



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний університет водного господарства та природокористування**

**Кафедра теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства**

**02-05-15**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ**

**до практичних занять і виконання графічних робіт за темами „Тіні архітектурних об’єктів” та „Перспектива” навчальної дисципліни „Інженерна графіка” для студентів за напрямом підготовки 6.060101 „Будівництво” денної та заочної форми навчання**

Рекомендовано  
методичною комісією  
за напрямом підготовки  
6.060101 „Будівництво”  
Протокол № 4 від 10.12. 2013 року

Рівне - 2013



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Методичні вказівки та варіанти завдань до практичних занять і виконання графічних робіт за темами „Тіні архітектурних об’єктів” та „Перспектива” навчальної дисципліни „Інженерна графіка” для студентів за напрямом підготовки 6.060101 „Будівництво” денної та заочної форми навчання / В.В. Кривцов, Рівне: НУВГП, 2013. – 33 с.

**Упорядники** В.В. Кривцов, канд. техн. наук, доцент.

**Відповідальний за випуск:** М.М. Козяр, д.п.н., доцент, завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

© Кривцов В.В., 2013  
© НУВГП, 2013



## Передмова

Студенти будівельних спеціальностей за напрямом підготовки „Будівництво” при вивченні дисципліни „Інженерна графіка” відповідно до навчальної програми повинні вміти будувати тіні в ортогональних проекціях, перспективні зображення з тіннями на них.

Враховуючи невелику кількість аудиторних годин, відведених для вивчення зазначених тем, в розділах 1 і 2 даних методичних вказівок викладено основні теоретичні положення і наведено практичні прийоми по їхньому застосуванню. Це дозволить студентам під час самостійної та індивідуальної роботи опанувати в потрібному обсязі даний навчальний матеріал, закріпивши його вивчення виконанням графічних робіт.

В розділі 1 „Тіні в ортогональних проекціях” розглянуто основні способи побудови тіней точки, прямої лінії, плоскої фігури, схематизованого будинку в ортогональних проекціях. В розділі 2 „Побудова перспективних зображень. Тіні в перспективі” наведено основні положення, апарат побудови перспективи, яка є найбільш наочним способом зображень та враховує особливості зору людини. Розглянуто побудову перспективи прямої лінії, ґрунтуючись на якій виконано побудову перспективи об’ємних тіл способом архітекторів. Крім того, наведено способи побудови тіней в перспективі, побудову перспективи схематизованого будинку із зображеними на ньому тіннями.

В розділі 3 дано варіанти індивідуальних завдань, вимоги до накреслення двох графічних робіт, виконання яких повністю базується на теоретичних положеннях та способах їхньої практичної реалізації, викладених в розділах 1 і 2.

В кінці методичних вказівок наведено список літератури, яку студенти можуть використати під час вивчення даних розділів і виконання графічних робіт.

## 1. ТІНІ В ОРТОГОНАЛЬНИХ ПРОЕКЦІЯХ

### 1.1. Загальні відомості

Архітектурно-будівельне креслення, на якому зображена світлотінь, значно повніше і рельєфніше виявляє об’ємно-просторову структуру будівлі чи споруди, зменшуючи основний недолік креслень в ортогональних проекціях - їх малу наочність і виразність.

Тіні повинні будуватися точними прийомами відповідно до форми і розмірів елементів споруди, що проектується. Малювання тіней „на око”, що не має проекційного зв’язку з формою споруди, веде до помилок в оцінці об’ємно-просторової композиції майбутньої будівлі. Для спрощення побудови тіней умовилися, що джерело світла знаходиться в безмежності від споруди, що освітлюється, тому всі промені будуть паралельними один до одного. Це має місце при природному (сонячному) освітленні.

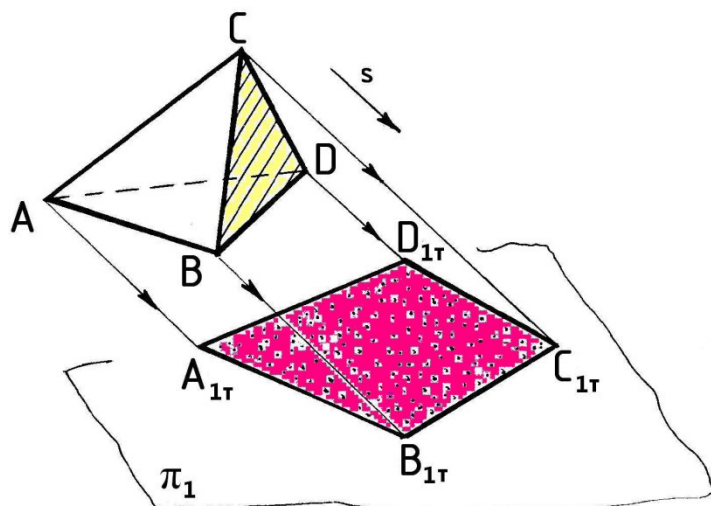


Рис. 1.1. Власна та падаюча тінь просторового об'єкта

отримується власна тінь). Межа на поверхні предмета, яка відділяє його освітлену частину від неосвітленої, називається *контуром власної тіні* (ABCD - контур власної тіні піраміди ABCD). Контур власної тіні - лінія дотикання променів, що обгортають поверхню предмета, утворюючи променевою поверхню дотикання предмета, що освітлюється.

Тінь, яку відкидає предмет на горизонтальну площину проєкцій або на іншу площину чи поверхню, називається *падаючою тінню*, а лінія, що обмежує її, - *контуром падаючої тіні*. Для побудови контура падаючої тіні потрібно визначити лінію перетину променевої поверхні, що обгортає поверхню предмета, з площиною чи поверхнею, на яку падає тінь ( $A_{1T}B_{1T}C_{1T}D_{1T}$  - контур падаючої тіні, рис. 1.1).

Таким чином, контуром падаючої тіні (на рис. 1.1 це лінія  $A_{1T}B_{1T}C_{1T}D_{1T}$ ) є тінь від контура власної тіні (на рис. 1.1 - ABCDA) або є проєкцією контура власної тіні в напрямку  $s$  на поверхню чи площину (на рис. 1.1 - на площину  $\pi_1$ ). Контури власної і падаючої тіні завжди є замкнені ламані або криві лінії. Відзначимо, що зону власної тіні прийнято показувати світліше за падаючу тінь, що, як правило, відповідає реальним умовам.

При побудові тіней в ортогональних проєкціях напрям світлових променів приймають паралельним діагоналі куба, грані якого збігаються з площинами проєкцій (рис. 1.2, а). В цьому випадку на епюрі проєкції світлових променів будуть розміщені під кутом  $45^\circ$  до осей проєкцій (рис. 10.2,б). Направ променів приймається зверху вниз і направо.

Розрізняють власну та падаючу тінь просторових об'єктів.

Нехай (рис. 1.1) на шляху світлових променів, що проходять відповідно до напрямку їх поширення  $s$ , знаходиться непрозора піраміда ABCD. Грані ADC та ABC піраміди освітлені, а інші грані DBC та BDA знаходяться у тіні, тобто на них не потрапляють промені світла.

Тінь, яка отримана на неосвітленій частині поверхні предмета, називається *власною тінню* (на гранях CBD та ABD

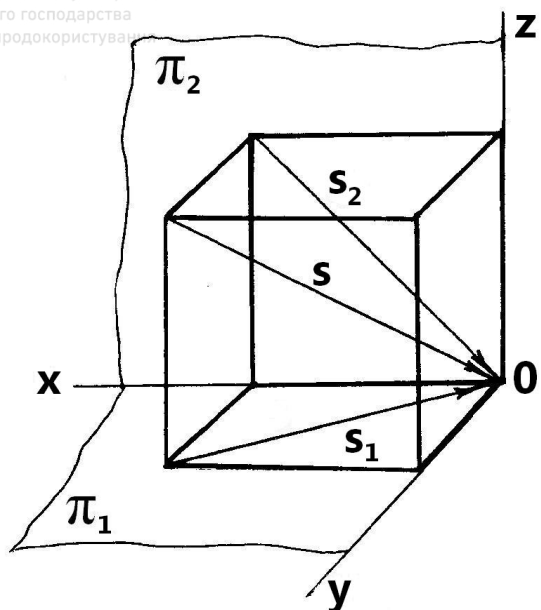


Рис. 1.2, а. Напрям світлових променів

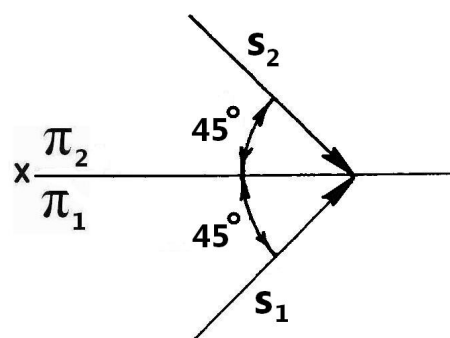


Рис. 1.2, б. Розміщення проєкцій світлових променів на епюрі

## 1.2. Тінь точки

Падаюча тінь від точки на площині чи поверхні - це точка перетину світлового променя, який проходить через дану точку, з найближчою на його шляху площиною чи поверхнею.

Тінню точки на площину проєкцій є слід світлового променя на площині проєкції.

На рис. 1.3,а, 1.3,в точка  $A_{1T}$  - горизонтальний слід променя, що проходить через точку  $A$ , а точка  $A_{2T}$  - фронтальний слід променя, причому  $A_{1T}$  - це реальна тінь точки  $A$ , оскільки слід променя знаходиться в першій чверті простору, ( $A_{2T}$ ) - уявна тінь точки  $A$ , невидима, оскільки слід променя знаходиться не в першій чверті, а в четвертій.

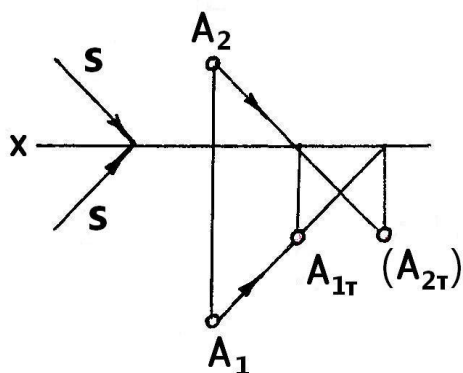


Рис. 1.3, а. Побудова тіні від точки  $A$  на епюрі

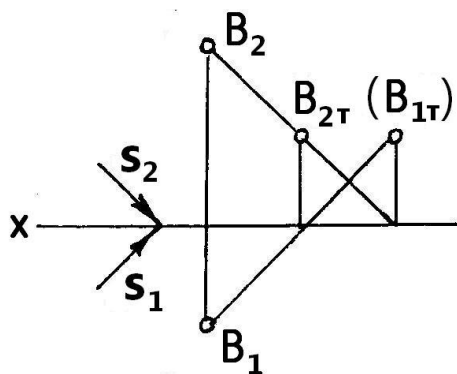


Рис. 1.3, б. Побудова тіні від точки  $B$  на епюрі





### 1.3. Тінь прямої лінії

Тінь від прямої на площину в загальному випадку - це пряма, для побудови якої достатньо знайти тіні двох її точок, а потім з'єднати ці точки (рис. 1.5). Отримана пряма і буде тінню заданої прямої ( $A_{1T}B_{1T}$  - реальна тінь прямої  $AB$  на площині  $\pi_1$ ). Причому тінь відрізка прямої, паралельного площині проєкцій, дорівнює і паралельна проєкції відрізка прямої на ту саму площину. На рис. 1.6  $A_1B_1 = A_{1T}B_{1T}$  і  $A_1B_1 \parallel A_{1T}B_{1T}$ .

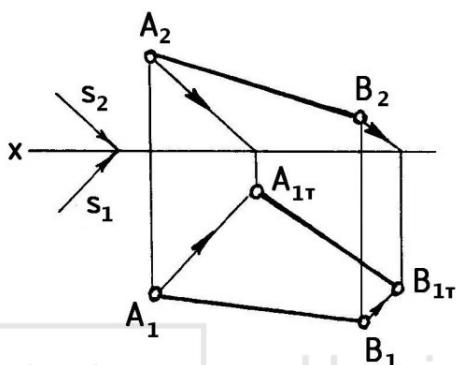


Рис. 1.5. Побудова тіні від відрізка прямої

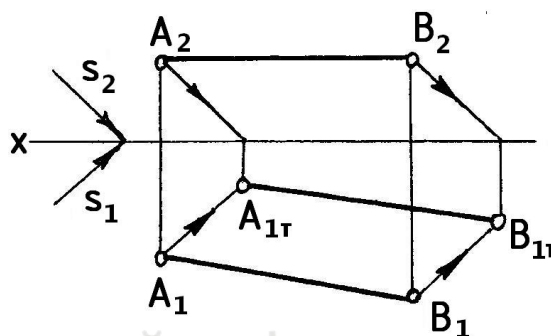


Рис. 1.6. Побудова тіні від відрізка прямої, паралельної до площини проєкцій  $\pi_1$

Якщо тінь від прямої падає одночасно на дві або декілька площин проєкцій, то вона буде заломлюватися на лінії перетину заданих площин.

