

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ПОЛЬОВА ПРАКТИКА З

ТОПОГРАФІЇ

Мелітополь 2008

Польова практика з топографії / О.М. Левада, Н.М. Сажнева, М.Л. Сажнев.
– Мелітополь: Люкс, 2008. – 86 с.

В посібнику розроблені структура і приведений зміст польової практики по топографії. Навчальна практика проводиться для закріплення знань, вироблення умінь і навичок проведення робіт по топографічним зйомкам місцевості у студентів спеціальності «Географія» та «Екологія»

Рецензенти: доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри економічної і соціальної географії Топчієв О.Г.

кандидат географічних наук, доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін економіко-гуманітарного факультету Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського Торбунова М.Д.

ЗМІСТ

Вступ

Робоча навчальна програма польової практики з топографії

Методичні рекомендації до проведення зйомок місцевості

Питання до заліку

Глосарій

Тестовий контроль

Задачі

Література

ВСТУП

Польова практика з топографії є важливою складовою частиною учбового процесу. Вона завершує вивчення теоретичного матеріалу й пов'язує його з практикою. На польову практику з топографії, згідно учбового плану, відводиться 36 годин. Базою проведення практики є навчально-польова база с. Богатир та АБК університету в м. Мелітополі.

Мета польової практики - закріплення теоретичних знань студентів і прищеплення практичних навиків знімання невеликих ділянок місцевості, оволодіння методикою топографічних зйомок та оформлення топографічних планів та профілів.

Під час практики студенти повинні навчитися користуватися основними геодезичними приладами, будувати профілі й плани.

Перед початком польової практики з основ топографії студентам слід повторити за підручником основні теоретичні положення кожного виду зйомки (бусольної, теодолітної, окомірної, нівелювання тощо) особливо способи знімання ситуації й рельєфу. Треба також потренуватися у визначенні відліків за верньєрами бусолі й теодоліта та за нівелірною рейкою. Ділянки добираються з таким розрахунком, щоб забезпечити вивчення основних питань кожного конкретного виду зйомки, щоб кожен студент виконав роботу щонайменше на одній станції, а загальний час роботи в полі не перевищував 4-5 годин на день. Навчальною одиницею під час польової практики є бригада в складі 15-16 чоловік, яку очолює бригадир з числа студентів. Бригаду поділяють на ланки в складі 5-7 студентів, які самостійно опрацьовують всі питання польової практики.

В підготовчий період до практики викладач топографії повинен оглянути ділянки місцевості, які вибрані для знімання; перевірити наявність і стан топографічних інструментів, відрегулювати їх, виготовити невідстачаюче.

Згідно вимог програми курсу “Картографія з основами топографії” викладач відповідальний за проведення польової практики складає “План проведення польової практики”, який затверджується на засіданні кафедри.

У ході проведення польової практики по топографії існує ряд проблем як при безпосередньому проведенні зйомок місцевості так і при подальшій підготовці топографічних карт і звітів з польової практики студентами географічних спеціальностей.

Серед основних проблем є нестача сучасного високоточного устаткування і вимушене використання вже застарілих приладів для зйомок місцевості. У той же час використання саме цієї групи приладів має свої незаперечні переваги – швидкість ознайомлення з приладом, формування навичок роботи з ними і розуміння основних принципів проведення зйомок за незначний час. Це, на наш погляд, є серйозним плюсом до використання саме таких груп приладів при підготовці фахівців з педагогічною, а не картографічною освітою. Така матеріальна база здатна навчити студентів особливостям проведення зйомок місцевості в найкоротший термін з виробленням ними всіх необхідних навичок для такого роду робіт як при подальшому навчанні картографічній науці, так і при створенні карт і планів в школах.

Наступною проблемою є істотний, навіть для такої приладової бази, стиск термінів проведення практики в ході якої не тільки необхідно ознайомити студентів з польовими і камеральними роботами, а і безпосередньо створити плани місцевості. Можливим виходом з положення може бути стандартизація звітів по практиці і відповідно зменшення часу на камеральні роботи і підготовку кінцевих звітів. Для цієї мети ми вважаємо за необхідне розробку стандартних практичних посібників з польової практики по топографії як методичні рекомендації і шаблонів для заповнення при проведенні робіт з польової практики по топографії. Логічним висновком практики є готовий план місцевості бусольної зйомки, окомірної зйомки,

створення профілю рельєфу на основі проведених в полі висотних зйомок території.

Ще одною проблемою, з якою ми зіштовхнулися, є слабка ознайомленість з топографічними знаками що використовуються у картографії і топографії. Для цих цілей ми рекомендуємо обов'язкове включення в навчальний процес та в польову практику вивчення топографічних знаків для складання карт та планів.

Таким чином, ми рекомендуємо наступні методичні рекомендації у виді окремого видання для безпосереднього використання в ході польової практики з топографії а також як навчально-методичний посібник до практики з топографії.

I. РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ПОЛЮВНОЇ ПРАКТИКИ З ТОПОГРАФІЇ

МЕТА І ЗАВДАННЯ ПРАКТИКИ

Мета і завдання польової практики з топографії закріпити теоретичні знання студентів з топографії, навчити їх працювати з топографічними приладами в польових умовах, оволодіти методикою топографічних зйомок та оформлення топографічних планів та профілів.

Цілі:

- одержати практичні уміння створення планів місцевості з використанням простих топографічних приладів;
- навчитися визначати перевищення по барометричній ступіні;
- одержати практичні уміння створення профілю місцевості на дані нівелювання.

Задачі:

1. Вивчити особливості зйомок місцевості.
2. Навчитися проводити окомірну зйомку.
3. Навчитися визначати перевищення по барометричній ступіні.
4. Навчитися проводити бусольну зйомку.
5. Навчитися створювати плани місцевості на основі польового журналу й абрису.
6. Вивчити особливості геометричного нівелювання й одержати навички роботи з нівеліром.
7. Навчитися побудови профілю рельєфу по отриманим у ході польових робіт результатам.
8. Знайти уміння проводити зйомку ситуації і рельєфу за допомогою вивчених методів.

Етапи практики:

1. Інструктаж з техніки безпеки в період практики.

2. Вибір ділянок землі для зйомки.
3. Підбір обладнання та приладів.
4. Складання списку групового, особистого та спеціального зарядження.
5. Рекогносцировка місця проведення зйомки місцевості. Польові роботи.
6. Камеральні роботи.
7. Складання звіту. Залік.

Проведенню польової практики передуює підготовчий період. Викладач повинен вказати необхідну літературу, пояснити студентам умови роботи в полі, форму одягу та інші побутові питання з тим, щоб студенти змогли підготуватись до польової практики.

Разом з тим викладач інструктує студентів з правил техніки безпеки при переїзді на ділянку знімання і при виконанні польових робіт. При необхідності кожен студент повинен розписатися у журналі техніки безпеки.

Учбово – виробничою одиницею на польовій практиці є бригада студентів у кількості 15-16 чоловік, яка розбита на ланки в складі 5-7 студентів, які самостійно опрацьовують всі питання польової практики.

Щоб знімання проходило швидко і організовано, доцільно кожен ланку розбити на номери з такого розрахунку:

- перший номер (спостережник) керує роботою всіх номерів на даній станції, встановлює в робоче положення топографічний інструмент, здійснює всі необхідні вимірювання і дає останнім студентам завдання на виконання ними вимірювань;
- другий номер (записувач) веде польовий журнал;
- третій і четвертий номери (мірятьники) здійснюють вимірювання довжин і відстаней;
- п'ятий номер виконує знімання ситуації екером разом з шостим номером і веде абрис.

При переході на наступну станцію номери змінюються і так на кожній станції. Знімання виконується кожним студентом самостійно.

Викладач, який керує польовою практикою, перед виходом на ділянку знімання видає кожній ланці завдання на виконання знімання. Під час проведення польових робіт на ділянці знімання викладач повинен безперервно контролювати, чи правильно і свідомо працюють студенти при виконанні вимірювань. Не допускати механічних, несвідомих дій студентів.

Виходячи з кількості днів відведених на практику, найбільш оптимальним є наступний план проведення зйомок місцевості:

1. Бусольне або компасне знімання – 1 день
2. Технічне (геометричне) нівелювання – 1 день
3. Знімання полігону теодолітом – 1 день
4. Знімання шкільною мензулою – 1 день
5. Окомірне знімання з барометричним нівелюванням або орієнтування – 1 день
6. Камеральне опрацювання матеріалів – 1 день

Вимоги до оформлення звіту

На протязі практики студенти ведуть записи. Камеральна робота полягає насамперед в підготовці, оформленні графічного матеріалу до звіту. Сюди входять: щоденники, журнали, абриси, креслення.

В цілому звіт складається з таких розділів.

1. Вступ. В цьому розділі висвітлюється основне завдання практики, її мета, час і місце проведення.
2. Адміністративне положення району, основні маршрути зйомки.
3. Журнали та абриси зйомок місцевості.
4. Камеральна обробка результатів зйомок.
5. Список використаної літератури.

Звіт готується індивідуально. Графічний матеріал також викреслюється окремо до кожного звіту. До заліку необхідно кожному студенту знати устрій топографічних приладів, специфіку їх роботи, методику їх знімання польових та камеральних робіт.

У ході даного етапу практики підготовляється проект плану місцевості, на основі якого виконується чистовий план, що вклеюється в даний журнал. Також заноситься профіль рельєфу або на план наноситься карта висот, отриманих у ході розрахунку показань нівелювання. При нанесенні інформації на план потрібно дотримувати таких рекомендацій:

1. Масштаб повинний бути кратний 10. На плані наносяться цифровий і лінійний масштаби.

2. Інформація повинна бути нанесена на план рівномірно: не повинне бути порожніх місць не зайнятих значеннєвим і географічним навантаженням; центр листа плану повинний збігатися з центром місцевості що наносять на нього.

3. Рамки і підписи плану виконуються строго по рекомендаціях. Рамки: 20мм від верхньої і нижньої частини листа до рамок, 7мм до бічних. Підпису: пишуться топографічним шрифтом, від верхньої рамки до нижньої частини тексту підпису: 20мм. Підпис розміщується вгорі, по центрі листа.

4. Всі умовні знаки плану повинні бути стандартними, використані в плані умовні знаки обов'язково підписуються в легенді плану.

5. Чистовий план виконується тушшю або чорною капілярною ручкою. Умовні знаки з кольором виконуються відповідними квітами тушшю або капілярною ручкою.

6. Усі власні назви на плані підписуються, указують напрямку на північ (стрілкою у верхньому правому куті), що необхідно при відсутності ліній географічної і кілометрової сітки. Указують напрямок плину ріки.

7. Усі позначення фіксуються за допомогою умовних знаків а не перспективних малюнків! Приклад деяких, найбільше часто використовуваних, умовних знаків:

Підведення підсумків практики

Підсумки підводяться у процесі складання студентами звіту та заліку. Результати складання заліків з практики заносяться в екзаменаційну відомість і проставляються в заліковій книжці.

ЗМІСТ ПРАКТИКИ

Значення державної геодезичної сітка для зйомок місцевості. Лінійні вимірювання на місцевості, переклад довжин ліній в їх горизонтальні проекції.

Види зйомок місцевості: наземні (планові, висотні, висотно-планові та дистанційні) аеро-, фото-, космічні.

Планові зйомки – кутовимірювальні і кутонакреслювальні. Способи визначення планового розташування точок на місцевості: обходу, полярний, засічок, ординат, створів. Створення робочої основи та знімання подробиць місцевості. Ведення журналу зйомки, створення абрису.

Бусольна (компасна) зйомка, зйомка астролябією і екером. Масштаб кроків. Нев'язка і способи ув'язнення.

Теодолітна, зйомка. Способи вимірювання горизонтальних кутів та довжини теодолітного полігону як робочої основи зйомки.

Мензульна зйомка. Окомірна зйомка з планшетом - маршрутна і площадна.

.Висотні зйомки. Геометричне (технічне) нівелювання: інструменти, зміст польових робіт, обробка польових матеріалів, побудову профілю. Ватерпасовка. Зйомка шкільним нівеліром.

Тригонометричне нівелювання. Побудова тахеометра-теодоліта, кіпрегеля. Визначення вертикального кута нахилу та міста нуля. Шкільний - екліметр. Барометричне (фізичне) нівелювання.

Планово-висотні зйомки: тахеометрична, мензульна, окомірна з барометричним-нівелюванням.

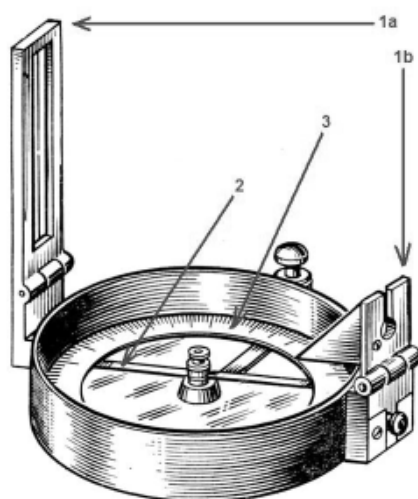
Аерофототопографічні зйомки. Властивості аерофотознімків. Топографічне дешифрування аерофотознімків. Фотоплани і фотокарти.

Космічні зйомки. Застосування космічних знімків в картогра-фіруванні поверхні. Значення космічних знімків в створенні карт.

II. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЗЙОМОК МІСЦЕВОСТІ

БУСОЛЬНА ЗЙОМКА

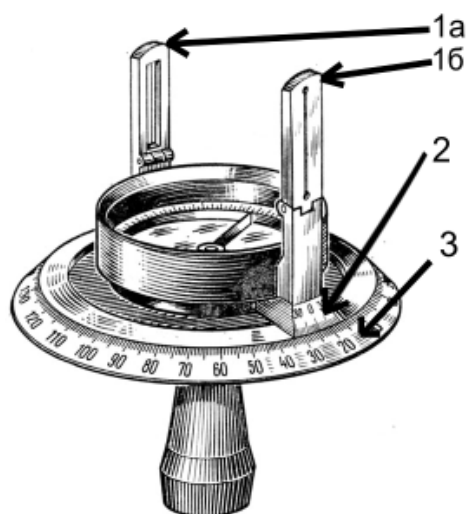
Бусольна зйомка належить до планових кутовимірювальних зйомок місцевості малої точності. Це швидкий спосіб інструментального горизонтального (планового) знімання місцевості без зображення рельєфу. При цьому бусоллю вимірюють магнітні азимути (кумби), а мірною стрічкою, або рулеткою, або польовим циркулем, довжину ліній. Для вимірювання азимутів використовують бусолі Стефана (БС) або Шмалькальдера (БШ 1).



