

Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра загального землеробства

ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ З ОСНОВАМИ ГЕОДЕЗІЇ

**Методичні рекомендації до проведення практичних робіт
для здобувачів вищої освіти освітньої програми «Агрономія» спеціальності 201
«Агрономія»**

Кропивницький – 2023

Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра загального землеробства

ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ З ОСНОВАМИ ГЕОДЕЗІЇ

**Методичні рекомендації до проведення практичних робіт
для здобувачів вищої освіти освітньої програми «Агрономія» спеціальності 201
«Агрономія»**

Затверджено
на засіданні кафедри
загального землеробства
Протокол № 15 від 19.06.2023 року

Кропивницький – 2023

Методичні рекомендації до проведення практичних робіт із Землевпорядкування з основами геодезії для здобувачів вищої освіти освітньої програми «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» / Т. П. Шепілова, М. І. Мостіпан, В. А. Дейкун. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. – 68 с.

Укладач: Т. П. Шепілова, М. І. Мостіпан, В. А. Дейкун

Рецензент: Г. А. Кулик, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Методичні рекомендації призначені для здобувачів вищої освіти освітньої програми «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форми навчання. Спрямовані на розвиток практичних навичок і знань із Землевпорядкування з основами геодезії.

Методичні рекомендації будуть використані, як для аудиторної роботи під керівництвом викладача, так і для самостійної роботи студентів.

ЗМІСТ

Вступ	
Практична робота № 1	
ВИДИ МАСШТАБІВ ТА УМОВНІ ЗНАКИ.....	
Практична робота № 2	
ВИМІРЮВАННЯ ДОВЖИН ЛІНІЙ.....	
Практична робота № 3	
ОРІЄНТУВАННЯ ЛІНІЙ НА ТОПОГРАФІЧНІЙ КАРТІ....	
Практична робота № 4	
ТЕОДОЛІТ ТА РОБОТА З НИМ.....	
Практична робота № 5	
ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ.....	
Практична робота № 6	
МЕТОДИ НІВЕЛЮВАННЯ. ОБЧИСЛЕННЯ ПЕРЕВИЩЕНЬ І ВИСОТ ТОЧОК.....	
Практична робота № 7	
БУДОВА І ПЕРЕВІРКИ НІВЕЛІРІВ.....	
Практична робота № 8	
ПОЛЬОВЕ ЗЕМЛЕВПОРЯДНЕ ОБСТЕЖЕННЯ.....	
Практична робота № 9	
ОБЛІК КІЛЬКОСТІ ЗЕМЕЛЬ.....	
Практична робота № 10	
ВИВЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ СІВОЗМІН.....	
Практична робота № 11	
ВИВЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ПРОТИЕРОЗІЙНИХ ЗАХОДІВ.....	
ДОДАТКИ	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	

ВСТУП

На сучасному етапі в Україні стоїть важливе завдання організації використання землі, щоб зменшити деградацію земель, здійснити покращення їх родючості, підвищити ефективність виробництва за рахунок правильного землекористування. Раціональне використання земельних ділянок, облік угідь, упорядкування територій, потребує певних знань з геодезії та землеустрою.

Мета дисципліни «Землепорядкування з основами геодезії»: формування у здобувачів вищої освіти наукового підходу до вивчення та використання методів вимірів земної поверхні та складання геодезичної основи для проведення ґрунтових, агрохімічних, землепорядних, кадастрових робіт, які передбачають систему заходів, направлених на здійснення положення земельного законодавства, організації раціонального використання та охорони земель, створення сприятливого екологічного середовища і поліпшення землі, як основного засобу виробництва.

Завдання: на підставі здійснення землеохоронних та організаційних заходів, використовуючи практичні рекомендації, дотримуючись правових та екологічних вимог, підвищувати ефективність використання землі та поліпшувати її родючість.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен: вміти користуватися геодезичними приладами при проведенні землеустрою агропромислових формувань, володіти знаннями з геодезії та землепорядкування при складанні планів та карт, вміти користуватися ґрунтовими картами та агрохімічними картографіями.

ВИДИ МАСШТАБІВ ТА УМОВНІ ЗНАКИ

Мета роботи: вивчити види масштабів, правила їх застосування та засвоїти навички читання топографічних карт

Матеріали та обладнання: карти масштабу 1:1000, 1:2000, 1:5000, навчальні плакати, підручники, довідники.

Теоретичні відомості

1. Масштаби: чисельний, лінійний і поперечний

Масштабом називається відношення довжини лінії на плані (карті) до довжини горизонтального прокладання відповідної лінії на місцевості.

У свою чергу, *горизонтальним прокладанням лінії* називається проекція відповідної похилої лінії на місцевості на горизонтальну площину. За допомогою масштабу розв'язуються дві задачі:

1. Визначення довжини лінії на топографічному плані (карті);
2. Побудова заданої лінії на топографічному плані (карті).

Застосовується три типи масштабу: чисельний, лінійний і поперечний.

Чисельним масштабом називається масштаб, який виражається дробом, чисельник якого рівний одиниці, а знаменник показує, в скільки разів горизонтальне прокладання лінії місцевості зменшено при зображенні горизонтального прокладання лінії на плані або карті.

Чисельний масштаб – величина неіменована. Він записується так: 1:1000, 1:2000, 1:5000 і т.д., причому в такому записі 1000, 2000 і 5000 називається **знаменником масштабу М**.

Чисельний масштаб говорить про те, що в одній одиниці довжини лінії на плані (карті) міститься точно стільки ж одиниць довжини на місцевості. Так, наприклад, в одній одиниці довжини лінії на плані 1:5000 міститься точно 5000 таких же одиниць довжини на місцевості, а саме: один сантиметр довжини лінії на плані 1:5000 відповідає 5000 сантиметрам на місцевості (тобто 50 метрам на місцевості); в одному міліметрі довжини лінії на плані 1:5000 міститься 5000 міліметрів на місцевості (тобто в одному міліметрі довжини лінії на плані 1:5000 міститься 500 сантиметрів або 5 метрів на місцевості) і т.д.

При роботі з планом у ряді випадків користуються лінійним масштабом.

Лінійний масштаб – графік, (рис. 1.1) який є зображенням певного чисельного масштабу.

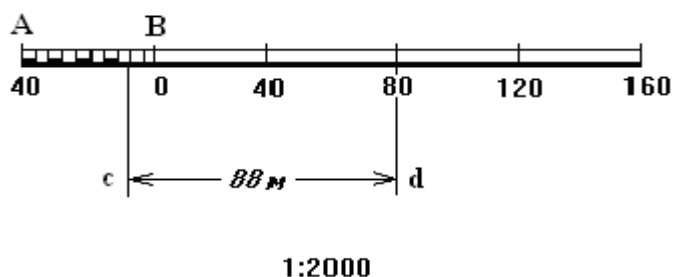


Рис. 1.1

Основою лінійного масштабу називається відрізок АВ лінійного масштабу (основна частка масштабу), який рівний 2 см. Він переводиться у відповідну довжину на місцевості і підписується. Крайню ліву основу масштабу ділять на 10 рівних частин.

Найменша поділка основи лінійного масштабу дорівнює $1/10$ основи масштабу.

Приклад: для лінійного масштабу (що використовується при роботі на топоплані масштабу $1:2000$), показано на рис. 1.1, основа масштабу АВ рівна 2 см (тобто 40 метрам на місцевості), а найменша поділка основи рівно 2 мм, що в масштабі $1:2000$ відповідає 4 м на місцевості.

Відрізок cd (рис. 1.1), узятий з топографічного плану масштабу $1:2000$, складається з двох основ масштабу і двох найменших основ, що, у результаті, відповідає на місцевості $2 \times 40\text{м} + 2 \times 2\text{м} = 88\text{ м}$.

Більш точне графічне визначення і побудову довжин ліній можна зробити за допомогою іншого графіка – поперечного масштабу (рис. 1.2).

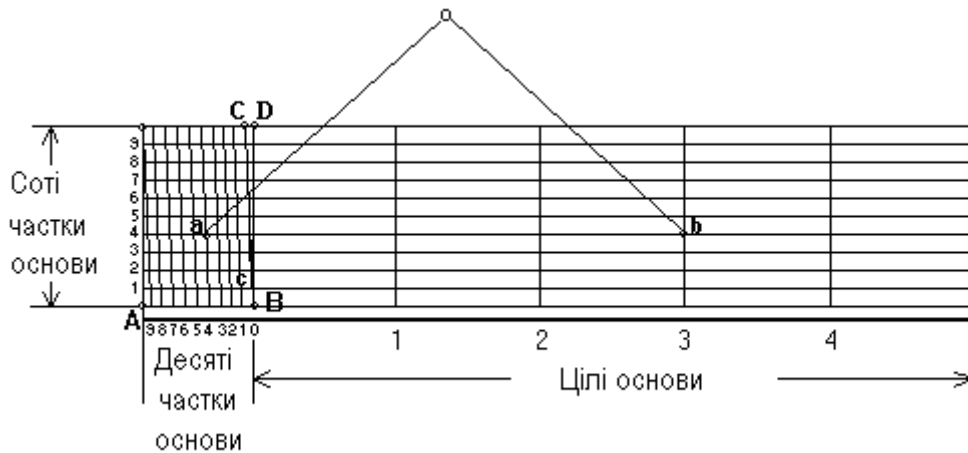


Рис. 1.2 Поперечний масштаб

Поперечний масштаб – графік для максимально точного вимірювання і відкладання відстаней на топографічному плані (карті).

Основа АВ нормального поперечного масштабу дорівнює, як і в лінійному масштабі, також 2 см. Найменша поділка основи дорівнює $CD = \frac{1}{10} AB = 2\text{ мм}$. Найменша поділка поперечного масштабу дорівнює $cd = CD = AB = 0,2\text{ мм}$ (що виходить з подібності трикутника ВСД і трикутника Вcd).

Таким чином, для чисельного масштабу $1:2000$ основа поперечного масштабу відповідатиме 40 м, найменша поділка основи ($\frac{1}{10}$ основи) дорівнює 4 м, а найменша поділка масштабу $\frac{1}{100} AB$ дорівнює 0,4 м.

Приклад: відрізок ав (рис. 1.2), узятий з плану масштабу $1:2000$, відповідає на місцевості 137,6 м (3 основи поперечного масштабу ($3 \times 40 = 120\text{ м}$), 4 найменші поділки основи ($4 \times 4 = 16\text{ м}$) і 4 найменші поділки масштабу ($0,4 \times 4 = 1,6\text{ м}$), тобто $120 + 16 + 1,6 = 137,6\text{ м}$).

Точністю масштабу називається горизонтальний відрізок на місцевості, який відповідає величині 0,1 мм на плані даного масштабу. Ця характеристика залежить від роздільної здатності неозброєного людського ока, яка дозволяє розглянути мінімальну відстань на топографічному плані в 0,1 мм. На місцевості ця величина буде рівна $0,1\text{ мм} \times M$, де M – знаменник масштабу.

Поперечний масштаб, зокрема, дозволяє виміряти довжину лінії на плані (карті) масштабу 1:2000 саме з точністю даного масштабу.

Приклад: в 1 мм плану 1:2000 міститься 2000 мм місцевості, а в 0,1 мм, відповідно, $0,1 \times M \text{ (мм)} = 0,1 \times 2000 \text{ мм} = 200 \text{ мм} = 20 \text{ см}$, тобто 0,2 м.

Тому при вимірюванні (побудові) на плані довжини лінії її значення слід округляти з точністю масштабу. Приклад: при вимірюванні (побудові) лінії завдовжки 58,37 м (рис. 1.3), її значення в масштабі 1:2000 (з точністю масштабу 0,2 м) округляється до 58,4 м, а в масштабі 1:500 (точність масштабу 0,05 м) – довжина лінії округляється вже до 58,35 м.

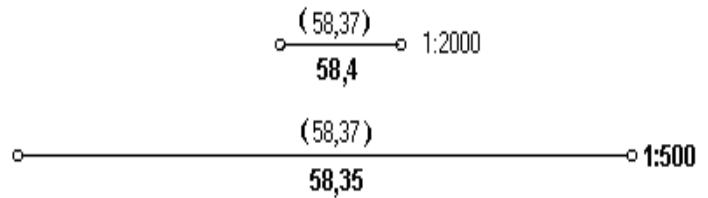


Рис. 1.3

1.2. Читання топографічних планів

Для користування топографічними планами необхідно вивчити умовні знаки, прийняті для даного масштабу. **Умовні знаки** – графічні позначення, які показують місцезположення предметів і явищ, а також їх кількісні і якісні характеристики. Вони видаються у вигляді окремих таблиць або таблиць на учбових планах. Умовні знаки діляться на декілька груп.

Масштабними називаються умовні знаки, якими місцеві предмети зображуються в масштабі даного плану, тобто крупні об'єкти, наприклад, рілля, луки, ліси, моря, озера і т.п.

Позамасштабні умовні знаки – знаки, що показують предмети, які унаслідок свого малого розміру не можуть бути зображені в масштабі плану (ширина доріг, колодязі, джерела, мости, опори ЛЕП, стовпи електромережі і т.д.). Величина цих знаків не відповідає істинним розмірам предметів, що зображуються.

Лінійні знаки – картографічні умовні знаки, які застосовуються для зображення об'єктів лінійного характеру, довжина яких виражається в масштабі карти. Їх довжина значно перевищує фактичну ширину (залізничні шляхи, шосе, огорожі).

Площинні умовні знаки – картографічні умовні знаки, які застосовуються для заповнення площ об'єктів, що виражаються в масштабі карти.

Позамасштабні лінійні знаки – картографічні умовні знаки, які застосовуються для зображення об'єктів лінійного характеру, довжина яких не виражається в масштабі карти.

Позамасштабні площинні умовні знаки – картографічні умовні знаки, які використовують для зображення об'єктів, площі яких не виражаються в масштабі карти (плану).

Підписи пояснень – підписи, що пояснюють вигляд або рід зображених на карті об'єктів, а також їх кількісні і якісні характеристики.

Штрихові елементи карти (плану) – елементи карти (плану), виконані

лініями, штрихами або точками.

Фонові елементи карти (плану) – елементи карти (плану), виконані яким-небудь колірним фоном.

Зміст звіту.

1. Вивчити масштаби: чисельний, лінійний і поперечний

а) по чисельних масштабах 1:5000, 1:2000, 1:500 визначити число метрів, відповідне основі нормального поперечного масштабу, його десятим і сотим часткам. Визначити точність цих масштабів, отримані значення занести в табл. 1.1

Таблиця 1.1

Масштаб	Число метрів, відповідне			Точність масштабу, м
	основі масштабу	десятим часткам основи	сотим часткам основи	
1:5000				
1:2000				
1:500				

б) користуючись поперечним масштабом, побудувати довжину ліній _____ в масштабах 1:500 і 1:2000.

2. Виконати рисунки умовних знаків, які використовуються на топографічних картах (за завданням викладача).

Контрольні питання

1. Що називається масштабом?
2. Який масштаб називається чисельним, лінійним, поперечним?
3. Що називається основою лінійного і поперечного масштабів?
4. Чому дорівнює основа нормального поперечного масштабу?
5. Чому дорівнює найменша поділка основи нормального поперечного масштабу?
6. Чому рівна найменша поділка нормального поперечного масштабу?
7. Що називається точністю масштабу?
8. Які умовні знаки називаються масштабними і які позамасштабними?

Практична робота № 2

ВИМІРЮВАННЯ ДОВЖИН ЛІНІЙ

Мета роботи: придбати навички визначення відміток точок та довжин ліній.

Матеріали та обладнання: карта масштабу 1:2000, навчальні плакати, прилади, годинник.

Теоретичні відомості

Задачі, які вирішуються по топографічному плану

По топографічному плану можна вирішити ряд задач, у тому числі

визначити: прямокутні координати точки; довжину лінії; кут дирекції і румб лінії; відмітку точки; ухил, крутизну схилу та ін.

2.1 Визначення прямокутних координат точок

На топографічних планах наноситься координатна сітка, яка створює квадрати із сторонами 10 см. Вертикальні лінії сітки паралельні осі абсцис, а горизонтальні – осі ординат. Координати вершин квадратів координатної сітки підписуються.

Приклад: запис 79,2 (рис. 2.1) означає, що абсциса лінії сітки $X = 79,2$ км, тобто відстоїть по осі X від початку координат на 79200 м. Запис 66,2 означає, що ордината лінії сітки $Y = 66,2$ км, тобто відстоїть по осі Y від початку координат на 66200 м.

Для швидкого знаходження якої-небудь точки на топографічному плані указують нижній лівий кут відповідного квадрата сітки координат.

Приклад: користуючись координатною сіткою, циркулем і поперечним масштабом, по топографічному плану можна визначити прямокутні координати точки A (рис. 2.1), що знаходиться в квадраті 79,2 – 66,2. Необхідно пам'ятати, що абсциси зростають на північ, а ординати – на схід.

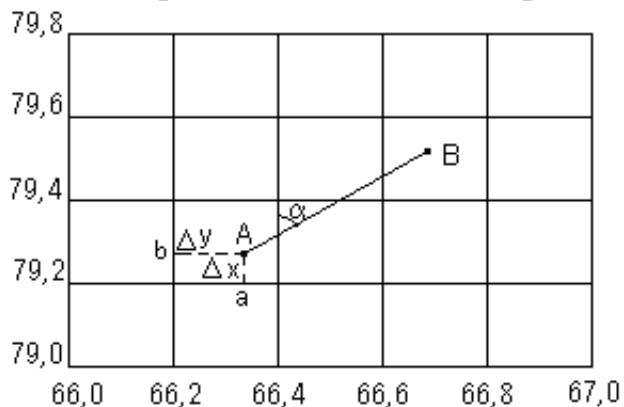


Рис. 2.1

Спочатку записують в метрах абсцису $X_{\text{південної лінії сітки нижньої (південної) лінії квадрата}}$, в якому знаходяться точка A , тобто $X_{\text{південної лінії сітки}} = 79200,0$ м. Циркулем за поперечним масштабом визначають відстань $\Delta x = a - A$ також в метрах з точністю масштабу. Отриману величину $\Delta x = 64,8$ м додають до абсциси нижньої (південної) лінії квадрата $X_{\text{південної лінії сітки}} = 79200,0$ м і знаходять абсцису точки A : $X_A = 79200,0 + 64,8 = 79264,8$ м.

Аналогічно визначають ординату точки A : до значення ординати західної лінії сітки квадрата $Y_{\text{західної лінії сітки}} = 66200,0$ м додають довжину відрізка $D = b - A$, рівну 141,6 м, і одержують $Y_A = 66200,0 + 141,6 = 66341,6$ м.

2.2 Вимірювання довжин ліній

Відстань між точками A і B (мал. 2.1) вимірюється циркулем, значення довжини лінії AB знаходиться по поперечному масштабу і записується з точністю масштабу.

Для визначення криволінійних ліній на планах і картах, особливо довжин горизонталей рекомендується використовувати **курвіметр** (від лат. *curvus* – зігнутий) – найпростіший геодезичний прилад, який застосовується для вимірювання довжин кривих ліній на топографічних планах і картах (рис. 2.2).



Рис. 2.2 Вимірювання курвіметром довжини лінії по карті

Курвіметр складається із зубчатого ролика відомого діаметра на ручці і лічильника пройденної кількості зубців.

Принцип дії приладу заснований на визначенні довжини шляху, пройденого зубчатим роликком при русі по лінії, що вимірюється. Довжину шляху легко обчислити, якщо знати довжину кола коліщатка і скільки обертів воно зробило. Для зручності вимірювань ролик через систему шестерінок (як в годинниковому механізмі) з'єднується з відліковим пристроєм. Причому шестерінки підібрані так, що на шкалі відлікового пристрою відразу показується довжина шляху (в см), пройденого коліщатком.

Знаючи довжину лінії на карті (плані, схемі) і масштаб зображення, визначають дійсну величину відстані, що вимірюється (в метрах і кілометрах). Для вимірювання довжини кривої по ній прокочують роликком курвіметра.



а



б

Рис. 2.3. Курвіметр: а – механічний; б – електронний

Довжина L рівна різниці відліків:

$$L = n_2 - n_1 \quad (2.1)$$

де n_1 – перший відлік по циферблату;

n_2 – другий відлік по циферблату.

Знаючи масштаб, легко визначити довжину криволінійної лінії.

Електронний курвіметр (рис. 2.3, б) забезпечений ЖК-дисплеєм на якому відображаються результати вимірювань. При цьому прилад може брати на себе додаткову функцію перерахунку відстані на карті в реальну відстань на місцевості з обліком масштабу картографічного матеріалу. Такі прилади можуть відображати результати вимірювань в кілометрах, милях і морських милях.

Похибка вимірювання електронних курвіметрів звичайно складає залежно від виробника і моделі близько 0,2%. Для механічних це число, як правило, більше і

звичайно досягає 0,5 %.

Курвіметр можна використовувати в камеральних і виробничих умовах.

2.3. Визначення відміток точок і крутизна схилу лінії місцевості

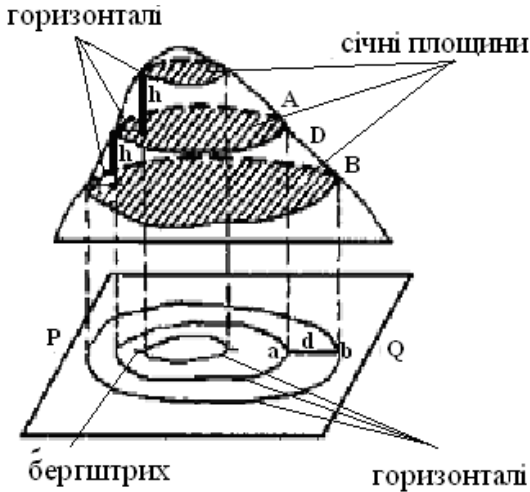


Рис. 2.4

На топографічному плані рельєф зображується написами відміток окремих характерних точок, умовними знаками (проміна, обрив і т. п.) і горизонталями.