**Задача.** Визначити тінь відрізка прямої загального положення  $AB$  на площинах проєкцій (рис. 1.7).

Розв'язок:

1. Знаходимо тіні точок  $A$  і  $B$  - кінців відрізка  $AB$  - на горизонтальній площині проєкцій  $\pi_1$ :  $A_1$  - реальна, ( $B_{1T}$ ) - уявна тінь точок  $A$  і  $B$ .

2. Знаходимо тіні точок  $A$  і  $B$  на фронтальній площині проєкцій  $\pi_2$ :  $B_2$  - реальна, ( $A_{2T}$ ) - уявна тінь точок  $A$  і  $B$ .

Реальні тіні кінців відрізка  $AB$  виявилися на різних площинах проєкцій, тому ці точки не можна з'єднувати прямою лінією. Така тінь відрізка прямої буде розміщена на двох площинах проєкцій і буде мати точку зламу на лінії перетину площин (рис. 1.7, 1.8).

3. Визначаємо точку зламу  $E_X$ . З'єднуємо точки  $A_{1T}$  і  $B_{1T}$ , причому відрізок  $A_{1T}E_X$  - видимий, а  $E_X B_{1T}$  - невидимий, тобто  $A_{1T}E_X$  - видима тінь прямої  $AB$  на площину  $\pi_1$ .  $E_X = A_1 B_1 \cap x$  - точка зламу. В цій точці тінь прямої заломлюється і перейде з площини  $\pi_1$  на площину  $\pi_2$ .

4. З'єднуємо точку зламу  $E_X$  з реальною тінню точки  $B$  (точка  $B_{2T}$ ), отримуємо реальну тінь  $E_X B_{2T}$  від  $AB$  на площину  $\pi_2$ .

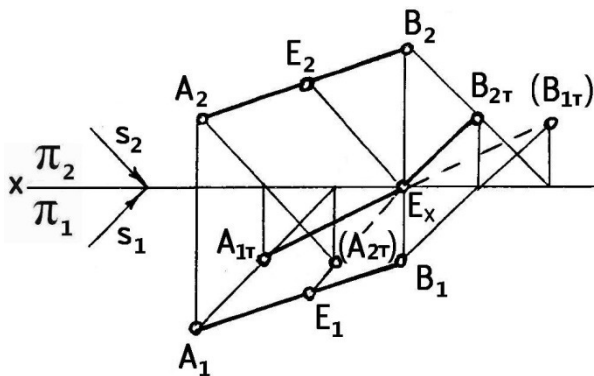


Рис. 1.7. Побудова тіней від відрізка прямої АВ на площинах проєкцій

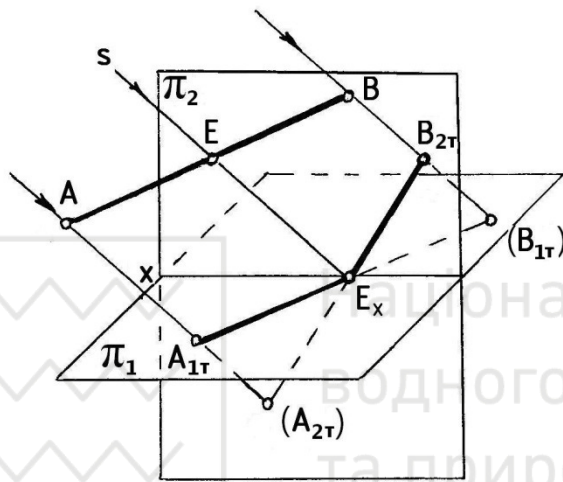


Рис. 1.8. Побудова тіней на наочному зображенні від відрізка прямої АВ на площинах проєкцій

Для визначення точки зламу тіні відрізка АВ можна використовувати уявну тінь від точки А - точка  $(A_{2T})$ .

Отже, якщо тінь прямої падає водночас на дві або більшу кількість площин, то вона перетвориться в ламану лінію з точками зламу на лініях перетину даних площин.

Тінь відрізка прямої, перпендикулярного до площини проєкцій, падає на цю площину і збігається з проєкцією світлового променя на цій площині.

На рис. 1.9 тінь від відрізка АВ, перпендикулярного до площини  $\pi_1$ , падає на цю площину і збігається з горизонтальною проєкцією світлового променя.

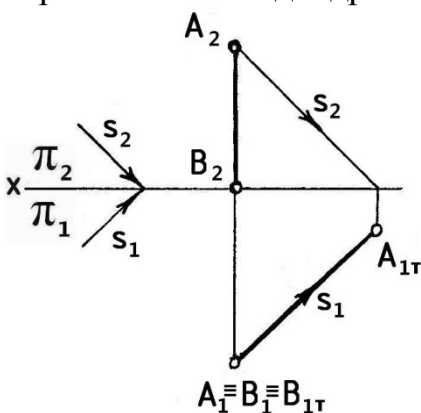


Рис. 1.9. Тінь від відрізка АВ, перпендикулярного до  $\pi_1$ , падає повністю на  $\pi_1$

На рис. 1.10 тінь від відрізка CD, перпендикулярного до площини  $\pi_1$ , падає на дві площини  $\pi_1$  і  $\pi_2$ . Тінь на площину  $\pi_1$  збігається з горизонтальною проєкцією світлового променя, а на площину  $\pi_2$  - паралельно самій прямій.

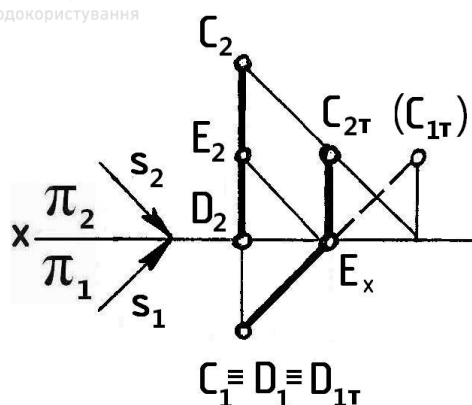


Рис. 1.10. Тінь від відрізка CD, перпендикулярного до  $\pi_1$ , падає на  $\pi_1$  і  $\pi_2$

#### 1.4. Тінь плоскої фігури

При однобічному освітленні плоскої фігури один з її боків виявиться освітленим, а інший буде знаходитися в тіні. Отже, контуром власної тіні буде контур плоскої фігури.

Контур падаючої тіні плоскої фігури в загальному випадку відповідає контуру самої фігури, тобто тінню трикутника буде трикутник, тінню прямокутника буде прямокутник.

Оскільки окремі елементи будинку на фасаді та плані мають переважно форму многокутника, зокрема прямокутника, то для побудови падаючої тіні плоского многокутника достатньо побудувати тіні його вершин і з'єднати їх прямими лініями, якщо тінь падає на одну площину (рис. 1.11) або ламаними, якщо тінь падає на дві і більше площини (рис. 1.12, 1.13).

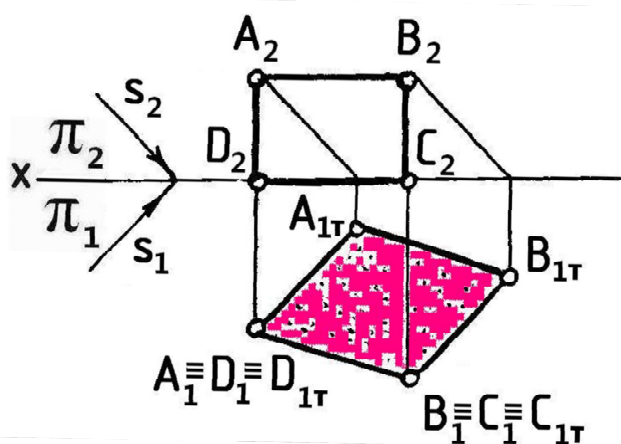


Рис. 1.11. Тінь від прямокутника падає на  $\pi_1$





Ця закономірність дає можливість значно скоротити побудови. Достатньо побудувати тінь від однієї точки контура власної тіні, а потім зобразити рівну (конгруентну) їй фігуру - контур падаючої тіні.

### 1.5. Тіні геометричних тіл

При побудові тіней геометричних тіл спочатку слід визначити контур власної тіні, виділити його і по ньому будувати контур падаючої тіні, який є тінню контура власної тіні. Якщо контур власної тіні невідомий, то спочатку будують тінь, що падає від геометричного тіла, а потім за контуром падаючої тіні визначають контур власної тіні.

Контур власної тіні призми, що зображена на рис. 1.15, є достатньо зрозумілим. Задня та права бічна грані призми знаходяться у власній тіні. Нижня основа призми лежить в площині  $\pi_1$  і є неосвітленою. Ребра, що розділяють освітлені та неосвітлені грані призми, утворюють контур власної тіні. Контуром власної тіні є замкнена лінія 1-2-3-4-5-6-1, від якої будують контур падаючої тіні  $1_T-2_T-3_T-4_T-5_T-6_T-1_T$ .

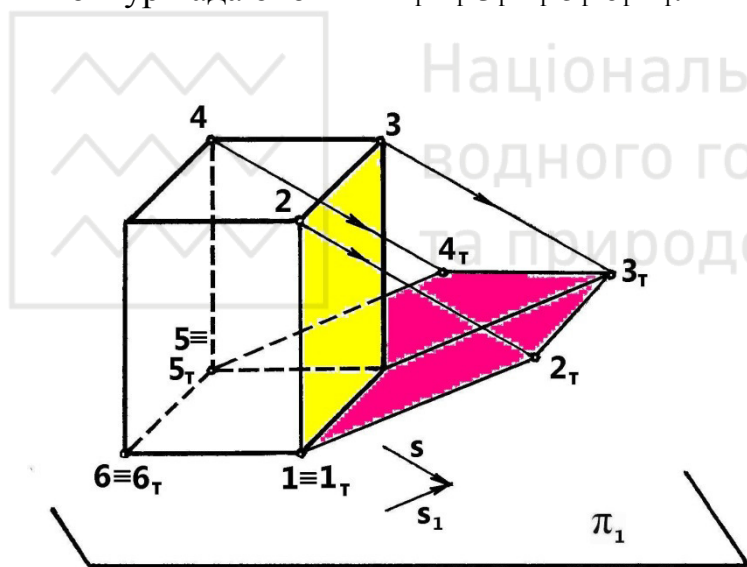


Рис. 1.15. Побудова на наочному зображенні тіней від призми, що падають на площину  $\pi_1$

На рис.1.16, 1.17 побудовано тінь від призми в ортогональних проекціях. На рис. 1.16 тінь від призми падає тільки на площину  $\pi_1$ , а на рис.1.17 падає частково і на площину  $\pi_2$ .

На рис. 1.18, 1.19 показано побудову на наочному зображенні і в ортогональних проекціях падаючої тіні від схематизованого будинку. тінь падає на площину  $\pi_1$  (поверхню землі) і частково на поверхню самого будинку. Схематизований будинок являє собою дві прямі призми, які відрізняються за розмірами. У більшій за висотою призми (1 призма) у власній тіні будуть знаходитися задня та права бічні грані призми. Нижня основа лежить в площині  $\pi_1$  і є неосвітленою. Вершинами ламаної лінії контура власної тіні є точки А, В, С, С<sub>1</sub>, А<sub>1</sub> (останню не показано на рис. 1.18), за допомогою яких будують контур падаючої тіні.

