

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇН  
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Г.Д. Галкіна

## **НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ**

Практикум

до виконання графічних робіт

*(для студентів 1 курсу денної форми навчання бакалаврів за  
напрямком 6.060102 «Архітектура», другий семестр)*

Харків – ХНАМГ – 2009

Нарисна геометрія. Практикум до виконання графічних робіт (для студентів 1 курсу денної форми навчання бакалаврів за напрямком 6.060102 «Архітектура», другий семестр) / Укл.: Галкіна Г.Д. – Харків: ХНАМГ, 2009 — 48 арк.

Укладач: Г.Д. Галкіна

Рецензент: канд архітектури Соловйова О.С.  
зав. кафедрою моніторингу міського середовища

Рекомендовано кафедрою інженерної та комп'ютерної графіки,  
протокол № 1 від 30 серпня 2009р.

## ***Зміст***

1. Аксонометрія.....	5
2. Тіні в аксонометрії.....	9
3. Перспектива. Основні поняття.....	11
4. Пропорційний розподіл відрізків .....	19
5. Перспектива окружності.....	20
6. Спосіб архітекторів.....	22
7. Спосіб сполучених висот.....	25
8. Координатний спосіб і спосіб перспективної сітки.....	27
9. Перспектива архітектурних фрагментів.....	29
10. Перспектива на похилій площині.....	33
11. Побудова тіней у перспективі.....	35
12. Побудова тіней при точковому джерела світла.....	39
13. Побудова віддзеркалень.....	40
14. Додаток.....	43

## ***Вступ***

Методичні вказівки до вивчення курсу «Нарисна геометрія» та виконання графічних робіт у другому семестрі побудовані на основі Програми учбової дисципліни та узгоджена з кафедрою Моніторингу міського середовища

Головна мета дисципліни – вивчення законів центрального і паралельного проєкціювання для збагачення фахового досвіту у майбутній професії архітектора та здобуття навиків зображень у таких предметах як малюнок та живопис.

Графічні завдання другого семестру виконуються студентами згідно з графічними умовами індивідуальних завдань, які визначаються викладачем.

Студент повинен уважно ознайомитись з умовами завдань, отримати власний ватіант завдання і виконати наступні вимоги:

- 1 Побудувати аксонометрію споруди
- 2 На побудованій аксонометрії побудувати власні і падаючі тіні
- 3 Побудувати перспективу всіма способами побудови по курсу «перспектива»
- 4 Побудувати тіні власні та падаючі тіні на всіх перспективних зображеннях
- 5 Побудувати віддзеркалення на спорудах, заданих граними поверхнями.

Завдання виконуються на на аркушах креслярського папіру формату А-3 ( 297 x 420 ) Всі побудови виконують олівцем в тонких лініях. Лінії побудови перспективи, власних і падаючих тіней зберігають. Ортогональні проєкції виконують контурною лінією, власні і падаючі тіні відмивають акварельною фарбою нейтральног кольору.



## АКСОНОМЕТРІЯ

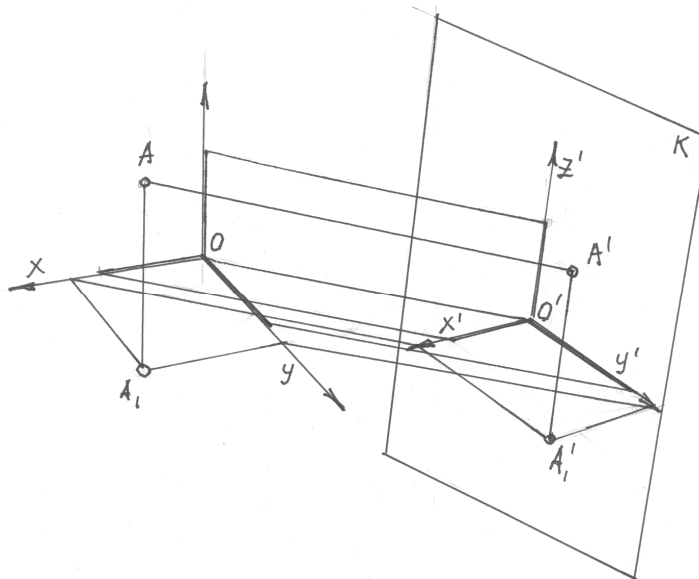
В архітектурному проектуванні аксонометричні проекції знаходять застосування при зображенні складних об'ємно-просторових структур і конструктивних схем, окремих будинків зі складною конфігурацією.

Сутність методу й основні поняття:

аксонометричними проекціями називають наочні зображення об'єкта, одержувані паралельним проектуванням його на одну площину проекцій разом з осями координат, до яких цей об'єкт віднесений.

Аксонометрія точки  $A$

1. Вибираємо напрямок проектування  $S$
  2. Вибираємо картинну площину  $K$
  3. Проведемо через точку  $A$  промінь, що проектує, і спроецируємо точку разом з осями
- Отримане зображення на площині  $K$  буде аксонометричною проекцією точки  $A$ .



Однак для того щоб побудувати аксонометричну проекцію точки  $A$  на площину  $K$  необхідно проєцювати не тільки точку  $A$ , але й одну з її ортогональних проекцій (звичайно горизонтальну проекцію)

Аксонометричні проекції називаються **ізометричними**, якщо показники перекручування по всіх аксонометричних осях рівні, **диметричними**, якщо показники рівні по двох осях і **триметричними**, якщо всі показники перекручування різні

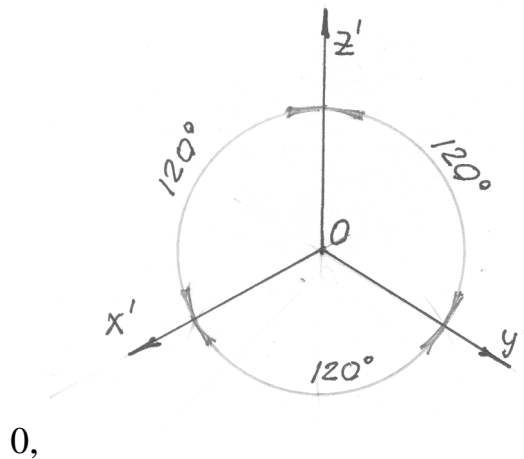
**Основна теорема аксонометрії:** три довільно обраних відрізки на площині, що виходять із однієї точки, можуть бути прийняті за паралельну проекцію трьох рівних і взаємно перпендикулярних відрізків, що виходять із деякої точки простору.

**Стандартні аксонометричні проекції.**

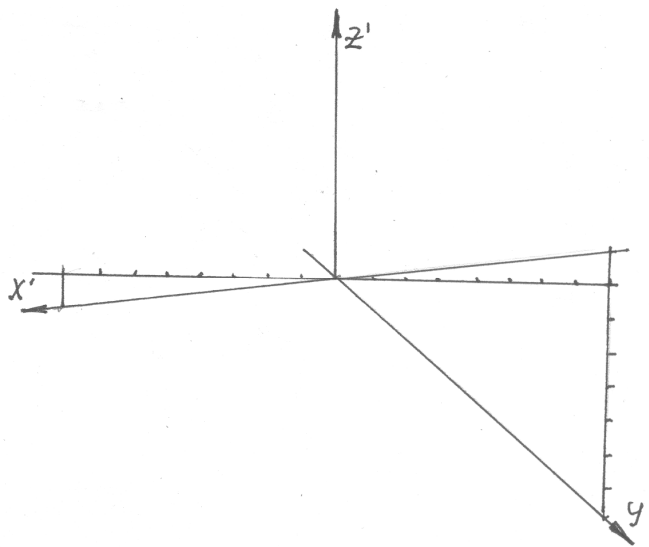
При побудові аксонометричних проекцій доводиться обчислювати розміри проекцій відповідно до показників перекручування. Процес спрощується при застосуванні наведених показників перекручування. При цьому найбільший показник перекручування приводять до одиниці, а інші відповідно збільшують чи зменшують.

**Прямокутні аксонометричні проекції.**

**Прямокутна ізометрія.** У прямокутній ізометрії координатні осі розташовані під рівними кутами до площини проекцій, тому й аксонометричні осі також розташовані під рівними кутами ( $120^\circ$ ) одна до іншої, вісь  $Z$  вертикальна. Показники перекручування по всіх осях рівні 0,82. У наведеної ізометрії вони умовно прийняті рівними одиниці.



**Прямокутна диметрія.** Аксонометричні зображення, побудовані в прямокутній диметрії мають найкращу наочність, однак побудова зображень складніше, ніж у прямокутній ізометрії. При побудові осей прямокутної диметрії користуються транспортиром або ухилами осей, рівними 1:8 (вісь  $X$ ) і 7:8 (вісь  $Y$ ) / Показники перекручування по осях  $X$  і  $Z$  рівні 0,94, а по осі  $Y$  0,47 У наведеної диметрії показники рівні 1 по осям  $X$ . та  $Z$  а по осі  $Y$  -0,5



#### **Побудова аксонометричних зображень по ортогональних проекціях об'єкта.**

Прийоми побудови аксонометричних зображень не залежать від виду аксонометричних проекцій. Для всіх видів аксонометрії вони однакові й звичайно вони будуються на основі ортогональних проекцій об'єкта.

При побудові аксонометричних зображень застосовують спосіб координат. Аксонометричні проекції окремих точок будують по координатах, узятим з ортогональних проекцій об'єкта.

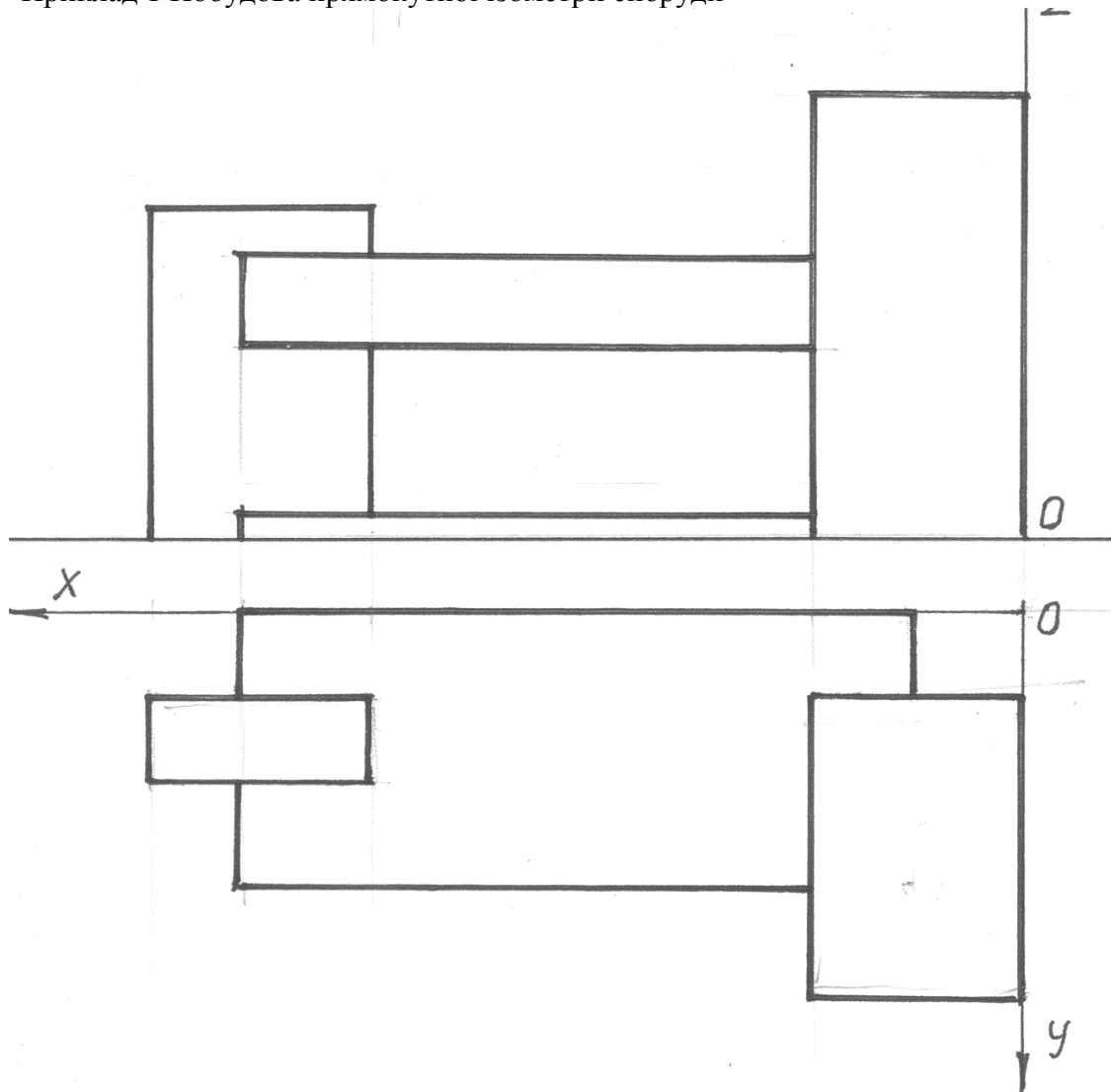
Побудова аксонометрії об'єкта виконують у такій послідовності:

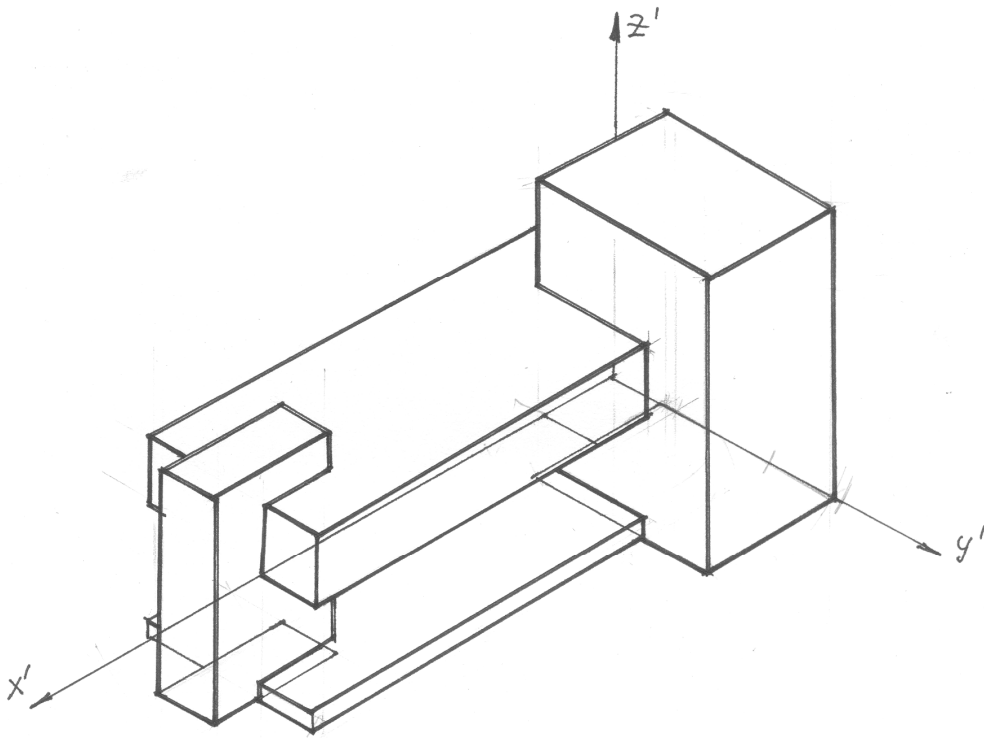
1. На ортогонально- проекційному кресленні об'єкта наносять додаткові осі координат  $x_1, y_1, z_1$ , сполучаючи їх з осями симетрії об'єкта або із основними його гранями. Така система координат називається внутрішньої.
2. Будують осі обраної аксонометричної проекції.

3. По розмірах, узятим з ортогональних проєкцій об'єкта, будують вторинну проєкцію (план об'єкта), використовуючи симетрію й паралельність прямих.

4. У характерних точках вторинної проєкції об'єкта будують висоти (відкладають аплікати точок) і закінчують побудову аксонометрії.

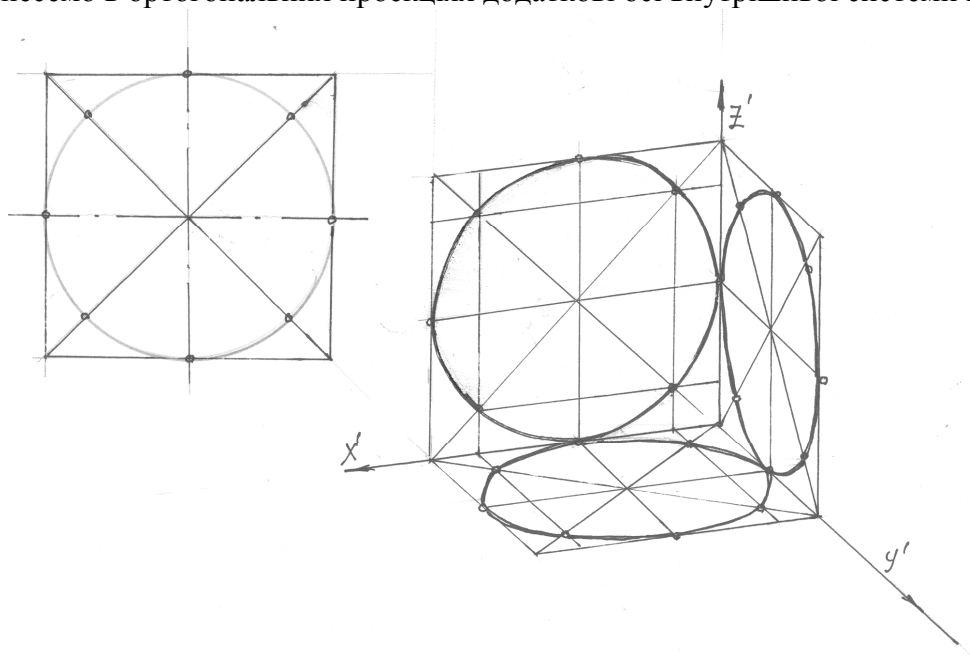
Приклад 1 Побудова прямокутної ізометрії споруди





### Приклад 2 Побудова прямокутної диметрії об'єкта.

1 етап: нанесемо в ортогональних проекціях додаткові осі внутрішньої системи координат.



Побудуємо аксонометричні осі й вторинну проекцію об'єкта з урахуванням коефіцієнтів перекручування - по осі  $X$  у натуральну величину (або з огляду на масштаб збільшення), а по осі  $Y$  показник перекручування - 0,5.

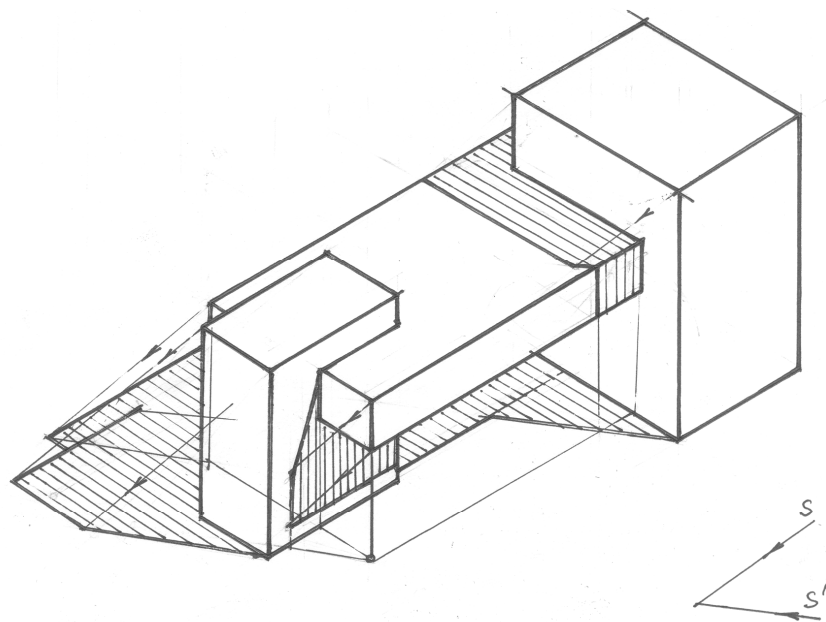
2 етап - будують висоти характерних точок з огляду на коефіцієнт перекручування по осі  $Z$  - 1/

### ***Тіні в аксонометрії***

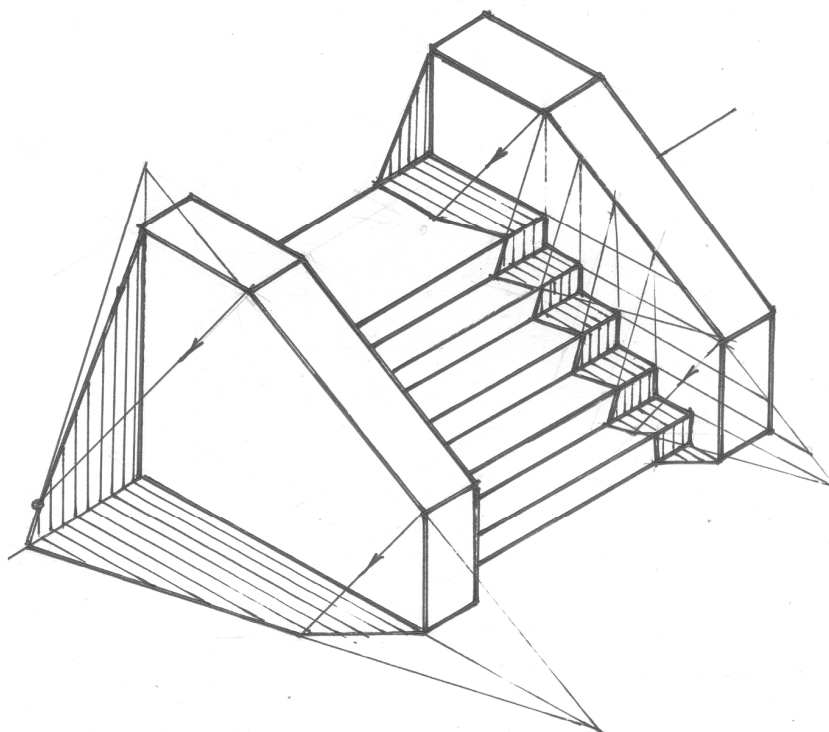
Прийоми побудови тіней в аксонометрії аналогічні основним способам побудови тіней в ортогональних проекціях. Найчастіше застосовуються способи променевих перетинів і зворотних променів. Напрямок світлового променя задається його основною аксонометричною проекцією, а

також вторинною (горизонтальною) проекцією променя з додатковою проекцією на одну з вертикальних площин об'єкта.