Горизонталями називаються замкнуті криві лінії, які сполучають точки місцевості з однаковими відмітками. Горизонталі утворюються шляхом перетину поверхні місцевості січними горизонтальними площинами, проведеними через задану відстань, яка називається **висотою перетину рельєфу h**.

Заставлянням називається відстань d на плані між двома сусідніми горизонталями. По відмітках двох суміжних (сусідніх) горизонталей можна визначити відмітку точки, що лежить між ними. Наприклад: відмітка першої точки В на нижній (рис. 2.5) горизонталі $H_1=161$ м, відмітка другої точки А на верхній горизонталі $H_2 = 162$ м (тобто висота перетину рельєфу $h = 1$ м), заставляння $d = 16,8$ м, відстань від першої горизонталі до точки С рівно $c=7,6$ м (рис. 2.5).

Тоді (з необхідною точністю до 0,1 м) обчислюємо відмітку H_C точки С за формулою

$$H_C = H_1 + \frac{c}{d} \cdot h = 161 + \frac{7,6}{16,8} \cdot 1 = 161,4 \text{ м.}$$

Крутизна схилу – це кут, який утворений напрямом схилу з горизонтальною площиною в даній точці А. Схил u лінії місцевості – це тангенс кута нахилу v лінії місцевості (тангенс крутизни схилу) до горизонтальної площини (рис. 2.6).

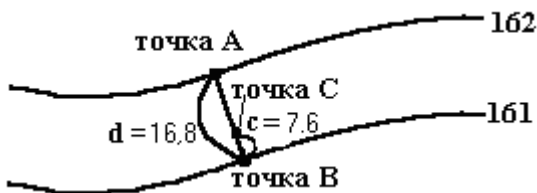


Рис. 2.5

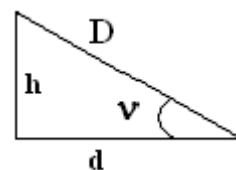


Рис. 2.6

$$u = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}.$$

Чим більше кут нахилу, тим схил крутіше.

Для нашого прикладу схил лінії місцевості між горизонталями рівний

$$u = \frac{1}{16,8} = 0,0595.$$

Зміст звіту.

1. Навчитися читати топографічні плани, визначати відмітки точок
2. По топографічному плану масштабу 1:2000 визначити довжину лінії на карті за вказаним викладачем варіантом;
 - б) визначити відмітки двох точок, що лежать між горизонталями з точністю 0,1 м і ухили ліній між горизонталями з точністю 0,001, отримані значення занести в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Найменування точки	Відмітка першої горизонталі	Відмітка другої горизонталі	Заставляння, м	Відстань від першої горизонталі до точки, м	Відмітка точки, м	Ухил
С						
...						
Д						

Контрольні питання

1. Що називається горизонталями?
2. Для чого призначений курвіметр?
3. Що називається висотою перетину рельєфу?
4. Що називається відміткою точки місцевості?
5. Що називається заставлянням між двома сусідніми горизонталями?
6. Як визначити крутизну схилу?

Практична робота № 3

ОРІЄНТУВАННЯ ЛІНІЙ НА ТОПОГРАФІЧНІЙ КАРТІ

Мета: навчитися вимірювати дирекційні кути і румби заданих напрямків, встановити взаємозв'язок між істинними і магнітними азимутами та дирекційними кутами, обчислити дирекційні кути ліній через кути повороту.

Прилади і обладнання: топографічна карта, геодезичний транспортир, калькулятор, лінійка, олівець, гумка.

Теоретичні відомості

Орієнтувати лінію – означає визначити її напрям щодо іншого напрямку, прийнятого за початковий. Напрямок визначається величиною кута орієнтування (орієнтирного кута), тобто, кута між початковим напрямком і напрямком лінії. Кутами орієнтування є *дирекційні кути, румби, істинні та магнітні азимуту*.

У геодезії орієнтування ліній здійснюють відносно меридіанів. Розрізняють географічні або істинні, магнітні та осьові меридіани. На рис. 3.1 показані географічний і осьовий меридіани в проекції Гаусса-Крюгера. На карті напрямки осьового меридіану зони вказують вертикальні лінії кілометрової сітки, а напрямки географічного меридіану – вертикальні лінії внутрішньої рамки.

Дирекційним кутом (рис. 3.2) називається горизонтальний кут, який відраховується за годинниковою стрілкою від північного напрямку осьового меридіану або лінії паралельної йому, до заданого напрямку та позначається грецькою літерою „ α ” (альфа) з відповідними індексами – α_{AB} .

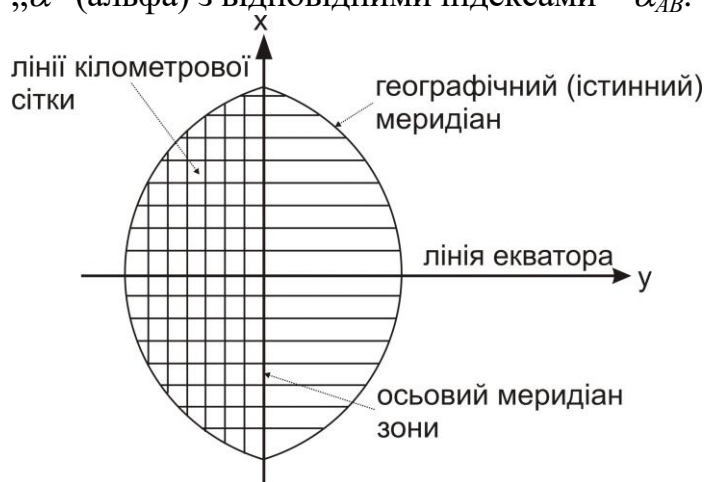


Рис. 3.1. Географічний та осьовий меридіани в проекції Гаусса-Крюгера

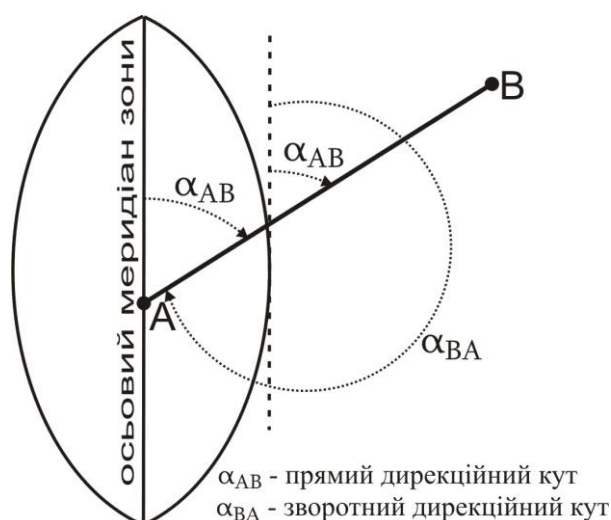


Рис. 3.2. Дирекційний кут

Він змінюється в межах від 0° до 360° . Оскільки напрям осьового меридіану для зони один, то дирекційний кут прямої лінії однаковий в різних її точках. Дирекційний кут α_{AB} лінії AB називається **прямим**, а дирекційний кут α_{BA} для тієї ж лінії AB називається **зворотним**. Прямі і зворотні дирекційні кути відрізняються між собою на $\pm 180^\circ$ (рис. 3.3).

На карті чи плані дирекційний кут відраховується від північного напрямку осьового меридіану або лінії до нього паралельної, за допомогою геодезичного транспортеру з точністю $15'$. Для визначення дирекційного кута напрямку 1-2 (рис. 3.3) з'єднаємо точки прямою лінією.

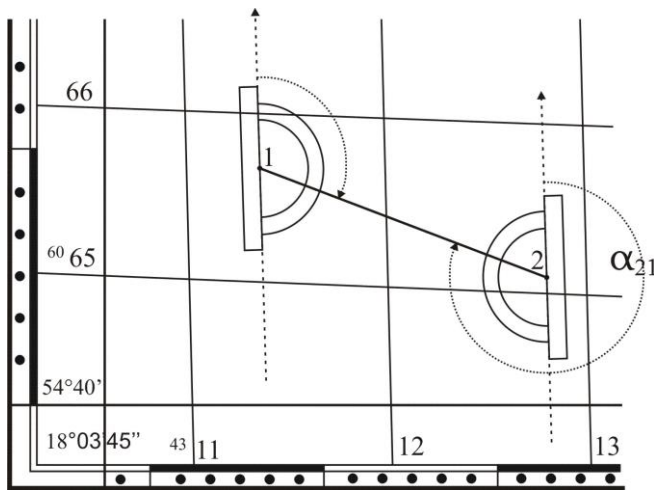


Рис. 3.3. Вимірювання дирекційного кута на карті транспортом

В точці 1 проводимо лінію паралельну вертикальній лінії координатної сітки, прикладаємо нуль транспортера в точку 1 і сумістивши його нульовий діаметр з вертикальною лінією сітки, відраховуємо α_{12} . Зворотний дирекційний кут α_{21} визначаємо в точці 2.

Румбом називається гострий кут, який відраховується від ближнього північного або південного напрямку осьового меридіану або лінії, паралельної йому до заданого напрямку (рис. 3.4).

Румби змінюються в межах від 0° до 90° і позначаються літерою „r” латинського алфавіту з відповідним індексом – r_{AB} . Для однозначного визначення напрямку румбу він супроводжується назвою чверті у якій знаходиться: I чверть – північний схід „ПнСх”, II – південний схід „ПдСх”, III – південний захід „ПдЗх”, IV – північний захід „ПнЗх”. Тобто значення румба подається в наступному вигляді: вказують градусну величину румба, після якої пишуть назву чверті, наприклад $r_{AB} = 25^\circ 45' \text{ ПнСх}$.

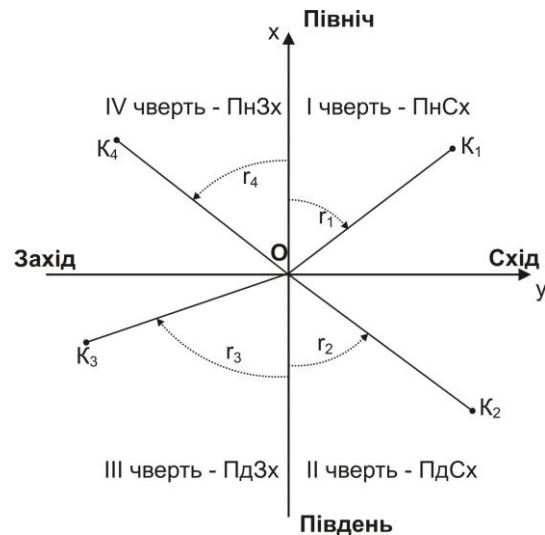


Рис. 3.4. Румби

Бусоль БГ-1 (рис. 3.5) призначена для вимірювання румбів і азимутів, горизонтальних кутів на геодезичних полігонах. Також ж бусоль БГ-1 застосовується при проведенні різноманітних топографічних і інженерно-геодезичних робіт, при рекогносцировочних і землевпорядних роботах.

Зв'язок між дирекційними кутами і румбами в залежності від чверті наступний (рис. 3.6):

1 чверть	$r_1 = \alpha_1;$	$\alpha_1 = r_1;$	
2 чверть	$r_2 = 180^\circ - \alpha_2;$	$\alpha_2 = 180^\circ - r_2;$	
3 чверть	$r_3 = \alpha_3 - 180^\circ;$	$\alpha_3 = 180^\circ + r_3;$	(3.1)
4 чверть	$r_4 = 360^\circ - \alpha_4;$	$\alpha_4 = 360^\circ - r_4.$	



Рис. 3.5 Бусоль БГ-1

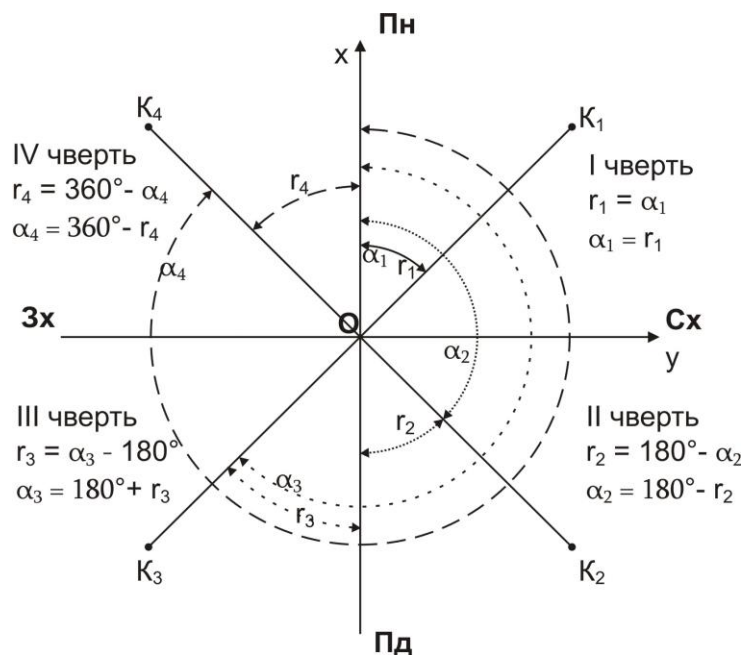


Рис. 3.6. Залежність між румбами і дирекційними кутами

Істинним (географічним) азимутом називається горизонтальний кут, який відраховується від північного напрямку істинного (географічного) меридіану за годинниковою стрілкою від 0° до 360° . Істинний азимут позначається літерою „ A ”.

Магнітним азимутом називається горизонтальний кут, який відраховується від північного напрямку магнітного меридіану за годинниковою стрілкою від 0° до 360° . Магнітний азимут позначається літерою „ A_M ”.

Істинний азимут можна виміряти безпосередньо на карті. Для цього транспортир сумі-

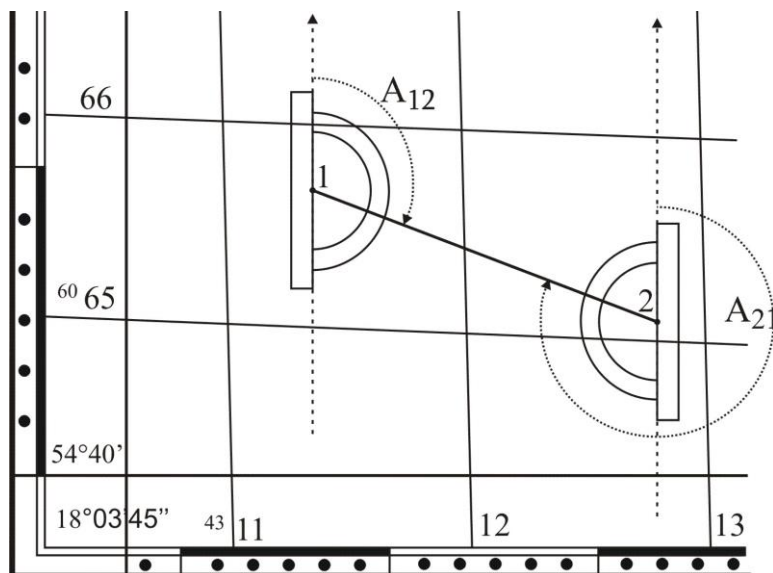


Рис. 3.7. Вимірювання істинного азимута на карті транспортиром

щають з північним напрямком карти (паралельно вертикальній лінії вну-трішньої рамки) і за рухом годинникової стрілки відраховують горизонтальний кут (рис. 3.7). Оскільки меридіани на земній кулі не паралельні між собою, то дирекційні кути та істинні азимути відрізняються між собою на кут γ . **Кут γ це кут зближення меридіанів**, тобто кут між осьовим і істинним меридіанами (позначається грецькою літерою „ γ ” (гамма)) (рис. 3.8). В залежності від розташування відносно осьового меридіану кут зближення меридіанів може бути східним або західним (рис. 3.9).

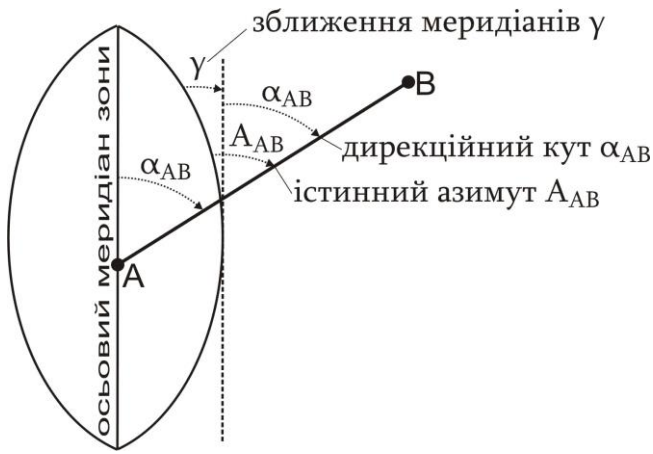


Рис. 3.8. Зв'язок між дирекційними кутами та істинними азимутами

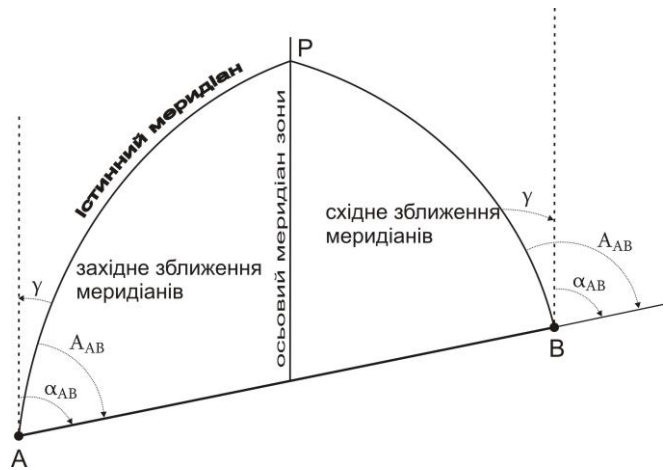


Рис. 3.9. Схема визначення орієнтирних кутів напрямку

Зв'язок між дирекційними кутами та істинними азимутами виражається формулою:

$$A = \alpha \pm \gamma, \quad (3.2)$$

де A – істинний азимут;

α – дирекційний кут;

γ – кут зближення меридіанів.

Знак „+” використовується, коли зближення меридіанів східне; знак „-” – коли зближення меридіанів західне.

Географічні меридіани проходять від північного до південного географічного полюсу. Магнітні меридіани проходять від північного до південного магнітного полюсу.

Оскільки географічні і магнітні полюси Землі знаходяться в різних точках

нашої планети, то географічний і магнітний меридіани в кожній точці земної поверхні не співпадають, а перетинаються під деяким кутом δ , який називають **кутом схилення магнітної стрілки** (позначається грецькою літерою „ δ ” (дельта)).

Схилення магнітної стрілки δ може бути східне (рис. 3.10, а) або західне (рис. 3.10, б), в залежності від того, в який бік відхиляється магнітна стрілка компасу по відношенню до істинного (географічного) меридіана.

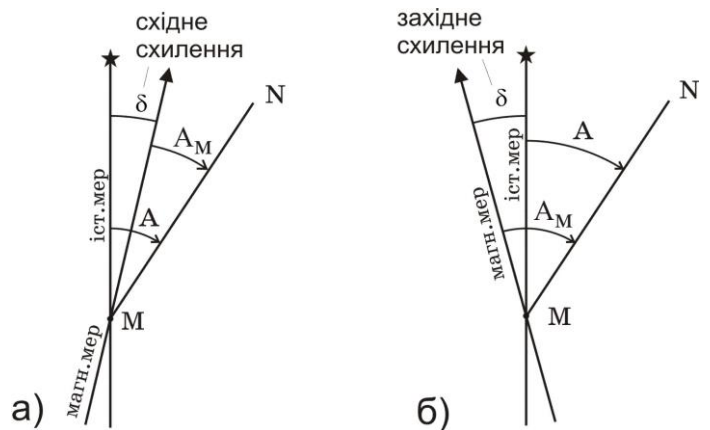


Рис. 3.10. Схилення магнітної стрілки: а) східне; б) західне

Зв'язок між магнітними та істинними азимутами виражається формулою:

$$A_M = A \mp \delta, \quad (3.3)$$

де A_M – магнітний азимут;

A – істинний азимут;

δ – схилення магнітної стрілки.

Знак „-” використовується коли схилення магнітної стрілки східне; знак „+” – коли схилення магнітної стрілки західне.

Середні значення зближення меридіанів і схилення магнітної стрілки, на зображену на карті територію, наводяться на топографічних картах у вигляді спеціальних написів, що подаються внизу кожного листа карти, ліворуч за рамкою карти (рис. 3.11). Оскільки величина схилення магнітної стрілки може змінюватись протягом доби на величину до $15'$, то також зазначають дату, на яку наводиться схилення магнітної стрілки та величину річної зміни схилення магнітної стрілки.

Схилення на 1990 р. східне $6^{\circ}12'$. Середнє зближення меридіанів західне $2^{\circ}22'$. При прикладанні бусолі (компасу) до вертикальних ліній координатної сітки середнє відхилення магнітної стрілки східне $8^{\circ}34'$. Річна зміна схилення східна $0^{\circ}02'$. Поправка в дирекційний кут при переході до магнітного азимуту мінус $8^{\circ}34'$.