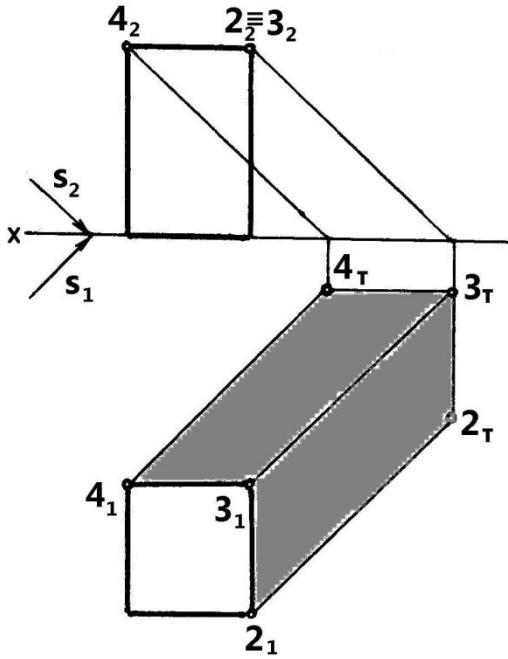


Рис. 1.16. Тінь від призми падає на площину  $\pi_1$

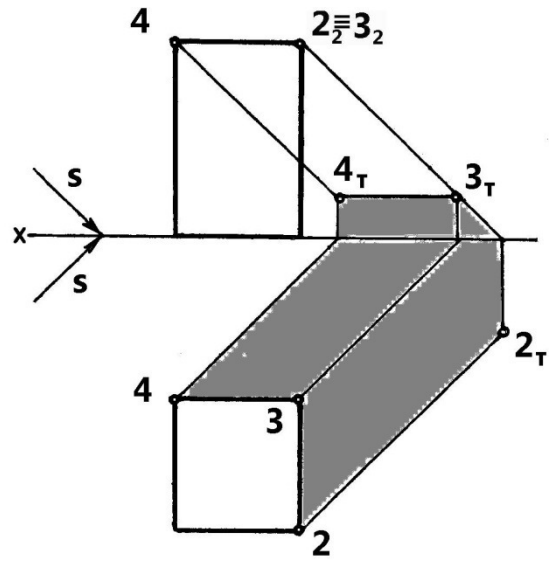


Рис. 1.17. Тінь від призми падає на площини  $\pi_1$  і  $\pi_2$

Тінь від 1 призми буде падати на площину  $\pi_1$  (поверхню землі) і на поверхню 2 призми, меншої висоти. Будуємо падаючу тінь від контура власної тіні 1 призми. Тінь від вертикального ребра  $CC_1$  на площині  $\pi_1$  збігається з проекціями світлового променя на цю площину. В точці  $1_T$  тінь заламується і піде по найближчій до спостерігача грані 2 призми паралельно до ребра  $CC_1$ , оскільки ця грань 2 призми паралельна ребру  $CC_1$ . Далі тінь буде кидати горизонтально розміщене ребро  $CB$ . Тінь від нього на фронтальній проекції збігається з фронтальною проекцією світлового променя. На передній грані 2 призми контур падаючої тіні від відрізка  $C_3$  ребра  $CB$  обмежений лінією  $2_T3_T$ . Відмічаємо на фронтальній проекції передньої грані 2 призми контур падаючої тіні від 1 призми. Тінь від горизонтального ребра  $CB$  на верхню грань 2 призми визначаємо таким чином. Променева площина цього ребра перетинає верхню грань 2 призми по прямій, що проходить через точку  $D$  і паралельно до ребра  $CB$ . Тінь від відрізка  $CB$  дає відрізок  $3_TD$  контура падаючої тіні на верхній грані 2 призми. Відмічаємо на горизонтальній проекції на верхній грані 2 призми контур падаючої тіні від 1 призми. Далі відмічаємо контур падаючої тіні на площині  $\pi_1$  (поверхні землі) від 1 призми:  $A_1-A_T-B_T-C_T-C_1$ . Будуємо контур падаючої тіні від 2 призми:  $D_1-D_T-E_T-K_T-K_1$ , а потім – контур падаючої тіні на площину  $\pi_1$  від всього будинку (тінь  $C_T$  від вершини  $C$  на площині  $\pi_1$  є уявною).

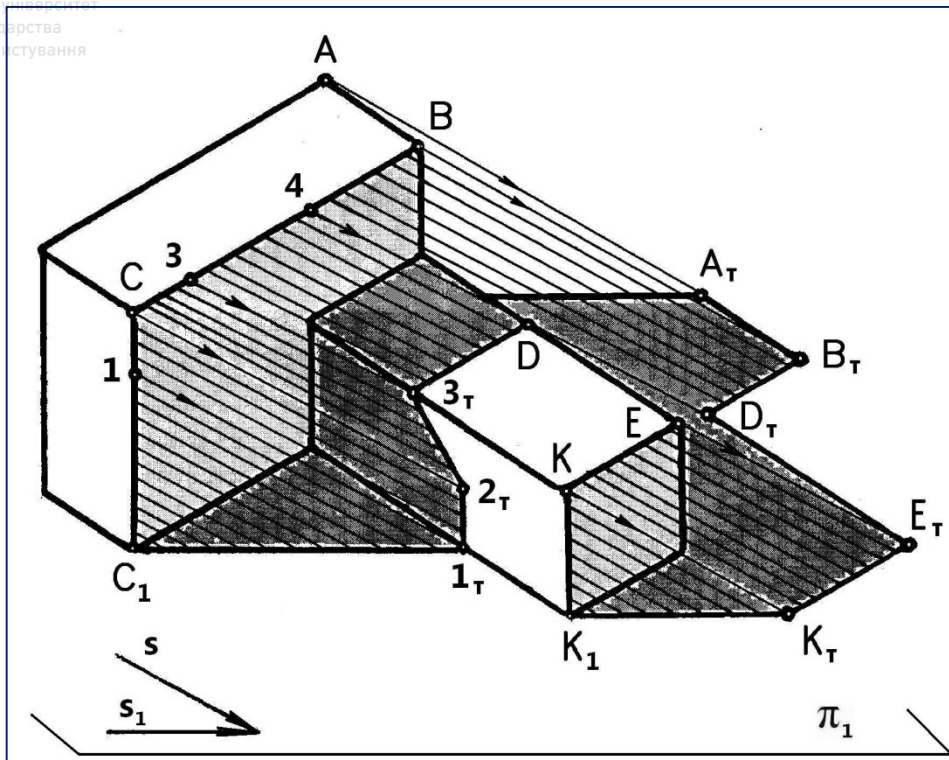


Рис. 1.18. Побудова на наочному зображенні тіней схематизованого будинку

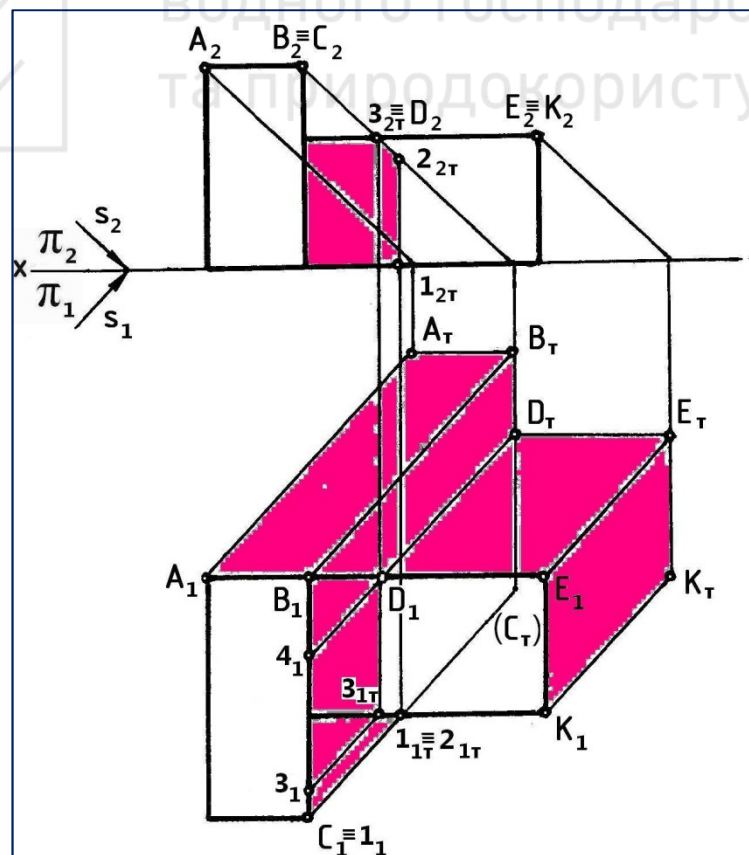


Рис. 1.19. Побудова тіней на ортогональних проекціях схематизованого будинку



## 2. ПОБУДОВА ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗОБРАЖЕНЬ. ТІНІ В ПЕРСПЕКТИВІ

### 2.1. Елементи лінійної перспективи. Перспектива точки

*Перспективою* називається зображення об'єкта, яке отримане способом центрального проєкціювання. На рис. 2.1 точка  $S$  – центр проєкціювання,  $K$  – поверхня проєкціювання,  $ABCD$  – об'єкт, що зображується,  $A_K B_K C_K D_K$  – центральна проєкція (перспектива). Якщо поверхня, на яку проєкціюється об'єкт, є площиною, то зображення, що отримане на ній, називається *лінійною перспективою*, побудову якої будемо розглядати. В лінійній перспективі поверхня  $K$  є вертикально розміщеною площиною перспективних проєкцій, її прийнято називати картинною площиною, або скорочено, „картиною”.

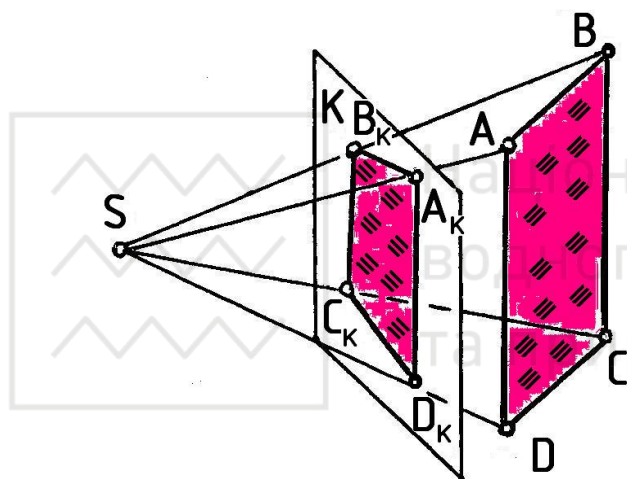


Рис. 2.1. Побудова перспективи способом центрального проєкціювання

При побудові лінійної перспективи мають справу з системою площин, ліній та точок, які називаються *елементами лінійної перспективи*. На рис. 2.2 ці елементи зображені в аксонометрії:

$K$  – картинна площина („картина”);

$\Pi$  – предметна площина, розміщена горизонтально і перпендикулярно до картини  $K$ ; на ній розміщується об'єкт, що зображується, та спостерігач;

$OO$  – основа картини:  $OO = K \cap \Pi$ ;

$S$  – центр проєкціювання („точка зору”); припускається, що в цій точці знаходиться спостерігач, який розглядає картину;

$S_1$  – ортогональна проєкція точки  $S$  на площині  $\Pi$  називається основою центра проєкціювання („точка стояння”);

$\pi_1$  – площина горизонту, проходить через точку  $S$  паралельно предметній площині  $\Pi$ ;

$hh$  – лінія горизонту,  $hh = \pi_1 \cap K$ ,  $hh \parallel OO$ ;

$SP$  – головний промінь,  $SP \perp K$  ( $SP \perp hh$ ),  $|SP|$  – головна відстань;

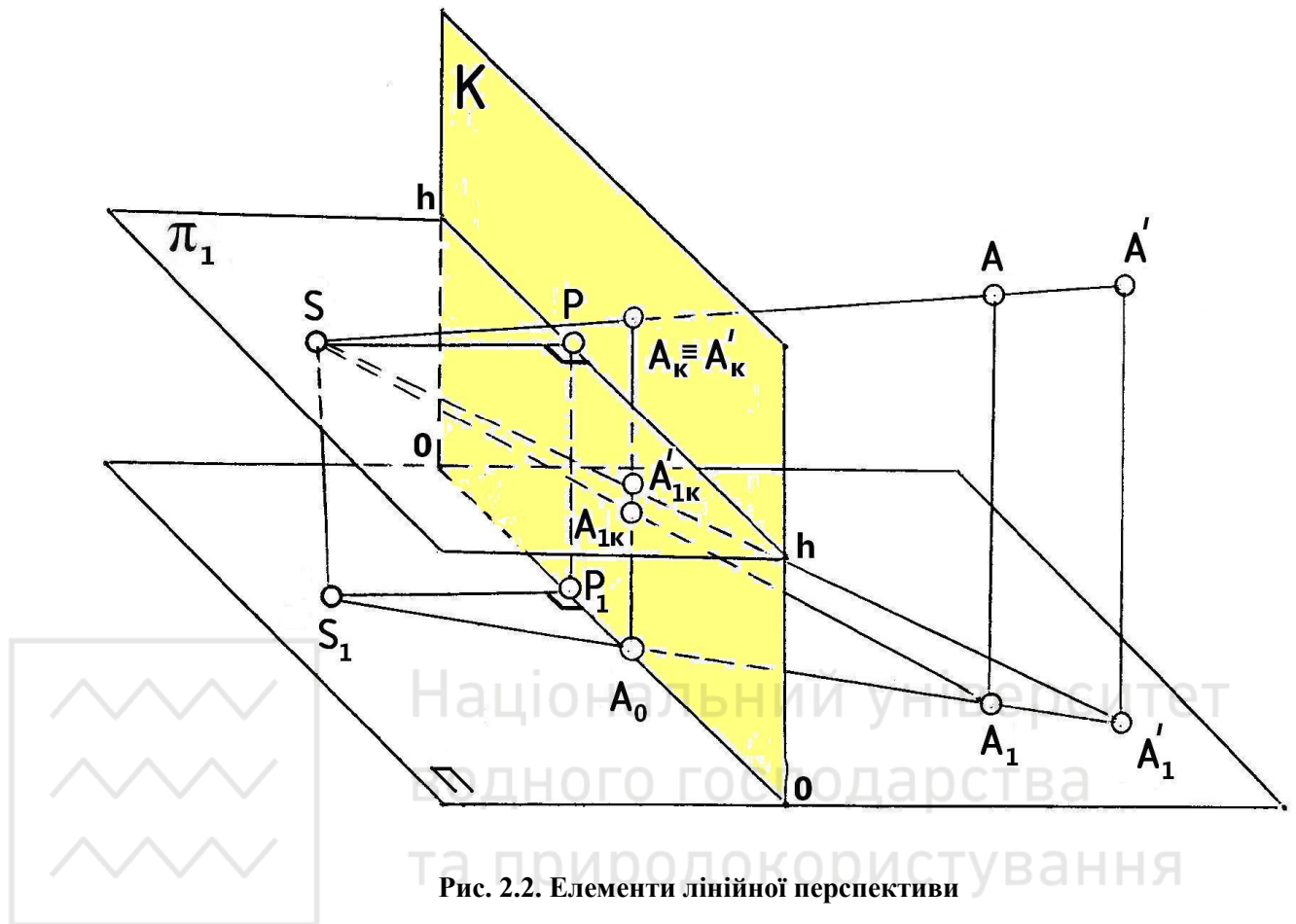


Рис. 2.2. Елементи лінійної перспективи

$P$  – головна точка картини,  $P = SP \cap K$ ;

$P_1$  - ортогональна проекція точки  $P$  на площину  $\Pi$  називається основою головної точки;

$h$  – висота горизонту.