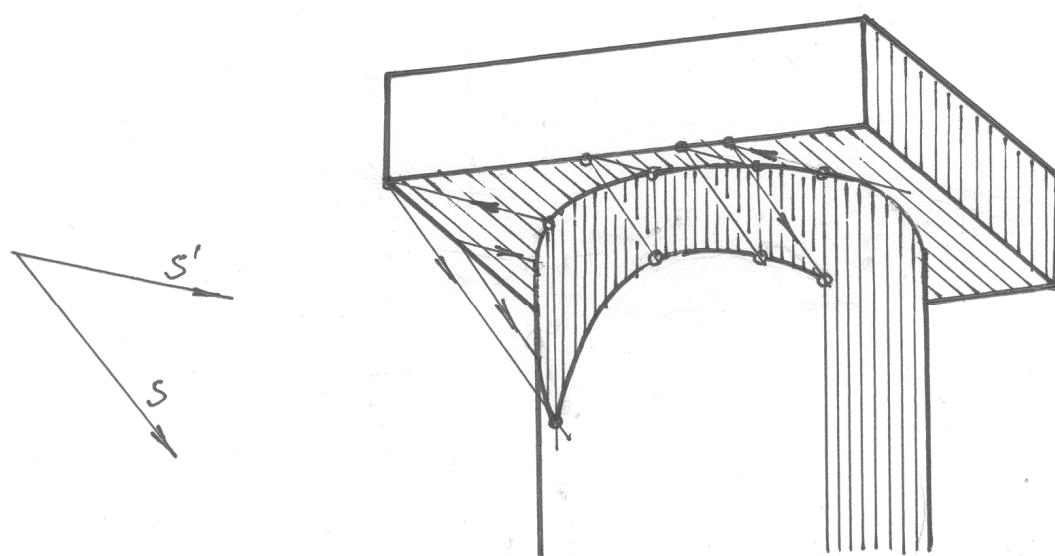
Приклад 1



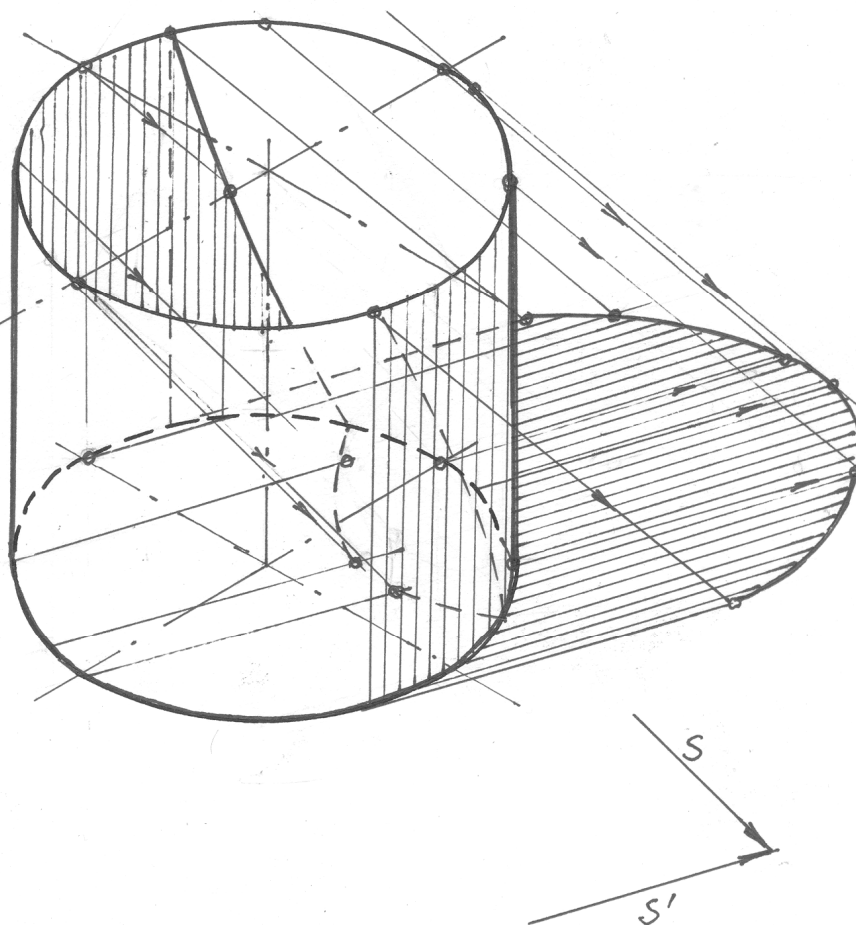
Приклад 2



Приклад 3



Приклад 4

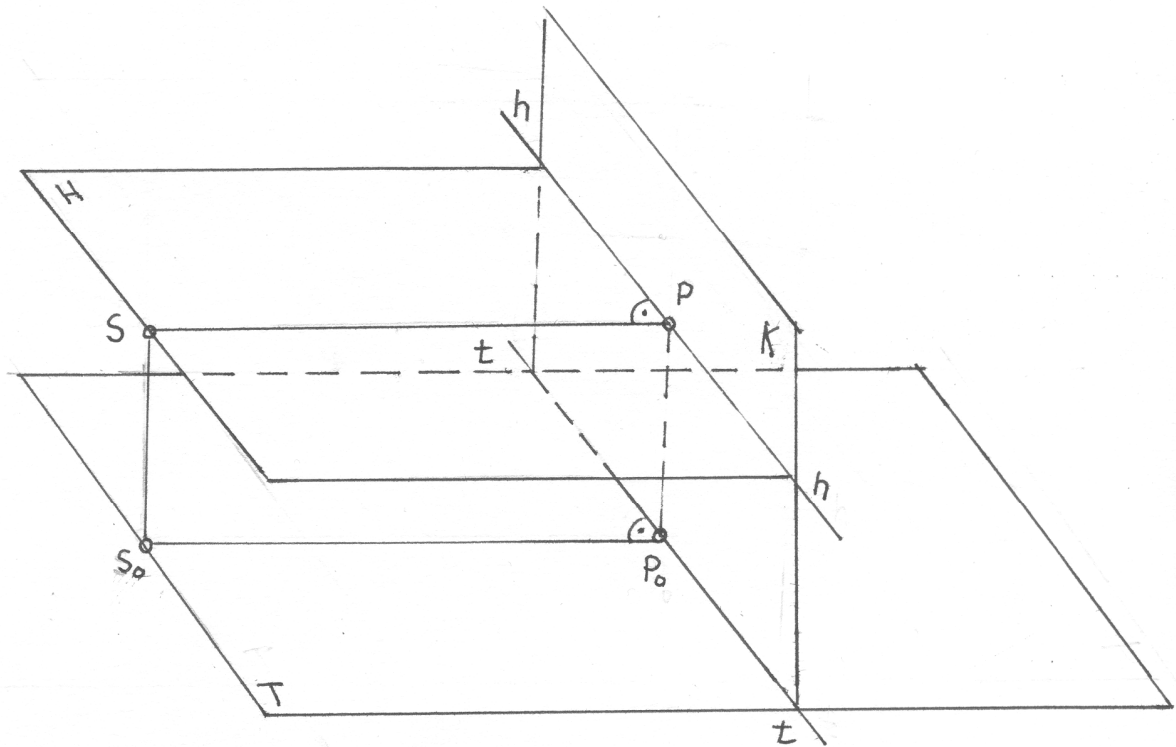


## Перспектива

## Геометричні основи перспективи.

Перспективою називається центральна проекція об'єкта на площину, що відповідає певним умовам. Цими умовами обмежується взаємне положення центра проекції й об'єкта з метою найбільшого наближення його зображення до виду об'єкта в натурі.

Для побудови перспективи об'єкта із центра проєкції  $S$  (точки зору) проводять промені, що проєктують, до крапок об'єкта й знаходять їхнє перетинання із площиною проєкцій  $K$  (картиною), що звичайно розташовують перед об'єктом.



Одна центральна проекція крапки не визначає положення в просторі, тому необхідно побудувати вторинну її проекцію. Для побудови перспективи об'єкта вихідним матеріалом служать його ортогональні проекції.

### Елементи побудови перспективи:

**$K$**  - вертикальна площина проекції (картина)

***T***-предметна площина( горизонтальна) на якій звичайно розташовується об'єкт.

$S, s$  -точка зору (центр проєкцій) і її проєкція

**$H$**  -площина обрію, горизонтальна площина, що проходить через точку зору

**$SP$**  - головний промінь, перпендикулярний картині

***P*** і- *p*- головна точка картини і її горизонтальна проекція

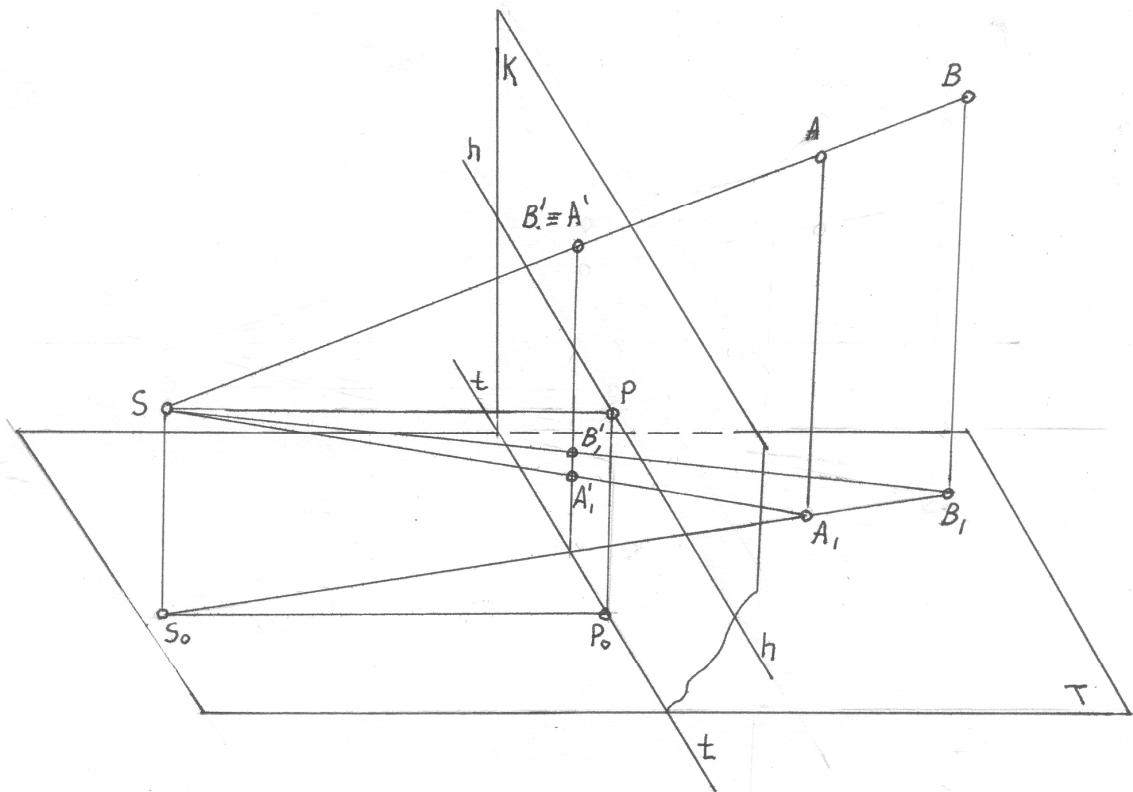
$d$  - відстань (дистанція) точки зору

**hh** -лінія обрію, лінія перетинання площини обрію з картиною

**tt** -підстава картини, лінія перетинання картини із предметною площиною

*Pr, Ss* -висота обрію

$D$  -дистанційна точка (точка дальності), розташована на відстані  $d$  від головної точки картини Р



### ***Перспектива прямої загального положення***

Проектуючі промені, які проходять через точку  $S$  і пряму  $AB$  утворюють променеву площину. Ця площина перетинає картину по прямій  $A''$ , що і є перспективою даної прямої. Для побудови перспективи відрізка  $AB$  досить визначити перспективи точок  $A$  і  $B$  кінців відрізка. З'єднавши отримані точки прямою лінією одержимо перспективу  $A''$ . Однак зручніше будувати перспективу прямої по двох її особливих точках: картинному сліду  $N$  прямої і точки сходу  $F$ .

***Картинним слідом прямої*** називається точка перетинання її з картиною.

Для визначення картинного сліду спочатку необхідно знайти слід горизонтальної проекції прямої  $n$ , а потім на вертикалі від нього слід  $N$  слід самої прямої.

***Точкою сходу прямої*** називається перспектива нескінченно віддаленої точки прямої.

Для визначення точки сходу прямої треба спочатку визначити точку сходу її горизонтальної проекції, а потім побудувати на плані кут нахилу прямої і отриману величину  $\Delta\alpha$  відкласти в перспективі від точки  $f$  нагору або долілиць. Якщо точка сходу перебуває вище лінії обрію, то пряма  $AB$  восходяща, якщо крапка  $F$  нижче лінії обрію -пряма спадна.

### ***Перспектива прямих особливого положення***

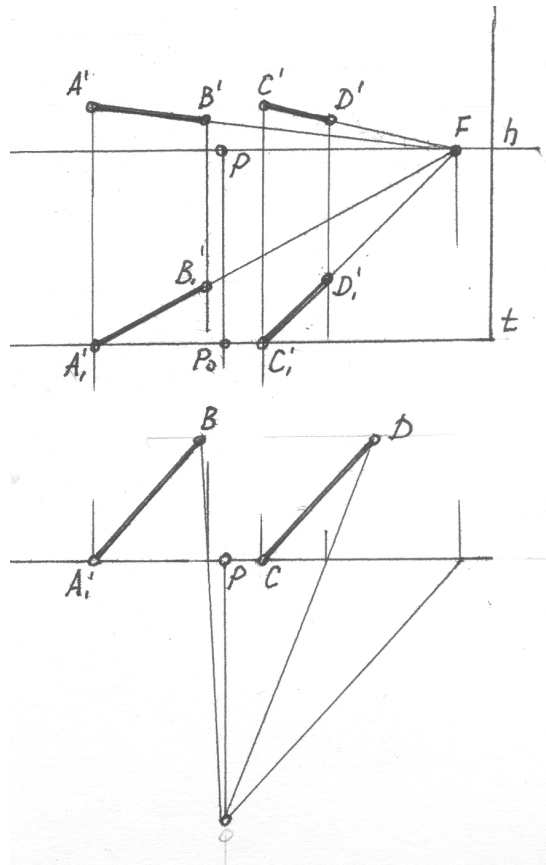
Побудова прямих особливого положення виконується простіше, ніж побудова прямих загального положення, тому вони знаходять широке застосування як допоміжні прямі при побудові перспективи.

До прямих особливого положення щодо картинної площини ставляться:

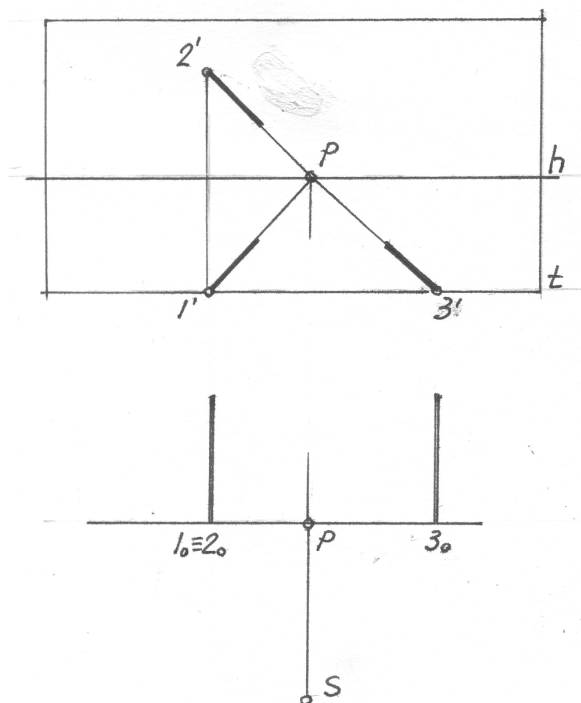
- 1) проектучі прямі,
- 2) прямі перпендикулярні картині,
- 3) горизонтальні прямі, точки сходу яких перебувають на лінії обрію
- 4) радіальні прямі
- 5) паралельні прямі

***Горизонтальні прямі***

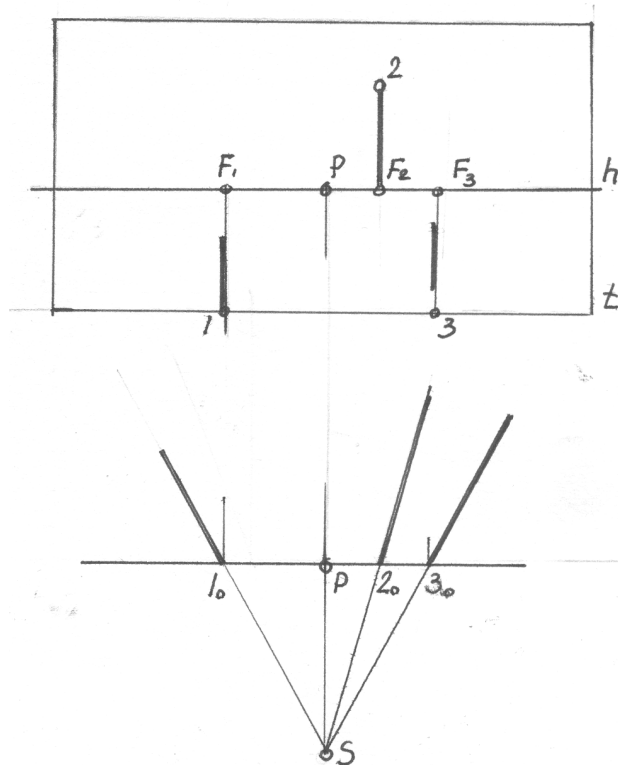




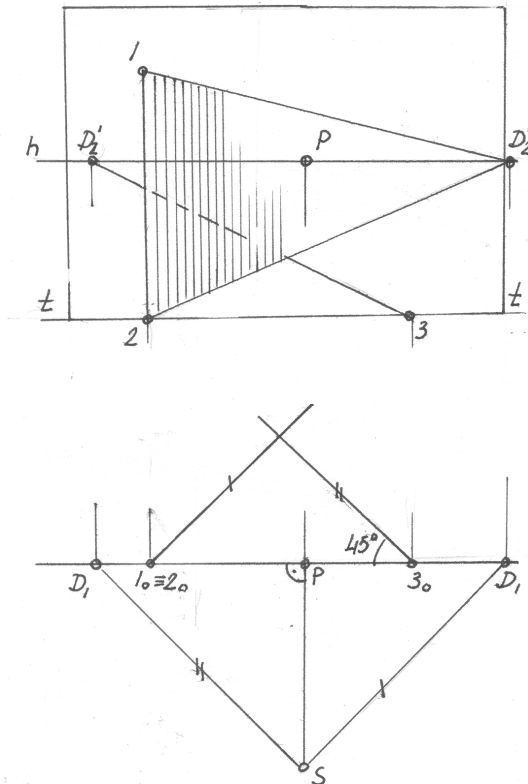
. **Прямі, перпендикулярні картині**, точкою сходу яких у перспективі є головна точка картини  $P$



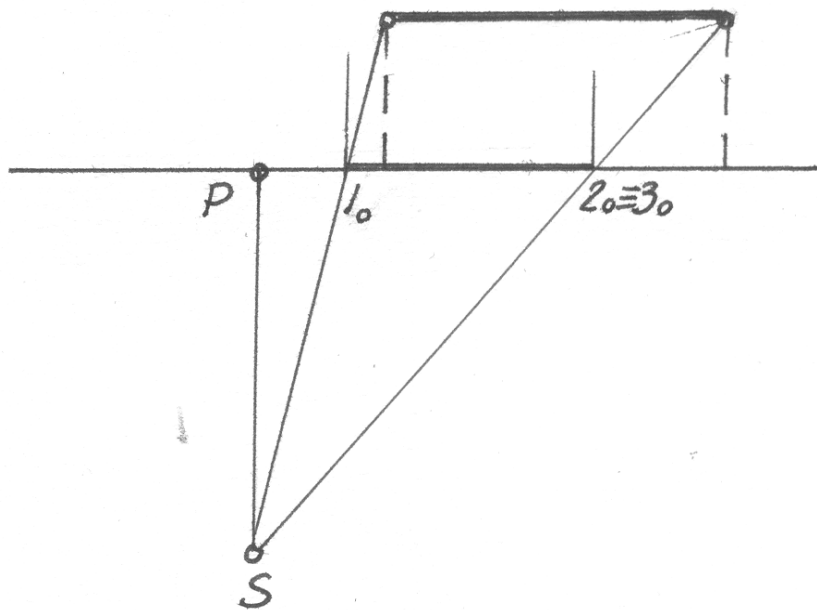
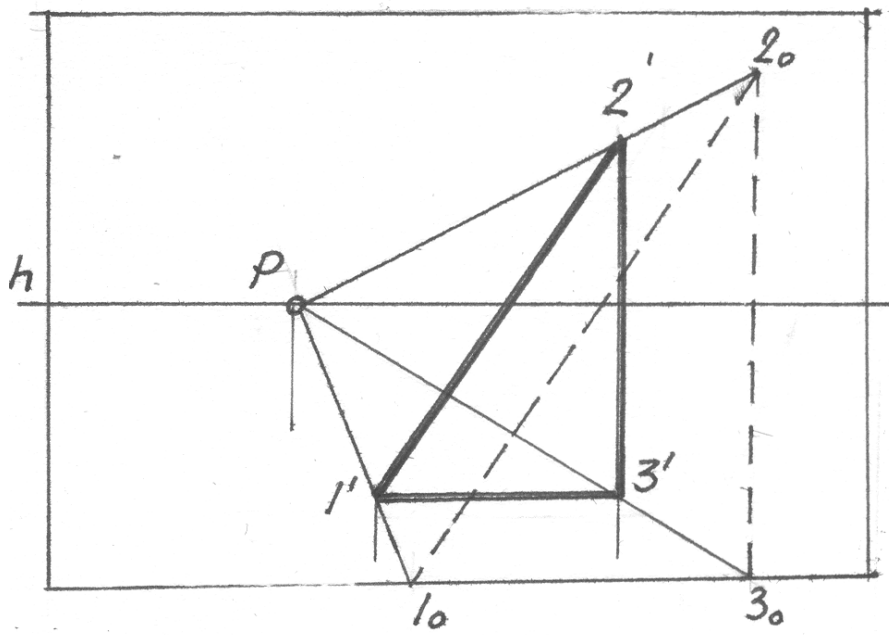
**Радіальні прямі**- прямі, які лежать в предметній площині і проходять через основу точки зору, а також інші прямі, вторинні проєкції яких проходять через основу точки зору. Такі прямі перебувають у вертикальних площинах, що перетинають картину по вертикальних прямих.