БУССОЛЬ Шмалькальдера

Элементы буссоли

1. Диоптры:
 - 1а. Предметный диоптр
 - 1б. Глазной диоптр
2. Магнитная стрелка
3. Румбическое кольцо



БУССОЛЬ Стефана

Элементы буссоли:

1. Диоптры
 - 1а. Предметный
 - 1б. Глазной
2. Алидадная линейка
3. Лимб

Перед початком знімальних робіт необхідно переконається в справності бусолі і привести її в працездатне положення. Для цього потрібно:

1. Перевірити урівноваженість магнітної стрілки. Установивши бусоль на віддалені від намагнічених предметів у строго горизонтальне положення за допомогою рівня (рівень варто покласти на скло бусолі) перевіряють положення магнітної стрілки – вона повинна знаходитися в горизонтальному положенні якщо один кінець вище іншого те це необхідно виправити переміщенням муфти розташованої на магнітній стрілці.
2. Далі необхідно перевірити чутливість магнітної стрілки. Помітивши показання на які вказує стрілка бусолі до неї підносять металевий предмет і після відхилення стрілки в його сторону предмет забирають. Магнітна стрілка повинна повернутися точно в попереднє положення. Вона не повинна рухатися ривками або «застрягати». У випадку якщо таке спостерігається впливає знявши скло очистити голку на якій обертається магнітна стрілка.
3. Перевіряють ексцентриситет магнітної стрілки. Ексцентриситет це відхилення осі обертання магнітної стрілки від центра кільця. Перевірка полягає в зніманні показань по обох кінцях магнітної стрілки – вони повинні бути рівні точно 180° . У випадку якщо ексцентриситет присутній необхідно під час установки бусолі в робоче положення вирівняти румбичне кільце так щоб розподілу 0 і 180 градусів на ньому збігалися з напрямком магнітної стрілки. Значення, що знімають з бусолі необхідно усередняти, брати показань по прямому і зворотному азимуті, так щоб різниця була дорівнює 180 градусам.

Особливості встановлення кутомірних приладів.

При проведенні рекогносцування на місцевості відзначають станції з яких буде проводитись зйомка і позначають ці крапки кілочками, що забиваються в землю.

Точно над кілочком установлюють штатив відхилення схилу, якого не повинно перевищувати 0,5 сантиметрів.

Штатив вирівнюють на око до досягнення верхньої настановної частини горизонтального положення після чого зміцнюють ніжки штатива в землі.

Після перевірки придатності бусолі до знімальних робіт перед початком зйомки на місцевості її необхідно привести в робоче положення. Для цього її центрують, нівелюють і орієнтують.

Центрування бусолі проводиться щодо центра станції, що позначений забитим у землю кілочком. Переміщенням штатива схил (отвес) на бусолі необхідно вирівняти так щоб він показував точно на убитий кілочок. Припустимо відхилення в 0,5 сантиметра.

Нівелювання – це приведення бусолі в горизонтальне положення так щоб *лімба* знаходився в положенні *паралельно площини обрію*. Таке вирівнювання проводиться без використання рівня, просто на око. Однак необхідно звернути на нівелювання особливе уваги, тому що істотні відхилення лімба від горизонтального положення приведуть до помилкових показань значень азимутів при роботі з бусоллю!

Останнім етапом підготовчих робіт є **орієнтування** бусолі. Це означає вирівнювання напрямку магнітної стрілки з напрямком алідадної лінійки і лімба так щоб усі вони були зорієнтовані точно на 0 градусів (північний магнітний полюс). Вирівнювання проводять обережним переміщенням алідадної лінійки і лімба бусолі після повного спокою магнітної стрілки (потрібно 1-2 хвилини, щоб магнітна стрілка перестала колихатися).

Прийоми роботи з бусоллю.

Візування. Необхідно візувати («прицілитися» через очний-предметний діоптри) предмет, що фіксується на плані так щоб вертикальна нитка предметного діоптра закривала віху. Далі вимірюють показання азимутів. У бусолі Шмалькальдера: показання знімають, безпосередньо дивлячись на віху – у нижній частині діоптра дзеркало відбиває показання лімба бусолі, що є прямим азимутом на об'єкт зйомки. У бусолі Стефана: показання градусів

знімають по лімбу. На градус вказує розподіл на алідадній лінійці, на якій підписаний 0. Хвилини зчитують за показниками на обівни (підписаних цифрах) алідади, що вказують на хвилини (точність до 5').

Перед початком знімальних робіт необхідно переконається в справності бусолі і привести її в працездатне положення. Для цього потрібно:

4. Перевірити урівноваженість магнітної стрілки. Установивши бусоль на віддалені від намагнічених предметів у строго горизонтальне положення за допомогою рівня (рівень варто покласти на скло бусолі) перевіряють положення магнітної стрілки – вона повинна знаходитися в горизонтальному положенні якщо один кінець вище іншого те це необхідно виправити переміщенням муфти розташованої на магнітній стрілці.
5. Далі необхідно перевірити чутливість магнітної стрілки. Помітивши показання на які вказує стрілка бусолі до неї підносять металевий предмет і після відхилення стрілки в його сторону предмет забирають. Магнітна стрілка повинна повернутися точно в попереднє положення. Вона не повинна рухатися ривками або «застрягати». У випадку якщо таке спостерігається впливає знявши скло очистити голку на якій обертається магнітна стрілка.
6. Перевіряють ексцентриситет магнітної стрілки. Ексцентриситет це відхилення осі обертання магнітної стрілки від центра кільця. Перевірка полягає в зніманні показань по обох кінцях магнітної стрілки – вони повинні бути рівні точно 180° . У випадку якщо ексцентриситет присутній необхідно під час установки бусолі в робоче положення вирівняти румбичне кільце так щоб розподілу 0 і 180 градусів на ньому збігалися з напрямком магнітної стрілки. Значення, що знімають з бусолі необхідно усередняти, брати показань по прямому і зворотному азимуті, так щоб різниця була дорівнює 180 градусам.

Особливості встановлення кутомірних приладів.

При проведенні рекогносцування на місцевості відзначають станції з яких буде проводитись зйомка і позначають ці крапки кілочками, що забиваються в землю.

Точно над кілочком установлюють штатив відхилення схилу, якого не повинно перевищувати 0,5 сантиметрів.

Штатив вирівнюють на око до досягнення верхньої настановної частини горизонтального положення після чого зміцнюють ніжки штатива в землі.

Після перевірки придатності бусолі до знімальних робіт перед початком зйомки на місцевості її необхідно привести в робоче положення. Для цього її **центрують, нівелюють і орієнтують.**

Центрування бусолі проводиться щодо центра станції, що позначений забитим у землю кілочком. Переміщенням штатива схил (отвес) на бусолі необхідно вирівняти так щоб він показував точно на убитий кілочок. Припустимо відхилення в 0,5 сантиметра.

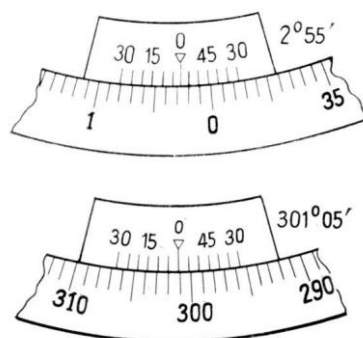
Нівелювання – це приведення бусолі в горизонтальне положення так щоб *лімба* знаходився в положенні *паралельно площини обрію*. Таке вирівнювання проводиться без використання рівня, просто на око. Однак необхідно звернути на нівелювання особливе уваги, тому що істотні відхилення лімба від горизонтального положення приведуть до помилкових показань значень азимутів при роботі з бусоллю!

Останнім етапом підготовчих робіт є **орієнтування** бусолі. Це означає вирівнювання напрямку магнітної стрілки з напрямком алідадної лінійки і лімба так щоб усі вони були зорієнтовані точно на 0 градусів (північний магнітний полюс). Вирівнювання проводять обережним переміщенням алідадної лінійки і лімба бусолі після повного спокою магнітної стрілки (потрібно 1-2 хвилини, щоб магнітна стрілка перестала колихатися).

Прийоми роботи з бусоллю.

Візування. Необхідно візувати («прицілитися» через очний-предметний діоптри) предмет, що фіксується на плані так щоб вертикальна нитка предметного діоптра закривала віху. Далі вимірюють показання азимутів. У

бусолі Шмалькальдера: показання знімають, безпосередньо дивлячись на віху – у нижній частині діоптра дзеркало відбиває показання лімба бусолі, що є прямим азимутом на об'єкт зйомки. У бусолі Стефана: показання градусів знімають по лімбі. На градус вказує розподіл на алідадній лінійці, на якій підписаний 0. Хвилини зчитують за показниками на верньєрі (підписаних цифрах) алідади, що вказують на хвилини (точність до 5').



Показання верньєра і лімба бусолі Стефана.

Для зменшення імовірності помилки необхідно проводити орієнтування зі станцій 2, 3 і т.д на попередню для з'ясування зворотного магнітного азимута, що повинний відрізнятись на 180° від прямого обмірюваного в напрямку на дану станцію. Наприклад при візуванні зі станції 1 на станцію 2 прямий азимут був дорівнює $50^\circ35'$, обчислений зворотний – $310^\circ25'$. При переході на станцію 2 прямий азимут на 1-ю станцію повинний бути точно дорівнює $310^\circ25'$. Магнітна стрілка повинна точно показувати в напрямку на північ (0°).

Для зменшення імовірності помилки необхідно проводити орієнтування зі станцій 2, 3 і т.д на попередню для з'ясування зворотного магнітного азимута, що повинний відрізнятись на 180° від прямого обмірюваного в напрямку на дану станцію. Наприклад при візуванні зі станції 1 на станцію 2 прямий азимут був дорівнює $50^\circ35'$, обчислений зворотний – $310^\circ25'$. При переході на станцію 2 прямий азимут на 1-ю станцію повинний бути точно дорівнює $310^\circ25'$. Магнітна стрілка повинна точно показувати в напрямку на північ (0°).

В залежності від характеру місцевості бусольна зйомка підрозділяється на маршрутну або площову. Доцільно проводити зйомку на шкільній ділянці, яка включає спортивний і географічний майданчик та інші об'єкти шкільного господарства і тому найбільш підходять для опрацювання всіх елементів зйомки, у такому разі студенти набудуть уміння знімати саме шкільну ділянку.

Порядок проведення робіт під час бусольної зйомки

1. Рекогносцировка місцевості і закріплення точок бусольного ходу.
2. Польові роботи.
3. Камеральні роботи.
4. Оформлення документації, креслення планів бусольної зйомки.

ОБЛАДНАННЯ

№ пп	Обладнання	Кількість (шт.)
1.	Бусоль із штативом	1
2.	Астролябія	1
3.	Мірна стрічка з 6 шпильками	1
4.	Рулетка	1
5.	Екер	8-10
6.	Віхи	10-12
7.	Кілочки	1
8.	Сокира або молоток	6
9.	Журнали бусольного знімання	6
10.	Креслярський папір для абрису	1
11.	Лінійка	1
12.	Транспортир	1
13.	Залізний кистиль (завдовжки 25 см).	1

З метою організації проведення зйомки місцевості та упорядкування роботи студентів слід розбити їх на бригади по 5-6 студентів і розподілити обов'язки слідуєчим чином: перший номер (спостерігач), який керує роботою всіх студентів на певній станції, він встановлює в робоче положення геодезичний інструмент, проводить вимірювання і дає завдання іншим номерам; другий номер (той, що занотовує) – веде польовий журнал бусольної зйомки, куди записує кути та відстані, виміряні першим, третім і четвертим

номерама; третій і четвертий номери (міряльники) – за вказівками першого номера проводять всі вимірювання довжин і відстаней стрічкою; п'ятий номер – знімає ситуацію екером одночасно з студентами, що проводять вимірювання, занотовуючи дані вимірювань; шостий номер – допомагає п'ятому вести знімання ситуації й виконує абрис.

Перед проведенням зйомки необхідно перевірити бусоль.

Перевірка приладу проводиться за наступним

а) перевірити врівноваженість магнітної стрілки. Бусоль встановлюють на штативі так, щоб поблизу не було металевих предметів.

Румбичне кільце бусолі за допомогою ватерпаса або рівня, встановленого на склі бусолі, приводять у горизонтальне положення, тобто нівелюють інструмент. Якщо після "заспокоєння" магнітної стрілки один кінець її буде вище, а другий нижче горизонтальної площини румбичного кільця, то її треба врівноважити, тобто привести в горизонтальне положення. Для врівноваження стрілки треба зняти скло бусолі і пересунути муфту (вантаж), який знаходиться на південному кінці стрілки, в протилежний бік на таку відстань, при якій кінці стрілки врівноважаться, тобто будуть паралельні площині румбичного кільця.

б) перевірити чутливість магнітної стрілки. З бусолі, встановленої в робоче положення, після заспокоєння магнітної стрілки беруть відлік по обидва кінцях. Потім відхиляють магнітну стрілку. Для цього до неї наближають залізний предмет і швидко відводять. Якщо після кількох коливань кінці стрілки стають на попередні відліки, то чутливість її достатня. Якщо ж кінці стрілки покажуть інші відліки, то несправну бусоль слід замінити.

в) перевірити ексцентриситет магнітної стрілки. Ексцентриситет магнітної стрілки утворюється тоді, коли вісь обертання стрілки не збігається з центром румбичного кільця бусолі.

Якщо ексцентриситету немає, то відліки по північному та південному кінцях стрілки на румбичному кільці повинні бути однакові. Коли ж у відліках є різниця, то це свідчить про ексцентриситет.