Перспективою точки  $A$  (рис. 2.2) простору чи об'єкта називається точка  $A_K$  перетину картинної площини  $K$  проєкціуючим променем  $SA$ , що проходить через точку зору  $S$  і точку  $A$  ( $A_K = SA \cap K$ ). Щоб за перспективним зображенням визначити положення точки відносно картини та предметної площини, окрім перспективи  $A_K$  точки  $A$ , будують ще перспективу  $A_{1K}$  її основи – точки  $A_1$ . Точку  $A_1$  ще називають вторинною проєкцією точки  $A$ . Тоді  $A_{1K}$  – вторинна перспектива точки  $A_1$  або перспектива вторинної проєкції.

Побудову перспективи точки слід починати з визначення її вторинної проєкції, причому перспектива  $A_K$  точки  $A$  і її вторинної проєкції  $A_{1K}$  завжди розміщені на спільній лінії зв'язку, перпендикулярній до основи картини  $OO$  або лінії горизонту  $hh$  (рис. 2.2, 2.3).

Чим далі від картини  $K$  буде знаходитися точка, тим ближче до лінії горизонту  $hh$  буде розміщена перспектива її вторинної проєкції.

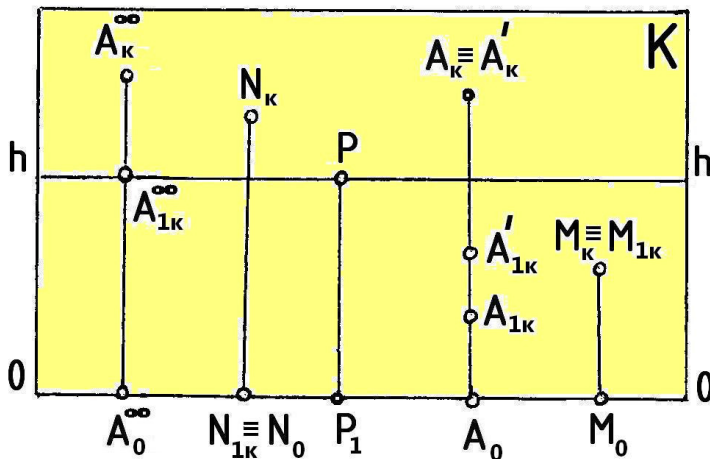


Рис. 2.3. Перспектива точок залежно від їх розміщення відносно картинної площини К

Точка  $A'$ , яка переміщена на проєкціуючому промені  $SA$ , знаходиться далі від картини  $K$ , ніж точка  $A$ , оскільки  $A'_{1K}$  ближче до лінії горизонту  $hh$ , ніж  $A_{1K}$  (рис. 11.2, 11.3).

Якщо точка  $A_{\infty}$  знаходиться нескінченно далеко від картини  $K$ , то перспектива її вторинної проєкції  $A_{1K}^{\infty}$  розміщується на лінії горизонту  $hh$  (рис. 11.3).

При наближенні точки до картини  $K$  перспектива її вторинної проєкції буде наближуватися до основи картини  $OO$ . У точки  $N$ , що належить картині  $K$ , перспектива вторинної проєкції  $N_{1K}$  розміщена на основі картини (рис. 2.3).

Якщо точка  $M$  належить предметній площині  $\Pi$ , то перспектива її вторинної проєкції  $M_{1K}$  збігається з перспективою  $M_K$  точки  $M$  (рис. 2.3).

Щоб на картинній площині визначити положення перспективи точки  $i$  її вторинної проєкції, потрібно знайти на лінії  $OO$  проєкції цих точок. На рис. 2.2 для точок  $A$  і  $A'$  – це точка  $A_0$ . Для цього на плані (предметній площині) знаходять точку перетину сліда проєкціуючої площини (вона проходить через промінь, що сполучає центр проєкціювання із заданою точкою) з основою картини  $OO$ . На рис. 2.4 наведено на предметній площині горизонтальні проєкції точок  $A$ ,  $A_K$  (це точка  $A_0$ ),  $S$  і  $P$  ( $K_1$  – слід картинної площини  $K$ ), причому  $A_0 = S_1A_1 \cap OO$ , де  $S_1A_1$  – слід проєкціуючої площини, що проходить через промінь  $SA$ .

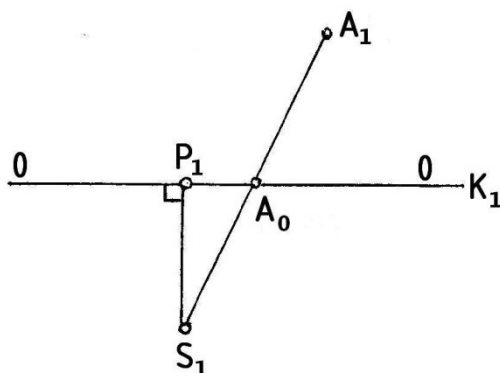


Рис. 2.4. Горизонтальні проєкції точок  $A$ ,  $A_K$  (це точка  $A_0$ ),  $S$  і  $P$  ( $K_1$  – слід картинної площини  $K$ )



## 2.2. Перспектива прямої лінії

Задача на побудову перспективи прямої лінії є головною в теорії перспективи. Ґрунтуючись на цій задачі, будують перспективу точок простору, плоских і об'ємних фігур. Для побудови перспективи прямої лінії, знаходять перспективи двох її характерних точок – початку прямої (точки перетину прямої з картинною площиною) і перспективу безмежно віддаленої точки.

На рис. 2.5 показано побудову перспективи прямої  $NF$ , де  $N$  – точка початку прямої,  $F$  – безмежно віддалена точка прямої.  $N_K, N_{1K}$  – перспективи точки початку прямої та її вторинної проєкції, вони збігаються з точками  $N$  і  $N_1$ , оскільки точка  $N$  знаходиться на картині  $K$ , причому лінія зв'язку  $N_K - N_{1K} \perp OO_1$ .

Перспектива  $F_K$  безмежно віддаленої точки прямої знаходиться в точці перетину з картиною  $K$  проєкціуючого променя, що направлений в безмежно віддалену точку прямої. Цей промінь буде паралельним даній прямій, тобто  $F_K = SF_K \cap K$ , причому  $SF_K \parallel NF$ . Перспектива  $F_{1K}$  вторинної проєкції безмежно віддаленої точки прямої буде знаходитися на лінії горизонту, оскільки проєкціуючий промінь  $SF_{1K} \parallel \Pi$ :  $F_{1K} = SF_{1K} \cap K$ , причому  $SF_{1K} \parallel N_1F_1$

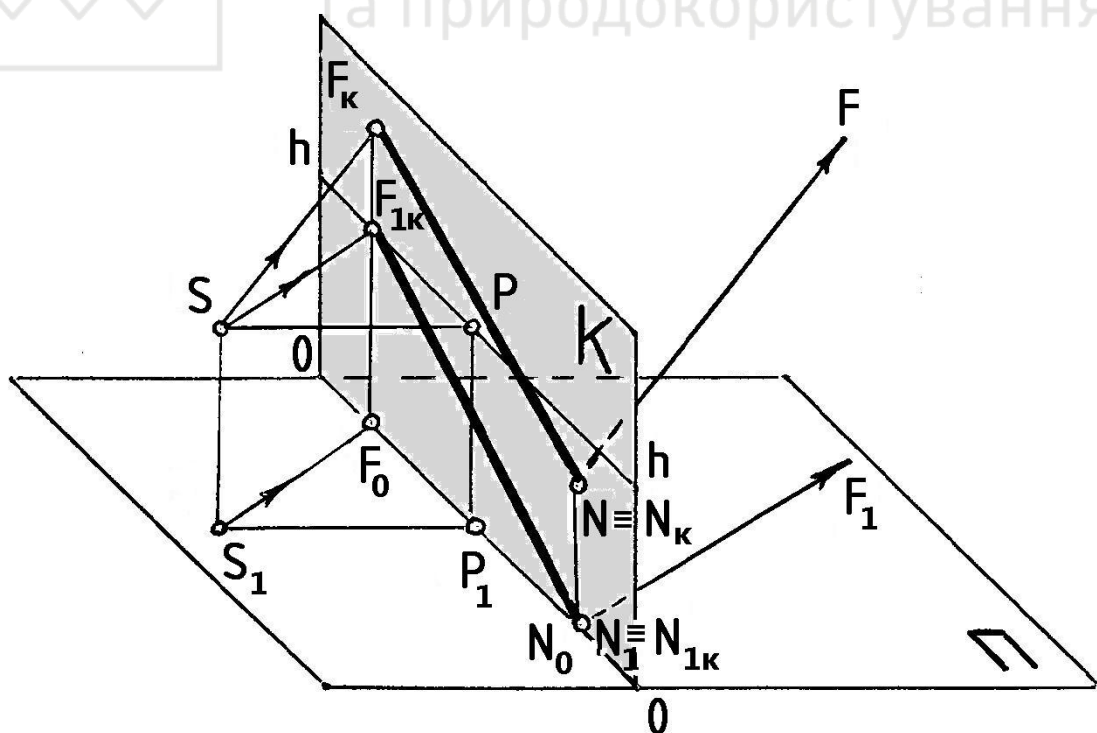


Рис. 2.5. Побудова перспективи прямої лінії на наочному зображенні

лінія зв'язку  $F_K F_{1K} \perp hh$ . На рис. 2.6 в картинній площині  $K$  побудовано перспективу прямої  $NF$  і її вторинної проєкції  $N_1F_1$ , на рис. 2.7 показано

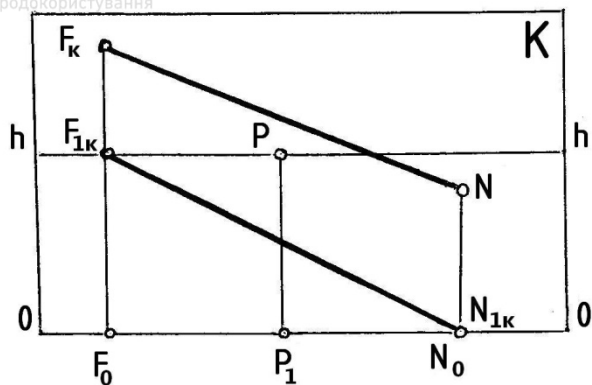


Рис. 2.6. Перспектива прямої  $NF$  і її вторинної проекції  $N'F'$

знаходження на лінії основи  $OO$  проєкцій точок  $F_K$  і  $F_{1K}$  (це точка  $F_0$ ), якщо розглядати проєкції прямої  $NF$  на плані (предметній площині).

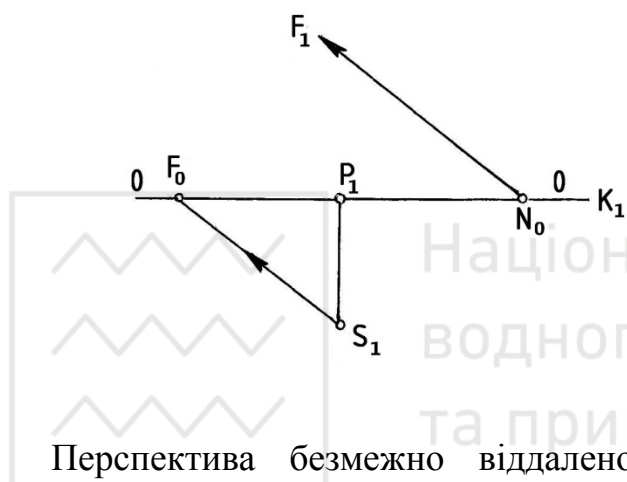


Рис. 2.7. Знаходження на лінії основи  $OO$  проєкцій точок  $F_K$  і  $F_{1K}$  (це точка  $F_0$ ), якщо розглядати проєкції прямої  $NF$  на плані (предметній площині).