*Горизонтальні прямі, розташовані під кутом  $45^\circ$  до картини, точками сходу їх у перспективі є дистанційні точки  $D$ .*

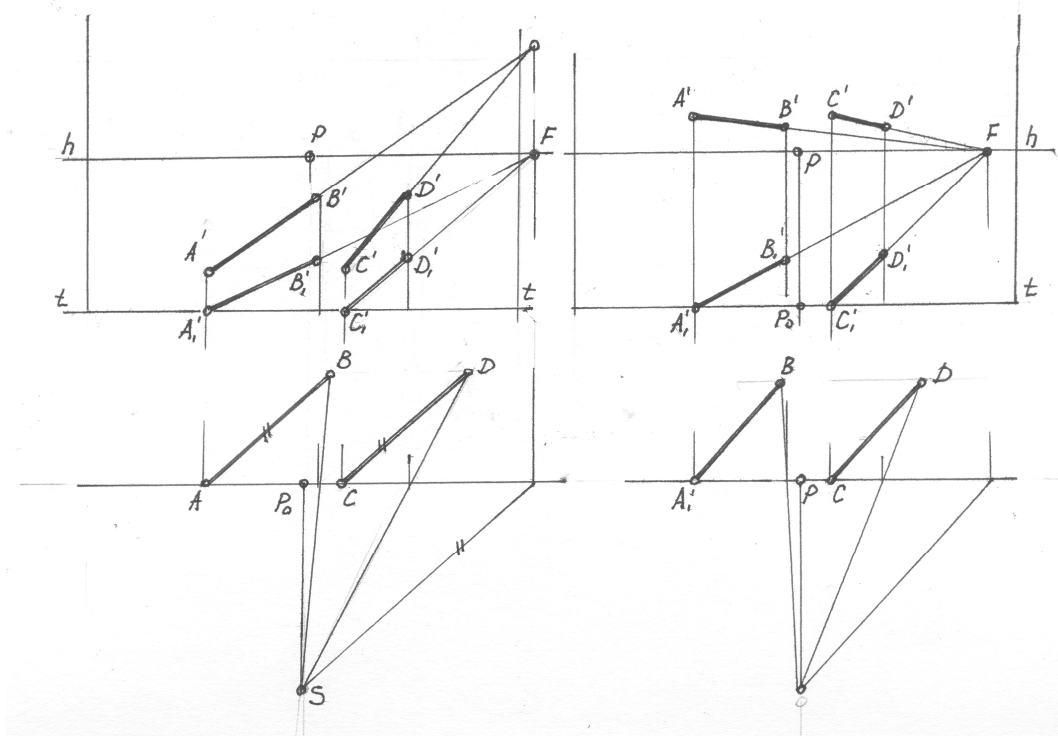


*Прямі, паралельні картині не мають точок сходу, їхні перспективи паралельні самим прямим. Вони не мають картинних слідів тому що не перетинаються з нею. Плоскі фігури, паралельні картині, зображуються в перспективі подібними.*

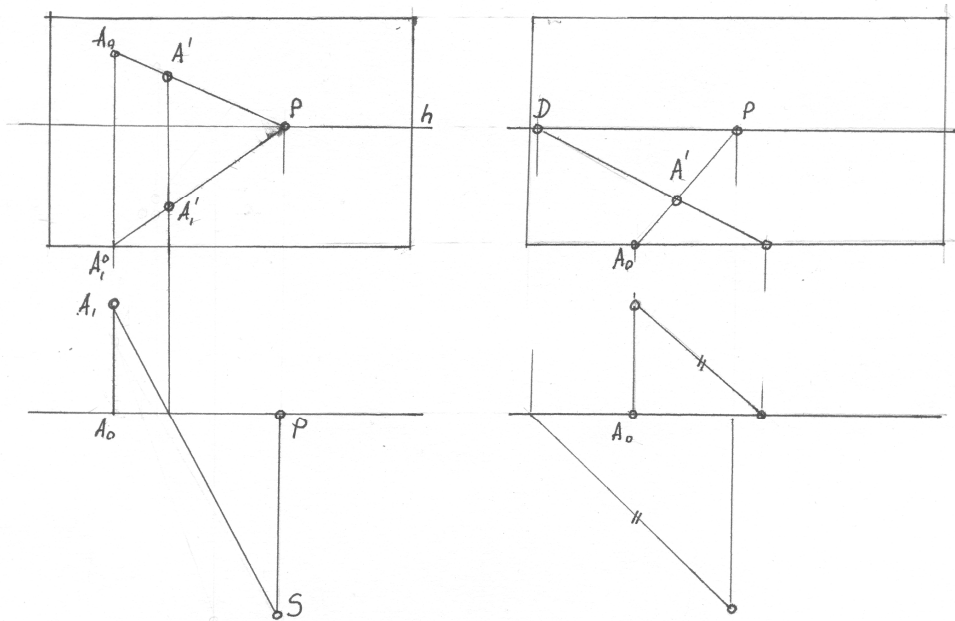


### Паралельні прямі

Перспективи паралельних прямих перетинаються, тобто мають загальну точку сходу. Для побудови точки сходу прямих треба з точки зору провести промінь, що проектує, паралельно даній прямій до перетинання з картиною. Ця точка буде точкою сходу для всіх прямих паралельних даній прямій. Точки сходу горизонтальних прямих розташовані на лінії обрію.



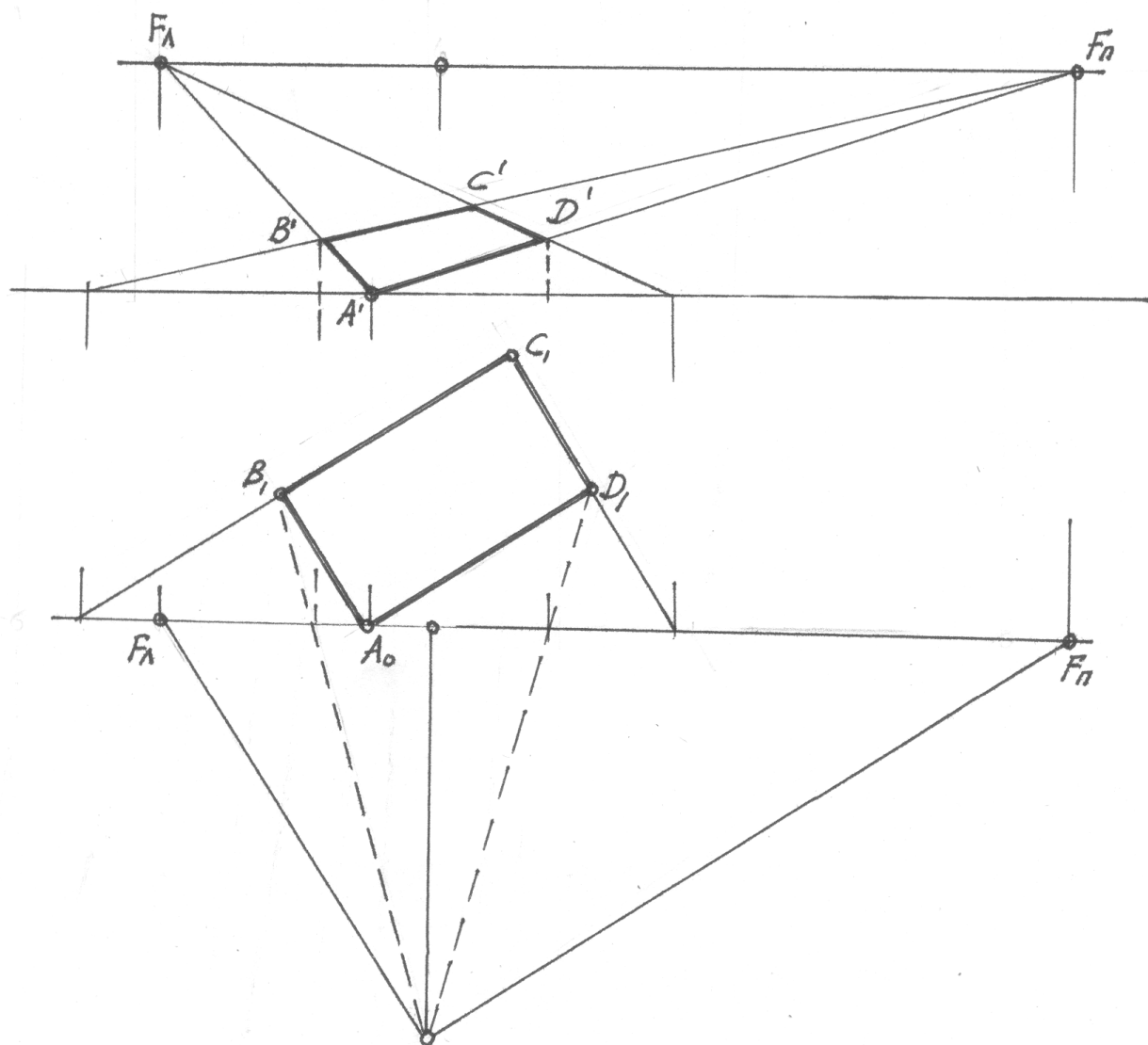
**Перспектива точки.** Перспектива точки визначається як точка перетинання перспектив двох прямих особливого положення.



- а) перпендикулярній картині й проектуючого променя
- б) перпендикулярній картині й прямій розташованій під кутом  $45^\circ$  до картини, точку сходу якої дистанційна точка **D**
- в) проектуючого променя (радіальної прямої) і горизонтальної прямої довільного положення

**Перспектива площини.** Перспективу площини будують як перспективу точок, перспективу прямих або плоскої фігури.

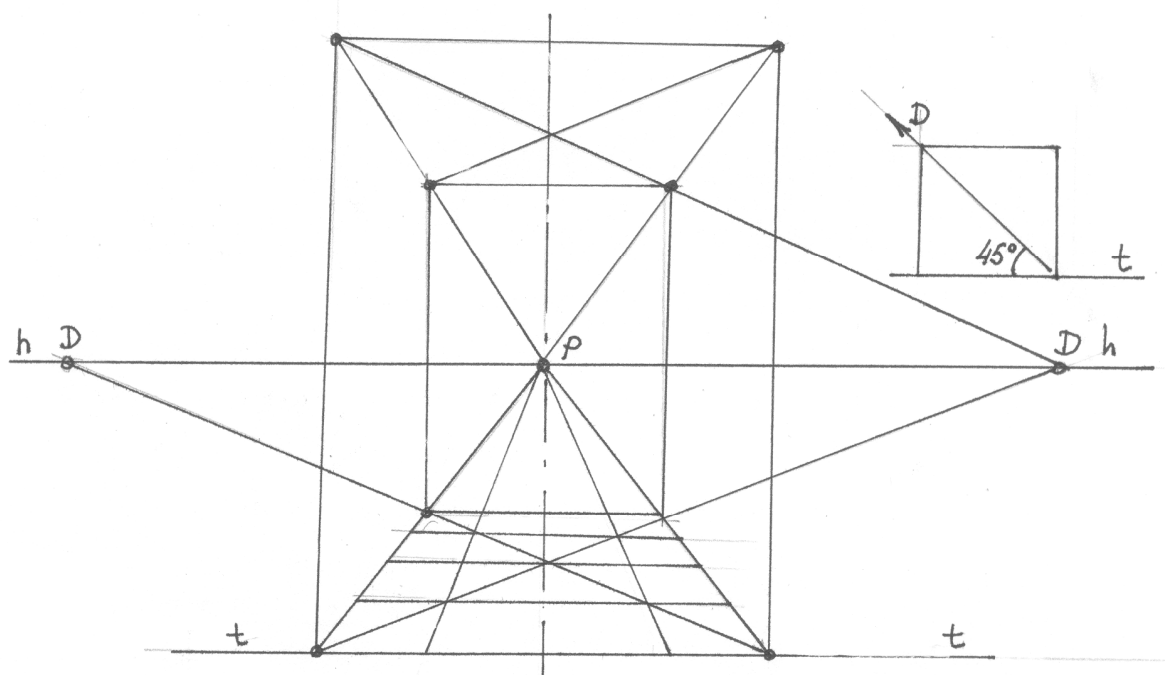
Побудова перспективи горизонтальної площини Для побудови точок сходу для двох пар паралельних прямих проведемо на плані через точку зору проєктуючі промені паралельно цим прямим до перетинання з картиною в точках  $f_1$  і  $f_2$  і перенесемо ці точки на лінію обрію. Побудуємо картинні сліди двох сторін чотирикутника й перенесемо їх на основу картини Перетинання прямих протилежного напрямку визначить на зображенні вершини чотирикутника і його перспективу.



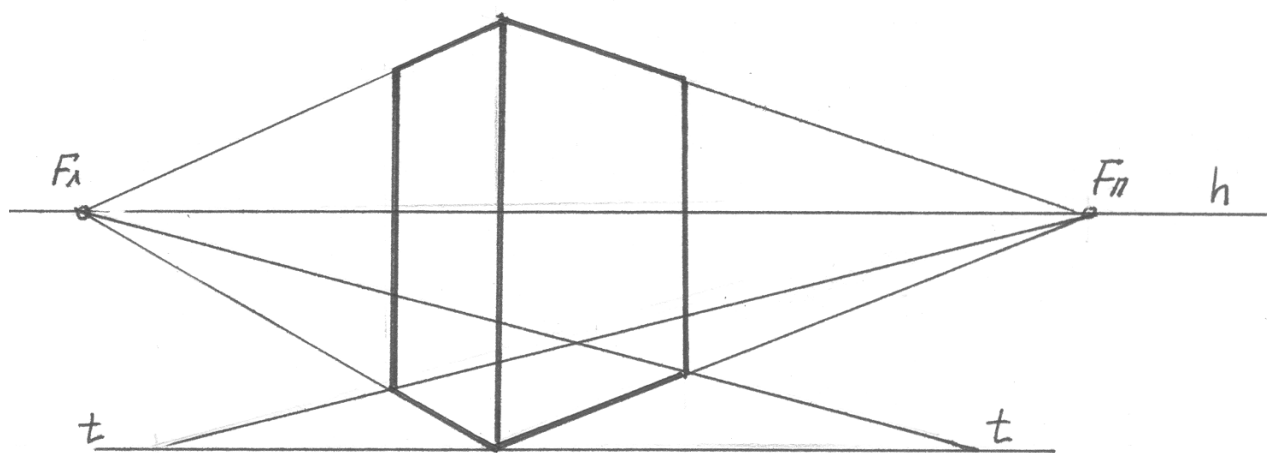
**Перспектива горизонтальної площини** квадратної форми, сторони якої попарно паралельні й перпендикулярні картині.

Сторону квадрата сполучаємо з картиною Точка сходу поздовжніх сторін квадрата- це його головна точка картини  $K$ . Перспектива поперечних сторін не має точок сходу

Якщо задано розмір сторони квадрата й дистанційна відстань, перспектива може бути побудована без плану за допомогою однієї з дистанційних точок

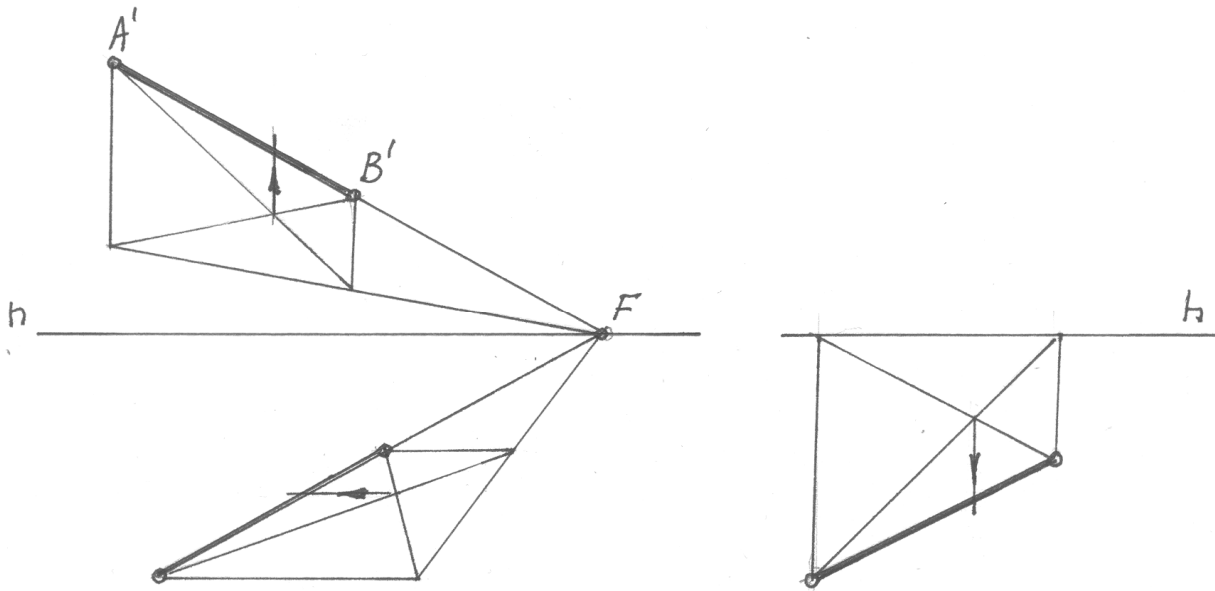


Побудову *перспективи вертикальних площин* необхідно починати з побудови перспективи плану. У точках перетинання сторін плану будується перспектива вертикальних прямих. Вертикальні прямі, паралельні картині не мають точок сходу і зображуються в перспективі вертикальними. Щоб побудувати перспективу висот чотирикутників, натуральний розмір можна винести тільки на площині картини або знайти картинний слід однієї з вертикальних площин. Картинним слідом площини називається лінія перетинання площини з картиною



## *Розподіл перспективи відрізків прямих*

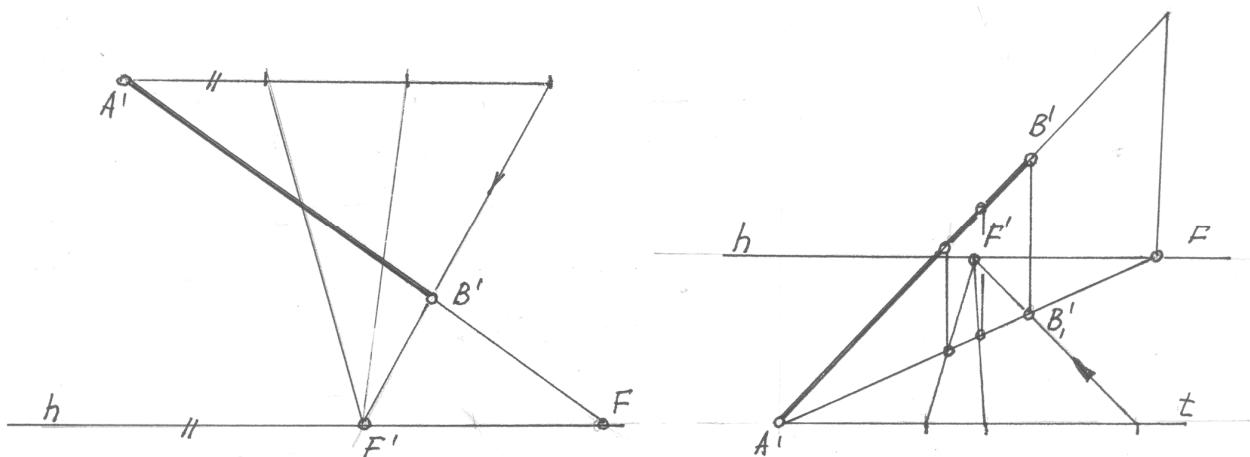
Розподіл прямих паралельних картині - співвідношення відрізків прямої лінії, паралельній картині й розділені на рівні або пропорційні частини, не змінюються в перспективі.



Розподіл прямих ( горизонтального рівня) на дві рівні частини:

Щоб розділити перспективу відрізку прямої  $AB$  навпіл, варто добудувати відрізок до перспективи вертикального або горизонтального чотирикутника, точка перетинання діагоналей визначить середину відрізку.

Розподіл перспективи відрізків прямих (горизонтального рівня ) на рівні або пропорційні частини. Розподіл відрізків заснований на тому, що сторони кута діляться паралельними прямими на пропорційні частини . Через один з кінців відрізку проводимо лінію горизонтального положення на якій відкладаємо частини розподілу, узяті з ортогональних проекцій Через точки кінців відрізку проводимо пряму до перетинання з лінією обрію  $F$  Прямі, проведені через точку  $F$  і кожну точку на горизонтальній прямій розділять перспективу  $AB$  у заданій пропорції.



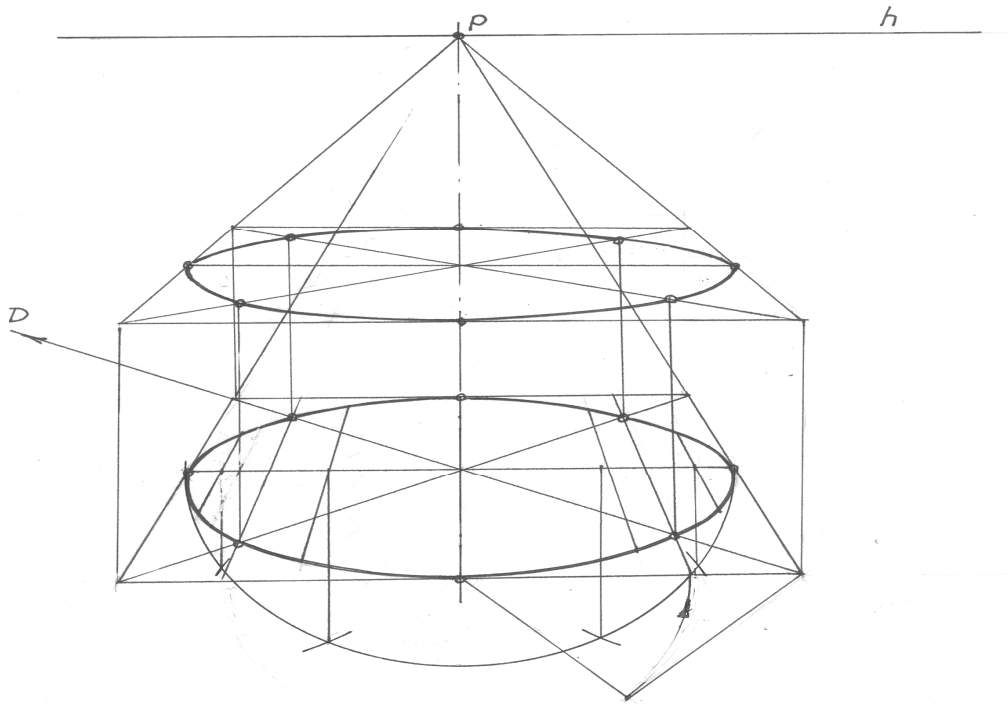
Розподіл перспективи відрізку загального положення: звичайно ділять у потрібній пропорції горизонтальну проекцію прямої, а потім переносять отримані точки лініями проекційного зв'язку на перспективу самого відрізку.

## Перспектива окружності

Лінія перетинання конічної поверхні (проектуючі промені, які проходять через точку зору й окружність, утворюють конус) картинною площиною є перспективою окружності. Залежно від положення точки зору щодо окружності, вона може проектуватись кожною з конічних кривих:

- а) еліпсом, якщо основа точки зору розташовується поза окружністю,
- б) параболою, якщо основа точки зору збігається із точкою окружності,
- в) гіперболою, якщо основа точки зору розташовується усередині окружності.

Найбільш простий спосіб побудови перспективи окружності- за допомогою побудови перспективи описаного квадрата і восьми характерних точок еліпса.

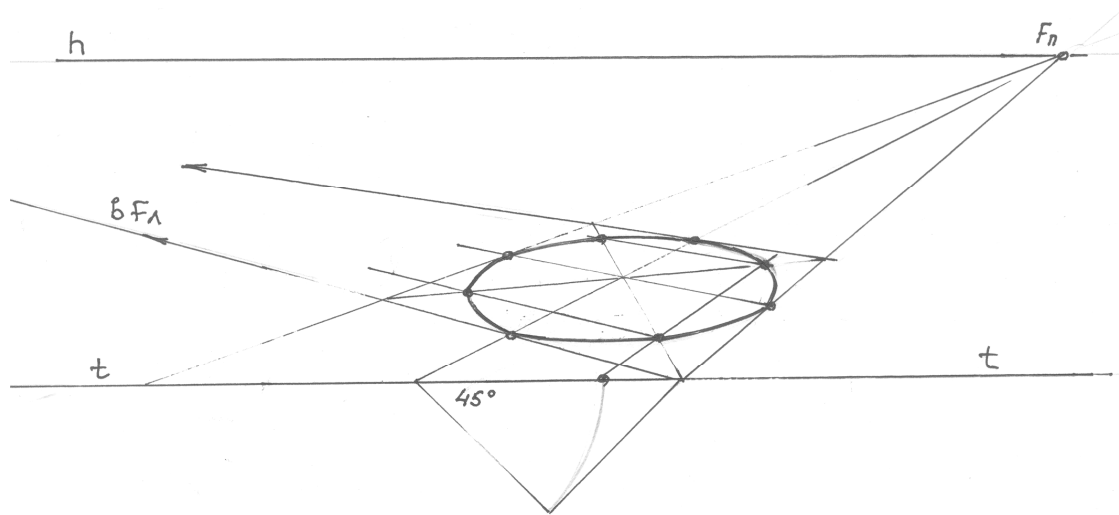


Побудуємо перспективу квадрата, дві сторони якого паралельні картині за допомогою дистанційної точки **D**. При кресленні кривої еліпса необхідно мати на увазі, що точка **O** (перспектива центра окружності) і точка **A** (центр еліпса) не збігаються. Аналогічно будується перспектива вертикальної окружності.