Щоб усунути вплив ексцентриситету магнітної стрілки треба при вимірюванні азимутів бусоллю БС для одержання правильного відліку за верньєром предметного і очного діоптрів під час її орієнтування і встановлення в робоче положення нульовий діаметр горизонтального круга $0-180^0$ або нульовий діаметр румбичного кільця $0-0^0$ поставити паралельно повздовжній осі магнітної стрілки.

У такому разі правильний прямий магнітний азимут читається за верньєром предметного діоптра. Різниця між величиною відліків, знятих з обох верньєрів, має дорівнювати 180^0 . Якщо цього немає, то це свідчить про ексцентриситет алідади бусолі. Щоб його усунути, треба за правильну величину магнітного азимута взяти півсуму відліків з обох верньєрів.

На станції бусоль встановлюють у робоче положення після виконання трьох дій: центрування, нівелювання та орієнтування інструмента.

Центрують бусоль БС на полегшеному штативі за допомогою виска до центру кілочка, який означає станцію. Допускається відхилення виска від центра кілочка не більш як на 0,5 см. центрують висок по кілочку за допомогою переміщення ніжок штативу.

Закінчивши центрування, сошки штатива встромляють у землю, а верхні гвинти (баранчики) закручують, щоб головка штатива не змістилася.

Нівелюють бусоль на око одночасно з центруванням. Тому приводити азимутальний круг бусолі в горизонтальне положення слід особливо уважно. Це дасть можливість уникнути грубих помилок при вимірюванні азимутів за рахунок непаралельності горизонтального круга бусолі до рівневої поверхні.

Орієнтувати бусоль за магнітною стрілкою треба дуже уважно. Для цього після приблизного наведення нуля горизонтального круга бусолі на північ слід почекати 1-2 хвилини до повного "заспокоєння" магнітної стрілки і тільки тоді обережно й плавно сумістити нулі румбичного круга з напрямками північного і південного кінців магнітної стрілки. Слід поміятати, що при орієнтуванні бусолі поблизу не повинно бути будь-яких сталевих предметів.

Прийоми роботи з бусоллю.

Візування. Візуючи віху, встановлену на станції, або точці, яку знімають, вертикальну нитку предметного діоптра треба навести так, щоб вона закривала віху.

Вимірювання азимутів і румбів. Щоб точно вимірювати магнітні азимути бусоллю БС, треба якомога ретельніше зорієнтувати азимутальний круг на станції.

Щоб зменшити похибку через неточне орієнтування бусолі на станції, слід провести орієнтування на станціях 2-й, 3-й та на наступних за протилежним магнітним азимутом і перевірити за магнітною стрілкою. Наприклад, при візуванні із ст.1 на віху ст.2 прямий магнітний азимут дорівнює $84^{\circ}45'$, а обчислений зворотній магнітний азимут – $264^{\circ}45'$. Для орієнтування бусолі на ст.2 верньєр предметного діоптра встановлюють на $264^{\circ}45'$ і горизонтальний круг плавно повертають руками разом з алідадою та діоптрами доти, доки вертикальна нитка предметного діоптра закрий віху на ст. 1 після зняття бусолі. Переконавшись, що на верньєрі покази дорівнюють $264^{\circ}45'$, затискний гвинт обережно закручують, щоб не порушити горизонтального круга. Після цього перевіряють орієнтування горизонтального круга за магнітною стрілкою. Північний та південний кінці магнітної стрілки мають збігатися із штрихами 0° румбічного кільця.

Вимірювання довжини ліній під час бусольної зйомки.

Щоб досягти великої точності вимірювання довжини сторін бусольного ходу на відстані понад 100 м, треба до початку вимірювання підготувати створ лінії і провести її вішкування.

Сторони бусольного ходу (полігона) вимірюють сталеву мірною штриховою стрічкою, що має завдовжки 20м, при 6 шпильках. Вимірюють двічі: вперед і назад, з точністю до 1 см. При цьому треба стежити за тим, щоб стрічка не перекручувалась, натягувалася весь час однаково, а найголовніше, щоб вона була у створі віх вимірюваної сторони. Кінці стрічки обов'язково позначають втиканням шпильок у землю.

Відстань від станції до точки ситуації вимірюють мірною стрічкою один раз (вперед).

Рекогносцировка місцевості і закріплення точок бусольного ходу.

Прибувши на місце знімання, бригада розпочинає роботу з рекогносцирування, тобто з огляду та вивчення ділянки знімання. Під час виконання цієї частини робіт слід дотримуватися таких правил:

1. Станції встановлювати на підвищених місцях, щоб як мінімум, було видно задню і передню.

2. Станцію слід розташовувати на рівному майданчику, а високу траву біля кілочка вирвати, щоб було видно основу віхи, поставленої біля кілочка.

3. Відстань між станціями треба добирати в межах 50-150м. сторони бусольного ходу, коротші за 50 м, незручні тим, що потребують багатьох станцій а отже й більшого часу на знімання. Коли ж сторони довші за 150м, то під час знімання ситуації на таких відстанях через діоптри погано видно предмети, а це позначається на точності вимірювання.

4. Закріплюючи станцію, на торцевій частині кілочка позначають центр.

5. Бусольний хід прокладають за годинниковою стрілкою. По периметру ділянки рухаються за годинниковою стрілкою.

Створення робочої основи зйомки.

Робочу основу створюють на межі обходу ділянки.

Знімання ситуації.

Бусольна зйомка відноситься до планових горизонтальних кутовимірювальних зйомок. Тому бусоллю знімають тільки одну ситуацію, що складається з предметів та предметів.

Знімання ситуації полягає у визначенні місцезнаходження характерних точок контурів та окремих предметів відносно станцій і сторін бусольного ходу.

Ситуацію можна знімати наступними способами:

а) спосіб перпендикулярів (створів) – застосовується при зніманні невеликих об'єктів, границь, контурів берегової лінії тощо. Вздовж об'єкта, що знімають прокладають зйомочний хід, з найбільш характерних точок контура проводять перпендикуляри на лінії ходу. Вимірюють довжину перпендикулярів L_1, L_2, L_3 та т.д. і відстань від початкової точки до основаній перпендикулярів $S_{0-1}, S_{0-2}, S_{0-3}$ і т.д.

б) спосіб азимутальних засічок – спосіб визначення розташування третьої точки по двом даним. Пряма засіка – з двох відомих точок визначають розташування третьої недоступної точки. Зворотна засіка застосовується тоді, коли точка що треба визначити та одна з відомих точок доступні, але виміряти відстань між ними трудно.

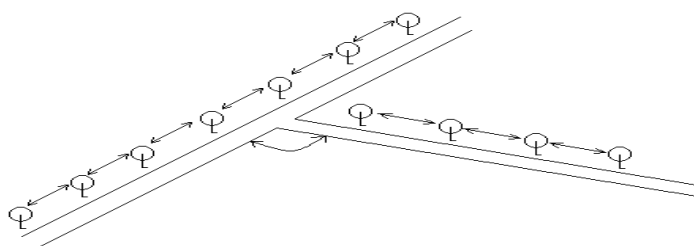
в) спосіб полярних засічок – розташування точок на місцевості визначається вимірюванням відстаней від відомої точки до пунктів зйомочного ходу та вимірюванням кутів від початкового напрямку за магнітними азимутами.

г) спосіб ординат -

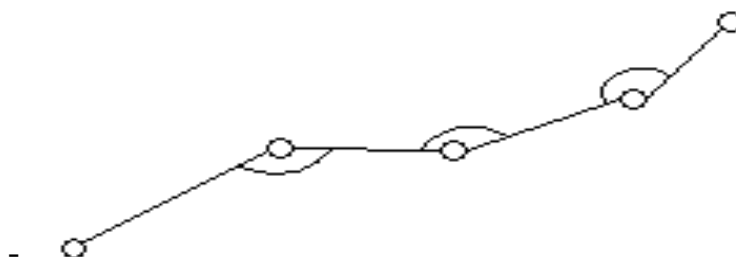
д) магістральний спосіб –

е) спосіб полігонів –

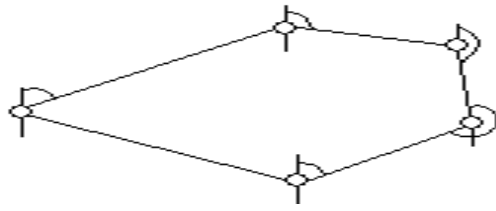
ж) спосіб площинний –



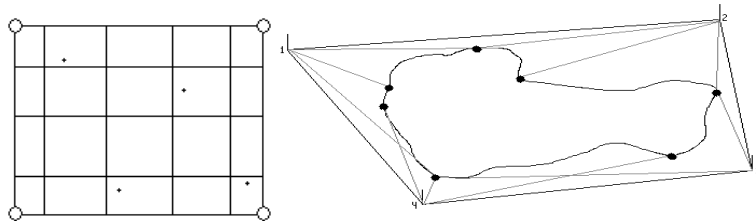
- спосіб створів;



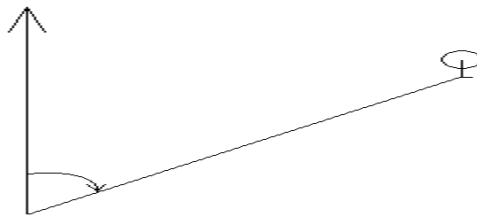
- - магістральний;



- полігонів;

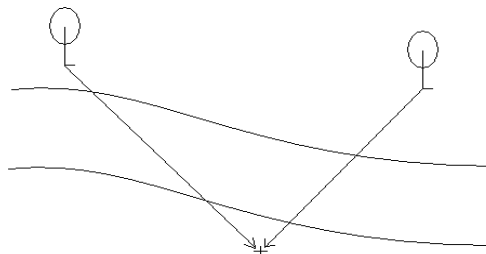


- майданний.



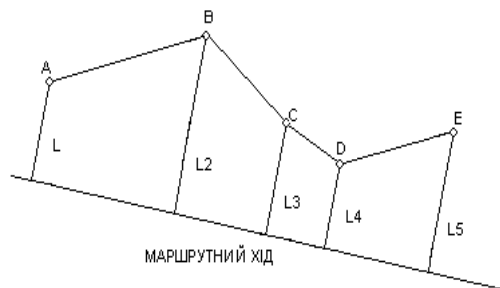
- - полярний;

-



- - прямої зарубки;

-



- ординат.

Рис.1. Способи визначення планового положення точок зйомочного ходу.

Під час знімання ситуації студенти ведуть журнал бусольної зйомки. Одночасно з журналом на окремому аркуші креслярського паперу слід вести абрис де на око зображають робочу основу та ситуацію знімання. В абрис записують усі числові величини виконаних вимірювань, не занесених у журнал бусольної зйомки.

20.05.2001 р.

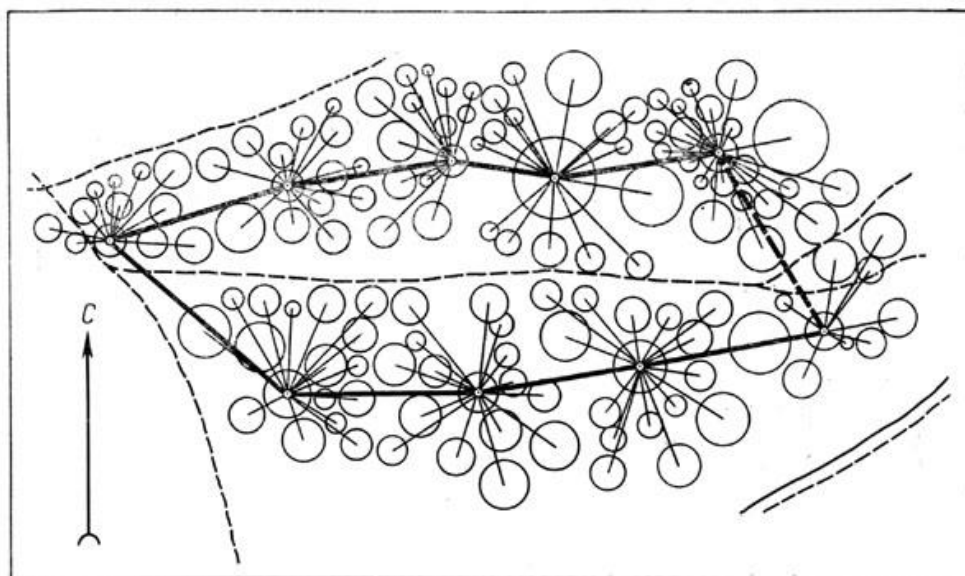
бусоль № 2005

мірна лента, польовий циркуль

Знімання проводила

Іванова О.О.

Погода: ясно, вітер



Приклад абрису полігональної зйомки полярним способом.

Журнал бусольної зйомки.

№ станції	№ точок спостереження	Магнітні азимути		Відстань у м	Примітка
		прямий	зворотний		
1	2	3	4	5	6

Щоб спотворення на абрисі були незначні, а його зміст якомога точніше відповідав ділянці зйомки, рекомендується дотримуватися таких правил:

1. Вибрати масштаб абрису і дотримуватися його. Виміряну довжину наносити лінійкою з сантиметровими поділами.
2. Виміряні кути відкладати за допомогою транспортира, якщо немає навичок нанесення на око.
3. Лінії візування проводити по лінійці.
4. Робочу основу та зняту ситуацію наносити так само, як проводили зйомку (засічок, перпендикулярів тощо).
5. Числа в абрис записувати так: число, що показує довжину вимірної лінії від встановленого її початку писати в кінці вимірної лінії, зверху; число, яке виражає розміри об'єкта, писати посередині вимірної сторони між двома тире.

Записи і малюнки в польовому журналі й абрису треба робити гостро заструганим олівцем. Вони повинні бути чіткими й зрозумілими. Не рекомендується витирати гумкою й підчищати записи в журналі та абрисі. Неправильний запис слід закреслити, а зверху зробити правильний. Нотаток на окремих аркушах паперу робити не варто, бо їх можна легко загубити.

Після закінчення роботи, перш ніж піти з ділянки, яку знімали, слід перевірити, чи правильно записано в журнал магнітні азимути і довжини сторін бусольного ходу. В такому разі прями азимути перевіряють за зворотними – між ними повинна бути різниця 180° .

