

С. І. Прасол, Р. В. Хиневич

ПЕРСПЕКТИВА ТА ТІНІ

Навчальний посібник

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

С. І. Прасол, Р. В. Хиневич

ПЕРСПЕКТИВА ТА ТІНІ

Навчальний посібник

Київ 2020

УДК 742.5(075.8)

П 28

Рецензенти:

Абизов В. А. – д-р архітектури, проф. кафедри дизайну інтер'єру і меблів КНУТД;

Чирчик С. В. – д-р пед. наук, доц., проректор з наукової роботи КДАДПМД ім. М. Бойчука.

Рекомендовано Вченою радою Київського національного університету технологій та дизайну як навчальний посібник для студентів спеціальності 022 – дизайн (перший рівень вищої освіти) денної, заочної та заочно-дистанційної форм навчання факультету дизайну
(протокол №4 від 25 листопада 2020)

Прасол С. І.

П 28 Перспектива та тіні: навч. посіб. / С. І. Прасол, Р. В. Хиневич. Київ: КНУТД, 2020. 88 с.

ISBN 978-617-7506-72-9

Навчальний посібник розроблено у відповідності з міжнародними нормами та вимогами ISO. Наведено теоретичні основи і практичні прийоми виконання перспективних побудов як геометричних об'єктів так і екстер'єру та інтер'єру об'єктів дизайну, побудову тіней і відображень в горизонтальній та вертикальній площинах.

Посібник буде актуальним для всіх, хто займається художнім і архітектурним проектуванням, ландшафтним, графічним та дизайном середовища і буде корисним для студентів мистецьких вузів, коледжів, учнів художніх училищ і шкіл та всіх хто самостійно долучається до володіння живописом і рисунком, композицією, декоративно-прикладним мистецтвом та ін.

УДК 742.5(075.8)

ISBN 978-617-7506-72-9

© С. І. Прасол, Р. В. Хиневич, 2020

© КНУТД, 2020

Зміст

1.	Вступ	4
Розділ 1. Перспектива ліній, площин, об'ємних тіл.		
2.	Тема 1. <u>Утворення апарату перспективи.</u> Основні поняття та позначення. Перспектива точки. Перспектива прямої лінії. Перспектива плоскої фігури. Перспектива точки в залежності від її розміщення відносно картини. Перспектива прямих особливого положення.	12
3.	Тема 2. <u>Перспектива площини.</u> Перспективні масштаби висоти, глибини, ширини. Перспектива паркетної підлоги. Метод сітки. Перспектива перпендикулярних прямих.	21
4.	Тема 3. <u>Перспектива об'ємної фігури.</u> Виконання перспективних зображень з однією-двома точками збігу, радіальний спосіб, спосіб перспективних масштабів.	32
5.	Тема 4. <u>Перспектива кола, тіл обертання.</u> Побудова додаткових точок перспективи кола. Перспектива арочного проходу.	46
6.	Тема 5. <u>Перспектива інтер'єру.</u> Особливості побудови фронтальної і кутової перспективи інтер'єру закритих приміщень.	54
Розділ 2. Тіні в перспективі. Відображення.		
7.	Тема 6. <u>Тіні в перспективі.</u> Побудова падаючих та власних тіней гранних і кривих поверхонь (призми, піраміди, циліндра, конуса).	66
8.	Тема 7. <u>Тіні на складні поверхні.</u> Побудова тіні на нахилені площини і криві поверхні від прямої лінії, піраміди.	71
9.	Тема 8. <u>Тіні від плити на колону.</u> Побудова падаючої та власної тіні від плити на призму, циліндр.	73
10.	Тема 9. <u>Тіні від штучного джерела освітлення. Відображення.</u> Відображення в дзеркалах та у воді прямої лінії, призми, геометричної композиції.	76
11.	Список літератури	86
12.	Відповіді на запитання та завдання для самоконтролю	87

1. Вступ

Видання навчального посібника зумовлено необхідністю впровадження міжнародних стандартів ISO та ІЕС в Україні, яка стала асоційованим членом Європейського комітету зі стандартизації CEN (French: Comite Europeen de Normalisation), (English: European Committee for Standardization). Українські національні стандарти ДСТУ ISO сьогодні ідентичні відповідним стандартам ISO.

Перспектива є одним з вагомих засобів в арсеналі дизайнера. Перспектива дозволяє чітко показати, як запроєктований об'єкт буде виглядати в дійсності. Аналізуючи перспективне зображення, автор уточнює і перевіряє проект або композицію зображення, вносить необхідні корективи та виправлення.

Перспективу можна розглядати поділеною на три частини: перша частина - лінійна перспектива, яка вивчає геометричні закони перспективних побудов; друга частина - повітряна та кольорова перспектива, яка висвітлює питання зміни кольору в залежності від відстані до об'єкту зображення; третя частина – вивчає зміну контрастів світла і тіней, а також зміну виразності контурів фігур в міру того, як предмет віддаляється в просторі.

В цьому курсі розглядається лінійна перспектива, як один з методів нарисної геометрії – науки про методи зображення.

Лінійна перспектива передбачає побудову зображення на вертикальній площині (іноді – на нахиленій площині).

Перспективне зображення може бути побудоване і на будь-якій проєкційній поверхні.

Перспектива, яка побудована на внутрішній поверхні циліндра, називається панорамною. Іноді зображення на циліндрі суміщають з натуральними об'ємними макетами переднього плану – кругова панорама; діорама – побудована на дуговій картині.

Перспектива, побудована на внутрішній поверхні купола (сфери, еліпсоїда), називається купольною.

Перспектива, яка побудована на горизонтальній площині стелі, називається плафонною.

І, нарешті, перспектива, яка виконана на декількох площинах, називається театральною.

Оскільки в цьому курсі викладається лише лінійна перспектива на вертикальній площині, надалі під терміном "перспектива" розуміється саме цей вид перспективи.

Основою перспективи є метод центрального проєкціювання. Але на ці центральні проєкції накладені обмеження, які виходять з особливостей зорового сприйняття. Тому для розуміння всієї теорії перспективи, для з'ясування її законів необхідно, перш за все, ознайомитись з фізіологією зору, яка в значній мірі сприяла розвитку перспективної науки і виявила основні її закони. Перспектива, як наука, цілком базується на фізіології зорового апарату людини.

Зоровий орган складається з мозкових центрів, які керують всім органом, зорових нервів і зорового яблука. Зорове яблуко - перетинчастий пузир, наповнений майже прозорим напіврідким вмістом. Зорове яблуко оточено трьома шарами, середній з яких попереду має отвір - зіницю. Зоровий нерв проходить скрізь два шара позаду ока, розгалужується і утворює третій внутрішній шар, який носить назву сітчаста нервова оболонка. В місці перетину зорової осі з сітчастою оболонкою знаходиться так звана жовта пляма ясного бачення. В середині жовтої плями розташовано невелике заглиблення, яке називається центральним заглибленням сітківки. В передній частині ока за райдужною оболонкою зіниці розміщений кришталік, який являє собою двоопукле сочевице подібне тіло.

Промені світла, які проходять скрізь рогову оболонку і переломлюються в кришталіку та склоподібному тілі, падають на сітчасту оболонку і дратують периферійні кінці волокон зорових нервів. Образи предметів, які розглядаються, малюються завжди на одному і тому ж місці, а саме, в центральному заглибленні жовтої плями. Заглиблення жовтої плями є місцем найяснішого бачення. На ньому має місце найбільш ясне і чітке зображення.

Око являє собою складний оптичний інструмент з дуже широким полем зору, яке при паралельному розташуванні зорових осей охоплює в горизонтальній площині кут біля 180°. Проте, ясні, виразні образи малюються лише на малому обмеженому просторі, яке відповідає площинці заглиблення жовтої плями.

Завдяки рухливості ока людина має можливість послідовно розглядати кожную точку, яка належить полю зору. І хоча в кожную мить ясно і виразно малюється лише тільки одна точка в полі зору, цього досить, щоб на основі подібного вивчення ряду точок, скласти суцільне і вірне уявлення про видиме.

Предмети, що розглядаються, за звичкою, яка придбана з дитинства, спостерігач умовно представляє на сферичних поверхнях з загальним центром по середині відрізка, який сполучає центри очних яблук. Образи, що утворюються в заглибленні жовтої плями, також розташовуються на сферичній поверхні сітчастої оболонки, центр якої знаходиться всередині очного яблука.

Проте, математична теорія лінійної перспективи знаходиться в деякій невідповідності з фізіологічними властивостями людського зору, оскільки в теорії лінійної перспективи прийняті умовності, а саме : замість двох очей прийняте одне «ідеальне» око, дві зорові осі замінені одним центральним променем, кульова поверхня, про яку вказувалось раніше, замінена площиною, дотичною до цієї кульової поверхні.

Таким чином, в перспективі абсолютно точного зображення предметів не може бути. Проте, в побудові перспективи треба прагнути до того, щоб зображення мало відрізнялось від точних зображень, а відхилення були в таких межах, коли в перспективі предметів непомітні спотворення.

Прагнення привести в систему свої спостереження, створити теорію перспективи, виходячи з побудови зорового апарату людини, ми знаходимо ще у художників епохи Відродження (Філіпо Брунелескі, Леон Батіста Альберті, П'єро Делла Франческа, Леонардо да Вінчі, Альбрехт Дюрер і інші). Першість в спробах розробити теорію лінійної перспективи належить флорентійському архітектору і скульптору Філіпо Брунелескі (1377-1446), який на підставі уявлень про природу зору висвітив геометричну суть процесу створення малюнку. Архітектор, скульптор художник Леон

Батіста Альберті (1404-1472) запропонував дотепний спосіб виконання просторових побудов точок перетину з картиною проєкціуючих прямих-промінів. Художник через отвір, що виконує функцію точки зору, розглядає предмет крізь прозорий

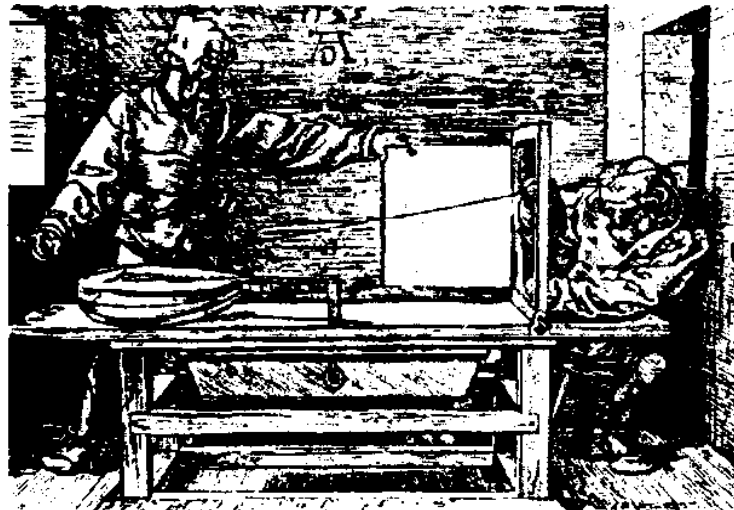


Рис.1.1.

вертикальний екран, поділений нитками на будь-яку кількість паралелей, а поверхня чистого полотна майбутньої картини також розбита на ту ж саму кількість паралельних смуг. Положення кожної точки предмета, яка видима на екрані переноситься на відповідну смугу на картині. Альбрехт Дюрер доповнив вертикальний екран ще й вертикалями, що значно уточнило побудови. Дюрер в своєму трактаті «Керівництво до вимірювання» запропонував ще декілька способів побудови перспективних зображень для художників-початківців, один з яких зображений на його гравюрі (рис.1.1). До речі Дюрер в своїх спогадах казав: «Пізнати закони перспективи я бажав би більш, ніж одержати королівство».

За багато років і на цей час теорія перспективи суттєво удосконалилась, а практика побудов перспективних зображень накопичила великий арсенал сучасних графічних засобів і методів, які докладно висвітлені в сучасній літературі.

За допомогою електронно-обчислювальних машин та автоматизованих засобів машинної графіки є можливість будувати в автоматизованому режимі будь-якої складності перспективні зображення. Проте, без чітких основних понять суті

геометричних побудов, первісних законів лінійної перспективи на рівні «ручної» техніки неможлива будь-яка технічна і образотворча діяльність.

В даному посібнику з метою зробити цю дисципліну більш доступною зроблена спроба відійти від математичного стилю викладання курсу, наблизивши його до живої практики дизайнерів та художників-модельєрів.

Всі різні науково обґрунтовані способи зображення базуються на спільному для них методі - методі проєкцій. Суть цього метода полягає в наступному.

В просторі обирається площина Π' , яка є площиною проєкцій, і точка O , як центр проєкціонування (рис. 1.2). Площина Π' і точка O утворюють апарат проєкціонування. Для побудови проєкцій заданих точок A, B, E з центру O проводять проєкціюючі промені OA, OB, OE . В перетині цих променів з площиною Π' утворюються проєкції точок - A', B', E' .

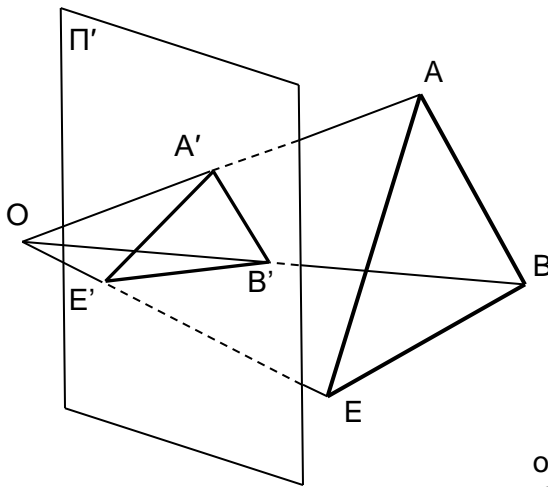


Рис. 1.2

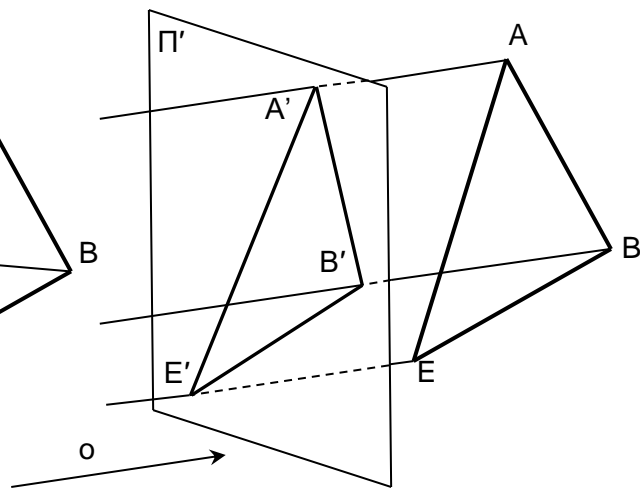


Рис. 1.3

Таким чином, проєкція точки простору є точка.

Проєкцією прямої лінії є пряма (в окремому випадку - точка, коли пряма збігається з проєкціюючим променем), а проєкція кривої лінії - крива лінія (в окремому випадку - пряма, коли крива лінія належить проєкціюючій площині, що проходить через точку O). Плоска фігура (наприклад, трикутник ABE) проєкціюється

також плоскою фігурою ($A'B'E'$), але може зображуватись і прямою лінією, якщо плоска фігура є проєкціуючою площиною. І нарешті, тривимірна фігура проєкціюється плоскою (двовимірною).

Розглянутий вид проєкціювання називається *центральним*.

Перспективні зображення є також центральними проєкціями, але вони обмежені умовами зорового апарату людини.

Якщо центр проєкціювання віддалити у нескінченність (так звану невласну точку), проєкціуючі промені перетворюються в паралельні прямі і в цьому випадку замість центра проєкціювання O вказується напрям - o . Такі проєкції називаються паралельними і вони є окремим випадком центральних проєкцій. При цьому всі властивості, притаманні центральним проєкціям зберігаються (рис.1.3.).

Якщо напрям проєкціювання утворює з площиною проєкцій прямий кут, проєкції називаються прямокутними. Всі інші паралельні проєкції - косокутні.

Обраний центр проєкціювання (або напрям) та площина проєкцій однозначно визначають проєкцію точки простору. Але не навпаки. Одна проєкція будь-якої точки не визначає її положення в просторі тому, що проєкції цієї точки відповідають всі точки, які розташовані на проєкціуючій прямій. В цьому випадку кажуть, що зображення неповоротне. По одній проєкції неможливо відтворити об'єкт в просторі.

Для того, щоб зображення було поворотним і однозначно визначало об'єкт в просторі, в проєкціювання на одну площину проєкцій вносяться деякі доповнення. За урахуванням змісту цих доповнень розроблені різні проєкційно-зображальні системи, а саме, методи нарисної геометрії.

Найбільш розповсюдженою в інженерній практиці проєкційно-зображальною системою є метод ортогональних проєкцій, суть якого полягає в тому, що об'єкт під прямим кутом проєкціують на дві взаємно перпендикулярні площини проєкцій, які потім суміщаються в одну площину (рис.1.4.) шляхом повороту площини проєкцій Π_1 навколо осі x до суміщення з площиною проєкцій Π_2 .

Вертикальну площину проєкцій Π_2 називають фронтальною площиною проєкцій, а проєкції на ній - фронтальними або видом спереду; площину проєкцій Π_1

називають горизонтальною площиною проєкцій, а проєкції - горизонтальними, або видом зверху. Суміщені площини проєкцій називають комплексним кресленням. В такій системі дві проєкції точки однозначно визначають положення точки в просторі відносно площин проєкцій, і, таким чином, на комплексному кресленні тривимірний простір зображується на площині. Тривимірний простір на кожній площині проєкцій представлений двома вимірами, які паралельні відповідній площині проєкцій, а третій вимір, перпендикулярний до площини проєкцій, вироджується в точку (але цей вимір визначається на другій площині проєкцій).

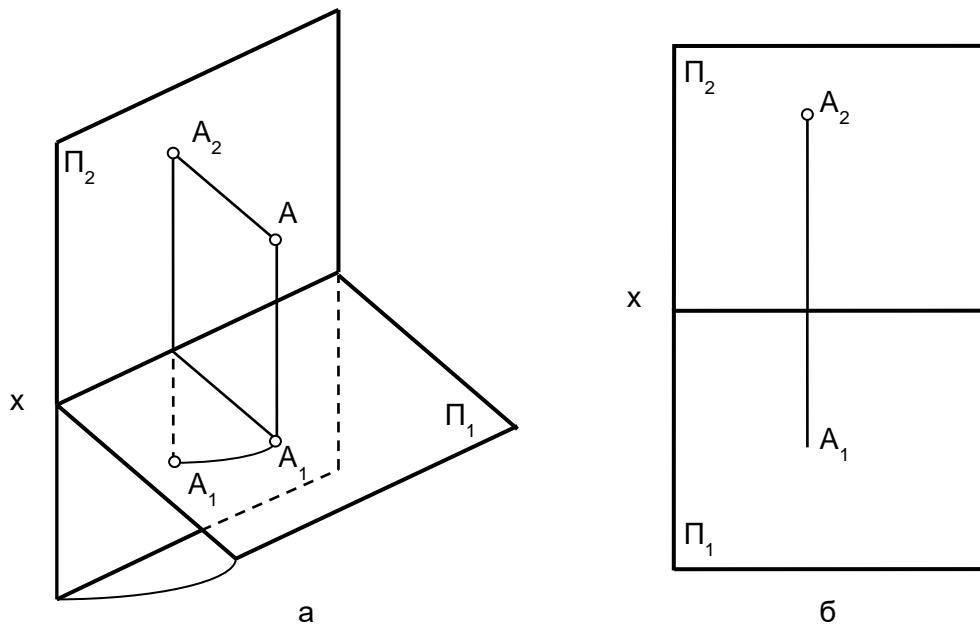


Рис. 1.4

Суміщені взаємно перпендикулярні площини проєкцій можуть бути показані і в безосній системі (тобто, без закріплення і показу лінії їх взаємного перетину), оскільки на будь-якій фронтальній і горизонтальній площині проєкція все одно не буде змінюватись.

При необхідності може вводиться і третя профільна площина проєкцій, що дає зображення виду збоку.

Метод ортогональних проєкцій знайшов своє широке застосування в інженерній практиці завдяки відносній простоті побудов і зручності для вимірювань, але має і недолік, який полягає в недостатній наочності.

Для одержання наочного зображення нарисна геометрія пропонує два інших методи - метод аксонометричних проєкцій і метод перспективних проєкцій.

Метод аксонометричних проєкцій або аксонометрія - це система утворення проєкційних зображень, де предмет проєкціюється на площину проєкцій паралельно, але так, щоб його головні напрями не були перпендикулярні до площини проєкцій і, таким чином, не вироджувались в точку. Тоді на проєкції предмета будуть виявлені, хоча і з спотворенням, всі три його виміри. Принцип побудови аксонометричного зображення полягає ще й в тому, що предмет відносять до системи декартових координат, а потім разом з цією системою і допоміжною проєкцією на одну з координатних площин проєкціюють на аксонометричну площину проєкцій.

Аксонометрія дає уявлення про предмет, але через те, що паралельні прямі в будь-якому напрямі зберігають паралельність, зображення вступає в деяке протиріччя з тим, як людина бачить такий предмет в дійсності. Метод перспективних проєкцій або перспектива - це система проєкційних зображень, що утворюються центральним проєкціюванням. Саме цей метод забезпечує найкращу наочність і найбільш точно передає зорові уяви, які складаються у людини при розгляді тривимірних об'ємно-просторових форм в натурі. За допомогою перспективи можна також одержати наочне зображення ще неіснуючого, але уявного об'єкта.

На рис. 1.5. представлені зображення геометричних тіл в ортогональних проєкціях (а), аксонометрії (б) і перспективі (в).

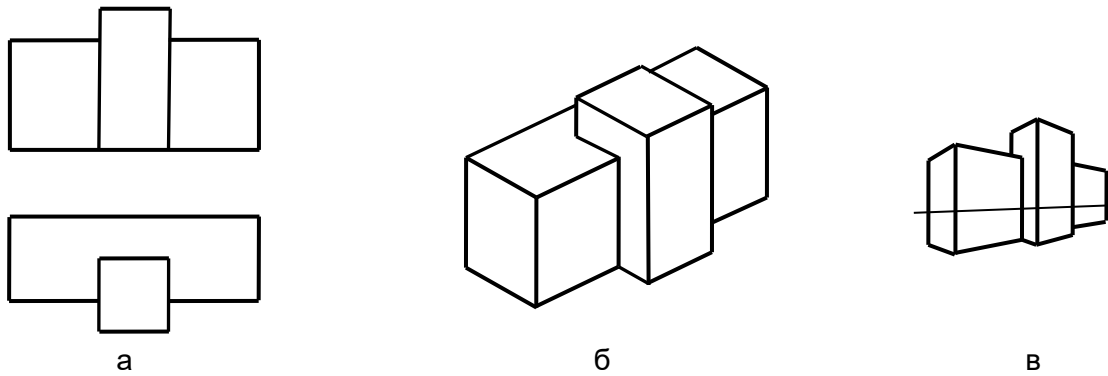


Рис. 1.5

2. Тема 1. Утворення апарату перспективи. Основні поняття та позначення. Перспектива точки. Перспектива прямої лінії. Перспектива плоскої фігури. Перспектива точки щодо її розміщення до картини. Перспектива прямих особливого положення.

Оскільки лінійна перспектива базується на центральному проєкціюванні, перш за все необхідно вивчити властивості такого проєкціювання.

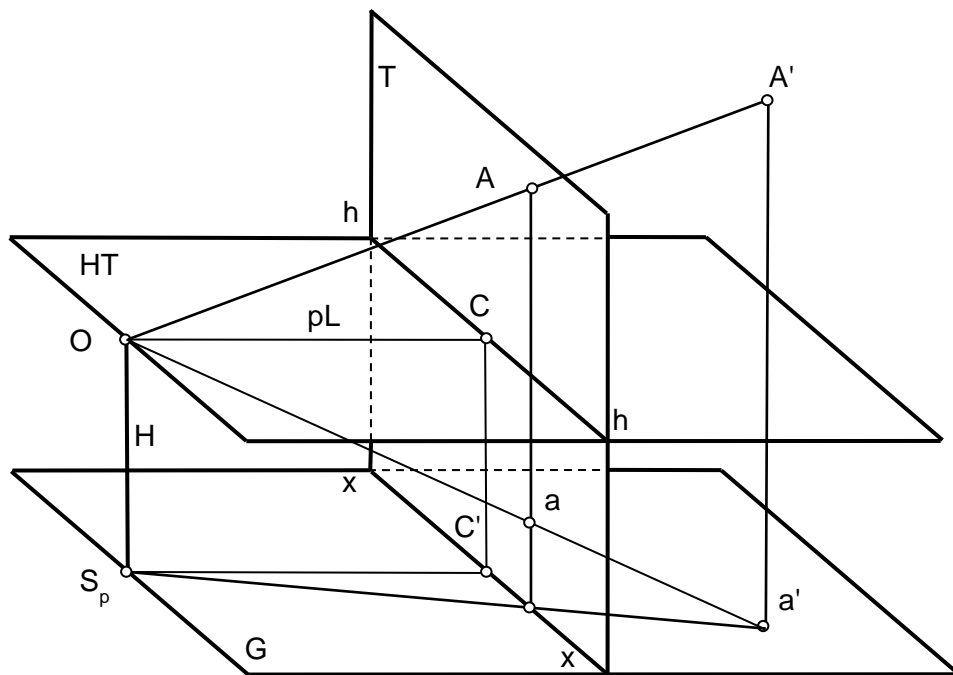


Рис. 2.1

Система спеціальних точок, прямих і площин складають апарат проєкціювання (рис.2.1).

T - картинна площина або картина;

G - предметна площина, на якій розміщені предмети простору (поверхня землі або підлоги в приміщенні);

O - точка зору, яка є центром проєкціювання;

Sp - проєкція точки зору на предметну площину (або точка стояння);

xx - основа картини (лінія перетину картини з предметною площиною);

OC - головний промінь, який перпендикулярний до картини;

C - головна точка картини (центр картини);

C' - проєкція головної точки картини на предметну площину;

hh - лінія горизонту (проходить через точку C);

HT - площа горизонту (горизонтальна площина, яка проходить через головний промінь OC).

Довжину головного променя OC називають головною зоровою відстанню.

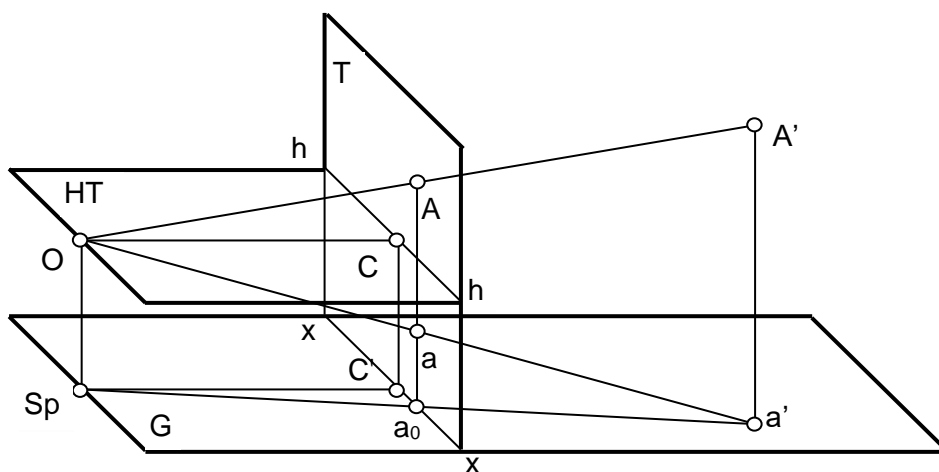
Довжина відрізка CC' , або OSp - висота горизонту.

Простір за картиною T йменується предметним простором.

Предмети, що проєкціюються, можуть знаходитись як за картиною T так і перед нею. Але, як правило, вони розміщуються в предметному просторі.

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. Яка площина (1- G , 2- HT , 3- T) є предметною площиною ?



2. Яка площина (1-G, 2-НТ, 3-Т) є площиною горизонту ?
3. Яка площина (1-G, 2-НТ, 3-Т) є картинною площиною?
4. Яка пряма (1-xx, 2-hh, 3-ОС, 4-SpC') є лінією основи?
5. Яка пряма (1-xx, 2-hh, 3-ОС, 4- SpC') є лінією горизонту?
6. Яка пряма (1-xx, 2-hh, 3-ОС, 4- SpC') є головним променем картини?
7. Яка пряма (1-xx, 2-hh, 3-ОС, 4- SpC') є проекцією головного променя?
8. Яка точка (1-Sp, 2-O, 3-C', 4-C, 5-A, 6-a, 7-a') є точкою стояння?
9. Яка точка (1-Sp, 2-O, 3- C', 4-C, 5-A, 6-a, 7-a') є точкою зору?
10. Яка точка (1-Sp, 2-O, 3- C', 4-C, 5-A, 6-a, 7-a') є проекцією головної точки картини?
11. Яка точка (1-Sp, 2-O, 3- C', 4-C, 5-A, 6-a, 7-a') є головною точкою картини ?
12. Яка точка (1-Sp, 2-O, 3- C', 4-C, 5-A, 6-a, 7-a') є вторинною проекцією (перспективою проекції заданої точки A')?
13. Яка точка (1-Sp, 2-O, 3- C', 4-C, 5-A, 6-a, 7-a') є проекцією заданої точки A'?

Перспектива точки.

Для побудові перспективи точки A' (рис.2.1.) необхідно провести проекціюючий промінь OA' і визначити точку перетину цього променя з картиною T . Але, як було вказано раніше, точка A на картині і центр проекціювання (точка зору O) однозначно не визначають положення точки в просторі, оскільки на цьому промені розташована безліч точок. Для того, щоб зображення точки однозначно визначало її положення в просторі, необхідно спочатку одержати прямокутну проекцію точки на предметній площині (точку a'), а потім побудувати на картині перспективу точок A' і a' . Для цього через точку зору O і пряму $A'a'$ проводимо променево вертикальну проекціюючу площину, яка перетинатиме предметну площину G по прямій Spa' , а картину T - по вертикальній прямій. Цю пряму називають картинним слідом променевої площини. На сліді і знайдено перспективу A точки A' і її вторинну проекцію a . Тепер перспектива точки і її вторинна проекція однозначно визначають положення точки A' в просторі. Перспектива точки і її вторинна проекція завжди розташовуються на вертикальній прямій, яку називають лінією зв'язку.

Оскільки вихідними даними для побудови перспективи будь-якого предмета в

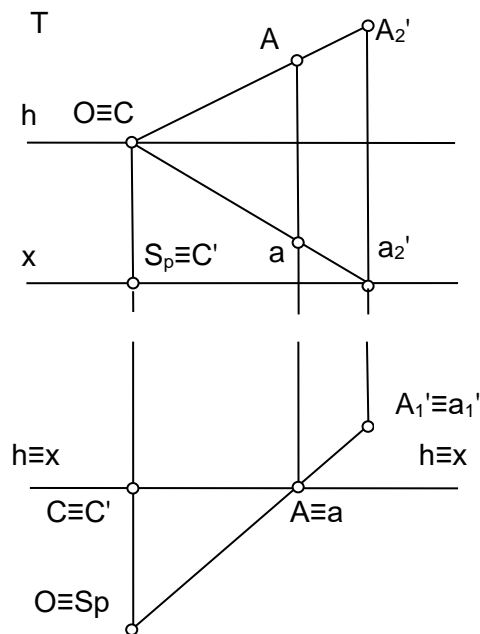


Рис.2.2

більшості випадків є його ортогональні проекції, а перспектива будується на картині, яка розташована фронтально, доцільно апарат перспективного проєкціювання представити також в ортогональних проєкціях.

На рис 2.2. представлені фронтальна (вид спереду) і горизонтальна (вид зверху) проєкції апарату перспективного проєкціювання, які знаходяться в проєкційному зв'язку. На горизонтальній проєкції картина T вироджується в пряму, а лінія горизонту hh і основа картини xx , головна точка C і її основа C' попарно співпадають. На фронтальній проєкції попарно співпадають точка зору O і головна точка C , точка стояння SP і основа головної точки C' . Площина горизонту вироджується в пряму, що співпадає з лінією горизонту, а предметна площина G - в пряму, яка співпадає з лінією основи xx .

Побудова перспективи точки, яка показана на рис. 2.1, виконана в ортогональних проєкціях (рис 2.2). Горизонтальні проєкції точок A' і a' позначені A_1' і a_1' , а фронтальні проєкції - A_2' і a_2' . На фронтальній проєкції точка A і є перспективою точки A' , а точка a - її вторинна проєкція.

В залежності від розташування точки в просторі відносно картини і предметної площини в перспективі визначається положення її вторинної проєкції. На рис.2.3

зображені перспективи таких точок. Перспектива точки A і її вторинна проекція a відповідає тому випадку, коли точка простору розташована за картиною і над предметною площиною. Якщо точка B простору належить площині картини, горизонтальна проекція співпадає з вторинною проекцією і належить основі картини xx . Точка простору також співпадає з її перспективою.

Якщо точку простору необмежено віддаляти від картини, кут нахилу проєкціуючого променя до площини горизонту HT буде зменшуватись і коли точка буде віддалена в нескінченність, промінь буде співпадати з площиною горизонту, а вторинна проекція буде належати лінії горизонту. На рис.2.3 показана перспектива точки M , яка нескінченно віддалена від картини.