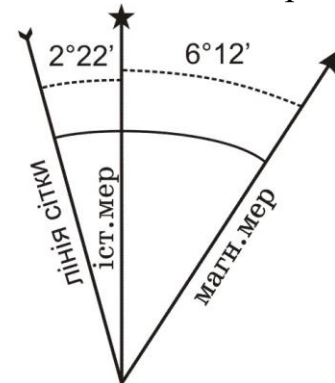


Рис. 3.11. Напис на карті про величини схилення та зближення

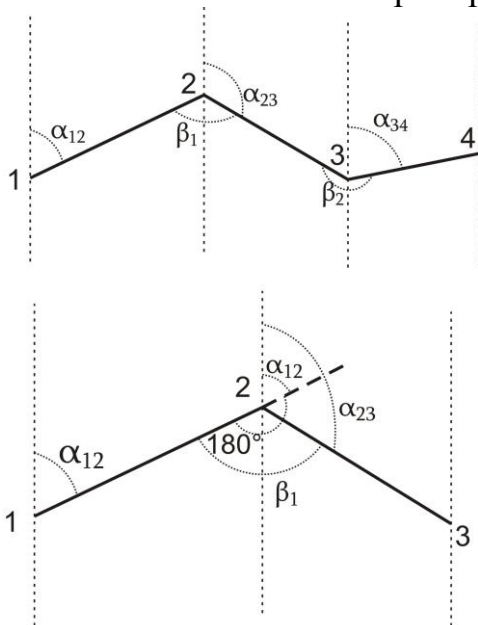


Рис. 3.12. Передача дирекційного кута на наступну лінію ходу

Наприклад дирекційний кут $\alpha_{AB} = 30^{\circ}15'$. Необхідно визначити істинний та магнітний азимут лінії AB на 2023 рік для карти наведеної на рис. 3.12. Оскільки зближення меридіанів західне, то істинний азимут рівний:

$$A_{AB} = 30^{\circ}15' - 2^{\circ}22' = 27^{\circ}53'$$

Схилення магнітної стрілки східне, отже приймати його необхідно зі знаком „-”. Враховуючи, що величина схилення наведена на 1990 рік, а річна зміна також східна і становить $0^{\circ}02'$, то на 2023 рік зміна становитиме $0^{\circ}02' \times 33 = 1^{\circ}06'$. Тому магнітний азимут лінії AB на 2023 рік становитиме:

$$A_{MAB} = 27^{\circ}53' - 6^{\circ}12' - 06' = 20^{\circ}35'$$

За дирекційним кутом початкової лінії і за кутами повороту між сусідніми лініями можна визначити всі дирекційні кути ходу. На рис. 3.12 представлена схема ходу, в якому виміряні кути повороту β і заданий дирекційний кут початкового напрямку α_{12} . Зв'язок між дирекційним кутом α_{23} і дирекційним кутом α_{12} встановлюється через вимірний кут повороту β_1 . Якщо при русі за напрямком зростання нумерації точок ходу кути лежать з правого боку, то їх називають **правими** і позначають β_n , якщо з лівого боку – **лівими** β_l . На рис. 3.12 при переміщенні з першої точки до четвертої β_1 буде правим кутом повороту, так само як і β_2 в точці 3.

Як видно з рисунка (у випадку правих кутів):

$$\alpha_{12} \pm 180^\circ = \alpha_{23} + \beta_1^{\text{пр}}, \quad (3.4)$$

звідки:

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} \pm 180^\circ - \beta_1^{\text{пр}}. \quad (3.5)$$

Словами цю залежність можна сформулювати так: *дирекційний кут наступної сторони дорівнює дирекційному куту попередньої сторони $\pm 180^\circ$ та мінус кут, що лежить праворуч між цими сторонами.*

Аналогічно можна показати, що у випадку лівих кутів:

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} \pm 180^\circ + \beta_1^{\text{л}}. \quad (3.6)$$

Або словами: *дирекційний кут наступної сторони дорівнює дирекційному куту попередньої сторони $\pm 180^\circ$ та плюс кут, що лежить ліворуч між цими сторонами.*

Завдання 1

Визначити за картою внутрішні та зовнішні кути заданого п'ятикутника.

Розв'язок:

Для вимірювання кута центр транспортира суміщають з точкою, яку приймають за вершину кута, а нуль транспортира суміщають з лівим напрямком кута. За дугою геодезичного транспортира відраховують величину горизонтального кута за годинниковою стрілкою. Кути вимірюються з точністю до $15'$ і записуються у відповідні колонки табл. 3.1.

Завдання 2

Розрахувати дирекційні кути ліній п'ятикутника.

Розв'язок:

Вихідний дирекційний кут лінії 1-2 вимірюємо на карті, як показано на рис. 3.3. Визначаємо, що при русі за напрямом зростання нумерації точок п'ятикутника внутрішні кути будуть правими, а зовнішні – лівими. Відповідно обчислюємо дирекційні кути всіх ліній п'яти-кутника через внутрішні кути за формулою (3.5), а через зовнішні кути – за формулою (3.6).

Таблиця 3.1

Обчислення дирекційних кутів за виміряними кутами повороту

№ точок	Кути повороту		Дирекційні кути (обч.)	
	$\beta_{внутр}$	$\beta_{зовн}$	за $\beta_{внутр}$	за $\beta_{зовн}$
1	48°30'	311°30'		
2	134°15'	225°45'	117°30'	117°30'
3	101°00'	259°00'	163°15'	163°15'
4	103°45'	256°15'	242°15'	242°15'
5	152°30'	207°30'	318°30'	318°30'
1	48°30'	311°30'	346°00'	346°00'
2			117°30'	117°30'

Завдання 3

Визначити за картою прямі та обернені дирекційні кути, румби, істинні та магнітні азимути лінії 1-2.

Розв'язок:

Вимірюємо на карті дирекційні кути ліній 1-2 та 2-1 (як показано на рис. 3.3). За виміряними дирекційними кутами обчислюємо румби, істинні та магнітні азимути ліній 1-2 та 2-1 за формулами (3.1), (3.2), (3.3). Результати обчислень представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Обчислення кутів орієнтування ліній

Позначення	Лінія 1-2	Лінія 2-1
α	73°15'	253°15'
r	73°15' ПнСх	73°15' ПдЗх
γ	-2°22'	-2°22'
A	70°53'	250°53'
δ	-6°12'	-6°12'
$\Delta\delta$	-0°02'×33= -1°06'	-0°02'×33= -1°06'
A_m	63°35'	243°35'

Контрольні запитання:

1. Орієнтування ліній. Поняття про дирекційний кут.
2. Румби напрямків, зв'язок румбів з дирекційними кутами.
3. Істинний і магнітний азимути напрямків, зв'язок між ними.
4. Передача дирекційних кутів ліній через кути повороту.

ТЕОДОЛІТ ТА РОБОТА З НИМ

Мета роботи: вивчити будову теодоліта та його складових частин, ознайомитися з методикою вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів.

Матеріали та обладнання: теодоліт, екер, навчальні плакати.

Теоретичні відомості

При складанні карт, планів і профілів на місцевості доводиться вимірювати горизонтальні і вертикальні кути, відстані і перевищення між точками. Горизонтальні і вертикальні кути можна побудувати і зміряти за допомогою теодоліта.

Теодолітом називається прилад, призначений для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, відстаней за далекомірними нитками, а також азимутів (румбів) за допомогою накладної бусолі.

Теодоліти бувають: високоточні – Т1; точні – Т2 і Т5; технічної точності – Т15 і Т30. Т – означає теодоліт, а цифра – точність вимірювання кутів, виражену в секундах.

Ми вивчатимемо теодоліт технічної точності 4Т30П (рис. 4.1). Тут 4 – модифікація теодоліта, П – означає, що труба теодоліта дає пряме зображення.

Теодоліт 4Т30П – це складний і коштовний прилад. Він складається з наступних частин (рис. 4.2): горизонтального (21) і вертикального (5) скляних кругів з градусними поділками (під кожухом), по яких і вимірюються кути; зорової труби (8), горизонтальної осі, укріпленої на колонках (10) алідади горизонтального круга, що обертається навколо; підставки (2) з трьома підйомними гвинтами (1, 17), за допомогою яких вісь обертання теодоліта приводиться в прямовисне положення. Для цього ж використовується циліндровий рівень (14) на алідаді горизонтального круга. Для попереднього наведення зорової труби на ціль на трубі закріплений візир (17); з іншого боку зорової труби знаходиться високоточний циліндровий рівень (20), що дозволяє використовувати теодоліт 4Т30 як нівелір. Поряд із зоровою трубою знаходиться відліковий мікроскоп (4), в який передаються зображення відліків по вертикальному (В) і горизонтальному (Г) кругах.



Рис. 4.1 Теодоліт 4Т30П

Для отримання цих відліків потрібно за допомогою дзеркальця підсвічування, що знаходиться на одній з колонок, запустити світло в оптичну систему теодоліта.

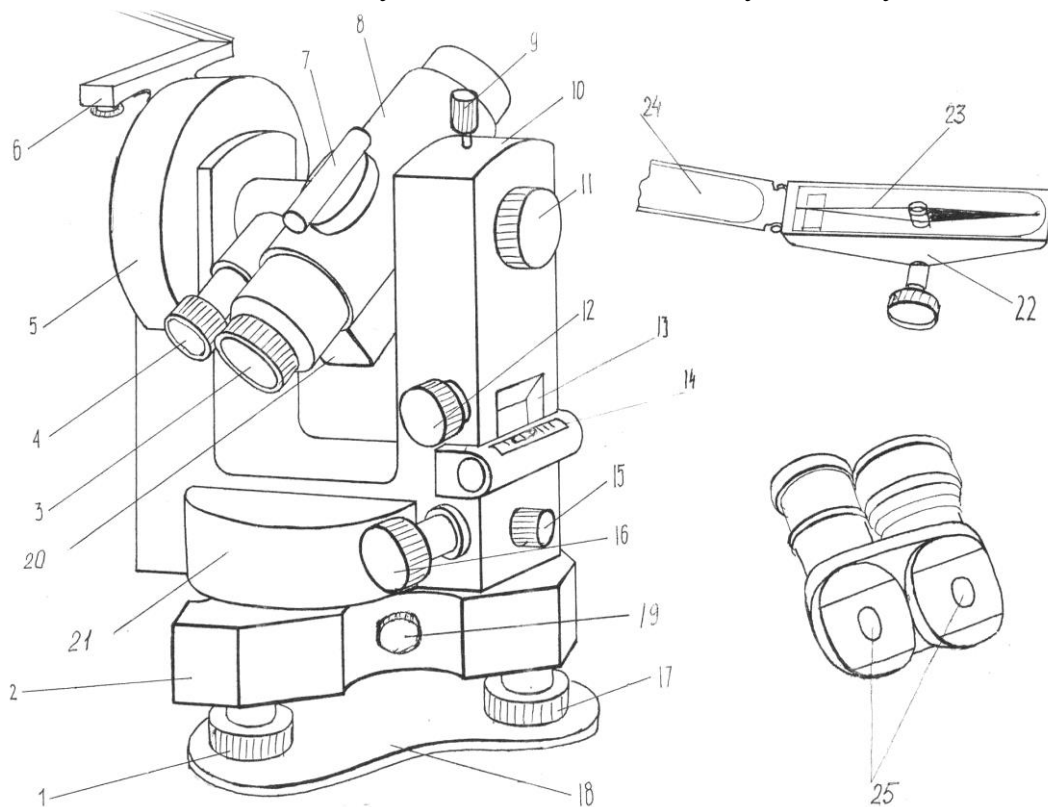


Рис. 4.2. Схема теодоліта 4Т30

В комплекті з теодолітом є: штатив, орієнтир-бусоль (6, 22), окулярні насадки (25). Штатив потрібен для установки теодоліта над вершиною кута, що вимірюються. Орієнтир-бусоль дозволяє на місцевості виміряти магнітні азимути ліній. Окулярні насадки, що одягають на окуляри зорової труби і відлікового мікроскопа, дозволяють спостерігати предмети, розташовані під кутом більше 45° до горизонту, і виконувати вимірювання на ці предмети. Зорова труба теодоліта може переводитися через зеніт і окуляром і об'єктивом. Її фокусування на ціль здійснюється обертанням кремальєри (11). Обертанням діоптрійного кільця (3) добиваються різанням видимості сітки ниток (рис. 4.3).

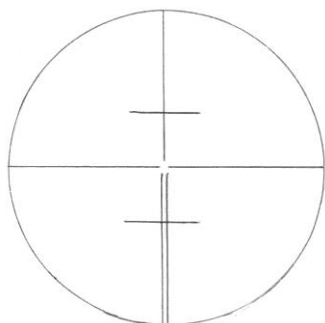


Рис. 4.3

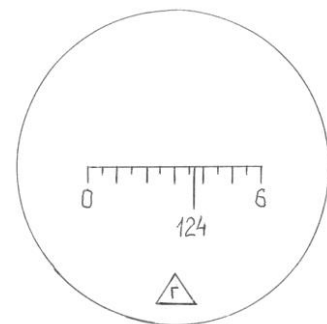


Рис. 4.4

Два горизонтальні короткі штрихи сітки ниток вище і нижче за перетин горизонтальної і вертикальної ниток є **нитяним далекоміром**. Корпус зорової труби складає єдине ціле з горизонтальною віссю, встановленою в лагерах колонок (10).

Коліматорний візир (7) призначений для грубого наведення труби на ціль. При користуванні візиром око повинно бути на відстані 25-30 см від нього. Точне наведення зорової труби на предмет в горизонтальній площині здійснюється навідним гвинтом (16) після закріплення алідади гвинтом (15), а у вертикальній площині – навідним гвинтом (12) після закріплення труби гвинтом (9).

Для того, щоб теодоліт плавно повертався разом з горизонтальним кругом (лімба), необхідно обертати навідний гвинт лімба на підставці. При цьому закріпний гвинт лімба (19) повинен бути затиснений.

Горизонтальний і вертикальний круги розділені через 1° . Горизонтальний круг (лімба) має кругову оцифровку від 0° до 359° по напрямку годинникової стрілки, а вертикальний – секторну, від 0° до 75° і від 0° до -75° .

Зображення штрихів і цифр обох кругів передаються в полі зору відлікового мікроскопа, окуляр (4) якого встановлюється по оку до появи чіткого зображення шкал обертанням діоптрійного кільця мікроскопа. Відлік по кругах проводиться по відповідних шкалах мікроскопа (В – вертикальна, Г – горизонтальна). Приклад відліку по шкалі горизонтального круга (лімба) наводиться на рис. 4.4.

Відлік береться таким чином. Кількість градусів відповідає напису штриха лімба, який проектується на шкалу. А кількість хвилин визначається як дуга від нульового розподілу шкали до градусного штриха лімба. При цьому потрібно пам'ятати, що ціна розподілу шкали рівна 5 хвилинам. На рис. 4.4 відлік рівний $124^\circ 37'$.

Установці теодоліта в робоче положення (нівеляція), коли вісь обертання теодоліта стає прямовисною, проводиться обертанням підйомних гвинтів підставки (1, 17) з використанням циліндрового рівня на алідаді (14).

Перевірки і юстирування теодоліта

Всі теодоліти створені по одній геометричній схемі, яка основана на принципі роздільного вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів. Для вірного вимірювання кутів необхідно, щоб у теодоліта в робочому положенні виконувалися наступні умови:

- 1) вертикальна вісь приладу повинна бути прямовисною;
- 2) площина лімба повинна бути горизонтальною;
- 3) візирна (колімаційна) площина повинна бути вертикальною.

А щоб теодоліт можна було встановити в робоче положення, у нього повинні виконуватися певні геометричні умови, що стосуються взаємного розташування осей теодоліта (рис. 4.5):

1. Вісь циліндрового рівня при алідаді горизонтального круга повинна бути перпендикулярною осі обертання труби ($UU \perp GG$).

2. Візирна вісь зорової труби повинна бути перпендикулярною горизонтальній осі обертання труби ($VV \perp GG$).

3. Вертикальна нитка сітки ниток повинна бути паралельною вертикальній осі приладу ($YY \parallel OO$).

4. Вісь обертання зорової труби повинна бути перпендикулярною вертикальній осі обертання приладу ($GG \perp OO$).

5. Вісь візира повинна бути паралельною візирній осі зорової труби.

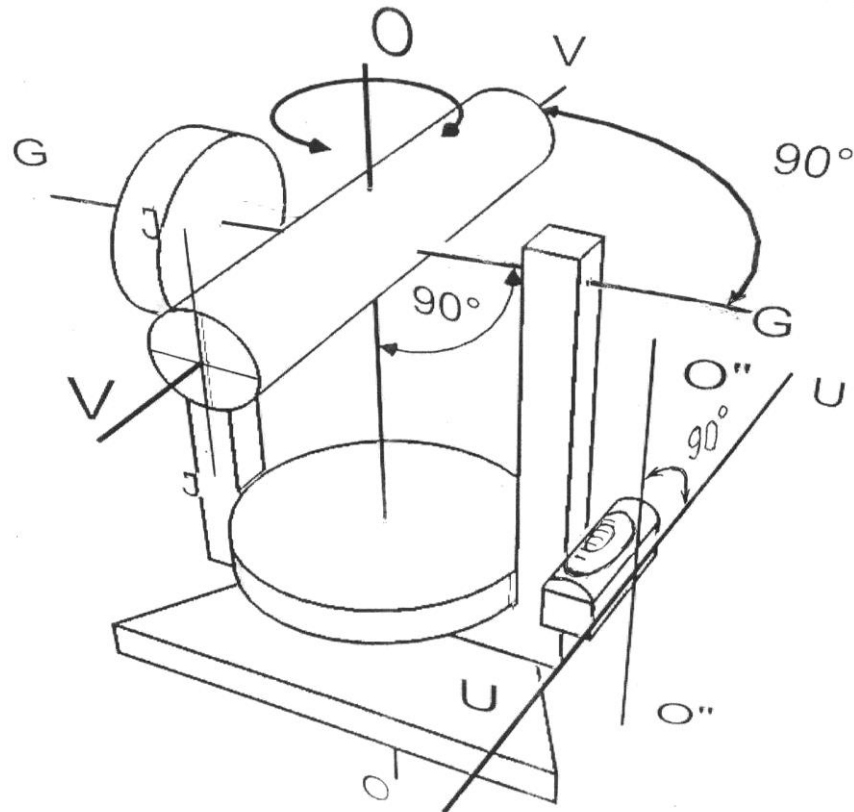


Рис. 4.5

Виконання перерахованих геометричних умов необхідне для правильного вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів.

Вимірювання горизонтальних кутів

Для правильного вимірювання горизонтального кута необхідне дотримання наступних умов:

- центр горизонтального круга (лімба) повинен знаходитися на прямовисній лінії, що проходить через вершину кута;
- площина лімба повинна бути строго горизонтальною.

При виконанні цих умов нахил зорової труби теодоліта у вертикальній площині під час візування на точки місцевості не впливатиме на величину горизонтального кута, що вимірюється.

Підготовка приладу до вимірювання горизонтального кута.

При вимірюванні кутів на місцевості їх вершини заздалегідь відзначають забитими в землю кілочками. Теодоліт встановлюють на штативі так, щоб вістря рівня знаходилося над кілочком, а головка штатива займала приблизно горизонтальне положення на висоті грудей спостерігача. Ніжки штатива при цьому повинні бути втиснуті в ґрунт настільки, щоб забезпечувалося стійке положення приладу. Після цього ослабляють становий гвинт, яким теодоліт кріпиться до головки штатива, і переміщують теодоліт по головці штатива, добиваючись точного центрування схилу над серединою кілочка.

При роботі в приміщенні штатив встановлюють на підлозі в спеціальних дерев'яних підставках, що обмежують розбіжність ніжок штатива (операція

центрування в цьому випадку не виконується).

Нівелювання приладу виконується в такій послідовності. Поворотом алідади вісь циліндрового рівня розташовують паралельно двом підйомним гвинтам і їх обертанням в протилежні сторони виводять пухирець рівня на середину. Потім повертають алідаду на 90° («по третьому гвинту») і обертанням третього гвинта знову виводять пухирець на середину. Потім контролюють положення пухирця рівня в положенні «по двох гвинтах».

Трубу встановлюють «по оку» обертанням окулярного кільця, добиваючись чіткого зображення сітки ниток. Установка труби «по предмету» робиться в процесі візування на ціль обертанням гвинта кремальєри.

Вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів.

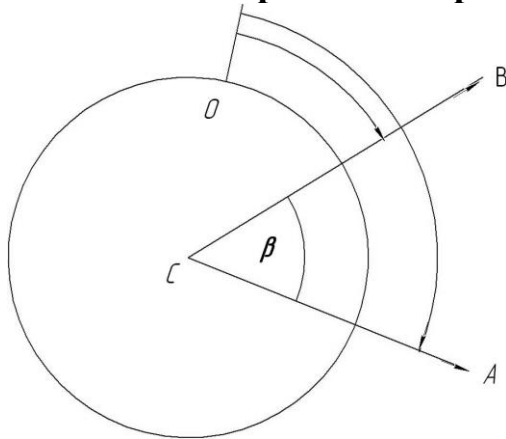


Рис. 4.6

Суть даного способу полягає в двократному вимірюванні одного і того ж кута при двох положеннях вертикального круга («круг ліво» і «круг право») і обчисленні середнього значення кута, що вимірюються. Схема вимірювання горизонтального кута показана на рис. 4.6.

При оцифровці лімба по ходу годинникової стрілки маємо

$$b = a - b$$

де, a – відлік на праву (задню) точку;
 b – відлік на ліву (передню) точку.

Якщо відлік на задню точку виявився меншим ніж на передню, то до нього заздалегідь потрібно додати 360° .

Теодоліт наводять послідовно на праву і ліву точки, знімають відліки по горизонтальному кругу і записують їх в журнал вимірювання кутів. Вираховують і записують змірний кут.

При наведенні на ціль спочатку виконують грубе наведення по візирі. Потім, затиснувши закріпні гвинти алідади і труби, і відфокусувавши трубу на ціль, роблять точне наведення на ціль навідними гвинтами алідади і труби. При роботі в полі наведення роблять на низ віхи, суміщаючи з нею перетин сітки ниток. При роботі в приміщенні як візирну ціль використовують наперед підвішені на стіни віхи.

Перед другим напівприйомом рекомендується «збити» положення лімба на $1-2^\circ$. Це можна зробити навідним гвинтом лімба. Після цього трубу переводять через зеніт і всі операції по вимірюванню кута повторюють. Якщо різниця значень кута в напівприйомах не перевищує подвійної точності відлікового пристрою, то обчислюють середнє значення кута. При невиконанні цієї умови роблять повторне вимірювання кута. Оскільки точність узяття відліку у теодоліта 4Т30 рівна $0,5'$,

допустима розбіжність кута в напівприйомах не повинна перевищувати 1'.