Розподіл перспективи окружності на рівні частини. На фронтальному діаметрі перспективи окружності будуємо півколо, розділене на задану кількість частин. Отримані точки переносимо вертикальними лініями на діаметр окружності. Ці прямі в перспективі будуть перпендикулярні картині, тому через точки на діаметрі проводимо перспективу прямих направлених у головну точку **P**. У перетинанні з еліпсом одержимо шукані точки.

Якщо необхідно вписати перспективу окружності у вже побудовану перспективу квадрата, сторони якого не паралельні картині, варто винести в площину картини за допомогою будь-якої точки на обрії половину сторони квадрата і побудувати на ній рівнобедрений прямокутний трикутник для пропорційного розподілу відрізка в перспективі.



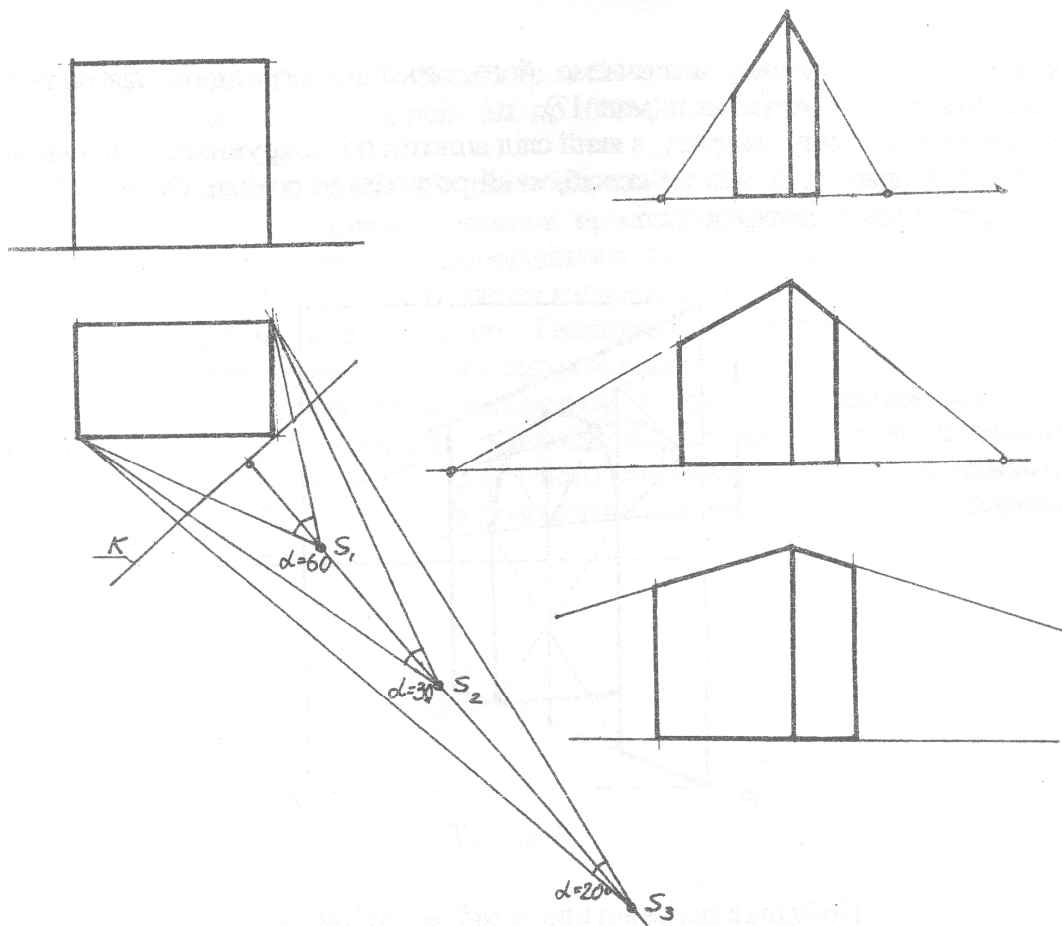


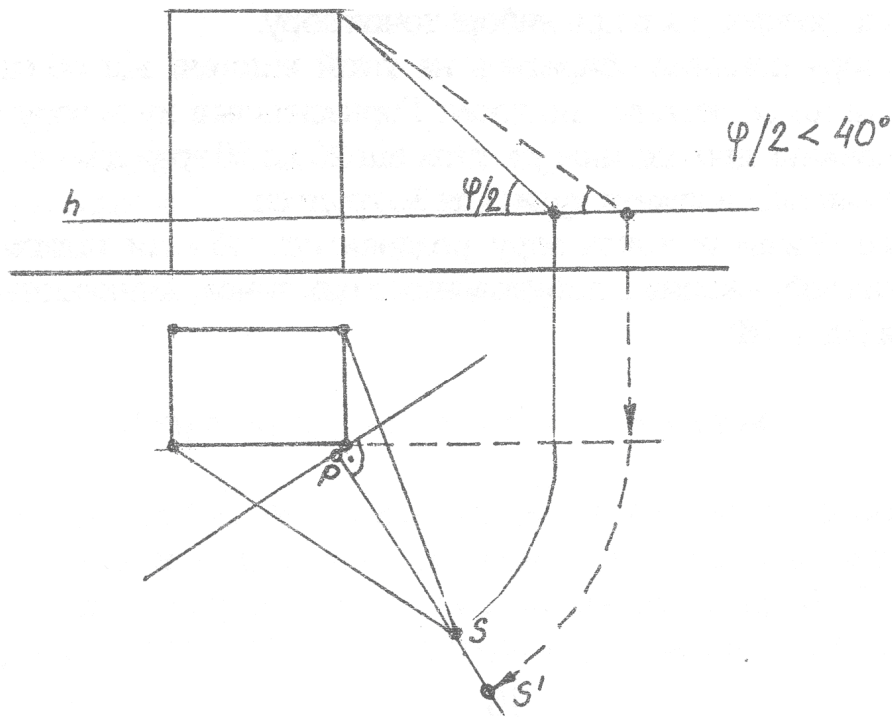
### **Способи побудови перспективи**

Існує кілька способів побудови перспективних зображень. У кожному з них використовуються різні елементи центрального проектування. Вибір того або іншого способу побудов залежить від виду об'єкта і його об'ємно-просторової структури. Перш ніж приступитися до побудови перспективного зображення й застосуванню того або іншого способу необхідно правильно вибрати положення точки зору, перевіривши величину кутів зору.

Вибір точки зору Перша й невідмінна умова- реальність точки зору. Точка зору повинна вибиратися на такій відстані від об'єкта, щоб його можна було легко охопити одним поглядом. Горизонтальні кути зору між крайніми променями в плані повинні перебувати в межах від  $20^\circ$  до  $50^\circ$ . Кращими кутами варто вважати кути  $30-40^\circ$ .

Вертикальний кут зору зручно відраховувати від перпендикуляра, проведеного до картини, тобто від головного променя.





Це половина повного кута зору. Вертикальний кут зору не повинен перевищувати  $40^\circ$ ... Якщо він виходить за ці межі, варто віддалити точку зору.

Попередню, але дуже важливу частину роботи виконують у такій послідовності:

- 1) вибирають положення точки зору й перевіряють величину кутів зору;
- 2) проводять бісектрису горизонтального кута зору, що являє собою напрямок головного променя зору;

- 3) перпендикулярно головному променю проводять слід картинної площини.

Залежно від положення точки зору й картинної площини щодо об'єкта можливі два види перспектив. Якщо картинна площина не паралельна основним площинам фасадів будинку, то така перспектива називається кутовою. Якщо картинна площина паралельна однієї з основних площин об'єкта, перспектива називається фронтальною.

### **Спосіб архітекторів**

У практиці побудови архітектурних перспектив одержав цей спосіб найбільше застосування. Він заснований на використанні точок сходу горизонтальних прямих об'єкта. При побудові перспективи можуть бути використані дві точки сходу прямих або одна точка сходу й картинні сліди прямих.

#### **Побудова перспективи із двома точками сходу.**

Після попередньої частини роботи (вибору точки зору, і перевірки кутів зору горизонтального й вертикального, нанесення на фасаді лінії обрію, проведення на плані бісектриси кута зору, проведення сліду картинної площини) проводять подальшу побудову.:

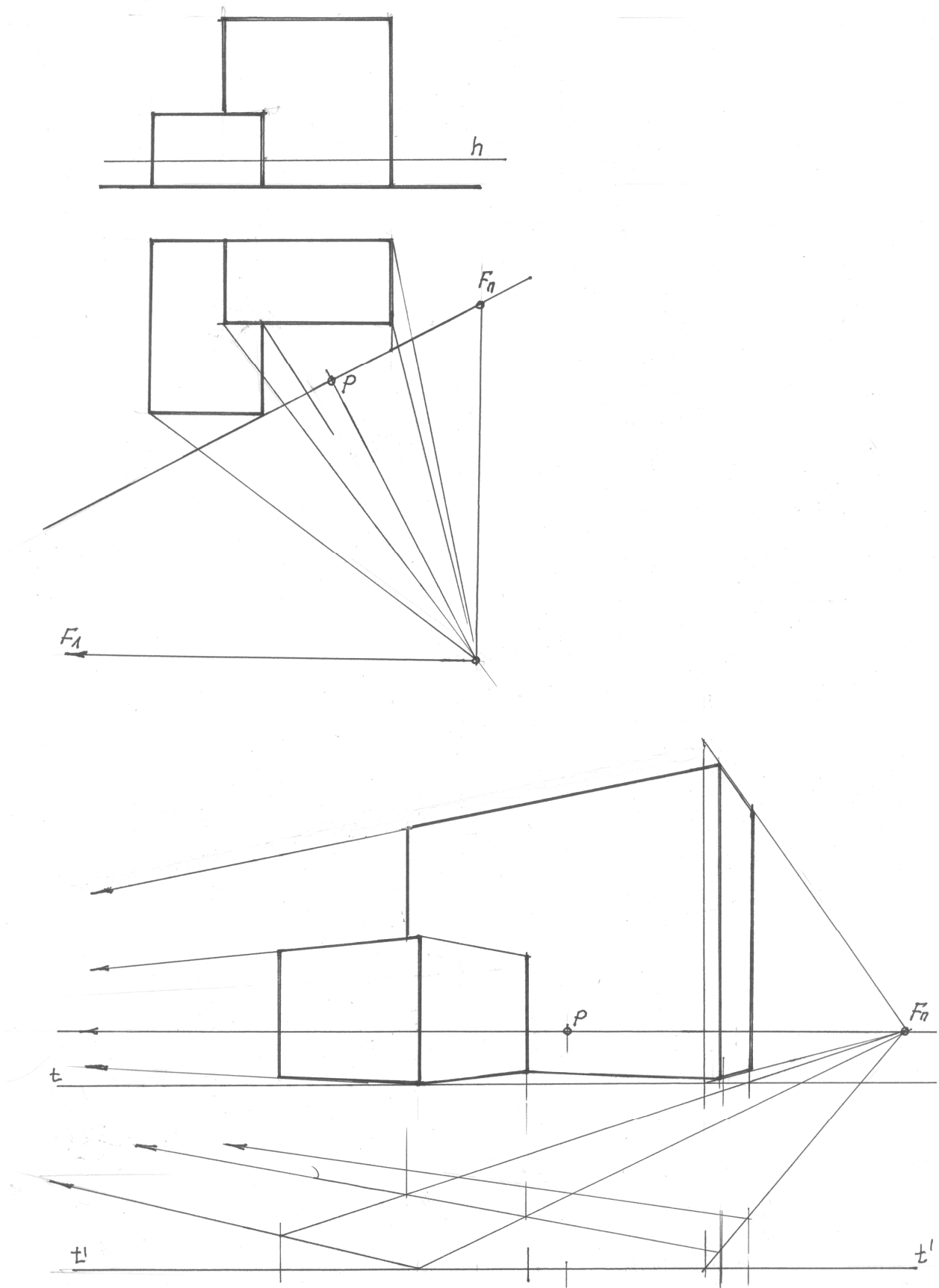
- 1) визначають точки сходу  $f_1$  і  $f_2$  прямих, проводячи через основу  $s$  точки зору проєктуючі промені, паралельно відповідним прямим об'єкта.

- 2) з основи  $s$  точки зору проводять проєктуючі промені, доточок плану об'єкта, які будуть видимі з точки зору, і визначають їхній перетин з основою картини. Перспектива може бути побудована в будь-якому масштабі по відношенню до масштабу плану і фасада.

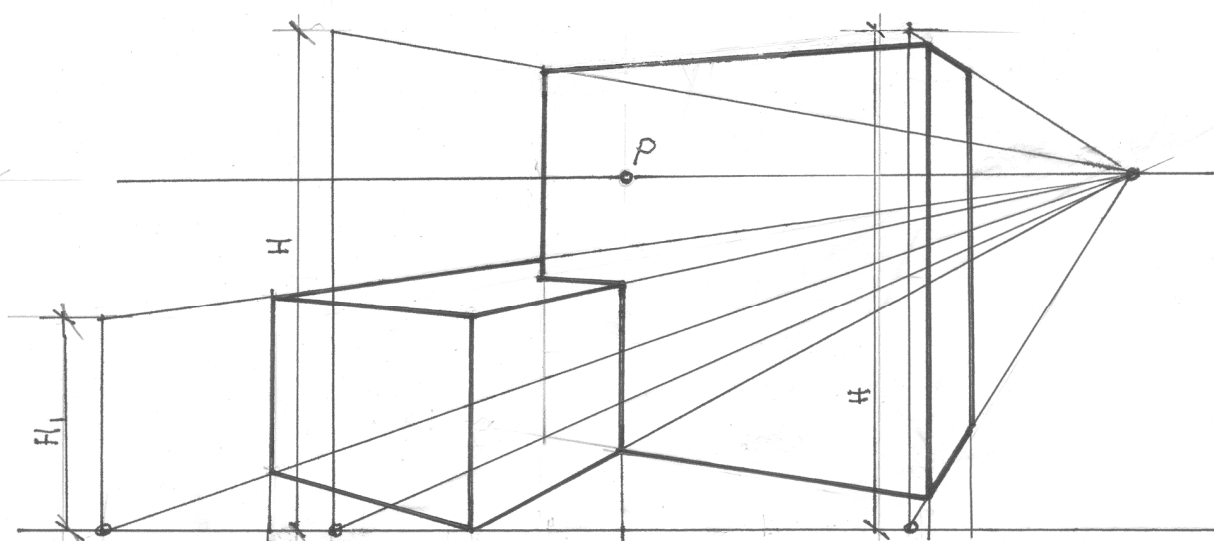
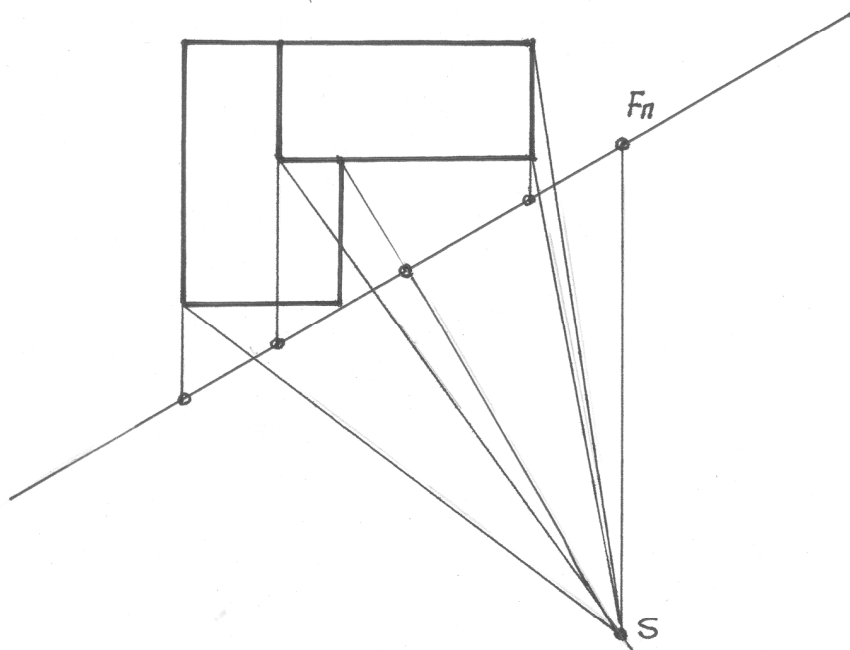
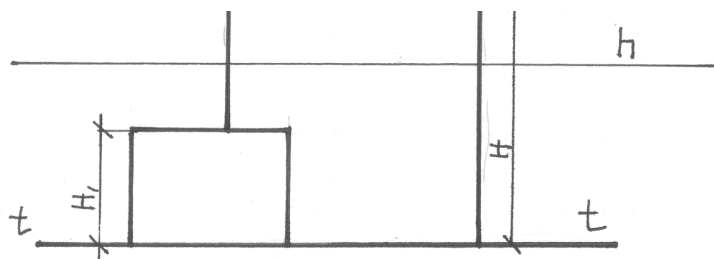
Побудова перспективного зображення об'єкта починають з перспективи плану.

На лінію обрію наносять головну точку перспективи  $P$  і точки сходу  $F_1$   $F_2$ . На основу картини переносять точки, отримані зарубками на сліді картини вихідного плану, відкладаючи їх від вторинної проєкції  $p_0$  головної точки картини (Всі величини відкладають із урахуванням обраного масштабу). Побудова перспективи вертикальних ребер об'єкта (висот) починають з того ребра, що перебуває в площині картини й проєктується в

натуральну величину (з урахуванням масштабу збільшення) . Всі перспективи, ребер, що залишились зручно визначати за допомогою картинних слідів площин.



*Побудова перспективи з однією точкою сходу.*



Застосовується у випадку, коли одна із точок сходу виявляється на значній відстані від поля креслення.

Послідовність побудови окремих етапів залишається колишньої. Перспективу характерних точок плану визначають перетинанням двох прямих: прямої плану, що має доступну точку збігу, добувається до картинного її сліду і радіальній прямій, що проектує. Перспективу вертикальних ребер будують за допомогою картинних слідів.

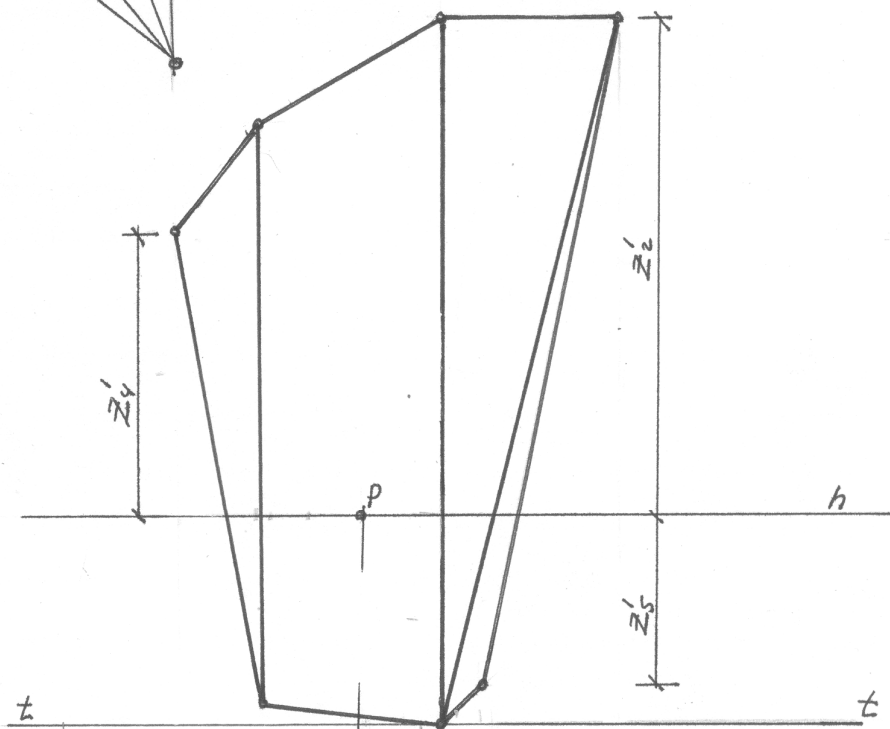
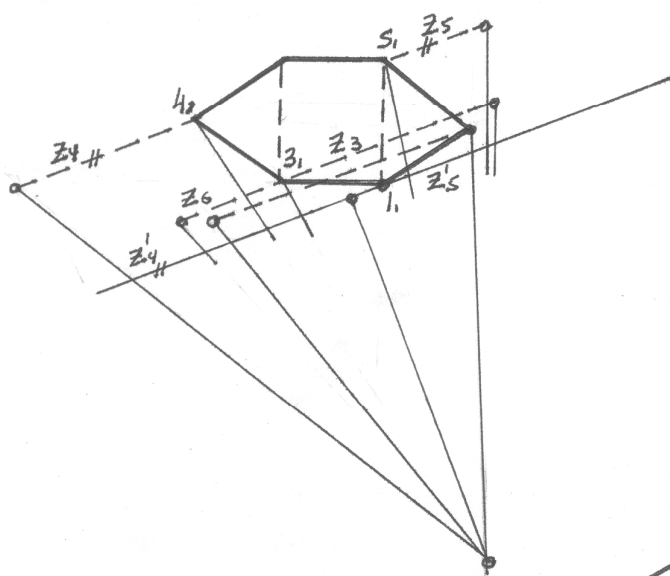
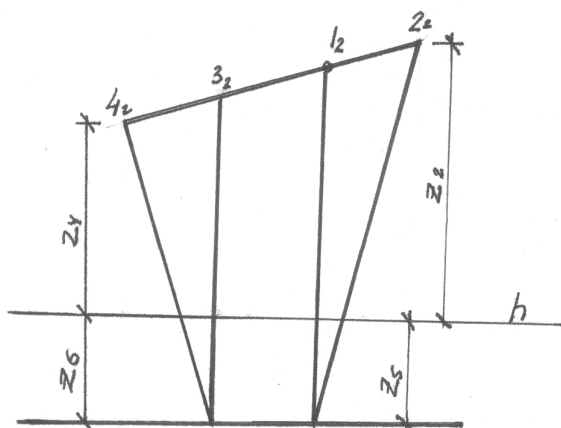
У випадку, коли висота об'єкту мала й вторинна проекція об'єкта виявляється стислою і подальші побудови на перспективі плану скрутні, застосовують допоміжну горизонтальну площину. Перспективу плану будують не на предметній площині, а на допоміжній, опущеній до ліній від предметної площини на довільну відстань. При цьому перспектива плану виглядає більше розкритою. Потім за допомогою картинних слідів вертикальних ребер відкладаємо натуральні їх висоти і проєціюємо ці висоти у доступну точку збігу і знаходимо перспективне скорочення висот цих.