Якщо точка простору розташована перед картиною, вторинна проекція буде

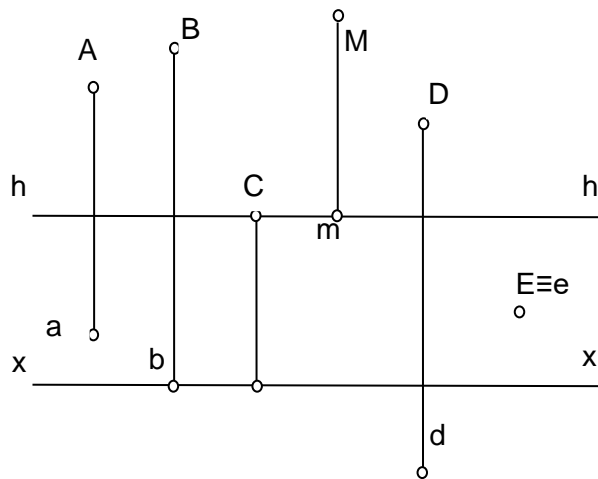
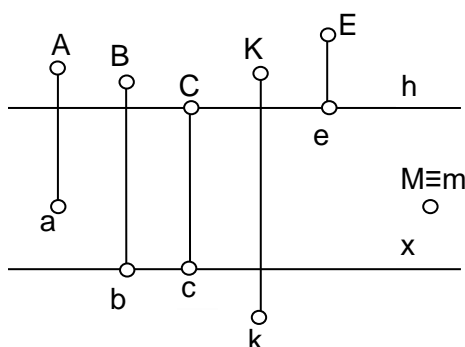


Рис.2.3

нижче основи картини xx (на рис.2.3. - точка D).

І нарешті, якщо точка простору належить предметній площині G , її перспектива і вторинна проекція співпадають (на рис.2.3. - точка E).

Запитання та завдання для самоконтролю:



1. Яка точка (A, B, K, E, M) розміщена перед картиною?
2. Яка точка (A, B, K, E, M) розміщена в картині?
3. Яка точка (A, B, K, E, M) розміщена в предметній площині?

4. Яка точка (A, B, K, E, M) розміщена в нескінченності?
5. Яка точка (A, B, K, E, M) розміщена за картиною?

Перспектива прямої лінії.

Для побудови перспективи прямої лінії достатньо визначити перспективу двох її точок. На рис.2.4 побудована перспектива відрізка AB та його вторинна проекція $a'b'$ по аналогії з рис. 2.1.

Проте, в подальшому перспективу прямої доцільно будувати за двома її особливими точками - картинним слідом прямої і перспективою точки прямої, віддаленої в нескінченність (її називають невласною точкою). Картинний слід прямої - це точка перетину прямої з картиною. Для побудови цієї точки необхідно спочатку продовжити горизонтальну проекцію прямої до перетину з основою картини (на рис.2.4 - точка n), а потім в перетині продовженої прямої з вертикальною прямою одержати слід N .

Для побудови перспективи точки віддаленої у нескінченність, треба з точки

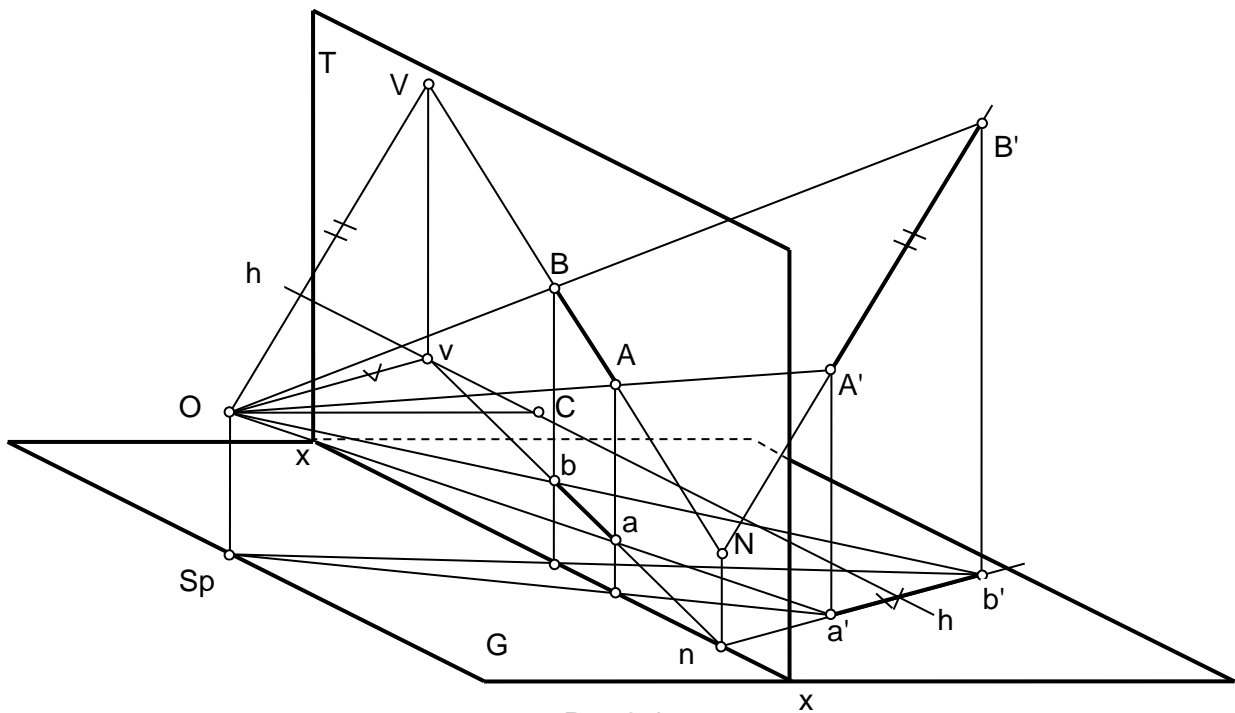


Рис.2.4

зору O провести промінь паралельно прямій до перетину з картиною. Спочатку будується перспектива невласної точки проекції прямої - v , яка завжди буде розташована на лінії горизонту hh ($Ov \parallel aB$). Перетин вказаного променя з вертикальною прямою з точки v і вказаного променя визначить точку V . В цю

точку буде направлена перспектива всіх прямих, паралельних прямій $A'B'$.

Точку V називають точкою збігу паралельних прямих.

На рис.2.5. показана перспектива групи паралельних відрізків і їх вторинних проєкцій при заданих точці збігу V і їх картинних слідах.

Для прямих перпендикулярних до картини точка їх збігу, а також точка збігу проєкцій цих прямих співпадає з головною точкою картини C (рис.2.6.).

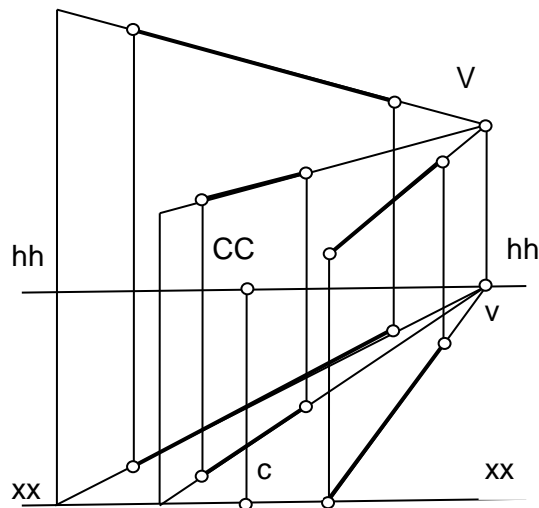


Рис. 2.5

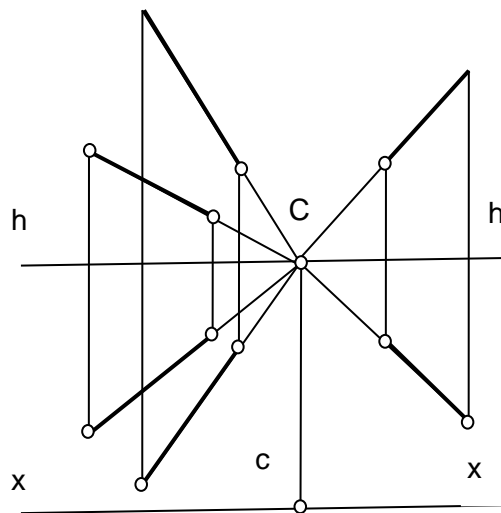


Рис. 2.6

Горизонтальні паралельні прямі, які розташовані під кутом до картини збігаються у точку збігу V , яка належить лінії горизонту (рис.2.7). Точка збігу вторинних проєкцій прямих також є точкою V .

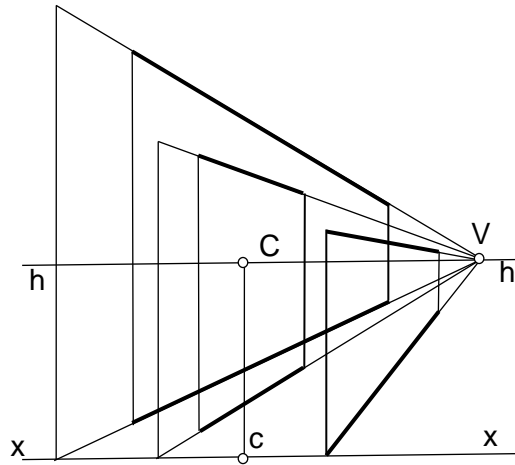


Рис. 2.7

Якщо горизонтальні паралельні прямі нахилені до картини під кутом 45° , точка їх збігу розташована на лінії горизонту на відстані від головної точки C , що дорівнює довжині головної зорової відстані OC . Таких точок дві (праворуч і ліворуч від точки C). Ці точки збігу називають дистанційними і позначають літерами VD . На рис 2.8. показані горизонтальні проекції двох відрізків прямих

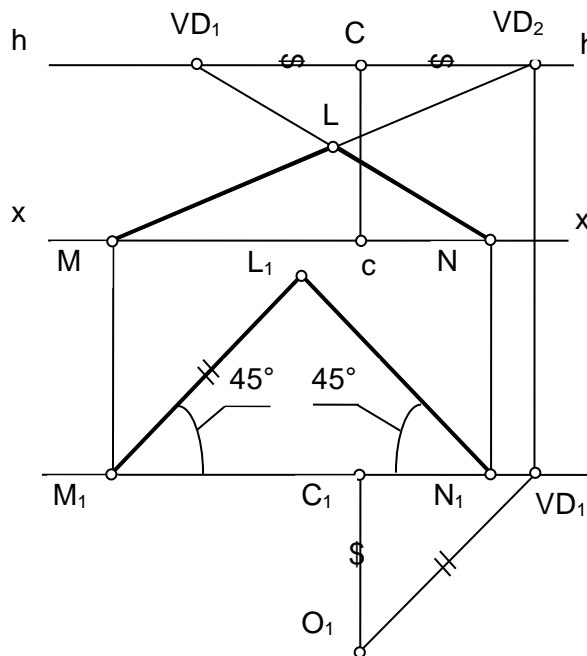


Рис. 2.8

M_1L_1 і N_1L_1 , які нахилені до картини під кутом 45° , належать предметній площині і утворюють рівнобедрений прямокутний трикутник $M_1N_1L_1$ (M_1N_1 - гіпотенуза, M_1L_1 і N_1L_1 - катети). Перспектива трикутника MNL . побудована за

допомогою дистанційних точок VD . В перспективі кут MLN відображає прямий кут - 90° , а кути LMN і LNM - 45° .

Прямі, паралельні картині T (горизонтальні або вертикальні) не мають точок збігу і картинних слідів і їх перспективою є паралельні прямі. На рис.2.9. зображена перспектива декількох вертикальних однакових відрізків між паралельними прямими NV і MV і поздовжніх однакових відрізків між паралельними прямими MV та LV .

Перспективна довжина цих однакових відрізків з віддаленням від картини зменшується від величини MN та ML до нуля на лінії горизонту.

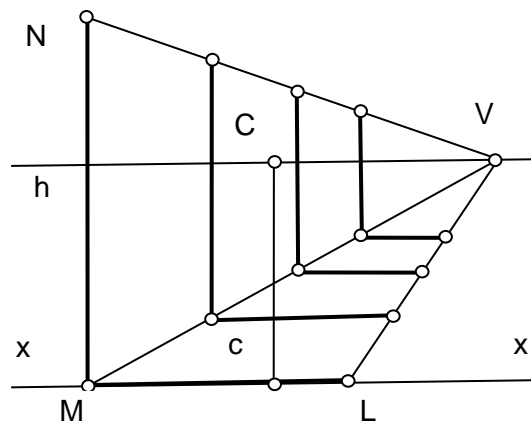


Рис. 2.9

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. На якому рисунку (1, 2, 3, 4, 5) показано перспективу прямих перпендикулярних картині?
2. На якому рисунку (1, 2, 3, 4, 5) показано перспективу прямих паралельних картині?

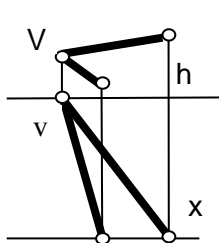


Рис. 1

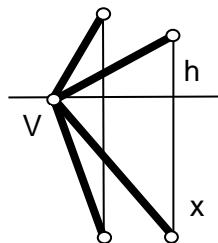


Рис. 2

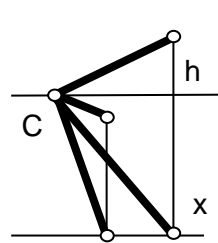


Рис. 3

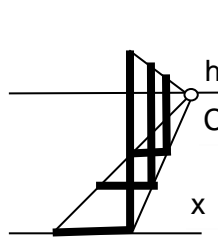


Рис. 4

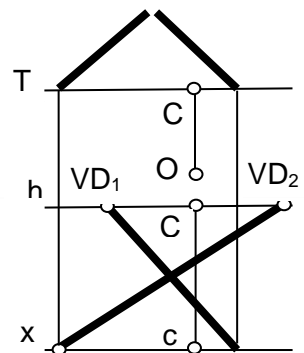


Рис. 5

3. На якому рисунку (1, 2, 3, 4, 5) показано перспективу прямих загального положення?
 4. На якому рисунку (1, 2, 3, 4, 5) показано перспективу горизонтальних прямих?
 5. На якому рисунку (1, 2, 3, 4, 5) показано перспективу прямих нахилених до картини під кутом 45° ?
3. Тема 2. Перспектива площини. Перспективні масштаби висоти, глибини, ширини. Перспектива паркетної підлоги. Перспектива перпендикулярних прямих.

Перспектива площини.

Як було відмічено раніше, перспектива прямої лінії може визначатись її картинним слідом і точкою збігу. Так само перспектива площини може бути зображена її картинним слідом і лінією збігу. Картинний слід площини це лінія перетину площини з картиною, а лінія збігу площини це перспектива прямої площини, віддаленої у нескінченність. І слід площини, і лінію збігу площини можна одержати, побудувавши картинні сліди і точки збігу будь-якої пари

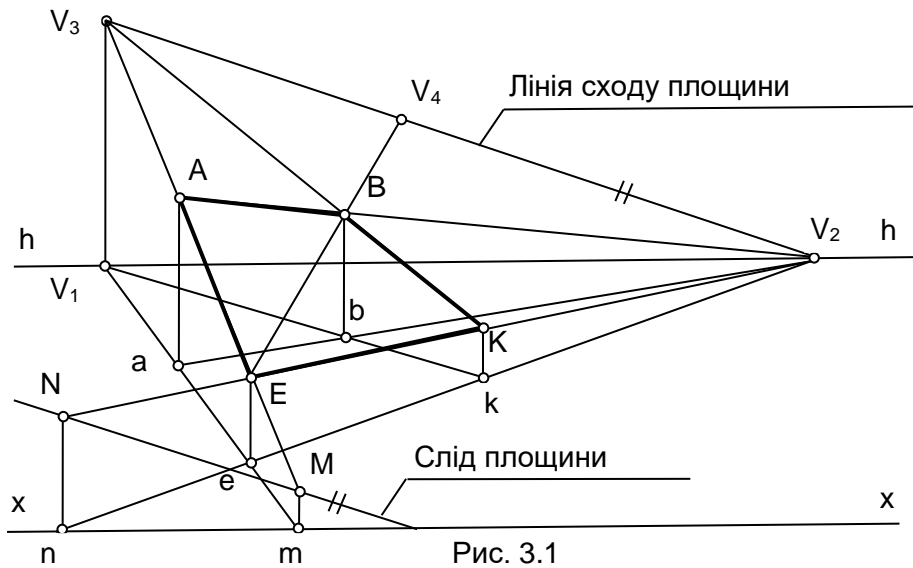
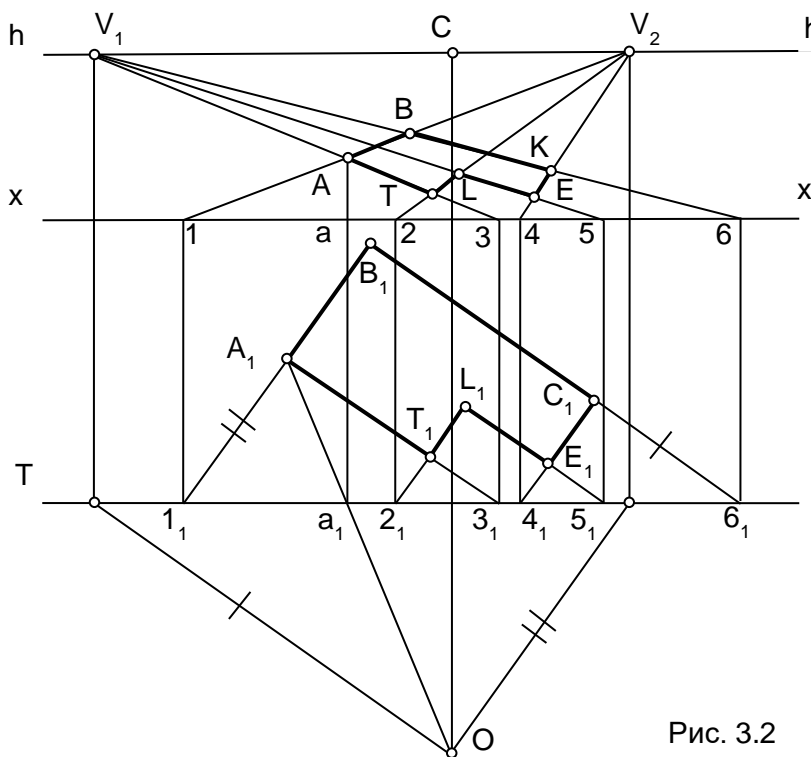


Рис. 3.1

прямих площини. Через відповідні точки і пройдуть шукані лінії. На рис.3.1 зображено перспективу відріку площини загального положення **ABKE** і його вторинну проекцію **abke**. Відрізки **AB** і **EK** - паралельні предметній площині тому їх точка збігу V_2 належить лінії горизонту. Точка збігу відрізків **AE** і **BK** - точка V_3 розміщена на вертикальній прямій з точки збігу V_1 , яка визначена з їх

вторинних проєкцій. Лінія V_3V_2 і буде лінією збігу площини $ABKE$. На цій лінії розташовуються точки збігу всіх прямих, що належать площині (наприклад, точка збігу V_4 прямої BE). Для побудови картинного сліду площини визначені картинні сліди прямих AE (точка M) і EK (точка N). Пряма MN - є картинним слідом площини. Картинний слід площини і лінія збігу площини - паралельні.

Якщо відрізок площини належить предметній площині, його картинний слід збігається з основою картини, а лінія збігу - з лінією горизонту. На рис.3.2 зображено горизонтальну проєкцію (план) плоскої фігури $A_1B_1K_1E_1L_1T_1$, утвореної взаємно паралельними сторонами. При заданій лінії горизонту hh і основи картини xx спочатку визначені точки збігу V_1 і V_2 паралельних сторін фігури. Далі визначені горизонтальні проєкції і перспектива слілів сторін фігури (точки $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1$ і відповідно - $1, 2, 3, 4, 5, 6$), за допомогою яких і побудовано перспективу фігури. Перетин прямих протилежного напрямку визначить перспективу вершин фігури. До речі, перспектива будь-якої вершини, наприклад точки A , може бути побудована, як перетин перспективи прямої (IV_2) і сліду променевої площини, що проходить через вершину (a_1a).



Відсік площини, яка паралельна картині, в перспективі не спотворюється (зберігається подібність) і лише зменшується в міру віддалення від картини. На рис.3.3 зображено перспективу прямого прямокутного паралелепіпеда (всі ребра перетинаються під прямим кутом). В перспективі фронтальні грані $ABKE$ і $A'B'K'E'$ подібні. Ці паралельні грані не мають ліній збігу і картинних слідів.

Лінія збігу вертикальних перпендикулярних до картини площин (на рисунку - грані $AA'E'E$ і $BB'K'K$) є вертикальна пряма, що проходить через головну точку C , а картинні сліди - також вертикальні прямі.

F_2 Лінія збігу горизонтальних площин (на рисунку грані $AA'BB'$ і $EE'K'K$) співпадає з лінією горизонту, а картинні сліди таких площин - горизонтальні прямі. На рисунку показано, що точки збігу діагоналей паралельних граней належать відповідним лініям збігу граней.

На рис.3.4. зображена перспектива фігури, що утворена двома прямими паралелепіпедами, вертикальні ребра яких однакові. Відповідні грані бічних поверхонь паралельні, але не перпендикулярні до картини. Лінії збігу площин цих граней - вертикальні прямі, що проходять через точки V_1 і V_2 . Точка збігу будь-яких прямих (MN , ML), що належать граням також будуть розташовуватись на відповідних лініях збігу площин граней (V_3 , V_4).

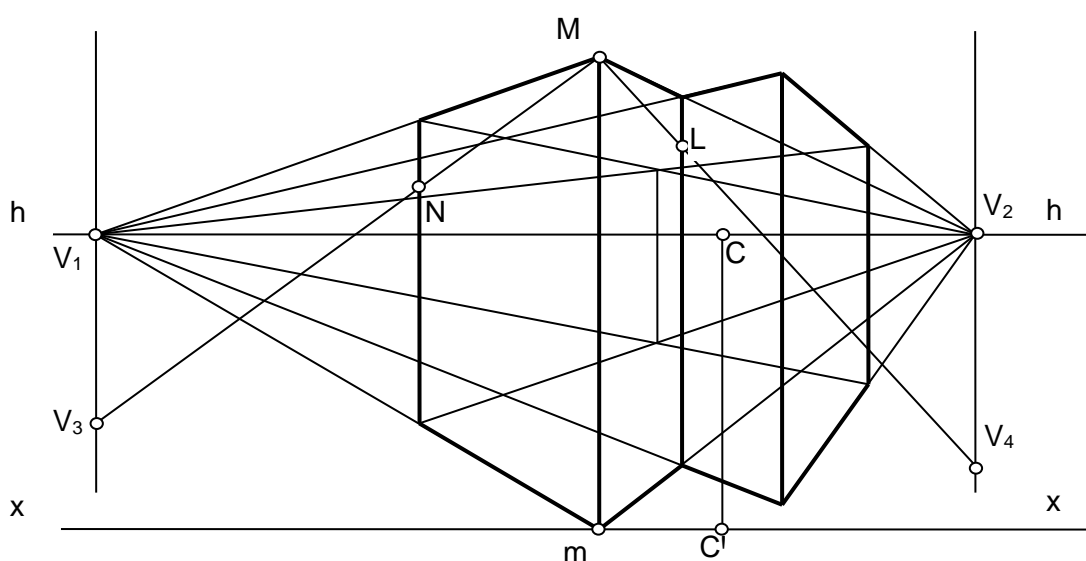
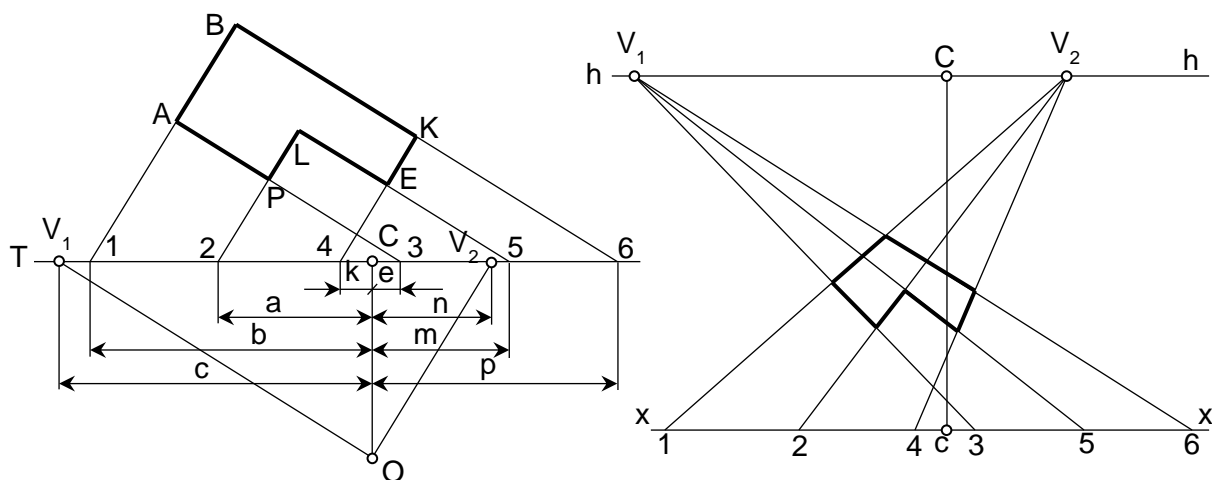


Рис. 3.4

Запитання та завдання для самоконтролю:



1. Яка з точок (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- V_1 , 8- V_2) є картинним слідом прямої AB ?
2. Яка з точок (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- V_1 , 8- V_2) є картинним слідом прямої BK?
3. Яка з точок (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- V_1 , 8- V_2) є картинним слідом прямої KE ?
4. Яка з точок (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- V_1 , 8- V_2) є картина Слідом прямої EL?
5. Яка з точок (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- V_1 , 8- V_2) є картинним слідом прямої LT ?
6. Яка з точок (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- V_1 , 8- V_2) є картинним слідом прямої AT ?
7. Яка з точок (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- V_1 , 8- V_2) є точкою збігу прямих AB, LT, KE ?
8. Яка з точок (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7- V_1 , 8- V_2) є точкою збігу прямих AT, LE, BK ?
9. Паралельно до яких прямих (1 - A_1T_1, E_1L_1, B_1K_1 ; 2 - A_1B_1, T_1L_1, K_1E_1) має бути побудована лінія з точки зору O для визначення точки збігу V_1 ?
10. Паралельно до яких прямих (1 - A_1T_1, E_1L_1, B_1K_1 ; 2 - A_1B_1, T_1L_1, K_1E_1) має бути побудована лінія з точки зору O для визначення точки збігу V_2 ?
11. Яка відстань (a, b, K, e, k, m, n, t) має бути відкладена на Лінії горизонту від головної точки картини для визначення точки збігу V_1 ?
12. Яка відстань (a, b, K, e, k, m, n, t) має бути відкладена на лінії горизонту від головної точки картини для визначення точки збігу V_2 ?
13. Яка відстань (a, b, K, e, k, m, n, t) має бути відкладена на лінії основи від проекції головної точки картини для визначення картинного сліду прямої AB ?
14. Яка відстань (a, b, K, e, k, m, n, t) має бути відкладена на лінії основи від проекції головної точки картини для визначення картинного сліду прямої LT ?
15. Яка відстань (a, b, K, e, k, m, n, t) має бути відкладена на лінії основи від головної точки картини для визначення картинного сліду прямої AT ?
16. Яка відстань (a, b, K, e, k, m, n, t) має бути відкладена на Лінії основи від проекції головної точки картини для визначення картинного сліду прямої KE?

17. Яка відстань (a, b, K, e, k, m, n, t) має бути відкладена на Лінії основи від проекції головної точки картини для визначення картинного сліду прямої EL ?
18. Яка відстань (a, b, K, e, k, m, n, t) має бути відкладена на лінії основи від проекції головної точки картини для визначення картинного сліду прямої BK ?

Перспективні масштаби.

Якщо ортогональні проекції об'єкта віднести до прямокутної декартової системи координат (вісі координат взаємно перпендикулярні), перспективу цього об'єкта можна будувати за допомогою так званих перспективних масштабів.

Координатну площину ZOX (рис. 3.5.) суміщають з картиною таким чином, щоб вісь OX співпадала з основою картини (вісь OZ буде вертикальною).

Координатна площина YOX буде суміщеною з предметною площиною, а вісь OY , яка перпендикулярна до картини, в перспективі буде направлена в головну точку C . На осях OX і OZ , відрізки будь-яких одиниць виміру (1,2,3...) будуть зображатись в свою натуральну величину. В перспективі рівні відрізки по осі OY одержують за допомогою дистанційної точки VD (точки збігу прямих, направлених до картини під кутом 45°). Для цього з точок 1, 2, 3... на осі OX проводять прямі в точку VD , які і поділять в перспективі вісь OY на однакові відрізки.

Три осі з одиницями виміру складають перспективні масштаби: широт - по осі OX , висот - по осі OZ , глибин - по осі OY .

На рис.3.5. побудована перспектива точки A з координатами 3, 2, 4, відповідно по осях OX, OY, OZ . На масштабі широт відкладена координата $x=3$ і проведена перспектива прямої $3-C$ паралельна осі OY . Всі точки цієї лінії мають координату $x=3$. Потім по осі OY відкладена координата $y=2$ і через точку 2 на осі OY проведена пряма паралельна осі OX .

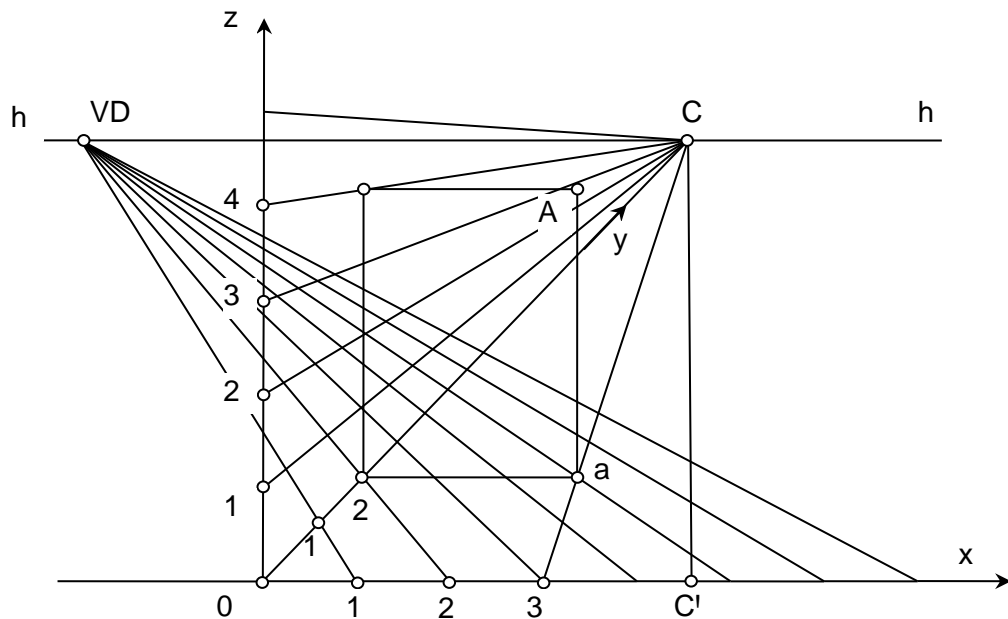


Рис.3.5

Якщо дистанційна точка VD буде за межами рисунку, можна користуватись дробовою дистанційною точкою, наприклад, $VD/2$. Тоді по осі OX необхідно також зменшувати відрізки вдвічі (рис. 3.6.).

Всі точки цієї лінії також мають однакову координату $y=2$. В перетині двох ліній розташована вторинна проекція точки (a). І нарешті, на осі OZ відкладена відповідна координата $z=4$ і проведена в площині ZOY перспектива прямої $4-C$.

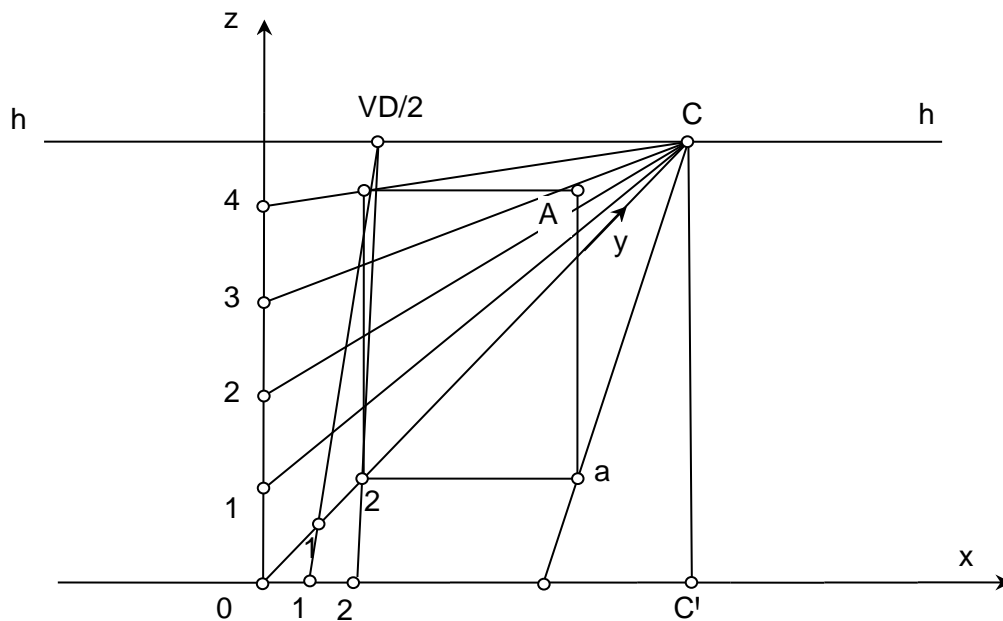


Рис.3.6

На глибині двох одиниць ($y=2$) визначена перспективна довжина вертикального відрізка в 4 одиниці. Ця величина відкладена на перпендикулярі з точки a і одержана перспектива точки A .