Порядок роботи по вимірюванню горизонтальних кутів і контроль вимірювань

При роботі в польових умовах вибирають на місцевості 3-4 точки на відстані 100-150 м і закріплюють їх колами. Виміряють горизонтальні кути на кожній точці (вершині) і результати записують в журнал. Потім підсумовують всі зміряні кути і перевіряють виконання умови:

$$\sum \beta_{\text{зм.}} - \sum \beta_{\text{теор.}} \leq 1' \sqrt{n}, \quad (4.1)$$

Тут $\sum \beta_{\text{зм.}}$ - сума всіх зміряних кутів

$$\sum \beta_{\text{теор.}} = 180^\circ(n-2) \quad (4.2)$$

де n – число зміряних кутів.

Аналогічно ведуть роботу в приміщенні, позначаючи точки на підлозі крейдою.

В обмежених умовах невеликого приміщення можна встановити теодоліт в центрі його і зміряти декілька суміжних кутів, які в сумі становлять 360° , використовуючи як візирну ціль наперед вивішені на стіни віхи. Для того, щоб вимірювання суміжних кутів були незалежними, бажано кожний з кутів виміряти при різних положеннях лімба.

Вимірювання вертикальних кутів.

Вертикальним називається кут між напрямом на предмет і горизонтальним напрямом візирної осі труби теодоліта. Вертикальні кути можуть бути укладені в межах від 90° до -90° . Вертикальні кути вимірюються для визначення перевищень між точками тригонометричною нівеляцією і для визначення горизонтальних прокладань похилих ліній місцевості.

Горизонтальний напрям візирної осі визначається за допомогою місця нуля (МО) вертикального круга. Місце нуля – це відлік по вертикальному кругу при горизонтальному положенні візирної осі і горизонтальному положенні осі рівня при вертикальному або горизонтальному (у теодоліта 4Т30) крузі.

У різних теодолітів вертикальний круг має різну будову і різну оцифровку. Тому формули для визначення вертикальних кутів і місця нуля вертикального круга у різних теодолітів розрізняються. Наприклад, у теодоліта 4Т30 оцифровка вертикального круга сек-торна, по 75° в одну і в іншу сторону від нуля, причому в одну сторону поділки підписуються із знаком +, в іншу – із знаком –. На рис. 4.7 показані відліки по вертикальному кругу теодоліта 4Т30 для додатного вертикального кута при «круг право» (КП) і «круг ліво» (КЛ).

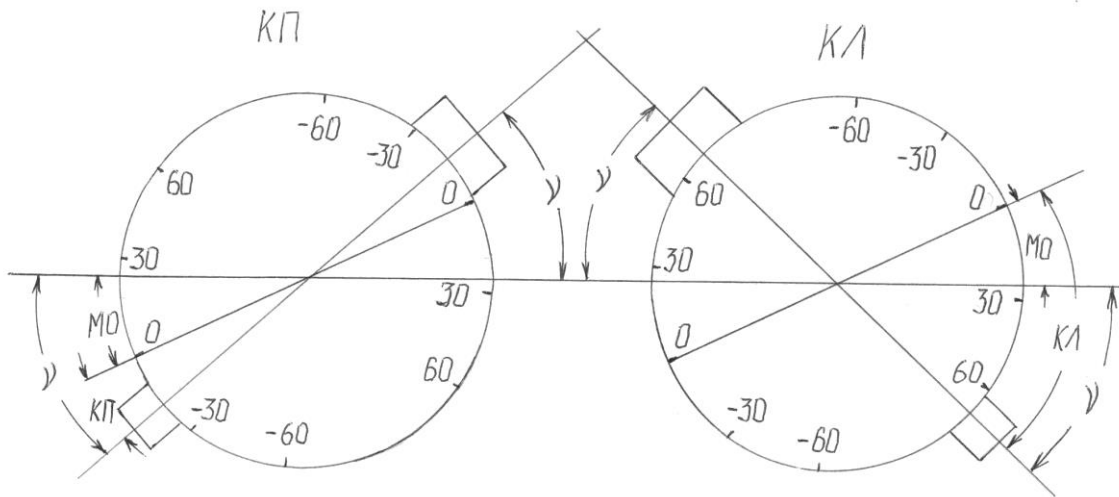


Рис. 4.7

З рис. 4.7 очевидні формули:

$$v = MO - КП; \quad v = КЛ - MO; \quad (4.3)$$

з цих формул можна вивести, що

$$MO = \frac{КЛ + КП}{2}; \quad v = \frac{КЛ - КП}{2}; \quad (4.4)$$

у теодоліта 3Т30 (Т30) формула для визначення вертикального кута і місце нуля (МО) будуть інші:

$$(4.5) \quad v = MO - КП - 180^\circ; \quad v = КЛ - MO;$$

$$MO = \frac{КЛ + КП - 180^\circ}{2}; \quad v = \frac{КЛ - КП - 180^\circ}{2}. \quad (4.6)$$

Необхідно відзначити, що відліки по вертикальному кругу у теодоліта 4Т30П беруться по шкалі, підписаною буквою В, рівній 1° вертикального круга і поділеної на 12 частин. Отже, ціна поділки шкали рівна $5'$. Ділячи її на око на 10 частин, ми можемо брати відлік з точністю $0,5'(30'')$. Зліва направо шкала зростає від $0'$ до $60'$ (підписано цифрою 6), справа наліво шкала зменшується від $-0'$ до $-60'$ (підписано -6). Відлік по шкалі береться таким чином: кількість градусів прочитується з підписаного градусного штриха вертикального круга, який проектується на шкалу; кількість хвилин визначається по шкалі від її нуля до градусного штриха вертикального круга. Причому, якщо градусний штрих додатний, то кількість хвилин вираховується зліва направо від 0 шкали до цього штриха, і додається до градусів. Відлік буде додатнім. Наприклад, на рис. 4.8 відлік рівний $+2^\circ 19'$. Якщо градусний штрих вертикального круга від'ємний, то кількість хвилин вираховується

справа наліво від -0 до градусного штриха і додається до градусів; відлік буде від'ємним. Наприклад, на рис. 4.9 відлік рівний $-0^{\circ}52'$.

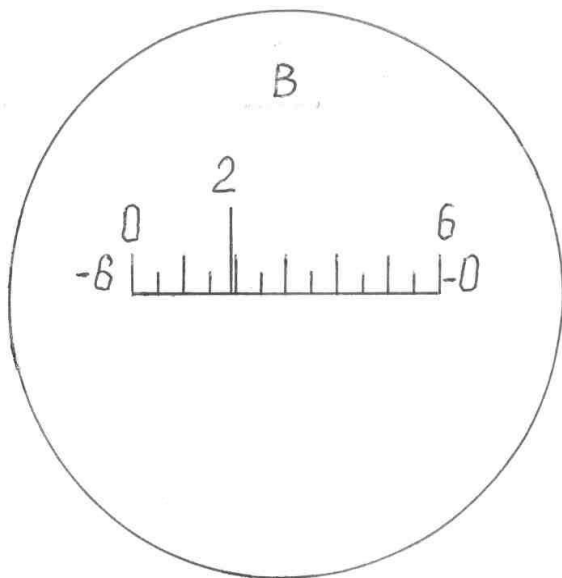


Рис. 4.8

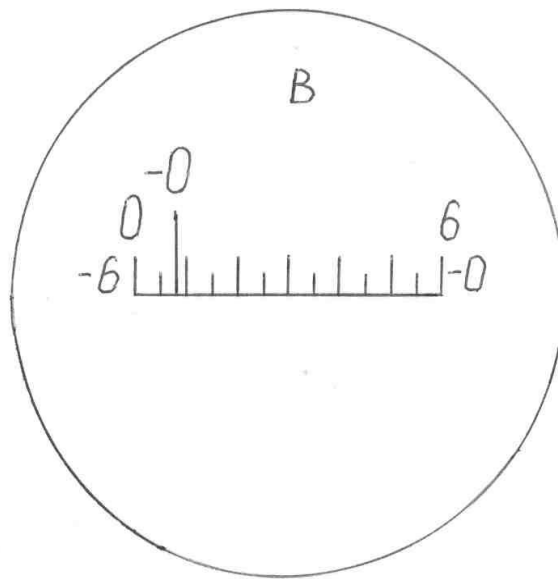


Рис. 4.9

При вимірюванні вертикальних кутів теодолітом 4Т30П ретельно приводять вісь теодоліта в прямовисне положення, потім зорову трубу наводять на точку при «круг право» (КП). Перед узяттям відліку при необхідності потрібно поправити рівень (пухирець вивести на середину) підйомними гвинтами. Потім береться і записується відлік КП по вертикальному кругу. Далі труба переводиться через zenit і наводиться на ту ж точку при «круг ліво» (КЛ). Підправивши при необхідності рівень підйомними гвинтами, беруть і записують відлік по вертикальному кругу КЛ. По формулах (4) визначають вертикальний кут v і місце нуля МО.

Місце нуля слід визначити повторно при наведенні на іншу точку, і з двох значень обчислити його середнє арифметичне, якщо середнє значення МО більше $1'$, його слід виправити. Для цього обчислити виправлені відліки для вертикального круга по формулах

$$\text{КЛвиправ.} = \text{КЛ} - \text{МО} \quad \text{або} \quad \text{КПвиправ.} = \text{КП} - \text{МО} \quad (4.7)$$

і встановити виправлений відлік на вертикальному крузі навідним гвинтом зорової труби. При цьому перетин сітки ниток зміститься із зображення спостережуваної точки. Відгвинтити ковпачок в окулярній частині труби, шпилькою ослабити на півоберта бічні виправні гвинти сітки ниток. Обертанням верхнього і нижнього виправних гвинтів сітки в одну сторону, навести перетин сітки ниток на точку. Закріпивши бічні гвинти сітки, ще раз визначаємо МО.

Якщо ми визначили місце нуля (МО), то інші вертикальні кути можемо виміряти однократним наведенням зорової труби на ціль при «круг право» (КП) або «круг ліво» (КЛ) з одночасним зняттям відліків по вертикальному кругу і підрахувати кути по формулах.

В геодезії також для визначення прямих кутів використовуються екери різноманітної конструкції.

Будова екера. *Екер* - прилад для побудови на місцевості прямих кутів. Екери бувають дзеркальні і призматичні. Дзеркальний екер складається з тригранної коробки, одна з бічних граней якої відкрита (рис. 4.10). До двох інших граней з внутрішньої сторони прикріплені дзеркала. Над дзеркалами вирізані віконця. Внизу екера є гачок для відвісу.



Рис. 4.10. Дзеркальний екер

Якщо екер встановлений на лінії АВ (рис. 4.11), то промінь від віхи А потрапляє в дзеркало Z_1 , відображається від нього, падає на дзеркало Z_2 , відображається від нього і потрапляє в око спостерігача, складаючи зі своїм первинним напрямом кут ε .

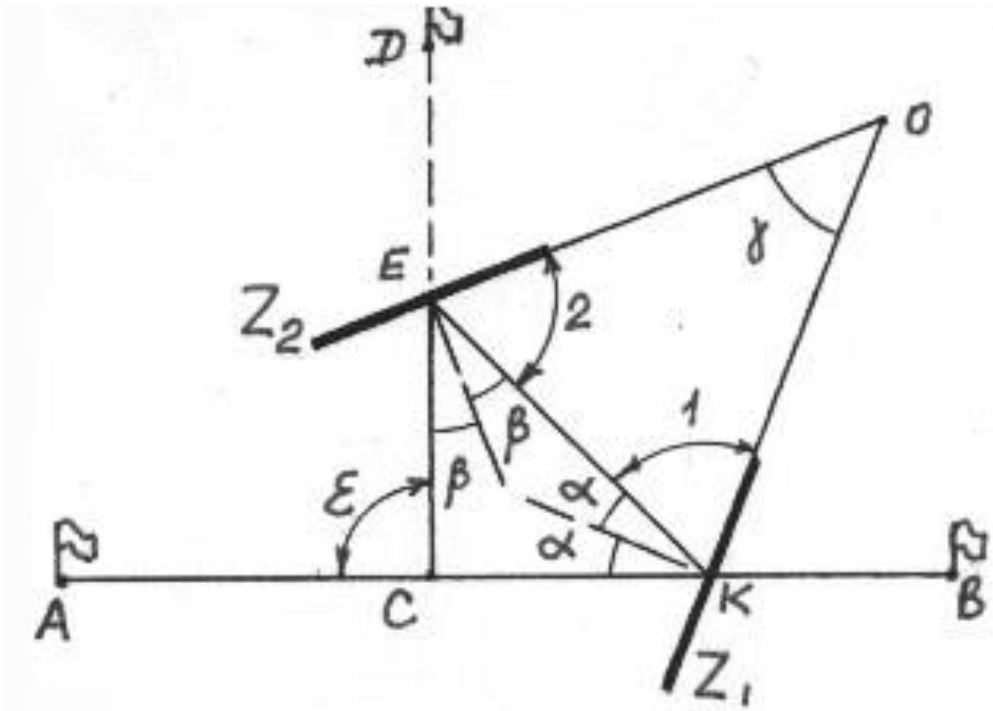


Рис. 4.11

Теорія екера полягає у виводі формули

$$\varepsilon = \varepsilon(\gamma), \quad (4.8)$$

де γ - кут між дзеркалами.

Позначимо: α – кут падіння і кут віддзеркалення на дзеркалі Z_1 , β – кут падіння і кут віддзеркалення на дзеркалі Z_2 .

Кут ε являється зовнішнім кутом трикутника СЕК, тому:

$$\varepsilon = 2\alpha + 2\beta = 2(\alpha + \beta). \quad (4.9)$$

В трикутнику ЕОК:

$$\gamma = 180^\circ - (\angle 1 + \angle 2)$$

Але

$$\angle 1 = 90^\circ - \alpha, \quad \text{а} \quad \angle 2 = 90^\circ - \beta$$

тому

$$\gamma = \alpha + \beta.$$

Звідси

$$\varepsilon = 2\gamma$$

або

$$\gamma = \varepsilon/2. \quad (4.10)$$

Для того, щоб промінь складав з своїм попереднім напрямом кут $\beta = 90^\circ$ потрібно, щоб кут між дзеркалами був рівний 45° .

Око бачить зображення віхи А в дзеркалі Z_2 в напрямі СЕ, перпендикулярному напрямку АВ, а у віконце над дзеркалом видно віху D, яку помічник переставляє по команді спостерігача. Як тільки віха D знаходиться на лінії СЕ, її закріплюють.

Якщо віхи закріплені, то за допомогою екера можна знайти на лінії АВ точку С, щоб лінія DC була перпендикулярна АВ; іншими словами, можна знайти основу перпендикуляра, опущеного з точки D на лінію АВ. Узявши в руки екер, переміщуються по лінії АВ, поки зображення віхи А в дзеркалі Z_2 не співпадає з напрямом CD. Потім за допомогою відвісу намічають на землі точку С.

Перевірка екера. Кут між дзеркалами повинен бути рівний 45° . Стоячи в точці С, будують прямий кут, спостерігаючи віху А, закріплюють прямий кут першою віхою. Потім, стоячи як і раніше в точці С, будують прямий кут, спостерігаючи віху В, закріплюють прямий кут другою віхою. Якщо віхи виявилися поряд, умова екера виконується. В протилежному випадку намічають середнє положення, ставлять віху в цю точку і юстировочними гвинтами дзеркал змінюють кут між дзеркалами до тих пір, поки зображення віхи А або В не співпадає з напрямом CD. Після цього перевірку повторюють. Екер вважається справним, якщо кут γ відрізняється від 45° не більше, ніж на $\pm 2.5'$, тоді помилка побудови кута $\beta = 90^\circ$ буде не більше $5'$.

Класичний дзеркальний екер практично втратив значення для геодезії.



Рис. 4.12. Ортогональний екер

На рис. 4.12 представлена модель ортогонального екера з використанням напівдзеркала. Ортогональний екер має властивість відхилювати візирний промінь рівно на 90° , проте класичне цільне дзеркало з двома направленими всередину дзеркальними поверхнями в даному випадку замінено двома дзеркалами.

Контрольні питання

1. Призначення теодоліта.
2. Будова теодоліта.
3. Перевірки і юстирування теодоліта
4. Порядок вимірювання горизонтальних кутів.
5. Порядок вимірювання вертикальних кутів.
6. Призначення штатива теодоліта.

Практичнаа робота № 5

ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ

Мета: навчитися обчислювати вертикальні кути, горизонтальні закладення, визначати перевищення і висоти точок

Прилади і обладнання: журнал тахеометричного знімання, калькулятор.

Теоретичні відомості

1. Тахеометрія – швидкий спосіб одночасного визначення планового та висотного положення точок місцевості. В основі тахеометричного знімання лежить ідея визначення просторового положення точки місцевості одним наведенням зорової труби приладу на рейку, встановлену в цій точці. Точка над якою встановлений прилад називається **станцією**, а точка положення якої визначається під час знімання – **рейковою (пікетною) точкою**.

Суть тахеометричного знімання полягає в тому, що зі станції, просторові координати якої відомі, визначають положення рейкових точок способом полярних координат – за кутом β між орієнтирним напрямком і вибраною точкою та відстанню D від станції до цієї точки (рис. 5.1). Перевищення h та горизонтальне прокладання d визначають за виміряною відстанню D та вимірним вертикальним кутом ν . Всі польові вимірювання заносять в журнали відповідної форми. Одночасно з цим ведуть **абрис**, на який наносять контури місцевості, а також наближене розташування на місцевості всіх рейкових точок. В результаті тахеометричного знімання складають топографічний план місцевості із зображенням на ньому ситуації та рельєфу.

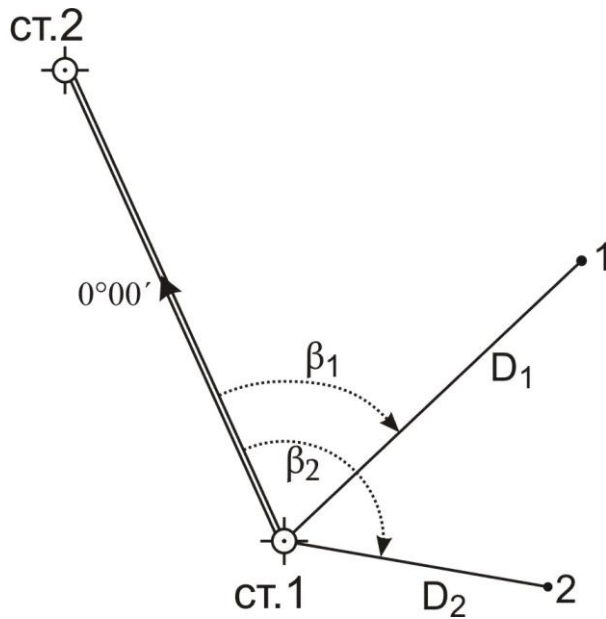


Рис. 5.1. Положення рейкових точок при тахеометричному зніманні
Послідовність роботи на станції при виконанні тахеометричного знімання із застосуванням теодоліта-тахеометра наступний:

1) встановлюють прилад над точкою геодезичного обґрунтування і приводять його в робоче положення;

2) орієнтують лімб горизонтального круга на один із суміжних пунктів геодезичного обґрунтування:

- відкріплюють закріпний гвинт аліади горизонтального круга та встановлюють на горизонтальному крузі відлік $0^{\circ}00'$;

- закріплюють закріпний гвинт аліади горизонтального круга і відкріплюють закріпний гвинт лімба;

- наводять зорову трубу на точку орієнтування та закріплюють закріпний гвинт лімба (для точного наведення користуються мікрометричним гвинтом лімба);

3) вимірюють висоту приладу з точністю до 1 см (від верху закріпленої точки на місцевості, над якою встановлений теодоліт, до візирної осі труби теодоліта);

4) наводять зорову трубу на рейку, встановлену в рейковій точці (пікеті) та знімають відліки (лише при одному положенні круга – КП або КЛ):

- висота наведення на рейку (за середнім штрихом сітки ниток);
- за горизонтальним кругом;
- за вертикальним кругом;
- за верхнім і нижнім віддалемірними штрихами сітки ниток (в журнал записується лише обчислена віддалемірна віддаль);

5) виконують дії зазначені в пункті 4 у всіх характерних точках місцевості, після чого переходять на наступну станцію, де повторюють роботи наведені в пунктах 1-5.

Послідовність обробки результатів вимірювань на станції наступна:

1) обчислюють кут нахилу v ;

2) обчислюють горизонтальну проекцію віддалі d до рейкової точки;

- 3) обчислюють попередні перевищення h' ;
- 4) обчислюють кінцеві перевищення h та висоти рейкових точок H ;
- 5) виконують побудову топографічного плану.

Вертикальні кути нахилу за лініями візування на рейкові точки обчислюють в залежності від місця нуля $МО$ та відліків за вертикальним кругом. Оскільки вимірювання можна виконувати при крузі ліворуч або крузі праворуч, то відповідно маємо дві формули (для теодоліта 2Т30):

$$v = КЛ - МО, \quad (5.1)$$

або

$$v = МО - КП, \quad (5.2)$$

де $КЛ$ і $КП$ – відліки за вертикальним кругом.

2. При тахеометричному зніманні віддалі визначаються за допомогою *ниткового віддалеміра* – двох штрихів нанесених на сітку ниток. Визначені таким чином віддалі називаються **віддалемірними** і позначаються D .

Горизонтальне прокладання d в тахеометрії обчислюється на основі віддалемірної віддалі D та кута нахилу v за формулою:

$$d_i = D_i \times \cos^2 v_i. \quad (5.3)$$

У формулі (6.3) з'являється додатковий косинус кута нахилу в порівнянні з формулою $d_i = D_i \times \cos v_i$, яка використовується для обчислення горизонтального прокладання при урівнюванні теодолітного ходу. Це пояснюється тим, що при вимірюванні похилих довжин ліній нитковим віддалеміром, з'являється додатковий кут за неперпендикулярність візирної осі до рейки, який рівний куту нахилу лінії. Тому у формулі приведення до горизонту ліній виміряних нитковим віддалеміром один косинус компенсує вертикальний кут нахилу лінії, а інший – неперпендикулярність візирної осі приладу до рейки.

