

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ПОБУДОВА ПЕРСПЕКТИВ ЛІНІЙ І ПРОСТОРОВИХ ФІГУР

Мета роботи: Вивчити теоретичний матеріал по темі роботи та набути практичні навички для побудови перспектив ліній і просторових фігур.

Теоретичні положення: Побудова зображення об'єкта (предмета) на будь-якій поверхні за визначеним законом називається проектуванням, а одержане зображення - проекцією об'єкта (предмета).

Види проектування дуже різні. Землевпорядник у своїй діяльності має справу в основному з двома видами проекцій: ортогональною та центральною.

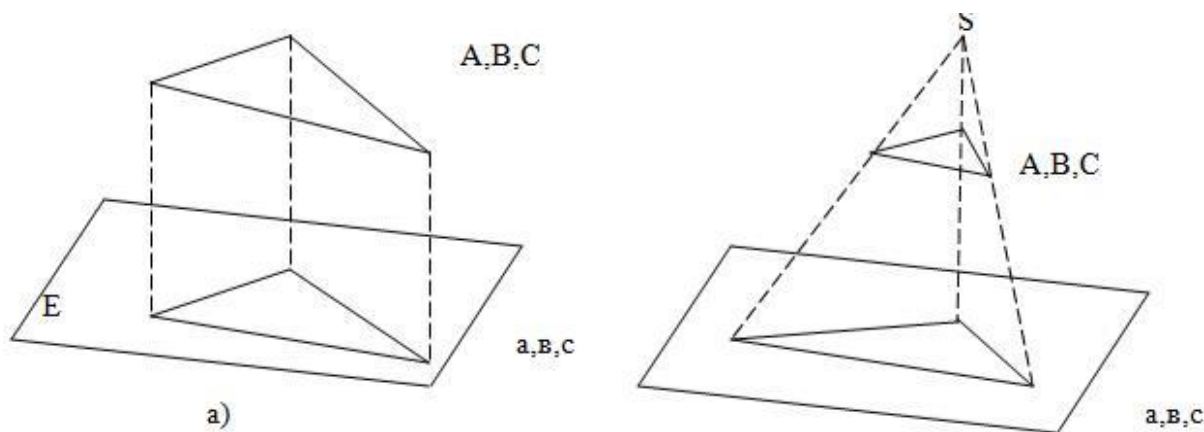


Рис. 1 Види проекцій у фотограмметрії

У геодезії для одержання проекції невеликої ділянки земної поверхні **A, B, C** всі точки проектують на горизонтальну площину прямовисними лініями (рис. 1-а).

Такий спосіб проектування називається прямокутним або ортогональним, а отримана проекція **a, b, c** – ортогональною.

Якщо точки простору **ABC** проектувати на яку-небудь поверхню **E** променями, які виходять з однієї точки **S**, яка називається *центр проекції*, то такий спосіб проектування називається центральним (рис. 1-б).

У сучасних умовах більшість карт і планів складається з матеріалів аерофотознімання (АФЗ). Аерознімки отримують шляхом фотографування земної поверхні за допомогою аерофотоапарата (АФА). З геометричної точки зору фотографування є процес проектування множини точок об'єкту на

площину негативу через об'єктив, вузлова точка якого є центром проектування.(рис. 2)

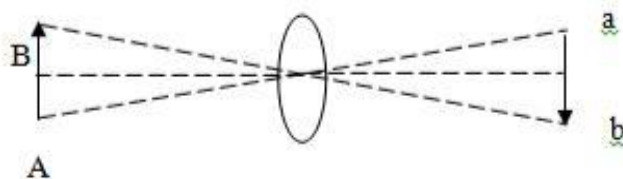


Рис. 2 Центр проектування

Таким чином аерофотознімок є центральною проекцією об'єкту, який фотографується. Центральну проекцію ще називають перспективою об'єкту.

Метричні властивості перспективного зображення суттєво залежать від взаємного розташування об'єкту, який фотографують, площини знімка або негативу і об'єктиву або центра проектування.



Рис. 3 Ідеальний випадок в центральній проекції

В ідеальному випадку, коли площина негативу паралельна місцевості (предметній площині E), а місцевість абсолютно рівнинна, зображення в центральній проекції співпадає з зображенням в ортогональній проекції (рис. 3).

У загальному випадку, коли площини негативу і місцевості не паралельні, а місцевість не рівнинна, властивості зображення в центральній проекції суттєво відрізняються від зображення того ж предмету в ортогональній проекції.

Отже, одним з головних завдань фотограмметрії (ФГМ) є перетворення зображення, отриманого в центральній проекції, в ортогональну проекцію.