За допомогою перспективних масштабів можливо розв'язати і зворотну задачу: визначити натуральну величину відрізків, перспектива яких зображена.

На рис.3.7. показана побудова перспективи прямого прямокутного паралелепіпеда за такими розмірами: в висоту - 5, в ширину - 2 і в глибину - 4 одиниці виміру. Лінія горизонту **hh**, основа картини **xx**, головна точка **C**, дистанційна точка **VD** та одиниця виміру - задані.

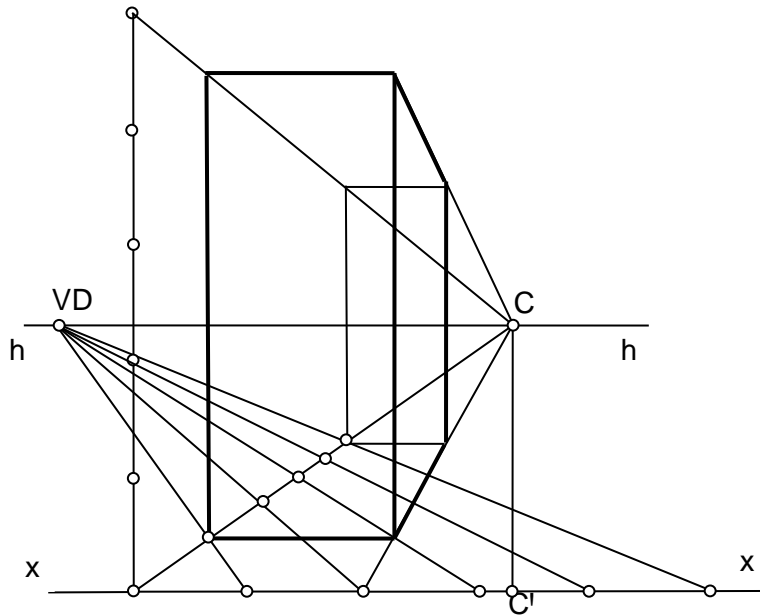


Рис. 3.7

На рис.3.8 і 3.9. надано приклади побудови перспективи паркетної підлоги, або підлоги з квадратних плит. Сторони квадратів відповідно паралельні і перпендикулярні картині.

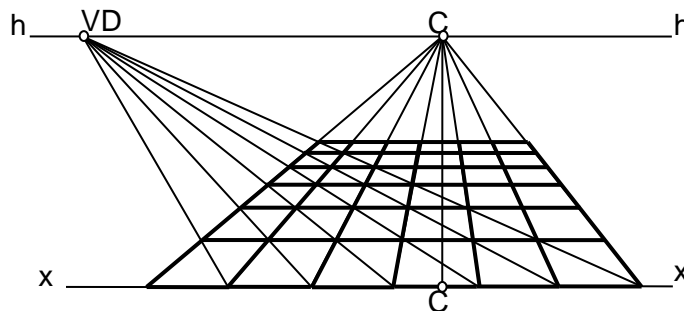


Рис. 3.8

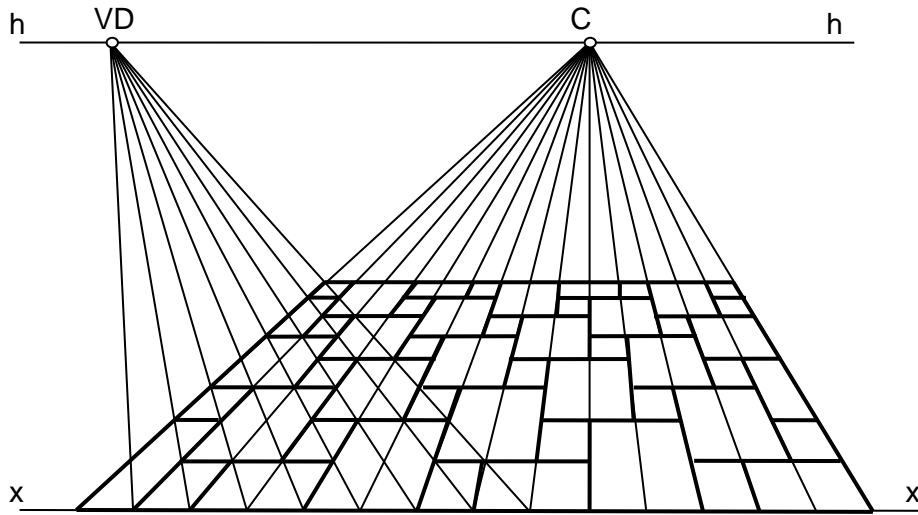


Рис. 3.9

На рис.3.10. показана побудова підлоги з восьмикутників.

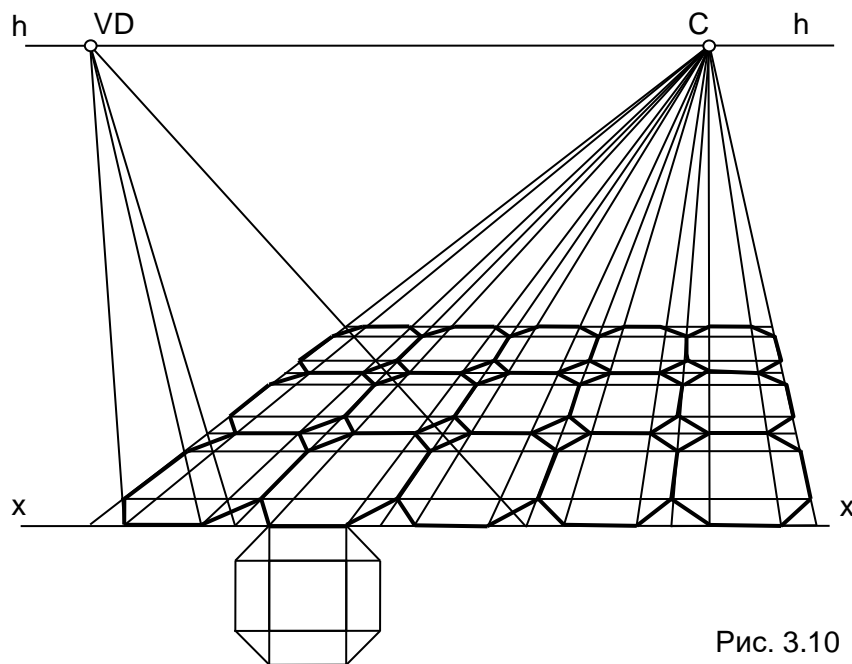


Рис. 3.10

Можливо користуватись масштабом глибин і для прямих не перпендикулярних картині. На рис.3.11. задана горизонтальна і фронтальна проєкції апарату проєкціювання і горизонтальна проєкція довільної прямої, що належить предметній площині. Як це було описано раніше, визначена точка збігу V_2 прямої. Побудована перспектива прямої AV_2 . На цій прямій треба

визначити масштаб глибин, тобто перспективно поділити пряму на відрізки, які відповідали б однаковим відріzkам в натурі.

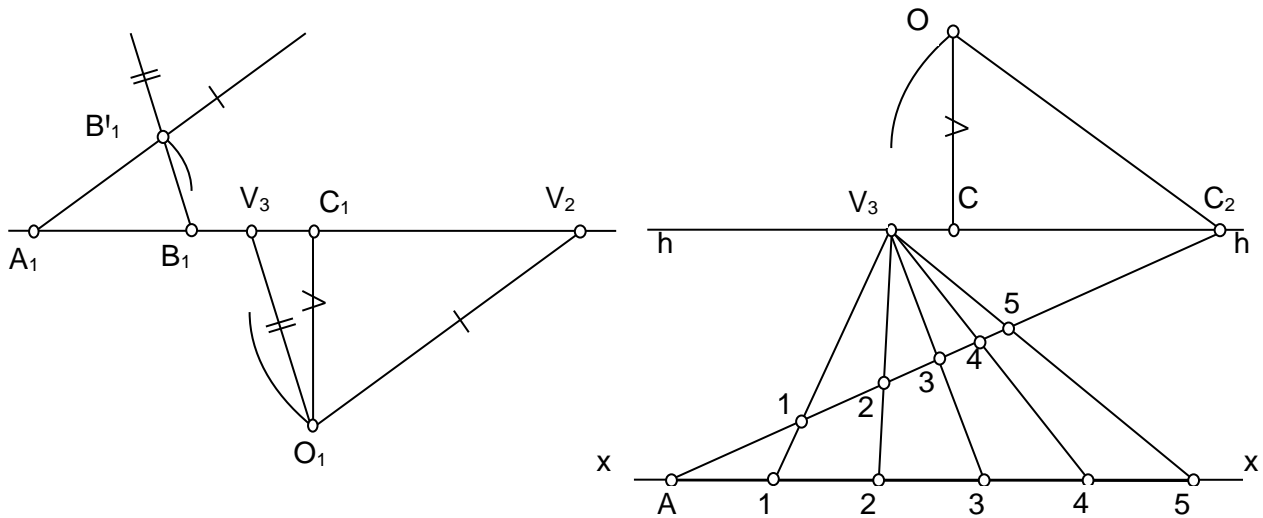


Рис. 3.11

На горизонтальній проекції прямої відкладено відрізок $A_1B'_1$ що дорівнює довільному відріzkу A_1B_1 на основі картини. Напрямок $B_1B'_1$ визначає точку збігу V_3 паралельних прямих, які відсікають на перспективі прямої перспективно однакові відрізки відповідні відріzkам на основі картини. Точки $1, 2, 3...$ на перспективі і складають масштаб глибин.

Якщо відома головна зорова відстань OC , точку збігу V_3 можна побудувати без горизонтальної проекції. Спочатку суміщають з картиною точку зору O (зверху рисунку), а потім від точки V_2 по лінії горизонту відкладають відстань V_2V_3 , що дорівнює відріzkі OV_2 .

Для побудови перспективи квадратів, що розташовані під довільним кутом до картини, спочатку необхідно з'ясувати, як будується перспектива прямого кута.

Наприклад, задана перспектива двох паралельних прямих AV_1 і BV_1 (рис.3.12). Необхідно побудувати прями їм перпендикулярні. З картиною суміщаємо точку зору O (якщо відома головна зорова відстань). Під прями

кутом до V_1O проводимо пряму, яка визначить точку збігу V_2 прямих, перпендикулярних до заданих. Якщо прямий кут V_1OV_2 поділити навпіл, буде одержана точка збігу V_3 прямих, які проведені під кутом 45° до сторін прямого кута.

На рис.3.13 побудований глибинний масштаб на перспективі прямої AV_2 ,

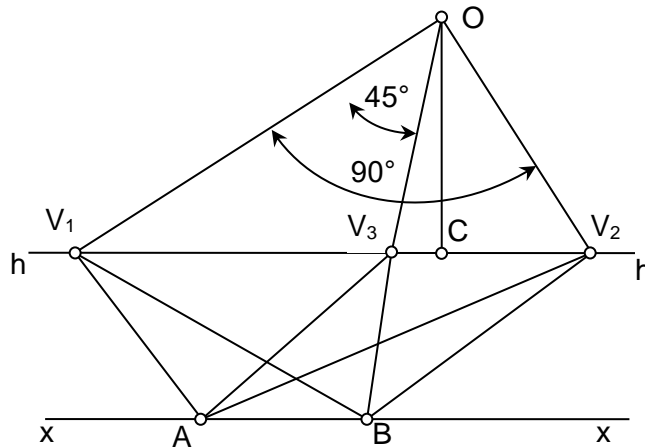


Рис. 3.12

визначені точка збігу V_1 прямих перпендикулярних до цієї прямої та точка збігу V_4 , нахилених до неї під кутом 45° . За допомогою цього глибинного масштабу побудована перспектива квадратної сітки.

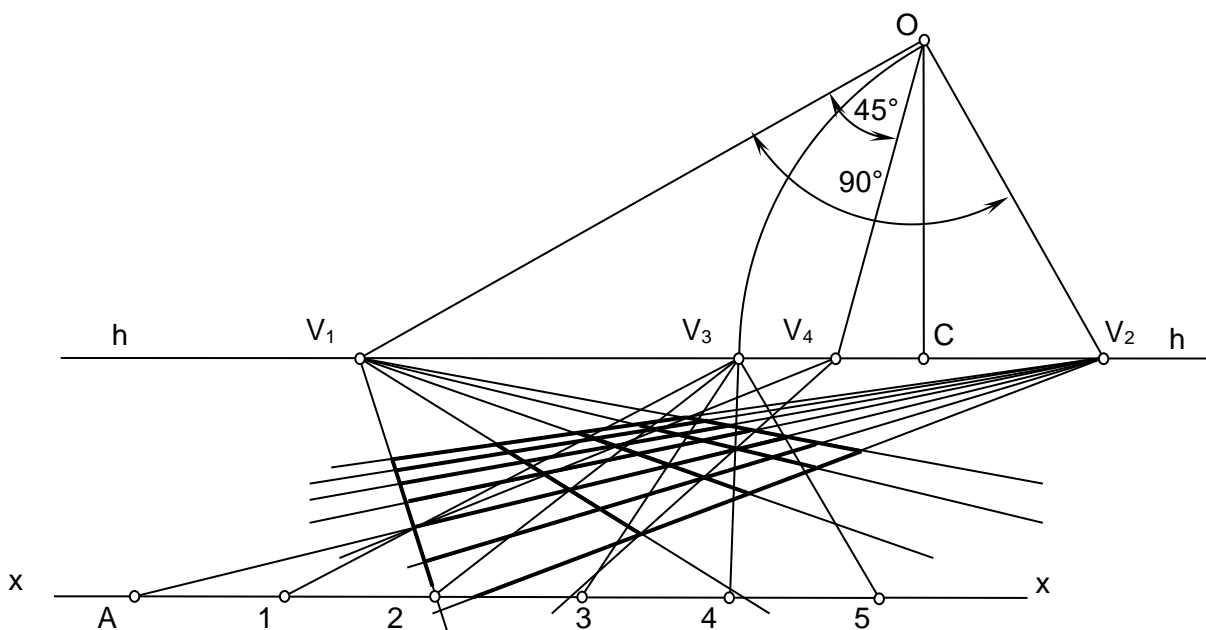
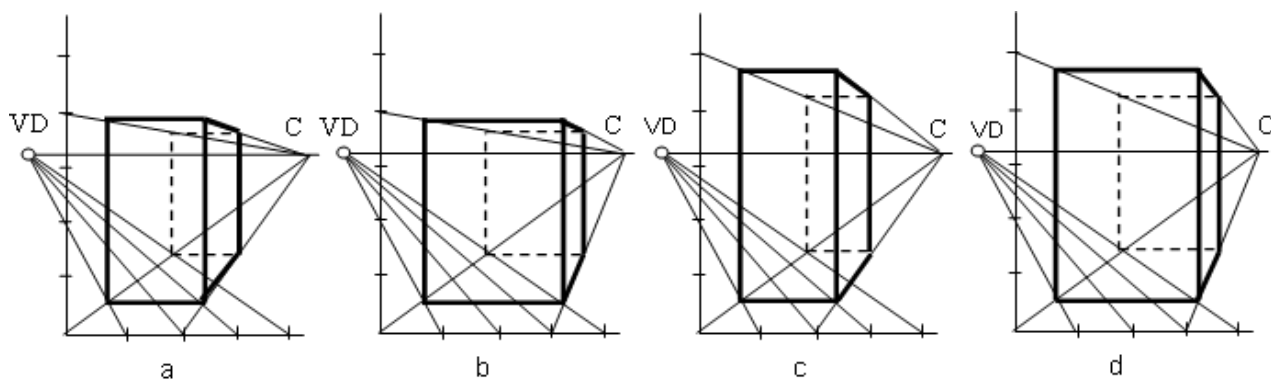


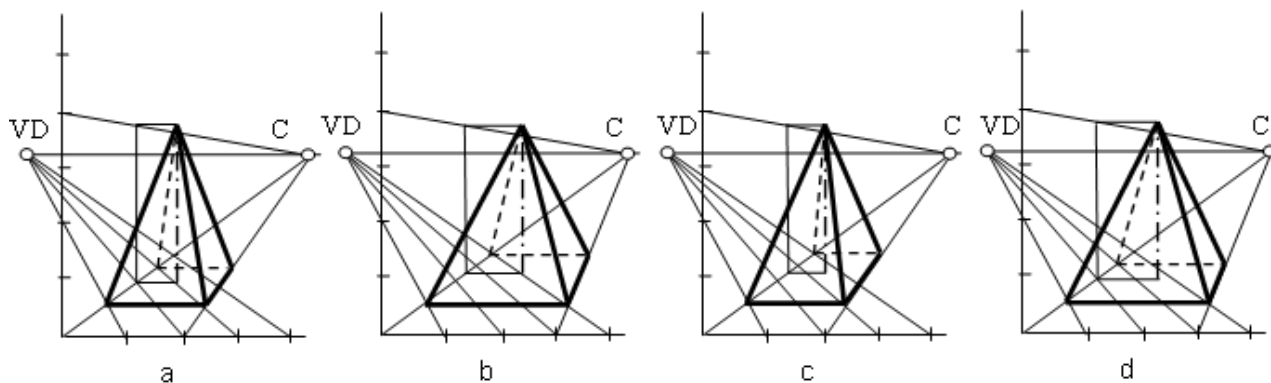
Рис.3.13

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. На якому рисунку (а, b, c, d) зображено паралелепіпед шириною 2, глибиною 3, висотою 4 одиниці виміру?



2. На якому рисунку (а, b, c, d) зображено паралелепіпед шириною 3, глибиною 3, висотою 4 одиниці виміру?
3. На якому рисунку (а, b, c, d) зображено паралелепіпед шириною 2, глибиною 3, висотою 5 одиниць виміру?
4. На якому рисунку (а, b, c, d) зображено паралелепіпед шириною 3, глибиною 3, висотою 5 одиниці виміру ?
5. На якому рисунку (а, b, c, d) зображено піраміду шириною 2, глибиною 2, висотою 4 одиниці виміру ?



6. На якому рисунку (а, b, c, d) зображено піраміду шириною 3, глибиною 3, висотою 4 одиниці виміру ?
7. На якому рисунку (а, b, c, d) зображено піраміду шириною 2, глибиною 3, висотою 4 одиниці виміру?
8. На якому рисунку (а, b, c, d) зображено піраміду шириною 3, глибиною 2, висотою 4 одиниці виміру ?

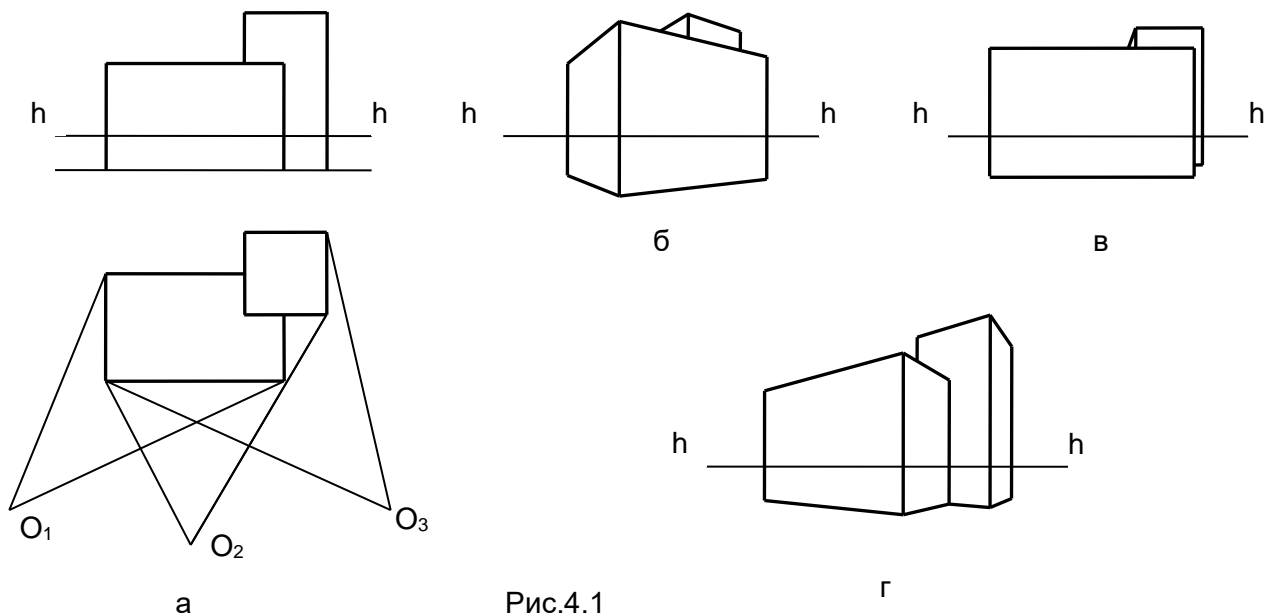
4. Тема 3. Перспектива об'ємної фігури. Метод побудови з однією-двома точками збігу, радіальний, перспективних масштабів для виконання перспективних зображень.

Композиція перспективи. Перш за все, слід розмежувати два поняття: композиція самого об'єкта зображення і композиція перспективного зображення цього об'єкта.

Композиція в образотворчому мистецтві – це побудова, структура твору, обумовлена його змістом, характером і призначенням, встановлення взаємозв'язку складових його частин, об'єднання об'ємів і простору в цілісну структуру, яка має ідейно-художню виразність.

Композиція перспективи – це комплекс компонентів, які забезпечують найбільш повну і точну уяву про об'єкт зображення і, крім того, передбачають деякі художні моменти, притаманні картині художника.

Такими компонентами є: вибір точки зору і кут зору, розміщення картинної площини, розміщення лінії горизонту, композиція зображення на аркуші.



Вибір точки зору.

Перша умова при виборі точки зору – її реальність відносно положення об'єкта у просторі.

Далі, точка зору має обиратись таким чином, щоб при розгляді об'єкту форма була максимально виявлена.

На рис. 4.1.а задані ортогональні проекції об'єкта, який складається з двох паралелепіпедів і обрані три точки зору.

З точки зору O_1 в перспективі правий паралелепіпед (рис. 4.1. б) буде майже невидним, або зовсім сховається за лівим і, таким чином, зображення не створить істинну уяву про об'єкт. З точки зору O_2 (рис. 4.1. в) глибинні розміри двох об'ємів не виявлені (форма знову не прочитується). Тому ці точки зору невдалі. Лише точка зору O_3 дає найбільш прийнятні результати, оскільки з цієї точки зору можна достатньо повно виявити форму об'єкта і визначити його відносні розміри.

Обираючи положення точки зору, крім того, необхідно уникати випадкових збігів ребер окремих об'ємів, або їх граничних контурів.

Кути зору.

Вибір точки зору нерозривно пов'язаний з *кутом зору*. Кутом зору називають кут між крайніми променями, що охоплюють об'єкт. Особливості перспективи на вертикальній площині накладають певні обмеження на величину кута зору. Щоб одержати зображення, яке відповідало б неспотвореній уяві про дійсні якості об'єкта – його величині, форми і положення, горизонтальний кут зору треба вибрати в межах 30° - 40° . Якщо об'єкт має висотні розміри значно більші ніж горизонтальні, слід зважати на вертикальний кут зору. Вертикальний кут зору вимірюється кутом між горизонтальним променем і променем, направленим в верхню точку і має бути в межах 40° - 50° .

Побудова перспективи інтер'єрів має свої особливості. Якщо в обмеженому приміщенні обрати точку зору з кутом зору 30 - 40° , то в поле зору може потрапити його незначна частина і тому глибина внутрішнього простору буде виявлена слабо. Тому припустимо кут зору збільшувати. Оптимальною величиною кута зору для перспектив інтер'єрів можна вважати - 40 - 60° . Якщо

це не дає бажаних наслідків, точку зору виносять за межі приміщення, умовно видаляючи передню стіну.

Збільшення величини горизонтального або вертикального кутів зору проти вказаних призводить до появи так званих перспективних спотворень, тобто появи неоднаковості сприйняття зображення об'єкту і образу самого об'єкту.

Ці перспективні спотворення можна поділити на два види: периферійні і

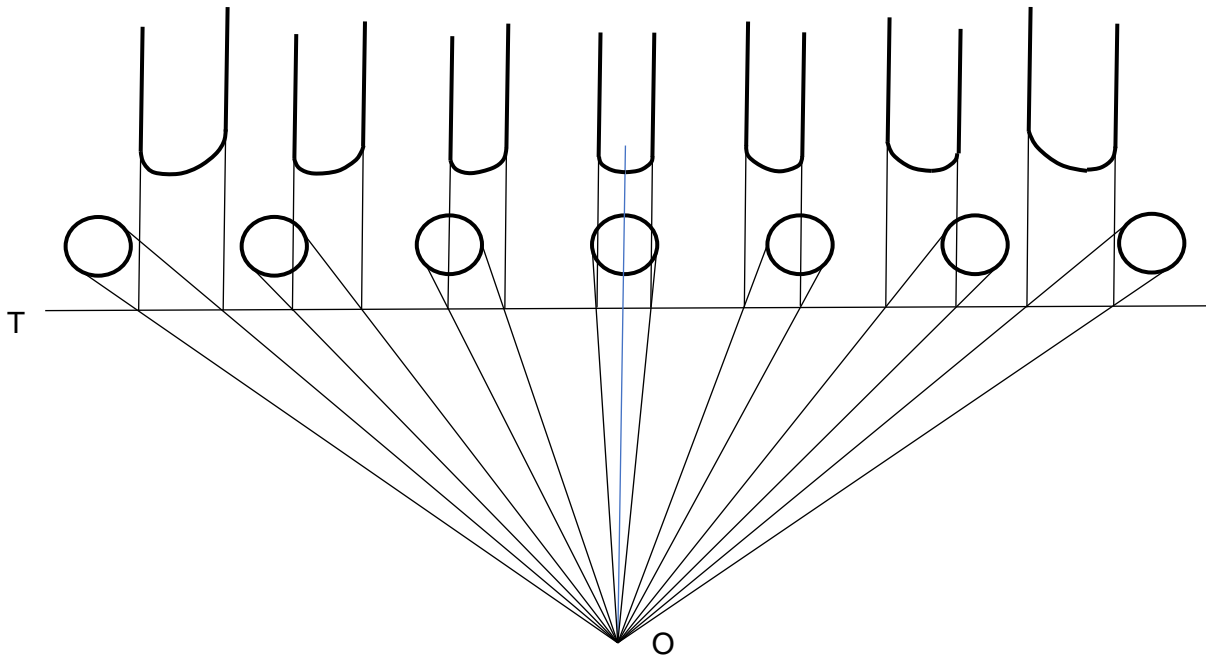


Рис. 4.2

глибинно-просторові.

На рис. 4.2. показані спотворення, які виникають при зображенні колонади при збільшеному куті зору.

Проекції діаметрів віддалених від центра картини не тільки не зменшуються, а навіть непомірно збільшуються, а перспектива основ колон зображується еліпсами з ненатуральним нахилом осей. При зображенні перспективи тіл обертання такі спотворення мають місце і при рекомендованих кутах зору, але вони менш примітні. Тому в цих випадках слід обирати кут зору менший ніж 30° .

При вертикальних кутах зору, що перевищують $40-50^\circ$, також виникають спотворення в верхній частині об'єкта. На рис. 4.3. задані ортогональні проекції фігури і точка зору. Кут між горизонтальним променем і променем, проведеним

в верхню точку, становить близько 60° . Перспектива верхньої частини об'єкта не дає уяви про те, що кут між відповідними ребрами прямий, а нахил верхніх ребер до лінії горизонту значно більший ніж той, що може спостерігатися в натурі.

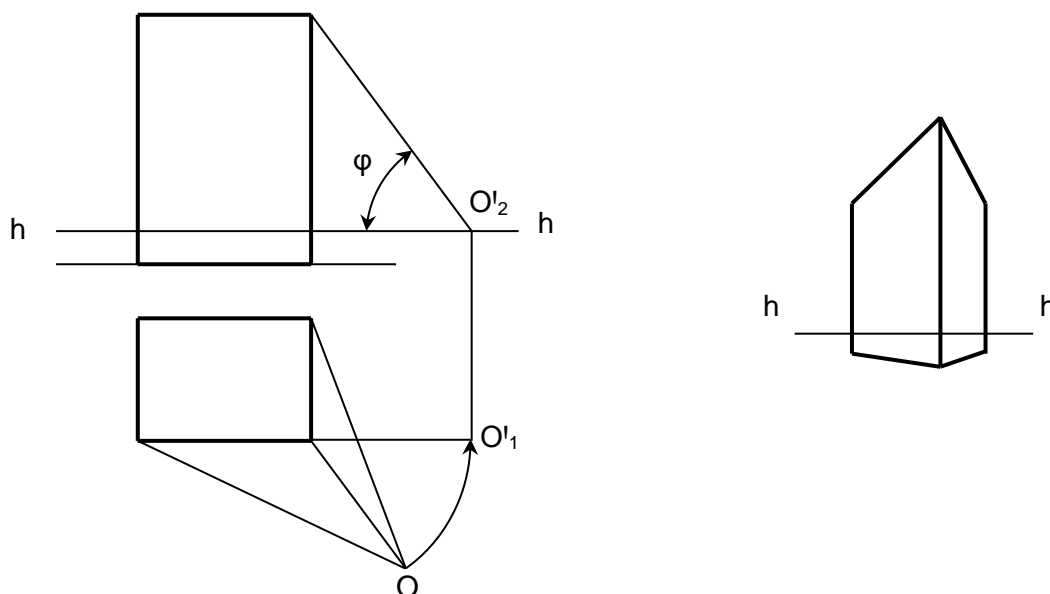


Рис. 4.3

Глибинно-просторові спотворення можна проілюструвати на наступному прикладі. Задані ортогональні проекції приміщення (рис. 4.4.а) (план та фасад-розріз) і обрані точки зору O_1 (кут зору біля 90°) та O_2 (кут зору біля 25°). При побудові перспективи з точки зору O_1 (схема перспективи на рис. 4.4а) глибина приміщення сприймається збільшеною, його пропорції спотворюються, перспективні скорочення різко зменшуються. І навпаки, при зменшених кутах зору глибина приміщення здається скороченим (рис. 4.4б,) і виявляється слабо.

Положення картинної площини.

Обрана точку зору і прийнятий кут зору обумовлюють положення картинної площини. Для визначення картинної площини необхідно провести бісектрису горизонтального кута зору, що буде являти собою напрям головного променя SP , і провести слід картинної площини перпендикулярно до цього променя. Паралельне переміщення сліду картинної площини вздовж головного

променю не змінює перспективне зображення як таке і лише змінює його розмір.

Якщо картинна площина обрана паралельно одній з основних площин об'єкта перспектива називається фронтальною. Якщо картина обрана під не прямим кутом до основних площин об'єкта, перспектива називається кутовою.

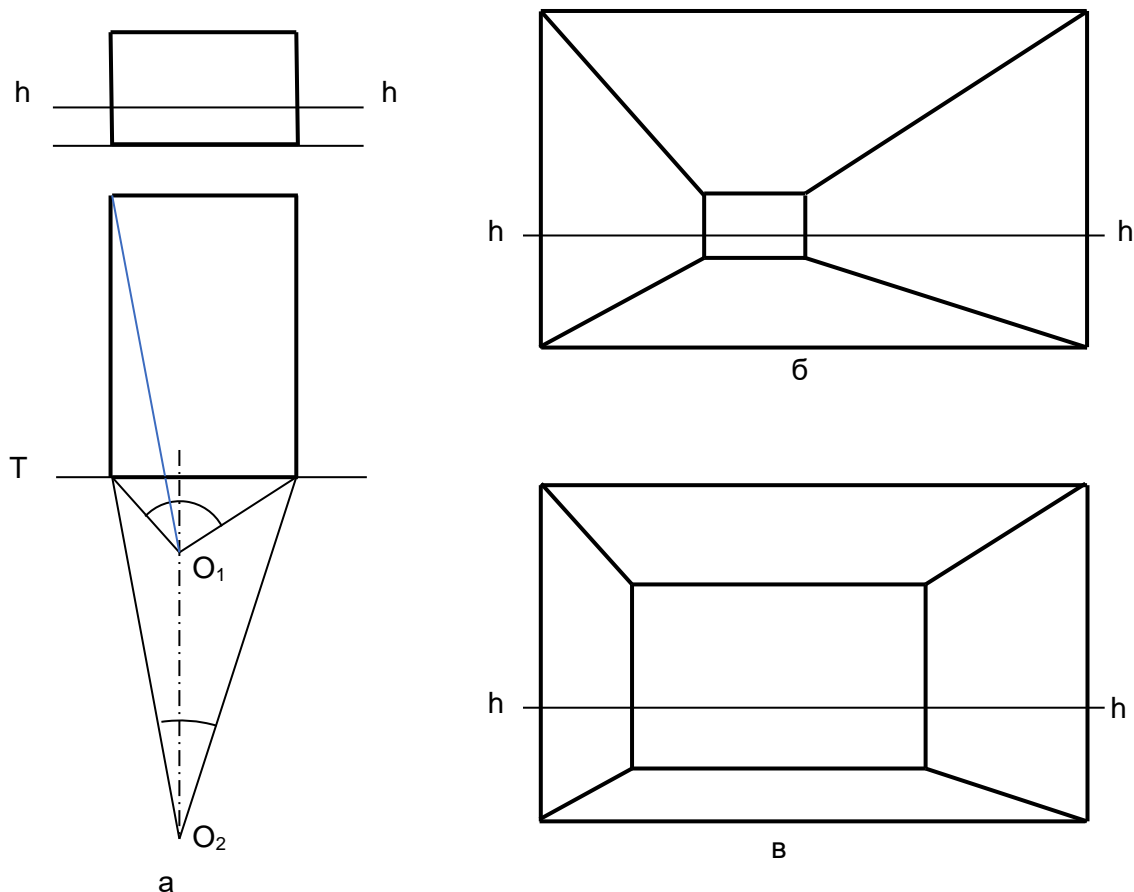


Рис. 4.4

Побудова фронтальної перспективи простіша ніж кутової тому, що використовується лише одна точка збігу прямих (перпендикулярних до картини). Фронтальну перспективу застосовують переважно для зображення інтер'єрів. Для того, щоб уникнути одноманітності в зображенні інтер'єра, який має в плані повздовжню вісь симетрії, доцільно змістити точку зору з цієї осі ліворуч або праворуч, але в межах однієї третини ширини приміщення.

