надписують зі боки підвищення рельєфу. Позначки проектних горизонталей, що кратні 1,00 м, вказують повністю, проміжні - у вигляді цілого числа, що відповідає двом знакам після коми.

При виконанні плану організації рельєфу у проектних позначках опорних точок планування (рис.І.35) за опорні точки, як правило, приймають:

а) кути будівель, споруд та майданчиків;

б) підвищені та знижені точки проектного рельєфу;

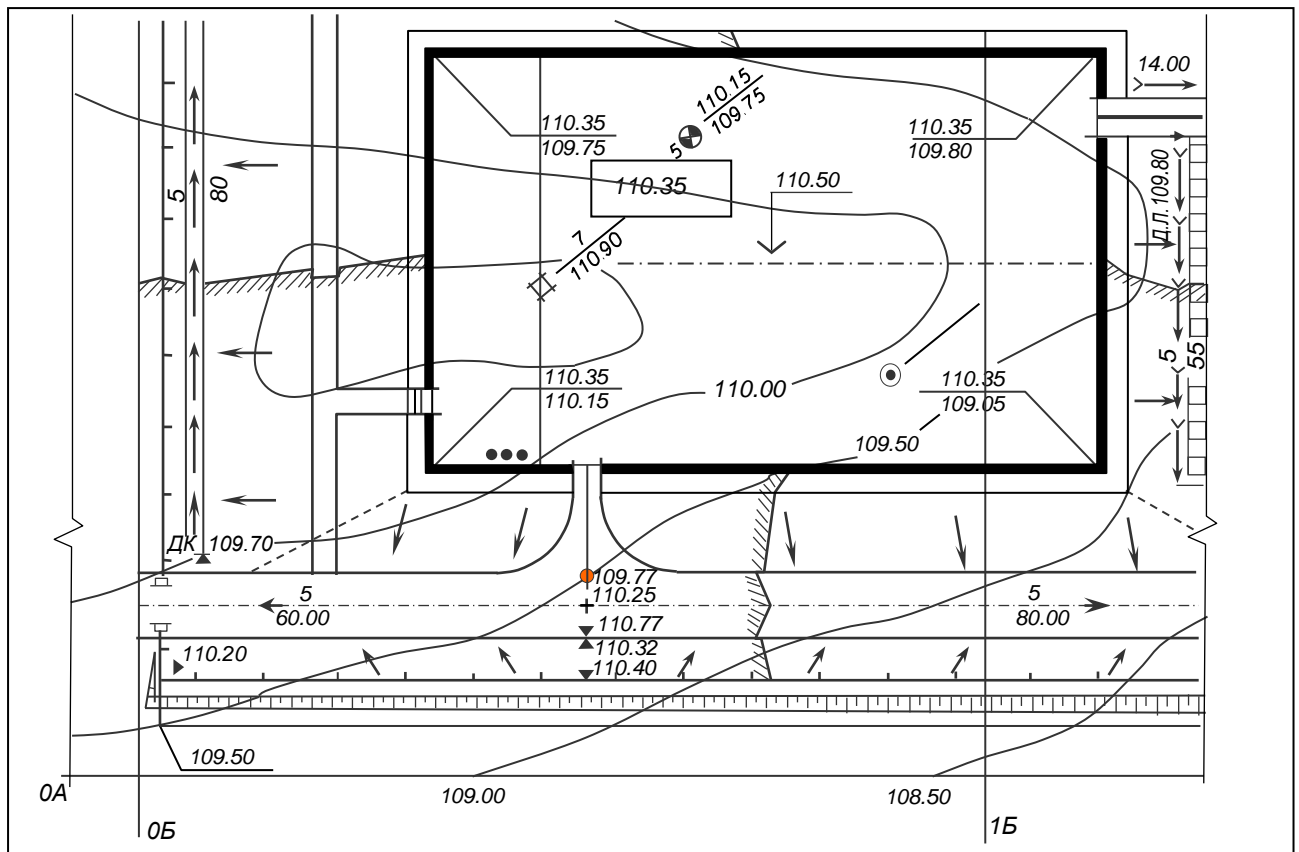


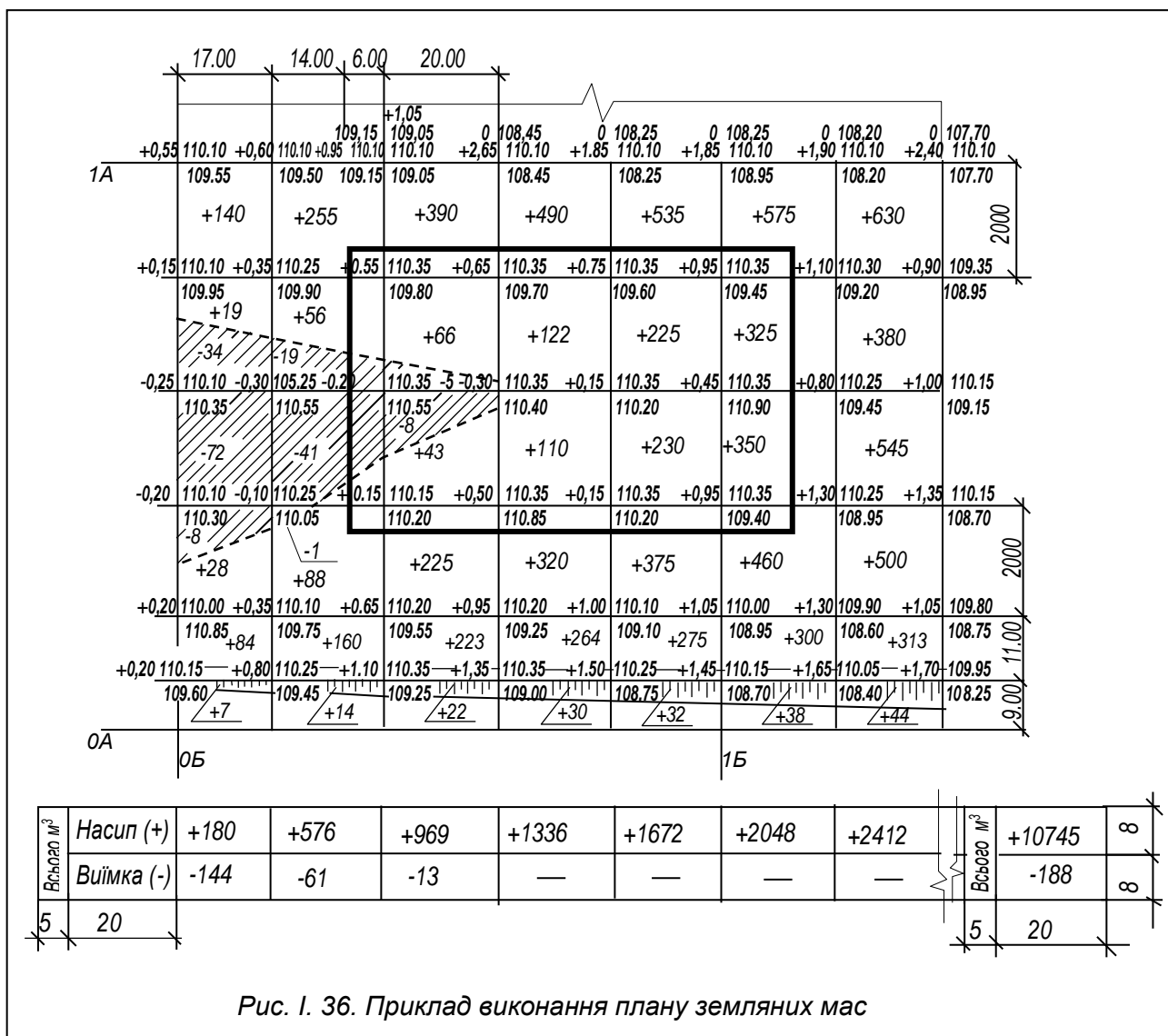
Рис.І.35. План організації рельєфу, виконаний в проектних позначках опорних точок