Основними елементами центральної проєкції є (рис. 4):

S – центр проєкування – точка, з якої виходять, або в якій перетинаються всі проєкуючі промені;

E – предметна площина – площина, у якій розташовані об'єкти, що проєкуються (у випадку АФЗ це - місцевість);

P – картинна площина (картина), у якій створюється зображення предмету (у випадку АФЗ це – знімок або негатив);

TT – основа картини або вісь перспективи – лінія перетину предметної і картинної площин;

W – площина головного вертикалу – прямокутна площина, яка проходить через центр проєкції перпендикулярно до вісі перспективи;

E' – площина дійсного горизонту – площина, проведена через центр проєкування **S** паралельно до предметної площини;

vv₀ – головна вертикаль – лінія перетину площини головного вертикалу із картинною площиною;

VV₀ – проєкція головної вертикалі (у фотограмметрії – лінія напрямку зйомки) – лінія перетину площини головного вертикалу і предметної площини;

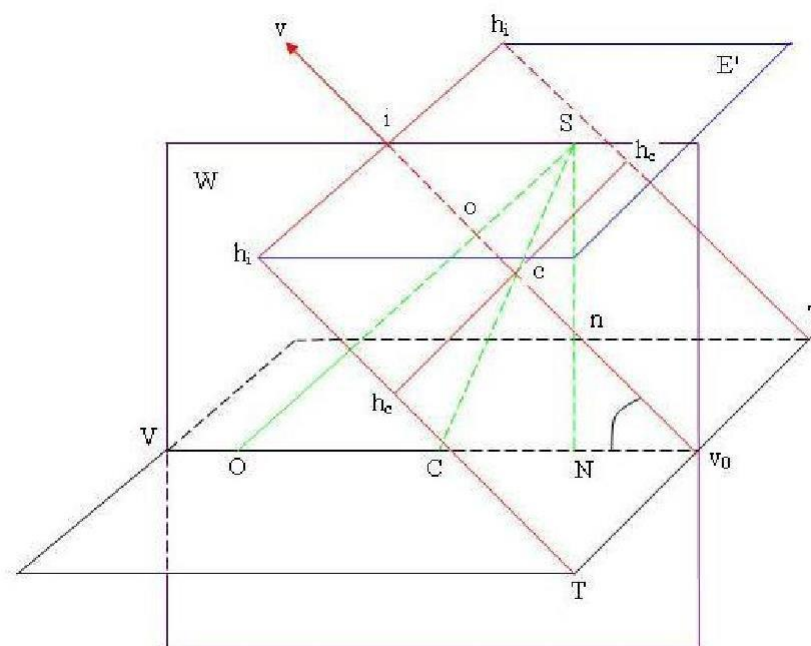


Рис. 4 Перетворення центральної проєкції в ортогональну

hi hi – лінія дійсного горизонту – лінія перетину площини дійсного

горизонту з картинною площиною;

т. о – головна точка картинної площини (картини) – основа перпендикуляра, який опущено з центру проєкції на картинну площину. Головна точка завжди лежить на головний вертикалі;

So – головний промінь. Відстань S_o – головна відстань – фокусна відстань картини (у випадку аерофотознімання це – фокусна відстань аерофотоапарата ($S_o = f$));

O – проєкція головної точки картини на предметну площину – перетин головного променя з предметною площиною;

n – точка надіру – точка перетину прямовисної лінії з головної вертикаллю (з картиною);

N – проєкція точки надіру n на предметну площину – перетин прямовисної лінії з проєкцією головної вертикалі (з предметною площиною). Відстань SN – висота центру проєктування над предметною площиною. Для аерофотознімання $SN = H$ – висота фотографування;

c – точка нульових спотворень – перетин бісектриси кута oSn з головною вертикаллю;

C – проєкція точки нульових спотворень на предметну площину (перетин лінії Sc з проєкцією головної вертикалі);

v₀ – головна точка основи картини (вісі перспективи) – точка перетину головної вертикалі та її проєкції з віссю перспективи;

α – кут нахилу картинної площини відносно предметної. У загальному випадку картинна площина займає довільне положення відносно предметної. У залежності від розташування площини P відносно центру проєктування - картинна площина може бути *позитивною* (коли вона розташована між центром проєктування і предметною площиною), або *негативною* (коли центр проєктування розташований між предметною і картинною площинами);

i – головна точка сходу – точка перетину головної вертикалі з лінією дійсного горизонту.

Будь-яка лінія, проведена в картинній площині перпендикулярно до

головної вертикалі (і відповідно, паралельно до осі перспективи), називається **горизонталлю**.

Горизонталь, проведена через головну точку картини, називається **головною горизонталлю h_0 h_0** .

Горизонталь, проведена через точку нульових спотворень, називається **лінією неспотворених масштабів h_c h_c** .

Горизонталь, проведена через надирну лінію, називається **надірною лінією**.

Між елементами центральної проєкції існують залежності:

$$\begin{aligned}
 on &= f \cdot tg \alpha & Si &= ic = \frac{f}{\sin \alpha} \\
 oc &= \frac{f \cdot tg \frac{\alpha}{2}}{2} & cn &= on - oc = \frac{f}{\cos \alpha} \cdot tg \frac{\alpha}{2} \\
 oi &= f \cdot ctg \alpha & v_0i &= \frac{H}{\sin \alpha} \\
 Sn &= \frac{f}{\cos \alpha}
 \end{aligned} \tag{1.1}$$

Деякі задачі, які вирішуються в центральній проєкції, зручніше вирішувати не на просторовому кресленні, а на, так званих, **епюрах**, які створюються при одночасному обертанні предметної площини навколо основи картини, а площини дійсного горизонту – навколо лінії дійсного горизонту. При цьому має зберігатися взаємна паралельність цих площин. У цьому випадку перспективна відповідність картинної і предметної площин не порушиться, тобто промінь, що проєкує будь-яку точку предметної площини, буде перетинати картинну площину завжди в одній і тій же точці.