### ***Спосіб сполучених висот***

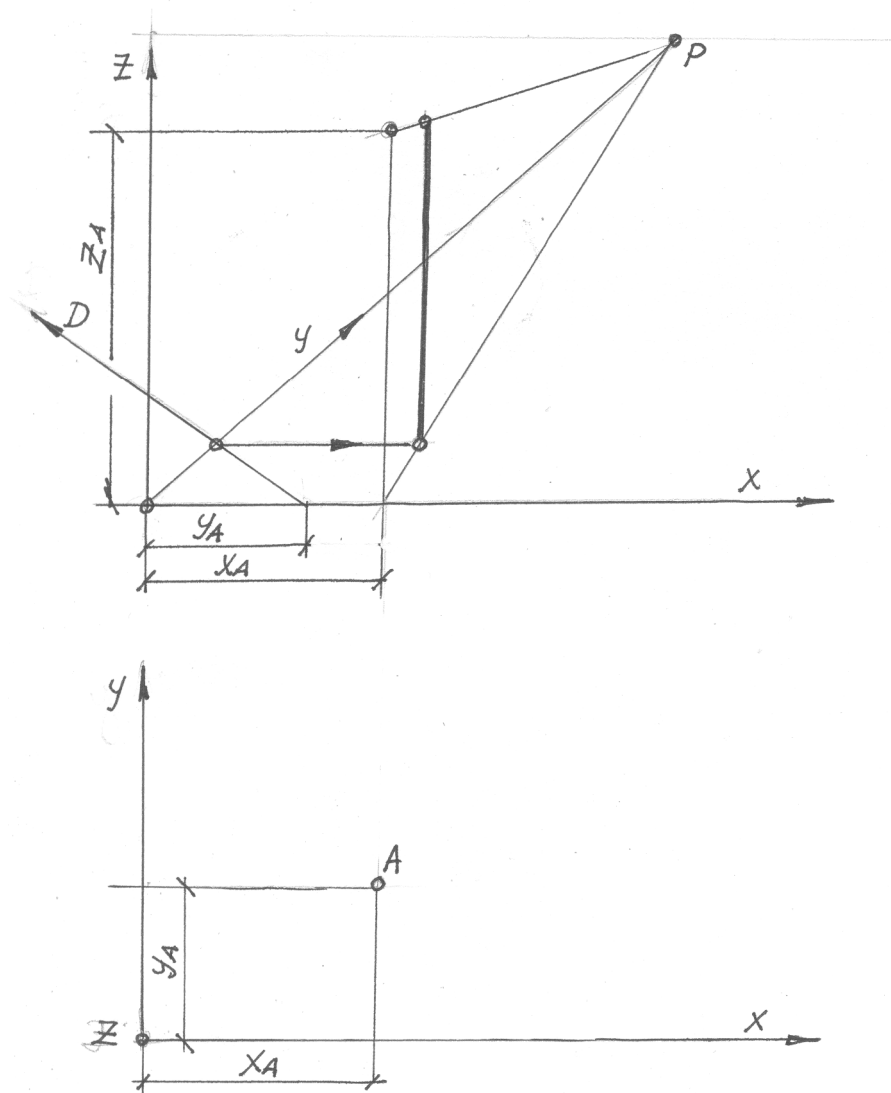
Цей спосіб є найпростішим способом побудови перспективи і його застосування не вимагає знань теорії перспективи. Він застосовується при побудові нескладних об'єктів нерегулярної форм., коли не потрібне використання точок сходу. Користуючись сполученням висот можна побудувати як кутову так і фронтальну перспективу без точок сходу, а також перспективу об'єктів неправильної форми. Цей спосіб використовує особливий випадок перспективного проектування прямої, яка паралельна картині. Якщо ми висоту характерних точок, яка замірюється від лінії об'єкту, умовно розташуємо горизонтально і одночасно паралельно картині, то при перспективному проектуванні такі прямі зберігають пропорційність. Тому перспективне скорочення, яке замірюється на картині по допоміжній горизонтально розташованій прямій, відповідає розміру перспективно скороченій прямій якої відповідає відстань від вибраної точки до лінії об'єкту. Алгоритм побудови перспективи характерних точок такий:

- 1) вибираємо характерну точку і заміряємо відстань від неї до лінії об'єкту
- 2) на горизонтальній проекції точки паралельно картині відкладаємо висоту точки
- 3) з'єднуємо їх з точкою стояння і визначаємо точку перетину променів з картиною.
- 4) на картині заміряємо перспективну скорочену величину умовної прямої і на перспективі відносно лінії об'єкту відкладаємо її вертикально вище чи нижче об'єкту (відносно вибраної точки).

Після побудови перспективи характерних точок необхідно їх послідовно з'єднати, визначаючи видимість ребер і площин.



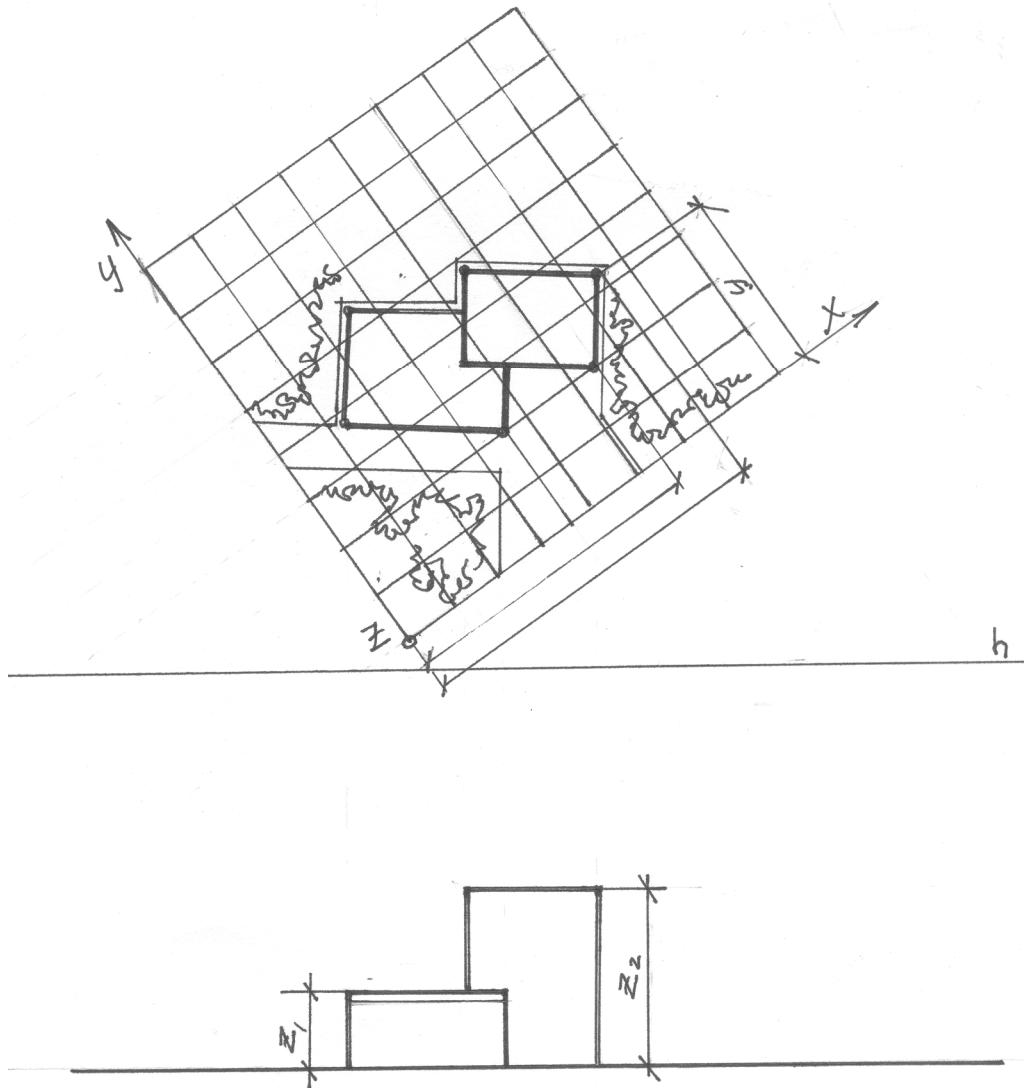
## Спосіб прямокутних координат і перспективної сітки



Координатний спосіб побудови перспективи має обмежене застосування. Він використовується головним чином при зображенні нескладних об'єктів неправильної форми. Сутність цього способу полягає в побудові перспективи об'єкта, віднесеного до прямокутної системи координат за допомогою зображення в перспективі координатної системи. Для побудови перспективи об'єкта на план наносять осі прямокутної системи координат таким чином, щоб картинна площина збігалася з координатною площиною  $XOZ$ , а предметна площина - з координатною площиною  $XOY$ . При цьому основа картини збігається з віссю  $X$ , вісь  $Z$  вертикальна, вісь  $Y$  перпендикулярна картині. Координатні осі, побудовані в перспективі, називають перспективним масштабом. Вісь  $X$  називають масштабом широт, вісь  $Z$  - масштабом висот, вісь  $Y$  - масштабом глибини. По осях  $X$  і  $Z$  відкладають натуральні одиниці виміру. По осі  $Y$  їх відкладають за допомогою дистанційної точки  $D$ . Приклад: для побудови перспективи точки  $A$  відрізка  $AB$  на осях  $X$  і  $Z$  відкладають абсцису й апплікату точки  $A$ . Ординату точки в перспективі будують за допомогою дистанційної точки, відкладаючи натуральну величину ординати  $Y_A$  на основу картини. Потім проводять допоміжні горизонтальні і вертикальні прямі й одержують вторинну проєкцію  $a$  точки  $A$ .

**Спосіб перспективної сітки** є різновидом координатного способу. Він також заснований на застосуванні перспективних масштабів. Спосіб сітки застосовують при побудові "планувальних" перспектив з високим обрієм при проектуванні містобудівних і промислових об'єктів, розташованих на значних територіях.

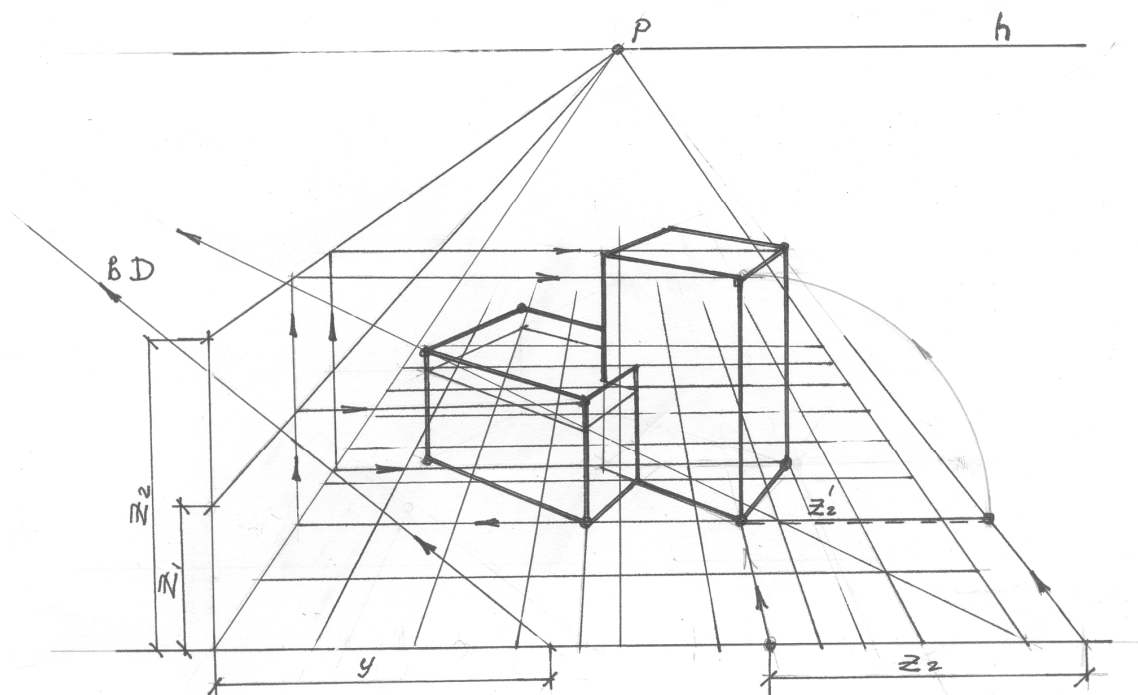
Після вибору точки зору на вихідний план об'єкта наносять сітку фронтально розташованих квадратів зі стороною рівної 1, 2, 5, 10 м. На фасаді розмічають розміри висот будинків.



Перспективну сітку будуємо як перспективу квадрату, сторона якого сполучена з картиною. За допомогою дистанційної точки  $D$ , або дробової дистанційної точки  $D/2$ , **будуємо квадрат**, який розподілен сіткою. Перетинання діагоналі квадрата з перспективою поздовжніх ліній сітки визначить перспективу осередків квадрата. Визначивши положення точок на плані об'єкта щодо сторін осередків наносять їх на перспективну сітку на око за допомогою інтерполяції, для більше точної побудови використовують координатний спосіб побудови перспективи точки.

Перспективу висот можна побудувати, застосовуючи допоміжну вертикальну площину з горизонтальними лініями, які визначають висоти споруд, що йдуть у головну точку перспективи. Можна використовувати осередки сітки як перспективну масштабну шкалу.

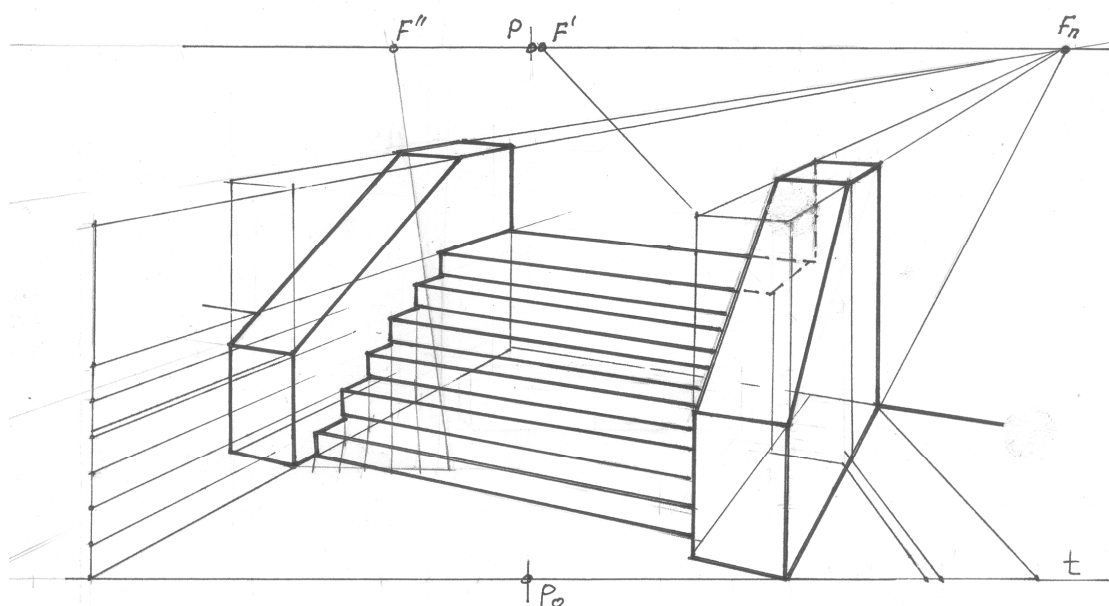


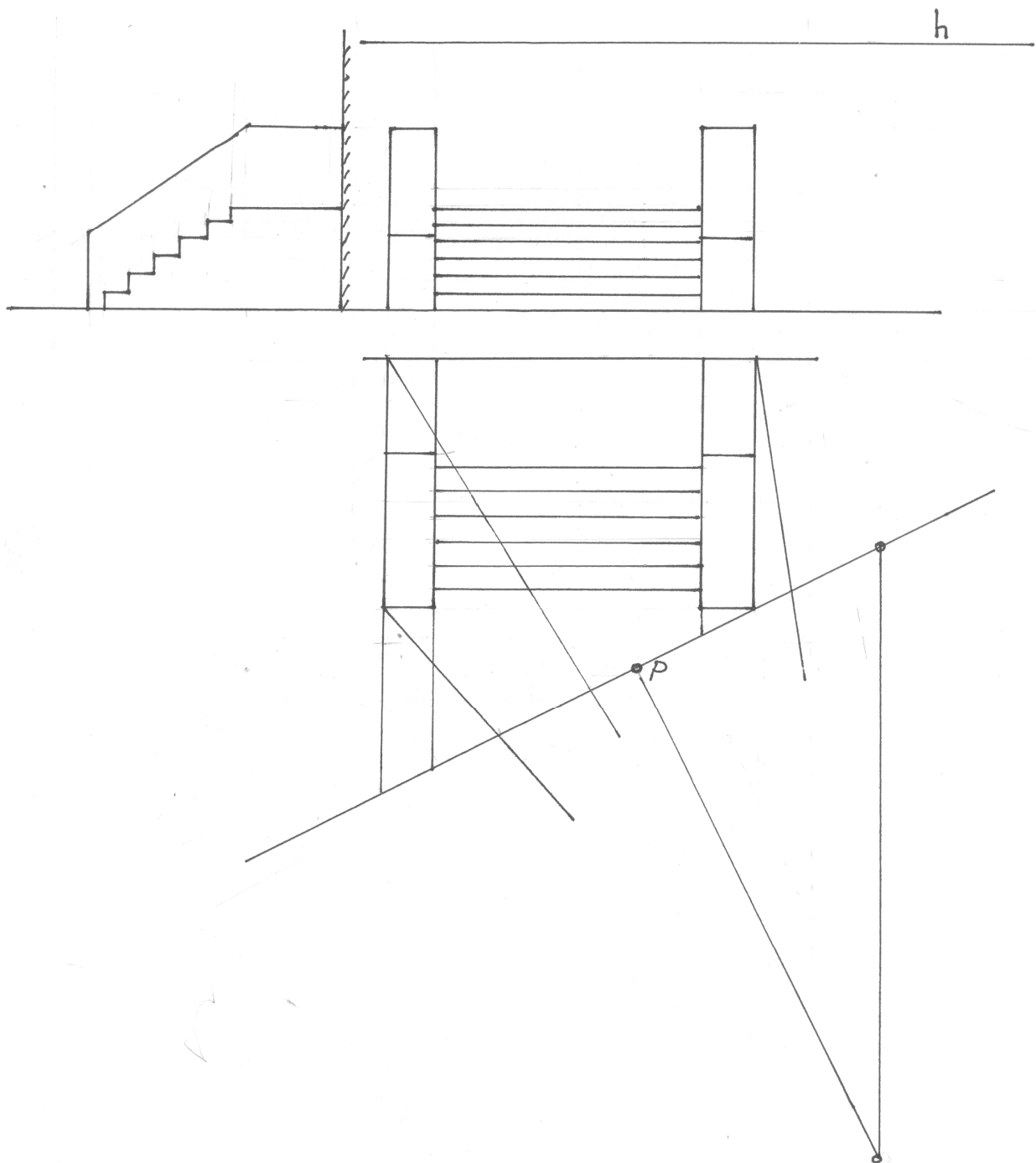


### **Перспектива архітектурних фрагментів**

#### **Перспектива сходів.**

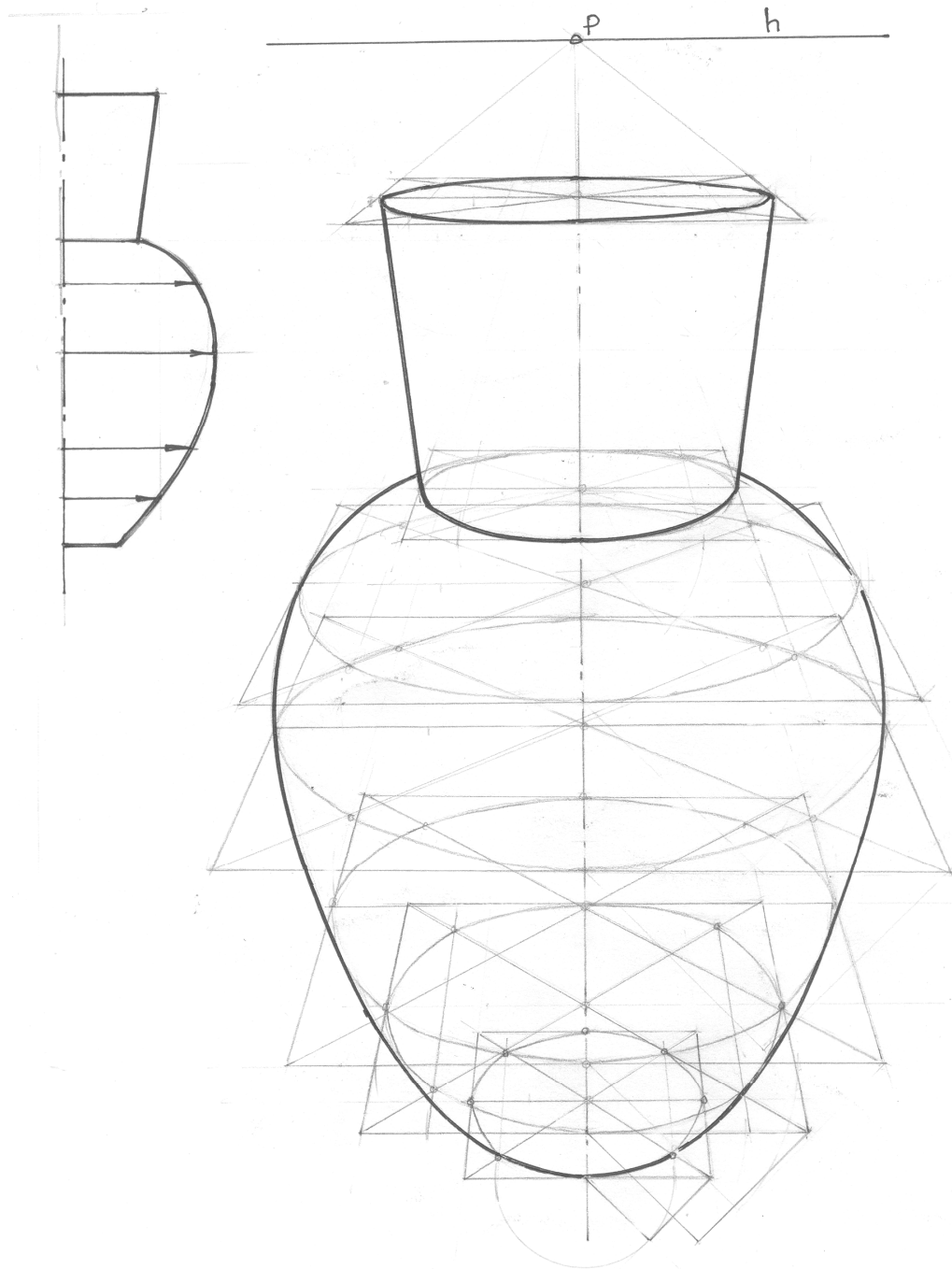
Перспектива сходів будується за допомогою методу архітекторів на основі ортогональних проєкцій. **Багатогранну поверхню сходів обгортаємо дотичною поверхнею призми.** Будуємо перспективу цієї призми, а потім за допомогою методів пропорційного ділення відсікаємо парапети. Будуємо первинну проєкцію сходів та використовуючи картинні сліди кожної сходини будуємо перспективу всіх сходин.