На плані земляних мас (рис.І.36) наносять та вказують:

- а) будівельну геодезичну сітку або базис розпланування, що її замінює;
- б) сітку квадратів для підрахунку об'ємів земляних мас з проектними, фактичними та робочими позначками у кутах квадратів, лінію «Нульових» робіт з виділенням площі виїмок штриховкою під кутом 45° до основи сітки та зазначенням об'єму земляних мас у межах кожного квадрата чи іншої фігури, що створена контуром планування;
- в) будівлі та споруди;
- г) огорожу або умовну межу території;
- д) укоси, підпірні стінки.

Сітку квадратів, як правило, вписують у будівельну геодезичну сітку, приймаючи сторону квадрата рівною 20 м. Допускається прив'язка сітки квадратів до «червоної» лінії або до базису розпланування, а також застосування сітки квадратів зі сторонами, що дорівнюють 10, 25, 40 або 50

м, залежно від характеру рельєфу та забезпечення потрібної точності підрахунку об'єму земляних мас. Допускається, залежно від конфігурації планованої території, для підрахунку об'єму земляних мас застосовувати фігури, що відрізняються від квадрата. У цих випадках розміри фігур вказують на кресленні.



Під кожною колонкою квадратів плану земляних мас наводять таблицю, у відповідних графах якої вказують сумарні об'єми насипу та виїмки по колонці квадратів, а у рядках сумарних об'ємів справа - загальні об'єми насипу та виїмки по всій планованій території.

У випадку залягання у межах планованої території ґрунтів, що підлягають видаленню (родючий шар ґрунту, торф, ґрунт, який

непридатний як основа для будівель, споруд), до розробки плану земляних мас для всієї території виконують план видалення ґрунтів у межах контуру залягання ґрунтів, що підлягають видаленню, оформлюючи його аналогічно плану земляних мас. На плані видалення ґрунтів за проектні позначки приймають позначки низу ґрунту, що підлягає зрізуванню, які при наступному виконанні плану земляних мас розглядають як фактичні позначки.

На плані земляних мас наводять:

- а) відомість об'ємів земляних мас;
- б) текстові вказівки про необхідність коригування робочих позначок у місцях улаштування газонів, корита під покриття доріг, майданчиків та верхньої будови залізничних колій.

Зведений план інженерних мереж

Зведений план інженерних мереж виконують на основі креслення розпланування, але без абсолютних позначок будівель, споруд, прив'язки воріт та позначок координаційних осей будівель, споруд.

За необхідності на плані наносять зовнішні контури підшви фундаментів проєктованих та існуючих будівель, споруд.

На зображеннях автомобільних шляхів та залізничних колій вказують тільки координати або прив'язки їх осей.

На зведеному плані інженерних мереж наносять та вказують:

- а) комунікаційні споруди для прокладання мереж;
- б) підземні, наземні та надземні мережі;
- в) дощоприймальні ґрати, опори та стояки комунікаційних споруд.

Інженерні мережі наносять по робочих креслениках відповідних основних комплектів з координатною або лінійною прив'язкою осі мережі на кожній характерній ділянці із зображенням компенсаторів, ніш, колодязів, камер та з зазначенням їх позначок.

Питання до самоконтролю:

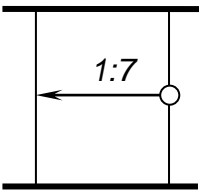
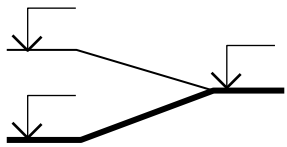