Розрізняють епюри – розтягнення і складання.

Якщо предметну площину E обертати навколо основи картини TT таким чином, щоб кут між цими площинами дорівнював 180° , а площину дійсного горизонту E' обертати навколо лінії дійсного горизонту h_i h_i так, щоб кут між картинною площиною і площиною дійсного горизонту теж складав 180° , отримуємо **епюр розтягнення** (див. рис. 5-а,б). На епюрі

розтягнення всі три площини продовжують одна одну.

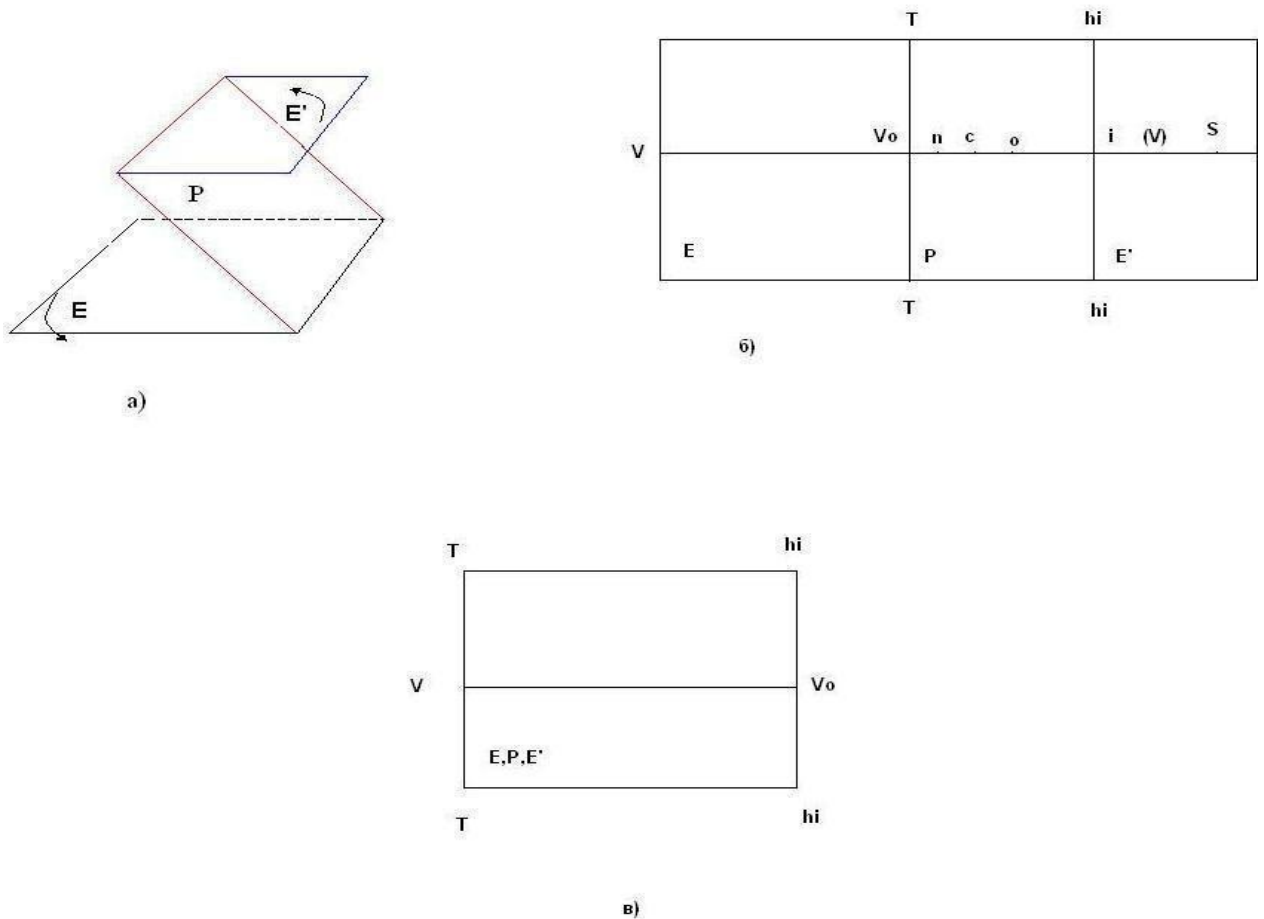


Рис 5. Епюр розтягнення

Епюр складання утворюється, якщо предметну площину і площину дійсного горизонту обернути в протилежні в порівнянні з епюром розтягнення сторони до співпадіння всіх трьох площин в одну (кут між площинами дорівнює 0^0 ; Рис. 5-в).

Зміст пояснювальної записки: Пояснювальна записка повинна містити короткий теоретичний матеріал, який стосується теми даної роботи, (Види проєкцій, Елементи центральної проєкції. Залежності між елементами центральної проєкції, Поняття про епюри), опис виконаної роботи згідно порядку виконання роботи та завдання на самостійне опрацювання (Перспектива точок, ліній і просторових фігур, Масштаб перспективного зображення, Виконані креслення)

Методика виконання завдання:

1 Отримати вихідні дані для виконання роботи, яка складається з трьох завдань, у викладача.