### ***Перспектива поверхні обертання:***

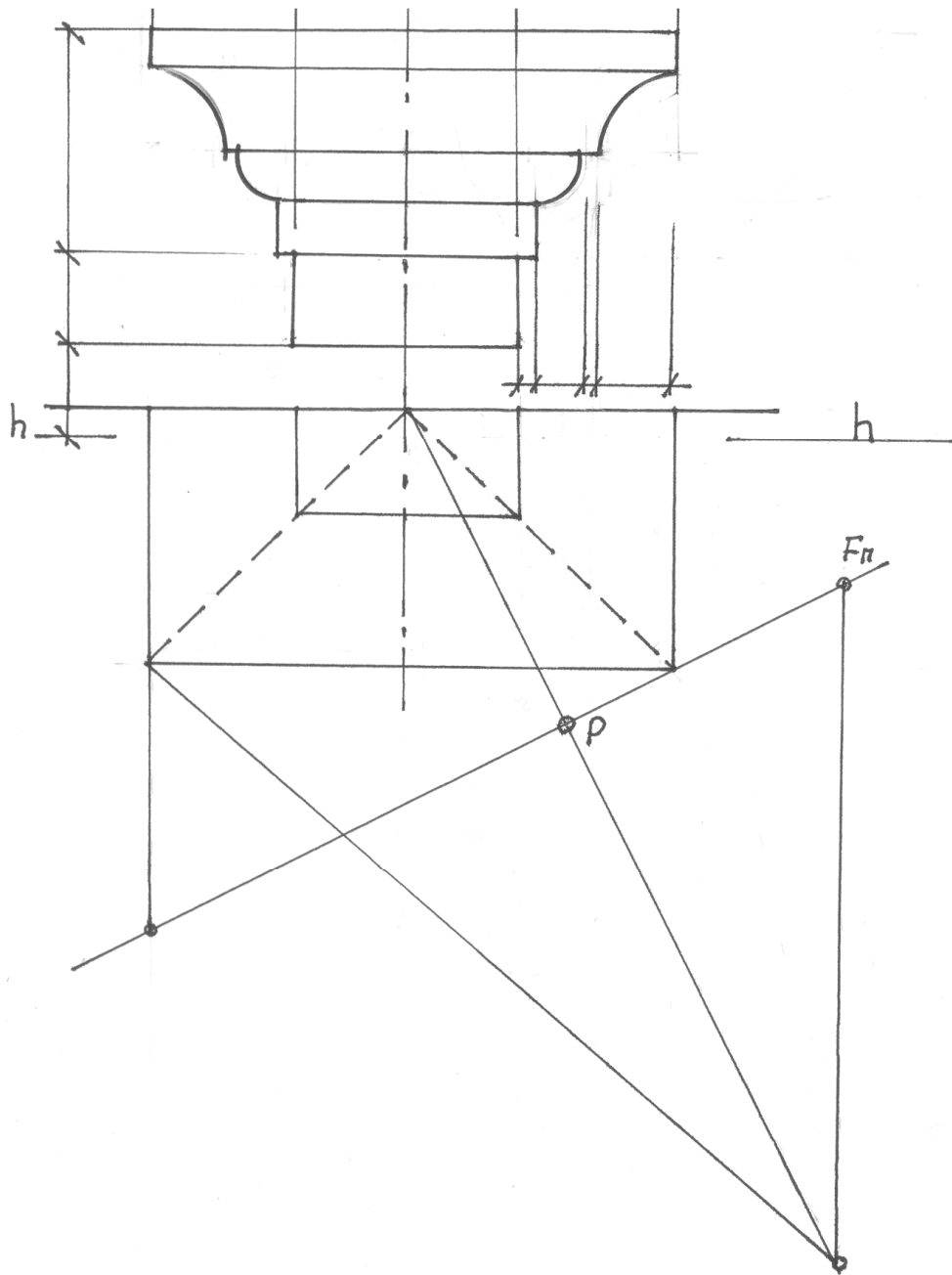
Перспектива поверхні обертання побудована як перспектива окружностей, розташованих на різних висоті, які мають різний діаметр. Для зручності побудови картинну площину розташовуємо в центрі обертання (і радіуси окружностей і висота їх щодо предметної площини проєктуються у натуральну величину). Після побудови перспективи всіх проміжних окружностей обкреслюємо відносно до них криву, що обгинає всі окружності. Ця дотична крива і буде перспективою поверхні обертання.



### ***Перспектива карниза***

Основний прийом побудови перспективи архітектурної деталі або фрагмента полягає в побудові спочатку обгортаючої форми з наступним розчленуванням її на частині й наступній деталізації цих частин прийомами пропорційного розподілу відрізків.

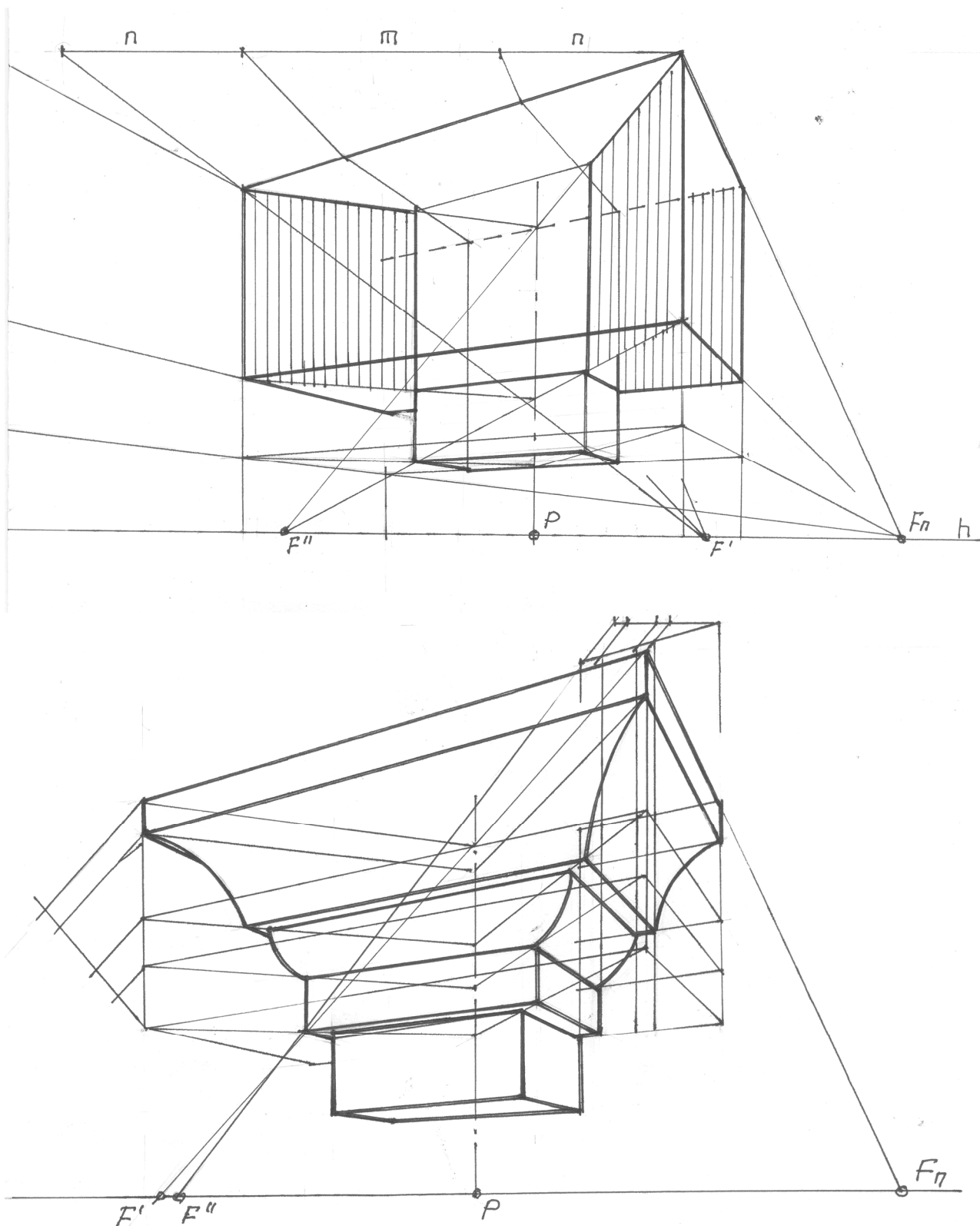
Побудова обгортаючої форми деталі виконують по основних її параметрах взятим із плану і фасада методом архітекторів. Для спрощення побудови головний промінь проводимо через вісь симетрії карнизу.



Архітектурна деталь вписана у паралелепіпед, що розділений потім на частини, які включають у себе карнизну частину й пілон.

Два профілі карниза розташовані в бісекторних площинах. Для побудови перспективи цих профілів обгортаючи призму розподіляємо на пропорційні частини, виділяючи пілон за допомогою додаткової точки збігу  $F^I$ . На перспективі виділені прямокутники, у які треба вписати профілі карнизу - два бісекторні й один нормальний.

Для побудови членувань профілю в перспективі, вертикальні ребра виділеної карнизної частини обгортаючої призми розподіляються за допомогою методу пропорційного членування вертикальних прямих. По горизонталі профілі роздроблюються способами пропорційного розподілу горизонтальних прямих, які розглядалися раніш.



### ***Перспектива на похилій площині***

Необхідність у побудові перспективи на похилій площині виникає рідко. Як правило, її будують при затесненій забудові або коли вертикальні кути огляду великі.

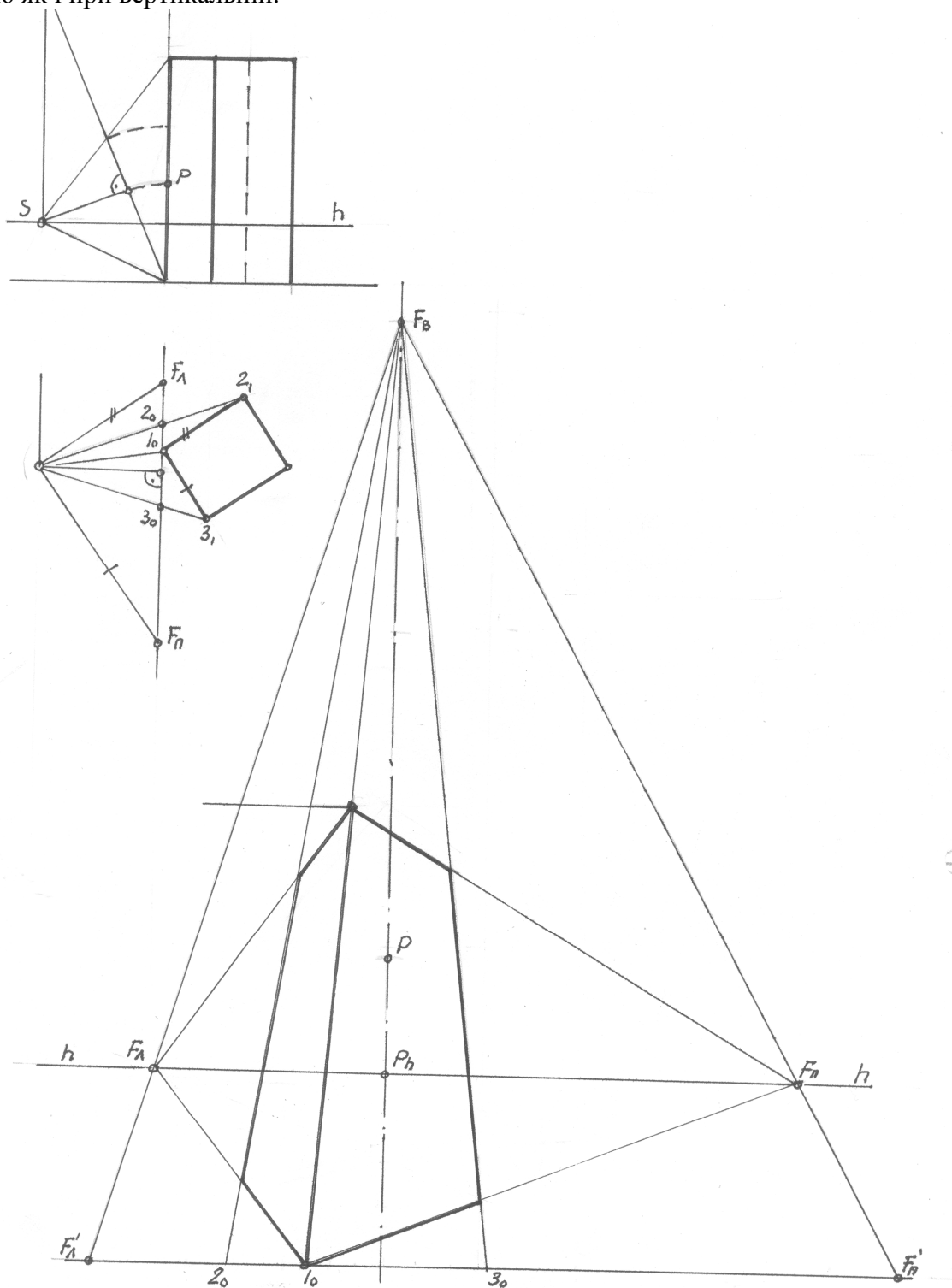
Застосування похилої картинної площини дає можливість побудувати перспективу у випадку, коли вертикальний кут зору перевищений більш ніж у два рази.

Вертикальна картинна площина паралельна вертикальним ребрам об'єкта, тому в перспективі вони зображуються вертикальними. При похилій картині вони не паралельні картині, тому зображуються збіжними в третій точці сходу  $F_3$ . Це приводить до додаткового

ускладнення побудов, пов'язаному із проведенню перспектив прямих у третю, іноді недоступну точку сходу.

Промені, паралельні граням об'єкта проходячи через точку зору, перетинають картину по трьом прямим ( лініям сходу ), які утворюють так званий трикутник сходів.

Вершинами цього трикутника є точки сходу  $F_1$  і  $F_2$  горизонтальних ребер об'єкта й точка сходу  $F_3$  вертикальних ребер. При цьому точки збігу горизонтальних прямих визначаються на перетині трикутника сходу з лінією обрію – точки  $F_n$  і  $F_l$ . Точку перетинання  $P$  перпендикуляра, проведеного з точки зору на картинну площину, називають головною точкою картини, а точку  $P_h$  перетинання горизонтального променя, перпендикулярного лінії обрію, називають головною точкою обрію. Лінія обрію  $hh$  і основа картини  $tt$  визначаються так само як і при вертикальній.



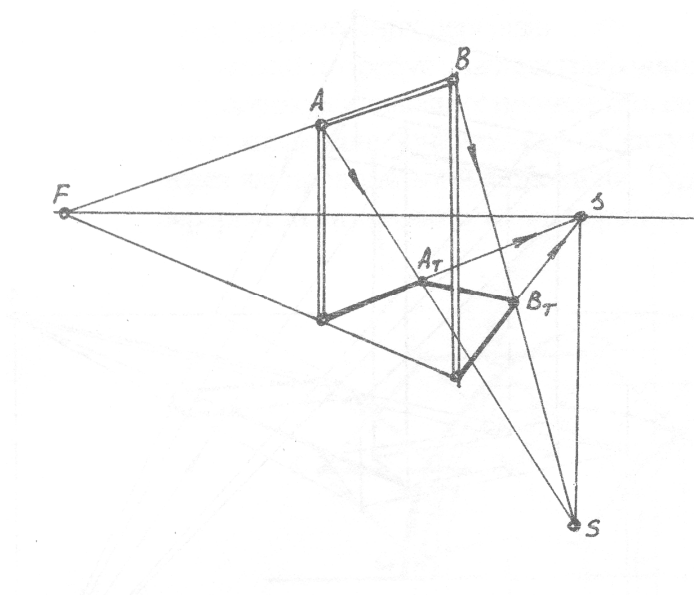
План об'єкта розташовується таким чином, щоб головний промінь був паралельний фронтальній площині проекції, а основа картини - перпендикулярно їй. На плані визначені проекції точок  $f_1$  і  $f_2$  точок сходу прямих. На підставі картини побудовані проекції видимих вертикальних ребер об'єкта - точки  $1_0, 2_0, 3_0$ . Висоти ребер, які відрізняються по своїх розмірах, беруть із креслення фасаду. На фронтальній проекції головний промінь проводять по бісектрисі вертикального кута, а перпендикулярно йому фронтальний слід  $K$  картинної площини. Точка сходу  $F_3$  перспективи вертикальних прямих визначена за допомогою променя, проведеного паралельно вертикальним ребрам. Потім проводять проектуючі промені до кожної характерної точки об'єкту. Перетин цих променів з картиною визначить перспективну висоту відомих точок. На перспективу, на основу картини перенесені із плану проекції точок об'єкта. Через проекцію  $p_0$  головної точки проводять вертикальну пряму - головну вертикаль перспективи. Картинну площину на фронтальній проекції сполучають із вертикальною площиною, а точки, побудовані на ній, переносять на перспективу й будують трикутник сходів. Подальші побудови зрозумілі із креслення.

### ***Тіні в перспективі***

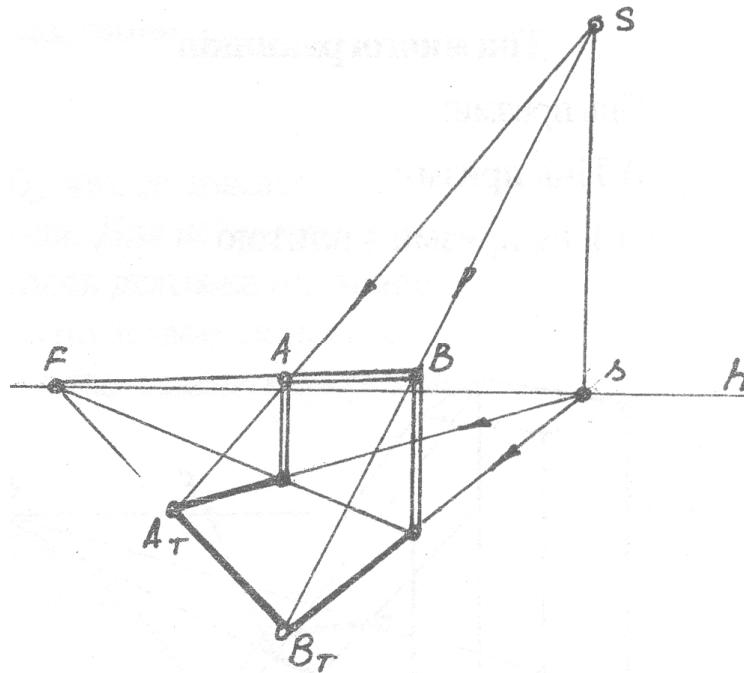
Побудова тіней у перспективі й в аксонометрії має багато загального. Також як і в аксонометрії вірогідність і реалістичність перспективного зображення залежить не тільки від правильності побудови перспективи, але й від вірної передачі на зображеннях реальної освітленості, від побудови тіней. Для побудови тіней у перспективі необхідно мати дві проекції - перспективу променя й вторинну її проекцію. Але оскільки в основі перспективи лежить центральне проектування, а не паралельне, то промені, а також їхні проекції, паралельні в просторі, мають у перспективі свої точки сходу. При цьому точки сходу вторинних проекцій променів перебувають на лінії обрію, тому що джерело світла (сонце) перебуває в нескінченності.

Залежно від напрямку променів і положення джерела світла щодо глядача й картини можливі три варіанти освітленості.

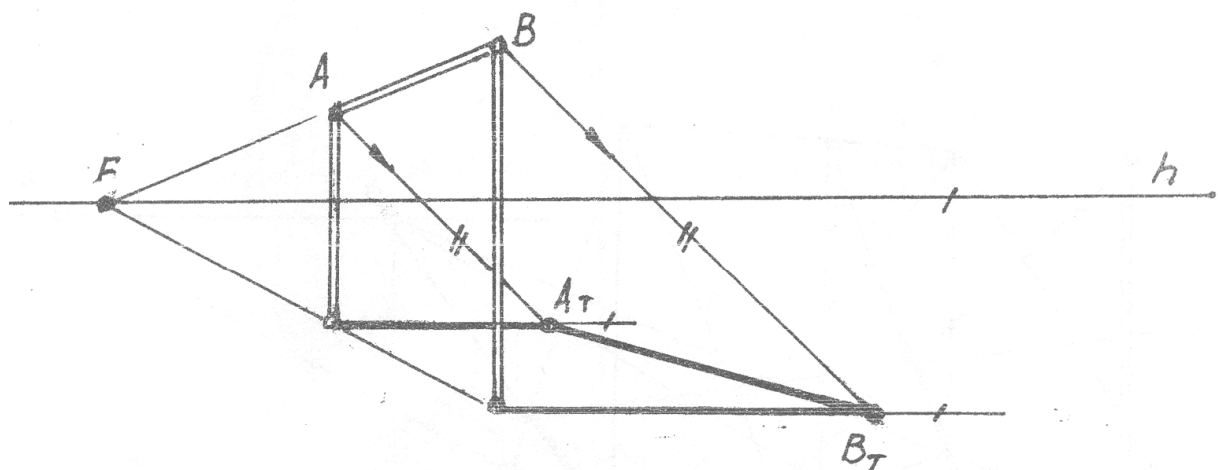
У **першому випадку** сонце перебуває за глядачем, ліворуч. При цьому точка сходу проекцій променів  $s$  розташована на обрії, а точка сходу самих променів  $S$  - нижче обрію на одній лінії проекційного зв'язку із точкою  $s$ .



У *другому випадку* сонце розташоване перед глядачем, праворуч. Точка сходу вторинних проєкцій променів перебуває на обрії, а точка сходу  $S$  перспектив променів - вище обрію.



У *третьому випадку* промені світла паралельні картинній площині, тому вони зображуються й на перспективі паралельними, а вторинні їхні проєкції - паралельними основі картини.



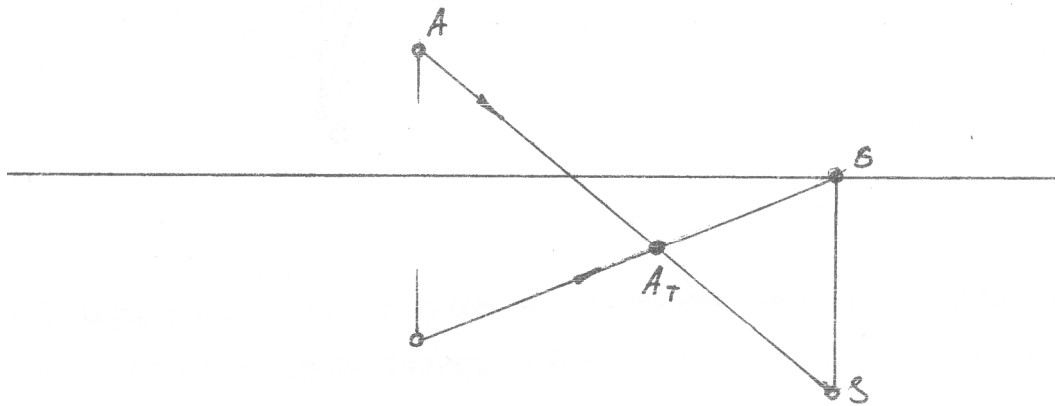
При побудові тіней у перспективі найбільше часто застосовують напрямок променів світла, зображене на першій схемі.

Закономірності побудови тіней в ортогональних проєкціях взагалі зберігаються і при побудові тіней у перспективі, тому розглянемо лише деякі характерні приклади побудови тіней.