Перспектива безмежно віддаленої точки прямої  $NF$ , що паралельна

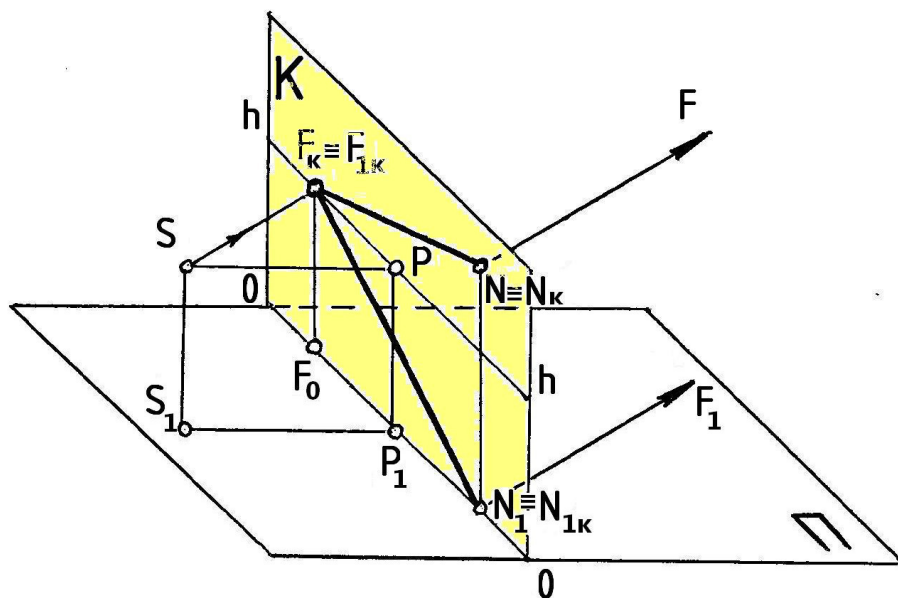


Рис. 2.8. Побудова на наочному зображенні перспективи прямої, паралельної до предметної площини  $\Pi$

предметній площині  $\Pi$  (рис. 2.8), і перспектива її вторинної проєкції мають спільну точку ( $F_K \equiv F_{1K}$ ), яка називається точкою сходу. Точка сходу буде розміщена на лінії горизонту  $hh$ , оскільки проєкуючі промені  $SF_K$  і  $SF_{1K}$  паралельні до предметної площини  $\Pi$  і збігаються в один спільний промінь,

що перетинає картину саме в точці сходу. На рис.2.9 в картинній площині  $K$  побудована перспектива прямої  $NF$ , що паралельно до предметної площини  $\Pi$ , і перспектива її вторинної проєкції:  $NF \parallel \Pi \Rightarrow F_K \equiv F_{1K} \in hh$ .

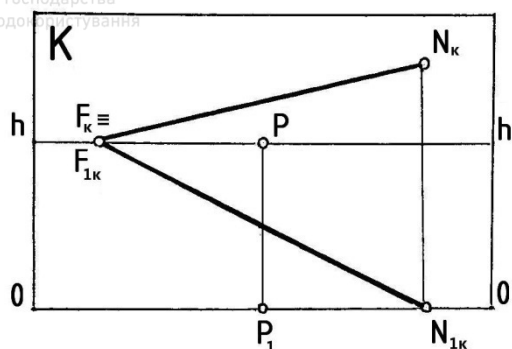


Рис. 2.9. Перспектива на картинній площині прямої, яка паралельної до предметної площини  $\Pi$

У паралельних прямих, які в свою чергу, паралельні до предметної площини, перспективи їх безмежно віддалених точок та вторинних проєкцій збігаються в одній точці  $F_K$ , яку називають точкою сходу цих паралельних прямих і яка знаходиться на лінії горизонту  $hh$ . На рис.2.10 побудовані перспективи прямих  $N'F$ ,  $N''F$ , паралельних між собою і до предметної площини  $\Pi$ .

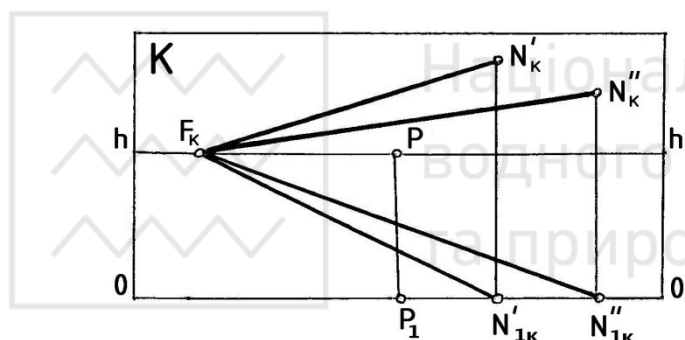


Рис. 2.10. Перспективи прямих  $N'F$ ,  $N''F$ , які паралельні між собою і до предметної площини  $\Pi$

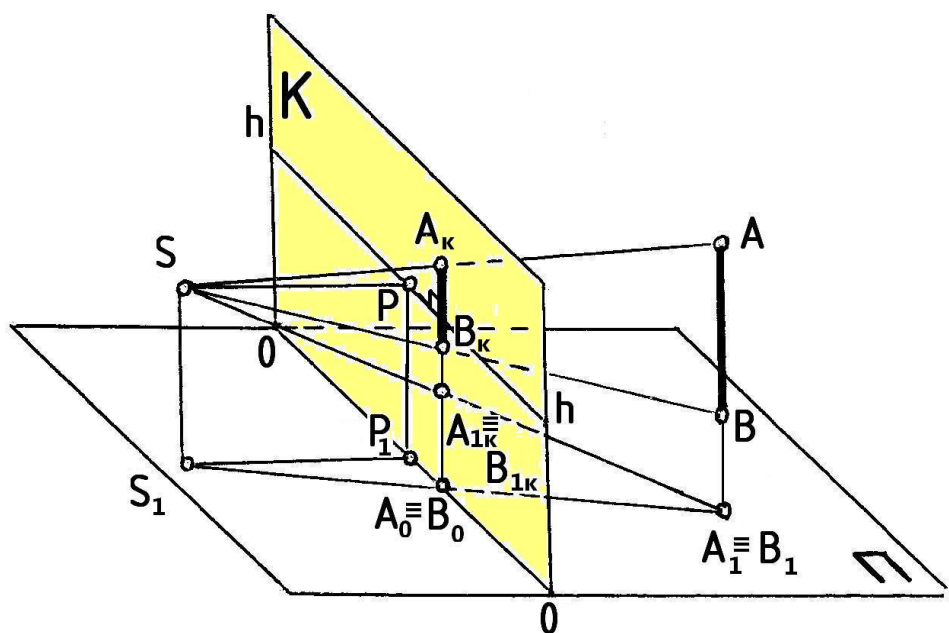


Рис. 2.11. Побудова на наочному зображенні перспективи прямої, яка перпендикулярна до предметної площини  $\Pi$



Перспектива прямої, перпендикулярної до предметної площини  $\Pi$ , тобто вертикальної прямої, буде перпендикулярна до основи картини (лінії горизонту), а перспектива вторинної проєкції прямої збігається в точку. На рис. 2.11, 2.12 побудовано перспективу прямої  $AB$ , що перпендикулярна до предметної площини  $\Pi$ :  $A_K B_K \perp hh$ ,  $A_{1K} \equiv B_{1K}$ . На рис. 2.13 показано, яким чином знайти на лінії основи  $OO$  проєкції точок  $A_K$  і  $B_K$  вертикальної прямої  $AB$  (це точка  $A_0 \equiv B_0$ ).

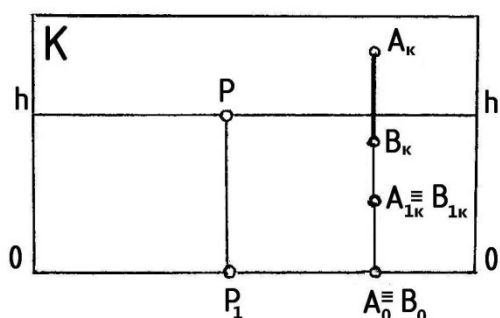


Рис. 2.12. Перспектива прямої, яка перпендикулярна до предметної площини  $\Pi$

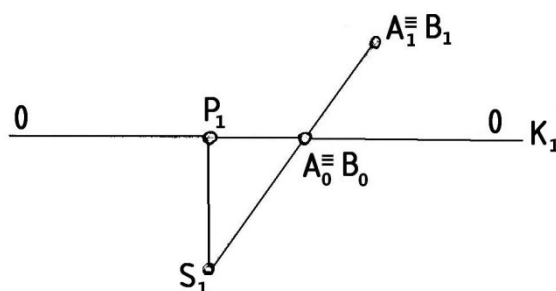


Рис. 2.13. Визначення на лінії основи  $OO$  проєкції точок  $A_K$  і  $B_K$  вертикальної прямої  $AB$  (це точка  $A_0 B_0$ ).

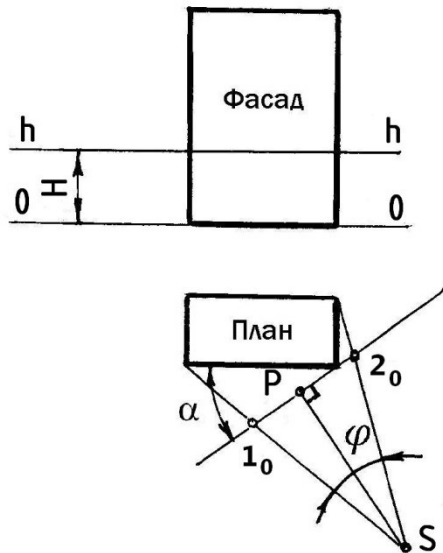
## 2.3. Побудова перспективи об'ємних тіл способом архітекторів

### 2.3.1. Вибір точки зору та картинної площини

Перш ніж будувати перспективу просторового об'єкта за його ортогональними проєкціями, визначають положення картинної площини, точки зору і висоти горизонту відносно об'єкта, при яких не виникають спотворення у зоровому баченні перспективи будівлі, і цю перспективу об'єкта буде сприймати найбільша кількість спостерігачів після його побудови.

На основі практики побудови перспектив установлені такі межі змінювання положення картинної площини, точки зору та висоти горизонту (рис. 2.14):

1. Висоту горизонту вибирають на рівні зросту людини ( $H \approx 1,7$  м).
2. Площину картини проводять через кут просторового об'єкта, наприклад, через вертикальне ребро перетину стін будинку, з кутом нахилу до вертикальної стіни фасаду (кут  $\alpha$ ) в межах  $20-30^\circ$ .
3. Величину кута зору  $\varphi$  між двома крайніми променями, спрямованими на об'єкт, вибирають у межах від  $18^\circ$  до  $53^\circ$  (найкращий кут зору  $28-35^\circ$ ).



1.  $H \approx 1.7 \text{ м}$
2.  $\alpha \approx 20-30^\circ$
3.  $\varphi \approx 18-53^\circ$  ( $\varphi_{\text{опт.}} \approx 28-35^\circ$ )
4.  $|1_0 P_1| \approx |2_0 P_1|$ ,  $|S_1 P_1| \approx (1.5-3) |1_0 2_0|$

Рис. 2.14. Межі змінювання положення картинної площини, точки зору та висоти горизонту

4. Точка зору  $S$  повинна розміщуватися так, щоб відрізок  $SP$  (головний промінь) ділив кут  $\varphi$  приблизно навпіл, при цьому можна скористатися відношенням:  $SP \approx (1,5-3)$  відрізка  $1_0 2_0$ .

### 2.3.2. Спосіб архітекторів

В основу способу архітекторів покладено властивість паралельних прямих в перспективі сходиться в одну точку.

Перспективу будь-якого об'ємного тіла можна побудувати за його окремими точками.

Перспективу точки визначають в перетині перспектив прямих, що проходять через цю точку. Як правило, використовують прямі, що паралельні або перпендикулярні до предметної площини.

Оскільки предмети, що зображуються в перспективі (будинки, інженерні споруди тощо) містять обмежену кількість сімейств паралельних прямих, побудова перспективи полегшується шляхом попереднього визначення їхніх точок сходу. Виконуємо побудову перспективи з двома точками сходу. В 2.2. зазначено, що положення прямої в перспективі визначається за перспективою її безмежно віддаленої точки (точки сходу) і початком прямої.