2. Розрахувати для свого варіанта вихідні величини:

Кут нахилу картинної площини: $\alpha = 30 + N_0$

Головна відстань: $S_0 = 25 \text{ мм} + N_0$

Надирна лінія : $SN = 50 \text{ мм} + N_0$

де N_0 - порядковий номер студента в списку групи, n – номер групи.

3. Побудувати просторове креслення центральної проекції по заданих елементах;

3.1. Для виконання завдання проводиться горизонтальна лінія завдовжки 12 – 13 см. З будь-якого кінця цієї лінії під кутом α проводиться похила лінія. На відстані рівній SN від горизонтальної лінії проводиться лінія паралельна першій горизонтальній лінії до перетинання з похилою лінією (на рис. 6 – суцільні чорні лінії).

Похила лінія визначає положення **головної вертикалі** і відповідно **картинної площини**, нижня горизонтальна лінія – положення **проекції головної вертикалі** на предметну площину і самої **предметної площини**, верхня горизонтальна лінія – положення **площини дійсного горизонту**, а точки перетину похилої і верхньої горизонтальної ліній – положення **головної точки сходу i** .

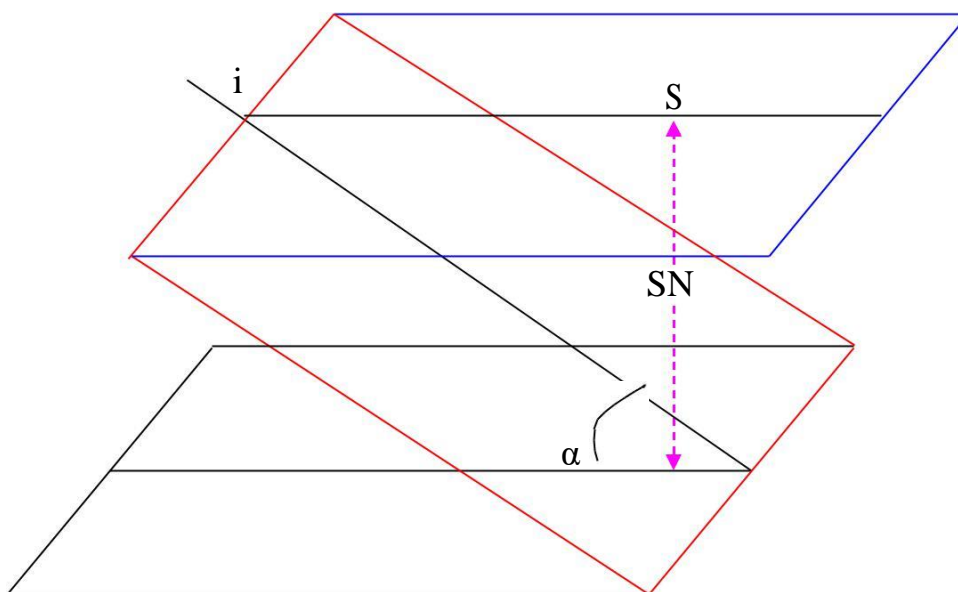


Рис. 6 Просторове креслення центральної проекції

3.2. Через точку i , та кінці верхньої і нижньої горизонтальних ліній під кутом 45° до них проводять лінії завдовжки 6 – 7 см, кінці яких з'єднуються горизонтальними лініями (на рис. 6 – пунктирні лінії). У результаті отримаємо три основних площини центральної проекції – предметну, картинну і дійсного горизонту.

3.3. Положення центру проекції знаходять за формулою (1.1):

$$Si = ic = \frac{f}{\sin \alpha}$$

У нашому випадку f дорівнює головній відстані So . Визначивши відстань $Si = ic$ і відклавши отримані відстані на верхній горизонтальній лінії і на головній вертикалі, знаходять положення центра проекції S і точки нульових спотворень c .

Подальші побудови елементів центральної проекції не викликають ускладнень і легко можуть бути виконані студентами самостійно.

Слід зазначити, що положення точок o і n може бути отримане, як в результаті графічних побудов, так і з використанням формул (1.1).

3.4. Всі елементи центральної проекції у відповідних кольорах:

- предметна площина і всі елементи розташовані в ній (предмети), – чорним кольором;
- картинна площина і всі елементи, які до неї відносяться – червоним кольором;
- площина дійсного горизонту – синім кольором;
- площина головного вертикала – будь-яким іншим кольором;
- проектуючі промені – зеленим чи синім.

Всі елементи центральної проекції повинні бути підписані на кресленні відповідними буквами, а на вільному місці листа слід дати розшифровку всіх літерних позначень (опис елементів центральної проекції).

3.5. Усе креслення береться в рамку, проведenu на відстані 5 мм від країв аркуша формату А4 У правому нижньому куті вказується ким виконане креслення (факультет, курс, група, ППП), дата виконання і посада, прізвище, ініціали викладача.