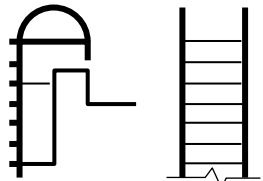
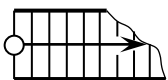
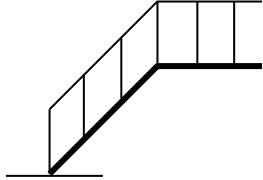
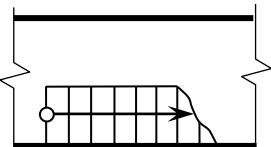
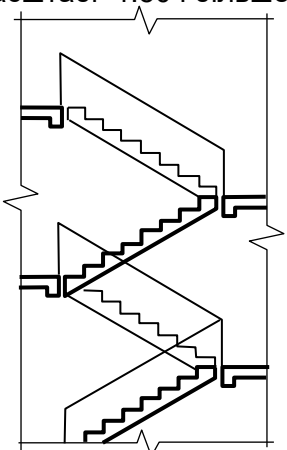
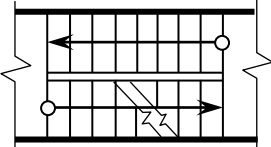
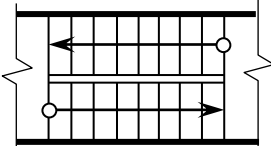
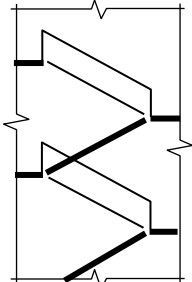
Виконання креслеників генеральних планів

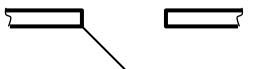

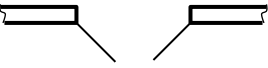
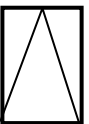

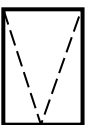
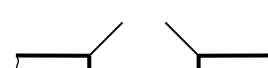
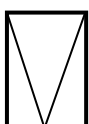
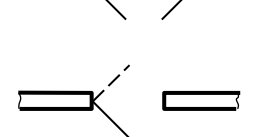
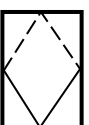
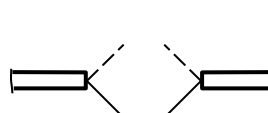
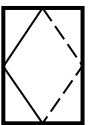

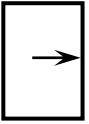
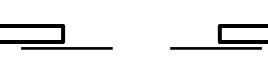
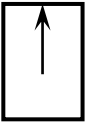
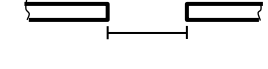
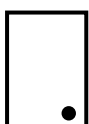
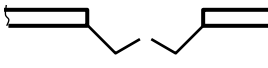

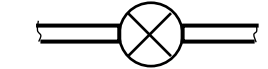
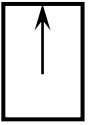

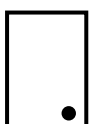
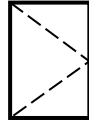
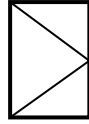
1. Які плани входять до складу основного комплексу робочих креслень генерального плану?
2. Чи допускається поєднувати кілька різних планів в один?
3. Які масштаби використовують при виконанні генпланів?
4. Які типи ліній використовують для виконання креслеників генеральних планів?
5. Які розміри наносять на генпланах і в яких одиницях виміру?

Деякі умовні графічні зображення будівельних конструкцій та їх елементів, оговорені в ДСТУ Б А.2.4-7-95 (ГОСТ 21.501 -93), наведені в таблиці І.6.

Таблиця І.6

Найменування	Зображення	
	На плані	В розрізі
<p>1. Перегородки із склоблоків Примітка. На креслениках в масштабі 1:200 і менше допускається позначення всіх видів перегородок однією суцільною лінією</p>		
<p>2. Прорізи 2.1 Проріз, що проектується без заповнення</p>		
<p>2.2. Проріз, який належить пробити в існуючій стіні, перегородці, покритті, перекритті</p>		
<p>2.3 Проріз в існуючій стіні, перегородці, покритті, перекритті, який належить закласти Примітка. В пояснювальному написі замість крапок вказують матеріал закладки</p>		
<p>2.4. Прорізи а) без чверті</p>		
<p>б) з чвертю</p>		
<p>в) у масштабі 1:200 і менше, а також для креслеників елементів конструкцій заводського виготовлення</p>		

Найменування	Зображення	
	На плані	В розрізі
<p>3. Пандус Примітка. Уклон пандуса вказують на плані у відсотках (наприклад, 10.5%) або у вигляді відношення висоти і довжини (наприклад 1:7). Стрілкою на плані показано напрям спуску</p>		
<p>4. Сходи 4.1. Сходи металеві: а) вертикальні</p>		
<p>б) горизонтальні</p>		
<p>4.2. Сходи: а) нижній марш</p>		<p>В масштабі 1:50 і більше</p> 
<p>б) проміжний марш</p>		
<p>в) верхній марш</p>		
<p>Примітка. Стрілкою показано напрям підйому маршу</p>		<p>В масштабі 1:100 і менше, а також для схем розміщення елементів збірних конструкцій</p> 

Найменування	Зображення	Найменування	Зображення
5. Двері, ворота			
5.1. Двері одностулкові		12.3. Рама з нижнім підвішуванням, що відчиняються всередину	
5.2. Двері двостулкові		12.4. Те саме, що відчиняються назовні	
5.3. Двері подвійні одностулкові		12.5. Рама з верхнім підвішуванням, що відчиняються всередину	
5.4. Те саме, двостулкові		12.6. Те саме, що відчиняються назовні	
5.5. Двері одностулкові з хитним полотном (права або ліва)		12.7. Рама з середнім підвішуванням горизонтальним	
5.6. Двері двостулкові з хитними полотнами		12.8. Те саме, вертикальним	
5.7. Двері (ворота) розсувні одностулкові		12.9. Рама розсувна	
5.8. Двері (ворота) розсувні двостулкові		12.10. Рама з підйомом	
5.9. Двері (ворота) підйомні		12.11. Рама глуха	
5.10. Двері складчасті		12.12. Рама з боковим або з нижнім підвішуванням, що відчиняється всередину	
5.11. Двері, що обертаються		Примітка. Вершину знака (зображеного штрихами) направляти до об'язки, на яку не навішують раму	
5.12. Ворота підйомно-поворотні			
6 . Рами віконні			
6.1. Рами з боковим підвішуванням, що відчиняються всередину			
6.2. Те саме, що відчиняються назовні			

Найменування	Зображення в масштабах	
	M1:50; M1:100	M1:200
7. Канали димові та вентиляційні		
7.1 Вентиляційні шахти і канали		
7.2. Димові труби (тверде паливо)		
7.3. Димові труби (рідке паливо)		
7.4. Газові труби		

На креслениках генеральних планів використовують для позначення існуючих будівель та споруд, інженерних мереж та транспортних пристроїв «Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000Б 1:1000, 1:500».