3. Спочатку необхідно обчислити *попереднє перевищення h'* за формулами:

- або з використанням горизонтального прокладання:

$$h'_i = d_i \times \operatorname{tg} v_i; \quad (5.4)$$

- або з використанням похилої віддалі визначеної нитковим віддалеміром:

$$h'_i = \frac{1}{2} D_i \times \sin 2v_i. \quad (5.5)$$

Далі у *кінцевому перевищенні h* враховуються висота приладу i та висота наведення на рейку V :

$$h_i = h'_i + i - V_i. \quad (5.6)$$

Після цього обчислюють висоти H_i рейкових точок за формулою:

$$H_i = H_{ct} + h_i, \quad (5.7)$$

де H_{ct} – висота станції;

h_i – кінцеве перевищення між станцією та рейковою точкою.

4. Після завершення обчислень на всіх станціях складають топографічний план, де зображають ситуацію та рельєф місцевості.

Роботи по складанню плану виконують в такій послідовності:

1) на аркуші креслярського паперу необхідного розміру *викреслюють координатну сітку* зі сторонами квадратів 10 см і оцифровують її у відповідності із значеннями координат точок теодолітного ходу, згідно заданого масштабу плану;

2) за координатами *наносять на план точки теодолітного ходу*. При цьому необхідно користуватись вимірником і лінійкою поперечного масштабу. Для побудови точки необхідно за її координатами, знайти квадрат сітки, в якому вона повинна знаходитись, а потім від південно-західного кута квадрату сітки вздовж його сторін відкласти різниці координат точки і кута квадрату:

$$\begin{aligned} \Delta x &= x - x_0; \\ \Delta y &= y - y_0. \end{aligned} \quad (5.8)$$

Аналогічно виконують побудову всіх інших точок теодолітного ходу. Кожну точку наколюють голкою діаметром $0,1\text{ мм}$ і позначають умовним знаком „*точки планових знімальних мереж (тривалого закріплення)*”. Ліворуч підписують номер, або назву точки, а праворуч – висоту точки до сотих часток метра. Правильність нанесення точок *контролюють*, порівнюючи віддалі між ними визначені на плані з відповідними горизонтальними прокладаннями;

3) за даними з журналу тахеометричного знімання *наносять на план рейкові точки*. Для побудови точок центр транспортира суміщають зі станцією, яку приймають за полюс, а 0° транспортира суміщають з вихідним напрямком орієнтування. За дугою геодезичного транспортира відкладають горизонтальні кути за годинниковою стрілкою. В отриманих напрямках від станції відкладають горизонтальні прокладання в масштабі плану, користуючись вимірником і лінійкою поперечного масштабу. З правого боку від точки у вигляді звичайного дробу підписують її номер і висоту (до $0,01\text{ м}$), взяті з журналу тахеометричного знімання;

4) у відповідності з абрисами тахеометричного знімання на план *наносять ситуацію*, яку викреслюють згідно існуючих умовних знаків;

5) способом графічного інтерполювання *викреслюють на плані горизонталі*. Основні горизонталі повинні мати товщину $0,12\text{-}0,15\text{ мм}$, а потовщені – $0,25\text{-}0,30\text{ мм}$. Крім того, всі потовщені горизонталі мають бути підписані (верх цифр повинен бути направлений в бік підвищення місцевості). На характерних вигинах горизонталей викреслюють *бергштрихи* – короткі штрихи, які показують напрямок схилу;

б) виконують *редагування плану*, яке полягає в видаленні зайвих підписів точок в місцях їх скупчення і там, де вони заважають ситуації. Ситуацію, рельєф та позарамкове оформлення плану викреслюють в туші згідно вимог умовних знаків.

Розглянемо детальніше *5 пункт*, який полягає у побудові горизонталей. Рельєф на топографічних планах і картах зображають у вигляді горизонталей, процес побудови яких називають **інтерполюванням**. **Інтерполювання** полягає в знаходженні, за напрямком між двома суміжними пікетами з відомими висотами, проєкцій точок на площині з перетином між ними, який дорівнює висоті перерізу рельєфу (рис. 5.2).

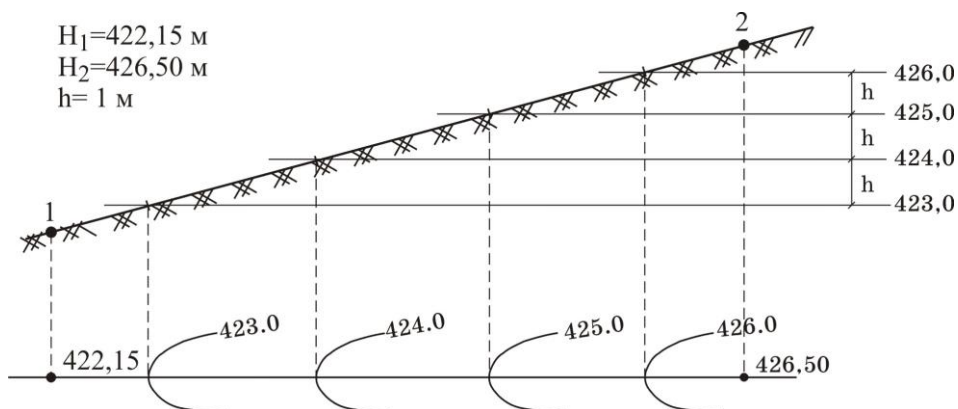


Рис. 5.2. Визначення на площині точок, що задають розташування горизонталей

Існують різні способи інтерполювання. Розглянемо детальніше *графічний спосіб*. Він здебільшого виконується за допомогою палетки (рис. 5.3).

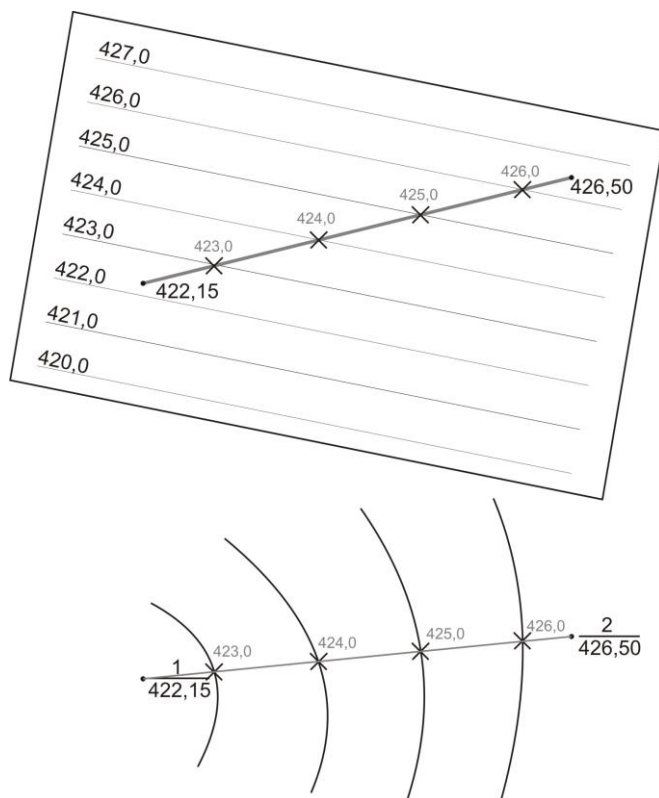


Рис. 5.3. Графічне інтерполювання за допомогою палетки

Палетка – лист прозорого паперу на якому проведені паралельні лінії з інтервалом 5-10 мм між ними. На кожній лінії палетки підписують значення висоти горизонталі, обов'язково кратне висоті перерізу рельєфу. Накладають палетку на лінію, за якою виконується інтерполювання, і задають їй такий поворот, щоб точки з відомими висотами розташовувались між паралельними лініями відповідно до значень своїх висот (на рис. 6.3 – точки 1 і 2). Переколюють на план точки перетину ліній палетки з лінією інтерполювання та підписують олівцем їх висоти. Аналогічні операції виконують за іншими лініями. Точки з однаковими висотами з'єднують плавними кривими і отримують горизонталі.

Контрольні питання:

1. Тахеометричне знімання. Послідовність роботи на станції.
2. Обробка журналу тахеометричного знімання.
3. Побудова топографічного плану ділянки місцевості за результатами тахеометричного знімання.
4. Побудова горизонталей графічним інтерполюванням.

Практична робота № 6

МЕТОДИ НІВЕЛЮВАННЯ. ОБЧИСЛЕННЯ ПЕРЕВИЩЕНЬ І ВИСОТ ТОЧОК

Мета: отримати уявлення про методи нівелювання.

Прилади і обладнання: нівелір Н-3, штатив, комплект рейок.

Теоретичні відомості

Для визначення висот точок місцевості необхідно виконати комплекс геодезичних вимірювань, який називають **нівелюванням**. В процесі нівелювання визначають перевищення одних точок земної поверхні над іншими, а потім за відомими висотами вихідних точок і відомими перевищеннями між точками визначають висотне положення інших точок над прийнятою рівневою поверхнею.

В залежності від приладів, які застосовують для нівелювання, його поділяють на **геометричне** – нівелювання горизонтальним променем візування за допомогою нівеліра; **тригонометричне** – нівелювання похилим променем візування за допомогою теодоліта; **гідростатичне** – виконується за принципом, що рідина в сполучених посудинах завжди знаходиться на однаковому рівні; **барометричне** – при якому перевищення між точками визначають за різницею атмосферного тиску в точках; **механічне** – виконується за допомогою приладів, які автоматично записують профіль місцевості.

Відомі такі способи геометричного нівелювання: *нівелювання із середини* та *нівелювання вперед* (рис. 6.1). При нівелюванні із середини в точках 1 і 2 встановлюють нівелірні рейки, а посередині між точками – нівелір. Коли нівелювання виконують в напрямку від першої точки до другої, то першу точку

називають **задньою**, а другу – **передньою**. При нівелюванні вперед нівелір встановлюється або біля однієї з точок або на одній з точок. При прокладанні нівелірних ходів більш поширеним є нівелювання зсередини, оскільки в ньому компенсується похибка за невиконання головної умови нівеліра.

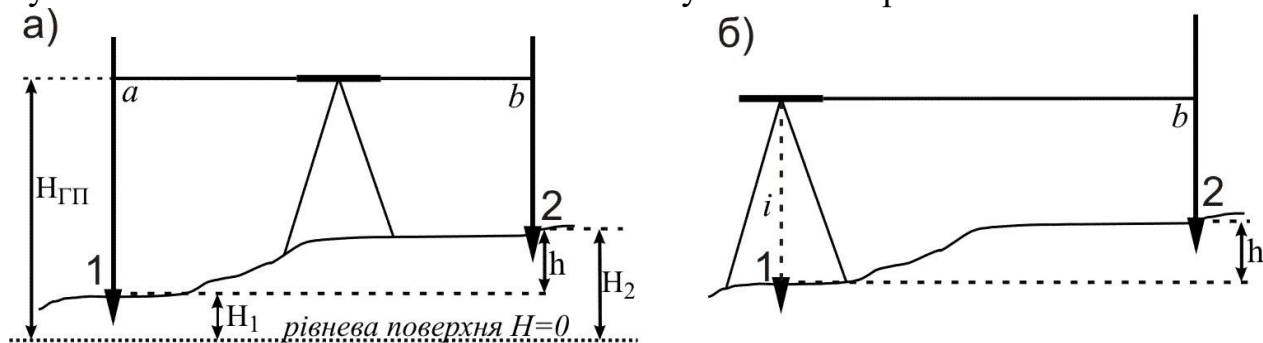


Рис. 6.1. Способи геометричного нівелювання:
а) нівелювання зсередини; б) нівелювання вперед

Для визначення висот точок 1 та 2 нівелюванням зсередини (рис. 6.1, а) необхідно:

- 1) встановити нівелір посередині між точками 1 та 2;
- 2) на точках 1 та 2 встановити нівелірні рейки;
- 3) привести нівелір в **робоче положення**:
 - бульбашку круглого рівня необхідно вивести в нуль-пункт за допомогою піднімальних гвинтів;
 - навести зорову трубу на задню рейку і добитися чіткого зображення поділок на рейці (за допомогою кремальєри) та сітки ниток (за допомогою окуляра);
 - привести бульбашку циліндричного рівня в нуль-пункт при допомозі елеваційного гвинта;
- 4) зняти відліки за рейками.

Детальніше послідовність приведення нівеліра в робоче положення та знімання відліків описана в питанні 2 лабораторної роботи 5.

Геометричне нівелювання за точністю поділяють на нівелювання I, II, III, IV класів і технічне нівелювання. **Технічне нівелювання** застосовується для визначення висот точок знімального обґрунтування при виконанні топографічних знімачь, виконанні трасування лінійних споруд а також при вирішенні різних задач в процесі будівництва і експлуатації інженерних споруд.

Хід технічного нівелювання починають з передачі висоти від репера державної геодезичної мережі на початковий пункт ходу. Таку операцію називають **прив'язкою ходу** до репера. В кінці хід також повинен бути прив'язаний до репера державної геодезичної мережі. Розрізняють *замкнені* та *розімкнені* нівелірні ходи (рис. 6.2). *Замкнений нівелірний хід* розпочинається і закінчується на одному репері. *Розімкнений нівелірний хід* розпочинається на одному репері, а закінчується на іншому. **Репер** – це пункт з відомою висотою.

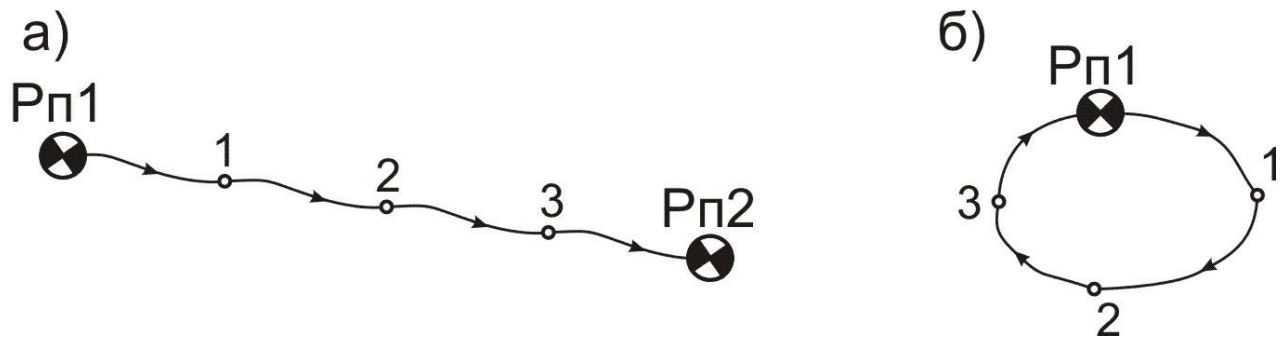


Рис. 6.2. Схема нівелірного ходу:
а) розімкненого; б) замкненого

Нівелювання виконують на станціях. **Станцією** називають одноразове встановлення нівеліра з наступним зніманням відліків за рейками, які називають *задніми, передніми і проміжними*. Технічне нівелювання виконується способом із середини. Довжина візирного променя від нівеліра до рейки (*плече нівелювання*) не повинна перевищувати 120 м. Розбіжність перевищень, визначених за відліками з чорного та червоного боків задньої і передньої рейок допускається ± 5 мм. Відліки знімають тільки з середньої нитки. Точки, які являються спільними для двох суміжних станцій і через які передають висоти на наступні точки, називають *зв'язуючими*, решта точок називаються *проміжними*.

Спостереження на станції виконують в такій послідовності:

- а) встановлюють нівелір в робоче положення на визначеному місці;
- б) наводять зорову трубу на задню рейку і знімають відлік з чорного боку рейки;
- в) наводять зорову трубу на передню рейку і знімають відліки з чорного та червоного боків рейки;
- г) наводять зорову трубу на задню рейку і знімають відлік з червоного боку рейки;
- д) якщо на станції є проміжні точки, то задню рейку послідовно встановлюють на ці точки і знімають відліки лише з чорного боку.

Така послідовність знімання відліків дозволяє контролювати стійкість штатива на станції. *Перед зніманням відліків необхідно щоразу приводити кінці бульбашки циліндричного рівня в контакт.*

Всі результати спостережень записують у журналі технічного нівелювання (табл. 6.1) і відразу на станції для контролю правильності знімання відліків *обчислюють перевищення та п'ятки*. Схема нівелірного ходу до табл. 6.1 показана на рис. 6.3.

Журнал технічного нівелювання
Нівелір Н-3 №4675

№ ст.	№№ точок нівелювання	Відліки з рейок			Перевищення, мм	Середнє перевищення, мм	Горизонт приладу, м	Висоти точок, м
		задня	передня	проміжна				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Рп 1	1647(1)						166,159
		6430(4)			-456 (7)	+2		
1	2	4783(5)	2103(2)			-455 (9)		165,706
			6884(3)		-454 (8)	-453		
			4781(6)					
	2	1384						165,706
		6169			+211	+1		
2	3	4785	1173			+212		165,919
			5956		+213	+213		
			4783					
	3	1854					167,773	165,919
		6638			+237	+2		
3	4	4784		1848		+238		165,925
	Рп 1		1617			+240		166,159
			6398		+240			
			4781					
Посторінковий контроль	24122(Σz) 24131(Σn) 9 (Σh) -4,5	24131(Σn)		-9 (Σh)	$\Sigma h_{вум} = -5$ $\Sigma h_{теор} = 0$ $f_h = -5$ $f_{hдоп} = \pm 35$			

Позначеннями (1)-(9) показана послідовність запису відліків та обчислень.

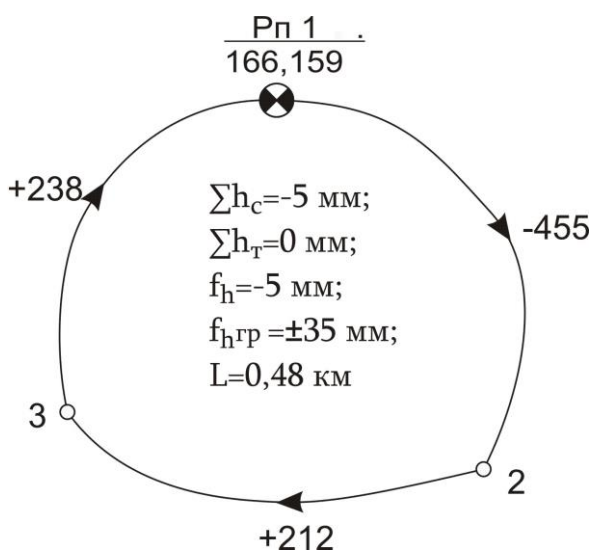


Рис. 6.3. Схема нівелірного ходу до табл. 6.1

3. Записавши в журналі відліки (1), (2), (3), (4), обчислюють („п'ятки”) (5) і (6), для чого від відліку з червоного боку рейки віднімають відлік з чорного боку цієї ж рейки:

$$(5) = (4) - (1) \quad \text{і} \quad (6) = (3) - (2). \quad (7.1)$$

Значення „п'ятки” повинне залишатись постійним і коливатись в межах до 5 мм, що контролює правильність зняття відліків з рейок.

Значення перевищень h між зв'язуючими точками обчислюють як різницю відліків за задньою і передньою рейками з чорних і червоних боків, тобто:

$$(7) = (1) - (2) \quad \text{і} \quad (8) = (4) - (3). \quad (7.2)$$

Якщо розбіжність між перевищеннями не перевищує ± 5 мм, то обчислюють їх середнє значення, яке заокруглюють до цілого числа міліметрів (9). Якщо значення перевищень або п'яток відрізняються більше як на ± 5 мм, то всі записи в журналі закреслюють, а вимірювання повторюють. На наступній станції вимірювання, записи і їх контроль виконують в такій самій послідовності.

Після цього виконують посторінковий контроль та врівноважування нівелірного ходу.

Завдання 1.

Виконати технічне нівелювання заданого замкненого полігону.

Розв'язок: Встановити нівелір посередині між першою і другою заданими точками та привести його в робоче положення. Встановити вертикально рейку на задню точку і навести на неї зорову трубу. Зняти відлік з чорного боку рейки за вище наведеною методикою. Отриманий відлік записати в журнал у графу „задня” в позицію (1). Встановити рейку на передню точку і зняти відліки з чорного та червоного боків рейки, записуючи їх в журнал у графу „передня” в позиції (2) та (3). Зняти відлік з червоного боку задньої рейки і записати в журналі – (4). Якщо на станції є проміжні точки, то встановлюють на них рейки і також знімають відліки з чорного боку та записують в журнал у графу „проміжна”. Виконати обчислення на станції та контроль вимірювань за розбіжностями „п'яток” і перевищень. В такій самій послідовності виконати нівелювання на інших станціях.

Завдання 2.

Виконати камеральну обробку журналу технічного нівелювання.

Розв'язок: Обчислити посторінковий контроль в журналі нівелювання та виконати зрівноважування нівелірного ходу в послідовності.

Контрольні запитання:

1. Способи геометричного нівелювання.
2. Геометричне нівелювання. Послідовність роботи на станції.
3. Обробка журналу технічного нівелювання.
4. Обчислення висот зв'язуючих і проміжних точок.

Практична робота № 7

БУДОВА І ПЕРЕВІРКИ НІВЕЛІРІВ

Мета: вивчити будову нівелірів Н-3, Н-3К і нівелірних рейок; навчитися знімати відліки з рейок.

Прилади і обладнання: нівелір НЗ (Н-3К), штатив, комплект рейок, висок.

Теоретичні відомості

Нівелір (від фр. *niveau* — рівень, нівелір) – це оптико-механічний прилад, призначений для побудови в просторі горизонтального променя. За допомогою нівелірів виконують геометричне нівелювання для визначення перевищення між двома точками.