4. Побудувати на просторовому кресленні перспективи довільного

циліндра, заданого в предметній площині;

4.1. Для виконання завдання креслиться просторове креслення центральної проєкції за даними вихідними елементами. З метою розвантаження креслення на ньому можна не показувати площину головного вертикала, площину дійсного горизонту, а також промені SO і SC .

4.2. У предметній площині за заданими координатами точок основ будується циліндр. Необхідно побудувати перспективу цього циліндра в картинній площині.

Перспективу циліндра можна побудувати двома способами:

4.3. I спосіб

а) побудувати перспективи чотирьох прямовисних ліній (AA' , BB' , CC' і DD' які його утворюють – рис. 7) і, з'єднавши їх кінці плавною кривою, одержати перспективу циліндра.

б) побудувати перспективи чотирьох точок нижньої основи і чотирьох точок верхньої основи (з використанням додаткової предметної площини), і по цих точках побудувати перспективу циліндра.

в) з точок A , B , C , D нижньої основи в предметній площині через проєкцію точки надир N проводять прямі лінії до перетину з віссю перспективи TT у точках 1_a , 1_b , 1_c , 1_d (на рис 7 підписані тільки точки 1_a 1_b).

г) З цих точок через точку надир n у картинній площині проводяться прямі, які і є напрямками перспектив ліній, які утворюють сторони циліндра AA' , BB' , CC' і DD' . Тобто на них знаходяться шукані перспективи прямовисних ліній – сторін циліндра. Для визначення точного їхнього положення з центра проєкції S слід провести промені, до точок нижньої і верхньої основи (SA , SB , SC , SD і SA' , SB' , SC' , SD'). Перетинання проєктуючих променів, з відповідними напрямками перспектив визначить положення перспектив точок A , $У$, $З$, D і A' , $У'$, $З'$, D' .

д) З'єднавши точки a, b, c, d і a', b', c', d' плавними кривими одержують перспективи основ циліндра, а з'єднавши точки a і a' , b і b' , c і c' , d і d' прямими лініями одержують перспективи ліній, які утворюють циліндр.

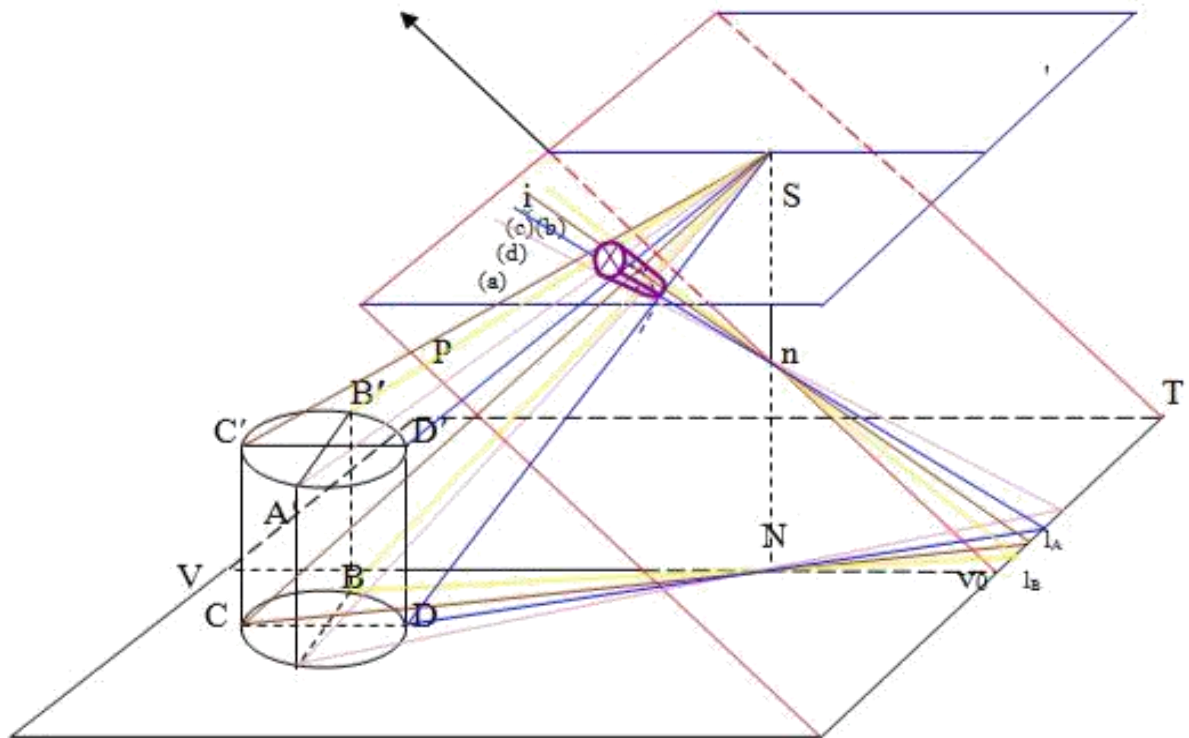


Рис. 7 Перспектива довільного циліндра (I спосіб)

4.4. У деяких випадках, коли відстані від головної точки основи картини v_0 до точки надира n і її проєкції на предметну площину N невеликі, зазначений вище спосіб застосовувати не зручно через обмежену точність графічних побудов. У таких випадках побудови виконуються з використанням додаткової предметної площини.