Розглянемо застосування способу архітекторів на прикладі побудови схематизованого будинку з похилим дахом, що має вигляд чотирьохкутної призми, основами якої (бічними фасадами) є трапеції  $ABCD$  і  $A'B'C'D'$  (рис. 2.15,а). Побудову будемо виконувати за ортогональними проекціями призми – фасадом та планом схематизованого будинку. Картинну площину  $K$  проведено через ребро призми  $AD$ , горизонтальний слід  $K_1$  картини буде проходити через горизонтальну проекцію  $A_1 D_1$  цього ребра (рис. 11.15,а). В

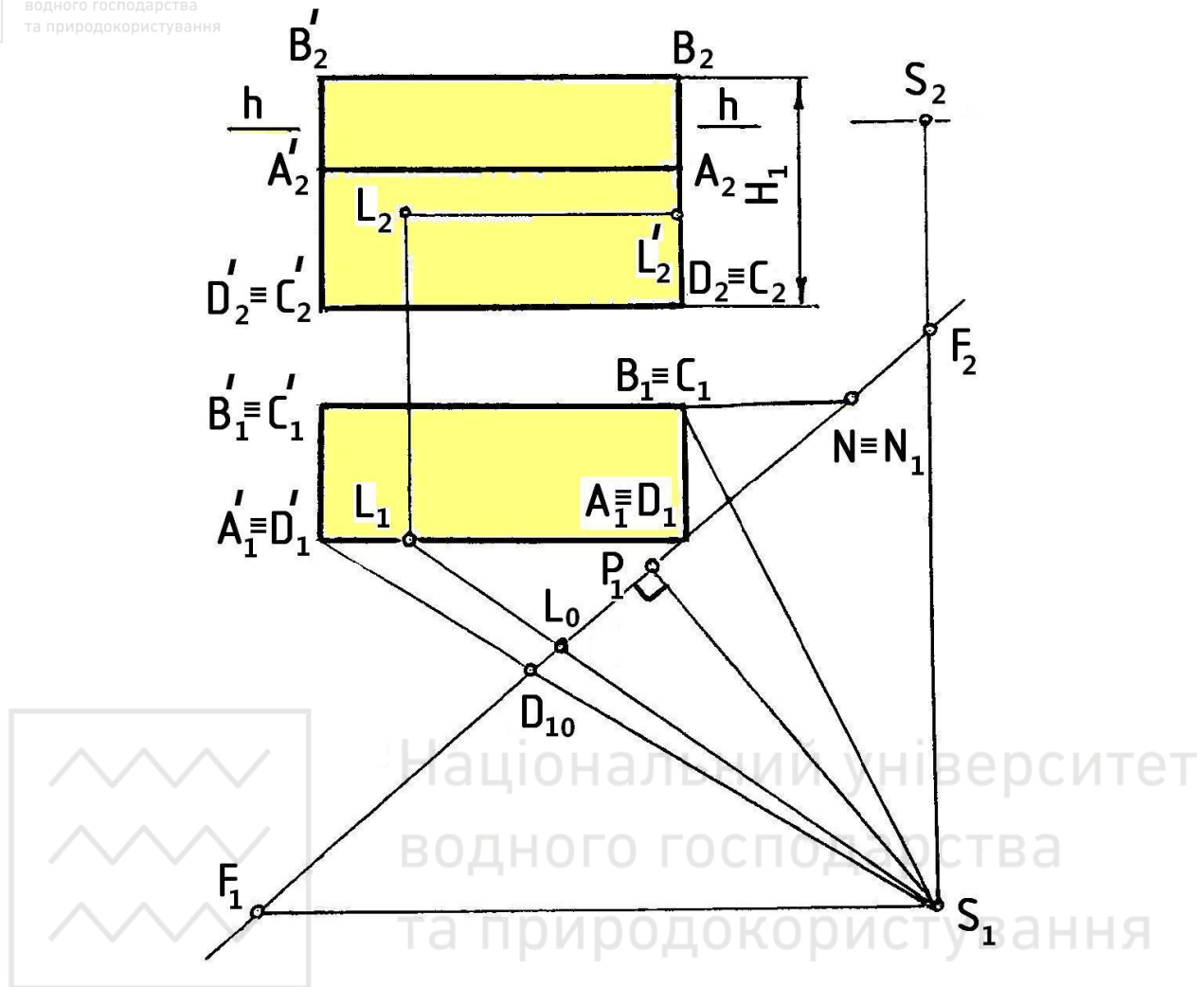


Рис. 2.15, а. Ортогональні проекції схематизованого будинку з розміщеними на предметній площині картинної площини  $K$  та точки зору  $S$

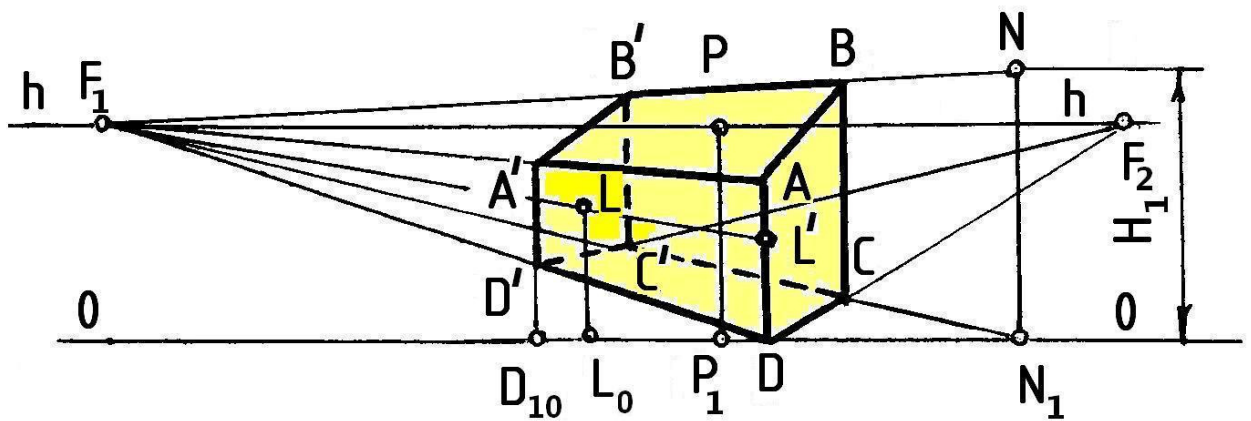


Рис. 2.15, б. Побудова перспективи схематизованого будинку, зображеного на рис. 2.15, а

ортогональних проекціях задано положення точки зору  $S$  ( $S_1, S_2$ )



відповідно до вимог 2.3.1. Проведемо лінію горизонту  $hh$ . Виділимо два сімейства паралельних прямих (ребер) призми, які паралельні між собою і до предметної площини (горизонтальної площини проєкцій). Сімейство 1:  $AA' \parallel BB' \parallel CC' \parallel DD' \parallel \Pi$ ; сімейство 2:  $DC \parallel D'C' \parallel \Pi$ . В ортогональних проєкціях з точки  $S_1$  проводимо промені, що паралельні прямим сімейства 1 і сімейства 2, до перетину з площиною картини. Отримуємо відповідно точки сходу  $F_1$  і  $F_2$  для сімейства 1 і 2 паралельних прямих. Оскільки прямі обох сімейств є горизонтальними прямими, їхні точки сходу будуть розміщені на лінії горизонту  $hh$  на відстані  $P_1F_1$  і  $P_1F_2$  від головної точки картини  $P$ , горизонтальну проєкцію  $P_1$  якої позначимо на ортогональних проєкціях. Для цього з точки зору проводимо головний промінь, який перпендикулярний до картини (на рис. 2.15,а  $S_1P_1 \perp K_1$ ).

На картинній площині, що розміщена під ортогональними проєкціями на рис. 2.15,б, побудовано основу картини  $OO$ , лінію горизонту  $hh$ , головну точку  $P$  і точки сходу  $F_1$ ,  $F_2$ . Після цього приступаємо до побудови перспективи призми.

Ребро  $AD$ , що лежить в площині картини, буде проєкціюватися на картинну площину без спотворення, тобто в натуральну величину, при цьому точка  $D$  буде розміщена на лінії основи картини  $OO$ , оскільки грань призми  $CDD'C'$  належить предметній площині і на відстані  $P_1D$  від основи головної точки картини  $P_1$  ( $P_1D = P_1D_1$  беремо з ортогональних проєкцій).

Ребро  $DD'$  сімейства 1 паралельних прямих в перспективі буде направлено в точку сходу  $F_1$ , а ребро  $DC$  сімейства 2 – в точку сходу  $F_2$ .

Щоб побудувати перспективу точки  $D'$ , через неї в ортогональних проєкціях (точка  $D'_1$ ) проводимо проєкціюючий промінь  $S_1 D'_1$ , і знаходимо точку  $D_{10}$  його перетину з картиною. Точку  $D_{10}$  переносимо на основу картини  $OO$ , відкладаючи від  $P_1$  відрізок  $P_1D_{10}$ , довжину якого беремо з горизонтальної проєкції. Перспектива точки  $D'$  буде знаходитися в точці перетину прямої  $D F_1$  з лінією зв'язку, що проведено через точку  $D_{10}$ , тобто в перетині перспектив прямих, що проходять через ребро  $D D'$  і  $D'A'$ . На цій лінії зв'язку в перетині з прямою  $AF_1$ , що є перспективою прямої, яка проходить через ребро  $AA'$  сімейства 1, знаходиться перспектива точки  $A'$ .

Для побудови перспектив ребер призми  $BB'$  і  $CC'$  в ортогональних проєкціях знаходять початок прямої  $BB'$  точку  $N$  і прямої  $CC'$  – точку  $N_1$ . Отримані точки  $N$  і  $N_1$  позначають на перспективі, відкладаючи на лінії основи картини  $OO$  вправо від точки  $P_1$  відрізок  $P_1N_1$  і уверх від точки  $N_1$  відрізок, що дорівнює  $H_1$  – відстані від прямої  $BB'$  до предметної площини (горизонтальної площини проєкцій). Перспективи точок  $C$  і  $C'$  будуть в точках перетину прямої  $N_1F_1$  і прямих  $DF_2$  і  $D'F_2$ , тобто в перетині перспектив прямих, що проходять через ребро  $CC'$  (пряма  $N_1F_1$ ) і ребра  $DC$  і  $D'C'$  (прямі  $DF_2$  і  $D'F_2$ ). А перспективи точок  $B$  і  $B'$  розміщені в перетині прямої  $NF_1$  і лінії зв'язку, що проведені через перспективи вершин призми  $C$  і  $C'$ , тобто перспектив прямих, що проходять через ребро  $BB'$  (пряма  $NF_1$ ) і вертикальних ребер  $CB$ ,  $C'B$ .



Слід зазначити, що перспективи вершин призми можна було б визначити і іншим способом. Наприклад, перспективи вершин В і С можна визначити в перетині перспектив прямих, що проходять через ребра  $BB'$  (пряма  $NF_1$ ) і  $CC'$  (пряма  $N_1F_1$ ) та вертикальне ребро  $BC$ .

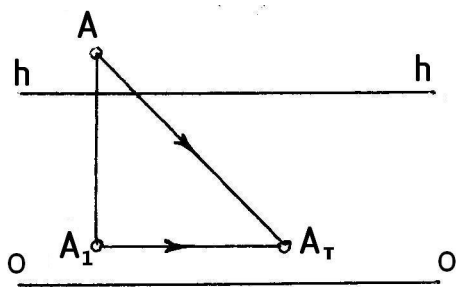
Щоб побудувати перспективу довільно взятої на грані призми точки  $L$ , через неї, наприклад, можна провести допоміжну пряму, паралельну  $AA'$  до перетину з ребром  $AD$ , що лежить в картинній площині. Отриману точку  $L'$  переносимо на картинну площину, відкладаючи від точки  $D$  відрізок  $DL'$  без спотворення ( $DL' = D_2L'_2$ ). Через точку  $L'$  проводимо пряму  $L'F_2$ , а через точку  $L_1$  в ортогональних проекціях – проекціуючий промінь до перетину з картиною. Отриману точку  $L_0$  переносимо на лінію основи картини  $OO$ . Перспектива шуканої точки  $L$  буде знаходитися на перетині прямої  $L'F_1$  і лінії зв'язку, яку проведено через точку  $L_0$ .

Зазначимо, що перспективу можна побудувати в будь-якому масштабі відносно масштабу плану і фасаду.

## 2.4. Тіні в перспективі

Побудову тіней в перспективі виконують аналогічно побудові тіней в ортогональних проекціях, розглянутих в розділі 1. В перспективі паралельні лінії, в тому числі і промені світла, будуть направлені в спільну точку сходу. Виняток складають прямі, паралельні до картинної площини, які залишаються паралельними і в перспективі.

Розглянемо частковий випадок побудови тіней в перспективі, коли промені світла паралельні площині картини, що полегшує побудову. Для зручності побудови променів світла їхній кут нахилу до предметної площини приймають за  $45^\circ$ . Тінь від точки, яка падає на поверхню, буде в точці перетину променя світла з цією поверхнею.



$A_1$  - вторинну проекцію променя.

Рис. 2.16. Побудова тіні від точки А на предметну площину П

Нехай  $A$  – перспектива точки,  $A_1$  - її вторинна проекція (тут і далі індекс „К” при позначенні перспективи точки опускається, рис. 2.16). Щоб побудувати тінь від точки  $A$  на предметну площину П, через  $A$  проводимо промінь світла, а через  $A_1$  - вторинну проекцію променя. Тінь  $A_2$  від точки  $A$  на площину П буде в перетині променя і його вторинної проекції.

На рис. 2.17 наведено приклад побудови тіні від точки  $A$  на нахилену верхню основу  $BKED$  призми  $BKEDB_1K_1E_1D_1$ , нижня основа якої  $B_1K_1E_1D_1$  знаходиться на предметній площині. Позначимо верхню основу буквою  $P$ . Задача зводиться до визначення точки перетину променя світла (прямої, що проведена через точку  $A$ ) з площиною  $p$  верхньої основи призми. Для цього



через промінь світла та його вторинну проекцію проводять допоміжну площину  $\Omega$ . Будують лінію перетину площини  $\Omega$  з даною площиною  $p$  (верхньої основи призми) – прямою  $MN$ . В перетині  $MN$  і променя світла лежить шукана точка  $A_p$  – тінь від точки  $A$  на площину  $P$ .