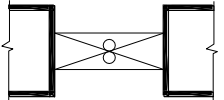
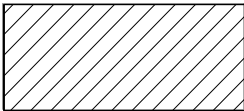

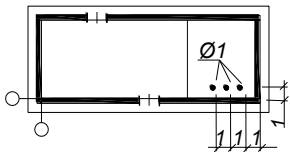
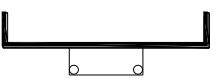
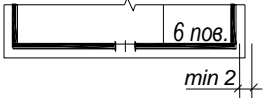
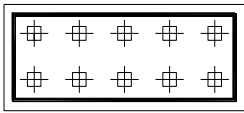


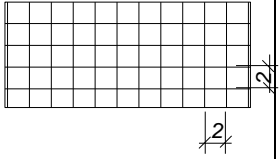
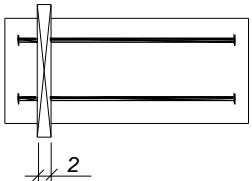
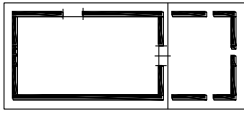
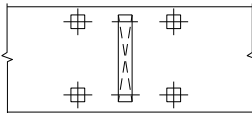
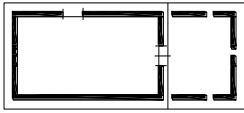
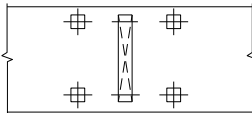
Наземні та підземні будинки та споруди, інженерні мережі та транспортні пристрої, існуючі та ті, що проєктуються, зображають на генеральних планах за ГОСТ 21.108-78.

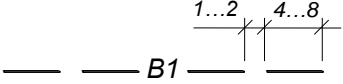

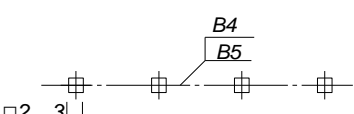
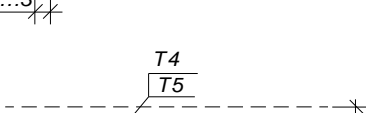
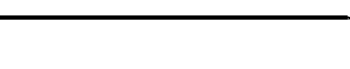
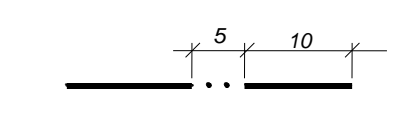
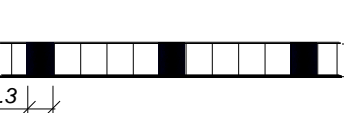

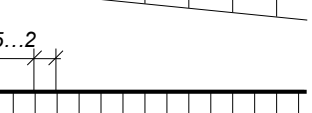
На креслениках плану благоустрою території графічні позначення дерев та малих архітектурних форм виконуються в масштабі кресленика. У випадку, коли використовуються графічні позначення елементів благоустрою та озеленення, не обумовлені в стандартах, їх необхідно винести на вільне місце кресленика генерального плану під таблицями відомостей та вказати назву елементу.

В таблиці I.7 наведено деякі умовні графічні позначення, які використовують на креслениках будівельного генерального плану.

Умовні графічні зображення та позначення на креслениках будівельного генерального плану згідно з ГОСТ 21.108-78.

Таблиця I. 7

Найменування	Позначення	Найменування	Позначення
1. Будівлі та споруди, що підлягають:		3. Проїзд, прохід на рівні першого поверху будівлі	
1.1. Зносу		4. Перехід (галерея)	
1.2. Реконструкції		5. Нависаюча частина будівлі:	
2. Будівлі (споруди):		5.1. Без опор	
2.1. Наземні, з відмосткою та вказівкою кількості поверхів		5.2. З опорами	
Примітка: 1. Кількість поверхів від 2 до 5 позначають відповідною кількістю точок, більше 5 – цифрами.		6. Площадка виробнича, складська (відкрита):	
2. В масштабі 1:2000 і дрібніше відмостку та дверні прорізи не вказують (місця прорізів позначають осями)		6.1. Без покриття	
2.2. Наземні зі стінами, що не доходять до рівня землі		6.2. З покриттям	
Примітка: В масштабі 1:2000 і дрібніше вказують крайні опори		6.3. З обладнанням	
2.3. Підземні		Примітка: для прикладу вказано козловий кран на майданчику без покриття	
2.4. Що плануються до розширення		7. Естакада кранова	

Найменування	Позначення
8. Інженерні мережі:	
8.1. Інженерна мережа, що прокладається в траншеї при одиночній прокладці	
8.2. Інженерна мережа, що прокладається в траншеї при груповій прокладці	
8.3. Інженерна мережа, що прокладається на естакаді	
8.4. Інженерна мережа, що прокладається в каналі непрохідному	
9. Елементи вертикального планування:	
9.1. Проектна червона лінія забудови	
9.2. Умовна межа промплощадки	
9.3. Стінка підпорна	
9.4. Укіс неукріплений	
9.5. Укіс укріплений	
9.6. Укіс з бірмою та укріпленням нижньої частини	
Примітка: 1. Штриховку укосу значної довжини вказують частками.	
2. Замість трьох точок вказують найменування матеріалу та уклон укосу	

Тема: Основи комп'ютерної графіки.

Лекція –6,7, 4 год.

"Комп'ютерна графіка" (КГ) –загальнонаукова дисципліна, що є необхідною складовою інженерної освіти. Її предметом є комп'ютерне уявлення інформації про геометричні образи, комплекси технічних та програмних засобів, що дають змогу створювати, аналізувати, редагувати та зберігати інформацію про графічні об'єкти. Необхідність вивчення систем комп'ютерної графіки зумовлена інтенсифікацією інформаційного обміну, вимогами підвищення рівня творчості та продуктивності праці інженера, звільнення його від рутинної канцелярської роботи.