Камеральні роботи

Закінчивши польові роботи, результати бусольної зйомки обробляються в камеральних умовах за таким порядком:

- а) за зворотними азимутами перевіряють, чи правильно знято азимути або румби сторін бусольного ходу (полігона);
- б) перевіряють правильність записів і побудови в абрисі;
- в) накладають на план бусольний хід (полігона) за магнітними азимутами або румбами. Визначають абсолютну лінійну нев'язку, обчислюють

відносну лінійну нев'язку, і, якщо вона перевищує $1/200$ (тобто 0,005 довжини бусольного ходу), розподіляють її.

За даними польового журналу та абрису бусольної зйомки план складають у такій послідовності:

1. За магнітними азимутами або румбом будують замкнутий бусольний хід. На аркуші креслярського паперу формату А-4 позначають ст.1 з таким розрахунком, щоб весь план симетрично розмістився на аркуші між назвою теми і нижнім краєм рамки. Через середину аркуша проводять зверху вниз пряму лінію, що зображує магнітний меридіан. Верхній кінець лінії означає північ, нижній – південь.

2. Розподіляють нев'язку.

3. Наносять на план ситуацію.

4. Креслять план тушшю відповідно до заданих умов.

ГЕОМЕТРИЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ

Нівелювання – відноситься до вертикальних зйомок місцевості, якими визначають висоту точок земної поверхні. Спочатку знаходять, наскільки одна точка перевищує іншу, а потім обчислюють позначку точки або її справжню висоту (від нуля Кронштадтського футштока).

Геометричне нівелювання поділяють на дві категорії:

1. Державне нівелювання з метою знаходження опорних висотних пунктів I, II, III, IV класів;

2. Технічне нівелювання для потреб будівництва і різноманітних інженерних досліджень.

Основа геометричного нівелювання – горизонтальний промінь візування, паралельний рівневій поверхні.

Розрізняють два способи нівелювання залежно від розташування нівеліра відносно нівельованих точок:

- нівелювання вперед;
- нівелювання з середини.

Нівелювання вперед.

Щоб визначити висоту точки В відносно точки А (рис. 1), тобто знайти перевищення $h=BC$ способом вперед, слід заміряти висоту променя візування над точкою А, що дорівнює відстані $pB=b$. Тоді перевищення точки В над точкою А становитиме різницю цих відстаней, тобто $h= mA-pB= i-b$, бо $i = b + h$ тому, що лінії nm і AC паралельні.

Таким чином, геометричне нівелювання засновано на теоремі геометрії про рівність паралельних відрізків між двома паралельними лініями.

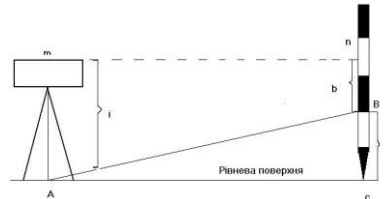


Рис. 1

Нівелювання з середини.

Під час нівелювання способом із середини точку А (рис. 2), відносно якої визначають перевищення точки В, називають задньою, а точку В - передньою. Відліки за нівелірними рейками, встановленими на цих точках, відповідно називають "відлік назад" і "відлік вперед" і виражають у міліметрах. Величину відліку записують чотиризначною цифрою.

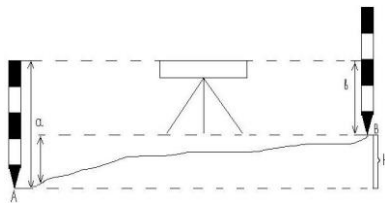


Рис. 2

$H = a + b$ – відносна висота

$H_b = H_A + h$ - абсолютна висота

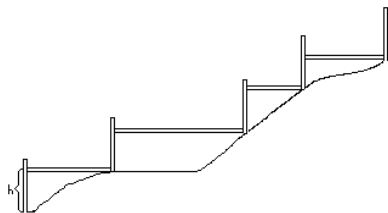


Рис. Ватерпасовка- нівелювання крутих схилів простими приладами

Щоб визначити відстані від променя візування до земної поверхні, застосовують нівелірні рейки довжиною 3,0 м з сантиметровими поділами, які з'єднані в шашки чорного та білого кольору довжиною по 5 см. Дециметри на нівелірній рейці позначено цифрами від 01 до 29. Рейку слід встановлювати суворо вертикально за рівнем або на око нульовою відміткою до низу.

Якщо нівелюють з однієї установи нівеліра, тобто з однієї станції, то нівелювання називають простим. А коли нівелір послідовно встановлюють на кількох станціях, то таке нівелювання називають складним.

Геометричне (технічне) нівелювання, яке застосовується для знімання вузької смуги землі, траси, називають повздожнім нівелюванням.

Під час проведення нівелювання обов'язки в бригаді розподіляються так:

Перший номер – спостерігач, встановлює на станції нівелір у робоче положення і проводить всі потрібні вимірювання протягом всієї зйомки.

Другий номер - веде журнал нівелювання, занотовує всі виміряні величини.

Третій та четвертий номери – встановлюють рейки на кілочки точок зв'язування і повертають їх спочатку чорним, а потім червоним боком до нівеліру.

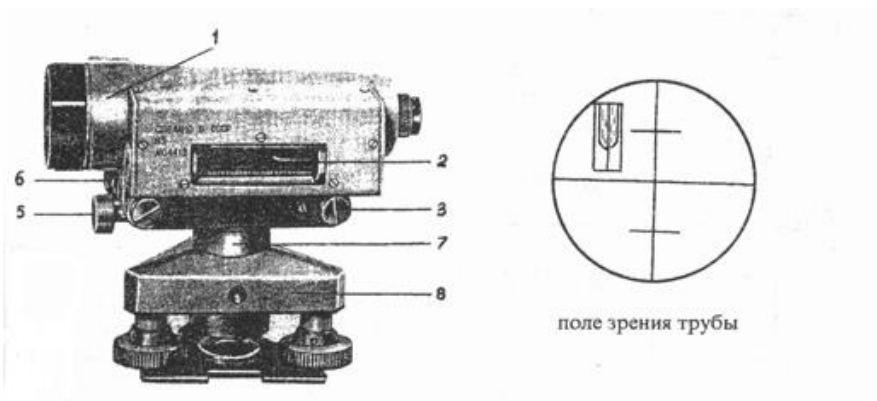
П'ятий і шостий номери - ведуть пікетажний журнал та знімання ситуації по обидва боки траси на відстані 20-25 м від її осі.

ОБЛАДНАННЯ

№	Обладнання	Кількість
1	Нівелір	1
2	Нівелірні рейки	2
3	Мірна сталева 20-метрова стрічка	2

4	Рулетка	1
5	Польовий циркуль, колиши, молоток	1
6	Екер	1
7	Бусоль	1

Особливості пристрою нівеліра. Нівелірна рейка.



Нівелір

- 1** – зорова труба; **2** –циліндричний рівень при трубі;
3 – елеваційний гвинт; **4** –настановний круглий рівень (на малюнку не показаний);
5,6 – закріпний і мікрометрений гвинти азимутального обертання;
7 –вісь; **8** –підставка з трьома піднімальними гвинтами.



Нівелірна рейка

Перевірка працездатності нівеліра.

Перед початком роботи необхідно переконається в придатності нівеліра, у його справності. Незначні відхилення в його роботі приведуть до істотних перекручувань під час зйомок місцевості, тому необхідно перевірити нівелір і при наявності несправностей виправити їх або замінити прилад.

У першу чергу перевіряють паралельність осі обертання нівеліра і віссю круглого рівня. Відхилення останнього приведуть до зниження точності первинної установки нівеліра. Перевірку проводять у такий спосіб: виставивши пухирець повітря в рівні точно по центрі обертають верхню частину нівеліра на 180° після чого перевіряють чи залишився пухирець повітря в центрі або змістився.

По-друге: мережа горизонтальних ліній візирної труби нівеліра повинна бути перпендикулярна осі обертання візирної труби (рівнобіжна площини обрію).

По-третє: вісь циліндричного рівня повинна бути рівнобіжна осі візирної труби.

Робота з нівеліром.

Призначення нівеліра у вимірі перевищення між двома крапками. Геометричне нівелювання дозволяє з'ясувати перевищення за допомогою теореми рівнобіжних ліній, відповідно до якої вони знаходяться на рівній відстані друг від друга на усьому своєму протязі і тим самим лінія нівелірної труби буде рівнобіжна поверхні геоїду і перевищення фізичної поверхні (рельєф) будуть фіксуватися у виді різниці висот між крапками.

Робота з нівеліром полягає в наступному:

1. Нівелір установлюється на станції, встановлюється в робоче положення — домагаються горизонтального положення рівнів нівеліра.

2. Під час роботи зі знімання показань фіксують значення на нівелірній рейці при цьому обов'язково засвідчуючи в горизонтальному положенні осі візування про яке свідчить відображення рівня в оптичній системі зорової труби.
3. Зафіксовані показання реєструють у журналі нівелювання. При цьому одночасно фіксуються показання на робочій (чорної) і контрольній (червоної) стороні нівелірної рейки. Це необхідно, для того щоб упевнитися у вірності зведень зафіксованих спостерігачем.
4. Показання на нівелірній рейці фіксуються з другої станції (нівелювання із середини) або точно заміряться висота центра нівелірної труби над рівнем землі (нівелювання вперед).
5. За показниками висот у камеральних умовах будують профіль рельєфу або карту висот, що наносять на план місцевості.

Нівелірна рейка має довжину в 3 метри. У зв'язку з особливістю оптичної системи нівеліра спостерігач бачить зображення в ньому переверненим. Для полегшення роботи на нівелірній рейці всі значення спеціально перевернені «нагору ногами» (УВАГА! «Нуль» на робочій стороні нівелірної рейки і менше показання на її контрольній стороні, повинні під час роботи знаходитися внизу: на рівні землі). Нівелірна рейка встановлюється точно на рівні землі – не повинне бути ніяких перешкод, що можуть викликати відхилення при зйомці висоти: камінчиків, щільної трави, інших перешкод. Не слід установлювати рейку в дрібні ямки або на невеликих насипах. Висота, на якій знаходиться рейка повинна бути середньої для навколишньої території: **відхилення в сантиметр або більше**, що виник унаслідок відступу від даних правил, є помилкою зйомки!

Максимальна висота між крапками установки нівелірної рейки не повинна перевищувати 70 метрів. Рекомендується також не встановлювати рейку занадто близько від нівеліра: менш 10 метрів.

Встановлення нівеліра в робоче положення.

Встановити нівелір в робоче положення – це значить поставити його трубу так, щоб її візирна вісь була паралельна рівневій поверхні.

Спочатку над кілочком станції встановлюють заздалегідь перевірений штатив. Центрують його на око, не вдаючись до виска. Встановлюють штатив з таким розрахунком, щоб одна його ніжка стояла на осі нівелювання, а дві інші – по їх бокам і між ними проходила ось нівелювання.

Далі встановлюють трубу нівеліра на "око" на предмет і спрямовують на нівелірну рейку, що стоїть на зв'язуючій (пікетній) точці. Повертанням діоптрійного кільця окуляра домагаються чіткої видимості сітки ниток труби, а потім обертанням маховичка - різкої видимості рейки.

Візирну вісь труби нівеліра встановлюють у горизонтальне положення з допомогою елеваційного гвинта переміщенням бульбашки циліндричного рівня на середину. Щоб зробити так, кінці бульбашки циліндричного рівня, що їх помітно в лівій частині поля зору труби і під час розгляду в окуляр, повинні зійтися разом, тобто досягти контактування

Виконання повздовжнього нівелювання.

Підготовки траси до нівелювання.

Повздовжнє нівелювання ділянки траси складається з таких основних робіт:

- а) рекогносцировки траси;
- б) розбивки пікетажу та вимірювання кутів поворотів траси;
- в) повздовжнього нівелювання.

Рекогносцировка траси.

В рекогносцируванні траси бере участь вся бригада. Слід точно встановити й провести напрям лінії нівелювання – траси, яка по можливості повинна проходити крізь рівну місцевість без кущів, ярів та інших перешкод. Одночасно позначити точки поворотів і намітити план роботи.

Розбивка пікетажу та вимірювання кутів поворотів траси.

Розбивка пікетажу – це розбивання лінії нівелювання на стометрові відрізки, кінці яких називають зв'язувальними точками, пікетними точками або пікетами. Ці точки закріплюють кілочками, забиваючи їх урівень із землею. Посередині стометрових відрізків на відстані 50 м від пікетних точок забивають кілочки, які позначають станції, тобто місця встановлення нівеліра. Пікетну точку на передньому кінці стометрового відрізка (за ходом нівелювання) називають передньою, а розміщену на зворотному кінці відрізка – задньою. На кожній з них встановлюють нівелірну рейку, по якій роблять відліки з суміжних станцій. Перший кілочок, що є початком лінії нівелювання, називають нульовим. Наступний, забитий на передньому кінці стометрового відрізка – першим пікетним або першою пікетною точкою. Пікетні точки позначають сторожками на яких пишуть ПК 0, ПК 1 (пікетна точка нульова і т.д.).

Станції також закріплені кілочками і позначаються – ст.1, ст.2 і т.д.

Якщо на осі нівелювання між пікетними точками зустрічаються значні складки місцевості або вісь нівелювання перетинає дорогу та ін., то встановлюють проміжні кілочки і називають проміжною точкою або плюсовою точкою.

Всі кути повороту траси нівелювання вимірюють бусоллю або теодолітом.

Розбиваючи пікетаж ведуть журнал і одночасно абрис, куди заносять зняту ситуацію в смузі по 25 м праворуч і ліворуч від осі нівелювання. Ситуацію знімають способом перпендикулярів з допомогою екера і мірної сталевий стрічки або польового циркуля і мірної стрічки. Щоб підвищити точність, трасу нівелюють у прямому і протилежному напрямках.

Розбивши пікетаж і записавши всі данні розбивки та замалювавши абрис у пікетажному журналі, проводять нівелювання.

Нівелювання траси.