За точністю нівеліри поділяють на високоточні (призначені для

нівелювання I та II класів – Н-05, Ni002), точні (застосовуються для нівелювання III та IV класів – Н-3, Н-3К, Н-3КЛ) та технічної точності (використовуються при виконанні технічного нівелювання – Н-10, Н-10К). *За способом установки візирного променя в горизонтальне положення* – поділяються на нівеліри з циліндричним рівнем при зоровій трубці (Н-3, Н-10) та на нівеліри з компенсатором (Н-3К, Н-10К).

У назві нівеліра літера „Н” означає нівелір, „К” – наявність компенсатора кутів нахилу, „Л” – наявність лімба горизонтального круга. *Цифра* в шифрі нівеліра означає середню квадратичну похибку (в міліметрах) на 1 кілометр подвійного нівелірного ходу.

Нівелір Н-3 (Н-3К) призначений для нівелювання III і IV класів, але його застосовують і при технічному нівелюванні. Загальний вигляд нівелірів Н-3 та Н-3К показаний на рис. 7.1 та 7.2.

Будова нівеліра Н-3. Основними частинами нівеліра Н-3 (рис. 7.1) є наступні:

1 - *піднімальні гвинти* – призначені для приведення бульбашки круглого рівня в нуль-пункт;

2 - *круглий рівень* – призначений для встановлення осі обертання нівеліра в прямовисне положення;

3 - *підставка нівеліра*;

4 - *зорова труба*;

5 - *візир* – призначений для швидкого, приблизного наведення на рейку;

6 - *окуляр*;

7 - *об’єктив*;

8 - *фокусуєчий гвинт (кремальєра)* – призначений для отримання чіткого зображення рейки в полі зору зорової труби;

9 - *затискний (закріпний) гвинт* – призначений для закріплення зорової труби в нерухомому положенні;

10 - *навідний (мікрометричний) гвинт* – призначений для точного наведення зорової труби на рейку в горизонтальній площині (працює при загвинченому затискному гвинті);

11 - *циліндричний рівень* – призначений для встановлення лінії візування в горизонтальне положення;

12 - *елеваційний гвинт* – призначений для приведення кінців бульбашки циліндричного рівня в контакт (нуль-пункт).

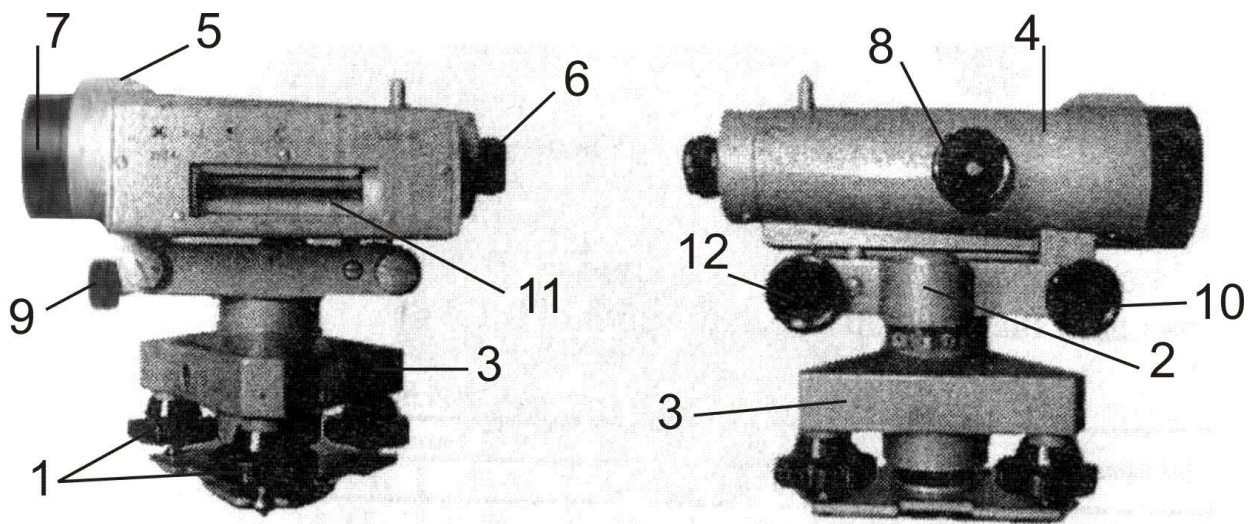


Рис. 7.1. Загальний вигляд та будова нівеліра Н-3

Над циліндричним рівнем розташований призмовий пристрій, який передає зображення положення бульбашки в поле зору труби. Таким чином, спостерігачу, в полі зору труби, видно кінці бульбашки рівня і рейку, з якої знімають відлік (рис. 7.4). Якщо бульбашка рівня знаходиться в нуль-пункті, то зображення її в полі зору труби утворює в верхній частині один загальний овал.

Будова нівеліра Н-3К. Основними частинами нівеліра Н-3К (рис. 7.2) є наступні:

- 1 - піднімальні гвинти;
- 2 - круглий рівень;
- 3 - дзеркало – для підсвічування круглого рівня;
- 4 - підставка нівеліра;
- 5 - зорова труба;
- 6 - окуляр;
- 7 - об'єктив;
- 8 - фокусуючий гвинт (кремальєра);
- 9 - навідний (мікрометричний) гвинт.

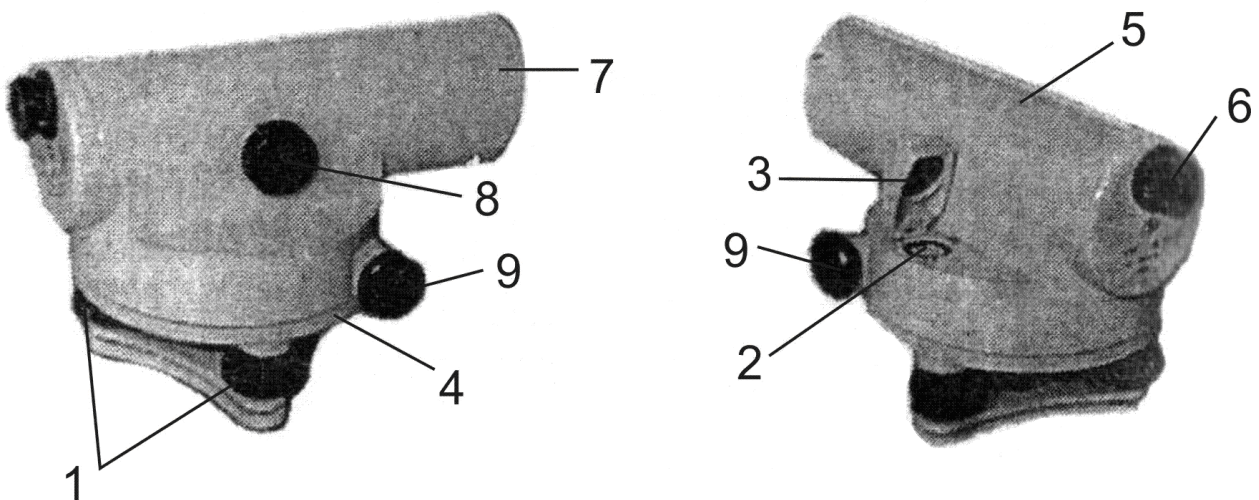


Рис. 7.2. Загальний вигляд та будова нівеліра Н-3К

У нівелірі Н-3К відсутні циліндричний рівень і елеваційний гвинт, тому що візирна вісь встановлюється автоматично в горизонтальне положення призмочним компенсатором (при кутах нахилу до 15°). **Компенсатор** – це пристрій, який автоматично встановлює промінь візування у горизонтальне положення при невеликих нахилах зорової труби.

Нівелірні рейки. Нівелірна рейка служить робочою мірою вимірювання перевищень. За точністю вони поділяються на високоточні (РН-05), точні (РН-3) та технічні (РН-10). Літери означають – „Р” – рейка, „Н” – нівелірна, *цифри* – вказують середню квадратичну похибку (в міліметрах) на 1 кілометр подвійного нівелірного ходу. Для нівелювання I, II та III класів використовуються суцільні рейки з круглим рівнем. У складних рейках після цифр додається літера „С” (РН-10С).

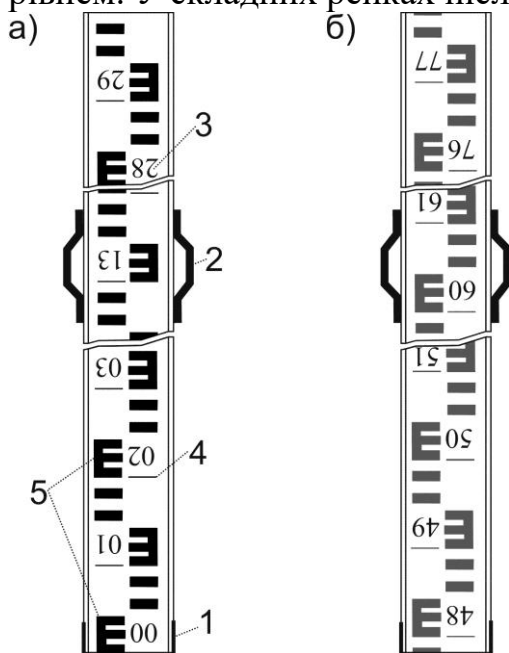


Рис. 7.3. Рейка РН-10 для нівеліра з оберненим зображенням:
а) чорний бік; б) червоний бік

Рейка РН-10 (рис. 7.3) – двостороння, шашкова, ціна поділки 10 мм . Являє собою дерев'яний брусок шириною $8-10\text{ см}$, товщиною $2-3\text{ см}$, виготовлений з сухої деревини. З боків рейки закріплені дві ручки (2). Кінці рейки для міцності оковують металевими пластинами (1). На одному боці нанесені чорні і білі поділки (*чорний бік*), на іншому – червоні і білі (*червоний бік*). Поділ виконаний у вигляді дециметрів, розділених на 10 частин . Кожний дециметр підписаний двозначним числом (3).

Початок кожного дециметра фіксується тонким горизонтальним штрихом (4), від якого будується п'ятисантиметрова фігура у вигляді літери „Е” (5).

На чорному боці поділки починаються від нуля, який суміщений з нижнім кінцем рейки. На червоному боці поділки зміщені і починаються *наприклад* з 4683, 4783, 4883.

Число з якого починаються відліки на червоному боці рейки називається **п'яткою рейки**. П'ятка рейки обчислюється як різниця відліків знятих з червоного і чорного боків рейки. В залежності від того, яке зображення будує зорова труба нівеліра дециметрові підписи можуть бути *прямими* або *оберненими* (перевернутими). Як правило виготовляють рейки три- і чотирьохметрові. Рейка РН-3 має аналогічну конструкцію і додатково обладнана круглим рівнем.

В полі зору труби (рис. 7.4) видно: вертикальний штрих (1) сітки ниток; середній (2), верхній (3) і нижній (4) – горизонтальні штрихи сітки ниток; а також кінці бульбашки циліндричного рівня (5) і рейку з поділками (6).

Перед зніманням відліку з рейки необхідно:

- 1) встановити нівелір на штатив і за допомогою піднімальних гвинтів

вивести бульбашку круглого рівня на середину (в нуль-пункт);

2) приблизно навести зорову трубу на рейку за допомогою візиру та зафіксувати напрям наведення закріпним гвинтом;

3) досягнути чіткого зображення рейки в полі зору труби за допомогою фокусуєчого гвинта;

4) досягнути чіткого зображення сітки ниток в полі зору труби за допомогою діоптрійного кільця окуляра;

5) точно навести зорову трубу на рейку (сумістити вертикальний штрих сітки ниток з центром рейки) за допомогою навідного гвинта;

б) привести бульбашку циліндричного рівня на середину за допомогою елеваційного гвинта. При цьому зображення кінців бульбашки циліндричного рівня в полі зору труби повинні утворити параболу – (5) (рис. 7.4).

Відлік з рейки знімається в міліметрах і складається з *чотирьох значущих цифр*. Відлік являє собою відстань від нуля шкали рейки до променя даного штриха сітки. *Перші дві цифри* – номер дециметра, *третья* – число повних сантиметрових поділок від початку дециметра до даного штриха, *четверта* – десяті долі наступної сантиметрової поділки (знімаються на око). В нашому випадку маємо на рис. 7.4 – за верхнім штрихом – 0472, за середнім – 0559, за нижнім – 0646 мм.

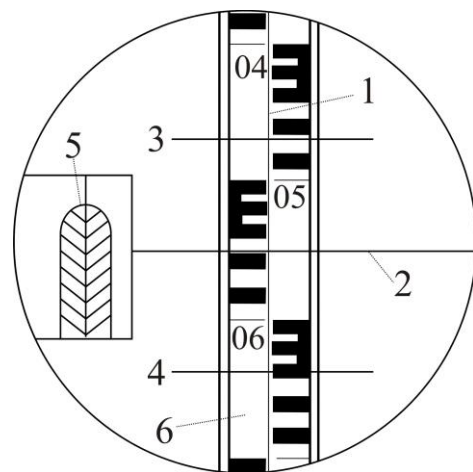


Рис. 7.4. Поле зору труби нівеліра Н-3

За допомогою віддалемірних штрихів сітки ниток можна визначати віддалі від нівеліра до рейки. Віддалемірні відстані вираховують як *різниці між відліками за нижнім та верхнім штрихами* (в нівелірів з прямим зображенням навпаки – верхній мінус нижній), помножених на коефіцієнт віддалеміра ($K=100$). В нашому випадку на рис. 7.4:

$$D=(646-472)\times 100=17400\text{ мм} = 17,4\text{ м.}$$

Геометричне нівелювання для визначення перевищень між точками може виконуватись двома способами: *нівелюванням з середини* (при рівності плеч) та *нівелюванням вперед* (при нерівності плеч). *Перевищення* між точками визначається як різниця між відліками на задню та на передню рейки.

Під **перевірками** розуміють контроль правильності взаємного положення осей і частин приладу. У випадку виявлення невідповідності її усувають шляхом *юстирування (виправлення)*. Схема основних осей нівеліра показана на рис. 7.5.

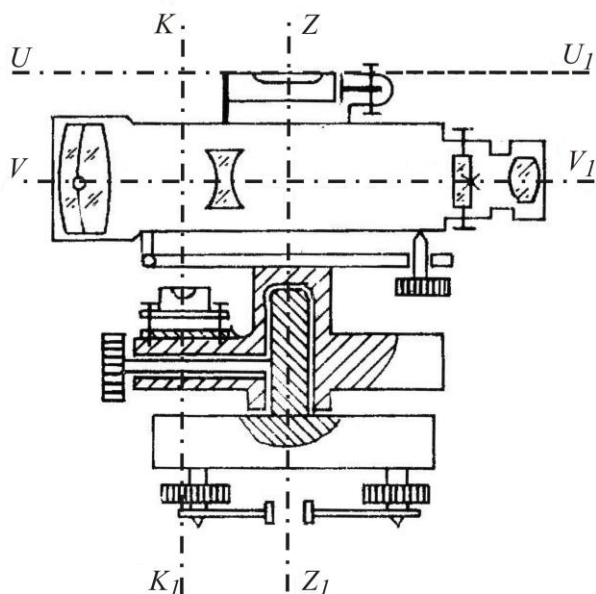


Рис. 7.5. Схема основних осей нівеліра з циліндричним рівнем і елеваційним гвинтом

Перевірки нівеліра Н-3

Перевірка круглого (сферичного) рівня. Вісь круглого рівня KK_1 повинна бути паралельною осі обертання нівеліра ZZ_1 .

Виконання перевірки. За допомогою трьох піднімальних гвинтів бульбашку круглого рівня приводять в нуль-пункт і повертають нівелір на 180° . Якщо бульбашка залишилась на середині, то умова виконана, а якщо бульбашка виходить за межу круга рівня, то виконують виправлення.

Виправлення. На половину дуги відхилення бульбашку повертають до нуль-пункта виправними гвинтами рівня. Після виправлення перевірку повторюють знову.

Перевірка сітки ниток. Горизонтальна нитка сітки ниток зорової труби повинна бути перпендикулярною до осі обертання нівеліра ZZ_1 .

Виконання. Приводять нівелір в робоче положення і на відстані 20-30 м підвішують нитковий висок. Наводять зорову трубу на нитку виска. Якщо вертикальна нитка сітки співпадає з ниткою виска, то умова виконана. Якщо вертикальна нитка сітки не співпадає з ниткою виска, то виконують виправлення.

Виправлення. Відкручують ковпачок в окулярній частині зорової труби і відпускають три гвинти, за допомогою яких кріпиться окуляр до труби. Після цього повертають сітку ниток так, щоб вертикальна нитка співпала з лінією виска. Далі закріплюють гвинти. Після виправлення перевірку повторюють знову.

Перевірка головної умови нівеліра. Вісь циліндричного рівня UU_1 повинна бути паралельною візирній осі зорової труби VV_1 .

Виконання перевірки. Перевірка виконується подвійним нівелюванням: з середини та вперед. На місцевості закріплюють дві точки A та B на відстані одна від одної приблизно 70-80 м. Нівелір встановлюють строго посередині між точкам A і B та знімають відліки з чорних боків рейок встановлених на цих точках – $a_1^{чор}$ і $b_1^{чор}$ за середнім штрихом сітки ниток. Після цього рейки на точках повертають навколо

Основні геометричні осі нівеліра наступні:

Візирна вісь зорової труби VV_1 – уявна пряма лінія, яка проходить через центр сітки ниток і оптичний центр об'єктива.

Вертикальна вісь обертання нівеліра ZZ_1 – уявна пряма лінія, яка проходить через центр обертання зорової труби та підставки.

Вісь циліндричного рівня UU_1 – уявна пряма лінія, яка проходить за дотичною до внутрішньої поверхні ампули рівня в точці нуль-пункту.

Вісь круглого рівня KK_1 – уявна пряма лінія, яка з'єднує центр сферичної поверхні і точку нуль-пункту.

своїєї осі та знімають відліки за червоними боками рейок – $a_1^{чер}$ і $b_1^{чер}$. За знятими відліками обчислюють *перевищення* за чорним та червоним боками: від *відліку за задньою рейкою віднімають відлік за передньою рейкою*, тобто:

$$\begin{aligned} h_1^{чор} &= a_1^{чор} - b_1^{чор}; \\ h_1^{чер} &= a_1^{чер} - b_1^{чер}. \end{aligned} \quad (7.1)$$

За остаточне значення *перевищення* h_1 беруть середнє з обчислених *перевищень* за чорним та червоним боками.

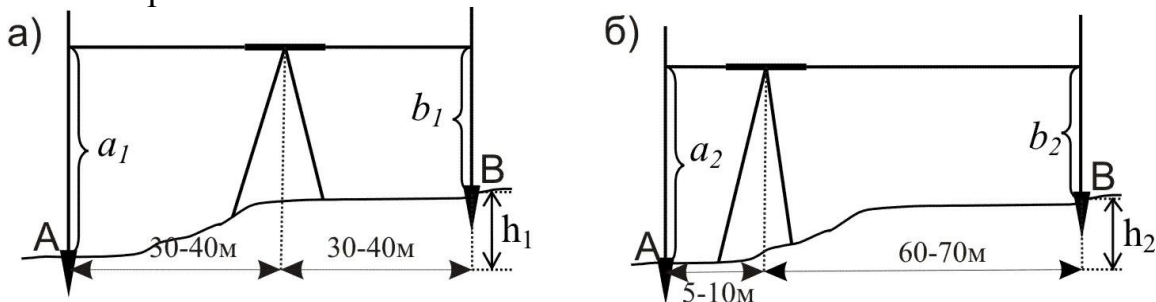


Рис. 7.6. Перевірка головної умови нівеліра:

а) нівелювання при рівності плеч; б) нівелювання при нерівності плеч

Після цього нівелір переносять та встановлюють ближче до задньої рейки так, щоб відстань до неї була приблизно 5...10 м (рис. 7.6, б). Знімають відліки на задній і передній рейках за чорним – $a_2^{чор}$ та $b_2^{чор}$ та червоним – $a_2^{чер}$ та $b_2^{чер}$ боками. Після чого обчислюють *перевищення* за чорним та червоним боками:

$$\begin{aligned} h_2^{чор} &= a_2^{чор} - b_2^{чор}; \\ h_2^{чер} &= a_2^{чер} - b_2^{чер}. \end{aligned} \quad (7.2)$$

За остаточне значення *перевищення* h_2 беруть середнє з обчислених *перевищень* за чорним та червоним боками.

Перевищення h_1 визначене за нівелюванням з середини буде правильним, оскільки в такому випадку компенсується похибка за непаралельність осі циліндричного рівня до візирної осі. Тому обчислюють похибку за формулою:

$$x = h_2 - h_1. \quad (7.3)$$

Якщо $|x| \leq 4$ мм, то умова перевірки виконана, якщо $|x| > 4$ мм, то виконують виправлення.

Виправлення. Безпомилковий відлік $b_0^{чор}$ обчислюють за формулою:

$$b_0^{чор} = a_2^{чор} - h_1. \quad (7.4)$$

За допомогою елеваційного гвинта середню нитку сітки встановлюють на обчислений відлік $b_0^{чор}$. В цьому випадку бульбашка циліндричного рівня зійде з

нуль-пункту. Повертають виправні гвинти циліндричного рівня так, щоб бульбашка знову стала в нуль-пункт. Після виправлення перевірку повторюють.

Перевірки нівеліра Н-3К

Перевірки круглого рівня і сітки ниток нівеліра Н-3К виконують і виправляють так само, як нівеліра Н-3.

Перевірка головної умови для нівеліра з компенсатором формулюється так: *візирна вісь нівеліра, встановленого в робоче положення, повинна бути горизонтальною*. Виконується перевірка головної умови як і для нівеліра Н-3. Виправлення негоризонтальності виконується верхнім та нижнім виправними гвинтами сітки ниток шляхом переміщенням її середнього штриха на правильний відлік b_0 .