Тінь точки: , що падає на площину або поверхню, є точка перетинання світлового променя, що проходить через дану точку із площиною або поверхнею. Тому побудова тіні

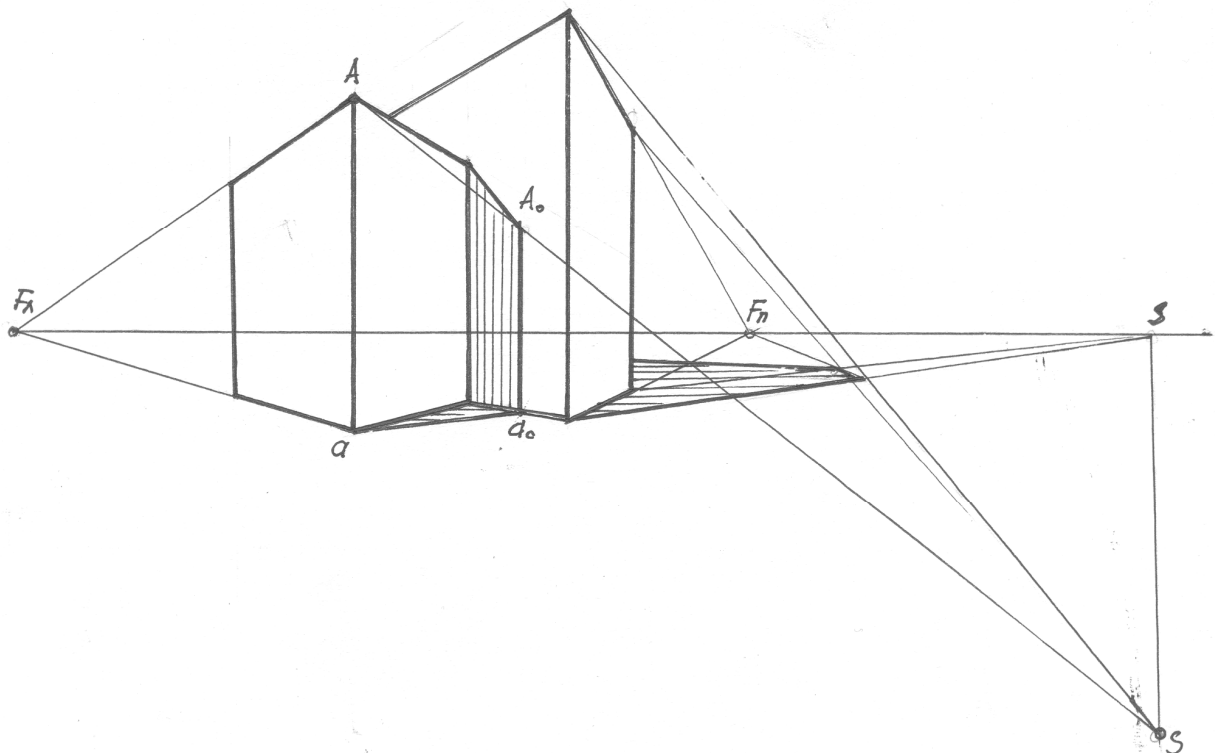


точки зводиться до рішення основного позиційного завдання на побудову точки перетинання прямої із площиною або поверхнею.



17

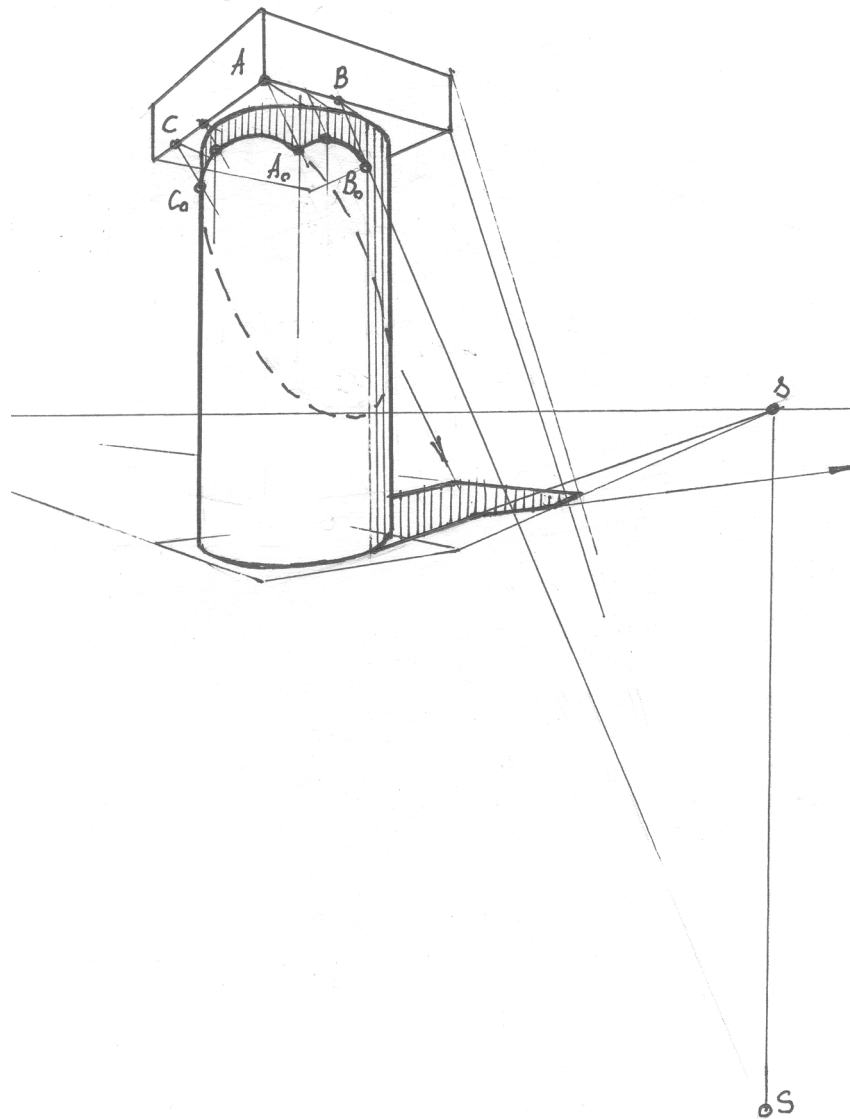
**Побудова тіні призматичних тіл.** Вибираємо напрямок променів, які задані точками сходу перспектив променів  $S$  і вторинних проекцій  $s$ . Грані призми, що перебувають у власній тіні, визначають за допомогою вторинних проекцій променів, проведених на предметній площині. Інша ознака визначення кордонів власної тіні наступний: якщо точка  $s$  сходу вторинних проекцій променів перебуває за точкою  $F_2$  праворуч - ті грані призми, лінії сходу яких проходять через точку  $F_2$ , будуть у власній тіні.



Тіні від вертикальних ребер мають напрямок у точку сходу  $s$  вторинних проекцій променів. Тіні від горизонтальних ребер будуть паралельні цим ребрам, а отже, точкою сходу їхніх перспектив буде точка сходу  $F_n$ . Тінь точки  $A$  може бути побудована як точка перетинання світлового променя з вертикальною гранню призми за допомогою допоміжної променевої січної площини.. Вона перетне предметну площину по вторинній проекції  $aa_0$

променя, а грань призми - по вертикалі. Перетинання світлового променя з лінією перетину визначить падаючу тінь  $A_0$  точки  $A$ .

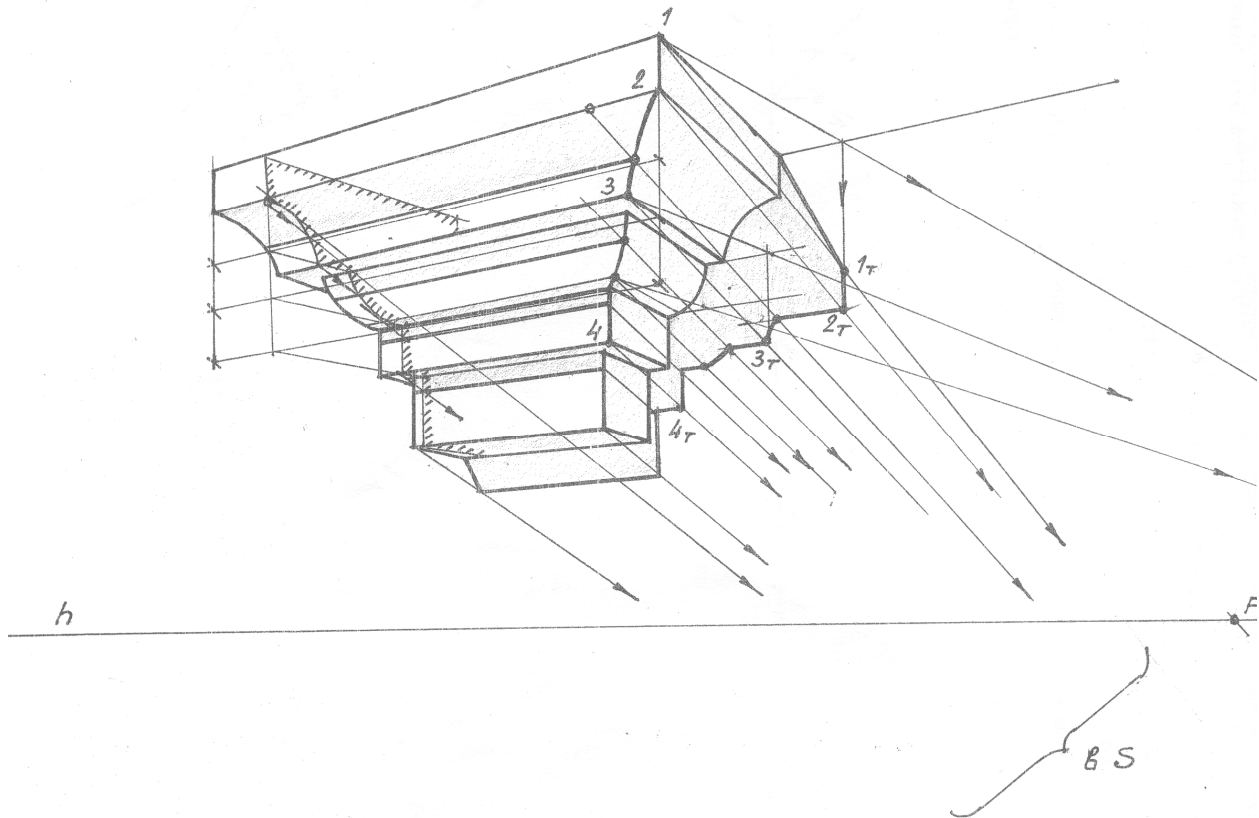
Побудова *тіні циліндричного стовпа із квадратною плитою*. Цей приклад повністю аналогічний побудові тіні в аксонометрії, розглянутої раніше. Відмінність полягає в наявності на перспективному зображенні двох точок сходу перспектив паралельних ребер на лінії обрію й двох точок сходу перспектив променів  $S$  і їхніх вторинних проєкцій  $s$ .



### ***Побудова тіні карниза***

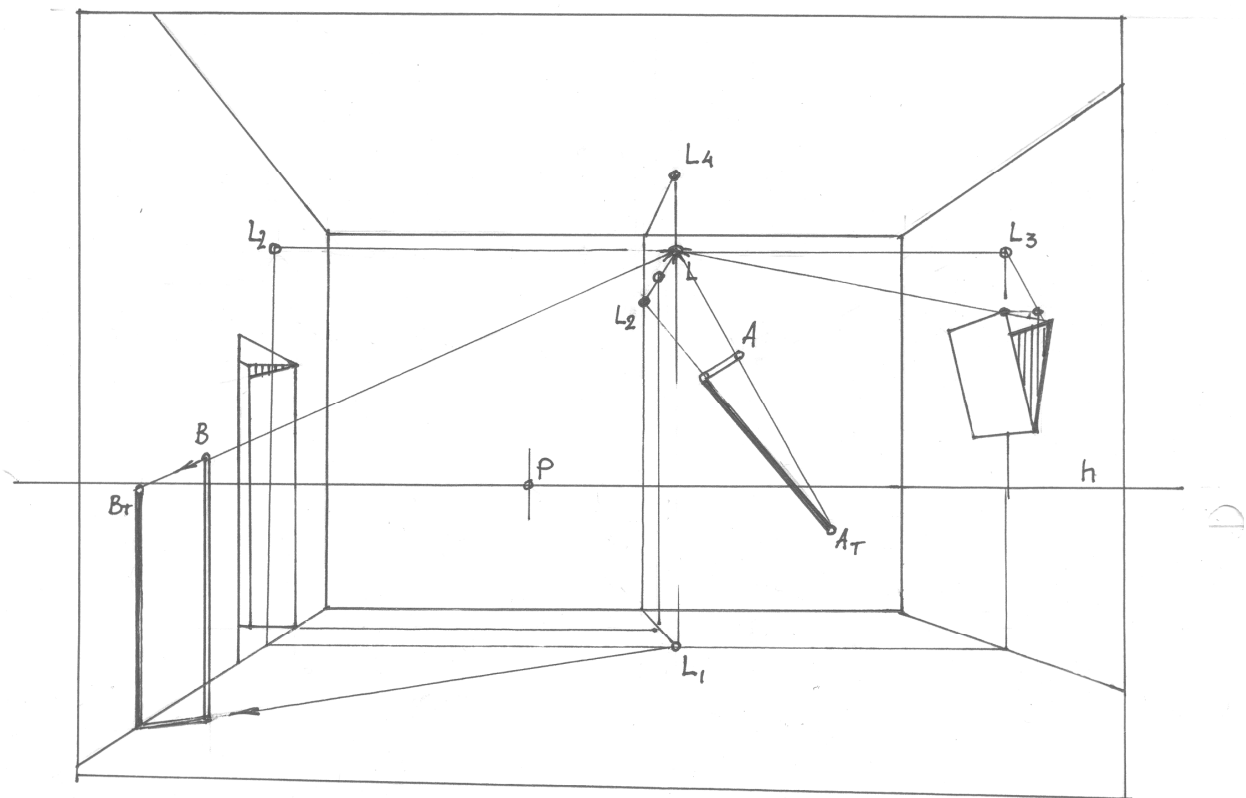
Для побудови власних і падаючих тіней на карнизі необхідно побудувати променевий перетин карнизу. У довільному місці карниза проводять вертикальний відрізок, на який переносять членування карниза. З кожного шару профіля проводимо горизонтальні прямі у точку збігу  $F_n$ . Перетин їх з перспективою карнизу визначить променевий переріз. На перерізі будемо дотичні помені, які визначають власні та падаючі тіні на самому карнизі. Падаюча тінь на стіну побудована від межі власної тіні, на якій вибираємо характерні точки 1,2,3,4.

Через точки 1, 4, які визначають межі освітлюваної поверхні проводять проекції променів в точку сходу проекцій променів  $s$  до перетинання з відповідними рівнями профілю карниза на стіні. Перетин променевого сліду з променем визначає тінь від вибраної точки. Так, наприклад, тінь що падає від точки 1 побудована за допомогою горизонтальної проекції, проведеної в точку  $s$ . Точка перетинання цієї проекції променя зі стіною визначена на лінії перетинання відповідної горизонтальної площини зі стіною. Через отриману точку проводять вертикаль до перетинання з перспективою променя і отримують тінь  $1_T$ .



### ***Побудова тіней при точковому джерелі світла***

Всі промені при точковому освітленні не паралельні між собою й не мають точок сходу, вони перетинаються в "точці, що світиться"-у точці джерела світла. Падаючі тіні будують за допомогою вторинної проекції і світлового променя, тому треба спочатку побудувати проекції джерела світла на всі площини, на яких треба буде будувати тіні. Тінь будується як точка перетину променя з проекцією променя на тій площині або поверхні, де падає тінь.

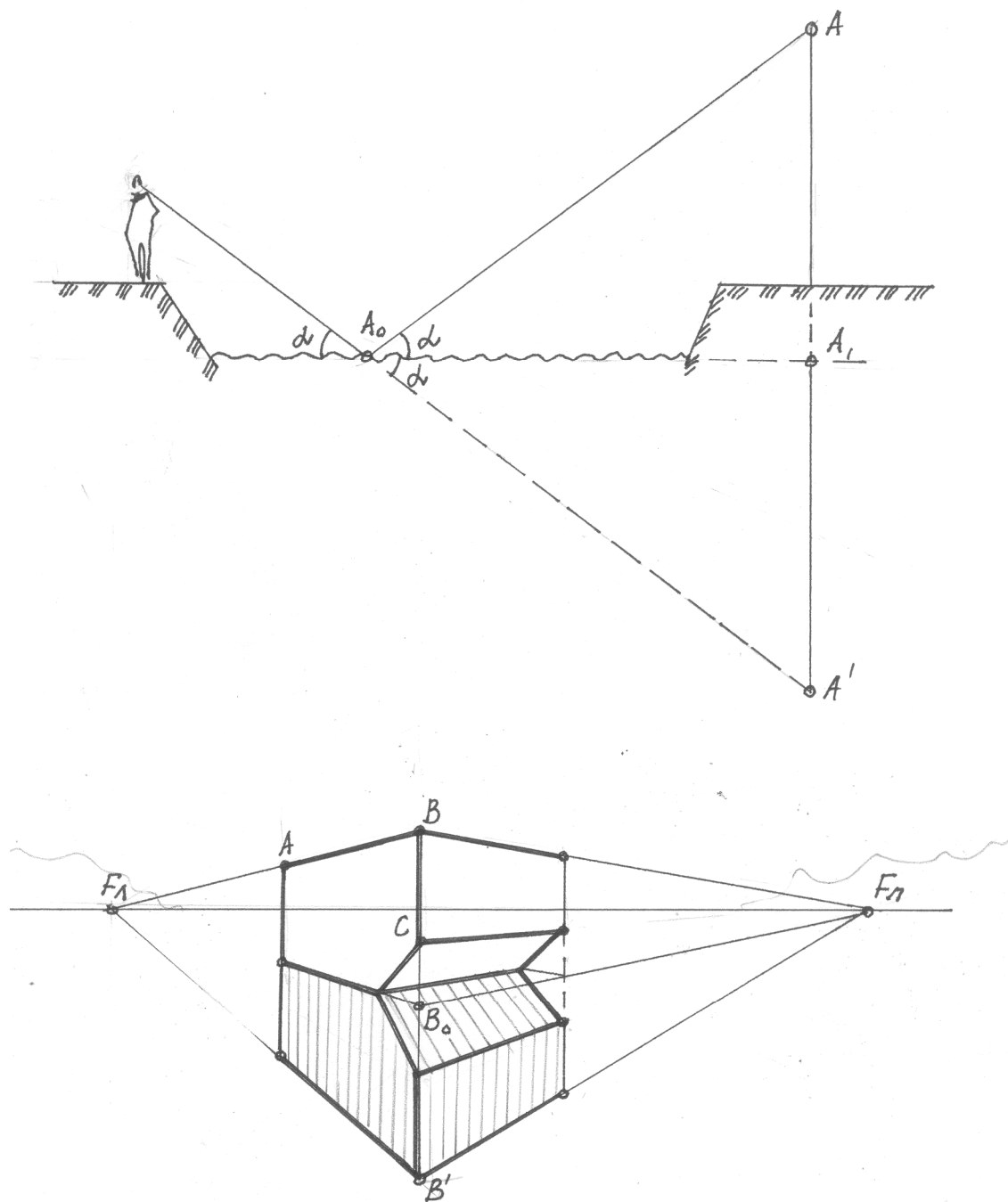


Для побудови тіні від точки  $A$  через точку проводять промінь  $L_A$ , а через профільну проекцію  $l_{11}$  джерела світла - вторинну проекцію  $l_{11}$  а  $l_1$  променя до перетинання з перспективою променя в шуканій точці  $A_T$ . Аналогічно побудована тінь точки  $B$  и вертикальної тичини. Вертикальна променева площина проходячи через відрізок прямий  $Bb$  перетинає підлогу по вторинній проекції променя  $l_b$ , а фронтальну стіну - по вертикалі. Тіні в простінках побудовані за допомогою проекції  $l_c$   $l$  променя на фронтальну стіну.

### Тема 5 Віддзеркалення

При побудові перспектив об'єктів, розташованих біля водної поверхні необхідно побудувати й віддзеркалення об'єкта. На перспективах інтер'єрів будинків віддзеркалення будують у тих випадках, коли в приміщенні є поверхні, що відбивають: дзеркала або полірований паркет.

Побудова віддзеркалень у горизонтальних площинах, що відбивають, засновано на відомій фізичній закономірності, що кут відбиття променя дорівнює куту падіння. Із точки  $S$  глядач побачить не тільки об'єкт  $A$ , але і його відбиття  $A'$ , при цьому віддзеркалення буде розташовано по іншу сторону від поверхні, що відбиває, на відстані, рівній висоті об'єкта над цією поверхнею.

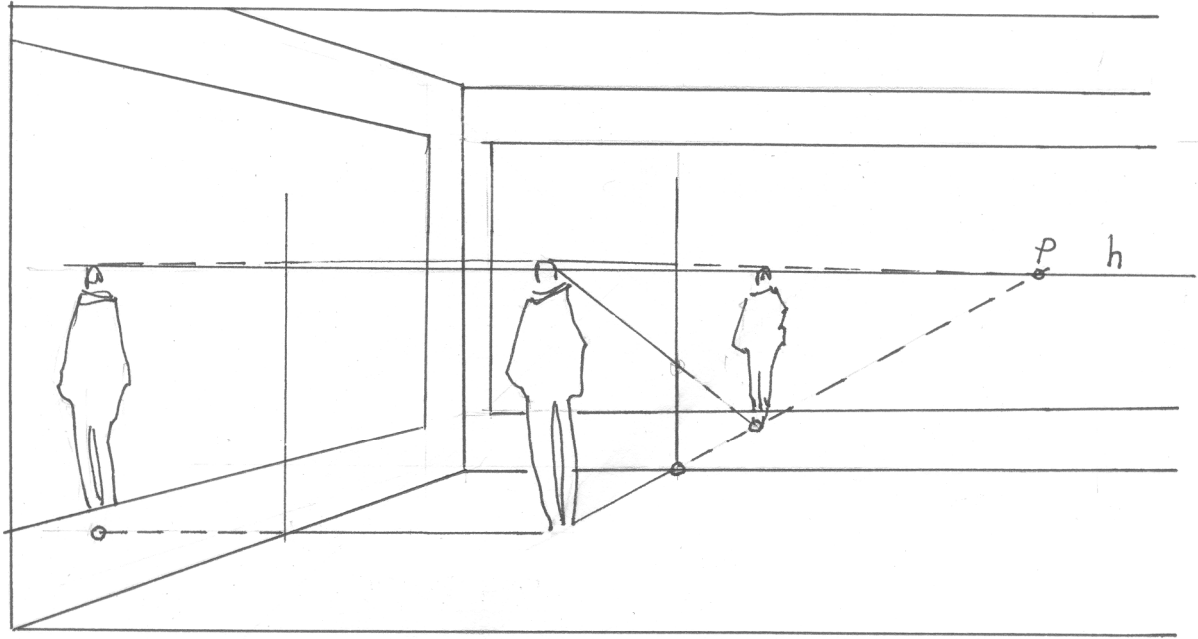


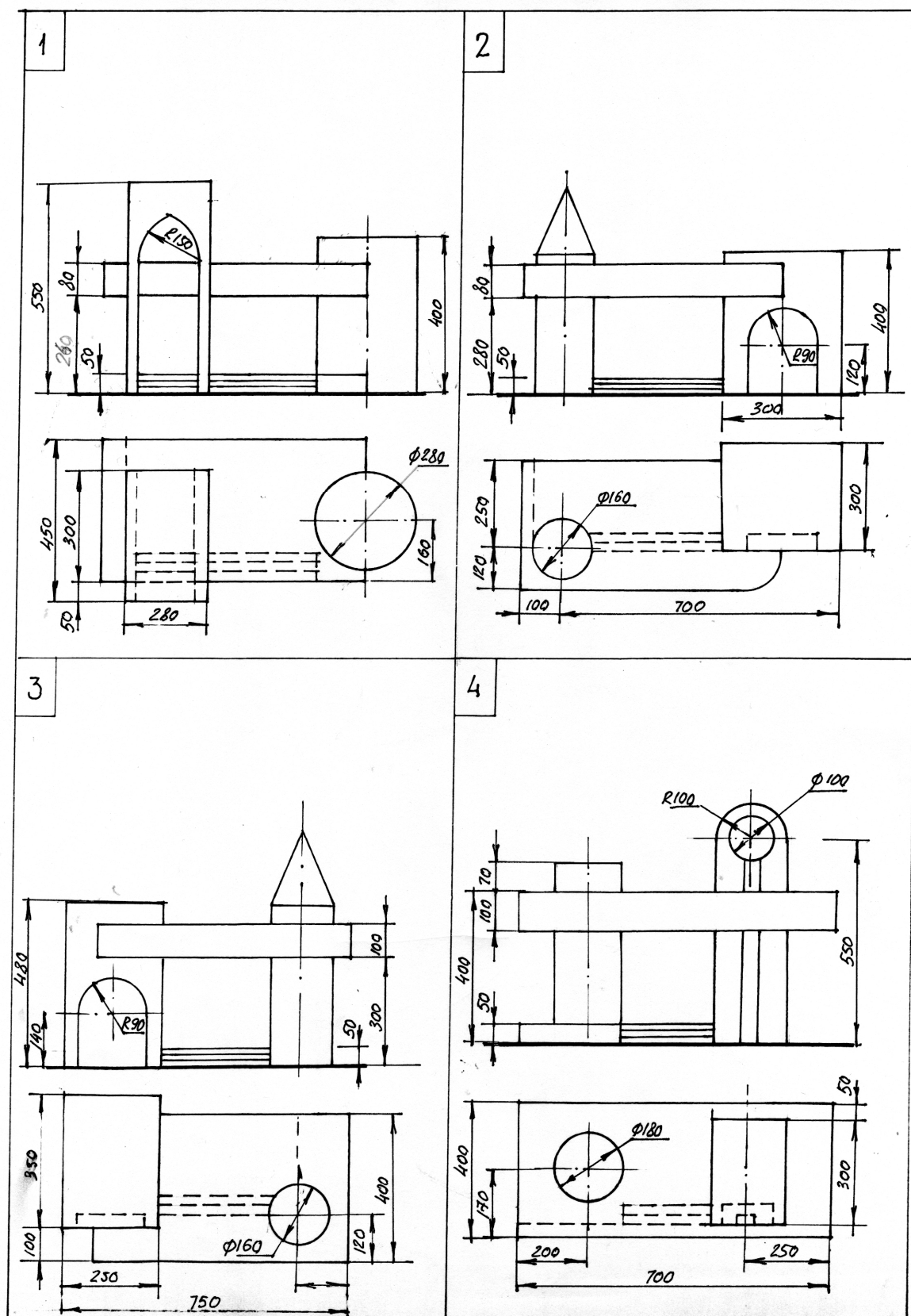
При побудові перспективи віддзеркалень у горизонтальній поверхні води вертикальні прямі відбиваються вертикальними, а горизонтальні - у вигляді горизонтальних прямих, спрямованих у ту ж точку сходу на обрії, що й прямі об'єкта.