Установивши на станції нівелір у робоче положення, перший номер дає команду рейковим поставити рейки на кілочки і повернути їх чорним боком. Потім наводить вертикальну нитку зорової труби точно на середину задньої

рейки читає відлік по задній рейці – "погляд назад". Після цього нівелір повертають на 180° і спрямовують зорову трубу на передню рейку і читає відлік по передній рейці. Для записування результатів спостереження і обчислення перевищень рекомендується форма журналу, яку показано в таблиці 1. Потім рейку повертають червоним боком і проводять відліки по передній а потім по задній рейці. Записують їх в журнал під відліками записаними раніше по чорних боках рейок.

Закінчивши спостереження, перш, ніж зняти нівелір, обов'язково роблять такі обчислення:

а) у третій та четвертій графах обчислюють різниці відліків за червоними та чорними боками задньої і передньої рейок. Ця різниця має дорівнювати постійній величини 4687, встановленій для даних рейок, тобто різниці висот нулів червоних боків рейок. Допускається відхилення ± 5 мм від величини 4687;

б) у шостій графі записують перевищення, обчислені за відліками чорних та червоних боків рейок. Різниця між перевищенням має бути не більше, ніж ± 4 мм;

в) у сьомій графі записують середнє з двох перевищень, обчислених за відліками, знятими з червоного та чорного боків рейок. Це перевищення округляють з точністю до 1 мм.

Це контрольні обчислення. Після їх закінчення перший номер подає сигнал задньому рейковому перейти і встановити рейку на передній зв'язуючий точці наступної пікетної відстані, а передньому – повернутися обличчям до наступної станції.

Новий перший номер (колишній другий) знімає зі станції штатив разом з нівеліром. Переносить його на наступну станцію, встановлює в робоче положення і продовжує нівелювання.

Камеральні роботи

Обчислення журналу геометричного нівелювання та побудова профілю.

Таблиця 1

Журнал геометричного нівелювання

станції	іке- тів	Відліки по рейках			перевис- щення h	Середнє переви- щення $\pm h$	Горизонт І, інстру- мента	Позначки (висоти)	
		адні	ередні	роміжні с				абсо- лютні H	умовні ум.
	К 0	654						32,80	6,00
		342							
	К 1		622		2032	+20 32		34,83	8,03
			309		2033				
	К 1	226						34,83	8,03
		915							
	70			644			37,05	36,41	9,61
	К 2		916		0690	0690		34,14	7,34
			604		0689				
	К 2	490						34,14	7,34
		179							
	30			040			34,63	32,59	5,79
	К 3		083			+04 07	0407	34,55	7,75
			771			+04 08			

$$24806 - 21305 = 3501 : 2 = +1750$$

$$2439 - 0690 = +1749$$

Обчислення польового журналу.

Щоб знайти позначки (висоти) віх про нівельованих точок, польовий журнал повздовжнього нівелювання обробляють за такою послідовністю:

1. Визначити перевищення зняті по чорному боку нівелірної рейки (верхні цифри граф 3 і 4 і по червоному боку рейки (нижні цифри та записуємо їх в графу 6 рядка ПК 1.

2. Розрахувати середнє перевищення ПК 1 над ПК 0 із заокругленням до 1 мм.

3. Далі вілики та ст. 2, 3 та пікета 1-2, 2-3 і т.д. обробити таким самим способом.

4. Проконтролювати обчислення послідовно:

а) знайти суму всіх передніх відліків Σ_a ;

б) знайти суму всіх передніх відліків Σ_b ;

в) обчислити різницю знайденими сумами $\Sigma_a - \Sigma_b$;

г) скласти окремо всі додатні і від'ємні перевищення в графі 7 і знайти різницю між ними.

Контроль полягає в порівнянні різниці між сумами задніх та передніх відліків (графи 3 і 4) і сумою середніх перевищення (графа 7):

$$(\Sigma_a - \Sigma_b) - \Sigma_n = 0$$

Допустима нев'язка дорівнює $f h_{\text{доп}} = 30 \sqrt{L}$, де L – число кілометрів нівелірного ходу. Якщо знайдена величина нев'язки $f h$ перевищує допустимої, то її розподіляють між середніми обчисленими позначками пікетних точок, тобто величину нев'язки ділять на число пройдених станцій нівелірного ходу:

для точки ПК 1 величина поправки дорівнює $\frac{fh}{n}$, для решти пікетних точок

$\frac{fh}{n} \cdot \text{НПК}$, де n – число всіх пройдених станцій в нівелірному ходу; НПК – номер пікету. Поправку вносять з оберненим знаком.

Абсолютну висоту ПК знаходять за формулою:

Абсолютну висоту ПК знаходять за формулою:

$$H_{ПК1} = H_{ПК0} + h_1 \text{ (з округленням до 0)}$$

$$\text{Умовну висоту: } H_{ПК\text{ ум.}} = H_{ПК0\text{ ум.}} + h_1$$

Висоти проміжних точок знаходять способом горизонту інструмента. Горизонтом інструмента (Γ) називають висоту візуального променя нівеліра над рівнем моря або умовну висоту над точкою, взяту за 0.

$$\Gamma_1 = H_{ПК1} + a \text{ (за абсолютною висотою)}$$

$$\Gamma_1 = H_{ПК\text{ ум.}} + a \text{ (за умовною висотою)}$$

Позначка (висота) проміжної точки дорівнює горизонту інструменту станції мінус відлік по рейці, встановленій на проміжній точці. Наприклад:

$$M_{+70} = \Gamma_1 - C, \text{ де } M_{+70} \text{ – проміжна станція, } C \text{ – відлік за рейкою.}$$

Побудова повздовжнього профілю

Повздовжній профіль траси – вертикальний розріз ділянки траси вздовж осі нівелірного ходу. Побудову профілю починають з вибору горизонтального і вертикального масштабів і відмітки умовного горизонту. Горизонтальний масштаб вибирають враховуючи рельєф місцевості.

При побудові профілю слід вірно вибирати позначку лінії умовного горизонту, тобто лінії відносно якої будують профіль. Треба, щоб лінію умовного горизонту ніде не перетинала лінія профілю. В нашому випадку лінія умовного горизонту має умовну висоту +10,0 м, або абсолютну висоту – позначку – 42,0 м.

Креслення профілю проводять за слідуючим планом.

1. Проводять лінію умовного горизонту як горизонтальну лінію з таким розрахунком, щоб накреслений повздовжній профіль симетрично розмістився на ньому.
2. Наносять інші лінії з позначками висоти пікетів.
3. Креслять план місцевості.
4. Креслять повздовжній профіль рельєфу місцевості.
5. Оформляють профіль – підписують всі графи і позначки, масштаби.

Креслення оформляють відповідно вимог.

Журнал геометричного нівелювання

тан- ції	іке- тів	Відліки по рейках			еревищ ення h	Сер еднє переви- щення $\pm h$	Г I, горизонт інстру- мента	Позначки (висоти)	
		адні	ередні	роміжні с				а	у мовні F ум.
	К 0								
	К 1								

ОКОМІРНА ЗЙОМКА З БАРОМЕТРИЧНИМ НІВЕЛЮВАННЯМ

Підготовчі роботи

Загальні питання окомірної зйомки.

Окомірна зйомка – одна з найпростіших у геодезичній практиці. Під час окомірного знімання відстані вимірюються кроками, орієнтуються по компасу, а напрям на предмети та точки контурів, що їх знімають, прокреслюють за допомогою візирної лінійки.

Щоб мати більш точні дані про рельєф ділянки, одночасно з окомірним зніманням проводять нівелювання звичайним барометром-анероїдом.

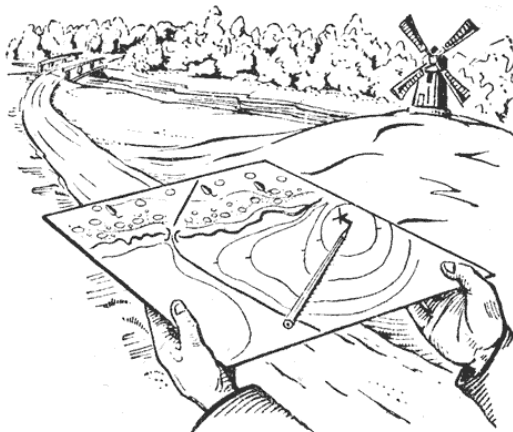
Оскільки кути не вимірюють, а креслять на планшеті, окомірна зйомка буде кутонарисовою.

Для окомірної зйомки треба мати такі прості інструменти:

- а) планшет з прикріпленим аркушем креслярського паперу або спеціальну папку-планшет;
- б) компас шкільний або Адріанова;

в) візирну лінійку.

Планшет розміром 30 x 40 см виготовляють з фанери. В одному куті планшета просвердлюють чотири дірочки діаметром 2-3 мм для прикріплення компаса за допомогою шнурка. Буває папка-планшет фабричного виготовлення.



Орієнтування планшета щодо сторін обрію.

Візирна лінійка має форму витягнутої тригранної призми. Її легко зробити своїми силами. Якщо на візирній лінійці немає міліметрових поділок, то слід захопити з собою ще й лінійку з міліметровими поділками для відкладання відстаней на планшеті.

Компас призначається для орієнтування планшета за магнітним меридіаном, тому його міцно прикріплюють до планшета у верхньому лівому кутку шнурком. Штрихи Пн-Пд (0° і 180°) на шкалі компаса повинні йти точно зверху вниз. Щоб під час знімання кріплення компаса не послабилося, а штрихи Пн-Пд не змінили свого початкового положення, слід, розаретовуючи стрілку, пальцями другої руки притиснути компас до планшета.

Аркуш креслярського паперу, на якому буде зображено майбутній план, приклеюють до планшета або прикріплюють звичайними канцелярськими кнопками. З краю прикріпленого аркуша паралельно штрихам компаса ПН-Пд проводять лінію, північний кінець якої позначають літерою N, а південний – S.

Окомірна зйомка може бути маршрутною і площевою. До маршрутної зйомки вдаються в експедиціях при проведенні польової практики з

географічних дисциплін та під час туристських походів. Площову застосовують тоді, коли в короткий строк, але з незначною точністю треба підготувати топографічний план ділянки місцевості.

Робочою основою окомірної зйомки є опорний хід (подібно до розімкнутого або зімкнутого полігона). Точки повороту опорного ходу називають станціями. Ситуацію і рельєф знімають із зручних станцій та точок на стороні опорного ходу. Основний спосіб знімання ситуації – спосіб засічок.

Відстань вимірюють кроками. Якщо до предмета, який знімають, виміряти відстань крокам неможливо, то її визначають на око. Якщо визначати відстань добре натренованим оком, то похибки не перевищують 10%. Щоб зручно й швидко відкладати відстані, на плані складають масштаб кроків.

Кожен з тих, хто зайнятий на зніманні, повинен знати довжину свого кроку з точністю до 1 см. Для цього на рівній ділянці місцевості відміряють мірною сталевною стрічкою відстань довжиною 100 м, зазначивши обидва кінці кілочками. Всі студенти проходять два-три рази цей відрізок і лічать кількість кроків. Потім 100 м ділять на середню кількість кроків і знаходять довжину свого кроку. Наприклад, при першому вимірюванні кількість кроків становила 141, при другому – 143. Середня – 142. Отже, довжина одного кроку дорівнює:

$$100 : 142 = 0,73 \text{ м.}$$

Слід мати на увазі, що на підйомах та спусках при крутості 10° і більше довжина кроку помітно зменшується. Це видно з таблиці:

Зменшення довжини кроку при підйомах і спусках

Крутість підйому або спуску	Процент зменшення довжини кроку (наближено)	
	Під час підйому	Під час спуску
10°	20	5
20°	35	15
30°	50	35

При невеликій крутості спуску до $1-2^\circ$ на рівному твердому ґрунті довжина кроку збільшується на 3-5%. Якщо крутість спуску збільшується, довжина кроку зменшується, наприклад, по траві на 3-5%, по піску – на 10%.

Під час окомірного знімання лічбу ведуть парами кроків, рахуючи пари, як правило, під ліву ногу. Щоб не збитися з ліку, під час вимірювання відстаней довжиною в кілька сотень метрів, треба кожен сотню пар кроків відмічати на планшетах олівцем, коротким штрихом.

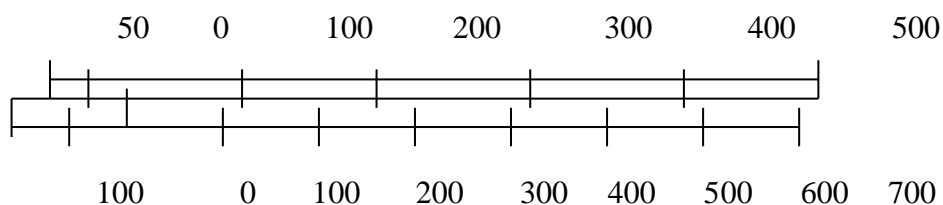
Розглянемо складання масштабу кроків для таких умов. Масштаб знімання 1: 5000; довжина кроку 0,70 м. Визначимо, скільки кроків міститься в основі масштабу, тобто в 1 см на планшеті або в 50 м на місцевості:

$50,0 : 0,70 = 71,4$ кроку. Величина 71,4 не кругла, а отже, й незручна для переведення кроків у метри. Тому обчислимо величину основи масштабу 100 кроків. $100 : 71,4 = 1,4$ см, тобто 100 кроків відповідають 1,4 см на плані. На основі цих обчислень складаємо масштаб кроків (см. малюнок 2) і розміщуємо на планшеті під південною рамкою. Масштаб креслять тонкими лініями з максимальною точністю поділок, оскільки від цього залежить точність переведення кроків у метри.

Малюнок 2

Масштаб 1: 5000

Метричний масштаб



Загальні питання барометричного нівелювання.

Фізичне нівелювання засновано на визначенні перевищень способом вимірювання фізичних величин, функціонально пов'язаних з висотою. Такими фізичними величинами є тиск, температура земної атмосфери та кипіння дистильованої води, які зменшуються із збільшенням висоти.

Основним є спосіб, заснований на вимірюванні тиску атмосфери барометром. Такий вид фізичного нівелювання називають барометричним.