Перевірка міри компенсації кутів нахилу осі нівеліра. *Компенсація кутів нахилу повинна бути повною.*

Виконання перевірки. Встановлюють нівелір посередині створу між рейками, що розміщені на відстані 80-100 м. Визначають перевищення між ними п'ятьма прийомами, при положеннях бульбашки круглого рівня, як показано на рис. 7.7.

- 1 прийом – бульбашка круглого рівня знаходиться в нуль-пункті;
- 2 прийом – бульбашка відхиляється до об'єктива (при наведенні на задню рейку);
- 3 прийом – бульбашка відхиляється до окуляра (при наведенні на задню рейку);
- 4 прийом – бульбашка відхиляється праворуч (при наведенні на задню рейку);
- 5 прийом – бульбашка відхиляється ліворуч (при наведенні на задню рейку).

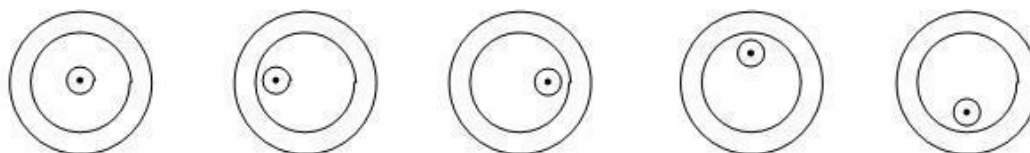


Рис. 7.7. Положення бульбашки круглого рівня при визначенні похибки компенсації

Перевищення h_1 визначене в *першому прийомі* (бульбашка у нуль-пункті) вважається правильним. З перевищень визначених у 2, 3, 4, 5 *прийомах* (при положеннях бульбашки рівня не в середині) знаходять середнє:

$$h_{\text{сеп}} = (h_2 + h_3 + h_4 + h_5) / 4. \quad (7.5)$$

Після чого знаходять різницю:

$$\Delta h = h_{\text{сеп}} - h_1. \quad (7.6)$$

Якщо $\Delta h \leq 5$ мм, то умова перевірки виконана.

Виправлення. В разі невиконання даної умови виправлення виконують в оптичній майстерні.

Завдання 1.

Вивчити будову нівеліра. Привести його в робоче положення. Взяти відліки з рейки.

Розв'язок:

Вивчити розміщення і призначення основних частин нівеліра. Привести нівелір в робоче положення та зняти відлік з рейки. Замалювати в зошит поле зору зорової труби та знятий відлік.

Завдання 2.

Виконати перевірки нівеліра.

Розв'язок:

Виконати перевірки приладу. Виконання перевірки головної умови нівеліра оформити як показано в табл. 7.1 та 7.2.

Перевірка головної умови нівеліра Н-3

Таблиця 7.1

Визначення перевищення нівелюванням з середини

	Відліки		Перевищення h , мм	Середнє перевищення $h_1^{сер}$, мм
	задня рейка	передня рейка		
чорний бік	1381 (1)	0858 (2)	+523 (5)	+524 (7)
червоний бік	6165 (3)	5640 (4)	+525 (6)	

Таблиця 7.2

Визначення перевищення нівелюванням вперед

	Відліки		Перевищення h , мм	Середнє перевищення $h_2^{сер}$, мм
	задня рейка	передня рейка		
чорний бік	1764 (8)	1238 (9)	+526 (12)	+526 (14)
червоний бік	6545 (10)	6019 (11)	+526 (13)	

Позначеннями (1)-(14) показана послідовність запису відліків та обчислень.

Похибка за непаралельність осі циліндричного рівня до візирної осі становить: $x = h_2^{сер} - h_1^{сер} = 526 - 254 = 2$ мм < 4 мм. Отже перевірка головної умови нівеліра виконується.

Контрольні питання

1. Класифікація нівелірів.
2. Будова нівелірів Н-3 та Н-3К.
3. Будова нівелірних рейок.
4. Знімання відліків з нівелірних рейок.

5. Перевірки нівелірів. Основні осі нівеліра.
6. Перевірка сферичного рівня.
7. Перевірка сітки ниток.
8. Головна умова нівеліра.

Практична робота № 8

ПОЛЬОВЕ ЗЕМЛЕВПОРЯДНЕ ОБСТЕЖЕННЯ

Мета роботи: Ознайомитися з видами землепорядних обстежень та методикою їх проведення. Освоїти методику складання акту землепорядного обстеження.

Теоретичні відомості

В процесі польових підготовчих робіт виконується огляд місцевості, уточнюються і доповнюються дані, отримані при камеральній підготовці.

Головна мета польових підготовчих робіт – проведення польового землепорядного обстеження, цілями якого є встановлення дійсної організації території, виявлення характеру сучасного використання земельних ділянок, встановлення напрямків перспективного використання кожної земельної ділянки, ознайомлення авторів проекту з територією землекористування (землеволодіння) та організацією виробництва.

До початку проектування в кожному районі створюються робочі групи з числа спеціалістів органів земельних ресурсів та управління сільського господарства, спеціалістів господарств, сільських землепорядників та інших фахівців для проведення збору, систематизації, аналізу вихідних даних, необхідних для розробки проекту землеустрою.

Польове землепорядне обстеження проводиться в наступній послідовності:

- *Польове землепорядне обстеження землекористування (землеволодіння) і виробничих підрозділів, а також землекористувачів інших категорій, які знаходяться в межах господарства (сторонні землекористувачі).*
- *Обстеження населених пунктів, господарського і виробничих центрів (тваринницьких ферм).*
- *Вивчення якісного стану і використання земельних угідь.*
- *Проведення спеціальних обстежень (водогосподарського, дорожнього, агрогосподарського, агролісомеліоративного тощо).*
- *Складання акта і креслення землепорядного обстеження*

1.1 Землепорядне обстеження землекористування (землеволодіння) і виробничих підрозділів, а також землекористувачів інших категорій

В процесі польового обстеження території встановлюють достатність повноти вихідних даних для розробки проекту землеустрою, визначають фактичний стан угідь, які знаходяться в критичному екологічному стані.

Здійснюється інвентаризація земель (спрощене коригування угідь), які знаходяться у власності та користуванні господарства, в тому числі в спільній сумісній та спільній частковій власності. У випадках розбіжностей у фактичному стані та площах земельних угідь з даними відповідних документів, які посвідчують право власності на землю та право користування нею, в останні вносять зміни у встановленому порядку.

Склад земельних угідь встановлюють окремо на землях, які знаходяться у спільній частковій власності членів господарства та землях, які перебувають у спільній сумісній власності.

1.2 Проведення спеціальних обстежень

Під час проведення спеціальних обстежень (водогосподарського, дорожнього, агрогосподарського, агролісомеліоративного тощо) встановлюють:

а) при водогосподарському:

- наявність, стан і характеристики (об'єм, якість води) природних і штучних водойм;
- характер використання водойм (зрошення, технічні цілі, водопій худоби);
- придатність водойм для подальшої експлуатації, необхідність в ремонті або реконструкції;
- необхідність і можливість будівництва нових джерел водопостачання;
- способи зрошення, осушення, їх площі, місце розташування;
- можливість зрошення, осушення нових площ;
- джерела існуючого або можливого зрошення;
- заходи по експлуатації зрошуваних або осушених ділянок;

б) при дорожньому:

- наявність доріг, їх технічна група, довжина і ширина, тип покриття, вантажонапруженість;
- значення доріг та окремих їх ділянок в підвищенні ефективності сільськогосподарського виробництва (раціональне розміщення доріг, зниження транспортних витрат);
- доцільність подальшого використання доріг, дорожніх споруд, проведення необхідних заходів з реконструкції, покращення або нового будівництва;

в) при агрогосподарському і культуртехнічному обстеженні природних кормових угідь:

- розміщення природних кормових угідь, їх площі, на яких елементах рельєфу вони розташовані;
- продуктивність, якісний стан і тип травостою;
- система використання пасовищ (безсистемна, загінна, порційна);
- ділянки угідь, що потребують проведення культур – технічних заходів, їх площі, місцерозташування, характеристика (залісненість, наявність пеньків, каміння, грудок, рельєф, ґрунти, зволоженість, тип рослинності);
- природоохоронні заходи по збереженню кормових угідь;
- заходи з підвищення продуктивності і раціонального використання кормових угідь;

г) при агрогідролісомеліоративному обстеженні:

- наявність і стан захисних лісових насаджень, необхідні заходи з покращення стану лісових насаджень;
- наявність ярів та еродованих земель;
- намічаються заходи по захисту ґрунтів від ерозії;
- складається схема розміщення захисних лісових насаджень;
- складається схема розміщення простіших гідротехнічних споруд.

1.3 Складання акта і креслення землевпорядного обстеження

Результати польового обстеження відображують в акті і на кресленні землевпорядного обстеження.

В акті вказують ділянки деградованих та малопродуктивних орних земель, що намічені для виводу в сіножаті і пасовища. При цьому уточнюють площі і характеристики ділянок, з'ясовують, в який вид угідь вони освоюються, які заходи необхідні для освоєння і покращення. Результати цієї роботи зафіксувати в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Відомість землевпорядного обстеження

Номери контурів	Види угідь	Площі угідь, га	Характеристика угідь			Подальше використання		
			ґрунти	крутизна схилу	змітність	в якому угідді	в якій сівозміні	заходи щодо покращення угідь

Окрім того, в акті зазначаються:

- наявність яружно-балочних систем і захисних лісових насаджень, потреба в рубках догляду;
- потреба в будівництві нових та ремонті існуючих водних джерел, шляхів;
- необхідність виположення ярів;
- побажання землекористувачів, землевласників щодо майбутньої виробничої структури господарства, кількості, розмірів і розміщення виробничих підрозділів, кількості, розмірів і розміщення сівозмін, площ багаторічних насаджень, об'єктів нового будівництва.

Креслення землевпорядного обстеження є графічним відображенням акта землевпорядного обстеження. На кресленні відображається наступне:

- межі земель резервного фонду, земель запасу, населених пунктів, сторонніх землекористувачів (землевласників), лісового та водного фондів;
- земельні ділянки, які вилучаються в сіножаті та пасовища;
- трансформація та консервація угідь;
- земельні ділянки, намічені для покращення;
- земельні ділянки під першочергову посадку лісових насаджень (еродовані ділянки під залісення, озеленення населених пунктів і тваринницьких ферм);

- ділянки існуючих лісосмуг, що потребують ремонту;
- проектні водні джерела та польові шляхи;
- місцезорозташування центральної садиби господарства;
- межі і центри виробничих підрозділів, їх назви і номери;
- розташування тваринницьких ферм, їх розміри за площею і поголів'ям;
- об'єкти інженерного облаштування території.

Кольори для позначення земель резервного, лісового та водного фондів, земель запасу, населених пунктів, сторонніх землекористувачів (земле-власників) обрати довільно, але показати їх в умовних знаках. Взагалі, на цьому кресленні слід особливу увагу приділити умовним знаками, аби полегшити сприйняття інформації.

Акт і креслення землевпорядного обстеження підписують спеціаліст проектної організації і представник господарства.

Зміст звіту.

1. Виконати короткий опис теоретичних відомостей (2-3 стор.)
2. Накреслити на окремому аркуші таблицю «Відомість землевпорядних обстежень».

Контрольні питання

1. Пояснити порядок виконання польових землевпорядних обстежень.
2. Хто підписує акт і креслення землевпорядних обстежень?
3. Що зазначається в акті обстежень?

Практична робота № 9 ОБЛІК КІЛЬКОСТІ ЗЕМЕЛЬ

Мета роботи: ознайомитись з сучасною класифікацією земельних угідь та формами статистичної звітності. Навчитися складати експлікацію земель за формою б-зем.

Теоретичні відомості

Облік кількості земель включає дані природного і господарського стану земель. Його основне завдання полягає в тому, щоб дати характеристику кожній земельній ділянці щодо її розмірів, складу угідь, їх підвидів відповідно до прийнятої класифікації.

З обліку кількості земель проводиться статистична звітність за формою б-зем. Дана форма передбачає наступну структуру стандартної класифікації земель (повний перелік видів та підвидів угідь, передбачених формою б-зем наведений в додатку А):

- сільськогосподарські землі;
- ліси та інші лісовкриті площі;
- забудовані землі;
- відкриті заболочені землі;
- сухі відкриті землі;
- відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом;
- води.

У межах кожної з цих категорій форма б-зем визначає конкретних власників і користувачів.

Облік кількості земель забезпечується проведенням кадастрових зйомок, за результатами яких складають креслення контурів (рис. 9.1). На цьому кресленні кожному контуру привласнюється окремий номер. Площі контурів обчислюють аналітичним методом.

Матеріали обчислення площ контурів використовують для складання поконтурної експлікації земель (табл. 9.1). У першу колонку поконтурної експлікації записують номери всіх контурів земельної ділянки. У третю колонку записують назви видів та підвидів угідь, до яких відноситься той чи інший контур (відповідно до стандартної класифікації земель, наведеної в додатку А). У другу колонку записують код угіддя. Наприклад, забудовані землі (код 32) поділяються на 9 підвидів, один з яких це – землі, які використовуються в комерційних цілях (код 42). В свою чергу серед земель, які використовуються в комерційних цілях, виділяють:

- капітальну одноповерхову забудову (код 42.1);
- капітальну трьох і більше поверхову забудову (код 42.2);
- тимчасову забудову (код 42.3);
- землі під спорудами (код 42.4);
- землі під проїздами, проходами, площадками (код 42.5);

- землі під зеленими насадженнями (код 42.6);
- землі під спортивними майданчиками (код 42.7);
- інші землі (код 42.8);

Таблиця 9.1

Поконтурна експлікація земель

№ контуру	Код угіддя	Вид угіддя	Площа, га
	34	Забудовані землі	
	42	Землі, які використовуються в комерційних цілях	
1	42.1	Капітальна одноповерхова забудова	0.0158
2	42.1	Капітальна одноповерхова забудова	0.0554
3	42.5	Під проїздами, проходами й площадками	0.1212
4	42.5	Під проїздами, проходами й площадками	0.0054
5	42.6	Під зеленими насадженнями	0.0266
6	42.6	Під зеленими насадженнями	0.0672
7	42.6	Під зеленими насадженнями	0.0507
ВСЬОГО			0.3423

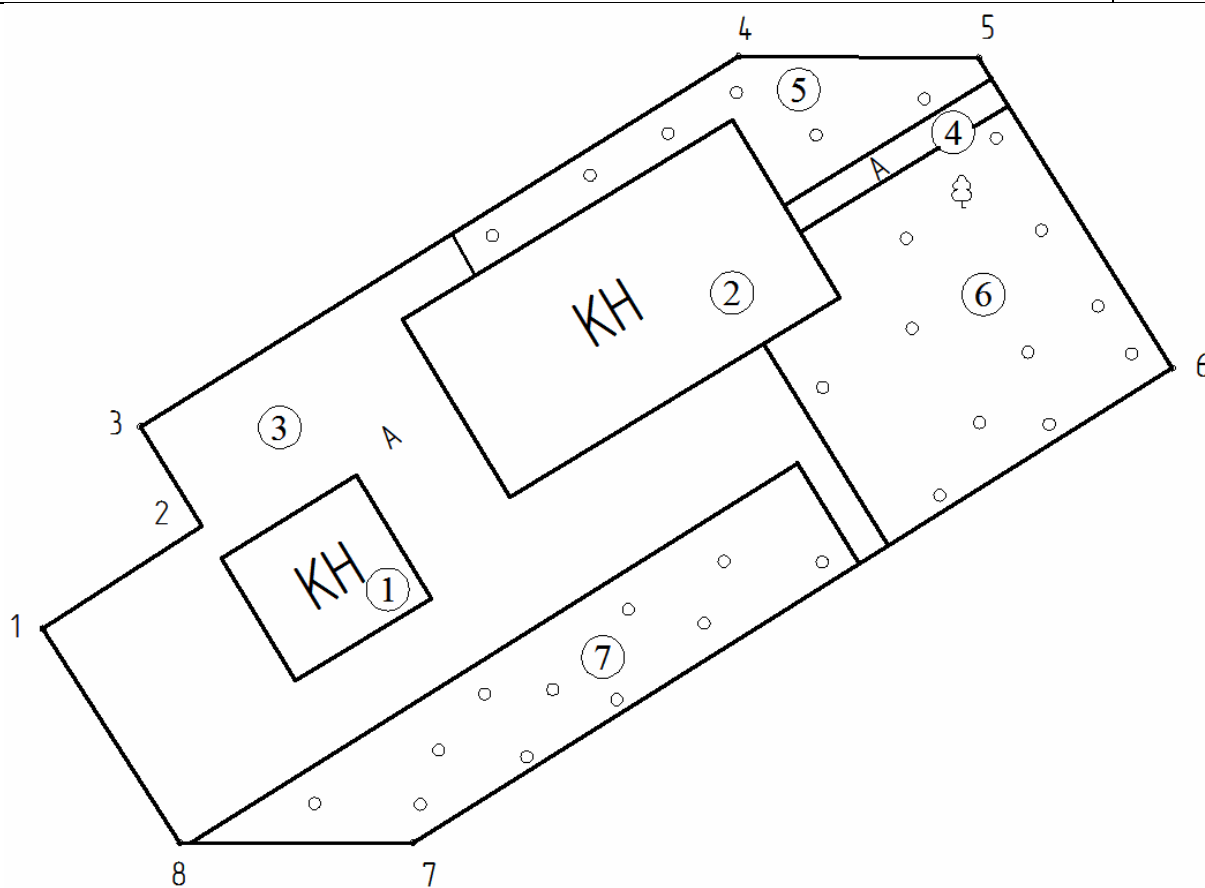


Рис. 9.1. Креслення контурів земельної ділянки

Після вирахування площ контурів складають експлікацію угідь земельної ділянки (табл. 9.2), в якій контури групують за видами угідь і підсумовують загальну площу кожного з них.

Таблиця 9.2

Експлікація угідь

№	Вид угіддя	№ контурів	Всього, га
34. Забудовані землі			
42. Землі, що використовуються в комерційних цілях			
1	42.1 Капітальна одноповерхова забудова	1	0.0712
		2	
2	42.5 Під проїздами, проходами й площадками	3	0.1266
		4	
3	42.6 Під зеленими насадженнями	5	0.1445
		6	
		7	
ВСЬОГО			0.3423

За даними експлікації угідь складають експлікацію земель за формою №6-зем, в якій по вертикалі відображають власників землі та землекористувачів, а по горизонталі – назви всіх видів угідь, передбачених стандартною класифікацією (табл. 9.3).

Таблиця 9.3

Експлікація земель за формою 6-зем

№ рядка	Власники землі, землекористувачі	Загальна площа земель, всього	Забудовані землі				
			Всього	У тому числі			
				Землі які використовуються в комерційних цілях			
				Всього	Капітальна одноповерхова	Під проїздами та площадками	Під зеленими насадженнями
А	Б	2	34	42	42.1	42.5	42.6
2.9	Громадяни, яким надані землі у власність для здійснення підприємницької діяльності	0.3423	0.3423	0.3423	0.0712	0.1266	0.1445

Зміст звіту

1. Короткий опис теоретичних відомостей (2-3 стор.), в якій повинні бути висвітлені такі питання: мета проведення обліку кількості земель, склад земель і угідь земельної ділянки, методика і порядок одержання земельно-кадастрових даних (координат поворотних точок, площ контурів і угідь); порядок складання документації, яка ведеться при проведенні обліку земель; кінцеві результати.
2. Креслення контурів (на окремому аркуші).

Контрольні питання

1. Що називається угіддям?
2. Що таке облік кількості земель?
3. Як класифікують угіддя при обліку кількості земель?
4. Які існують форми статистичної звітності з обліку кількості земель?

Практична робота № 10

ВИВЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ СІВОЗМІН

Мета: навчитись проектувати поля і робочі ділянки польових, кормових і ґрунтозахисних сівозмін. Розробити проект робочої ділянки для польової, кормової та ґрунтозахисної сівозмін.

Теоретичні відомості

Сівозміна – це науково обґрунтоване чергування культур і чистого пару у просторі і в часі. Система сівозмін відображає організацію рільництва у даному господарстві, на основі сівозміни складаються системи обробітку ґрунту, удобрення, заходи по захисту ґрунтів від ерозії, по боротьбі з бур'янами, хворобами і шкідниками.

Поле сівозміни – це певного розміру земельна ділянка ріллі, призначена для вирощування сільськогосподарських культур або для обробітку чистого пару. Сільськогосподарську культуру або чистий пар, що займали дане поле у попередньому або цьому році по відношенню до культури, що висівається в поточному році, називають **попередником**.

Порядок виконання лабораторної роботи:

Проектування полів сівозмін розпочинають з уточнення їх кількості і визначення орієнтування, тобто напрямку довгих сторін полів на кожному контурі (масиві) ріллі.

На масивах із крутизною схилів менше 1,5-2° поля орієнтують у меридіональному напрямку (з півночі на південь). У районах із сприятливими кліматичними умовами при необхідності допускається відхилення від нього до 20° до сходу або заходу. У лісостепових і степових районах довгі сторони орієнтують

перпендикулярно до переважаючого напрямку суховійних вітрів або з невеликим відхиленням від нього до сходу.

На схилах більше 2° поля орієнтують вздовж горизонталей (у районах недостатнього зволоження і водної ерозії ґрунтів) або під кутом до них (на пологих схилах у районах надмірного зволоження) з розрахунком, щоб по напрямку довгих сторін схили (ухили по робочих напрямках) не перевищували 1-2°.

У господарстві, ґрунти якого не піддаються дії шкідливих вітрів і водної ерозії, напрямком полів встановлюють з урахуванням ґрунтових відмінностей таким чином, щоб поля були агротехнічно однорідними при впровадженні декількох сівозмін, або рівноякісними при впровадженні однієї сівозміни. Приклад врахування ґрунтів при розміщенні полів наведено на рис. 10.1. У першому випадку (А) межа проведена між полями по межі ґрунтових відмінностей, тобто запроектовані поля агротехнічно однорідні (у господарстві вводиться два і більше видів сівозмін), а в другому випадку (В) – рівноякісними, тобто кожне поле включає дві ґрунтові відмінності.