Мета викладання дисципліни – розвиток просторової уяви у студентів, здібностей до аналізу і синтезу просторових форм, вироблення навичок автоматизації графічних робіт.

Задачі вивчення дисципліни:

- технічне забезпечення комп'ютерної графіки;
- основи графічного подання інформації;
- алгоритми формування зображень в інтерактивному режимі;
- структура і можливості графічних пакетів;
- виконання графічних побудов і створення зображень за допомогою ПК.

Поняття про комп'ютерну графіку

Жодна із галузей науки і техніки не розвивалася так стрімко, як комп'ютерна. Адже від створення першого комп'ютера пройшло тільки близько 60-ти років. Швидкий розвиток електроніки та обчислювальної техніки призвів до створення на їхній основі багатопланової автоматизованої системи комп'ютерної графіки.

На початку свого розвитку комп'ютерну графіку розглядали як частину системного програмування для ЕОМ або як одну з основних підсистем автоматизованого проектування (САПР). Сучасна комп'ютерна графіка становить ряд напрямів і різноманітних застосувань. Для одних із них основою є автоматизація виконання креслення та технічної документації,

для інших - проблеми оперативної взаємодії людини й комп'ютера, а також задачі числової обробки, шифрування та передачі зображень. Сучасне розширення можливостей ЕОМ, створених для виконання обчислень, дає змогу комп'ютеру приймати й наочно відображати результати розрахунків та будувати необхідні комплексні креслення, схеми, тощо.

Зорове сприйняття графічної інформації для людини має важливе значення, обсяг і швидкість сприйняття зорових образів значні. Для уявлення особливостей креслення чи будь-якого процесу досить кількох секунд, протягом яких ми розглядаємо креслення, а для обробки сотень тисяч чисел або формул, якими можуть бути подані ті самі об'єкти, потрібні години. Отже, важливість наочного подання комп'ютером результатів обчислення важко переоцінити.

Однією з основних підсистем САПР, що забезпечує комплексне виконання проектних робіт на основі ЕОМ, є комп'ютерна графіка (КГ).

Комп'ютерною, або машинною, графікою називають наукову дисципліну, яка розробляє сукупність засобів та прийомів автоматизації кодування, обробки й декодування графічної інформації.

Іншими словами, комп'ютерна графіка розробляє сукупність технічних, програмних, інформаційних засобів і методів зв'язку користувача з ЕОМ на рівні зорових образів для розв'язання різноманітних задач при виконанні конструкторської та технічної підготовки виробництва.

Упродовж останнього двадцятиріччя ведеться інтенсивний пошук шляхів та способів розв'язання проблеми різкого підвищення продуктивності інженерної праці під час виконання креслярсько-графічних робіт, конструкторської та технологічної підготовки виробництва. Це спричинено потребою ліквідувати розрив, який утворився між відносно високою продуктивністю автоматизованого процесу основного виробництва та низькою продуктивністю ручного чи механізованого процесу конструкторської й технічної підготовки виробництва.

Вивчення комп'ютерної графіки зумовлене:

- широким впровадження системи комп'ютерної графіки для забезпечення систем автоматизованого проектування, автоматизованих систем конструювання (АСК) та автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) в усіх сферах інженерної діяльності;
- значним обсягом перероблюваної геометричної інформації, що становить 60...80% загального обсягу інформації, необхідної для проектування, конструювання та виробництва літаків, кораблів, автомобілів, складних архітектурних споруд тощо;
- необхідністю автоматизації виконання численних креслярсько-графічних робіт;
- необхідністю підвищення продуктивності та якості інженерної праці.

Метою комп'ютерної графіки є підвищення продуктивності праці та якості проектів, зниження вартості проектних робіт, скорочення термінів виконання їх.

Завданням комп'ютерної графіки є звільнення людини від виконання трудомістких графічних операцій, які можна формалізувати, вироблення оптимальних рішень, забезпечення природного зв'язку людини з ЕОМ на рівні графічних зображень.

При взаємодії користувача з комп'ютером розрізняють три режими роботи: пакетний; пасивно-інтерактивний; інтерактивний.

У *ПАКЕТНОМУ РЕЖИМІ* роботи графічна інформація формується і виводиться за допомогою заздалегідь написаного пакету прикладних програм - ППП. Формування та виведення простих зображень у пакетному режимі на пристроях одержання твердих копій (телетайп, АЧПП) здійснювалося ще до початку використання комп'ютерів.

У *ПАСИВНО-ІНТЕРАКТИВНОМУ РЕЖИМІ* роботи графічна інформація формується і виводиться за допомогою заздалегідь написаних

прикладних програм, в яких передбачено багаторазові запити даних у користувача.

В *ІНТЕРАКТИВНОМУ РЕЖИМІ* роботи графічна інформація формується і виводиться в режимі оперативної графічної взаємодії користувача та комп'ютера.

Початком сучасної інтерактивної комп'ютерної графіки можна вважати дисертацію Сазерленда (1963р.), присвячену графічній системі SKETCHPAD. Ця система могла відтворювати та перетворювати геометричні фігури за допомогою світлового пера. Робоче поле екрана поділяється на чотири частини для побудови проєкцій об'єкта: вигляду спереду, зліва, зверху та в перспективі. Будь-яка зміна однієї з проєкцій автоматично зумовлювала зміну всіх інших проєкцій та зображення в перспективі. Отже, зрозуміло, наскільки великі можливості комп'ютерної графіки для автоматизації креслярсько-графічних робіт з великим обсягом графічного матеріалу при машинному проєктуванні та автоматизації виробництва в багатьох галузях промисловості.

У 60-роках виникає ряд дослідних проєктів, з'являються розробки, придатні для комерційного розповсюдження. Найбільш значними серед них були проєкти фірми GENERAL MOTORS з використанням багатопультової графічної системи з розподілом часу для багатьох етапів проєктування автомобілів, система Digigraphic була створена фірмою для проєктування лінз і дисплейна система IBM 2250, заснована на прототипі фірми GENERAL MOTORS.