Для вимірювання тиску в польових умовах застосовують барометр-анероїд, ртутний барометр незручний для роботи в полі. Але показники анероїда дуже часто відрізняються від показників ртутного барометра. Тому під час барометричного нівелювання перш ніж обчислити перевищення, слід привести показники анероїда до показників ртутного барометра способом внесення відповідних поправок за такою формулою:

$$B_0 = B_A + a + bt_A + c(760 - B_A), \text{ де}$$

a – поправка (додаткова) за стояння анероїда, яка залежить від залишкових змін коробки та пружини, внаслідок чого з'являється різниця в показах ртутного барометра та анероїда при $t_A = 0^\circ$ і $B = 760$ мм рт. ст. Ця поправка не може бути постійною і тому її величину, не рідше одного разу на рік, визначають порівнянням показів анероїда з показами ртутного барометра. Для цього з паспорта анероїда беруть такі дані: b – коефіцієнт – поправка на 1° температури анероїда; bt_A – поправка на власну температуру анероїда, що працює при температурі, відмінній від розрахованої, взятої під час регулювання барометра на заводі. Повністю усунути вплив температури на покази анероїда не вдається при найретельнішому виготовленні і тому доводиться вносити температурну поправку: c – середній коефіцієнт поправки на 1 мм шкали анероїда, тобто поправка на одну поділку шкали, може бути від'ємною і додатною. В паспорті анероїда коефіцієнт c може бути дано на 10 мм шкали. Тоді величину c , взяту із паспорта, слід поділити на 10, щоб дістати c на 1 мм шкали; $c(760 - B_A)$ – поправка шкали, яку вносять тому, що шкала анероїда має однакові поділки, а стрілка – рухається з різною швидкістю через нерівномірну роботу коробки та інструментальної неточності передавального механізму. Внаслідок цього з'являється невідповідність показу анероїда (на шкалі) справжнім значенням атмосферного тиску. Ця невідповідність може бути різною на різних частинах шкали.

У даній точці на величину тиску впливають температура і вологість повітря, широта і висота точки над рівнем моря. Але під час барометричного нівелювання для практичних потреб враховують тільки поправку на температуру повітря, яка становить приблизно 7% від вимірюваної висоти, а поправки на вологість – 1,5%, на широту – 0,1% і висоту точки (до 0,03%) не враховуються, оскільки вони незначні.

Тому формула для барометричного нівелювання матиме такий вигляд:

$$(H_2) - (H_1) = h = 18470 \left(1 + 0,003665 \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \cdot \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2}$$

Цю формулу називають скороченою, бо в ній враховано поправку тільки на температуру повітря. Для практичного користування ця формула незручна тому, що обчислення перевищень вимагає багато часу. Щоб прискорити і спростити процес обчислень, складено таблиці наближених альтитуд (тобто висот над рівнем моря), таблиця барометричних ступенів висот і таблиці поправок на температуру повітря. Найбільш поширені таблиці, обчислені для Європи за середнім (розрахунковим) тиском $B = 762$ мм рт. ст. при $t = +15^\circ$ (див. додатки).

Барометричне нівелювання ділять на такі види: 1) нівелювання площі (ділянки); 2) нівелювання маршруту.

Площу або маршрут нівелюють з допомогою барометра такими способами.

Спосіб відповідних спостережень. Полягає в тому, що тиск, температуру повітря і анероїда, час доби на двох точках (станціях), між якими визначають перевищення, вимірюють (спостерігають) одночасно двоє людей. В цьому випадку один спостерігач весь час перебуває на першій точці і через кожні 15 або 20 хвилин (за домовленістю з другим спостерігачем) записує час, тиск і температуру повітря. Другий спостерігач, послідовно пересуваючись з однієї точки на іншу, на кожній з них записує час, тиск, температуру повітря і анероїда одночасно із спостерігачем на 1 точці (до початку роботи покази анероїдів першого та другого спостерігачів мають бути звірені; різниця не

повинна перевищувати 0,2 мм). Спостереження може вести один спостерігач спочатку на одній, а потім на другій точці. В такому разі ці спостереження слід звести до одного моменту часу.

Якщо нівелюють барометром невеликі ділянки місцевості з довжиною опорного (робочого) ходу 2-5 км, то спостереження ведуть на кожній точці після окомірної зйомки з обов'язковим поверненням на І точку для повторного спостереження, тобто для записання B_A , t , t_A і часу спостереження. Це подібно для того, щоб способом розрахунків можна було звести записані покази анероїда на всіх точках до одного моменту часу, наприклад, до часу першого спостереження на першій точці. Це слід робити також тому, що за час знімання, яке триває декілька годин, тиск, як правило, змінюється. За результатами вимірювання тиску й температури обчислюють перевищення між точками (станціями) за скороченою формулою або за таблицями.

Спосіб барометричного ступеня. Це найбільш простий і швидкий спосіб обчислення перевищень під час барометричного нівелювання.

Барометричним ступенем ΔH називають перевищення в метрах, що відповідає різниці тиску на один міліметр ртутного стовпа. Іншими словами, барометричний ступінь – це кількість метрів, на яку треба піднятися або спуститися, щоб тиск змінився на 1 мм ртутного стовпа.

Величина ΔH змінюється залежно від тиску та температури повітря і її беруть з таблиці барометричних ступенів висот. В умовах польової практики величина барометричного ступеня хитається в межах 10-13 м.

Перевищення між двома точками (наприклад, першою та другою станціями) дорівнює: $h = \Delta H (B_1 - B_2)$. Це практична формула.

Щоб визначити по таблиці ΔH , слід обчислити середній тиск і середню температуру повітря між двома станціями.

Наприклад, на ст. 4 $B_4 = 755$ мм, $t_4 = +21^\circ$, на ст. 5 $B_5 = 745$ мм, $t_5 = +19^\circ$.

Середній тиск між 4 і 5 станціями дорівнює $\frac{B_4 + B_5}{2} = \frac{755 + 745}{2} = 750$ мм. Середня

температура $-\frac{t_4 + t_5}{2} = \frac{+19 + 21}{2} = +20^\circ$ в таблиці відшукуємо $\Delta H = 11,46$ мм.

Перевищення ст. 5 відносно ст. 4 $h = \Delta H (B_1 - B_2) = 11,46 \times (755 - 745) = 114,6$ м.

На кожній станції спершу слід провести окомірну зйомку, а тоді записати показ анероїда, його температуру та температуру повітря. Відлік за стрілкою анероїда можна робити тільки постукавши пальцями по його склу, щоб легко струсити механізм анероїда і полегшити подолання сили тертя. Під час відліку анероїд тримають тільки горизонтально тому, що його нахил може спричинити неточний показ тиску. При цьому анероїд на всіх станціях слід або тримати тільки на рівні грудей або послідовно ставити його на землю.

При відліку тиску з точністю до 0,1 мм треба стежити, щоб не було помилки на паралакс, тобто дивитися (краще одним оком) на стрілку не збоку, а прямо на центр анероїда.

Анероїд і термометр-пращ тримають у тіні, зберігаючи від прямих променів Сонця. Якщо термометра-праща немає, то можна скористатися звичайним термометром. Перш ніж зняти покази з термометра, його треба не менше однієї хвилини обертати над головою, щоб він показав справжню температуру повітря.

Одержавши анероїд для роботи, слід уважно оглянути його і порівняти його покази з показами іншого барометра.

Справний анероїд повинен задовольняти такі умови:

- 1) під час постукування по склу стрілка не повинна відхилятися від початкового положення більше, ніж на +0,5 мм;
- 2) термометр анероїда повинен тісно прилягати до його циферблату;
- 3) стрілка повинна мати тонкий кінець і розташовуватися близько до шкали для того, щоб не виникла помилка на паралакс.

Окомірна зйомка маршруту.

При окомірній зйомці немає необхідності в спеціальній рекогносцировці для ознайомлення з маршрутом, бо робочу основу створюють одночасно із зйомкою подробиць в міру просування вперед. Вивчають місцевість (ознайомлюються із ситуацією та рельєфом) на кожній станції, визначаючи

предмети, контури і точки рельєфу, які слід зняти, а також вибирають спосіб знімання.

На ст. 1, тобто точці, з якої вирушають і з якої зручно почати знімання маршруту, планшет орієнтують з допомогою компаса за сторонами світу. Орієнтують дуже ретельно, бо від цього залежатиме точність знімання всього маршруту. Потім на планшет наносять ст. 1 (точку свого стояння) з таким розрахунком, щоб вмістився весь маршрут або його частина в заданому масштабі знімання.

Якщо на окомірному зніманні зайнята група студентів, то їх доцільно розбити на пари. Коли один студент знімає, другий допомагає йому: притримує планшет у зорієнтованому положенні спостерігає, щоб північний кінець стрілки збігався з нульовим штрихом тощо. А коли перший студент закінчить знімати, то знімає другий, а перший допомагає йому.

Далі візують і креслять напрями на точки 11, 12, 14, внаслідок чого планшет набере вигляду, зображеного на малюнку 3.

Одночасно на планшеті наносять окомірні характерні особливості рельєфу в смузі маршруту: напрями схилів, яри, прірви, ями, горби і т.п., а місцезнаходження та їх вигляд уточнюють в міру просування по маршруту. Рельєф зарисовують горизонталями.

Закінчивши окомірне знімання, до журналу барометричного нівелювання записують час, тиск, температуру анероїда і повітря.

Окомірна зйомка ділянки місцевості.

Робочу основу окомірної зйомки – опорний хід – прокладають в процесі знімання у вигляді замкнутого многокутника. Це роблять для того, щоб забезпечити виконання барометричного нівелювання способом відповідних спостережень із зведенням показів анероїда до єдиного моменту в часі, а також для контролю здійснюваного способом многокутника (усуненням нев'язки). Щоб забезпечити барометричне нівелювання, станції опорного ходу слід вибирати по можливості на найвищих і найнижчих точках ділянки з урахуванням доброї видимості рельєфу та ситуації в районі кожної станції.

Із ст. 1 намічають другу і останню станції. Зорієнтувавши планшет, візують і креслять напрями на ці станції. Потім, визначаючи віддалі на око, наносять ситуацію і рельєф у прилеглому до ст. 1 районі. Після цього візують і креслять напрями на всі предмети і точки рельєфу місцезнаходження яких будуть визначати способом засічок.

Записавши в журнал барометричного нівелювання показ анероїда і термометрів, вирушають на ст. 2. Під час переходу із станції на станцію знімають предмети і контури місцевості по обидві сторони опорного ходу способами перпендикулярів або полярним з одночасною зарисовкою рельєфу горизонталями.

У ході всього окомірно знімання слід обов'язково використовувати створи точок, які знімають і зйомника. Це значно підвищить точність знімання та креслення плану.

З метою підвищення точності знімання слід засікати предмети і точки контурів, що їх знімають, не менше ніж з трьох станцій або допоміжних точок.

При зімкненні опорного ходу ст. 1 може утворюватись лінійна нев'язка, яка не повинна перевищувати $\frac{1}{50}$ довжини всього периметра опорного ходу.

Усувають нев'язку методом паралельних ліній.

Після закінчення знімання слід ретельно звірити місцевість з планом, внести уточнення, в сумнівних випадках зробити додаткові проміри.

Якщо є можливість, то для досягнення великої точності окомірного знімання застосовують прості геодезичні інструменти. Щоб визначити напрям, використовують ручну бусоль (Шмалькальдера), а для накреслення ліній візування – металічну лінійку з діоптрами, визначення віддалей – ручний далекомір ДСП. Кути нахилу місцевості визначають з допомогою екліметра. Знімання із застосуванням цих приладів називають напівінструментальним.

Камеральні роботи

Камеральні роботи починаємо з обчислювання журналу барометричного нівелювання. Перед тим як остаточно накреслити план, слід знайти позначки станцій опорного ходу, з допомогою яких визначають місця горизонталей на плані. Щоб визначити позначки станцій, обчислюють журнал барометричного нівелювання на основі зміряного тиску, температур і часу, записаних в процесі знімання.

На основі проведених вимірювань заповнюємо графі 1,2, 3, 4 журналу барометричного нівелювання.

Щоб перевести різницю атмосферного тиску між двома сусідніми станціями на перевищення в метрах, застосовують спеціально обчислені таблиці барометричних ступенів. У цих таблицях по даному середньому тиску та середній температурі повітря між двома сусідніми станціями знаходять барометричний ступень H . А потім обчислюють перевищення в метрах, що відповідає різниці атмосферного тиску між двома станціями.

Закінчивши обчислення позначок станцій, обчислюють і наносять на план точки перетину горизонталями сторін опорного ходу. Потім, користуючись окомірними зарисовками форм рельєфу, зробленими на плані під час знімання, проводять горизонталі і остаточно підправляють та уточнюють ситуацію на плані.

ТЕОДОЛІТНА ЗЙОМКА МІСЦЕВОСТІ

Теодолітна зйомка – планова кутовимірювальна зйомка місцевості, коли відстані вимірюють мірною стрічкою, а горизонтальні кути за допомогою теодоліта. Ця зйомка застосовується на рівнинній місцевості і для знімання населених пунктів.

Теодоліт – це геодезичний прилад для визначення напрямків, вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів. Прилад установлюють на підставці з підйомними гвинтами.

Встановлення теодоліта в робоче положення.

Встановлення теодоліта на станції проводять в слідуючому порядку:

1) центрування проводять за допомогою нитяного виска або оптичного центрира. При центруванні теодоліта за допомогою оптичного центрира треба спочатку прямовисно встановити підйомними гвинтами його вертикальну вісь. Далі оптичний центрир встановлюють на різку видимість перехрестя ниток сітки;

2) нівелювання теодоліта – це встановлення його горизонтального круга паралельно рівню поверхні, або приведення вертикальної осі обертання в прямовисне положення за допомогою циліндричного рівня, аліади горизонтального круга та трьох підйомних гвинтів підставки;

3) орієнтування теодоліта – встановлення нульового штриха горизонтального лімба на північ, коли потрібно вимірювати магнітні азимути. Для вимірювання простих кутів нульовий штрих горизонтального лімба орієнтують у напрямі передньої сторони полігона, по віщці, встановленій на наступній станції.