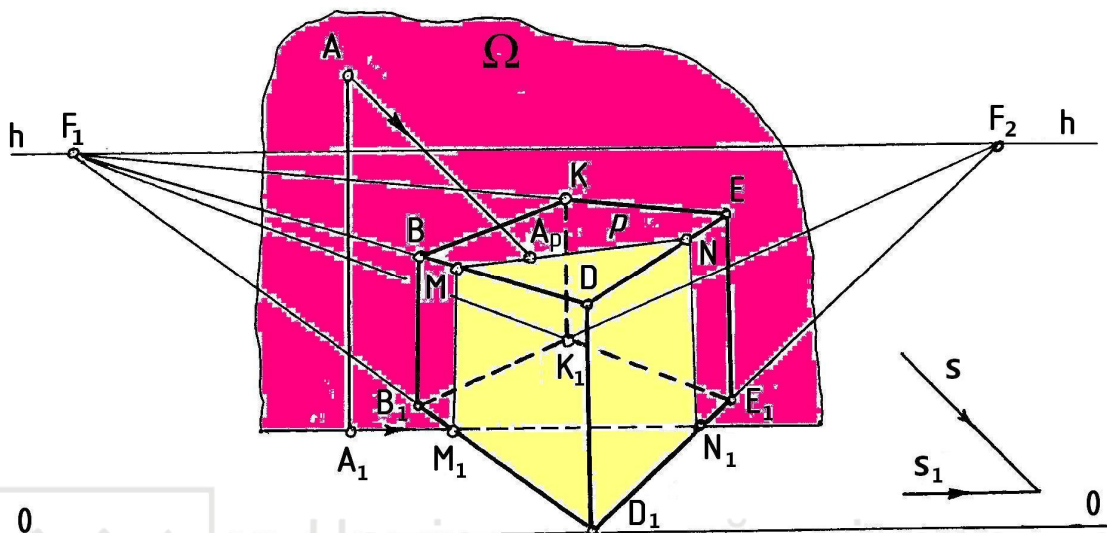


Рис. 2.17. Побудова тіні від точки  $A$  на нахилену верхню основу  $BKED$  призми  $BKEDB'K'E'D'$

Щоб побудувати тінь від відрізка прямої  $AB$  (рис. 2.18), достатньо побудувати тіні від точок  $A$  і  $B$ .

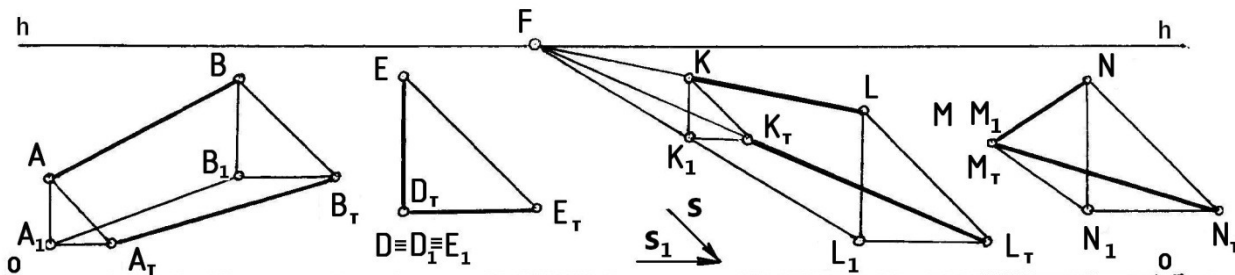


Рис. 2.18. Побудова тіні від відрізка прямої

Тінь від прямої  $ED$ , яка перпендикулярна предметній площині, збігається з вторинною проекцією променя, що проведений через вторинну проекцію  $E'D'$  прямої.

Тінь прямої  $KL$ , що паралельна до предметної площини  $\Pi$ , буде в перспективі направлена в загальну точку сходу  $F$ .

Тінь від прямої  $MN$ , що перетинає предметну площину  $\Pi$ , буде проходити через точку перетину  $M$ .

На рис. 2.19 побудовано власну та падаючу тінь на перспективному зображенні прямої призми  $12341_12_13_14_1$ . Тінь  $1_T2_T$  від ребра  $12$ , яке

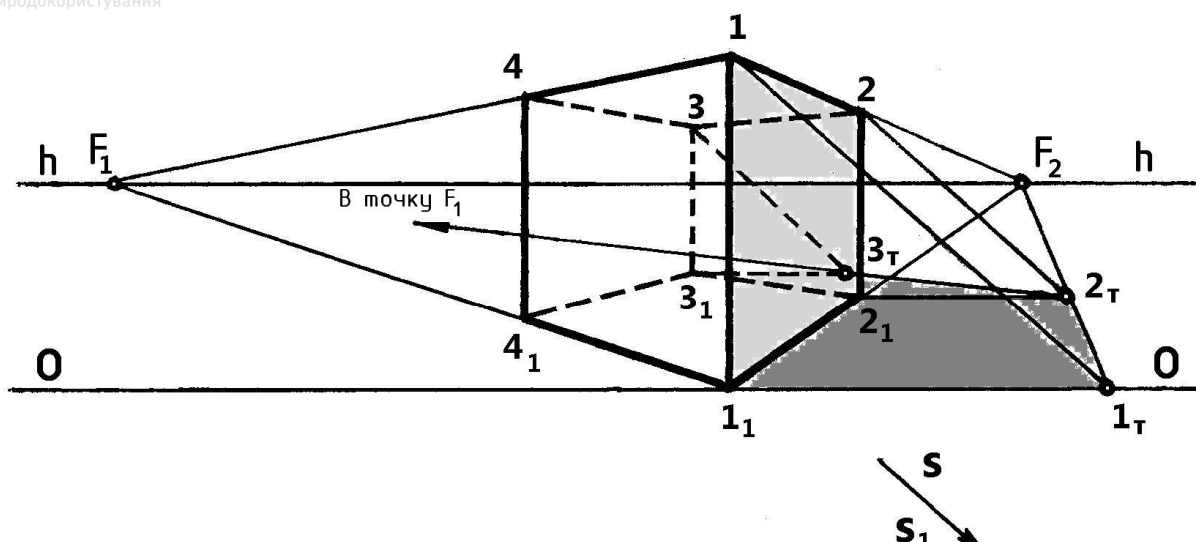


Рис. 2.19. Побудова власної та падаючої тіні на перспективному зображенні прямої призми

паралельне до предметної площини, направлена в точку  $F_2$ , а тінь від ребра 23, яке також паралельне до предметної площини, направлена в точку  $F_1$ .

### 3. Варіанти завдань до виконання графічних робіт

#### Графічна робота 1 «Побудова тіней схематизованого будинку в ортогональних проекціях» (формат А4)

Умова завдання: За двома ортогональними проекціями побудувати падаючу та власну тіні схематизованого будинку.

Вказівки до виконання графічної роботи 1:

1. Опрацювати розділ 1 даних методичних вказівок; [1], с. 162-216; [2], с.156-164; [3], с. 144-175; [5], с. 139-155.

2. Зразок виконання графічної роботи показано на рис. 2.20, порядок виконання якої дано в 1.5.

3. Варіанти індивідуальних завдань зображено в таблиці 1.

#### Графічна робота 2 «Побудова перспективи будинку» (формат А3)

Умова завдання:

1. За двома ортогональними проекціями (планом і фасадом) схематизованого будинку побудувати його лінійну перспективу способом архітекторів.

2. Побудувати «опущений план» схематизованого будинку. «Опущеним планом» називають перспективу основи об'єкта.

3. Побудувати власні та падаючі тіні на перспективному зображенні схематизованого будинку.

Вказівки до виконання графічної роботи 2:



1. Опрацювати розділ 2 даних методичних вказівок; [1], с. 217-300; [2], с.133-148; [3], с. 205-258; [4], с. 105-113; [5], с. 156-174..

2. Зразок виконання графічної роботи показано на рис. 2.21.

3. Варіанти індивідуальних завдань зображено в таблиці 1.

4. Послідовність виконання перспективи:

а) на плані вибираємо основу точки зору  $S$  і проводимо проєкціюючі промені в крайні точки плану;

б) через найближчий до спостерігача кут будинку перпендикулярно до бісектриси кута зору проводимо основу картини  $0-0$ :

в) проводимо лінію горизонту  $h-h$ ;

г) визначаємо точку сходу горизонтальних прямих, паралельних до передньої та торцевої стіни будівлі. Для цього з точки  $S$  проводимо промені, паралельні зазначеним прямим, до перетину з картинною площиною в точках  $F_1$  та  $F_2$  ( $F_1, F_2$  - точки сходу).

д) на вільному полі креслення будуємо основу картини  $0-0$ ;

е) для побудови «опущеного плану» будинку проводимо основу картини  $0'-0'$ , по якій опущена предметна площина перетинає площину картини;

ж) перспективу будівлі рекомендують будувати збільшеною порівняно з ортогональними проєкціями. Тому відстань між лінією горизонту та основою картини слід брати відповідно до прийнятого збільшення;

з) на лінії горизонту  $h-h$  зазначають точки  $F_1$  і  $F_2$ , відстані між якими беруть з ортогональних проєкцій;

к) на основах картини  $0-0$  і  $0'-0'$  позначають сліди на предметній площині перспектив вертикальних прямих (на рис. 2.21 - це точки  $1_0 \dots 7_0$ ) та ортогональні проєкції на предметній площині перспектив точок початку прямих, що проходять через верх та низ відрізка 45 (на рис. 2.21 - це точки  $N, N_1$ );

л) будуємо спочатку перспективу «опущеного плану» будинку;

м) побудову перспективи самого будинку починають з основних контурів будинку, причому відповідні точки «опущеного плану» та перспективи основи будинку з'єднані між собою лініями зв'язку, що перпендикулярні до лінії горизонту. Точки сходу перспектив ліній основи і «опущеного плану» є спільними;

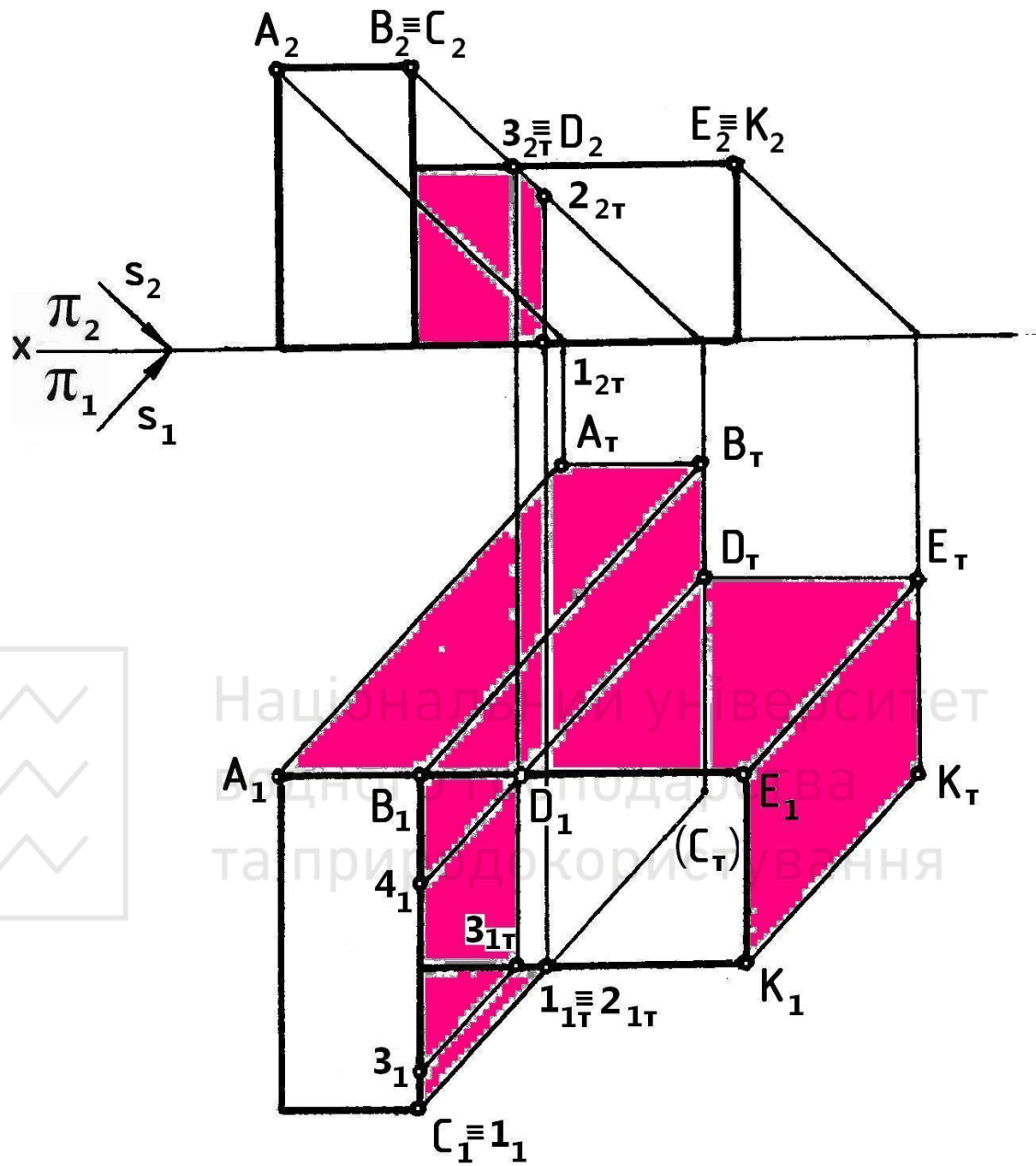
н) перспективу будинку будуємо за перспективами його окремих точок. Перспективу точки визначають в перетині перспектив прямих, що проходять через цю точку. Найчастіше використовують паралельні або перпендикулярні до предметної площини прямі.