В Україні перша інтерактивна графічна система автоматизованого проєктування електронних схем була розроблена Київським політехнічним інститутом і Науково-дослідним інститутом автоматизованих систем управління та планування в будівництві (НДІАСБ, Київ) і демонструвалася в 1969 році.

Основні галузі застосування комп'ютерної графіки та її компонентів.

Застосування комп'ютерної графіки для формування різноманітної графічної інформації в різних галузях людської діяльності свідчить про те, що комп'ютерна графіка та прикладна геометрія - явища різноманітні та багатопланові. У рамках комп'ютерної графіки розв'язуються такі проблеми:

- розробка нових методів математичного забезпечення;
- розробка програмних систем графічних мов;
- створення нових ефективних технічних засобів для проектувальників, конструкторів та дослідників;
- розвиток нових наукових дисциплін і навчальних предметів, які увібрали в себе аналітичну, диференційну, прикладну та нарисну геометрії, програмування для ЕОМ, методи обчислювальної математики та багато інших.

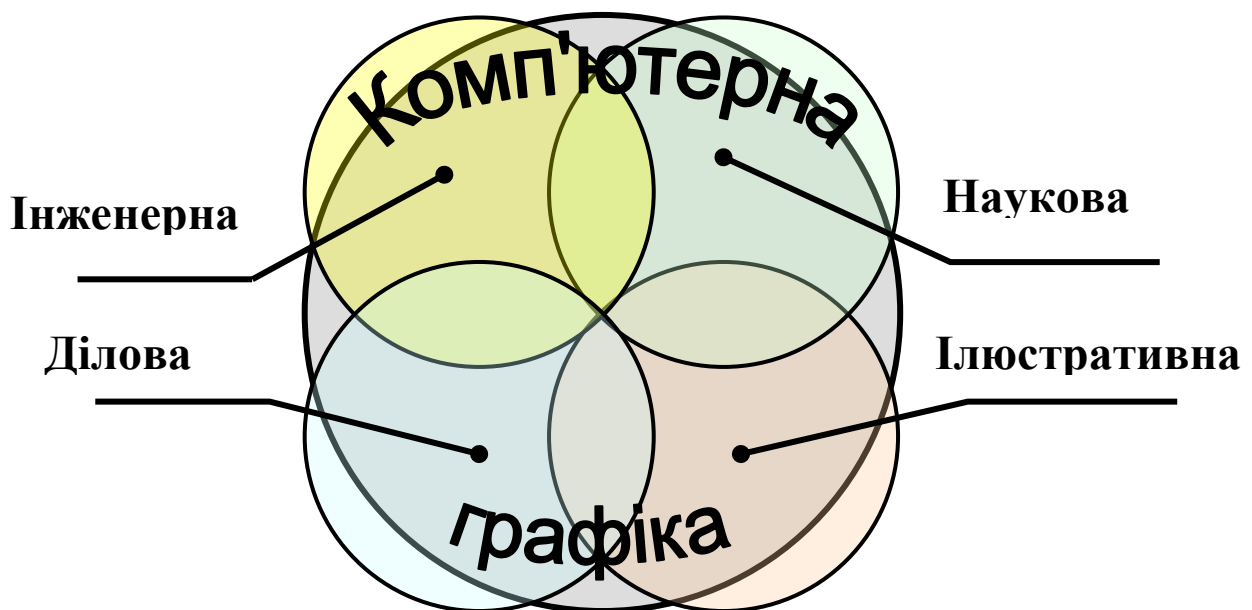


Рис.1

Теоретичною основою рішення задач, які стоять перед комп'ютерною графікою покладено фундаментальний теоретичний апарат: аналітичної та диференційної геометрії, топології, дискретної геометрії, векторної алгебри, розпізнавання образів та штучного інтелекту, багатовимірної геометрії та методів оптимізації, нарисної геометрії та креслення, геометричного моделювання, математичної логіки та інших галузей прикладної геометрії.

На сьогоднішній день можна виділити чотири основні базові класи комп'ютерної графіки (рис.1):

- інженерна;
- ділова;
- наукова;
- ілюстративна.

Але дуже багато галузей застосування комп'ютерної графіки, або лежать на стику цих основних, або в них не входять, тому такий поділ є досить умовний і не є її класифікацією.

Стисла характеристика базових класів та галузей систем комп'ютерної графіки

Таблиця 1

Найменування та основне призначення базових класів систем комп'ютерної графіки	Типові приклади систем вказаного класу
<p>1. Інженерна комп'ютерна графіка. Призначені для автоматизації креслярсько-графічних та конструкторських робіт у процесі проектування компонентів та систем механічних, електричних, електромеханічних, електронних та радіоелектронних пристроїв, у будівництві та архітектурі. Надають можливість виконувати у реальному часі каркасне та твердотільне 3D-моделювання, морфінг, анімацію та реалістичну візуалізацію. Дозволяють: передати комп'ютеру більшу частину рутинної роботи з проектування та вивільнити за рахунок цього час інженера-конструктора для творчої діяльності; суттєво підвищують якість результатів проектування. Перспективним напрямком подальшого підвищення продуктивності систем інженерної комп'ютерної графіки є їх функціонування у складі інтелектуальних САПР у мережі Internet.</p>	AutoCAD, ProEngineer, КОМПАС, Mapguide Author, bCAD, EngineeringGeometryAssistant VariCAD, Femap, Solid Pipe Designer, Archicad, Arc View, 3D Home, Architect Deluxe, P-CAD, OrCAD, Electronics Workbench, Micro Cap, ArCon.
<p>2. Ділова комп'ютерна графіка. Призначені для наочного графічного відображення даних, які зберігаються у електронних таблицях і базах даних, переважно - для сфер бізнесу, маркетингу, управління підприємствами, економічних розрахунків тощо. Дозволяють наочно відображати співвідношення різних чисельних показників у зручній для сприйняття формі у вигляді статичних та динамічних, двовимірних та тривимірних графіків, схем, діаграм.</p>	Excel, QuattroPro, Lotus 1-2-3, SuperCalc, FoxGraph, Boeing Graph, PowerPoint, Word, Лексикон-XL
<p>3. Наукова комп'ютерна графіка. Призначені для: - наочної візуалізації результатів наукових експериментів, автоматизованого проектування наукових та науково-технічних задач; формування наукової документації із застосуванням спеціальної нотації (математичних та хімічних формул тощо) - дослідження географічних, геологічних, гідрологічних, сейсмологічних, екологічних, метеорологічних, астрономічних та інших природних об'єктів, процесів та явищ, нафтогазових розвідки та видобування, комп'ютерної картографії; медичного діагностування тощо.</p>	MathCAD, Mathematica, MathLAB, SPSS, Maple, Statistica, Axum, NCSS, S-Plus, Stat Graphics, Graphlt, Super Graph, GS Didger, GS Surfer, GS Grapher.