Прийоми роботи з теодолітом.

1. Візування проводять на віху. Під час візування перехрестя ниток слід наводити на основу віхи, щоб уникнути помилки у вимірюванні горизонтальних кутів, які можливі внаслідок нахилу віхи вбік від лінії візування.

2. Вимірювання горизонтальних кутів проводять під час створення робочої основи. Вимірюють, як правило, горизонтальні кути, що лежать вправо по ходу, незалежно від того, який буде полігон замкнутий або розімкнутий.

Величина виміряних горизонтальних кутів у градусах вправо за ходом завжди дорівнюватиме відліку по верньєру правої сторони мінус відлік по тому самому верньєру лівої сторони кута. Тобто, величина горизонтального кута в градусах завжди знаходиться за правилами: відлік назад мінус відлік вперед.

Створюючи робочу основу теодолітної зйомки, горизонтальні (внутрішні) кути вимірюють способом прийомів (повний прийом).

Спосіб прийомів складається з двох півприйомів: при КП і КЛ. Результати вимірювання записують у журнал вимірювання теодолітом внутрішніх кутів. Розбіжність результатів вимірювання при КП і КЛ не повинна перевищувати подвійної точності верньєра горизонтального круга теодоліта.

Півприйом при КП складається з таких дій – горизонтальний круг закріплюють у випадковому положенні. Візирну вісь зорової труби теодоліта наводять на основу віхи задньої станції і читають відліки на верньєрах. Причому по верньєру I читають градуси, хвилини і секунди, а по верньєру II – тільки хвилини і секунди. Для контролю порівнюють градуси, взяті з верньєрів I і II. Різниця між ними повинна становити 180° .

Після того, як записують відліки в журнал, відкріплюють алідаду і наводять трубу теодоліта на основу віхи передньої станції. Взнявши послідовно відліки по верньєрах I і II записують їх в журнал. З усіх цих вимірювань складається перші півприйом.

Для виконання другого півприйому при КЛ, відкріплюють горизонтальний лімб теодоліта і повернувши його в будь-яку сторону на $80-100^\circ$, знову ретельно закріплюють. Зорову трубу теодоліта переводять через zenit і наводять її на основу віхи задньої станції. Вертикальний круг при цьому буде знаходитись ліворуч.

У другому півприйомі вимірювання проводяться таким же чином і в такій послідовності як і в першому півприйомі.

Записавши результати вимірювань другого півприйому в журнал проводять обчислення. Розбіжність результатів вимірювання внутрішніх кутів між першим та другим півприйомами не повинна перевищувати подвійної точності верньєра горизонтального круга теодоліта (для НТ-1, ТТ-50, ТТ-5= 1^\wedge).

Якщо розбіжність результатів вимірювання між півприйомами більша подвійної точності верньєра, то вимірювання слід повторити.

Вимірювання відстаней під час теодолітної зйомки проводять по далекомірних нитках (штрихах) нанесених на сітку зорової труби. Для вимірювання відстані слід мати нівелірну рейку, яку встановлюють на точці знімання.

Вимірну відстань знаходять за формулою:

$D = KE$, де

K – коефіцієнт далекоміра – дорівнює 100

E – довжина відрізка рейки (в см), що між далекомірними нитками;

Вимірювання відстаней між станціями проводять мірною сталеву стрічкою не менше двох разів.

ПОЛЬОВІ РОБОТИ

Створення робочої основи теодолітної зйомки у вигляді розімкнутого або зімкнутого полігона є одним з важливих елементів знімання, тому його слід виконати з максимально можливою точністю й акуратністю.

Щоб створити робочу основу зйомки, прокладають теодолітний хід, точки повороту якого (вершини кутів) є точками встановлення теодоліта, тобто станціями, з яких знімають ситуацію.

Прибувши на ділянку зйомки, бригада студентів розпочинає реконструкцію ділянки, під час якого намічає напрям та вигляд теодолітного ходу, закріплює кілочками і позначає вішками станції.

Сторони теодолітного ходу повинні бути не дуже короткими (меншими за 70-80 м) і не занадто довгими (не більшими ніж 200-250 м), і проходити по рівній місцевості, зручній для вимірювання мірною сталеву стрічкою.

Знімання починають із ст. 1 теодолітного ходу. Перший номер встановлює теодоліт у робоче положення. Для орієнтування полігона (при накладанні на план) визначають магнітний азимут першої сторони полігона, а для контролю – останньої його сторони. Ці азимути називають уголос для того,

щоб другий номер записав їх у журнал вимірювання внутрішніх кутів, графа 15. Щоб уникнути грубої помилки, яка може трапитися при вимірюванні прямого магнітного азимута першої сторони полігона (наприклад, від непоміченого залізного предмета), слід на ст. 2 виміряти зворотний магнітний азимут першої сторони полігона.

Потім перший номер вимірює внутрішній кут між останньою та першою сторонами полігона, якщо він замкнутий. Вимірювати слід способом прийомів, описаним у попередньому параграфі.

Якщо кути нахилу місцевості більші 2° , то їх вимірюють одночасно з внутрішніми кутами й обчислюють горизонтальну проекцію сторін полігона.

Третій і четвертий номери мірною стрічкою вимірюють довжини сторін полігона та відстаней до точок ситуацій, що їх знімає перший номер способом полярних координат.

Одночасно з вимірюванням сторін, третій, четвертий і п'ятий номери знімають ситуації способом ординат (перпендикулярів) і дані вимірювань одразу ж заносяться в абрис, ведення якого розглянуто в розділі "Бусольна зйомка".

ЗЙОМКА СИТУАЦІЇ

Зйомка ситуації полягає у визначення місцезнаходження характерних точок контурів та окремих предметів відносно станцій і сторін теодолітного ходу. Тому теодолітний хід слід прокласти так, щоб всю ситуацію можна було зняти зі станцій та ліній ходу. Якщо ж цього зробити не можна, до додатково прокладають діагональний або висячий хід з потрібною кількістю станцій, знімаючи з них усі ще не зняті предмети і точки контуру.

Здебільшого, щоб скоротити час польових робіт, ситуацію знімають одночасно із створенням робочої основи, тобто теодолітного полігона.

При вимірюванні ліній (сторін) теодолітного ходу в абрис записують відстані (проміри) до всіх контурів, які перетинаються лінією теодолітного ходу (до доріг, ярів, струмків, меж угідь і т.п.).

Застосовуються такі способи теодолітної зйомки ситуації:

1) спосіб перпендикулярів, або прямокутних координат; 2) спосіб полярних координат, або полярний спосіб; 3) спосіб кутових засічок; 4) спосіб лінійних засічок; 5) спосіб обходу; 6) спосіб промірів з віхи на віху.

По закінченні вимірювання внутрішніх кутів полігона слід визначити кутову нев'язку. Для цього, не знімаючи теодоліта з останньої станції, треба підрахувати суму всіх внутрішніх кутів і порівняти її з теоретичною. Якщо кутова нев'язка більша від допустимої, то слід одразу ж перевірити правильність вимірювання і знайти помилку. Закінчити зйомку можна лише тоді, коли кутова нев'язка буде меншою від допустимої.

ЖУРНАЛ БАРОМЕТРИЧНОГО НІВЕЛЮВАННЯ СПОСОБОМ БАРОМЕТРИЧНОГО СТУПЕНІВ

№ станції	Час спостереження	Температура повітря	Покази анероїда	Поправка на час	Виправлені покази анероїда	Середній тиск	Середня температура	Ступінь (висота) ΔH	Різниця тиску	Перевищення точок $\pm h$	Виправлені перевищення точок	Позначка (висота)	Примітка

Час спостереження і погода _____ Прізвище _____ № анероїда _____

**ЖУРНАЛ ВИМІРЮВАННЯ З ДОПОМОГОЮ ТЕОДОЛИТА ВНУТРІШНІХ КУТІВ ПОЛІГОНА
СПОСОБОМ ПРИЙОМІВ**

№ станцій	№ точок спостереження	Відліки					Середній відлік			Кут з півприйома			Середній кут
		Верньєр I			Верньєр II		градусів	мінут	секунд	градусів	мінут	секунд	
		градусів	мінут	секунд	мінут	секунд							
I	Круг право (КП)												
	4												
	2	20	0	0	0	0	20	0	5				
		10	8	0	8	0	10	8	0	10	1	5	
	Круг ліво (КЛ)												
		110°01'15"											
4													
2	22	4	0	4	0	22	4	5					
	12	3	0	3	0	12	3	0	10	0	5		

КАМЕРАЛЬНІ РОБОТИ

Мета камеральної обробки польових матеріалів полягає в тому, щоб знайти координати вершин (станцій) теодолітних ходів (полігона) і скласти план ділянки, яку знімають.

Камеральна обробка польових матеріалів включає:

а) ретельну перевірку записів у польовому журналі та в абрисі знайдених середніх значень відліків по двох верньєрах, обчислення кутів у півприйомах, а також середні значення вимірної довжини ліній. Якщо все це не зроблено раніше, то середні значення кутів і довжини записують у відповідні графи польового журналу;

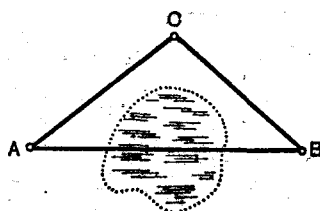
б) складення схем опорного і знімального полігонів та діагональних кутів за вимірними кутами і сторонами, що на них записано величини середніх кутів і середніх значень довжини сторін, взятих із польового журналу й абрису. Користування такою схемою полегшує наступну, обробку матеріалів;

в) обчислення горизонтальних проекцій похилих ліній та недоступних відстаней;

г) обчислення прямокутних координат вершин полігона і станцій діагональних -ходів;

д) накладання на план робочої основи.

Обчислення недоступних відстаней. Іноді треба виміряти недоступну відстань, наприклад, через річку або довжини сторони ходу, який проліг через непрохідну ділянку місцевості.



Мал. 21.

Під час прокладання теодолітного ходу через непрохідну перешкоду, яку можна обійти, щоб виміряти довжину сторони ходу, діють таким чином (мал.

21). Для обходу перешкоди (болота) намічають точку C і вимірюють кути B та A .

$$AB = AC \cdot \cos \angle C - BC \cdot \cos B$$

Більш точні результати виходять тоді, коли кут C близький до 180° , а сторони AC та BC однакові.

Побудова полігона за прямокутними координатами його вершин. Накладаючи робочу основу теодолітної зйомки на план за прямокутними координатами, слід обчислити координати станцій за вимірними і записаними в польовому журналі, внутрішніми кутами та довжинами (горизонтальними проєкціями) сторін полігона, а при наявності діагонального ходу-окремо обчислити координати його станцій.

Щоб краще засвоїти це, розглянемо хід обчислення координат на конкретному прикладі.

Дано: під час знімання ділянки місцевості тридцятисекундним теодолітом дістали такі результати вимірювань замкнутого полігона, до складу якого входять п'ять станцій, записаних у журналі вимірювання з допомогою теодоліта внутрішніх кутів полігона способом прийомів (табл.).

Таблиця

Журнал вимірювання з допомогою теодоліта внутрішніх кутів полігона способом прийомів

станц.	Магнітний азимут	Вимірювання кута повороту	Довжина сторін
		$86^\circ 30'$	
	$70^\circ 15' 30''$		140,0
		$139^\circ 18' 30''$	
			123,7
		$92^\circ 04'$	
			155,0

		104° 06'	
			140,6
		118° 03'	
			143,8

Магнітне схилення $g = +5^\circ$. Кут зближення меридіанів $= -2^\circ 30'$. Кути нахилу місцевості не перевищують $1^\circ 20'$. Координати ст. 1: $x = +150,0$;

$y = -100,0$ (у довільній системі координат).. Масштаб 1 : 2000.

Розв'язання 1. Насамперед слід врівноважити кутові вимірювання і обчислити дирекційні кути і табличні румби сторін. Для цього треба підготувати відомість обчислення координат за формою, що її показано в табл. 8, і записати у відповідні графи (1,2, 4, 8) результати польових вимірювань (даних у задачі).

Врівноважування або ув'язування кутових вимірювань починають із визначення кутової нев'язки внутрішніх кутів полігона.

Величини всіх виміряних внутрішніх кутів, записані в графі 4, слід додати, а їх суму $\sum_{\text{вимір}} = 540^\circ 01' 30''$ підписати внизу (під рискою) четвертої графі. Із суми виміряних кутів $\sum_{\text{вимір}} = 540^\circ 01' 30''$ віднімають теоретичну суму внутрішніх кутів $\sum_{\text{теор}} = 180^\circ (n - 2) = 180^\circ \cdot 3 = 540^\circ$, де n — число сторін полігона. Кутова нев'язка $f_\beta = +0^\circ 01' 30''$.

Кутова нев'язка не повинна перевищувати допустимої, визначеної за формулою $f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm 1,5\sqrt{n}$, t - точність верньєра, а n — число кутів полігона.

Знайдено максимально допустиму нев'язку

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm 1,5 \times 30'' \cdot \sqrt{5} = \pm 45'' \cdot \sqrt{5} \pm 01' 40''$$

Отже, знайдена кутова нев'язка ($+01' 30''$) не перевищує допустимої ($0^\circ 01' 40''$) і може бути розподілена по окремих кутах полігона. Точність верньєра теодоліта дорівнює $30''$. Отже, кутову нев'язку доцільно розділити на $30''$, внаслідок чого дістанемо три частини по $30''$ кожна.

Знак поправки кутової нев'язки беруть обернений знаку знайденої нев'язки. Отже, в нашому прикладі поправку вносять із знаком мінус, тобто частини поправки віднімають від трьох кутів полігона (в графі 4), а виправлені кути записують у графу 5.

Поправку на кутову нев'язку вносять у внутрішні кути полігона, які мають коротші сторони, і в кути, що досягають величини $.3$ з точністю до $30''$, щоб заокруглити їх до цілих минут.