Положення лінії горизонту.

Висота лінії горизонту відносно об'єкта також певним чином впливає на композицію зображення. В залежності від потреби на що саме слід зосередити увагу і як об'єкт розміщений у просторі, лінія горизонту може проходити нижче (на рис. 4.5а перспектива з горизонтом $h'h'$), вище (на рис. 4.5в перспектива з горизонтом $h''h''$) і між основами об'єкта (на рис. 4.5б перспектива з горизонтом $h'''h'''$). В останньому випадку лінія горизонту не повинна проходити через середину висоти об'єкта, оскільки його перспектива буде невиразною, одноманітною.

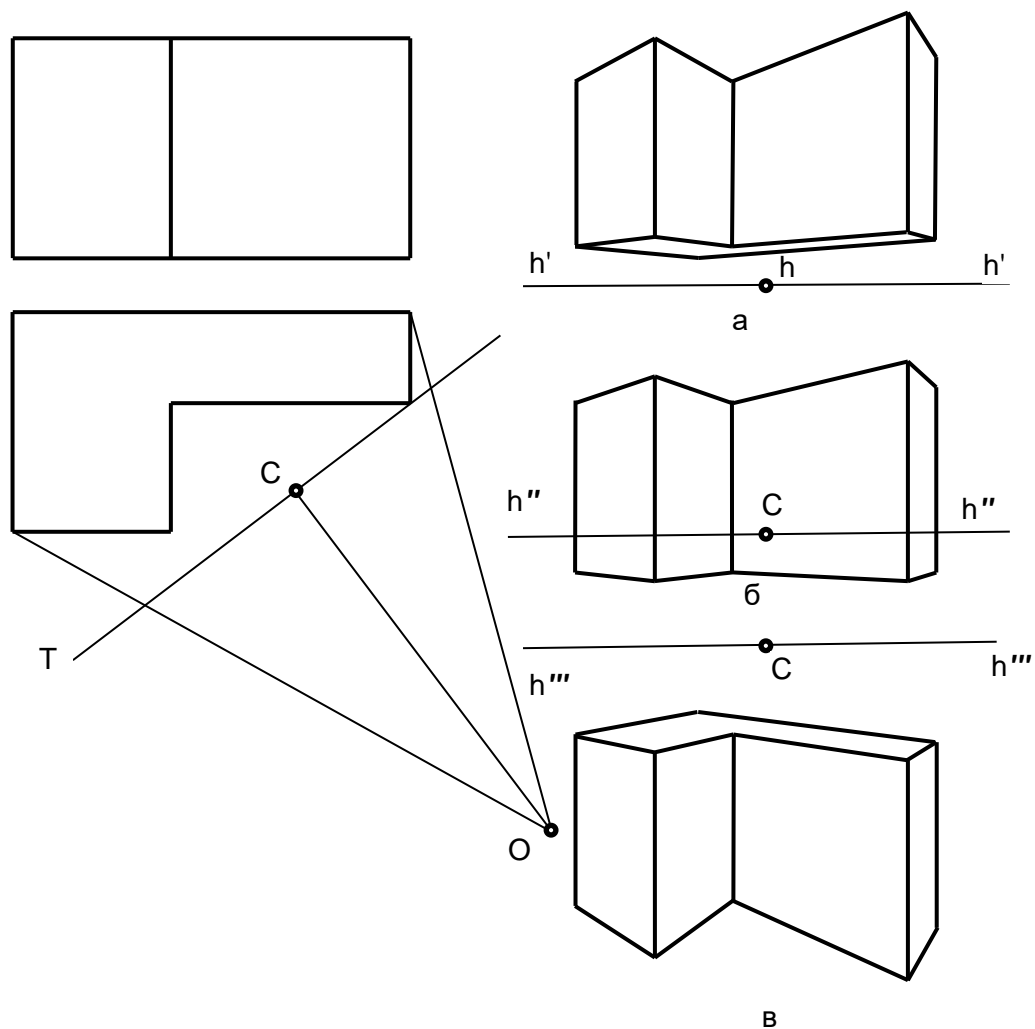


Рис. 4.5

Композиція зображення на аркуші. Визначивши точку зору, положення картинної площини і лінії горизонту, вирішується композиція зображення на аркуші, а також пропорції самого аркушу, на якому komponується перспектива.

Вертикальну компоновку аркушу треба застосовувати, якщо перспективне зображення за своїми пропорціями переважає у вертикальному напрямі (рис. 4.6а), а горизонтальну – коли перспектива з явно вираженою горизонтальною композицією (рис. 4.6б).

Якщо будується перспектива зовнішньої форми (екстер'єр), на аркуші слід передбачити вільні поля навколо зображення, причому, зверху над зображенням – більший простір. При необхідності в композицію перспективи включається навколишнє середовище, небо або пейзаж. Весь процес композиції зображення на аркуші подібний пошуку вдалого кадру при фотографуванні.

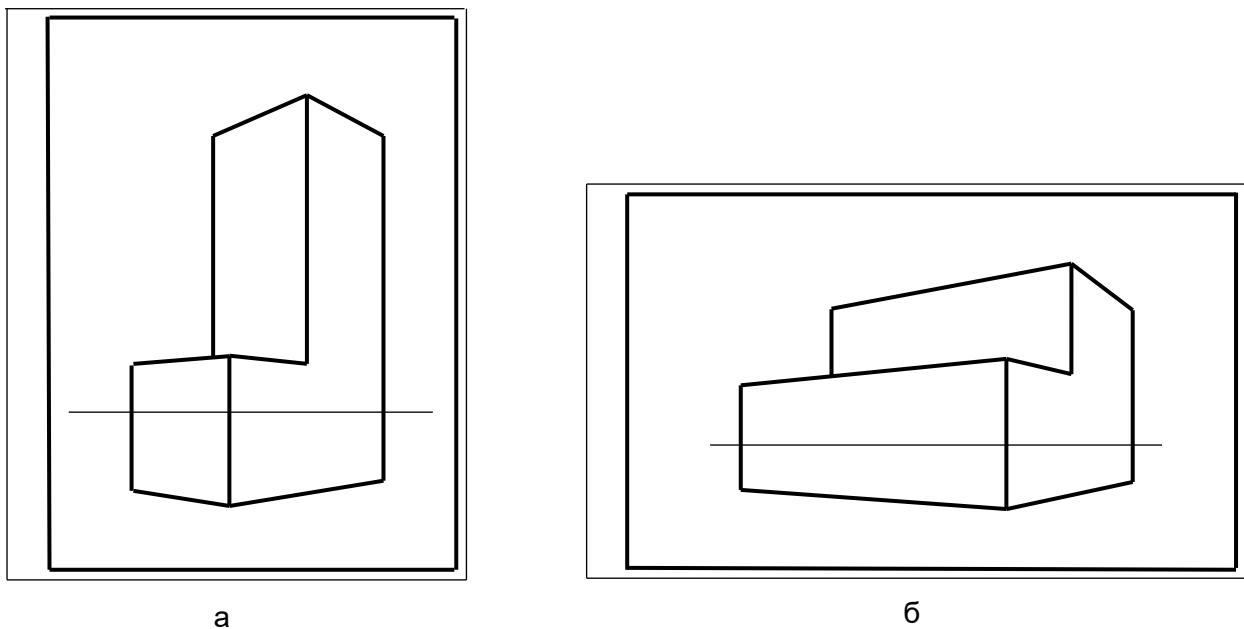


Рис. 4.6

Способи побудови перспективи

Теорія і практика накопичила досить великий арсенал способів і прийомів побудови перспективних зображень, які певною мірою використовують компоненти апарату проєкціювання: точки і лінії збігу, картинні сліди прямих і площин, дистанційні точки, координати і інше.

Дизайнер, художник-модель'єр мають оволодіти найбільш доступними і гнучкими способами, які найчастіше застосовуються в творчій роботі. До таких способів відносяться:

- спосіб з однією, двома точками збігу;
- радіальний спосіб (спосіб Дюрера);
- спосіб прямокутних координат і перспективної сітки.

Спосіб з однією, двома точками збігу.

Цей спосіб передбачає побудову точок збігу паралельних прямих і точок перетину проєкціюючих променів з картиною.

На рис. 4.7а задані ортогональні проєкції об'єкта (план і фасад), форма якого утворена двома паралелепіпедами.

Спочатку на плані:

- обрана проєкція точки зору O ;
- побудований горизонтальний кут зору 3_1O2_1 ;
- проведена бісектриса цього кута, як головний промінь;
- проведений слід картинної площини T перпендикулярно до головного променя;
- визначена головна точка картини C ,
- проведені горизонтальні проєкції променів в характерні точки об'єкту і позначені їх картинні сліди ($1', 2', 3' \dots$).

Картинну площину будують так, щоб її слід проходив через будь-яке вертикальне ребро об'єкта. В цьому випадку це ребро в перспективі буде зображуватись без змін (на рисунку слід картинної площини проведений через ребро 1). На фасаді намічено положення лінії горизонту. Потім з точки зору O проведені прямі паралельні головним напрямом об'єкту до перетину з слідом картинної площини і одержані точки збігу V_1 та V_2 . В обраному масштабі збільшення (2:1) по відношенню до ортогональних проєкцій проведена лінія горизонту hh і лінія основи картини xx ; намічена головна точка картини C ; на лінії горизонту від точки C відкладені відрізки CF_1 та CF_2 і одержані точки збігу V_1 та V_2 (точка збігу V_2 - за межами рисунку). На лінії основи картини побудовані картинні сліди променів ($1', 2', 3', \dots$), з цих точок проведені вертикальні прямі, на яких буде розташована перспектива вертикальних ребер фігури.

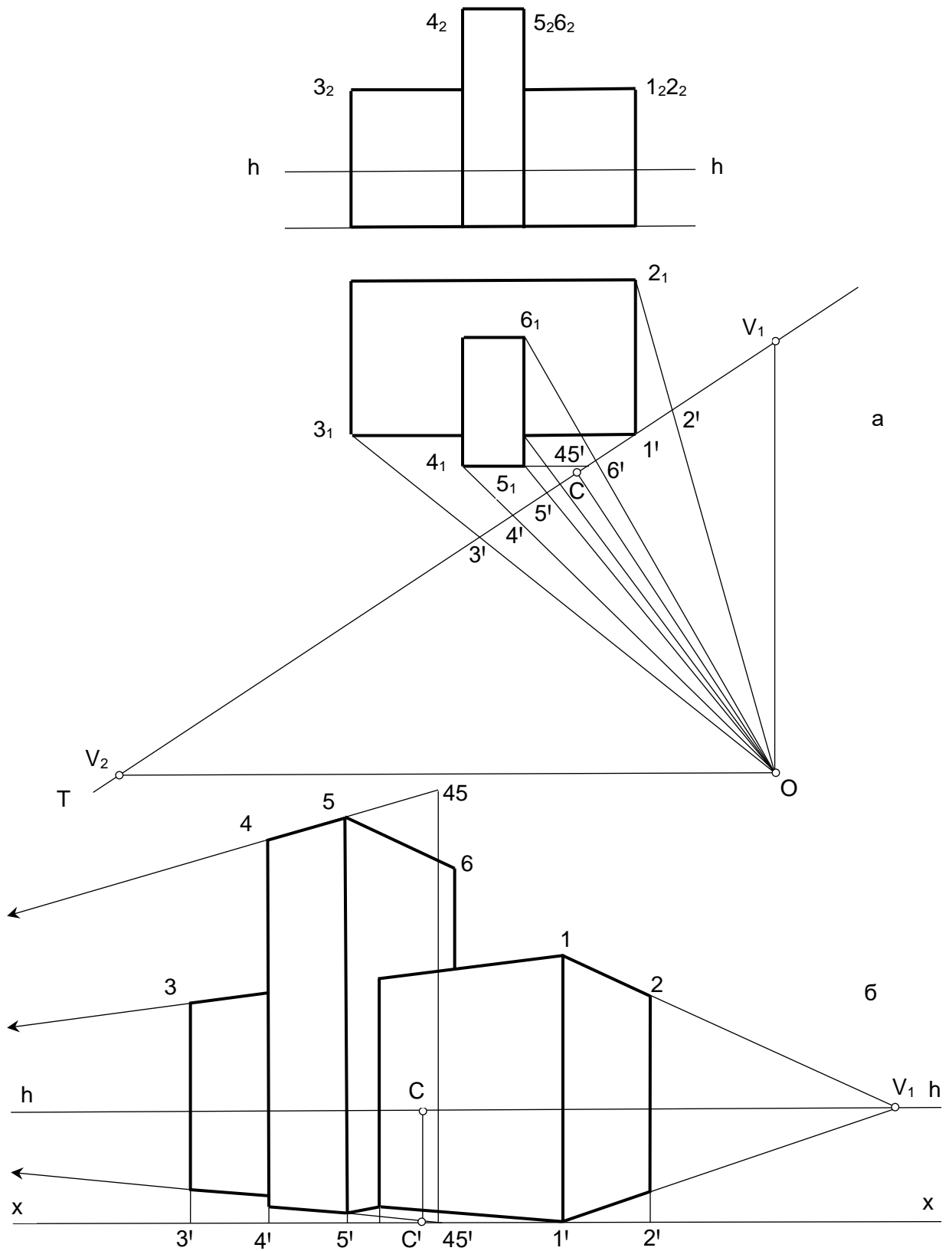


Рис. 4.7

З точки I' на вертикальній прямій відкладений відрізок $I'I$, що дорівнює натуральній величині ребра. З кінців перспективи ребра проведені прямі в точки V_1 та V_2 і в перетині з вертикальними прямими з точок $3'$ і $2'$ одержані перспективи ребер 3 і 2 . Для побудови перспективи ребер 4 і 5 спочатку на плані продовжено ребро 4_15_1 до перетину з картиною в точці $45'$ і від неї на перспективі відкладений відрізок $45'45$, що дорівнює його натуральній величині. З точок $45'$ і 45 також проведено прямі в точку збігу V_2 , які і визначають перспективу цих ребер. Перспективу точки 6 одержано в перетині прямої $5V_1$ з вертикальною прямою з точки $6'$.

Для того, щоб запобігти фіксації точки збігу V_2 за межами рисунку, є можливість будувати перспективу і з однією точкою збігу V_1 . На рис.4.8а задані план і фасад об'єкту і побудований апарат проєкціонування. Всі вихідні побудови на рис.4.8б зроблені по аналогії з попереднім рисунком. Для побудови перспективи вертикальних ребер $4, 5, 6, 7, 8$ їх спочатку винесли на картину - точки $34', 56', 78'$, а потім в перспективі з цих точок відкладені їх натуральні величини ребер. З кінців цих відрізків проведені прямі в точку збігу V_1 , які і визначають перспективу ребер $4, 5, 6, 7, 8$ і ребер, перспектива яких направлена в недоступну точку збігу.

Радіальний спосіб

Побудова перспективи точки цим способом визначається шляхом перетину перспективи прямої, перпендикулярної до картини з слідом променевої площини.

На рис.4.9. заданий план і фасад об'єкту. Через всі точки об'єкту на плані побудовані горизонтальні проєкції промінів і через їх сліди проведені вертикальні прямі. Через ті ж точки на фасаді побудовані перспективи прямих, перпендикулярних до картини (направлені в точку C), які в перетині з вертикальними прямими визначають шукану перспективу. Грань, що співпадає з картиною, зображується в перспективі в натуральну величину.

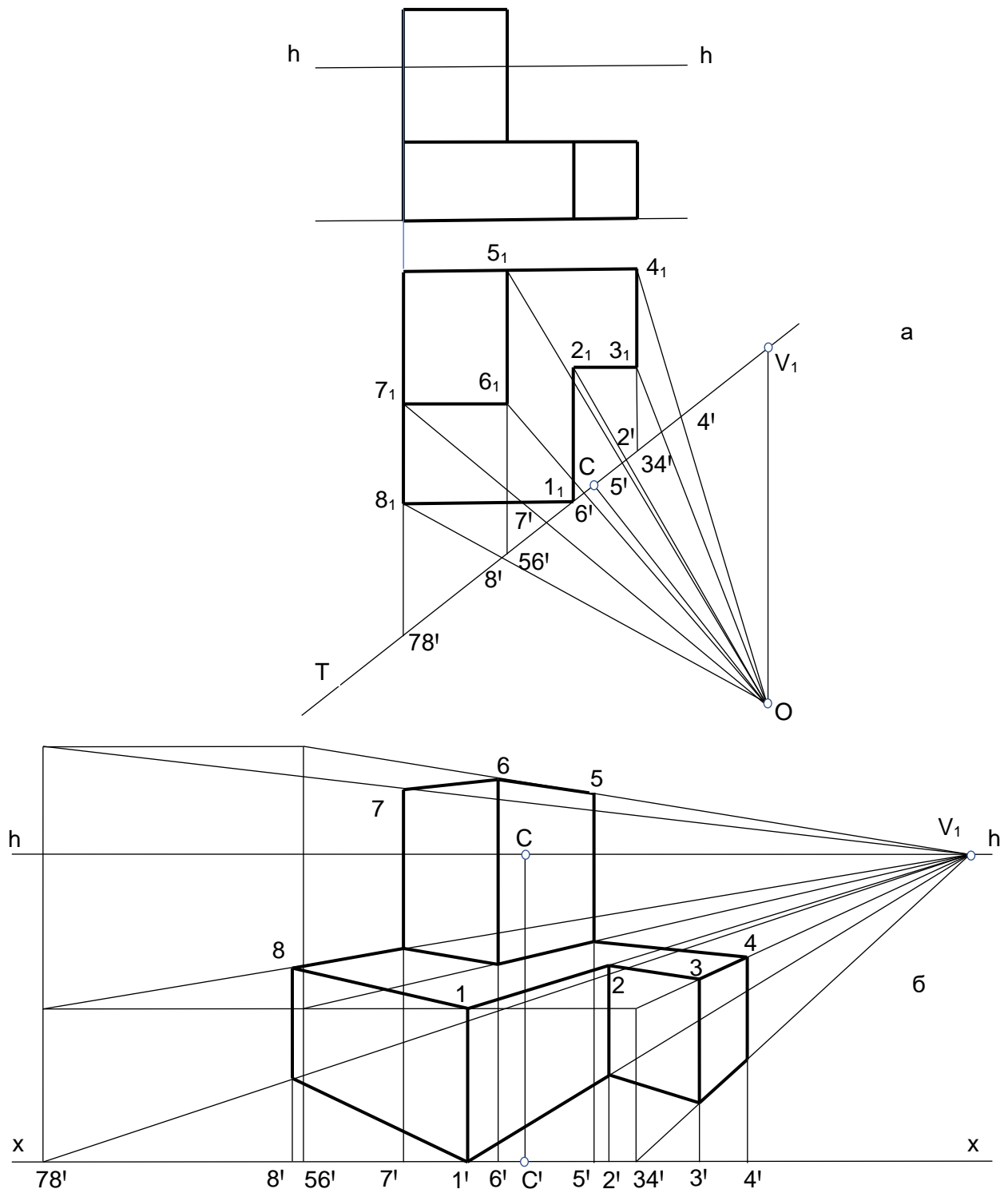


Рис. 4.8

Для побудови кутової перспективи цим способом (рис. 4.10) необхідно накреслити фронтальну проекцію також в повернутому положенні ($2_23_24_25_26_2$).
 Всі інші побудови аналогічні попереднім. Спосіб радіальної перспективи доцільно застосовувати для нескладних за формою предметів. Спосіб дає можливість будувати перспективу без використання точок збігу.

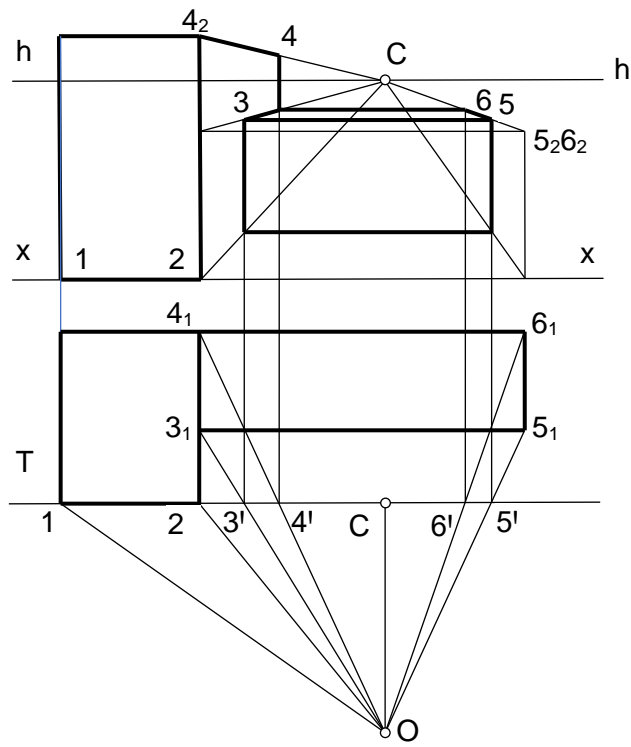


Рис. 4.9

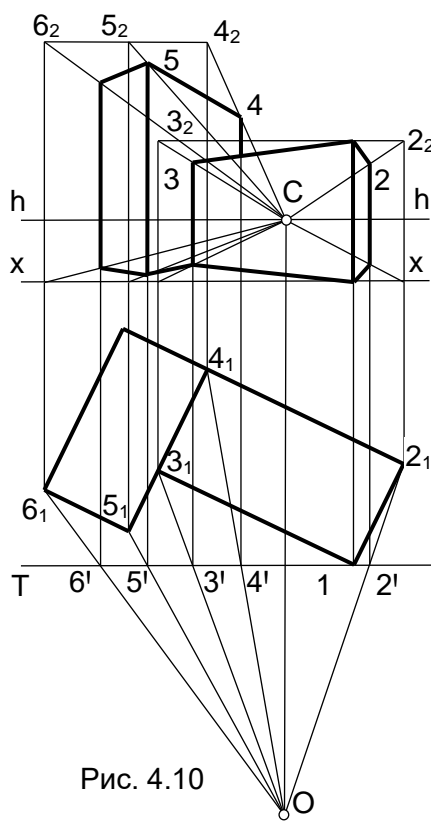


Рис. 4.10

Спосіб прямокутних координат і перспективної сітки.

Спосіб прямокутних координат цілком базується на використанні перспективних масштабів, про що докладно було викладено вище (сторінка 17).

На рис. 4.11а задані план і фасад об'єкту, обрана точка зору O , проведений головний промінь OC і картинна площина T , а також намічена лінія горизонту hh . З усіх горизонтальних проєкцій точок об'єкту проведені прямі, перпендикулярні до картини і визначені їх картинні сліди ($1', 2', 3'...$). На картині обрана довільна точка O' , як початок прямокутних координат. Координатна площина $XO'Z$ співпадає з картиною, координатна площина $XO'Y$ співпадає з предметною площиною, а координатна площина $ZO'Y$ - перпендикулярна до картини (вісь $O'Y$ направлена в точку C).

Цю координатну систему будують в перспективі (рис.4.11б) і на осях $O'X$ та $O'Z$ відкладають натуральні відрізки. Глибинні відрізки $3'3_1, 4'4_1, 5'5_1...$ будують за допомогою дистанційної точки VD_1 . Наприклад, для побудови перспективи вертикального ребра 5 , з точки $5'$ проведена перспектива прямої, перпендикулярної до картини - $5'C$, на якій від точки $5''$ за допомогою дистанційної точки відкладена перспективна довжина відрізка $5'5_1$. На осі $O'X$ від точки $5''$ праворуч відкладений відрізок $5'5_1$ і з кінця відрізка проведена пряма в точку VD_1 . В перетині відповідних прямих одержимо перспективу основи ребра 5 . Перспективна висота ребра одержана за допомогою масштабу висот. Спочатку в площині $ZO'Y$ визначена перспективна довжина відрізка 55_1 , а потім ця довжина відкладена на перспективі самого ребра. Для побудови перспективи ребра 22_1 використана права дистанційна точка VD_2 .

Спосіб перспективної сітки також базується на використанні перспективних масштабів.

Після обрання точки зору і лінії горизонту на план накладається сітка з фронтально розташованих квадратів, сторони яких позначаються літерами і цифрами (рис. 4.12а). Ця сітка будується в перспективі за допомогою дистанційної точки (рис.4.12б).

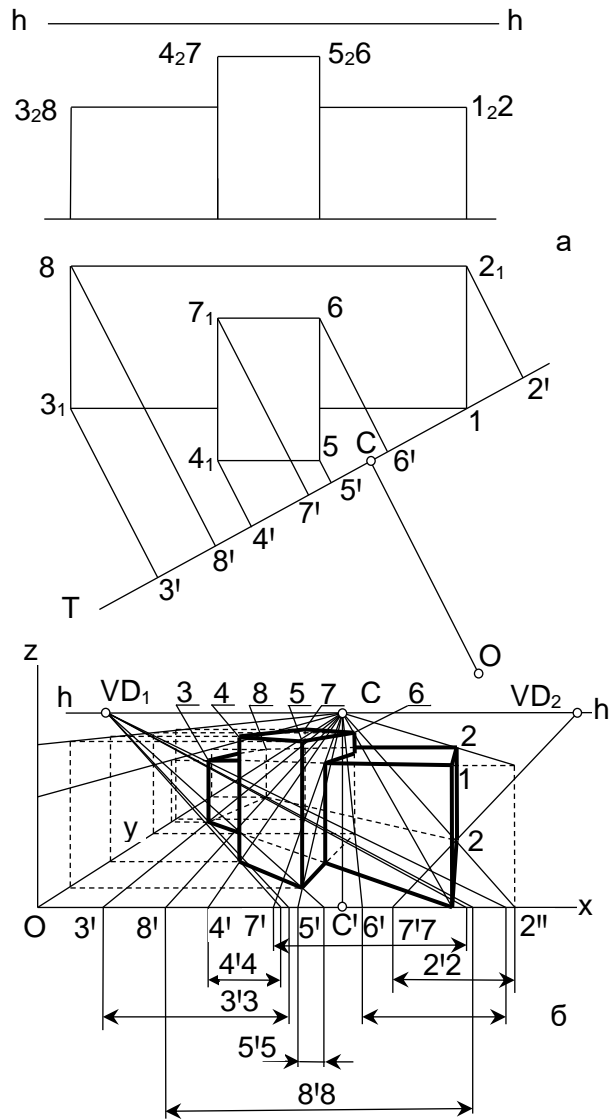


Рис. 4.11

Визначається положення кожної точки плану у відповідному квадраті і переноситься на перспективу цього квадрата. Зрозуміло, що чим менша обрана сторона квадрата, тим точніше будується перспектива точок. З'єднавши одержані точки, побудуємо перспективу основи об'єкту. Висотні розміри будують за допомогою масштабу висот.

Перспективну висоту вертикальних ребер можна одержати і іншим шляхом. На плані в горизонтальному положенні відкладають висоту ребра, переносять цей відрізок на перспективу, а потім приводять цей відрізок в вертикальне положення.

Спосіб перспективної сітки доцільно застосовувати при побудові перспектив об'єктів, які мають складну криволінійну конфігурацію.

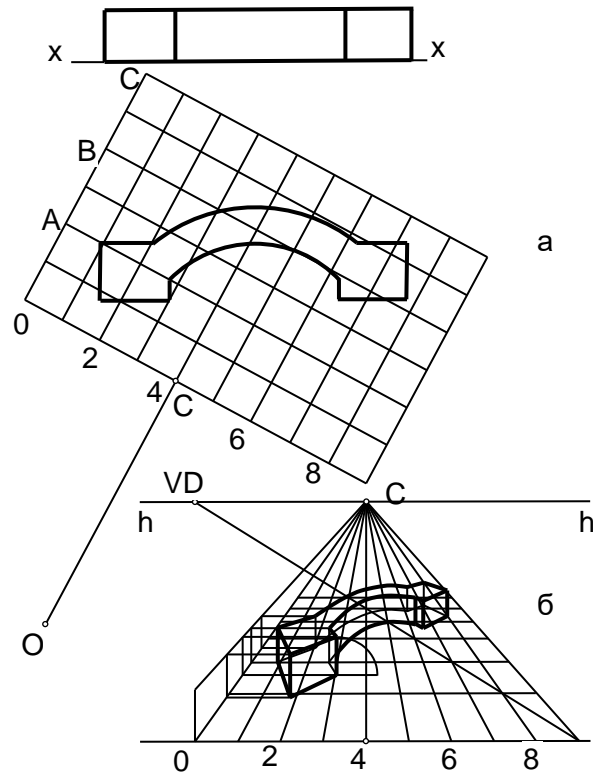


Рис.4.12

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. Яку відстань (рис.4.8) треба відміряти на лінії горизонту h-h для визначення точки збігу V_1 (a-OC; b-CV₁; c-OV₁) ?
2. Яку відстань (рис.4.8) від точки C' треба відміряти на лінії основи x-x для визначення точки 4' (a-C'4'; b-4'4₁; c-O4') ?
3. Яку відстань (рис.4.8) від точки C' треба відміряти на лінії основи x-x для визначення точки 2' (a-C'2'; b-2'2₁; c-O2') ?
4. Яку відстань (рис.4.8) від точки C' треба відміряти на лінії основи x-x для визначення точки 78' (a-C'78'; b-78'7₁; c-78'8₁) ?

5. Тема 4. Перспектива кола, тіл обертання. Перспектива арочного проходу. Побудова додаткових точок кола в перспективі на основі описаного квадрата.

Перспектива кола. Сукупність проєкціуючих променів, направлених з точки зору в точки кола, утворює конічну поверхню, де коло є основа (направляюча), а промені – твірні поверхні. Крива лінія перетину цієї поверхні з картинною площиною і є перспектива кола. В залежності від розташування точки зору відносно кола, його перспективою будуть різні плоскі криві:

а) еліпс, якщо всі без винятку проєкціуючі промені перетинають картину (рис. 5.1а). Еліпс перетворюється в коло, якщо площина кола буде паралельна картині, і у відрізок прямої лінії, якщо коло належить проєкціуючій площині;

б) парабола, якщо картина буде паралельна одній твірній конічної поверхні (рис. 5.1б). На рисунку точка стояння *Sp* співпадає з точкою кола і твірна *OSp* паралельна картині. Перспектива цієї точки кола буде віддалена у нескінченність;

в) гіпербола, якщо дві твірні конічної поверхні паралельні картині (рис. 5.1в). На рисунку це твірні *O1* і *O2*. Перспективи точок *1* та *2* будуть також

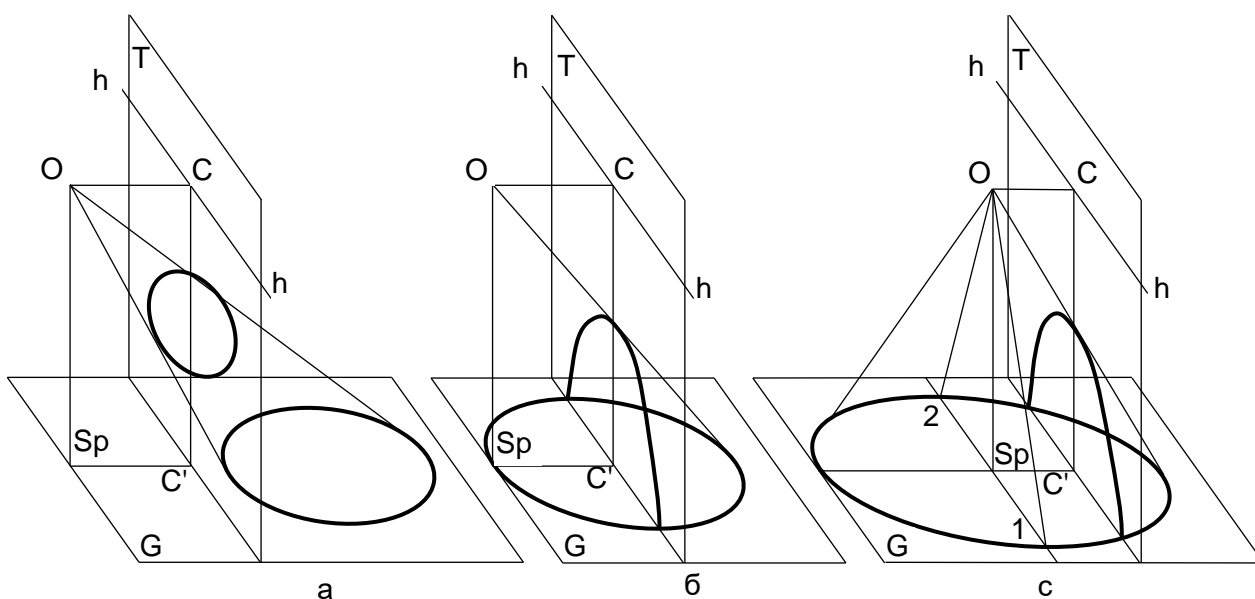


Рис.5.1

віддалені у нескінченність.