II спосіб:

а) Спочатку будують перспективу нижньої основи циліндра: з точок A, B, C, D проводять лінії паралельно до проєкції головної вертикалі Vv_0 до перетину з віссю перспективи (основною картини) TT у точках l_a, l_c, d і l_b (рис. 8).

б) З цих точок проводять напрямки на головну точку сходу i . На цих напрямках i знаходяться перспективи точок основи A, B, C, D . Для визначення їхнього точного положення проводять проєктуючі промені SA, SB, SC, SD і в перетині їх з напрямками перспектив l_a, l_c, d і l_b отримують точки a, b, c, d , які і є перспективами точок A, B, C, D нижньої основи циліндра. З'єднавши їх плавною кривою одержують перспективу нижньої основи.

в) Перспективу верхньої основи можна побудувати таким же способом, однак варто врахувати те, що верхня основа знаходиться не в заданій предметній площині, а на деякій висоті над нею. Тому для побудови перспективи нижньої основи необхідно побудувати нову предметну площину, в якій і знаходиться верхня основа. Для цього вимірюють висоту циліндра по одній із сторін (наприклад AA') і відкладають її вздовж надирної лінії SN від проекції точки надира N .

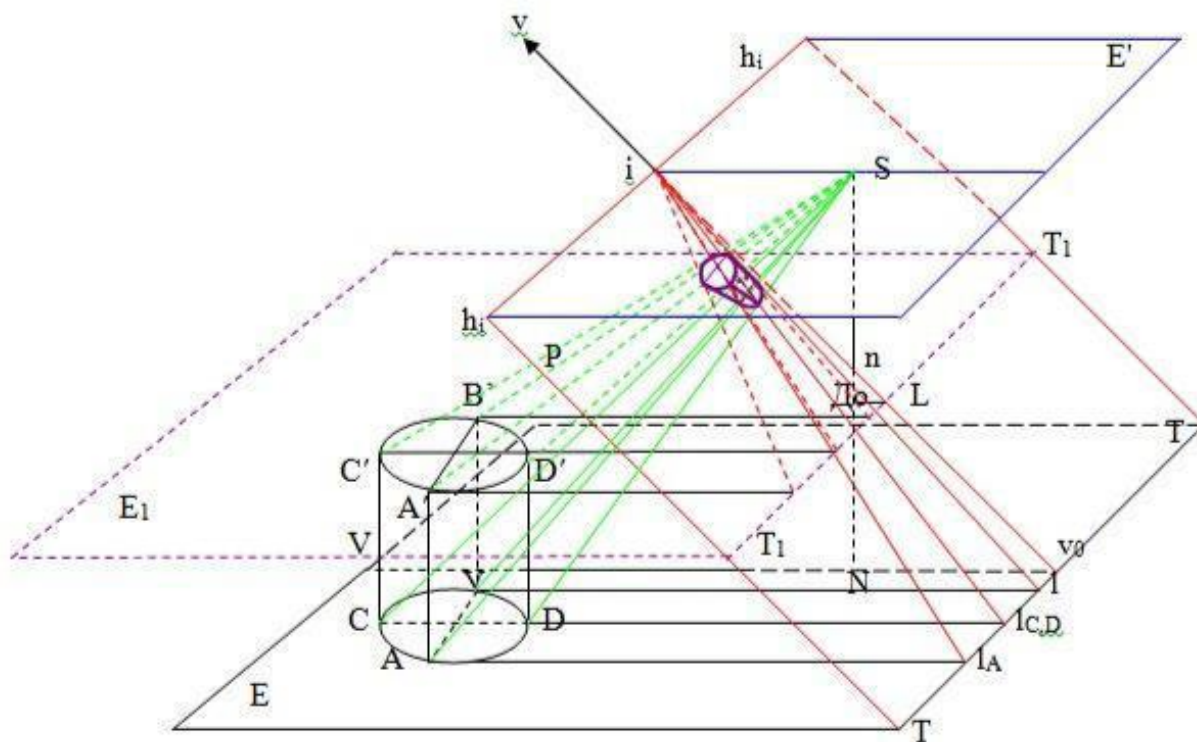


Рис. 8 Перспектива довільного циліндра (II спосіб)

г) З отриманої точки D проводять лінію паралельну до проекції головної вертикалі Vv_0 до перетину з головною вертикаллю vv_0 у точці L . Через точку L проводять лінію паралельну основі картини TT . Ця лінія є новою основою картини T_1T_1 . З її кінців проводять нову предметну площину E_1 , віддалену від вихідної предметної площини, на відстань рівну висоті циліндра (по побудові). Отже, верхня основа циліндра лежить у цій побудованій предметній площині.

Подальший процес побудови перспективи верхньої основи аналогічний описаному вище для нижньої основи, з тією лише різницею, що всі побудови виконуються в побудованій предметній площині.

д) Побудувавши перспективи обох основ, з'єднують прямими лініями відповідні точки верхньої і нижньої основ і отримують перспективу циліндра.