Найменування та основне призначення базових класів систем комп'ютерної графіки	Типові приклади систем вказаного класу
<p>4. Ілюстративна комп'ютерна графіка. Призначені для створення та художньої обробки комп'ютерних зображень, які відіграють роль:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ілюстративного матеріалу - ілюстрацій до друкованих та електронних видань (малюнків, фотографій, ескізів, умовних схем, географічних карт, відео матеріалів, мультимедіа-матеріалів, Web-матеріалів тощо); 2) дизайнерських розробок; 3) рекламного оздоблення; 4) витворів мистецтва. <p>Дозволяють формувати та перетворювати графічні об'єкти настільки ж легко, як масиви чисел або тексти.</p>	Illustrator, CorelDraw, Photoshop, Painter, 3D Studio MAX, Maya, Bryce3D, Face Works Studio, Poser, PowerPoint, Hyper Method, Director, Image Ready, FreeHand, Premiere, PageMaker, Ventura, QuarkXPress.

Тема: Огляд САД систем .

Лекція –8 1 год.

Машинобудівні САПР

Інженерну комп'ютерну графіку широко застосовують при розв'язанні актуальної проблеми підвищення продуктивності й точності інженерної праці. Цього досягають автоматизацією розрахунково-графічних робіт, розв'язуючи різноманітні задачі у галузі машинобудування, літакобудування, профілювання складного різального інструменту тощо. Системи комп'ютерного проектування в машинобудуванні, можна умовно поділити на три вагові категорії: легкі, середні і важкі.

Легкі системи призначені для створення простих двовимірних (2D) креслень і можуть мати невеликий набір функцій для 3D-моделювання. Як правило, це “урізані версії” систем більш високого рівня, які використовуються для навчання студентів і молодих фахівців-конструкторів.

Системи *середнього рівня*, що набули сьогодні найбільшого розповсюдження, є повно функціональними пакетами з можливістю складного параметричного моделювання, підключення різних модулів і наявністю великих спеціалізованих бібліотек. Практично всі вони працюють на платформі Windows, мають модульну структуру, що забезпечує вигідне співвідношення ціна-функціональність.

Машинобудівні САПР
Таблиця 2

Назва пакету	Розробник	URL	Ціна* (близько)
ЛЕГКІ			
AutoCAD LT 2002	Autodesk, США	www.autodesk.com	878
BlueCAD 2.0	CADWare, Італія	www.cadware.it	н.д.
CADdy	ZIEGLER-Informatics GmbH, Німеччина	www.caddy.de	н.д.
CADRA	SofTECH Inc., , США	www.softech.com	н.д.
MasterCAM Draft	CNC Software, США	www.mastercam.com	150
T-Flex CAD LT 7.0	Топ Системы, Росія	www.topsystems.ru	499
СЕРЕДНІ			
AutoCAD 2002	Autodesk, США	www.autodesk.com	4 160
CADKEY 20	Baustate Technologies, США	www.cadkey.com	2 000
DesignCAD Pro	ViaGrafix, США	www.viagrafix.com	н.д.
Form-Z	Autodessys Inc., США	www.formz.com	н.д.
HELIX	MicroCADAM Ltd., Великобританія	www.microcadam.co.uk	н.д.
IntelliCAD	Visio Corp., США	www.intellicad.org	н.д.
Inventor 5.3	Autodesk, США	www.autodesk.com	5 200
IronCAD	Visionary Design Systems Inc., США	www.ironcad.com	н.д.
Mechanical Desktop Power Pack R6	Autodesk, США	www.autodesk.com	5 200
OmniCAD	CAMM s.r.l., Італія	www.camm.it	н.д.
TEBIS	Tebis AG, Німеччина	www.tebis.de	н.д.
Think3	thnk3 Inc., США	www.think3.com	н.д.
Solid Edge 11	Unigraphics Solutions, США	www.solidedge.com	4 995
SolidWorks 2001 plus	SolidWorks Corp., США	www.solidworks.com	6 000
T-Flex CAD 3D 7.0	Топ Системы, Росія	www.topsystems.ru	2 895
VISI-Series	Vero International Inc., США	www.veroint.com	н.д.
Компас-3D 5.11	Аскон, Росія	www.askon.ru	2 320
ТЯЖКІ			
CATIA R5.7	Dassault Systemes, Франція	www.catia.com	24 600
Pro/Engineer R2001	PTS, США	www.pts.com	9 100
Unigraphics V18	EDS PLM SolutionСША	www.ugsolutions.com	15 600
*Станом на 06.2002 р.(згідно СНІР № 6, 2002)			
н.д. – немає даних			

Пакети *важкого рівня* (клас high-end) володіють найбільшими можливостями, дозволяючи працювати зі складальними кресленнями, що налічують понад мільйон деталей і вузлів. Як правило, high-end пакети характеризуються великою кількістю інтегрованих модулів CAE, CAM, PDM. Найбільш відомі – CATIA, Pro/Engineer, Unigraphics. Процес розробки таких систем украй складний і трудомісткий, в результаті нові версії виходять з періодичністю в 5 - 7 років. Використовування цих систем вимагає чималої кваліфікації, тому навчання роботі з ними займає близько 1—2 років. До недавнього часу такі системи працювали виключно на робочих станціях виробництва Sun Microsystems, SGI, DEC, Hewlett-Packard, IBM. САПР даного класу використовуються в крупних авіа-, судно- та автомобілебудівних компаніях.