Один з найбільш поширених і простих способів побудови перспективи кола є спосіб описаного квадрата, за допомогою якого будується 8 точок еліпса. Спочатку ці точки показані на не спотвореному рисунку кола (рис. 5.2а). Точки *1,2,3,4* – точки дотику сторін квадрата до кола, а точки *5,6,7,8* – точки перетину

діагоналей квадрата з колом. Пряму **56** побудовано з точки **N** на стороні квадрата. Цю точку можна визначити такими геометричними побудовами: а) з кінців половини сторони квадрата **A** і **I** проводять прямі під кутом 45° до **AI** і від точки **I** за допомогою циркуля відкладають відрізок, що дорівнює довжині отриманого катета або б) з точки **I** проводять пряму під кутом 45° до **EI** і дугу радіусом **IE**. Пряма, проведена з точки перетину цих ліній перпендикулярно до **IE** також визначить точку **N**.

На рис. 5.2б побудована перспектива кіл, які належать площинам, перпендикулярним до картини (горизонтальній, вертикальній і нахиленій).

Будемо вважати, що діаметри кіл, головна точка **C**, лінія горизонту, основа картини і дистанційна точка – задані.

Спочатку побудована перспектива квадрата **ABKE** в горизонтальній площині (сторони квадрата обрані паралельно і перпендикулярно до картини).

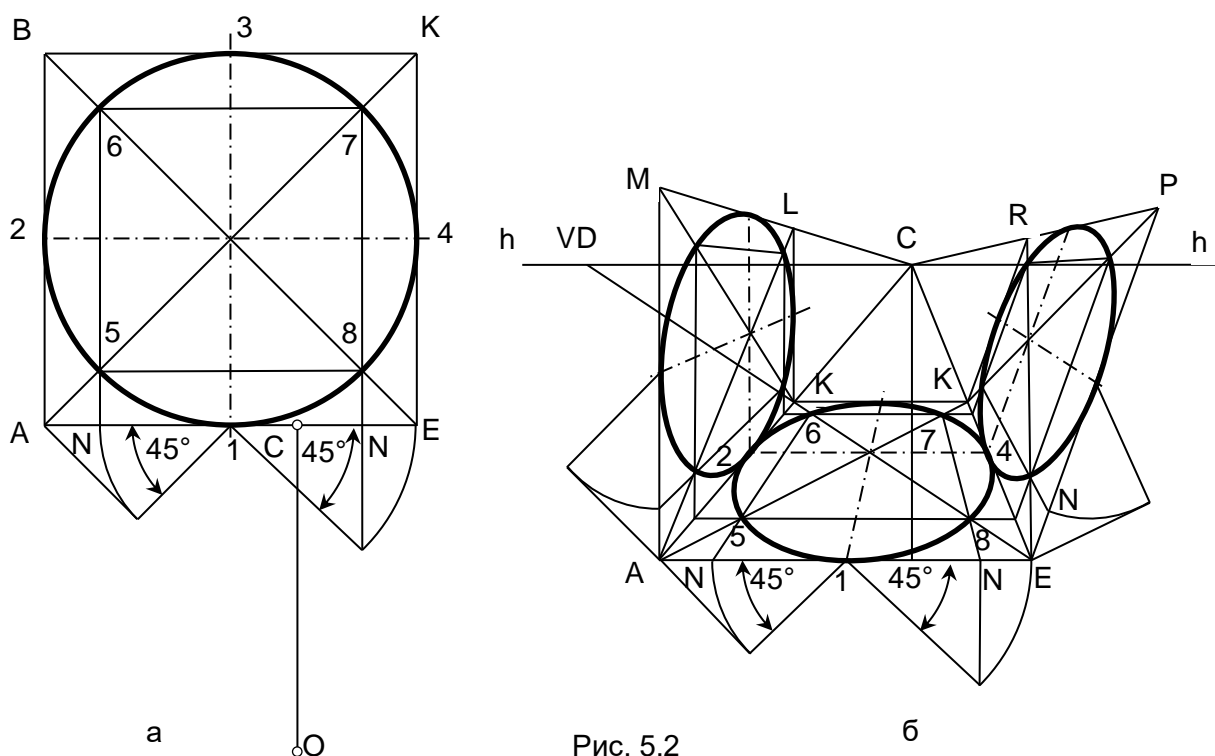


Рис. 5.2

На лінії основи від довільної точки **A** відкладена сторона квадрата **AE**, що дорівнює заданому діаметру кола. З точки **E** проведена пряма **E-VD** (в

дистанційну точку), яка визначить другу сторону квадрата AB . Попарно паралельні прямі AB і EK та AE і BK утворюють перспективу квадрата. Перетин діагоналей квадрата AK і BE визначає перспективу центра кола. Перспектива взаємно перпендикулярних прямих, проведених через цей центр, визначить чотири точки $1,2,3,4$ еліпса. Для отримання точок $5,6,7,8$ на діагоналях побудована точка N на половині сторони перспективи квадрата (одним з наведених способів (рис.5.2) і з неї проведена пряма NC .

Аналогічно будується перспектива кола у вертикальній і нахиленій площинах.

Неважко помітити, що точки на діагоналях перспектив квадратів у вертикальній і нахиленій площинах, можна побудувати шляхом проведення відповідних прямих з точок $5,6,7,8$.

Також слід відмітити, що перспектива центра кола і центра еліпса не співпадають.

Якщо задана перспектива квадрата, сторони якого не паралельні картині (рис.5.3), для одержання точок еліпса на діагоналях необхідно будь-яку половину сторони «винести» на картину і отримати на ній точку N . Пряма NV_2 визначить точки 1 і 2 на діагоналях.

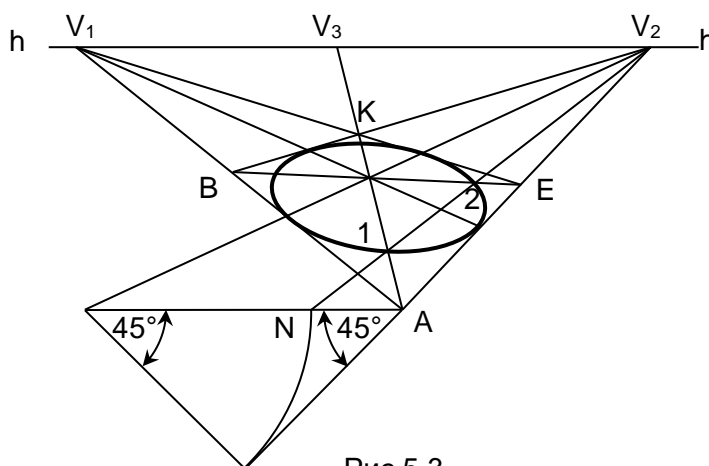


Рис.5.3

На рис.5.4 вже в задану перспективу половини квадрата $ABKE$, площину якого розміщено вертикально під певним кутом до картини (в просторі $2AB=AE$), треба вписати перспективу півкола. На горизонтальній прямій з точки A відкладено два радіуса кола ($AL=LM=AB$). Пряма ME визначить точку збігу V_3 прямих її паралельних. На відрізку AM відомим способом побудовано точку N (див. попередній рисунок). Прямі, проведені в точку V_3 з точок N і L , поділять перспективу відрізка AE в необхідному відношенні. Решта побудов зрозуміла з рисунку.

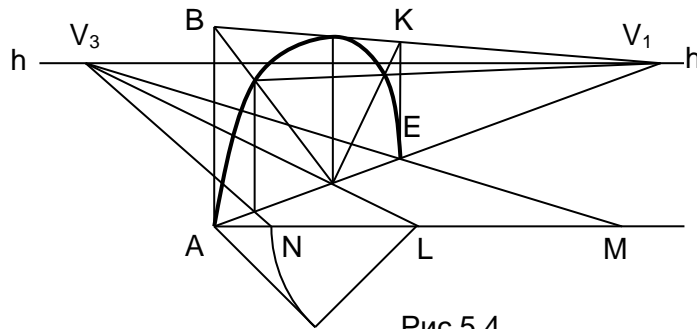


Рис.5.4

За великого розміру еліпса восьми точок буває недостатньо. В цьому випадку можна побудувати будь-яку кількість проміжних точок. Пояснення такої побудови подано на рис. 5.5а. На продовженні прямої AB обрана довільна точка L і побудований трикутник AKL . Через точку M перетину висот LN і BK цього трикутника проведена третя висота AE . Точка E належить колу тому, що трикутник AKE прямокутний і спирається на діаметр. Ці ж самі побудови виконані і в перспективі (рис. 5.5б).

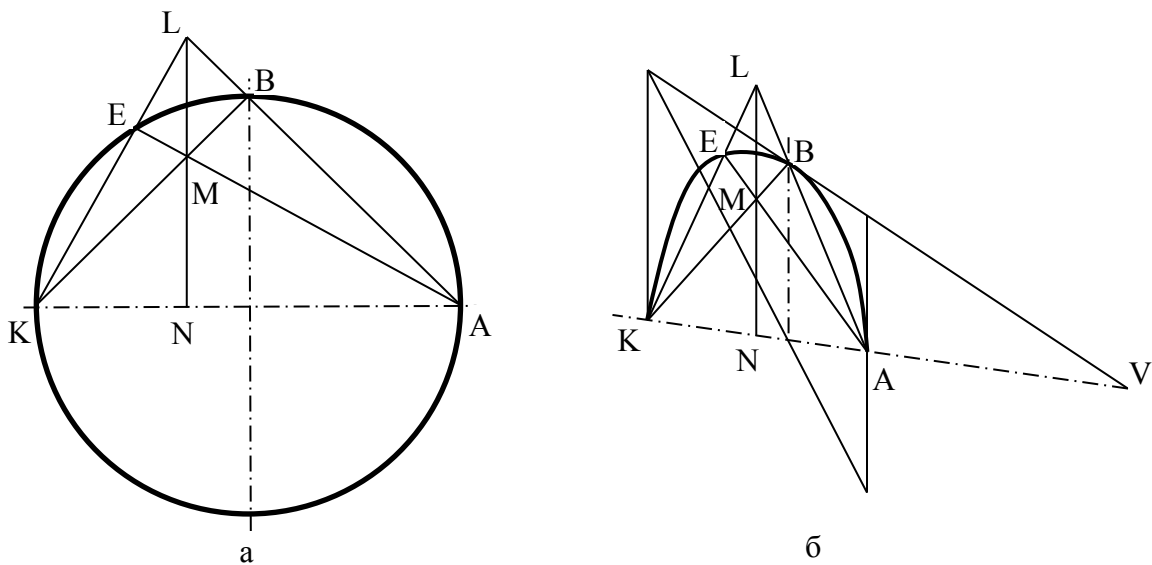


Рис. 5.5

За великого розміру еліпса восьми точок буває недостатньо. В цьому випадку можна побудувати будь-яку кількість проміжних точок. Пояснення такої побудови подано на рис. 5.5а. На продовженні прямої AB обрана довільна точка L і побудований трикутник AKL . Через точку M перетину висот LN і BK цього трикутника проведена третя висота AE . Точка E належить колу тому, що трикутник AKE прямокутний і спирається на діаметр. Ці ж самі побудови виконані і в перспективі (рис. 5.5б).

На рис. 5.6 побудована перспектива концентричних кіл. Задана перспектива кола діаметром $1-2$ і треба побудувати перспективу

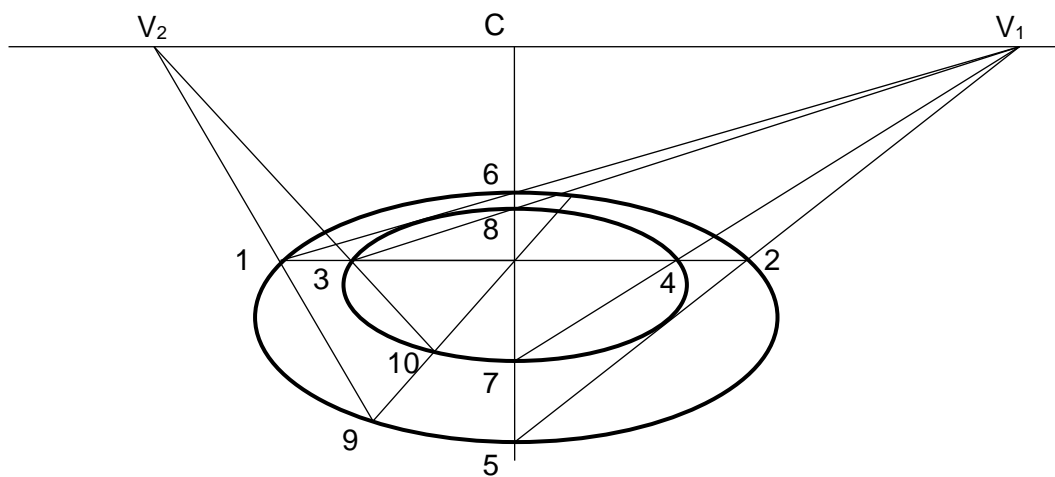


Рис. 5.6

концентричного кола діаметром $3-4$. Рішення задачі ґрунтується на тому, що відповідні хорди кіл паралельні. Знайдена точка збігу V_1 хорд $5-2$ і $1-6$. Хорди меншого кола з точок 3 і 4 визначають точки 7 і 8 . Через довільну точку 9 побудовано діаметр, на якому знайдена відповідна точка 10 шляхом визначення точки збігу V_2 хорди $1-9$, а потім побудови хорди $3-10$ їй паралельної.

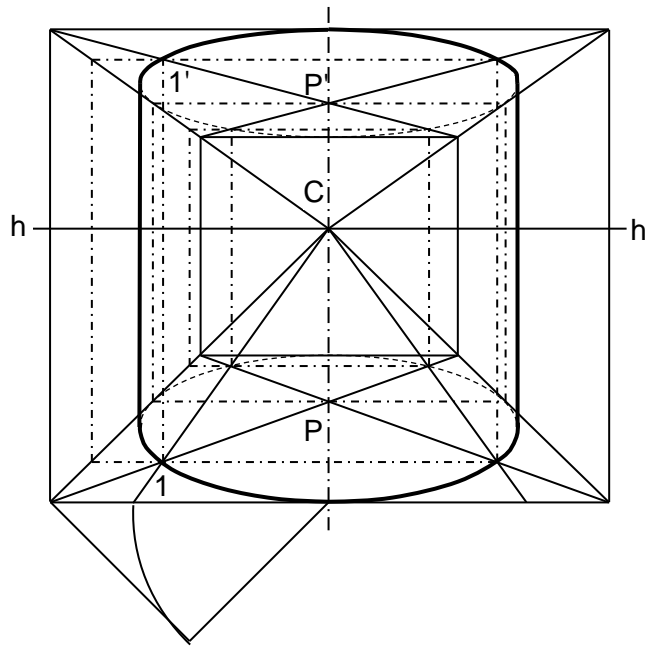


Рис. 5.7

На рис. 5.7 побудовано перспективу двох однакових за розміром співвісних кіл в паралельних площинах. Перспективу нижнього кола з центром P побудовано за допомогою описаного квадрата і 8 точок. Перспективу верхнього кола з центром P' можна побудувати, визначивши перспективну висоту всіх 8 точок за допомогою масштабу висот і глибин (на рисунку довжина відрізка $I-I'$ визначена таким способом), або шляхом побудови описаного квадрата з діагоналями (вертикальні прямі з точок нижнього кола визначають на відповідних лініях точки верхнього кола).

На цьому ж рисунку зображено перспективу прямого кругового циліндра. При побудові перспективи циліндра необхідно точно окреслювати еліпси з тим, щоб контурні (крайні) твірні були дотичні до них.

На рис. 5.8 побудовано перспективу двох однакових за розміром співвісних півкіл в вертикальних площинах. Спочатку побудовано перше півколо. Для одержання відповідних точок в другій площині через точки півкола A, B, K, E, N і їх вторинні проєкції a, b, k, e, n проведені прямі в точку V . З відповідних вторинних проєкцій точок в другій площині (a', b', k', e', n') проведені вертикальні прямі до перетину з прямими з точок A, B, K, E, N .

Якщо кола розташовані в площинах паралельних картині, їх перспектива зображується також колами. На рис. 5.9 зображена перспектива співвісних кіл (центри розташовані на прямій перпендикулярній до картини), які утворюють циліндричні склепіння.

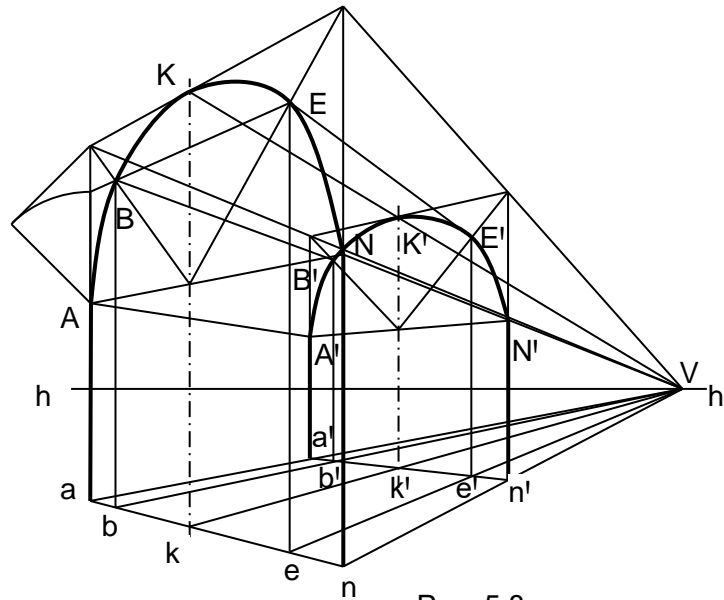


Рис. 5.8

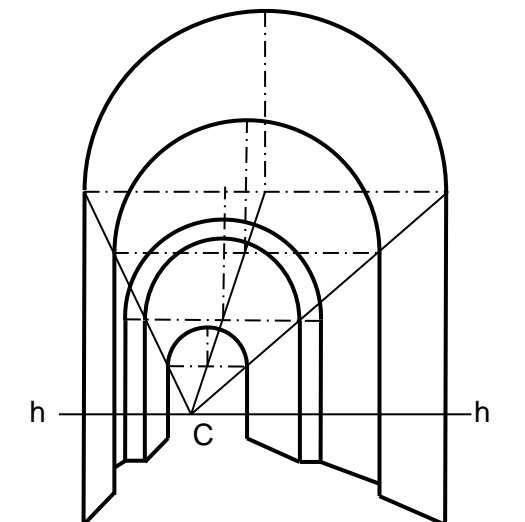
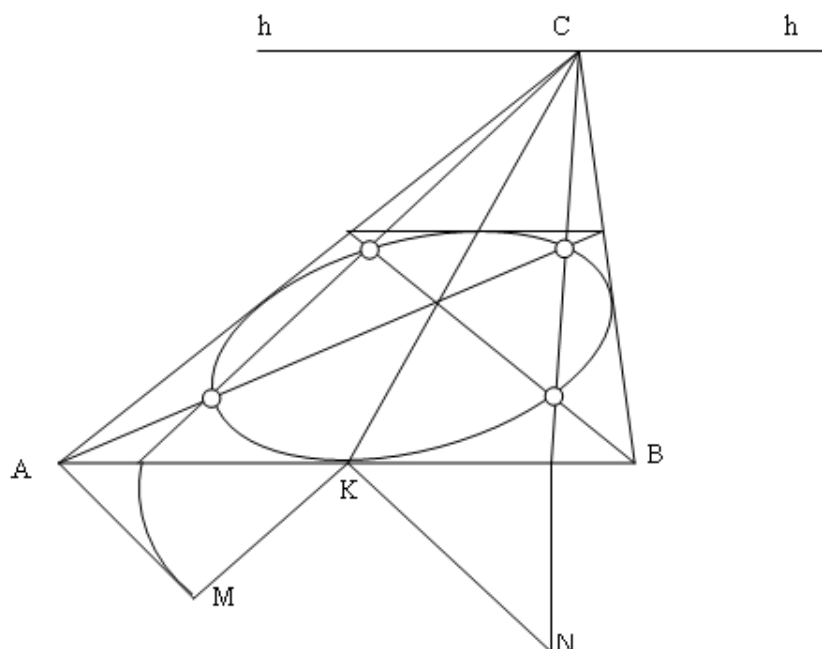


Рис. 5.9

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. Який кут (1-30 °, 2-45 °, 3-60 °, 4-90 °, 5-100 °) складають катети АМ і КМ до гіпотенузи АК при визначенні точок перспективи кола на діагоналях описаного квадрата?
2. Який кут (1-30 °, 2-45 °, 3-60 °, 4-90 °, 5-100 °) складають відрізки ВК і КN при визначенні точок перспективи кола на діагоналях описаного квадрата?
3. Якому відрізку дорівнює відрізок КN (а-ВК; b-КМ; c-АМ) при визначенні точок перспективи кола на діагоналях описаного квадрата?
4. Яка крива (а-елвпс; b-парабола; c-гіпербола) є перспективою кола, якщо всі твірні проєкціюючого конуса (рис. 5.1) перетинають картинну площину ?
5. Яка крива (а-елвпс; b-парабола; c-гіпербола) є перспективою кола, якщо одна



твірна проєкціюючого конуса (рис. 5.1) паралельна картинній площині ?

6. Яка крива (а-елвпс; b-парабола; c-гіпербола) є перспективою кола, якщо дві твірні проєкціюючого конуса (рис. 5.1) паралельні картинній площині ?

6.Тема 5. Перспектива інтер'єру. Особливості побудови фронтальної і кутової перспективи інтер'єру закритих приміщень.

На рис. 6.1 задані план (горизонтальний розріз) і фасад (фронтальний розріз) приміщення, перспективу якого необхідно побудувати.

Перспективу інтер'єра можна будувати як фронтальну (більш просту в побудовах), так і кутову.

Для побудови фронтальної перспективи обирається картинна площина T паралельно одній з основних площин об'єкту, намічається точка зору O (нагадаємо, її доцільно змістити з глибинної площини симетрії) і обирається лінія горизонту hh .

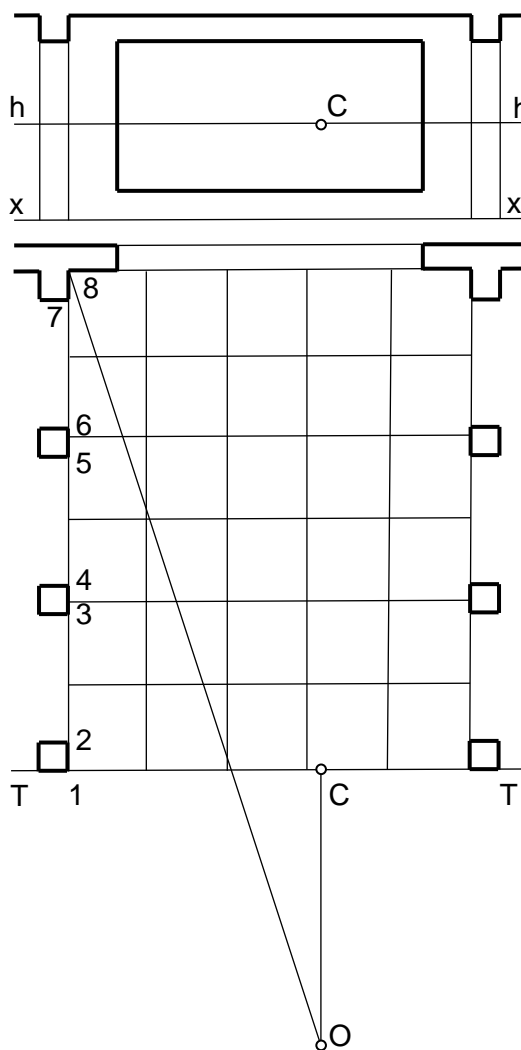


Рис. 6.1

Фронтальну перспективу інтер'єра (рис. 6.2) виконано збільшеною вдвічі відносно розмірів ортогональних проекцій і знову з використанням перспективних масштабів. Перспективний поділ глибинної прямої $1-8$ виконано за допомогою дробової дистанційної точки $VD/2$. Відрізки $12, 34, 56...$ також зменшені вдвічі і в даному прикладі відкладені не на основі картини, а на верхній горизонтальній прямій. Це в деякій мірі розвантажить побудови в

предметній площині. Всі інші побудови аналогічні тим, що були виконані в попередніх рисунках, де використані перспективні масштаби.

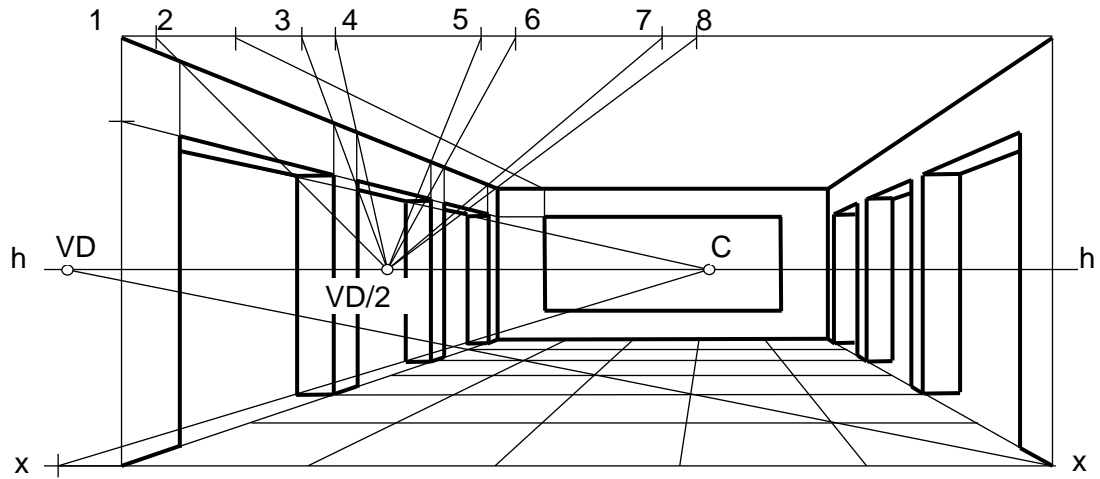


Рис. 6.2

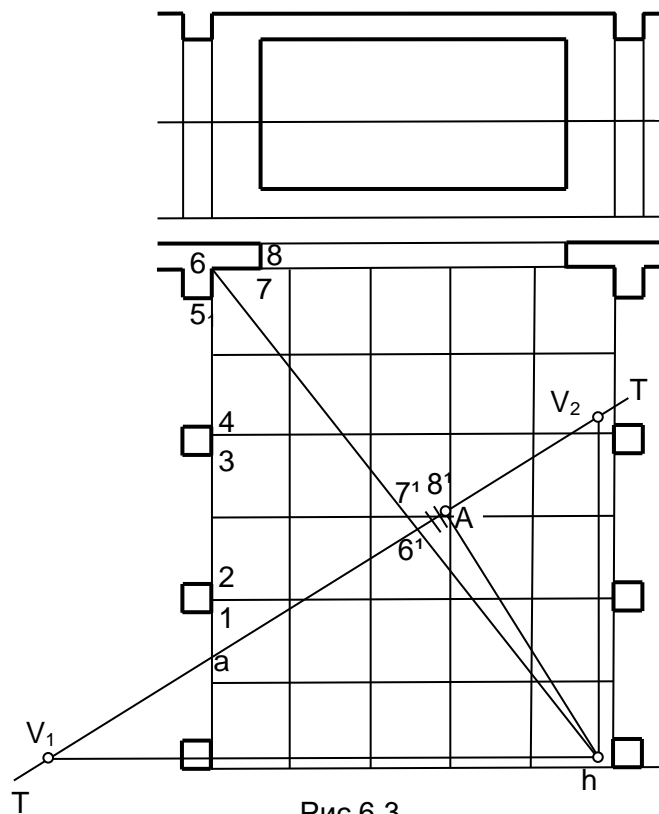


Рис.6.3

Побудова кутової перспективи цього інтер'єру виконано з плану і фасаду наданого на рис. 6.3, де обрано точку зору O і картинну площину T , намічено напрям головного променя OC і визначені точки збігу V_1 і V_2 глибинних і поздовжніх прямих приміщення. Кутову перспективу (рис. 6.4) побудовано з двома точками збігу, але перспективний поділ прямої ab виконано інакше, ніж шляхом побудови точок перетину проєкціюючих променів з картиною.

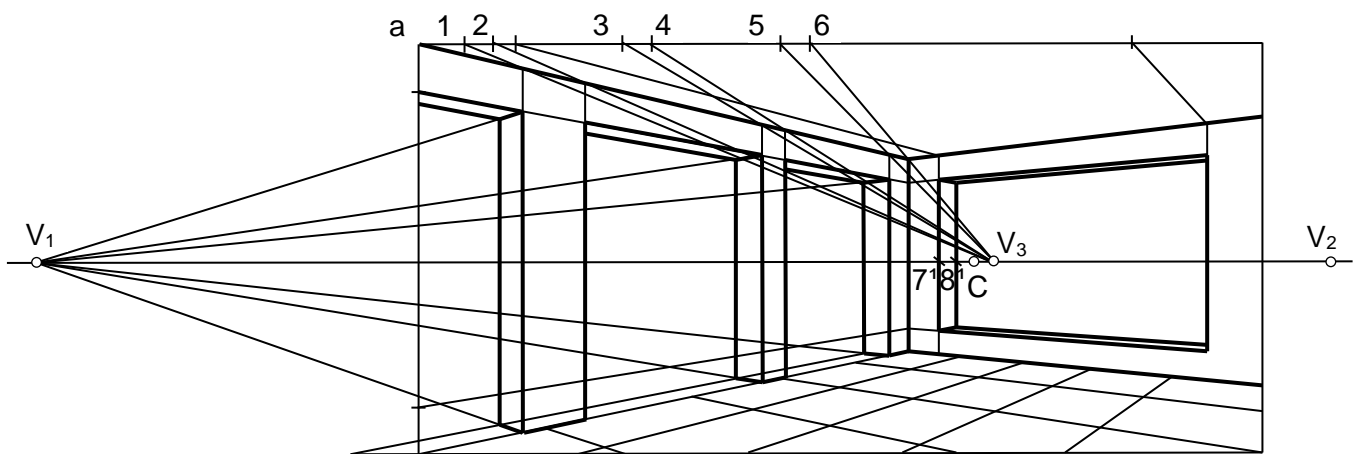


Рис. 6.4

Спочатку побудована перспектива кута приміщення **6**. Потім на горизонтальній прямій від точки **a** відміряні натуральні величини відрізків **a1**, **12**, **23**, **34**, **45**, **56**. Побудувавши пряму з точки **б** в їй відповідну до перетину з лінією горизонту, одержимо точку збігу V_3 паралельних прямих, які відсікатимуть на перспективі прямої ab пропорційні відрізки. Цей прийом дає більш точний результат побудов, ніж спосіб слідів проєкціюючих променів. Інші побудови зрозумілі з рисунку.

На рис.6.5 надано приклад перспективи інтер'єра без ліній побудов.

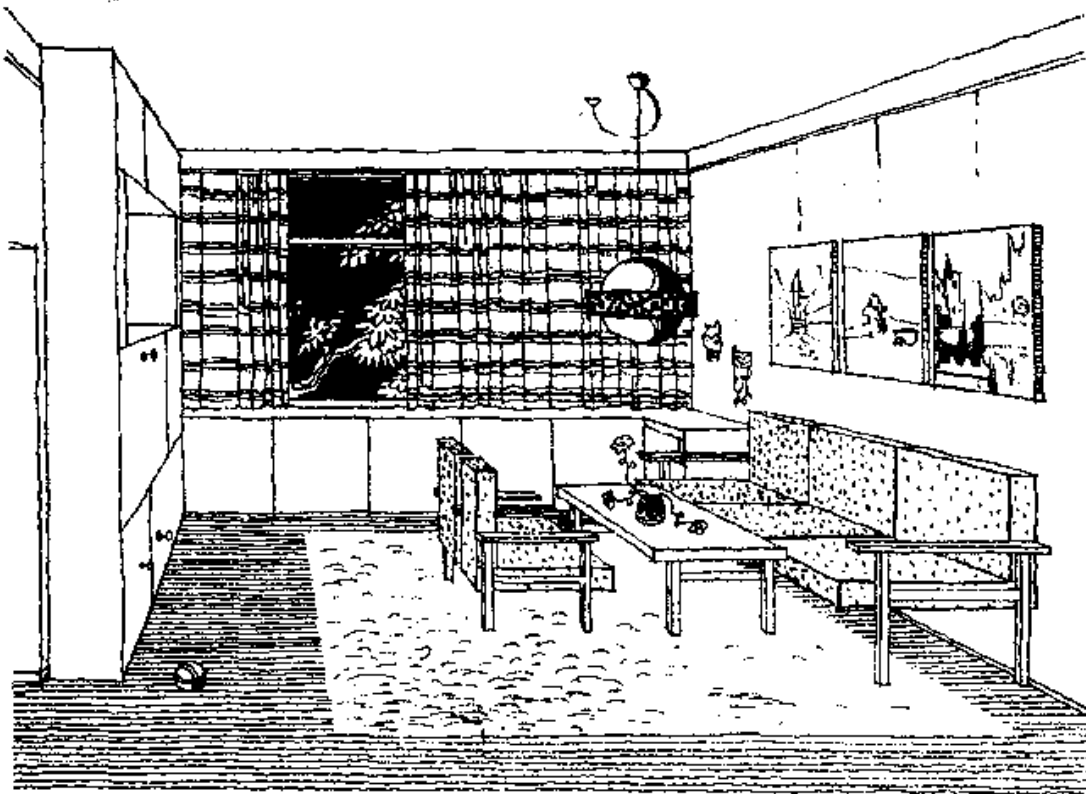


Рис. 6.5

Нижче наведені приклади побудови перспективи окремих фрагментів, які виконані способами не в їх "чистому" виді, а в комбінації різних компонентів апарату преміювання.