4.5. Оформляють креслення аналогічно описаному в першому завданні (пункт 3.5.) на аркуші формату А4

5. Побудувати на епюрі розтягання перспективи сітки квадратів.

Перспективу сітки квадратів більш наочно будувати на епюрі розтягнення. Всі правила побудови перспектив на просторовому кресленні та на епюрах абсолютно однакові.

5.1. Для побудови епюра розтягання використовуються ті ж вихідні дані, що й у першому завданні даної лабораторної роботи. Положення точок $S, o, c i n$ на епюрі розраховують за формулами (1.1).

5.2. Сітку квадратів у предметній площині розташовують так, щоб частина ліній сітки була паралельна до проекції головної вертикалі (лінії напрямку зйомки), а інша частина перпендикулярна до неї; при цьому остання лінія сітки квадратів може збігатися з віссю перспективи (основою картини) TT чи лежати на деякій відстані від неї (рис. 9).

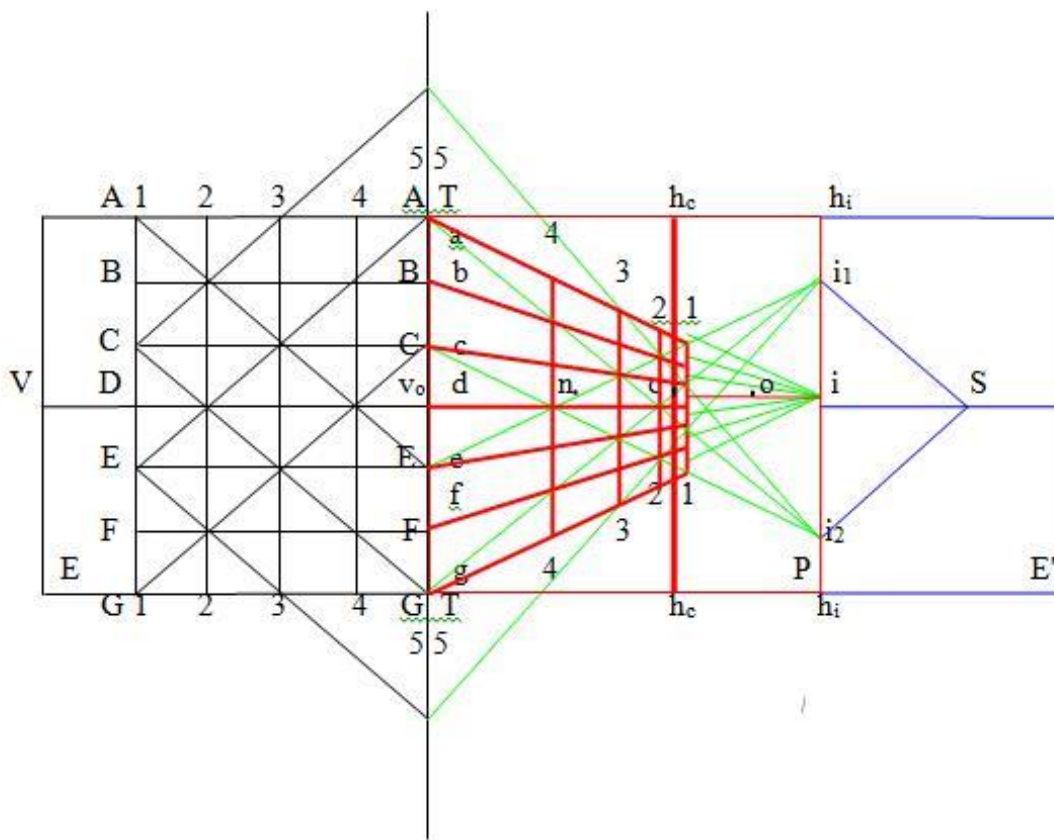


Рис. 9 Побудова на епюрі розтягання перспективи сітки квадратів

5.3. Для побудови перспективи сітки квадратів у предметній площині по точках перетину ліній, паралельних до проекції головної вертикалі (лінії напрямку знімання) з віссю перспективи TT (на рис. 9. - точки $A_5, B_5 \dots G_5$) проводять лінії до головної точки сходу i . Ці лінії визначають напрямки перспектив ліній $A-A, B-B \dots G-G$ предметної площини, паралельні проекції головної вертикалі.

5.4. Для побудови перспектив ліній сітки, паралельних осі перспективи TT (ліній 1-1, 2-2...4-4), проводять діагоналі квадратів сітки (можна не всіх) і продовжують їх до перетину з віссю перспективи TT . Далі з центра проекції S проводять лінії, паралельні проведеним діагоналям і отримують дві додаткових точки сходу i_1 і i_2 .

5.5. Усі точки перетину діагоналей квадратів з віссю перспективи з'єднують з відповідними точками сходу i_1 чи i_2 . У перетині цих ліній з раніше проведеними до головної точки сходу i напрямками перспектив ліній сітки знаходять перспективи перетинань сітки квадратів (наприклад на рис. 9 точки $1A$ і $1G; 2B$ і $2F; 3A$ і $3G; 4B$ і $4F$). Далі проводять лінії через точки A_1 і A_5, B_1 і B_5, C_1 і C_5 і т.д., лінії 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 і одержують перспективу сітки квадратів (рис. 9).