о) після побудови перспективного зображення будинку виконують побудову тіней .

Примітки:

1. При побудові перспективи необхідно дотримуватися меж змінювання картинної площини і точки зору, які зазначені в 2.3.1.

2. Лінію горизонту розміщувати на рівні однієї третини висоти будинку.

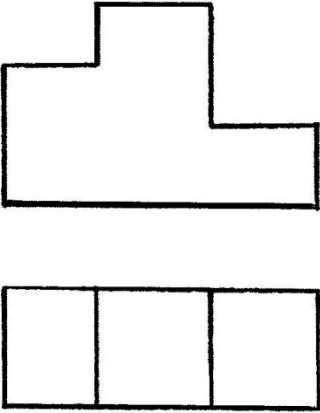
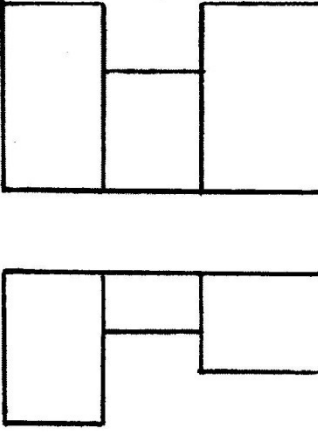
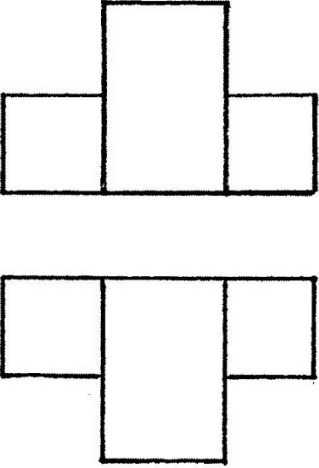

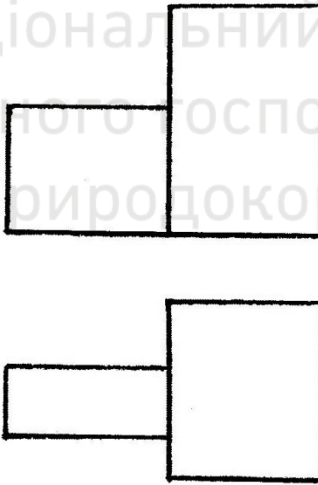
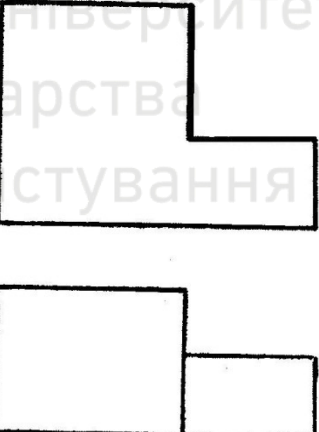
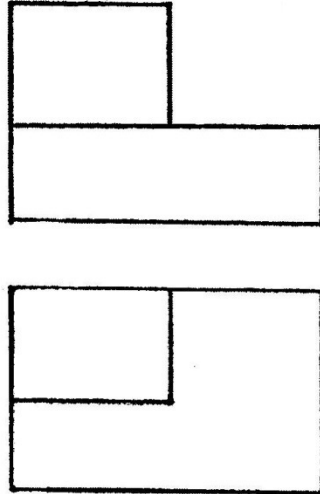
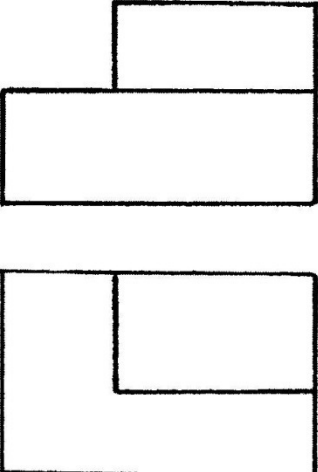
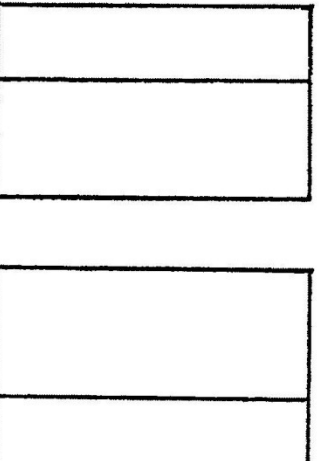


					<i>КТМГ.010205.003</i>			
Эм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	<i>Побудова тіней будинку в ортогональних проєкціях</i>	Літера	Маса	Масштаб
Розробив		Петрук				Аркуш	Аркушів	
Перевірив		Кривцов				НУВГП, ННІБіА, 1 курс, група Б-12		
Т.контр.		Кривцов						
Н.контр.		Кривцов						
Затверд.		Кривцов						

Рис. 2.20. Зразок виконання графічної роботи 1 «Побудова тіней будинку в ортогональних проєкціях»



Варіанти завдань до виконання графічних робіт 1 і 2

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 



### Продовження таблиці 1

<p>10</p>	<p>11</p>	<p>12</p>
<p>13</p>	<p>14</p>	<p>15</p>
<p>16</p>	<p>17</p>	<p>18</p>

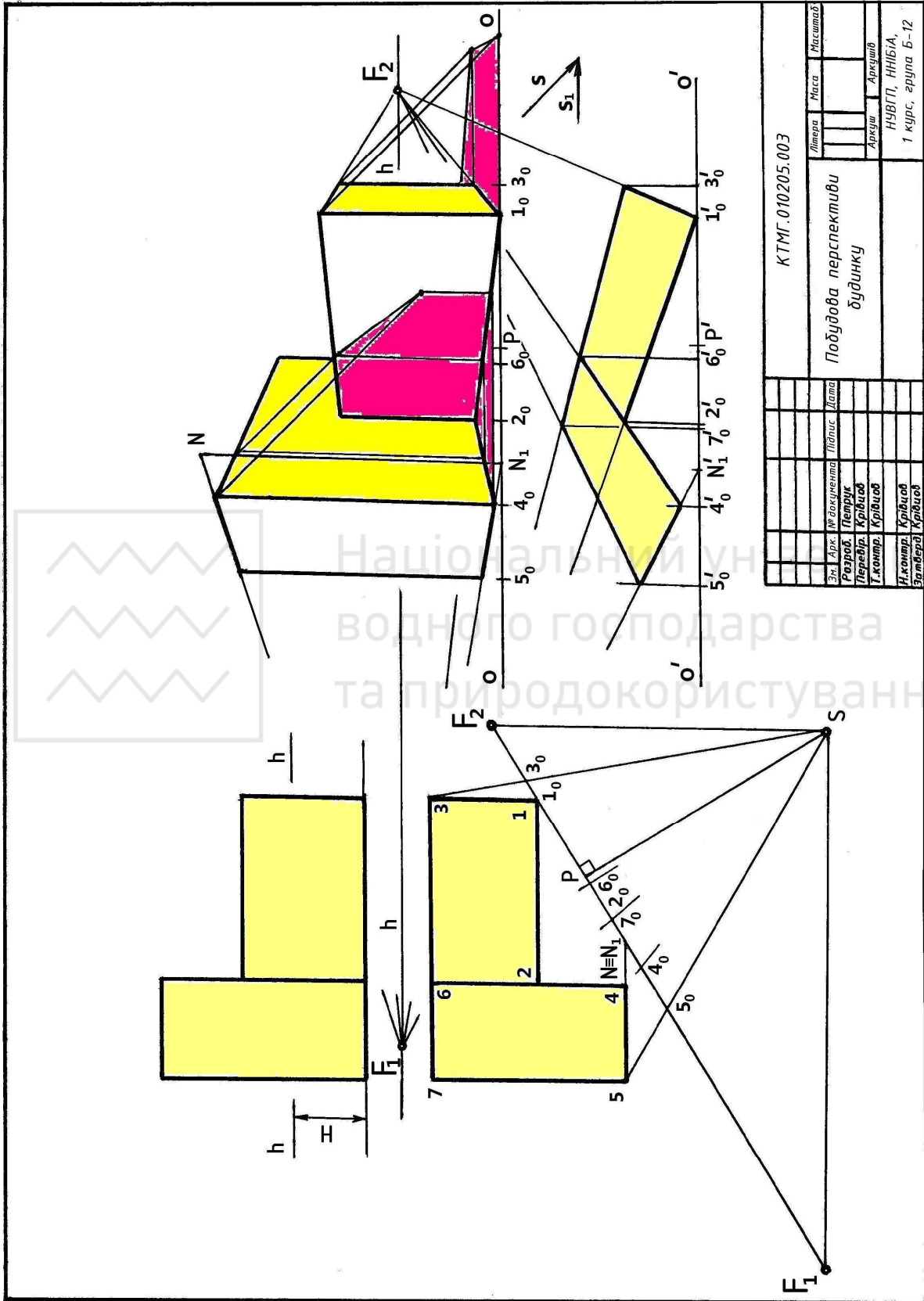


Рис. 2.21. Зразок виконання графічної роботи 2 «Побудова перспективи будинку»



## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

### Контрольні запитання до розділу 1 «Тіні в ортогональних проєкціях»:

1. Як побудувати тінь від точки на площину проєкцій? Як знайти падаючу тінь від точки на площину загального положення?
2. Як побудувати тінь від прямої, яка падає водночас на дві площини проєкцій?
3. Як розміщені тіні від прямих, паралельних до площини? перпендикулярних до площини?
4. Що називають контурами падаючої та власної тіні? Яка залежність між ними?
5. В якому порядку будують тіні від геометричних тіл?

### Контрольні запитання до розділу 2 «Побудова перспективних зображень. Тіні в перспективі»:

1. В чому полягає спосіб центрального проєкціювання?
2. Перелічіть елементи лінійної перспективи і покажіть, як вони розміщені в просторі один відносно одного.
3. Де знаходяться вторинні проєкції точок:
  - а) розміщених в предметному просторі?
  - б) безмежно віддаленої від картини?
  - в) яка лежить в картинній площині?
  - г) яка лежить в предметній площині?
4. Що таке характерні точки прямої і як їх знаходять на картинній площині?
5. Як розміщено перспективи та вторинні проєкції прямих:
  - а) паралельних до предметної площини?
  - б) паралельних до картинної площини?
  - в) паралельних до основи картини?
  - г) перпендикулярних до картинної площини?
6. В чому полягає спосіб архітекторів?
7. Як будують падаючі та власні тіні в перспективі?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нарисна геометрія. Підручник / В.Є. Михайленко, М.Ф. Євстіфєєв, С.М. Ковальов, О.В. Кащенко; За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Вища школа, 2004. – 303 с.
2. Ковальов Ю.М. Основи геометричного моделювання. Навч. посіб. – К.: Вища школа, 2003. – 231 с.
3. Короєв Ю.И. Начертательная геометрия. Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1978. – 319 с.



4. Справочник по инженерно-строительному черчению / Русскевич Н.Л., Ткач Д.И., Ткач М.Н. – Киев: Будівельник, 1987. – 264 с.

5. Кириллов А.Ф. Черчение и рисование: Учеб. для строит. техникумов. – М.: Высш. шк., 1987. – 352 с.

## ЗМІСТ МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

Передмова.....	3
1. ТІНІ В ОРТОГОНАЛЬНИХ ПРОЕКЦІЯХ.....	3
1.1. Загальні відомості.....	3
1.2. Тінь точки .....	5
1.3. Тінь прямої лінії .....	7
1.4. Тінь плоскої фігури .....	9
1.5. Тіні геометричних тіл .....	11
2. ПОБУДОВА ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗОБРАЖЕНЬ. ТІНІ В ПЕРСПЕКТИВІ.....	14
2.1. Елементи лінійної перспективи. Перспектива точки .....	14
2.2. Перспектива прямої лінії.....	17
2.3. Побудова перспективи об'ємних тіл способом архітекторів...	20
2.3.1. Вибір точки зору та картинної площини .....	20
2.3.2. Спосіб архітекторів .....	21
2.4. Тіні в перспективі .....	24
3. ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ РОБІТ .....	26
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ .....	32
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	32
ЗМІСТ МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК .....	33