На рис. 6.7 побудована перспектива аркади, яку виконано в комбінації різних компонентів апарату проєкціювання. Побудова перспективи основного масиву аркади, прямокутну призму 1-А-В, виконуємо за допомогою точок бігу V_1 і V_2 і двох радіальних площин, побудованих з точки зору O в точки I і B . Перспективу усіх точок арок - з використанням пропорційного поділу.

Після побудови основного масиву (в масштабі збільшення 2:1) з точки A будуємо горизонтальну пряму, на якій відкладаємо відрізки між точками: $A-2-3-4-5-6-7-8-9-10-B$, - відповідні точкам на виді спереду: $A_2-2_2-3_2-4_2-5_2-6_2-7_2-8_2-9_2-10_2-B_2$. Відстані від точки поділу A допускається відкладати на лінії подільного масштабу не збільшеними.

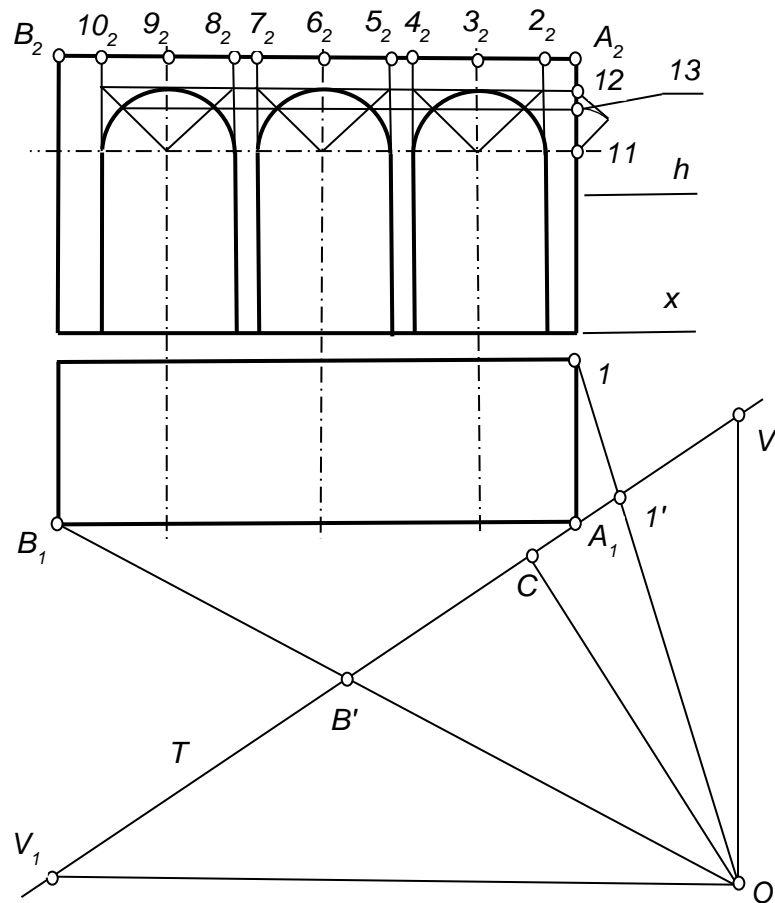


Рис. 6.6

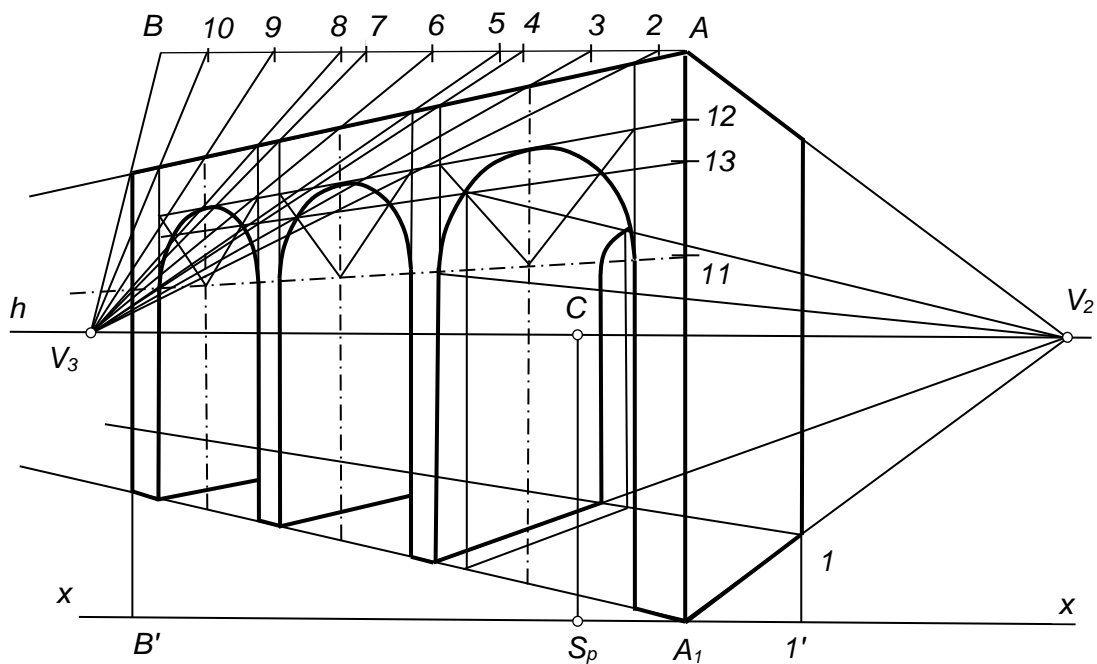


Рис. 6.7

З'єднуємо кінцеву точку В з відповідною точкою масиву аркади прямою лінією

до перетину з лінією горизонту h . Отримуємо точку збігу V_3 .

Побудовані промені з V_3 через точки $A-2-3-4-5-6-7-8-9-10-B$ визначають на лінії масиву аркади пропорційні точки ділення. Ребро A знаходиться в картинній площині, тому висоти до точок $11, 12, 13$ відкладаємо на його перспективній проекції з урахуванням масштабу. Отримані точки з'єднуємо з точкою збігу V_1 . Це дозволить виконати побудову масштабу висот. Перетин побудованих ліній з вертикальними, проведеними з отриманих точок пропорційного поділу, визначить відповідні вертикальні лінії арок. Для побудови дуг еліпсів контурів аркових проходів використовуємо описані квадрати і проміжні точки, що належать напів діагоналям описаних квадратів. Проміжні точки напів діагоналей визначені в перетині з прямою, паралельною осі квадрата, з точки 13 в точку збігу V_1 . Точка 13 визначена за допомогою рівнобедреного прямокутного трикутника $11-12-13$, катети якого нахилені під кутом 45° до гіпотенузи $11-12$. Відрізок $11-13$ дорівнює катету.

Лінії арочних проходів в предметній площині спрямовані в точки збігу V_1, V_2 . Лінія арочного склепіння ближчої арки с задньої сторони аркади частково буде видна и побудована за точками симетричними фасадному контуру з використанням проекцій на предметну площину.

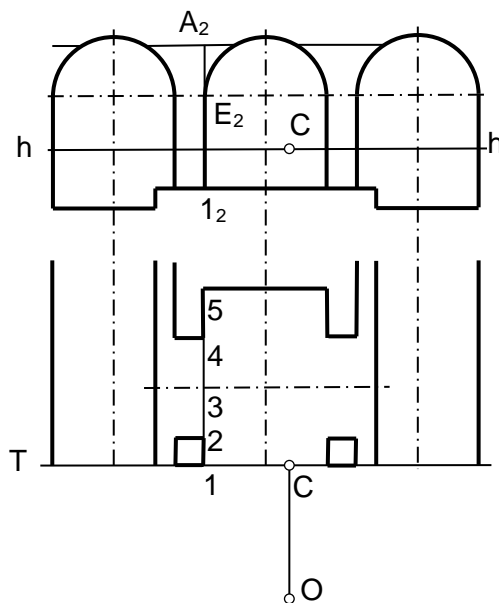


Рис. 6.8

На рис. 6.9. показано побудову фронтальної перспективи інтер'єра, який складається з двох циліндричних склепінь з горизонтальними твірними: глибинним і поздовжнім, причому, діаметр півциліндра поздовжнього склепіння трохи менший ніж глибинного. В перетині півциліндрів утворюється просторова крива лінія, перспективу якої і необхідно побудувати.

На рис. 6.8 задані план (горизонтальний розріз) і фасад (фронтальний розріз) об'єкту, який, мабуть, нагадує підземну платформу метро. На плані намічена картинна площина T , точка зору O і головна точка картини C , а на фасаді - лінія горизонту hh .

В перспективі фронтальне півколо глибинного склепіння зображується без спотворення Побудова перспективи цього циліндричного склепіння виконана так, як це зроблено на рис. 5.9.

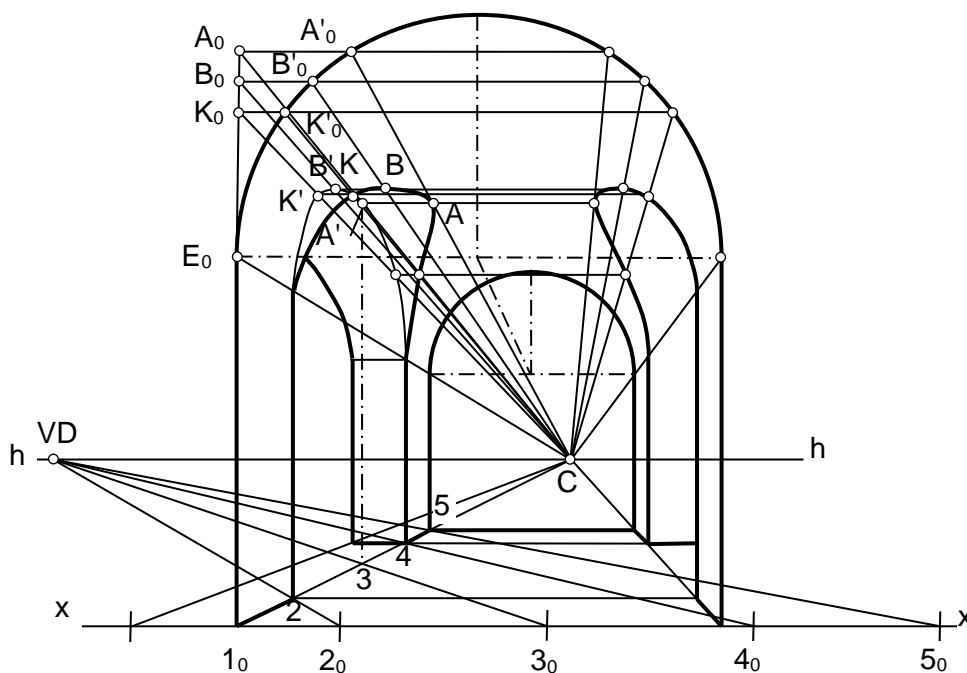


Рис. 6.9

Потім будується перспектива півкола поздовжнього півциліндра в вертикальній площині (показана тонкою лінією). З деяких точок цього півкола (A' , B' , K') проведені горизонтальні прямі - твірні півциліндра, на яких треба одержати точки їх перетину з глибинним півциліндром. Для цього спочатку ці

точки прямими CA' , CB' , CK' винесені на картину (точки A_o , B_o , K_o). З цих точок проведені горизонтальні прямі до перетину з півколом глибинного півциліндра (точки A'_o , B'_o , K'_o). Відрізки $A_oA'_o$, $B_oB'_o$, $K_oK'_o$ є натуральні величини твірних поздовжнього півциліндра. На прямих A'_oC , B'_oC і K'_oC одержимо точки A , B , K ,

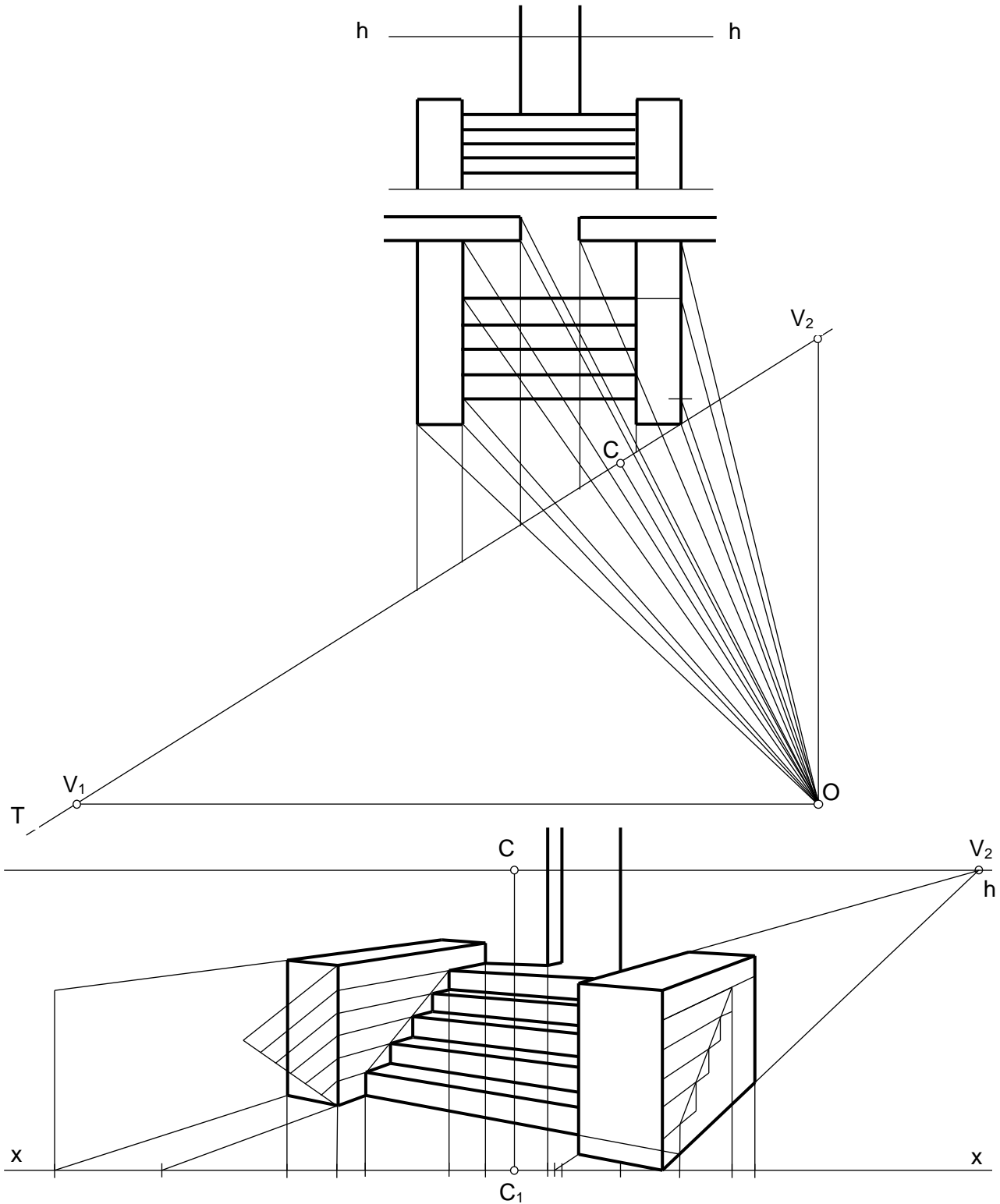


Рис. 6.10

що належать кривій лінії перетину півциліндрів. З'єднавши одержані точки плавною кривою лінією таким чином, щоб вертикальні ребра бічного проїма були до неї дотичні, одержимо шукану лінію перетину півциліндрів. Точки кривої лінії в правому проїмі побудовані на перетині горизонтальних прямих з точок *A*, *B*, *K* і симетричних твірних глибинного півциліндра.

На рис.6.10. побудована перспектива ганку, який утворений п'ятьма східцями з двома парапетами. Для побудови східців ребра правого і лівого парапетів розбиті на частини, пропорціональні висотним розмірам на фасаді, і побудована нахилена площина, яка розчленована на східці.

Таким чином, перспектива східців одержана без використання лівої недоступної точки збігу V_1 .

І, нарешті, на рис. 6.11 побудована фронтальна перспектива інтер'єра виставкового залу з подіумом. Всі побудови аналогічні тим, що були в попередніх рисунках.

Точка зору *O* на плані не показана, але якщо на рисунку зафіксована дистанційна точка *VD*, то відстань точки зору від обраної картини легко встановити (*OC* дорівнює *C-VD*). На рисунку показано, як за допомогою масштабу висот визначена перспективна висота фігур людей, які стоять в різних точках приміщення (на підлозі і на подіумі) при умові, що їх зріст однаковий. Натуральна величина зросту показана фігурною дужкою.

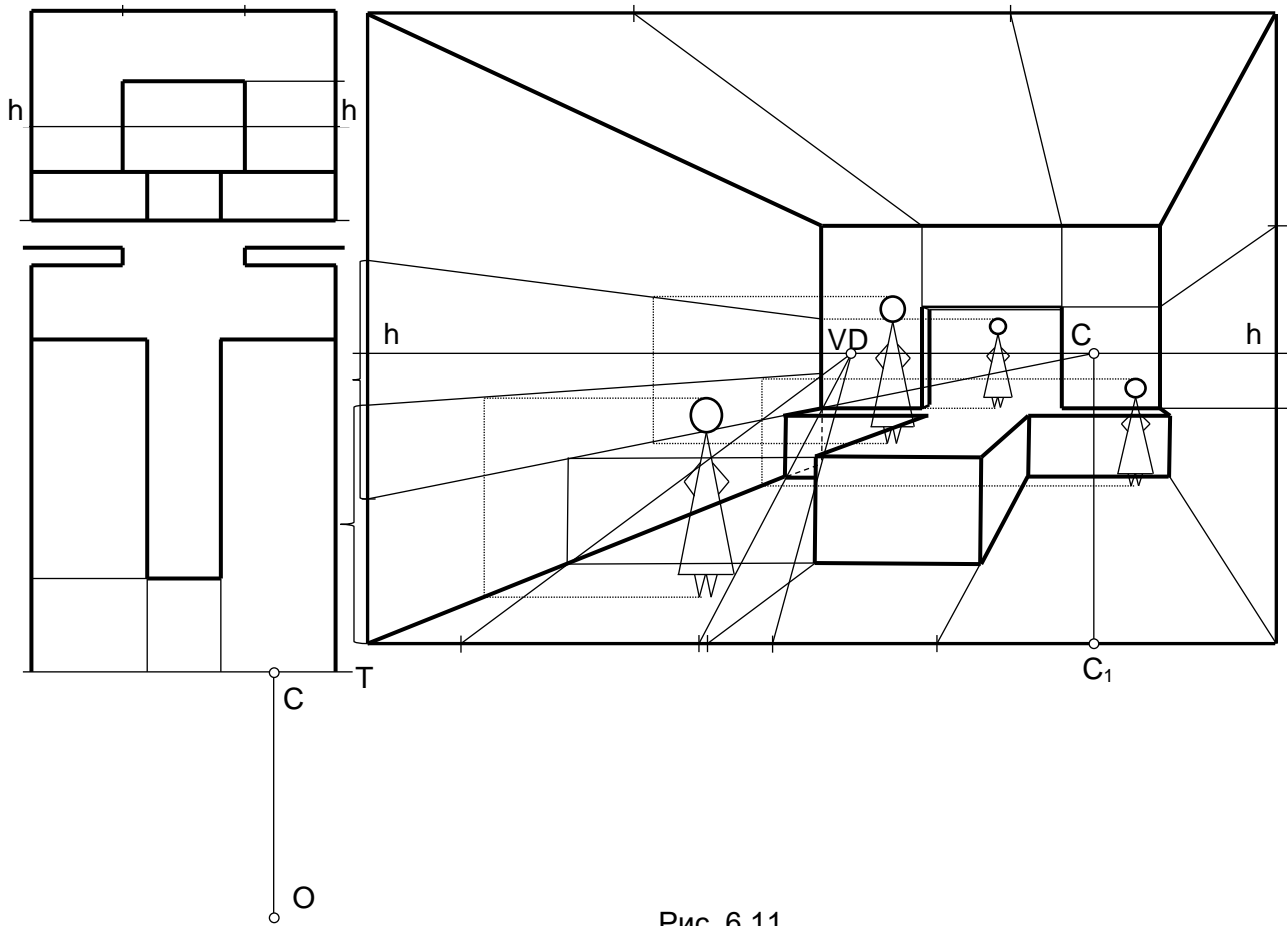


Рис. 6.11

Побудова ШИРОКО КУТОВИХ перспектив.

Іноді виникає необхідність будувати перспективу з горизонтальним кутом зору значно більшим, ніж той, що рекомендований (в межах 40°). Але, як було вказано, на периферії зображення виникають значні спотворення. Для усунення цих спотворень теорія і практика розробила багато різних прийомів.

Найбільш простий і доступний спосіб виправлення спотворень полягає в тому, що предмет (рис.6.12.) спочатку проєкціюють на циліндричну поверхню, вісь якої проходить через точку зору O_I , а потім одержані точки проєкціюються з нової точки зору O'_I на картинну площину T , дотичну до циліндра. Точка O'_I віддалена від картини на відстань, що дорівнює подвійної головної зорової відстані ($O'_I C_I = 2 \cdot O_I P_I$).

Наприклад, горизонтальна проекція променя O_1I_0 перетинає циліндричну картину в точці I'_0 , яка потім променем $O'_1I'_0$ проєкціюється на картину в точку I''_0 і, таким чином, звичайна проєкція точки I_0 зміщується в бік головної точки C .

Як показала практика, спосіб дає цілком задовільні результати при кутах зору до 70° .

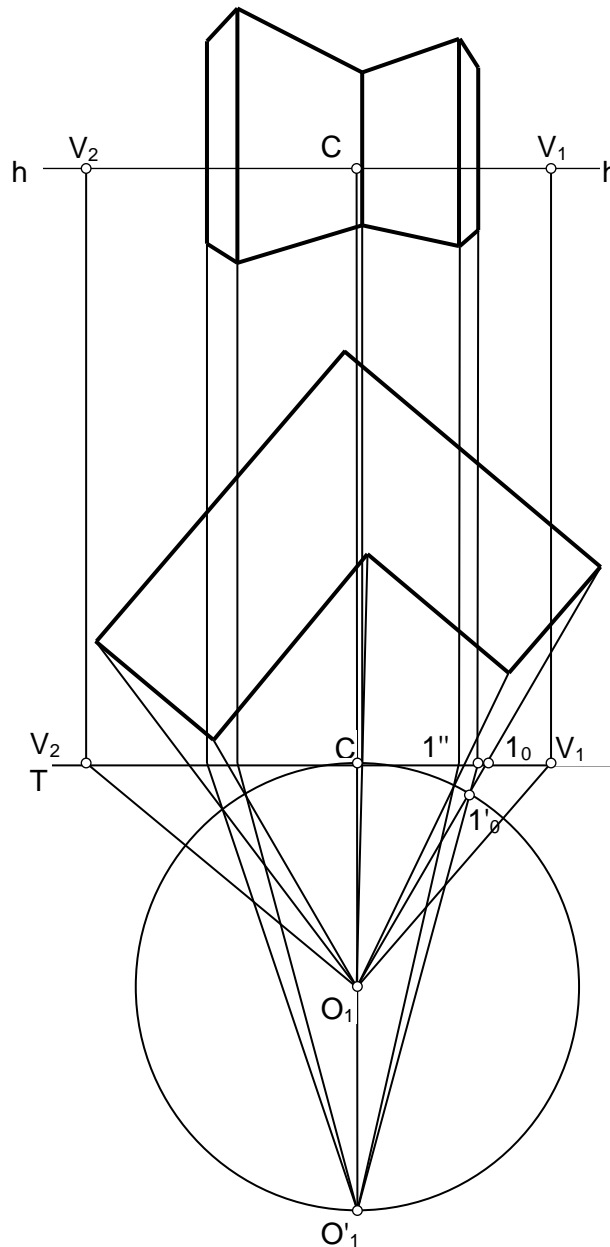


Рис. 6.12

Цей спосіб свого часу був запропонований проф. Пономарьовим А.М. [5].

Розділ 2. Тіні в перспективі. Відображення

7. Тема 6. Тіні в перспективі. Побудова падаючих та власних тіней гранних і кривих поверхонь (призми, піраміди, циліндра, конуса).

Загальні зауваження. З метою зробити перспективу більш наочною і виразною, більш достовірною і реалістичною зображення доповнюють побудовою тіней. Питання освітленості і затінення включають в себе як побудову границь світла і тіней, так і ступінь освітленості окремих ділянок поверхонь. В даному розділі розглядається в основному геометрія побудови контурів тіней.

На рис. 7.1. зображена непрозора куля, яка освітлюється джерелом світла з

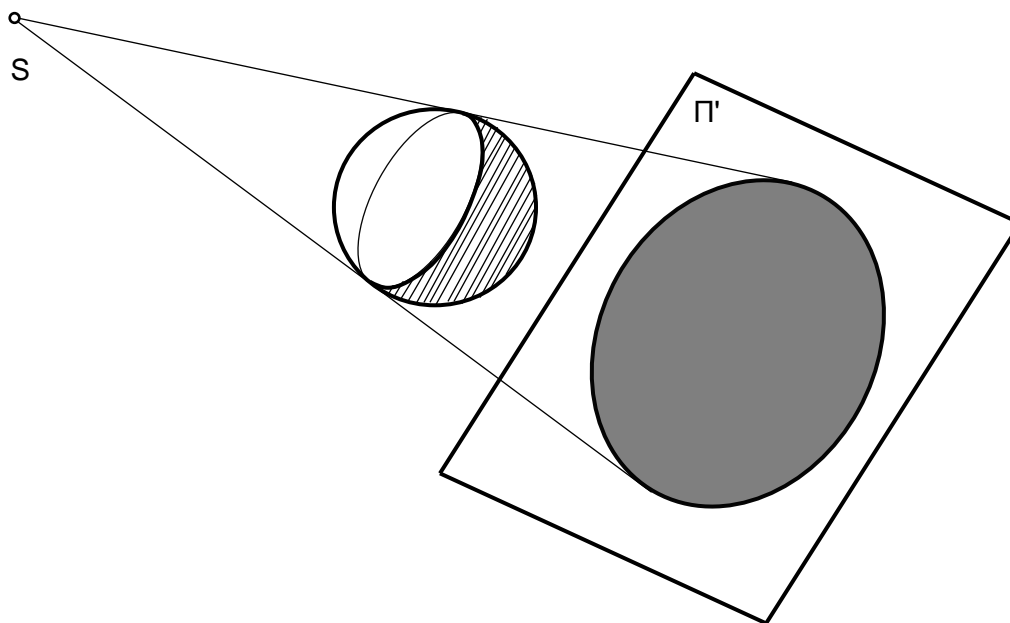


Рис. 7.1

точки S - точки світіння. Частина поверхні кулі, на яку падають світлові промені, буде освітленою, а частина кулі з протилежної сторони від джерела світла буде знаходитись в тіні. Ця тінь називається власною тінню. Лінія, яка розділяє освітлену і неосвітлену частини називається контуром власної тіні. Непрозора куля затримує на освітленій поверхні світлові промені і на площину P' падає тінь, яка називається падаючою тінню. Сукупність світлових променів, дотичних до поверхні кулі, утворює променеву обгортуючу поверхню, перетин якої з площиною P' і визначить контур падаючої тіні. Таким чином, контур падаючої тіні є тінь від контуру власної тіні. Тому, при побудові тіней, перш

за все, необхідно визначити контур власної тіні, а потім вже будувати контури падаючих тіней.

Вибір джерела світла обумовлюється композиційними міркуваннями, які переслідують мету найбільш повно виявити просторове зображення предмета, але при всіх умовах це світлове джерело повинно відповідати реальним умовам освітленості.

Джерело освітлення може бути природним - сонце, або штучним - лампа, ліхтар. При сонячному освітленні в більшості будують тіні при зображенні екстер'єрів, а при штучному - тіні в інтер'єрах.

Оскільки сонце віддалено на дуже велику відстань, можна вважати, що сонячні промені паралельні. Для завдання перспективи сонячного променю (як і будь-якої прямої) необхідно крім перспективи променю мати його вторинну проекцію на предметну площину і їх точки збігу. Точка збігу вторинних проекцій завжди буде співпадати з лінією горизонту, а точка збігу світлових променів розташується на вертикальній прямій, проведеній з точки збігу вторинних проекцій.

При штучному освітленні задається перспектива точкового джерела і його проекції на площину, на яку падає тінь.

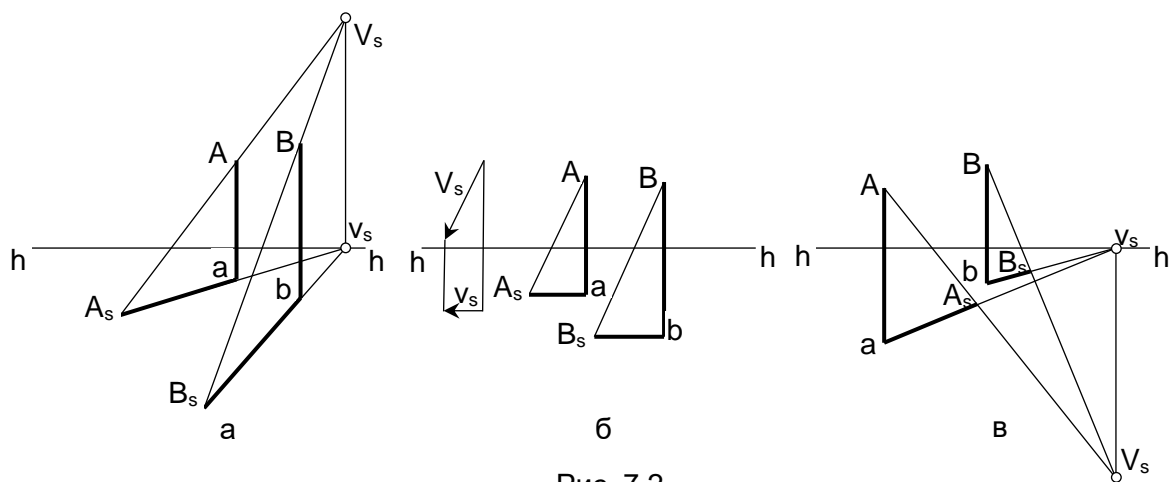


Рис. 7.2

5.2. Тіні при сонячному освітленні.

Можливі три варіанти розташування джерела освітлення відносно глядача.

Перше положення сонця - перед глядачем. В цьому випадку точка збігу світлових променів буде вище лінії горизонту, а точка збігу проєкцій світлових променів - на лінії горизонту (рис.7.2.а).

На рисунку задане положення сонця (V_s, v_s) і перспективи двох точок - A і B та їх вторинні проєкції - a та b . Для побудови тіней цих точок на предметну площину проведені промені V_sA та V_sB і їх проєкції - $v_s a$ та $v_s b$. Перетин променів з їх проєкціями визначить тіні точок A_s та B_s . Перспектива тіней від вертикальних відрізків Aa та Bb зображається відрізками $A_s a$ та $B_s b$.

Друге положення - сонячні промені паралельні картинній площині (рис. 7.2.б).

В цьому випадку перспектива сонячних променів показана паралельними прямими (точка їх збігу - невласна точка), а проєкції променів - паралельними основи картини.

Трєтє положення - сонце розташоване позаду глядача ліворуч (рис. 7.2.в). Точка збігу сонячних променів буде розташована праворуч нижче лінії горизонту.

Слід зауважити, що чим вище положення сонця на небосхилі, тим більша

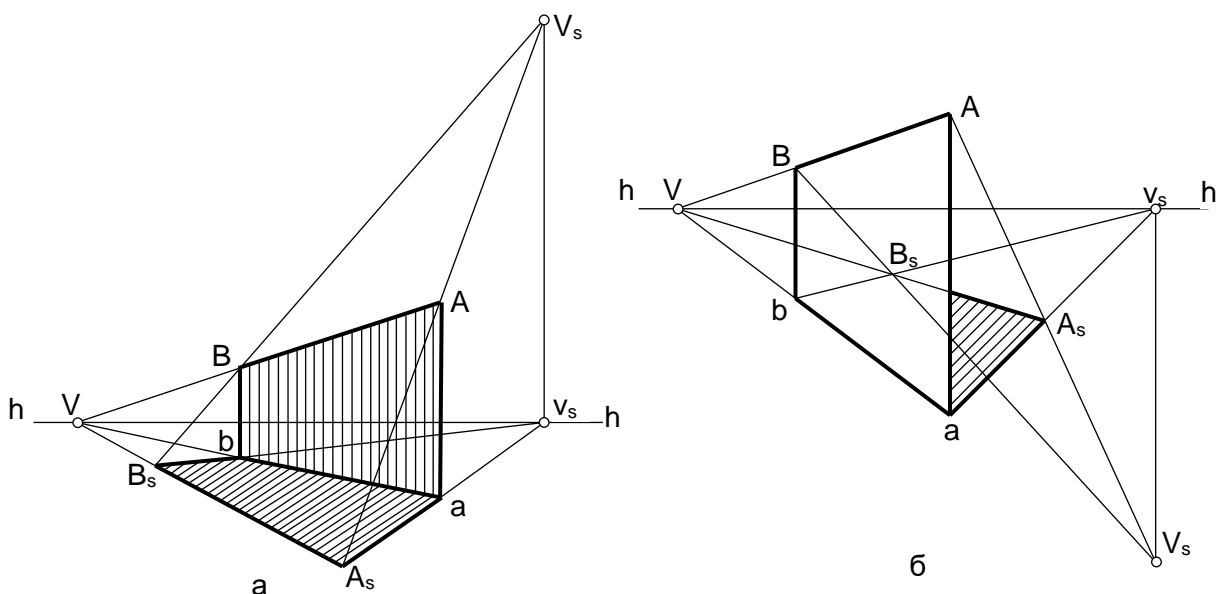


Рис. 7.3

відстань точки збігу світлових променів від лінії горизонту і тим коротшими будуть тіні від вертикальних прямих.