5.6. Оформлення креслення виконують аналогічно до першого завдання (пункт 3.5. лабораторної роботи)

Основні Джерела:

1. П. Купріянич, Є. В. Бутенко Фотограмметрія та дистанційне зондування: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.// Є.В. Бутенко, І.П. Купріянич.- К.: МВЦ «Медінформ», 2013. – 392 с.
2. Островський А.Л. Геодезія. Частина перша. Топографія Навч. посібник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 440 с.
3. Іванова Л.І., Єгоров О.І. Основи фотограмметрії Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2002. - 156 с.
4. Дорожинський О.Л., Тукай Р. Фотограмметрія Підручник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. - 332 с.

Інтернет - джерела:

1. Теорія перспектив в фотограмметрії // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zik.at.ua/load/0-0-0-207-20>
2. Основи нарисної геометрії // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: d.a.don.ua/od/i/3.df

Засоби для виконання:

Стандартне програмне забезпечення (Micro of Offic 2003-07: MS Word 2003-07, MS Excel 2003-07). Розміри полів: ліве – 30мм, праве – 20мм, верхнє – 20мм, нижнє – 20мм, орієнтація книжкова. Шрифт – Times New Roman, інтервал 1,5, розмір – 14 . Абзацний відступ – 1,25см. Особливе програмне забезпечення AutoCAD 2006-08

Форма подання:

1. В електронній формі (Microsoft Office 2003: MS Word 2003, розширення .doc,).
2. Розміщення на аркушах паперу формату А4 (297×210мм).
Реферативна форма подання (від 5 до 10 сторінок) виконаного завдання та 3 креслення.

Критерії оцінювання:

Елемент завдання	Критерій оцінювання	Кількість балів
Реферативне подання матеріалу (від 5 до 10 сторінок)	Чітке і грамотне оформлення	3
Висвітлення основних питань теми	Розкрити 2 питання, які висвітлені у лабораторній роботі (наведені у змісті пояснювальної записки)	2
Висвітлення додаткових питань		2
Креслення №1	Правильно заповнити з відповідними	7

Креслення №2	об'єктами	7
Креслення №3		7
Висновок	Описати результати роботи	2
Всього		30

Строки виконання: протягом двох тижнів з моменту видачі завдання.

Вихідні дані до лабораторної роботи №3:

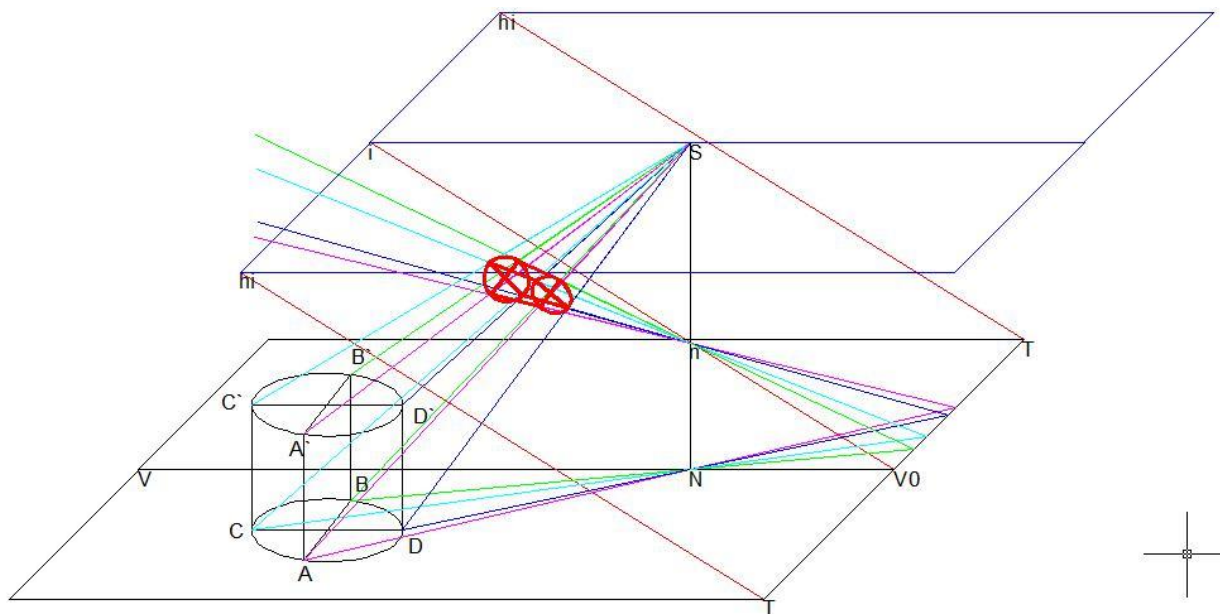
Кут нахилу картинної площини: $\alpha = 30 + N_{\circ}$

Головна відстань: $S_0 = 25 \text{ мм} + N_{\circ}$

Надирна лінія: $SN = 50 \text{ мм} + N_{\circ}$,

де N_{\circ} - порядковий номер студента в списку групи,

Приклад робочих креслень:



Перспектива довільного циліндра (I спосіб)