Побудова відбиття перспективи об'єкта, розташованого на площині, що відбиває. Відбиття точки  $A$  побудовано в такий спосіб: із точки  $A$  опускають перпендикуляр на поверхню, що відбиває, і визначають його основу, а потім відкладають від цієї точки по іншу сторону величину, рівну перевищенню даної точки від водної поверхні. Горизонтальні прямі об'єкта і їхнього відбиття мають загальні точки сходу  $F_{l1}$  і  $F_{n2}$ . Відбита перспектива об'єкта представляє як би "зворотну" її перспективу, що має загальні точки сходу. Однак вона не тотожна "прямій" перспективі.

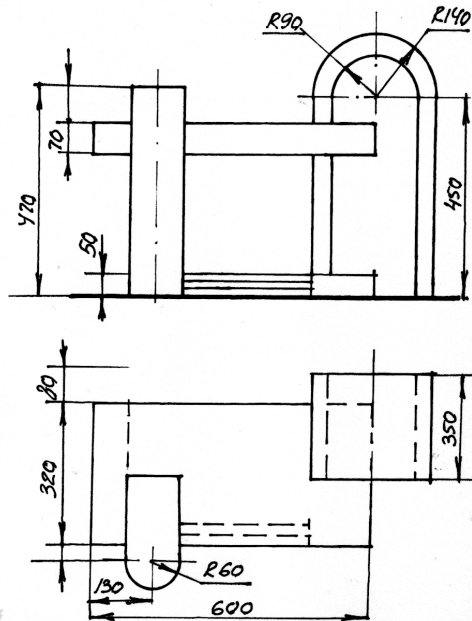
### ***Побудова віддзеркалень у вертикальних площинах, що відбивають***

Побудова віддзеркалень у вертикальних площинах, що відбивають,- дзеркалах заснован на тих же закономірностях, що й відбиття в горизонтальних площинах. Віддзеркалення людини в дзеркалі розташованому в профільній площині, наочно підтверджує, що відстань від людини до дзеркала дорівнює відстані від нього до його відбиття. Для того щоб побудувати віддзеркалення людини в дзеркалі, розташованому фронтально, треба відкласти по іншу сторону від дзеркала таку ж відстань, для цього зріст людини варто розділити навпіл і через серединну точку провести перспективу діагоналі прямокутника.

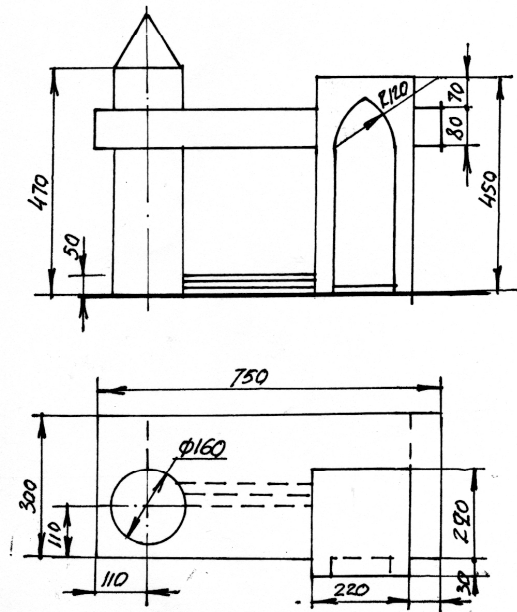




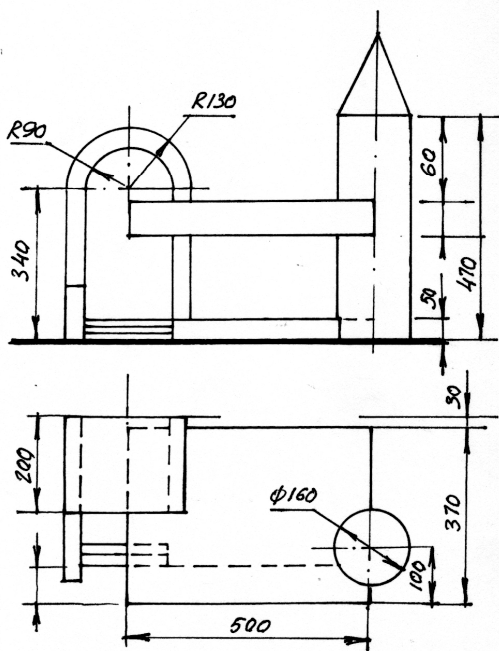
5



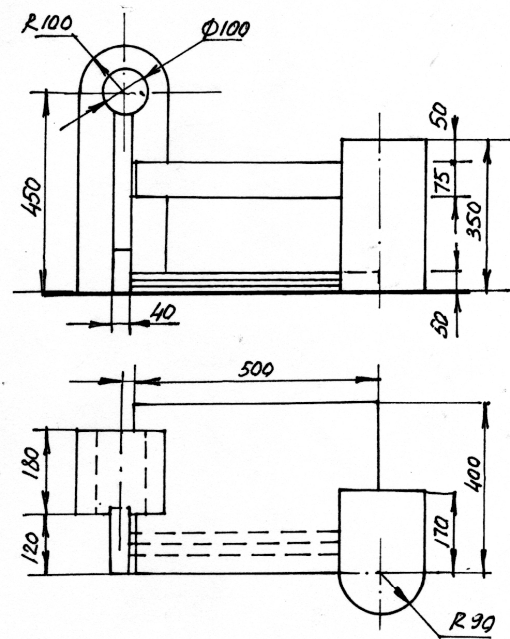
6



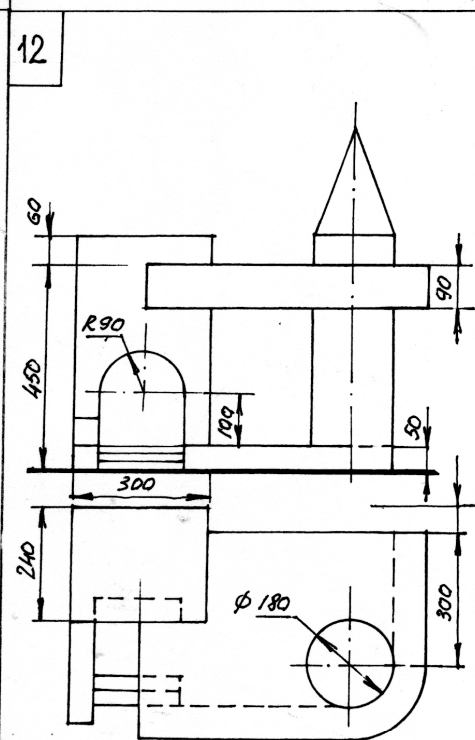
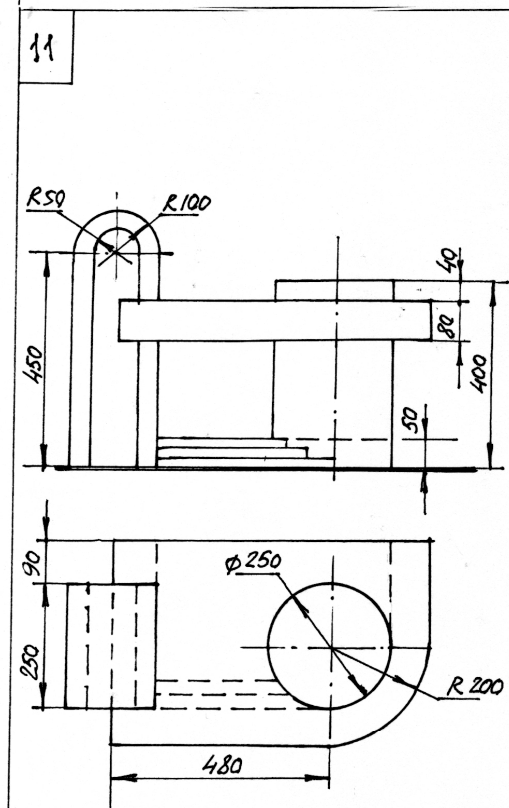
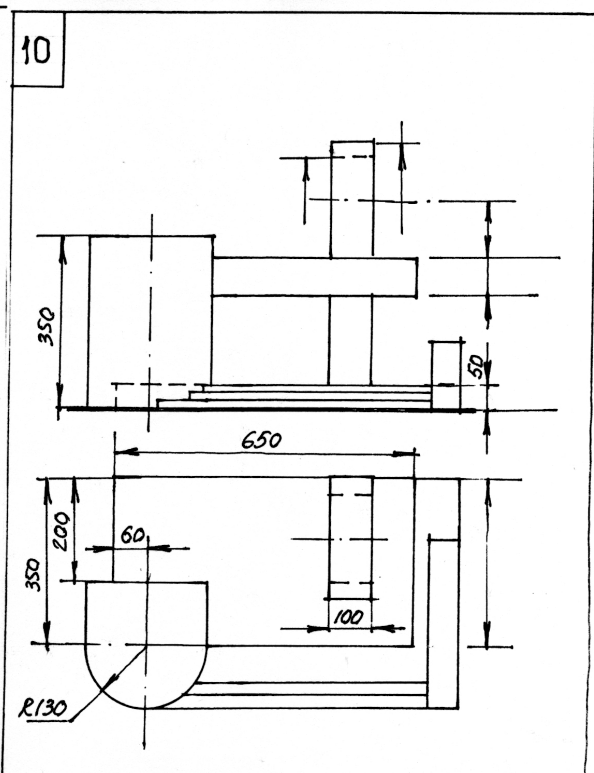
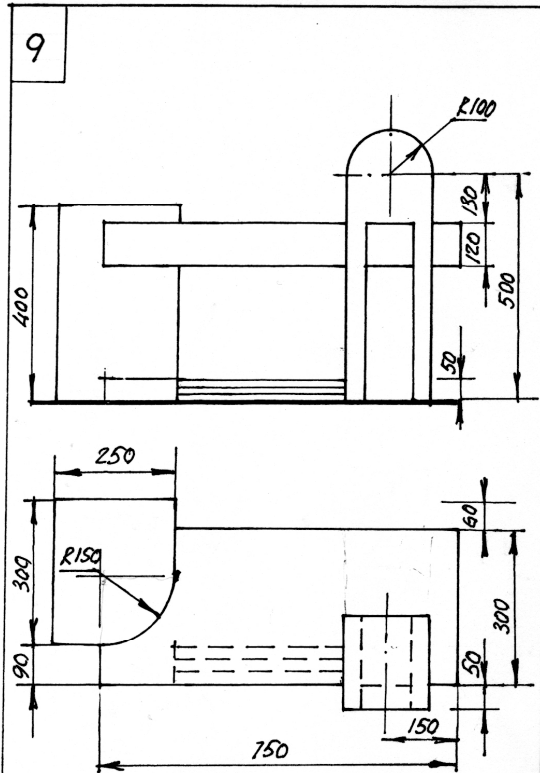
7

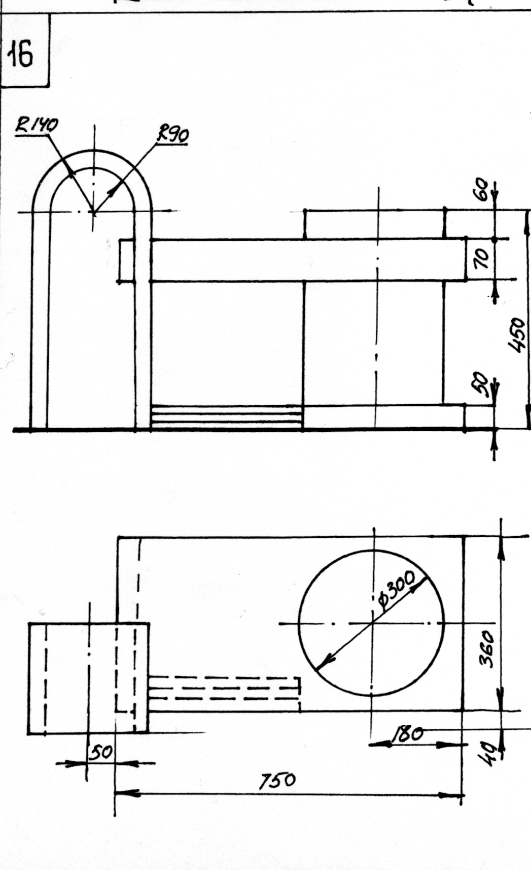
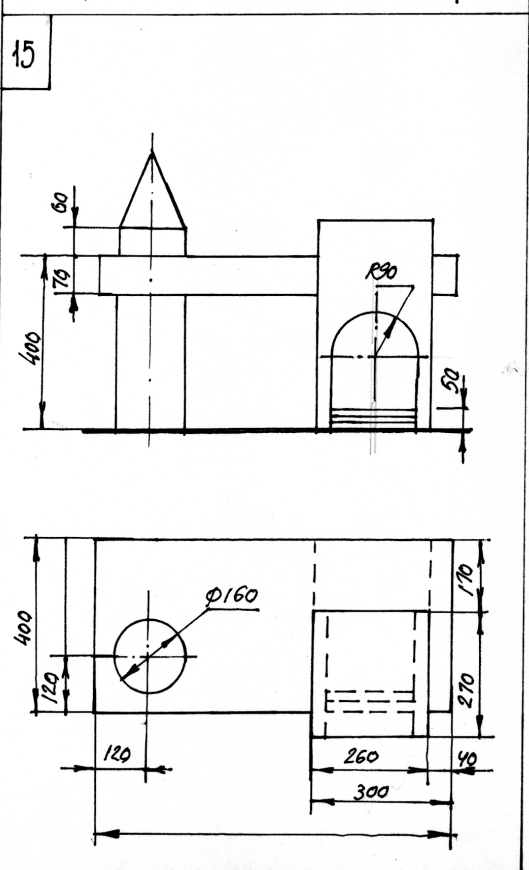
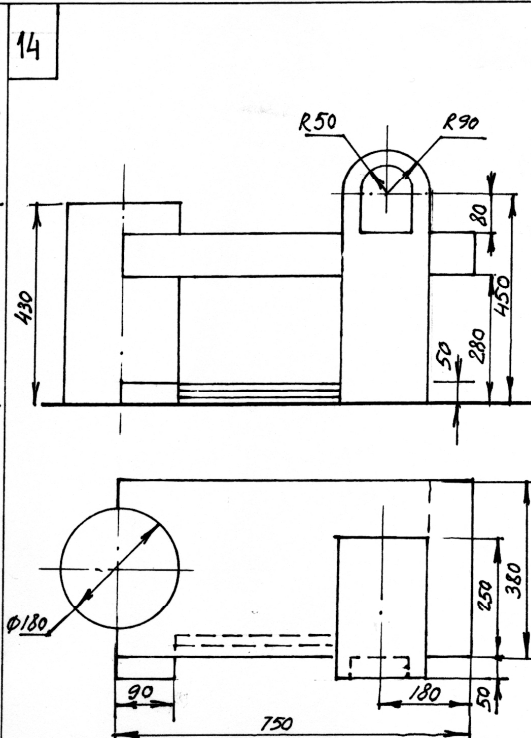
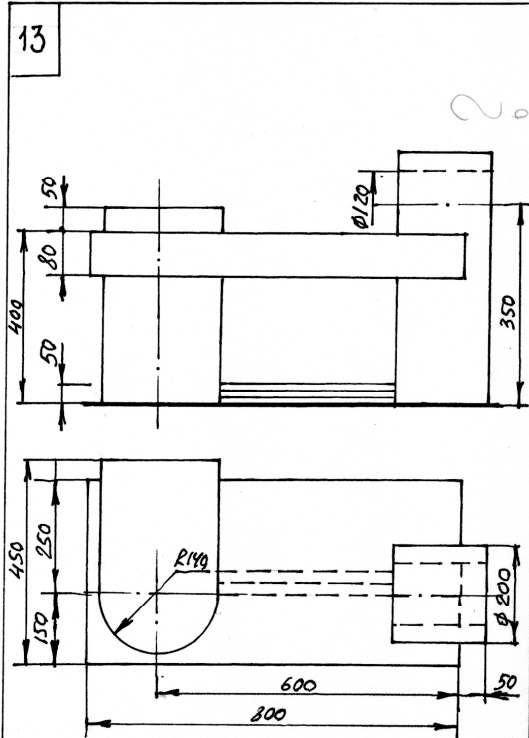


8

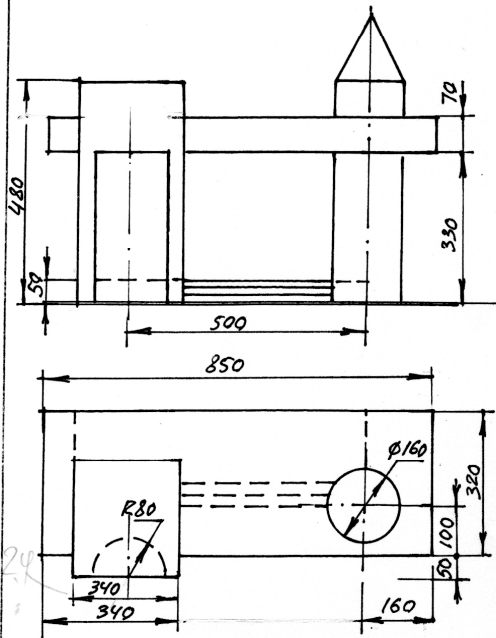




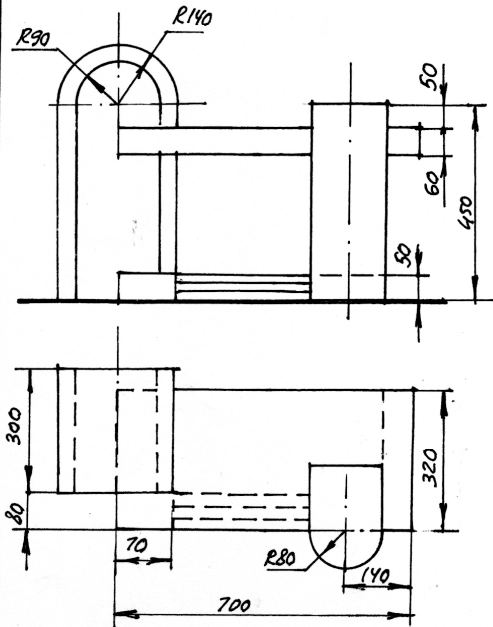




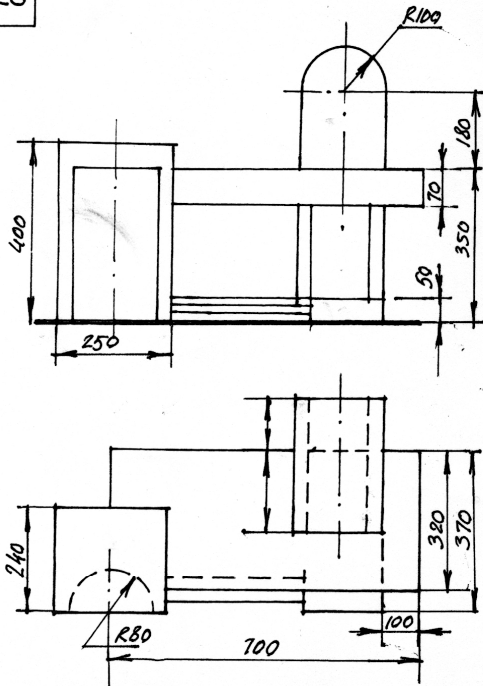
21



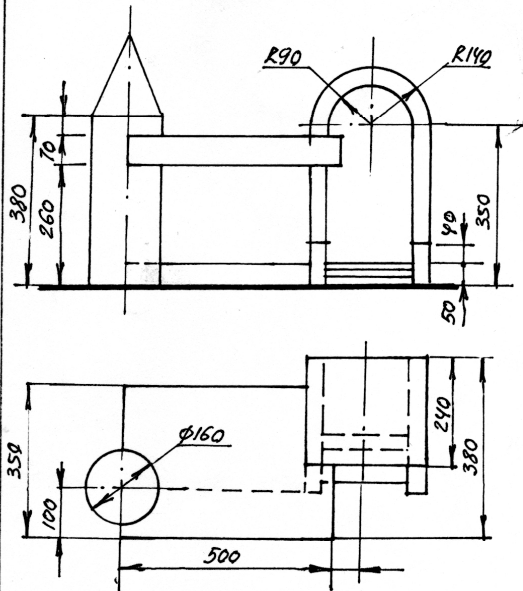
22



23



24



## НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Нарисна геометрія. Практикум до виконання графічних робіт для студентів 1 курсу денної форми навчання бакалаврів за напрямком 6.060102 «Архітектура» (другий семестр).

Укладач: Галина Дмитрівна Галкіна

Редактор: М.З. Аляб'єв

Верстка: І.В. Волосожарова

План 2009, поз. 198 м

---

Підп. до друку 09.12.09	Формат 210 x297	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн.- др.арк. 2,8	Обл. –вид. арк.3,1
Тир. 50 екз.	Замовл. №	

---

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

---

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