На рис. 7.3 показана побудова тіней від вертикальних прямокутників з розташуванням джерела світла попереду (а) і позаду (б). В першому випадку видима площина прямокутника знаходиться у власній тіні. У другому випадку - площина прямокутника освітлена, а власна тінь - на зворотній стороні.

На рис.7.4.а задана перспектива призматичного тіла і точка збігу світлових променів V_s , v_s . Як було сказано раніше, контур падаючої тіні є тінь від контуру власної тіні. Тому спочатку визначений контур власної тіні призми. Тінь від вертикального ребра Aa падає ліворуч від грані $aABb$ і тому ця грань буде у власній тіні. У власній тіні буде і грань $bBEe$. Таким чином, контуром власної тіні призми буде ламана лінія $aABEe$. Від цього контуру і побудований контур падаючої тіні. Тіні від ребер AB і BC будуть паралельні їм, тобто, направлені у відповідні точки збігу.

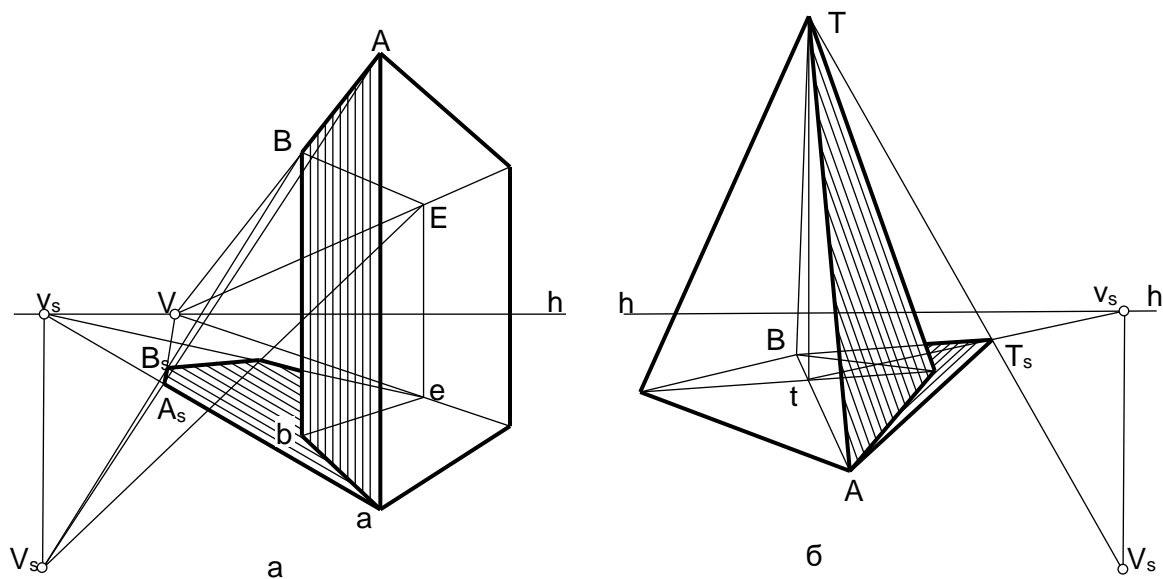


Рис. 7.4

Для побудови падаючої тіні піраміди (рис.7.4.б) спочатку необхідно визначити тінь T_s від вершини, а потім сполучити її з вершинами TA та TB основи і одержати шуканий контур. Оскільки тінь від ребра TA падає за межі

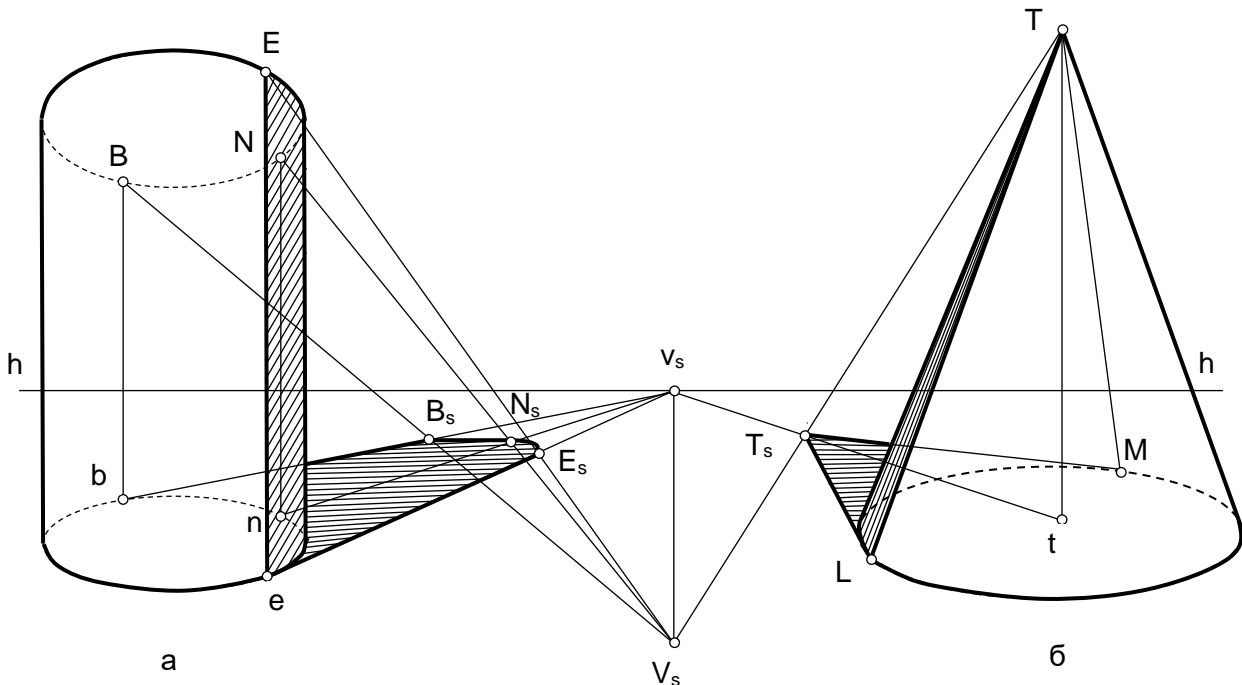


Рис. 7.5

основи піраміди, грань піраміди, яка праворуч, буде у власній тіні.

На рис 7.5а. побудовані тіні циліндра. Для побудови твірних циліндра, які поділять освітлену частину поверхні від тієї, що знаходиться у власній тіні, проведені у напрямку до v_s дотичні до основи. Контур падаючої тіні буде складатись з тіней від двох твірних Ee та Bb і дуги кола верхньої основи BE . Тінь від дуги будується шляхом побудови тіней від ряду довільних її точок і являє собою частину еліпса, до якого в точках E_s та B_s тіні контурних твірних дотикаються.

Тінь від конічної поверхні (рис. 7.5б) будується по аналогії побудови тіней від піраміди. Будується тінь T_s від вершини конуса T і визначаються дотичні до основи T_sL та T_sM . Твірні TL та TM будуть визначати контур власної тіні, а тіні T_sL та T_sM - контур падаючої тіні.

8. Тема 7. Тіні на складні поверхні. Побудова тіні на нахилені площини і криві поверхні від прямої лінії, піраміди.

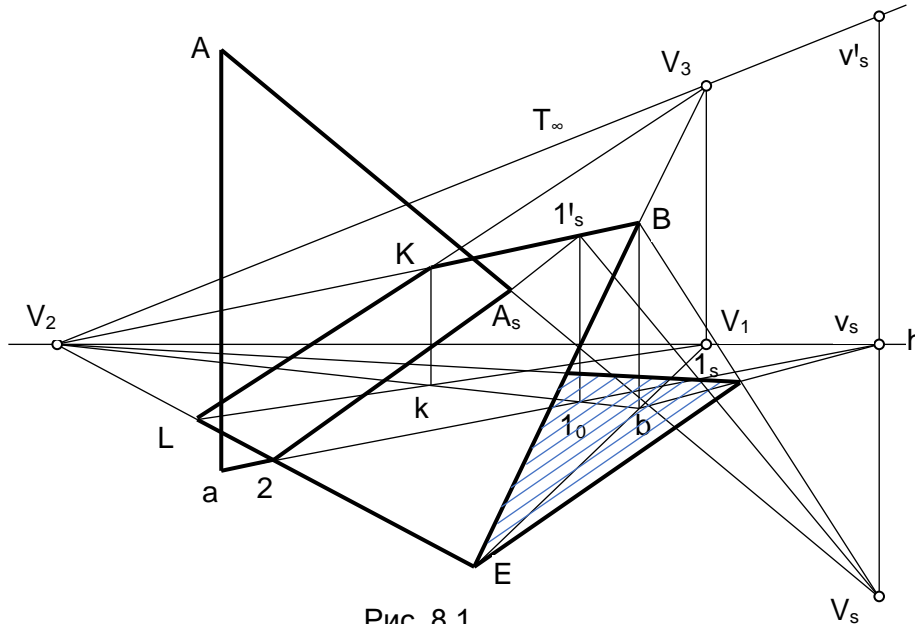


Рис. 8.1

На рис.8.1 побудовані тіні від нахиленої площини **LKBE** і тінь від вертикальної прямої **Aa** на цю площину. Тінь від вертикального відрізка на нахилену площину можна одержати двома прийомами.

Перший прийом полягає в тому, що через вертикальний відрізок проводять горизонтально проєкціуючу променеву площину, яка перетне тінь від ребра **BK** в точці **Is**. Зворотнім променем **VsIs** визначається відповідна точка **1's** на ребрі **BK**. Пряма **2I's** являє собою лінію перетину променевої площини з нахиленою площиною. На цій лінії і буде визначена тінь від вертикальної прямої. Другий прийом передбачає побудову лінії збігу нахиленої площини **T_∞**, яку визначено точками збігу **V₂** та **V₃**. На вертикальній прямій з точки **vs** будується точка збігу **v's** проєкцій світлових променів на цю площину. Пряма **2I's** визначить напрям тіні від вертикальної прямої на нахилену площину.

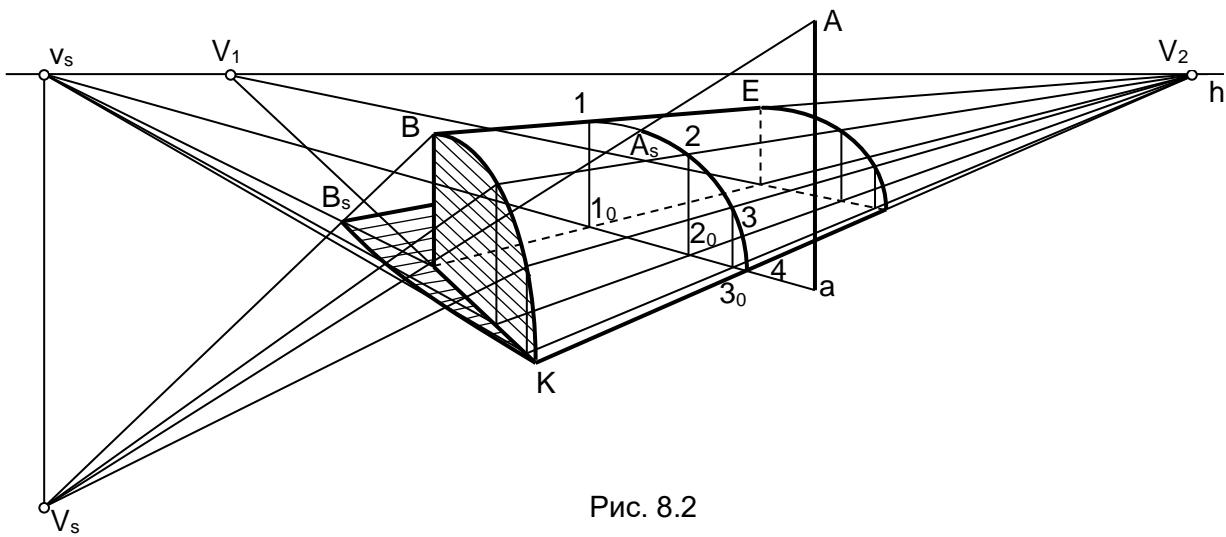


Рис. 8.2

Для визначення тіні від вертикальної прямої на криволінійну поверхню (рис.8.2) побудовано лінію перетину горизонтально проєкціуючої площини з кривою поверхнею. Ця лінія **1234** побудована за допомогою ряду довільних точок на твірних поверхні (спочатку обрані вторинні прєкції твірних, на яких зафіксовані вторинні прєкції точок **1₀, 2₀, 3₀**). Контур падаючої тіні від фігури на предметну площину складається з тіней від кривої лінії **BK** і горизонтального ребра **BE**.

Побудова падаючої тіні від піраміди на предметну площину і вертикальну, горизонтальну і нахилену грані фігури (рис. 8.3) починаємо з визначення падаючої тіні на предметну площину (тінь від вершини - **T'''s**), як це зроблено на рис. 7.46. А потім поступово визначається тінь від вершини на вертикальну площину - **T's** , горизонтальну площину - **T''s** і нахилену площину - **Ts** .

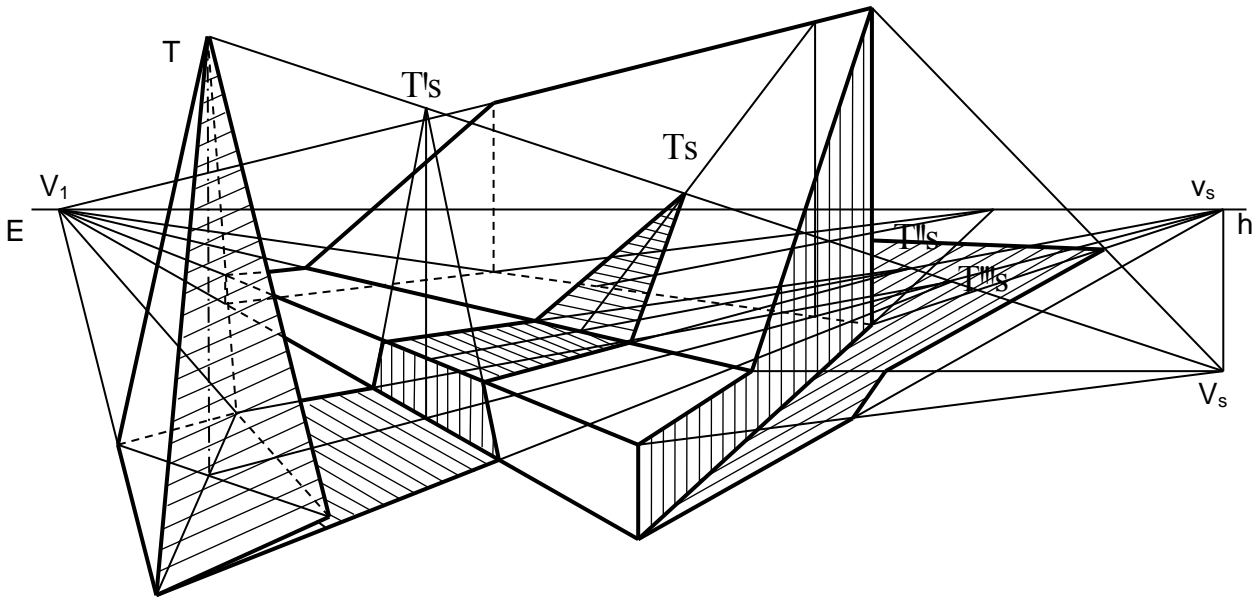


Рис. 8.3

9. Тема 8. Тіні від плити на колону. Побудова падаючої та власної тіні від

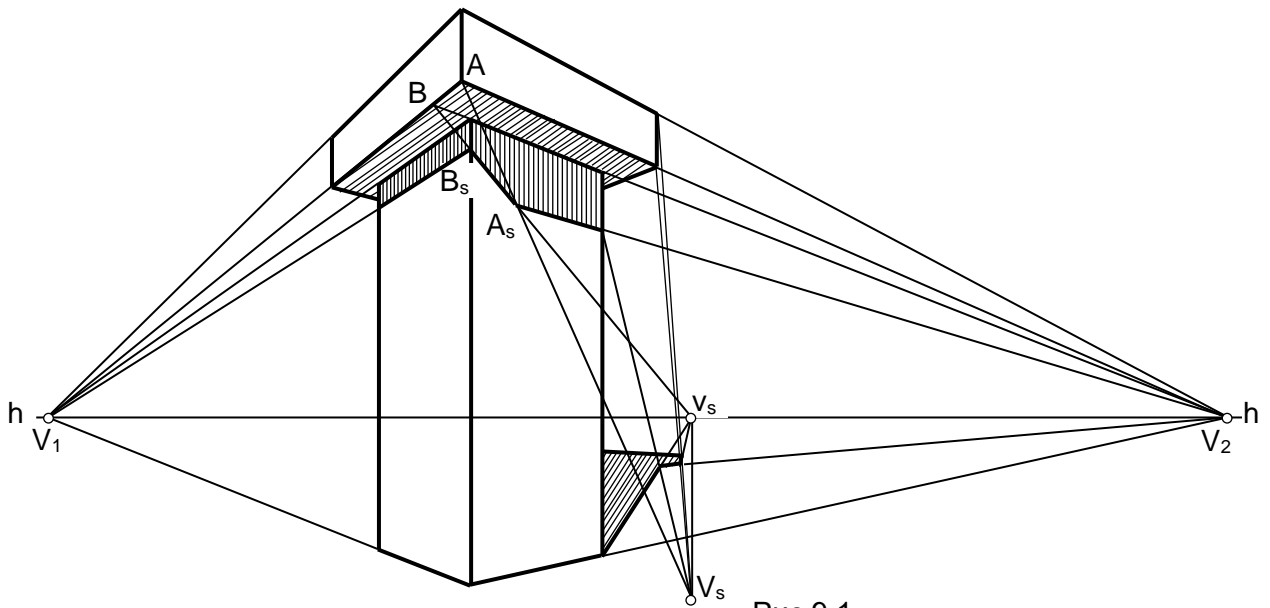


Рис.9,1

плити на призму, циліндр.

На рис.9.1. надано приклад побудови падаючої тіні від плити на призматичну колону. Тінь від лівого ребра плити на праву грань призми одержимо попередньо визначивши точку перетину ребра плити з продовженою площиною грані в точці **B**. З'єднавши точку **B** з вторинної проекцією точки збігу світлових променів v_s , визначаємо напрям тіні частини ребра **AB** до тіні A_s , яка розміщена на світловому

промені AV_s , точки A . Таким чином, одержимо шукану тінь в межах правої грані – $AsBs$. Решта лівого ребра плити кине тінь на ліву грань як пряму, паралельну ребру, тобто, направлену в точку збігу V_1 паралельних прямих. Тінь від правого ребра плити на праву грань побудована від точки As паралельно ребру плити, тобто, направлену в праву точку збігу V_2 .

На рис. 9.2 надано приклад побудови тіней від квадратної плити на циліндричну поверхню і падаючих тіней на предметну площину. Точка збігу світлових променів (V_s, v_s) - задана.

Спочатку будуємо падаючу тінь від кута плити A на циліндричну поверхню. З точки A будуємо світловий промінь в точку збігу світлових променів V_s і вторинну проекцію світлового променя на нижню площині плити - Av_s . З точки перетину вторинної проекції з основою циліндра будуємо вертикальну пряму. Перетин вертикальної прямої з світловим променем визначить тінь As точки A . Аналогічно будуються тіні від довільних точок B', B'' ребер нижньої основи плити. Контур власної тіні циліндра побудований як показано на рис. 7.5.

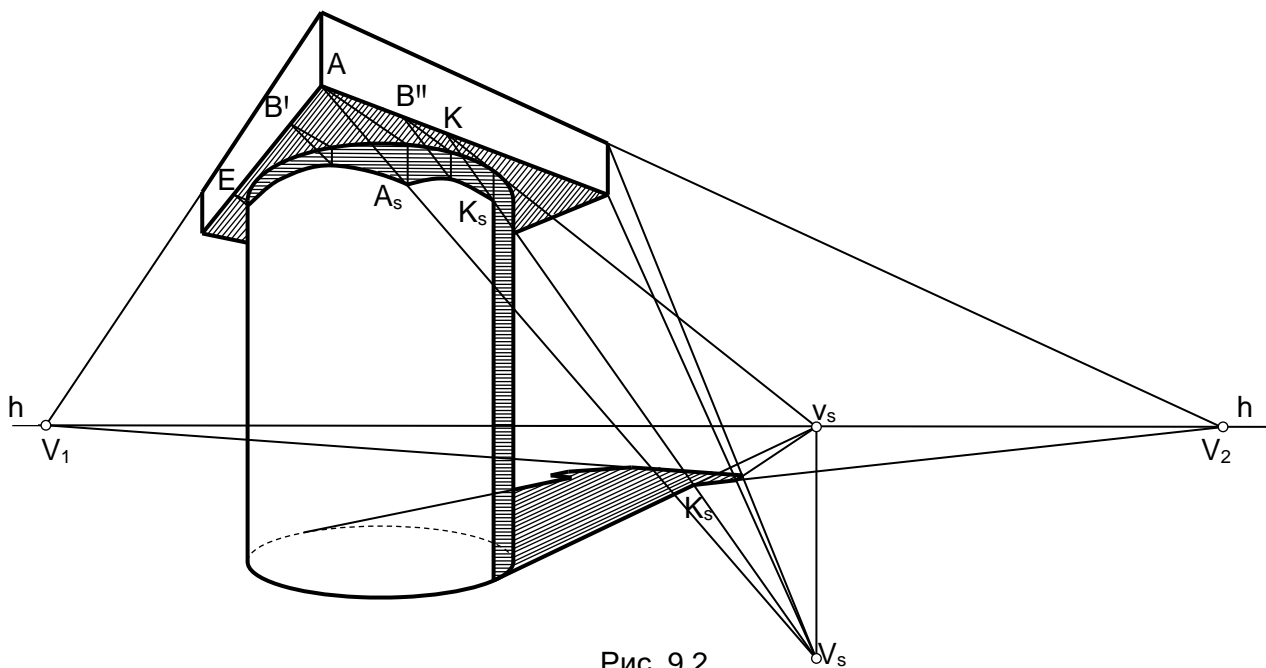


Рис. 9.2

Точка K_s перетину падаючої тіні від ребра AK плити з твірною власної тіні визначена шляхом проведення зворотної вторинної проєкції променя, дотичної до основи циліндра. В перетині з ребром плити буде визначена точка K , яка кидає тінь на твірну власної тіні циліндру.

Таким же чином будується тінь від точки лівого ребра плити на ліву контурну твірну циліндра. З точки дотику твірної до основи циліндру проведена в зворотньому напрямі вторинна проєкція променю і визначена точка E , яка кидає тінь E_s на контурну твірну.

Контур падаючої тіні на циліндрі складається з дуг двох еліпсів, як ліній перетину променевої площини з циліндричною поверхнею.

Приклад побудови власних і падаючих тіней на ганку наведений на рис. 9.3.

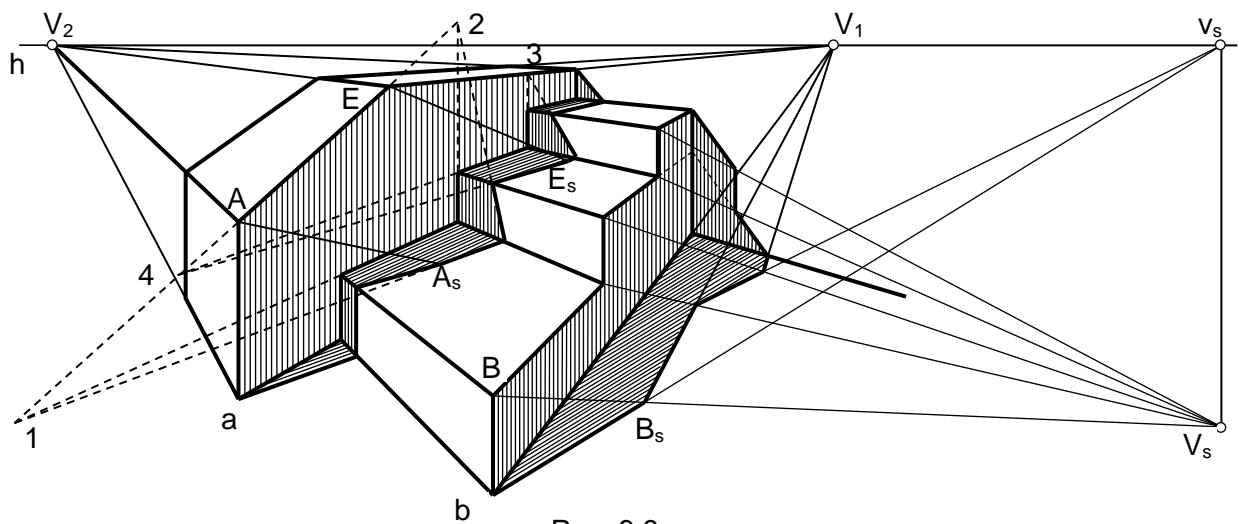


Рис. 9.3

Побудова падаючої тіні від сходиць на предметну площину зрозуміла з рисунку.

Також не потребує пояснень побудова тіні від вертикального ребра Aa парапету. Тінь від нахиленого ребра парапета на площині першого сходиця визначена шляхом побудови точки перетину цього ребра з площиною сходиця в точці 1 . Пряма $1A_s$ до другого сходиця дасть шукану тінь. Тінь на вертикальній площині другого сходиця одержана також побудовою точки 2 перетину нахиленого ребра AE з цією площиною. Далі побудови послідовно повторюються. Тіні від горизонтального ребра від точки E на горизонтальну площину другої сходицьки і від точки 3 на третю сходицьку паралельні до самого ребра і направлені в точку збігу V_1 .

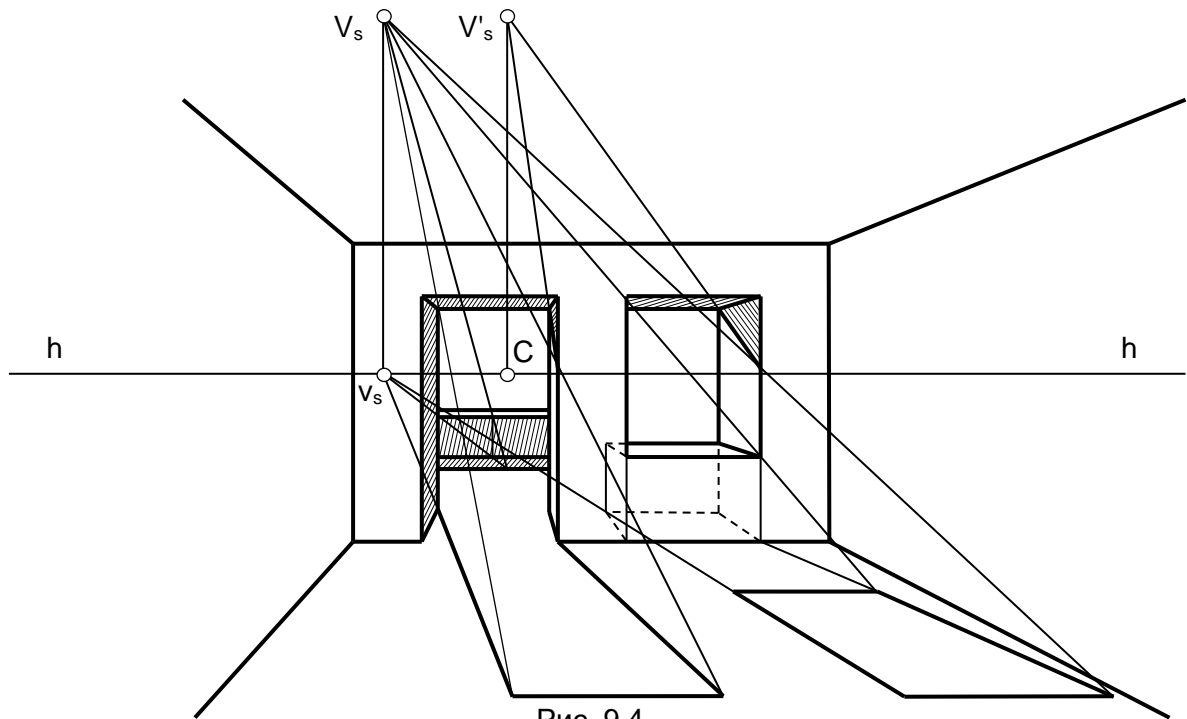


Рис. 9.4

На рис. 9.4 побудовані тіні в приміщенні при сонячному освітленні. Сонячні промені, які проникають крізь двірний та віконний прорізи, утворюють освітлені прямокутники, сторони яких є тінь від відповідних вертикальних і горизонтальних ребер прорізів. Тінь від горизонтальних ребер прорізів на правих скосах одержана за допомогою точки збігу V'_s проєкцій сонячних променів на вертикальну площину, перпендикулярну картині.

10. Тема 9. Тіні від штучного джерела освітлення. Відображення в дзеркалах та у воді прямої лінії, призми, геометричної композиції.

При точковому джерелі освітлення промені виходять з світлової точки. Для побудови тіней окрім перспективи цієї точки треба мати і її проєкцію на площину, на яку падає тінь. Всі інші побудови не відрізняються від попередніх.

На рис. 10.1 побудована тінь на предметну площину від призми при точковому джерелі освітлення (V_s, v_s).

Цей приклад відрізняється від представленого на рис. 7.4 лише тим, що точка збігу проєкцій світлових променів вже не належить лінії горизонту.

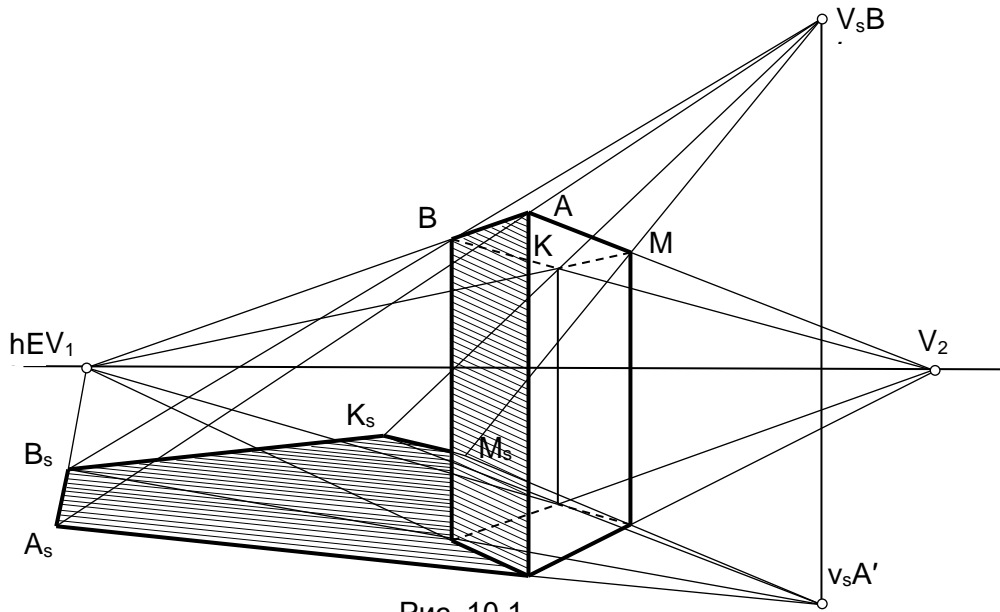


Рис. 10.1

На рис. 10.2 побудована падаюча тінь від відрізка AB , одна вершина якого на підлозі, а друга - належить правій стіні (точкове джерело світла V_s , v_s задане).

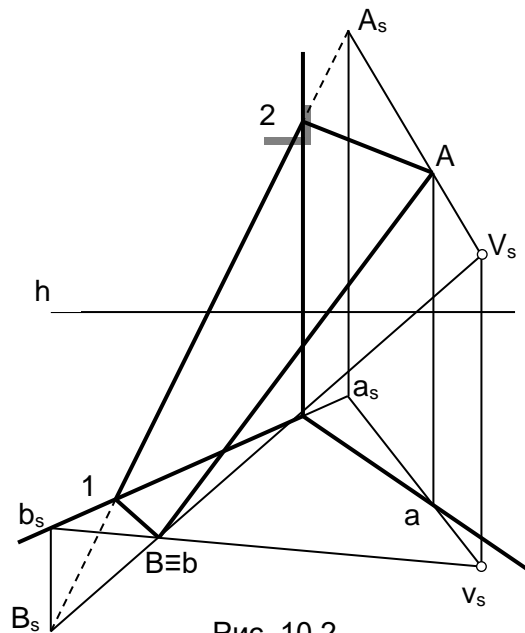


Рис. 10.2

Спочатку будується тінь на подовжену ліву стіну $B_s A_s$. В перетині цієї прямої з плінтусом і кутом двох стін одержимо тінь I_2 на лівій стіні. Відрізки $B_1 I$ та $A_2 I$ є падаюча тінь від відрізка AB на підлогу і праву стіну відповідно.

На рис. 10.3 показано побудову тіней в інтер'єрі від лампи (V_s). Для побудови тіней на підлозі, стелі і стінах використані проекції джерела світла на відповідних площинах V_{s1} , V_{s2} , V_{s3} , V_{s4} . Інші побудови зрозумілі з рисунку.