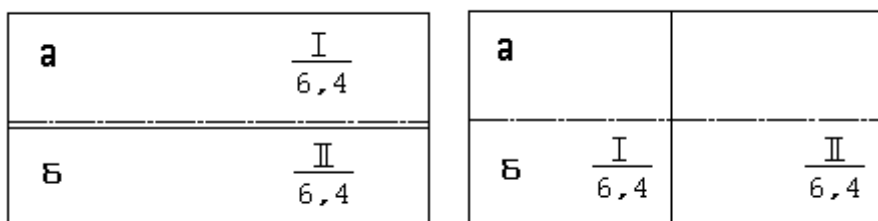


Рис. 10.1. Варіанти розміщення полів з урахуванням ґрунтів
 а і б – ґрунтові індекси
 – · – границі ґрунтових індексів

Визначивши напрямком полів, встановлюють розмір їх сторін (довжину, ширину) і форму, виходячи із вимог правильної організації в них виробничих процесів і найбільш продуктивного використання машинно-тракторних агрегатів. Необхідно також враховувати територіальні умови і площі самих полів. Оптимальна довжина поля для північно-західних і поліських районів – 800-1000 м, лісостепових – 1500-2000 і степових – 2000-2500 м.

В умовах складної ситуації і розчленованого рельєфу, коли доводиться обробляти поля частинами, довжина поля при невеликих площах може бути меншою, щоб забезпечити достатню ширину для поперечного обробітку.

Ширина поля залежить від його площі і оптимальної для даної зони довжини. При цьому слід враховувати, що багато робіт буде виконуватись і в поперечному напрямку.

Поля сівозмін проектують у формі прямокутників або трапецій з паралельними довгими сторонами. Кути при скошених сторонах трапеції повинні бути не менше 50° і не більше 130°. Якщо цього досягти неможливо, у полі проектують хоча б один прямий кут.

При встановленні напрямку полів необхідно забезпечити найкоротший зв'язок з господарськими центрами, населеними пунктами та іншими полями.

Площі окремих полів сівозмін можуть відрізнятись від площі середнього

поля у межах 10-15%, а у виключно складних умовах – 18-20%.

При розміщенні полів сівозмін враховують існуючі лісосмуги, дороги, меліоративні канали та інші елементи ситуації, по можливості суміщаючи з ними їх межі. Поля розміщують таким чином, щоб не було невиправданих витрат на переобладнання території. Польові дороги можна переносити на нове місце, якщо на них немає капітальних шляхових споруд.

В умовах складного рельєфу і строкатого ґрунтового покриття в залежності від характеру рельєфу і ступеня змитості ґрунтів вимагається диференціювати агротехнічні заходи вирощування різних культур, змінювати напрямки оранки по окремих частинах полів. Тому на таких масивах при складанні проектів спочатку проектують робочі ділянки, а потім на них формують поля.

У кожену робочу ділянку, як правило, включають землі однієї категорії і однієї градації за крутизною схилу, однорідні за інтенсивністю і характером ерозійних процесів.

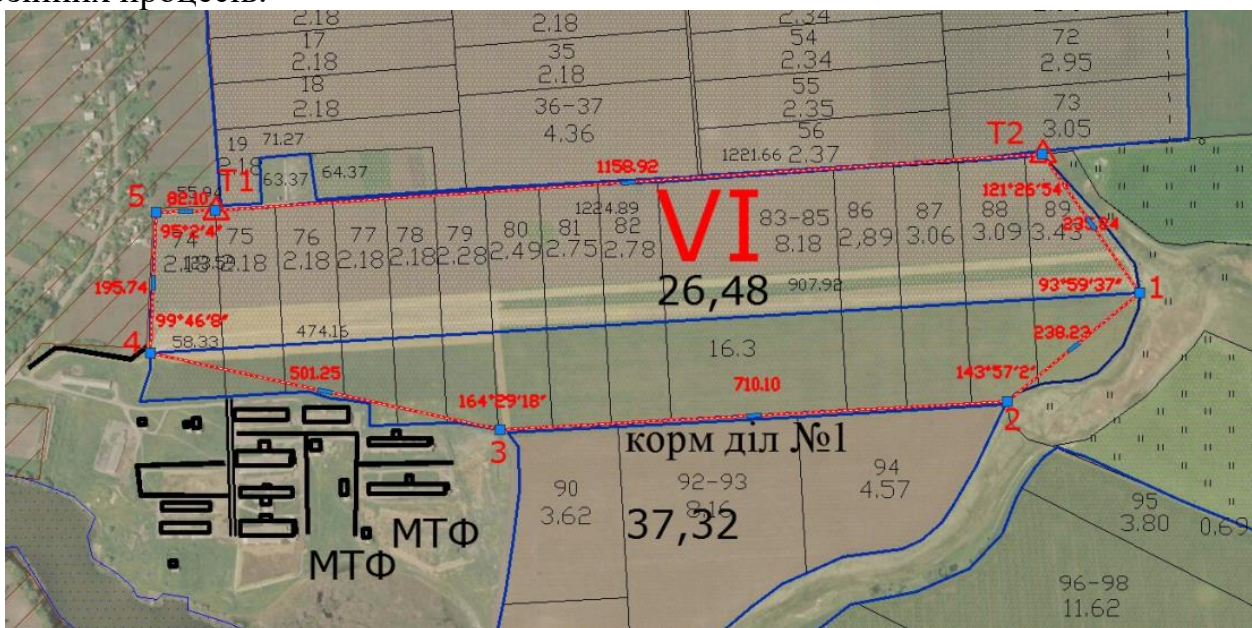


Рис. 10.2 Робоче креслення перенесення проекту в натуру

Проектування полів кормових і ґрунтозахисних сівозмін проводять так само, як і польових сівозмін. Однак при цьому є деякі особливості. У більшості випадків культури кормових сівозмін сіють суцільним або рядковим способом. Поперечний обробіток полів цих сівозмін майже не застосовується. Тому поля можна проектувати у вигляді витягнутих прямокутників або трапецій із співвідношенням сторін 1:4-1:5. Поля лучно-пасовищних (прифермських) сівозмін повинні бути зручними не лише для здійснення польових робіт, а й для випасання худоби. У них виконується порівняно небагато механізованих робіт, тому розміщення полів треба підпорядкувати створенню умов для випасання худоби, допускаючи незначні погрішності у формі полів і більш значні відхилення від середнього розміру.

Поля ґрунтозахисних сівозмін обробляють обов'язково впоперек схилу. Тому поля розміщують тільки в напрямку горизонталей. Оскільки у ґрунтозахисних сівозмінах сіють в основному трави та інші культури суцільного посіву, можна

допустити значні відхилення від середнього розміру поля, щоб не проектувати додаткових дрібних ділянок, а також неправильну форму і криволінійність меж.

Зміст звіту:

1. Короткий опис теоретичних відомостей (1-2 стор.), в якому повинні бути висвітлені такі питання: поняття сівозмін, розміщення культур в сівозміні.
2. Навести проект робочої ділянки для польової, кормової та ґрунтозахисної сівозмін.

Контрольні питання

1. Що називають сівозміною?
2. Розкрийте поняття «поле сівозміни», «попередник».
3. З якою метою впроваджують сівозміни?
4. За яким принципом проектують поля сівозміни?
5. Як проектують сівозміни в умовах складного рельєфу?
6. Особливості проектування полів кормових і ґрунтозахисних сівозмін.

Практична робота № 11

ВИВЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ПРОТИЕРОЗІЙНИХ ЗАХОДІВ

Мета: на прикладі даного господарства спроектувати комплекс протиерозійних заходів. Навчитися розробляти комплекс протиерозійних заходів від водної ерозії та вітрової ерозії.

Теоретичні відомості

Ерозія ґрунтів – це руйнування і переміщення ґрунтового покриву і підстилаючих порід рухомою водою, повітряними потоками та іншими видами енергії. В залежності від природи еродуючих сил виділяють наступні види ерозії: водну, пасовищну, агротехнічну, технічну, гравітаційну, вітрову. Кожен тип ерозії підрозділяють на види: **водну** – на крапельну, площинну, лінійну і селі; **вітрову** – на видування і засипання; **пасовищну** – на розбивання і зсув; **агротехнічну** – на орну і планувальну; **технічну** – на шахтну, транспортну і будівельну; **гравітаційну** – на осипання, обвали і зсуви.

Більш того, через те, що щільність населення постійно зростає, люди роблять значний внесок у виникнення ерозії в результаті обробки полів, надмірного збезлісення та таких промислових операцій, які неминуче впливають на врожайність, як-от будівництво доріг.

Зважаючи на причини ерозії, можна виділити **природну** та **прискорену** або антропогенну ерозію ґрунтів. Ці два типи значно відрізняються за швидкістю перебігу. Природна ерозія ґрунтів відзначається довгим протіканням та може тривати від двох до семи тисячоліть. Через антропогенні чинники, зокрема

нераціональну сільськогосподарську діяльність людини, прискорена ерозія ґрунтів може відбутися всього лише за 10-30 років. Основними факторами тут є неправильна робота з полями, надмірне удобрення, безконтрольний випас худоби, осушення боліт, некоректна обробка та зрошування угідь.

Наслідки Ерозії Ґрунтів.

Забруднення Водних Потоків. Фермери з усього світу вважають вологу важливим фактором родючості. Ерозія та виснаження ґрунту, своєю чергою, сприяють процесу забруднення ґрунтових вод, а затверділа структура перешкоджає протіканню води в глибші шари землі. Ефект поганого дренажу підсилює ерозію через щільну засипку, тож продуктивність землі може бути втрачена через недостатній рівень вологості ґрунту.

Окислення Ґрунту. Ще одним згубним ефектом деградації є підвищений рівень кислот у ґрунті через порушення його біологічної структури. Після того, як органічні маси видаляються з верхніх шарів, прийнятний рівень рН не може підтримуватися. Значення рН вище або нижче бажаних діапазонів підривають здатність рослин і інтенсивних сільськогосподарських культур до росту.

Зменшення Родючості. Зрозуміло, що деградація ґрунтів є серйозною загрозою для фермерів та згубно впливає на родючість земель. Це процес, який видаляє верхній шар землі разом з поживними речовинами, що сприяють врожайності. Здебільшого він викликаний вітром і водою або в результаті обробки полів.

Варто зазначити, що два найбільш поширених чинники ерозії ґрунтів – вода та вітер – завжди діють одночасно. Тоді цикл негативного впливу на поля відтворюється наступним чином: весняні опади розмивають землі, згодом вони стають сухими та легше розносяться вітром на великі відстані, а влітку пил знову ж таки розмивається через дощі, що може навіть призводити до утворення ярів. Щоб цей цикл перервати, важливо не обробляти сухі поля та застосовувати ґрунтозахисні заходи.

Розробка заходів, спрямованих на захист ґрунтів і посівів від водної і вітрової ерозії – обов'язкова умова внутрішньогосподарської організації території. Кожен проект внутрішньогосподарського проектування повинен передбачати протиерозійні заходи.

Порядок виконання лабораторної роботи:

Спочатку враховують всі проектні рішення по трансформації і поліпшенню угідь таким чином, щоб при їх здійсненні ерозійні процеси не прогресували. Потім перевіряють правильність впровадження сівозмін: у овочевих сівозмінах не повинно бути слабо змитих ґрунтів; середньої і сильної змитості ґрунти повинні включатись у ґрунтозахисні сівозміни. Польові сівозміни (особливо просапні) не повинні розміщуватись на середньо- і сильнозмитих ґрунтах, крім випадків, коли змиті землі розміщені вузькими смугами вздовж балок по усьому масиву ріллі. При цих умовах змиті ґрунти включають у загальну польову сівозміну, яка передбачає смугове розміщення посівів просапних культур з культурами суцільного посіву в одному полі.

Підвищення продуктивності ріллі та інших сільськогосподарських угідь

значною мірою залежить від ефективності агротехнічних заходів. Тому їм належить провідне місце у боротьбі з ерозією. Комплекси заходів розробляють для орних земель, багаторічних насаджень і кормових угідь, які розміщені в межах земель однієї категорії і однієї градації за крутизною схилів. На орних землях перелік агротехнічних заходів планують з урахуванням технології вирощування сільськогосподарських культур суцільного посіву, просапних культур і парового обробітку ґрунтів, а по інших угіддях – з урахуванням технології їх використання у сільськогосподарському виробництві. Кожному комплексу присвоюють літерне значення з порядковим номером (наприклад, другий комплекс – 2К).

При виконанні завдання студенти використовують готові розробки, одержані у викладача або взяті із виробничого опису господарства. В табл. 11.1 наведено перелік приблизних комплексів агротехнічних заходів, які доцільно застосовувати на орних землях (рекомендації філіалів Укрземпроекту).

Таблиця 11.1

Приблизні комплекси агротехнічних заходів по запобіганню водної ерозії у полях сівозмін

Позначення комплексу	Умови застосування комплексу		Зміст комплексу
	рельєф поля, ділянки	еродованість ґрунтів	
1 К	Переважаючі односкатні схили крутизною 1-3 ⁰ , середня крутизна до 2 ⁰	Незмиті, частково слабозмиті	Оранка, посів впоперек схилів, на зяблевій оранці додатково контурне водорегулююче бороздування, на посівах озимих – снігозатримання
2 К	Односкатні і багатоскатні схили крутизною 2-4 ⁰ , середня крутизна 2-3 ⁰	Слабо змиті, частково незмиті і середньозмиті	Додатково до заходів 1К - буферні смуги на парах через 80-100 м, смуги залуження на більш крутих прибалкових схилах, контурне лункування зябу, щілювання і переривчасте бороздування міжрядь просапних культур
3 К	Односкатні і багатоскатні вибалки з крутизною схилів 2-6 ⁰ , середня крутизна 3-4 ⁰	Середньо змиті, частково слабо- і середньозмиті	Додатково до заходів 1К і 2К – зяблева оранка з ґрунтозаглибленням, смугове розміщення посівів у полях, буферні смуги на парах через 50-70 м, щілювання багаторічних трав, залуження тальвегів балок

При виконанні роботи використовуються картограми крутизни схилів, еродованості і категорій (типів) земель, намічають для кожного поля (робочої ділянки) сівозміни і ділянки багаторічних насаджень, сінокосів і пасовищ рекомендований комплекс і вказують на проектному плані. Номер комплексу ставлять поряд з номером і площею поля, написаними у вигляді дробу. Якщо поле складається із кількох ділянок – за номером і площею ділянки:

$$\frac{11}{120.0} \text{1К};$$

$$\frac{11}{120.0} \text{1К};$$

$$\frac{3}{40.0} \text{3К};$$

Стрілками вказують напрямок основного обробітку ґрунту на всіх полях і робочих ділянках орних земель.

Зміст звіту:

1. Короткий опис теоретичних відомостей (1-2 стор.), в якому повинні бути висвітлені такі питання: поняття ерозії, її видів та факторів, що впливають на неї.
2. Розробити комплекс протиерозійних заходів від водної ерозії та вітрової ерозії.

Контрольні питання:

1. Що називається ерозією?
2. Які види ерозії вам відомі?
3. Що передбачають протиерозійні заходи?
4. Назвіть агротехнічні протиерозійні заходи.
5. Значення рельєфу при боротьбі з ерозією ґрунту.

Перелік і коди угідь до звіту Держкомзему України про наявність земель та розподіл їх за власниками землі, землекористувачами, угіддями та видами економічної діяльності (форма №6-зем):

4. Сільськогосподарські угіддя, разом (гр. 5+7+11+12).
5. Рілля.
7. Багаторічні насадження (гр. 8+10).
8. Сади.
10. Інші багаторічні насадження.
11. Сіножаті.
12. Пасовища.
14. Під господарськими будівлями і дворами.
15. Під господарськими шляхами і прогонами.
16. Землі, що знаходяться в стадії меліоративного будівництва та відновлення родючості.
20. Інші.
21. Ліси та інші лісовкриті площі (гр. 22+28).
22. Лісові землі, всього (гр.23+26+27).
23. Вкриті лісовою (деревною та чагарниковою) рослинністю.
24. Полезахисні лісосмуги.
25. Інших захисних насаджень.
26. Не вкритих лісовою рослинністю.
27. Інші лісові землі.
28. Чагарники.
34. Забудовані землі, всього (гр. 35+36+37+42+43+44+45+50+55).
35. Під житловою забудовою одно й двохповерховою:
 - 35.1. капітальна;
 - 35.2. тимчасова;
 - 35.3. прибудинкова територія.
- *36. Під житловою забудовою з трьома і більше поверхами:
 - 36.1. капітальна;
 - 36.2. тимчасова;
 - 36.3. під спортивними та дитячими майданчиками;
 - 36.4. під проїздами, проходами та площадками;
 - 36.5. прибудинкова територія.
- *37. Землі промисловості:
 - 37.1. капітальна одноповерхова;
 - 37.2. капітальна трьох і більше поверхова;
 - 37.3. тимчасова;
 - 37.4. під спорудами;
 - 37.5. під проїздами, проходами та площадками;
 - 37.6. під зеленими насадженнями;
 - 37.7. під спортивними майданчиками;
 - 37.8. інші.
- *42. Землі, що використовуються в комерційних цілях:
 - 42.1. капітальна одноповерхова;
 - 42.2. капітальна трьох і більше поверхова;
 - 42.3. тимчасова;
 - 42.4. під спорудами;
 - 42.5. під проїздами, проходами та площадками;
 - 42.6. під зеленими насадженнями;
 - 42.7. під спортивними майданчиками;
 - 42.8. інші.
- *43. Землі громадського, призначення:
 - 43.1. капітальна одноповерхова;
 - 43.2. капітальна трьох і більше поверхова,
 - 43.3. тимчасова;
 - 43.4. під спорудами;
 - 43.5. під проїздами, проходами та площадками;
 - 43.6. під зеленими насадженнями;
 - 43.7. під спортивними майданчиками;
 - 43.8. інші.
- *44. Землі змішаного використання:
 - 44.1. капітальна одноповерхова;

- 44.2. капітальна трьох і більше поверхова;
 - 44.3. тимчасова;
 - 44.4. під спорудами;
 - 44.5. під проїздами, проходами та площадками;
 - 44.6. під зеленими насадженнями;
 - 44.7. під спортивними майданчиками;
 - 44.8. інші.
45. Землі, що використовуються для транспорту та зв'язку, всього (гр.46+47+48+49).
46. Під дорогами.
47. Під залізницями.
48. Під аеропортами та відповідними спорудами.
49. Інші землі:
- 49.1. капітальна одноповерхова;
 - 49.2. капітальна трьох і більше поверхова;
 - 49.3. тимчасова;
 - 49.4. під спорудами;
 - 49.5. під проїздами, проходами, площадками;
 - 49.6. під зеленими насадженнями;
 - 49.7. під автостоянками;
 - 49.8. інші.
- *50. Землі, що використовуються для технічної інфраструктури, всього (гр. я51+52+53+54).
- 51. Для видалення відходів.
 - 52. Для водозабезпечення та очистки стічних вод.
53. Для виробництва та розподілу електроенергії.
54. Інші землі:
- 54.1. капітальна одноповерхова;
 - 54.2. капітальна трьох і більше поверхова;
 - 54.3. тимчасова;
 - 54.4. під спорудами;
 - 54.5. під проїздами, проходами, площадками;
 - 54.6. під зеленими насадженнями;
 - 54.7. інші.
55. Землі, що використовуються для відпочинку та інші відкриті землі, всього (гр. 56+57+58+59+60+61+62).
56. Зелених насаджень загального користування.
- *57. Кемпінгів, будинків для відпочинку або для проведення відпусток:
- 57.1. капітальна одноповерхова;
 - 57.2. капітальна трьох і більше поверхова;
 - 57.3. тимчасова;
 - 57.4. під спорудами;
 - 57.5. під проїздами, проходами та площадками;
 - 57.6. під зеленими насадженнями;
 - 57.7. під спортивними майданчиками;
 - 57.8. інші.
58. Зайнятих поточним будівництвом.
59. Відведених під будівництво (будівництво не розпочато).
60. Під гідротехнічними спорудами.
61. Вулиць, набережних, площ.
62. Кладовищ.
63. Болота, всього (гр.64+65).
64. Верхові:
65. Низинні.
66. Сухі і відкриті землі з особливим рослинним покривом.
67. Відкриті землі без рослинного покривом або з незначним рослинним покривом, всього (гр. 69+70+71).
69. Піски (включаючи пляжі).
70. Яри.
71. Інші.
72. Внутрішні води, всього (гр. 73+74+75+76+77).
73. Під природними водотоками (річками та струмками).
74. Під штучними водотоками (каналами, колекторами, канавами).
75. Під озерами прибережними замкнутими водоймами, лиманами.
76. Під ставками.
77. Під штучними водосховищами.

Примітка: Графи категорії "Забудовані землі", позначені знаком «*», подані у рекомендованому розширеному вигляді.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Польшина С. М. Польові дослідження та картування ґрунтів. Навчальний посібник – Чернівці : Рута, 2004. – 88 с.
2. Топографія. Геодезія. Аерокосмічні методи дослідження Землі. Картографія : Словник-довідник. Видання друге, доповнене / Укладач М. В. Потокій. – Тернопіль, 2002. – 122 с.
3. Романчук С. В., Кирилюк В. П., Шемякін М. В. Геодезія. навчальний посібник. К. : Центр учбової літератури, 2008. – 296 с.
4. Третьак А. М. Землевпорядне проектування: Теоретичні основи і територіальний устрій : Навч. посібник. – К. : Вища освіта, 2006. – 528 с.
5. Третьак А. М. Теоретичні основи землеустрою. – К. : ІЗУ УААН, 2002. – 152 с.
6. Практичний посібник з питань земельної реформи (збірник документів). Держкомзем України. Українська академія аграрних наук. Міжнародний фонд. Підприємства України, Центр "Реформи і право", 1996.
7. Остапчук С. М., Романчук С. В. Камеральні геодезичні роботи. – Рівне, 1994. – 126 с.