Далі ми розглянемо найпопулярніші в Україні САПР середнього рівня (таблиця 3), а також найяскравіших представників high-end класу.

Mechanical Desktop Power Pack R6

Історично склалося так, що Mechanical Desktop є одним з найпоширеніших у світі пакетів середнього рівня. На початку 90-х рр. це був революційний, спеціально орієнтований на машинобудування продукт, який об'єднав в собі всі можливості AutoCAD, і в той же час перевершив його в засобах проектування твердотільних деталей, поверхонь і складальних одиниць. Сьогодні Mechanical Desktop все ще популярний – досить часто підприємства Китаю, Ірану і інших східних країн, при укладенні договору на розробку, вимагають документацію створену в цій системі. До складу продукту входить Power Pack, який дає можливість використовувати більше мільйона дво- та тривимірних зображень стандартних деталей і конструктивних елементів (у тому числі, тих, що відповідають ГОСТам). Крім того, в його склад входить модуль для виконання невеликої кількості інженерних розрахунків. Mechanical Desktop працює досить повільно, оскільки використовує старе ядро, що дісталось йому від AutoCAD під DOS. Інтерфейс програми захищений командами, які дублюються і дуже важкий

для навчання. У результаті навіть нововведені функції, такі як проектування і розрахунок різноманітних пружин, спіральних тривимірних масивів і автоматична побудова виносних виглядів з різними масштабними коефіцієнтами навряд чи допоможуть Mechanical Desktop в конкурентній боротьбі з іншими системами. В наші дні цей пакет застосовується, як правило, тими, хто вже звик до AutoCAD і не хоче міняти систему або вимушений в ній працювати на вимогу замовника. Очевидно, Autodesk в найближчому майбутньому згорне роботи над Mechanical Desktop у зв'язку з розробкою нового повноцінного 3D-ядра під назвою Shape Manager і паралельним просуванням відносно нової системи Inventor. Сьогодні Mechanical Desktop Power Pack R6 і Autodesk Inventor 5.3 продаються в загальному комплекті за ціною одного з продуктів. І це також свідчить про вмирання Desktop і народження Inventor.

Autodesk Inventor 5.3

Новому дітищу від Autodesk, програмі Inventor, всього 4 роки. Продукт побудований на новому ядрі, відмінному від AutoCAD (що робить проблематичним читання креслень у форматі .dwg), і позиціонується розробниками як система для роботи з великими проектами, що містять до 13 тисяч компонентів. В останньому випуску програми присутні деякі корисні нововведення. Наприклад, майстер імпорту, що дозволяє відкривати двовимірні креслення формату AutoCAD в Inventor. Функція потрібна, але викликає подив, чому вона не була реалізована ще в першій версії. Але навіть в останньому випуску при імпорті не підтримуються шари, а це дуже важливо при роботі з AutoCAD. Багато можливостей, які давно присутні як стандарт де-факто в інших САПР-пакетах середнього рівня, в Inventor з'явилися тільки недавно. Наприклад, можливість редагувати сплайни перетягуванням вузлів, карти текстур з підтримкою прозорості і асоціативність при зміні топології в середовищі створення. В Inventor достатньо добре реалізовані функції роботи з листовим матеріалом, є інструменти конструювання пластикових деталей і прес-форм. Реалізована

можливість гібридного моделювання, підтримується технологія «адаптивних складальних одиниць». Остання функція є значним удосконаленням в роботі зі складальними одиницями, але поки що має багато обмежень.

Solid Works 2001 Plus

Побудована на ядрі Parasolid система Solid Works 2001 Plus спеціально спроектована для роботи з 3D-об'єктами під ОС Windows, що забезпечує їй вражаючу продуктивність. Російськомовний Windows інтерфейс дозволяє достатньо швидко освоїти програму, причому російськомовна версія виходить одночасно з англomовною. SolidWorks має в своєму складі все, що повинен мати пакет середнього рівня – твердотільне та поверхневе 3D-моделювання, функція генерації двовимірних креслень на основі тривимірної моделі, параметризація об'єктів. Модуль простановки розмірів підтримує декілька стандартів, включаючи і ГОСТ. Можливість створення складальних креслень з кількістю елементів до 10 тисяч. Управління процесом створення моделі спрощується за допомогою спеціального дерева побудов, що відображає повну структуру моделі і можливі конфігурації редактора властивостей. Одночасно з базовим пакетом є можливість придбати модулі для проектування прес-форм, трасування трубопроводів та інше.

Список рекомендованої літератури

1. Кривцов В.В., Пугачов Є.В., Караван В.В., Макаренко Р.М. Інженерна графіка та основи будівельного креслення. - Рівне.: НУВГП., 2024 – 691 с.
2. Козяр М.М., Стрілець О.Р., Сафоник А.П.. Інженерна графіка. Машинобудівне креслення. : Підручник. - Одеса.: Олді+., 2020. – 476 с.
3. Хмеленко О.С. Нарисна геометрія. : Підручник. - К.: Кондор., 2024 – 440 с.
4. Пустюльга С. І., Самчук В. П., Воробчук М. С. Інженерна та комп'ютерна графіка : навч. посіб. Луцьк : Просто Друк, 2024. Ч. 1. 324 с.
5. Бурчак І. Н., Лелик Я. Р. Нарисна геометрія. Лінійна перспектива : навч. посіб. для студ., що навчаються за спец. 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заоч. форм навч. Луцьк : Луцький НТУ, 2021. 48 с.

I62 **Інженерна і комп'ютерна графіка** [Текст] : конспект лекцій для студентів спеціальності К10 «Цивільна безпека» денної та заочної форм навчання./ уклад. І.Н. Бурчак, Я.Р. Лелик. – Луцьк : Луцький НТУ, 2026. – 108 с. Конспект лекцій дисципліни

Комп'ютерний набір

І. Н. Бурчак

Редактор

І. Н. Бурчак

Підп. до друку 2026р.
Формат 60x84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.
Ум. друк. арк. 4,5. Обл.-вид. арк. 4,5.
Тираж ___ прим. Зам. ___.

Відділ іміджу та промоцій
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – відділ іміджу та промоцій Луцького НТУ