На завершення слід зауважити, що взагалі падаючі тіні слід більш інтенсивно затінювати, ніж власні тіні. Це пояснюється тим, що власна тінь ослаблюється більшим впливом відбитих променів світла, ніж падаюча тінь.

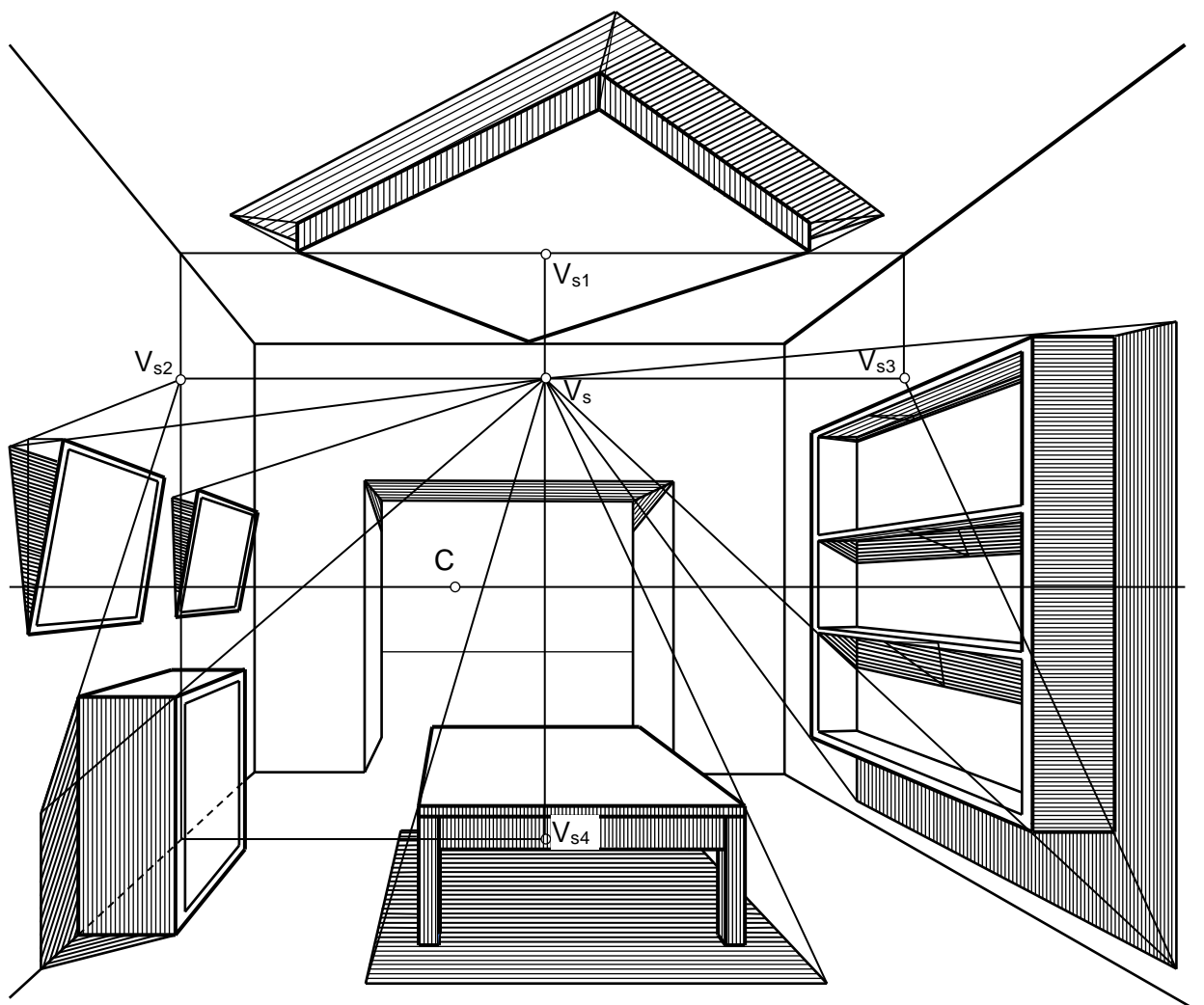
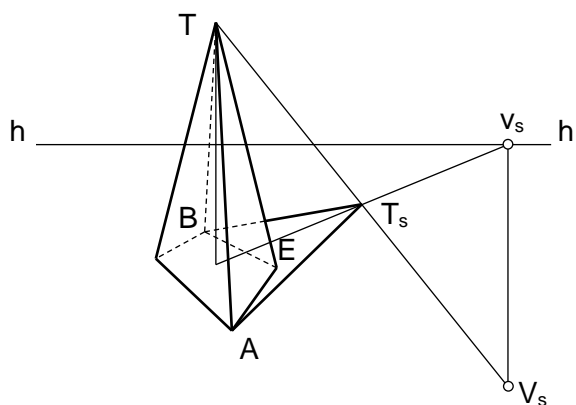


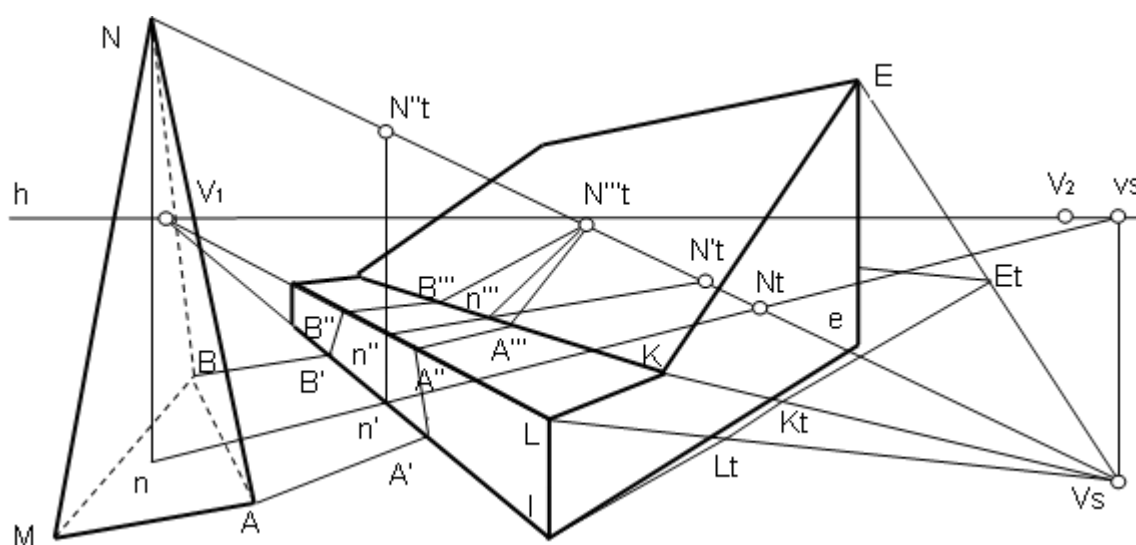
Рис.10.3

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. Яка ламана лінія (1- AT_{BEA} ; 2- $AT_s BEA$) обмежує контур власної тіні?
2. Яка ламана лінія (1- AT_{BEA} ; 2- $AT_s BEA$) обмежує контур падаючої тіні?

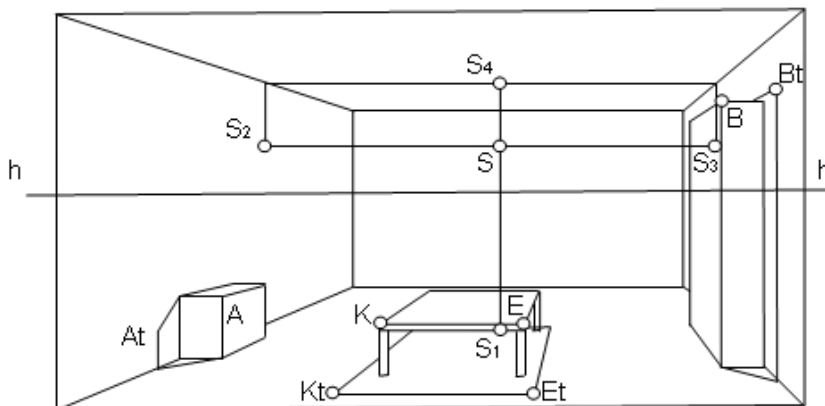


3. У яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- V_1) направлений світловий промінь для побудови тіні точки N на предметну площину?



4. У яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- V_1) направлено проєкцію світлового променя для побудови тіні точки N на предметну площину?
5. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- V_1 , 5- N_t , 6- N'_t , 7- N''_t , 8- N'''_t) направлено тінь (A-A') ребра AN на предметну площину ?
6. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- V_1 , 5- N_t , 6- N'_t , 7- N''_t , 8- N'''_t) направлено тінь (B-B') ребра BN на предметну площину ?
7. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- N_t , 5- N'_t , 6- N''_t , 7- N'''_t) направлено тінь ($n'-n''$) висоти (N-n) піраміди на вертикальну площину L-I ?
8. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- N_t , 5- N'_t , 6- N''_t , 7- N'''_t) направлено тінь (A'-A'') ребра (A-N) піраміди на вертикальну площину L-I ?
9. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- N_t , 5- N'_t , 6- N''_t , 7- N'''_t) направлено тінь (B'-B'') ребра (B-N) піраміди на вертикальну площину L-I ?
10. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- N_t , 5- N'_t , 6- N''_t , 7- N'''_t) направлено тінь ($n''-n''''$) висоти (N-n) піраміди на горизонтальну площину K-L?

11. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- N_t , 5- N'_t , 6- N''_t , 7- N'''_t) направлено тінь (A''-A''') ребра (A-N) піраміди на горизонтальну площину K-L?
12. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- N_t , 5- N'_t , 6- N''_t , 7- N'''_t) направлено тінь (B''-B''') ребра (B-N) піраміди на горизонтальну площину K-L?
13. Яка точка (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- V_1 , 5- N_t , 6- N'_t , 7- N''_t , 8- N'''_t) є тінню точки N на нахилену площину KE ?
14. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- V_1 , 5- N_t , 6- N'_t , 7- N''_t , 8- N'''_t) направлено тінь (Lt-Kt) ребра LK на предметну площину ?
15. В яку точку (1- V_s , 2- v_s , 3- V_2 , 4- V_1 , 5- N_t , 6- N'_t , 7- N''_t , 8- N'''_t) направлено тінь (l-Lt) вертикального відрізка (l-L) на предметну площину ?
16. У яку точку (S_1 -1; S_2 -2; S_3 -3; S_4 -4; S -5) направлений світловий промінь для визначення тіні A_t від точки A?
17. В яку точку (S_1 -1; S_2 -2; S_3 -3; S_4 -4; S -5) направлений світловий промінь для визначення тіні B_t від точки B ?
18. В яку точку (S_1 -1; S_2 -2; S_3 -3; S_4 -4; S -5) направлений світловий промінь для визначення тіні K_t від точки K?



19. В яку точку (S_1 -1; S_2 -2; S_3 -3; S_4 -4; S -5) спрямована проекція світлового променя для визначення тіні A_t від точки A?
20. В яку точку (S_1 -1; S_2 -2; S_3 -3; S_4 -4; S -5) направлена проекція світлового променя для визначення тіні K_t від точки K?

Відображення в дзеркалах і воді. Побудова відображення в дзеркалі або воді зводиться до побудови симетричного зображення відносно відображаючої площини. Для одержання відображення точки необхідно з точки провести пряму, перпендикулярну до відображаючої площини, і відкласти відрізок, що дорівнює

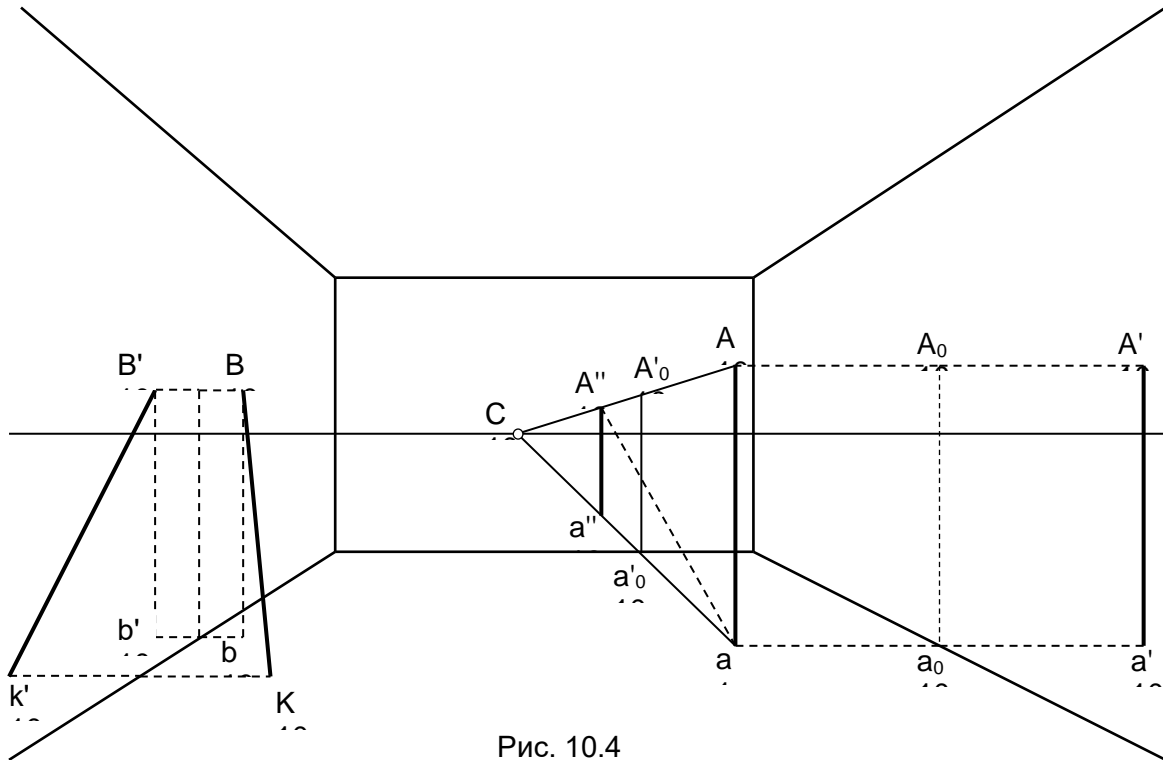


Рис. 10.4

відстані від точки до цієї площини.

Вважаємо, що на рис. 10.4 показано ліву, праву і фронтальну дзеркальні стіни. Вертикальний відрізок Aa відобразиться в правому дзеркалі $A'a'$ на відстані, що дорівнює відрізку aa_0 . Таким же чином будується відображення нахиленого відрізка BK в лівому дзеркалі. Для побудови відображення відрізка Aa у фронтальному дзеркалі $A''a''$ необхідно в перспективі в напрямі aC відкласти відрізок $a'oa''$, що дорівнює відрізку aa'_0 . Для цього через середину вертикального відрізка $a'_0A'_0$ (вісь симетрії) достатньо провести перспективу діагоналі прямокутника.

На рис. 10.5 показаний приклад побудови відображень в дзеркалах вертикальної призми. В правому дзеркалі крім безпосереднього відображення призми буде подвійне відображення самого дзеркала, що на фронтальній стіні з відображенням в ньому і призми. У фронтальному дзеркалі, крім того, відобразяться ліве і праве дзеркала і фронтальна площина картини.

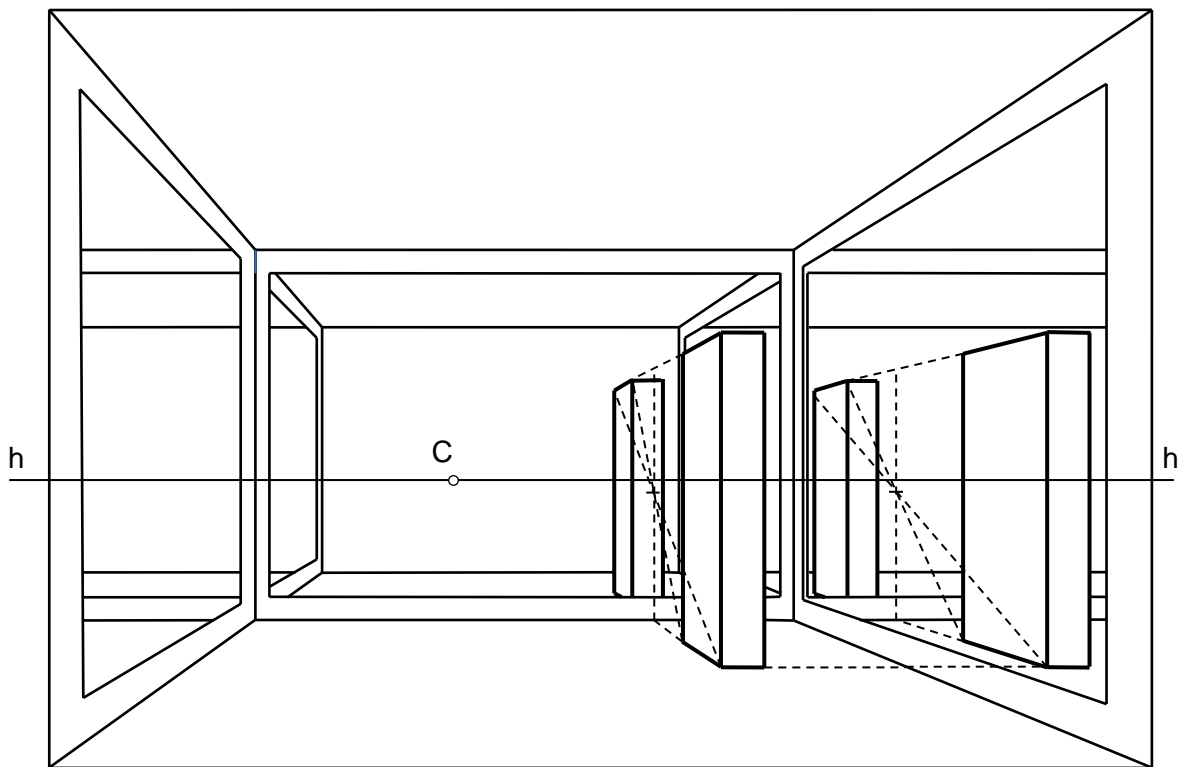


Рис. 10.5

На рис. 10.6 у кутовій перспективі приміщення необхідно побудувати відображення дверного і віконного прорізів у дзеркалі на правій стіні. Для цього від кута приміщення відкладають перспективні відрізки, що дорівнюють відстані між вертикальними прямими дверей і вікна. Обираємо довільну точку збігу V горизонтальних прямих і одержимо точки $0, 1, 2, 3, 4$. Праворуч від точки 0 відкладаємо ті ж самі відрізки і одержані точки $1', 2', 3', 4'$ з'єднуємо з V . Проведені прямі поділять відображену пряму на шукані відрізки.

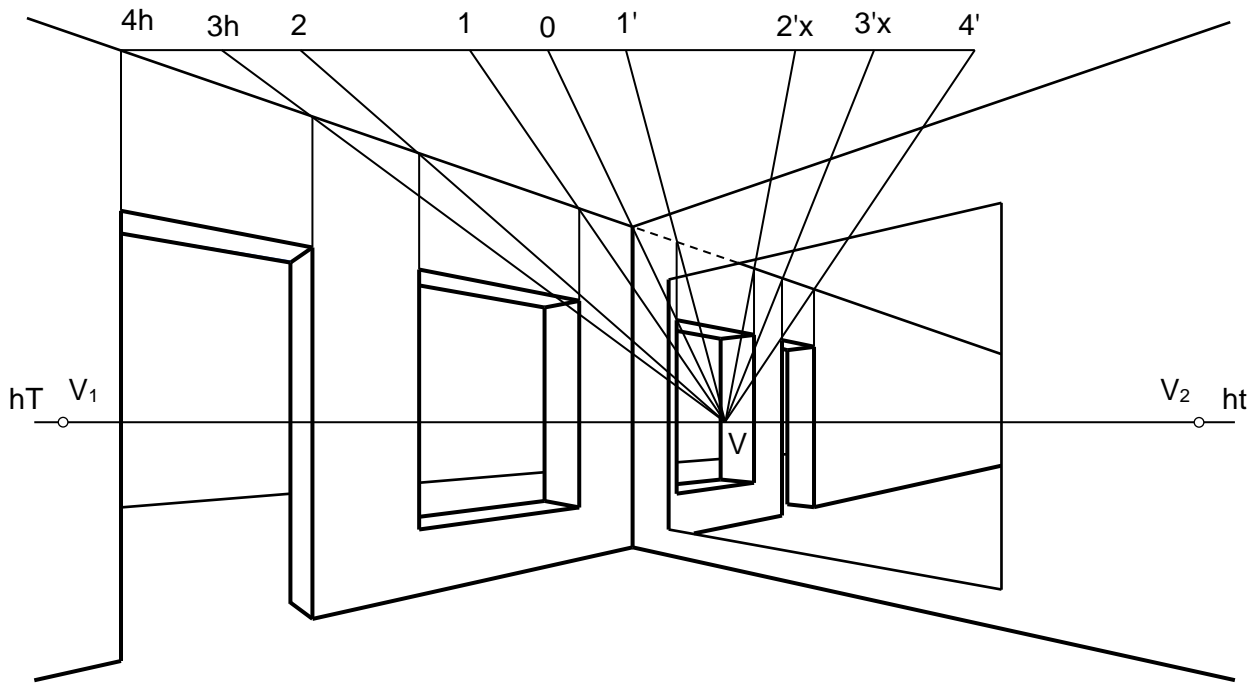


Рис. 10.6

Прямі паралельні і перпендикулярні до площини дзеркала зберігають у відображенні ті ж напрями, тобто, їх перспективи направлені у відповідні точки збігу V_1 і V_2 .

Побудова відображень у горизонтальній площині - водній гладі виконується аналогічно. Для побудови відображення точки у воді необхідно провести вертикальну пряму і від точки перетину цієї прямої з поверхнею води відкласти униз довжину відрізка від точки до поверхні.

На рис. 10.7 показано побудову відображення у воді архітектурного фрагменту. Для побудови відображення точок A і B спочатку визначені точки перетину вертикальних прямих з площиною водної гладі - точки OA та OB . А потім від цих точок відкладені відрізки $A'OA = AOA$ та $B'OB = BOB$. Прямі паралельні площині водної гладі зберігають у відображенні паралельність і направлені у відповідні точки збігу V_1 і V_2 .

I, нарешті, на рис. 10.8 побудоване відображення призми і плити, а також власні і падаючі тіні. Якщо тінь від правого ребра плити на лівій грані призми направлена у точку збігу V'_2 , то ця відображена тінь буде направлена у симетричну точку збігу V''_2 над лінією горизонта.

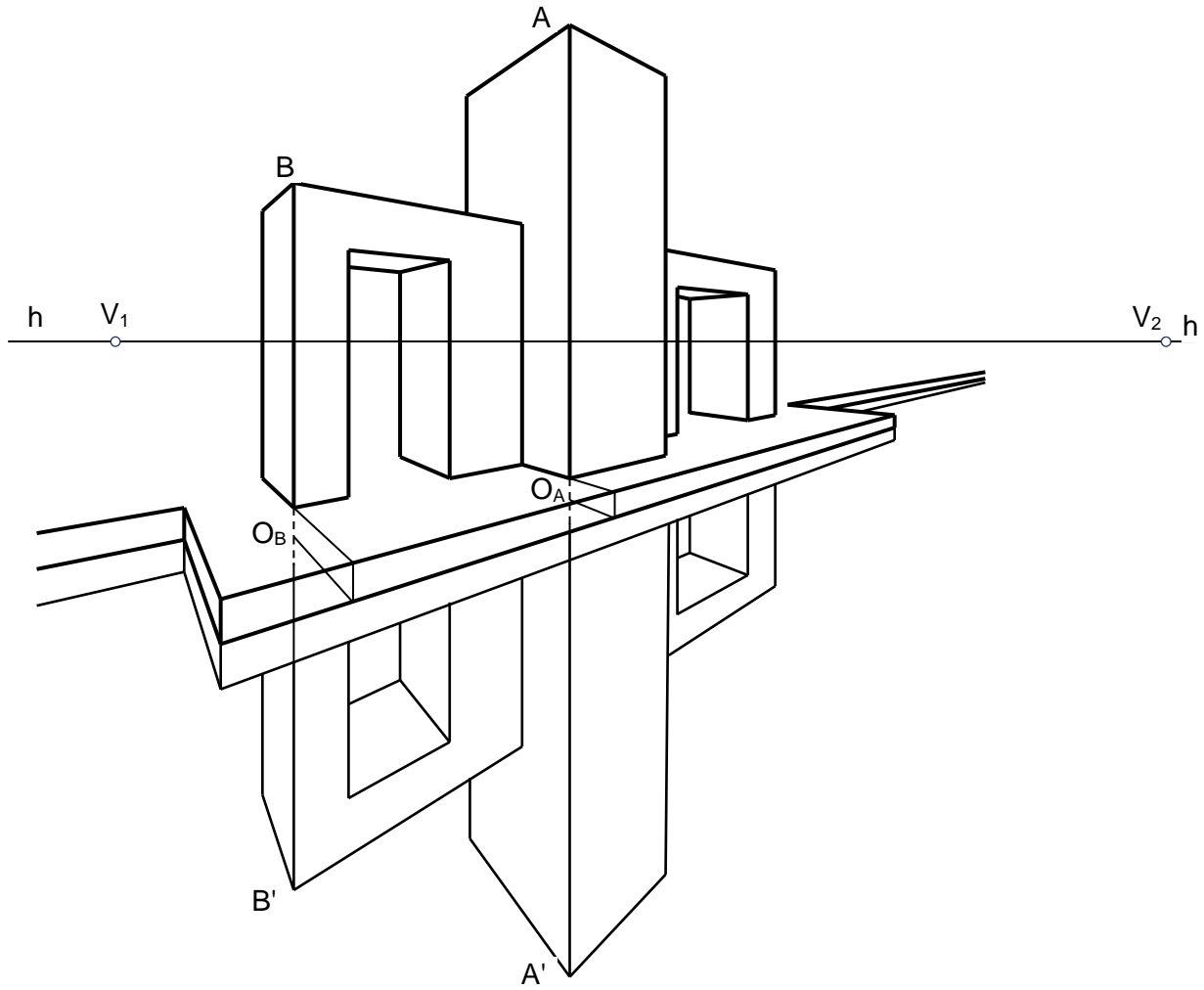


Рис. 10.7

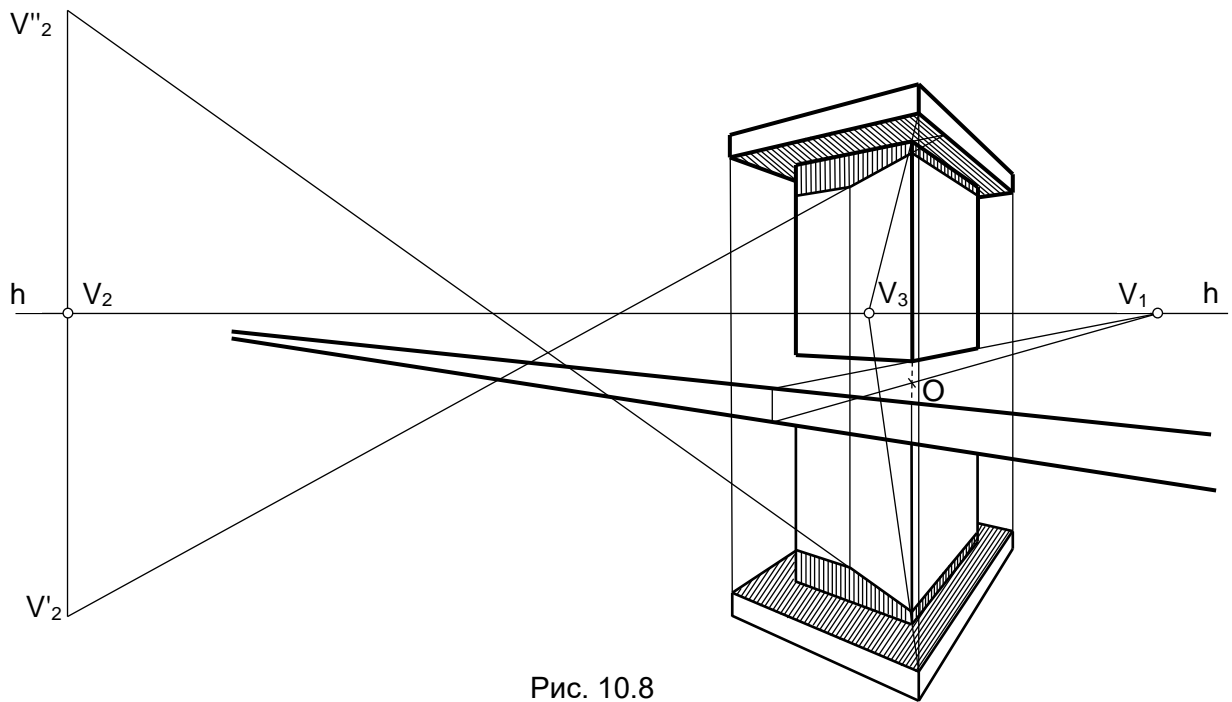
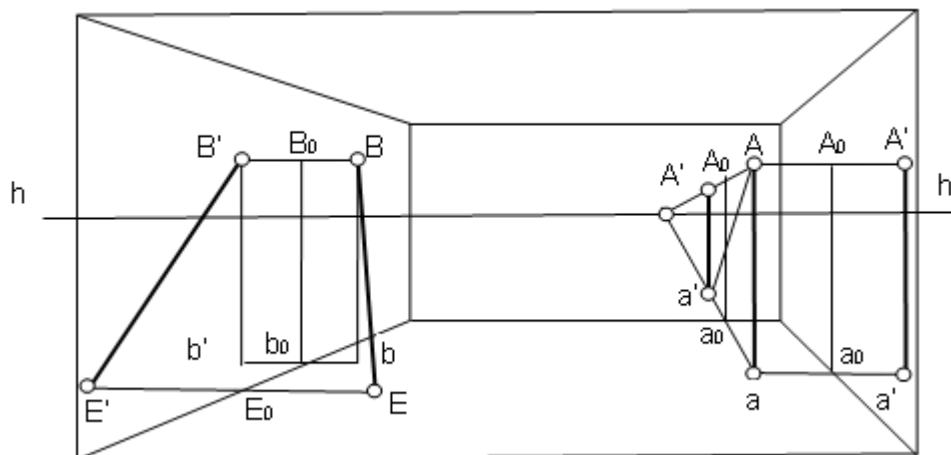


Рис. 10.8

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. Яку відстань (BB_0-1 , $bb'-2$, $Bb-3$, $BB'-4$) треба відкласти від дзеркальної площини для побудови відображення B' точки B ?



2. Яку відстань (EE_0-1 , $bb'-2$, $BB'-3$) треба відкласти від дзеркальної площини для побудови відображення E' точки E ?
3. Яку відстань (AA_0-1 , $aa'-2$, $Aa-3$, $AA'-4$) треба відкласти від дзеркальної площини для побудови відображення A' точки A ?

11. Список літератури:

1. Шувалова С.С. Начертательная геометрия. Перспектива и тени: учебн. пособие /С.С.Шувалова. - С-П.: С-ПГСУ, 2013. – 56 с.
2. Супрун Л.И. Начертательная геометрия /Л.И.Супрун, Е.Г.Супрун. – СФУ, 2018.
3. Климухин, А. Г. Тени и перспектива : учебник для вузов / А. Г. Климухин. – М. : Архитектура-С, 2012. – 200 с., ил.
4. Ковальов Ю.А. Нарисна геометрія. Перспектива та тіні: навч. посіб. /Ю.А. Ковальов, С.А. Плешко, С.І. Прасол. – К.: КНУТД, 2017. – 344 с.
5. Пономарьов А.М. Перспектива: навч. посіб. /А.М. Пономарьов. – К.: КНУТД, 2001. – 58 с.
6. Куш М.В. Тіні та перспектива /М.В. Куш. - К.: КНУТД, 2002. – 86 с.

12. Відповіді на запитання та завдання для самоконтролю.

Сторінки 13 – 14.

Питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Відповідь	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	6	7

Сторінка 16-17.

Питання	1	2	3	4	5
Відповідь	К	В	М	Е	А

Сторінки 20 – 21.

Питання	1	2	3	4	5
Відповідь	3	4	1	2	5

Сторінки 24 – 25.

Питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Відповідь	1	6	4	5	2	3	8	7	1	2	с	п	б	а	е	к	м	р

Сторінка 31.

Питання	1	2	3	4	5	6	7	8
Відповідь	а	б	с	д	а	б	с	д

Сторінки 46.

Питання	1	2	3	4
Відповідь	б	а	а	а

Сторінка 54.

Питання	1	2	3	4	5	6
Відповідь	2	2	а	а	б	с

Сторінки 78-79-80.

Питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Відповідь	1	2	1	2	5	5	6	6	6	5	5	5	8	3	2	5	5	5	2	1

Сторінка 85.

Питання	1	2	3
Відповідь	1	1	1

Навчальне видання

*Прасол Станіслав Іванович
Хиневич Руслана Вікторівна*

ПЕРСПЕКТИВА ТА ТІНІ

Навчальний посібник

Редактор С. І. Прасол
Відповідальний за поліграфічне виконання А. В. Пугач

Підп. до друку 25.11.2020 р. Формат 60x84 1/16.
Ум. друк. арк. 5,11. Облік. вид. арк. 4,00. Наклад 16 пр. Зам. 1534.

Видавець і виготовлювач Київський національний університет технологій та дизайну.
вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ-11, 01011.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 993 від 24.07.2002.