2. Щоб провести накладання полігона на план за прямокутними координатами, слід перейти від кутів у системі географічних координат до кутів у системі прямокутних координат. Для цього треба внести поправку на кут зближення меридіанів — γ , тобто обчислити дирекційні кути сторін полігона, а потім перевести їх у табличні або осьові румби — R_x

Дирекційні кути обчислюють за виправленими внутрішніми кутами β (графа 5) та за істинним азимутом початкової сторони (графа 3), застосовуючи формулу $a_2 = a_1 + 180^\circ - \beta_2$, яка читається так: дирекційний кут наступної сторони полігона дорівнює дирекційному куту попередньої сторони плюс 180° , мінус внутрішній кут між передостанньою та наступною сторонами, що лежить по ходу вправо.

Справжній азимут початкової сторони визначаємо за формулою

$$A_c = A_m + (\pm g) + 78^\circ 15' 30'' + (+ 5^\circ) = 83^\circ 15' 30''.$$

Дирекційний кут початкової сторони (між ст. 1 і 2)

$$a_1 = A_c - (\pm \gamma) = 83^\circ 15' 30'' - (-2^\circ 30'') = 85^\circ 45' 30''.$$

Потім визначаємо дирекційні кути всіх інших сторін (рис.)

$$a_2 = 85^\circ 45' 30'' + 180^\circ - 139^\circ 18' = 126^\circ 27' 30'';$$

$$a_3 = 126^\circ 27' 30'' + 180^\circ - 92^\circ 04' = 214^\circ 23' 30'';$$

$$a_4 = 214^\circ 23' 30'' + 180^\circ - 104^\circ 05' 30'' = 290^\circ 18';$$

$$a_5 = 290^\circ 18' + 180^\circ - 118^\circ 02' 30'' = 352^\circ 15' 30''.$$

Для контролю визначаємо дирекційний кут початкової сторони:

$$a_1 = 352^\circ 15' 30'' + 180^\circ - 86' 30'' = 445^\circ 45' 30'' - 360^\circ = 85^\circ 45' 30''.$$

Дирекційні кути записують у графу 6 відомості обчислення координат у рядки між станціями (вершинами), бо дирекційний кут належить до сторони полігона, що знаходиться між двома його станціями.

3. Щоб розрахувати приріст прямокутних координат, треба знати дирекційні румби (осьові або табличні) сторін полігона — R_x . Табличні румби знаходимо з допомогою переведення дирекційних кутів у румби. Дирекційний кут початкової (першої) сторони дорівнює $85^\circ 45' 30''$, тобто менше 90° , і знаходиться в першій (північно-східній) чверті, внаслідок чого табличний румб початкової сторони також дорівнює ПнС : $85^\circ 45' 30'$, бо румб є кутом, замкнутим між початковою (першою) стороною 1—2 і найближчим кінцем осі x , тобто північним кінцем.

Дирекційний кут другої сторони дорівнює $126^\circ 27' 30''$, тобто він менший за 180° і більший за 90° . Отже, друга сторона знаходиться в другій (південно-східній) чверті і її табличний румб $R_{x2} = 180^\circ - a_2 = 180^\circ - 126^\circ 27' 30'' =$ ПдС : $53^\circ 32' 30''$, тобто дорівнює замкнутому куту між стороною полігона 2—3 та південним кінцем осі x ,

Румб третьої сторони

$$R_{x3} = a_3 - 180^\circ = 214^\circ 23' 30'' - 180^\circ = \text{ПдЗ: } 34^\circ 23' 30''.$$

Румб четвертої сторони

$$R_{x4} = 360^\circ - a_4 = 360^\circ - 290^\circ 18' = \text{ПнЗ: } 69^\circ 42'.$$

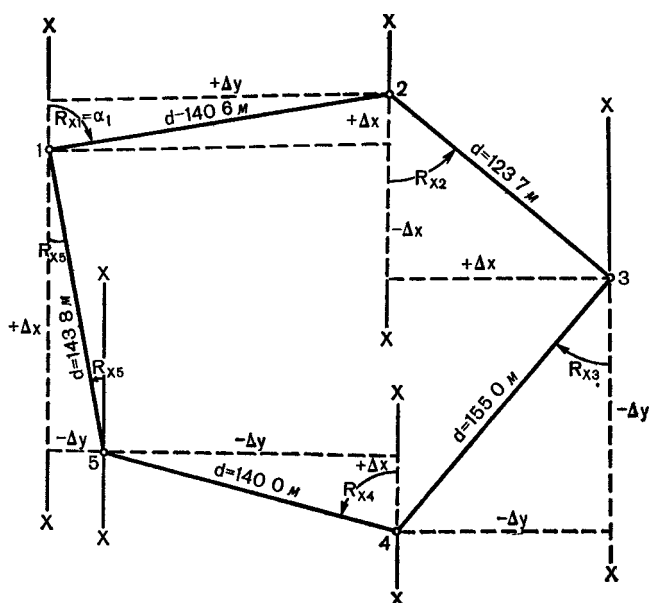
Румб п'ятої сторони

$$R_{x5} = 360^\circ - a_5 = 360^\circ - 352^\circ 15' 30'' = \text{ПнЗ: } 7^\circ 44' 30''.$$

Знайдені румби записуємо в графу 7 відомості обчислень у рядки дирекційних кутів (між рядками станцій). - 4. Приріст координат для кожної вершини полігона обчислюємо таким чином. Спочатку виписуємо з таблиці тригонометричних величин синуси й косинуси з точністю до 0,0001 для табличних румбів.

Приріст координат - це різниці координат наступної і попередньої точок по осях x та y , виражені в метрах або сантиметрах.

При обчисленні приросту координат початком координат для кожної наступної точки (вершини полігона) буде попередня точка. Наприклад, для першої сторони полігона (рис.) початком координат є ст. 1, а при визначенні приросту координат для другої сторони полігона початком координат буде ст. 2, відносно якої й визначають величину ∇x і ∇y



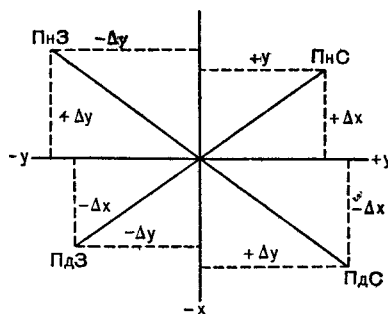
5. Приріст координат визначають за формулами

$$\nabla x = d \cos R_x$$

$$\nabla y = d \sin R_x$$

Прирости Δx та Δy , які нам треба визначити, є катетами прямокутних трикутників, гіпотенузами — довжини горизонтальних проекцій (довжини сторін полігона) — d_1 , записані в графі 8 відомості обчислення координат (140,0; 123,7 і т.д.). А кутами прямокутних трикутників є відповідні табличні (осьові) румби — R_x , записані в графі 7,

Знаки приросту координат (плюс або мінус) залежать від румба сторони полігона, і визначають їх за правилом, показаним на рис..



Якщо напрям сторони полігона знаходиться в першій чверті ПнС, то Δx та Δy , мають знак плюс. Якщо ж у другій чверті ПдС, то має Δx знак мінус, а Δy -плюс. У третій чверті Δx та Δy , мають знак мінус і т. д.

Обчислюємо прирости з точністю до 0,01 м.

$$\Delta x_2 = d \cos R_x = 140,0 \cos 85^\circ 45' 30'' = 140,0 \cdot 0,0740 = +10,36 \text{ м}$$

$$\Delta y_2 = d \sin R_x = 140,0 \sin 85^\circ 45' 30'' = 140,0 \cdot 0,9972 = +139,60 \text{ м}$$

Знайдені прирости записуємо в графі 9 та 10 відомості в рядку між ст. 1 і 2 проти румба.

$$\Delta x_3 = 123,7 \cdot 0,5942 = -73,50,$$

$$\Delta y_3 = 123,7 \cdot 0,8043 = +99,49,$$

$$\Delta x_4 = 155,0 \cdot 0,8252 = -127,90,$$

$$\Delta y_4 = 155,0 \cdot 0,5648 = -87,54,$$

$$\Delta x_5 = 140,6 \cdot 0,3470 = + 48,78,$$

$$\Delta y_5 = 140,6 \cdot 0,9373 = -131,87,$$

$$\Delta x_1 = 143,8 \cdot 0,9908 = + 142,47,$$

$$\Delta y_1 = 143,8 \cdot 0,1347 = -19,37.$$

Визначимо приріст координат для першої сторони полігона по $d = 140$ м і $R_x = \text{ПнС}: 85^\circ 45' 30''$. Для цього знаходимо в таблиці величини приростів для 85° на стор. 18 та 19¹. Спочатку визначаємо Δx :

$$\text{для } 100 \text{ м} = 7,40 \text{ м}$$

$$\underline{\text{для } 40 \text{ м} = 2,96 \text{ м} ,}$$

$$\text{для } 140 \text{ м} = + 10,36 \text{ м}$$

Δy дорівнює:

$$\text{для } 100 \text{ м} = 99,72 \text{ м}$$

$$\underline{\text{для } 40 \text{ м} = 39,89 \text{ м}}$$

$$\text{для } 140 \text{ м} = + 139,61 \text{ м}$$

Потім на стор. 82 і 83 знаходимо Δx та Δy , для другої сторони полігона, а тоді й для решти сторін.

6. Записавши результати обчислень у графі 9 і 10, визначаємо нев'язки в приростах координат. Теоретично для замкнутого полігона сума приростів як по осі абсцис, так і по осі ординат повинна дорівнювати нулю ($\sum \Delta x = 0$ та $\sum \Delta y = 0$). Але оскільки прирости обчислюють за довжинами та румбами сторін полігона, під час вимірювання яких у полі неминучі помилки, то додатні і від'ємні суми приростів по осях x та y не бувають однаковими, тобто

$$\sum \Delta x = \pm f_x \text{ і } \sum \Delta y = \pm f_y$$

Щоб визначити нев'язки, додають знайдені прирости по осі x (граф 9) та по осі y (граф 10) окремо із знаком плюс і мінус. Знаходимо алгебраїчну суму приростів у вигляді нев'язок f_x і f_y .

$$\text{Для } \Delta x \quad +201,61$$

$$\underline{- 201,40}$$

$$f_x = +0,21.$$

$$\text{для } \Delta y \quad +239,09$$

$$\underline{-238,78}$$

$$f_y = +0,31,$$

де f_x —це нев'язка в приростах координат по осі x , а f_y —нев'язка в приростах координат по осі y .

Графічне зображення знайдених координат подано на мал. 26. П'ята сторона полігона, проведена з п'ятої вершини, не збіглася з першою вершиною на величину: по осі x — $f_x = 0,21$ м та по осі y — $f_y = 0,31$ м.

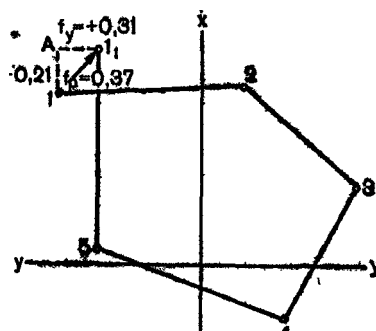


рис.

Причому f_x та f_y будуть катетами прямокутного трикутника, а гіпотенузою трикутника—абсолютна нев'язка в периметрі полігона f_p , яка дорівнює відстані від першої фактичної вершини (1) до першої вершини, знайденої в результаті нев'язок f_x і f_y $(1_1)^{\wedge}$

Абсолютна нев'язка:

$$f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,21^2 + 0,31^2} = \sqrt{0,0441 + 0,0961} = \sqrt{0,1402} = 0,37 \text{ м}$$

7. Точність вимірювань визначають величиною відносної нев'язки, тобто відношенням абсолютної нев'язки f_p до довжини периметра полігона P (графа 8). Відносна нев'язка дорівнює:

$$\frac{f_p}{P} = \frac{0,37}{703,1} = 0,000528 = \frac{1}{1900}$$

Нормативи для середніх умов вимірювання довжини ліній під час теодолітного знімання допускають відносну нев'язку не більшу від $\frac{1}{2000}$, тобто

$$\frac{f_p}{P} \leq \frac{1}{2000}$$

8. У нашому прикладі відносна нев'язка перевищує межу допустимої величини і тому нев'язки f_x та f_y не можна розподілити по приростах. Недопустима нев'язка може бути результатом грубої помилки обчислення та вимірювання довжин кутів у ході знімання. Тому насамперед слід перевірити обчислення дирекційних кутів, румбів та приростів.

Якщо помилку в обчисленнях не знайдено, то треба встановити місце в теодолітному ході, де допущено помилку у вимірюванні сторони полігона чи внутрішнього кута. Такою стороною є сторона полігона, паралельна напрямку нев'язки, тобто румб сторони полігона близький румбу нев'язки.

Румб нев'язки знаходять з трикутника 1, А, 1₁ (мал. 26). Для цього визначають тангенс румба нев'язки $tgR_{fp} = \frac{f_y}{f_x} = \frac{0,21}{0,31} = 0,7$. За тангенсом визначаємо величину румба, яка дорівнює 35°50'. Близький до цієї величини румб—ПдЗ: 34°23'30" має сторона полігона між ст. 3 і 4. Тому під час повторного виходу на ділянку знімання для перевірки вимірювань насамперед слід ретельно виміряти довжину третьої сторони полігона. Якщо помилку не знайдено, то треба виміряти всі інші сторони і внутрішні кути.

З навчальною метою припустимо, що знайдена відносна нев'язка становить $\frac{1}{1900}$ і задовольняє умови знімання. Тоді f_x та f_y розподіляють по приростах пропорційно довжині сторін полігона (горизонтальним проекціям) із знаком, оберненим знаку знайденої нев'язки. Чим довша лінія ходу, тобто сторона полігона, тим більшу поправку вносять у приріст координат, обчислених для цієї сторони.

Сума поправок повинна дорівнювати нев'язці з оберненим знаком.

Нев'язки розподіляємо спочатку по осі x , а потім по осі y .

Нев'язка по осі $x = f_x = +0,21$ м. Для зручності розподілу нев'язки треба визначити, яка її частина припадає на 100 м периметра, Що заокруглюється до сотень метрів. Знаходимо, що на 100 м периметра припадає 0,03 м нев'язки ($0,21 : 7 = 0,03$).

Тоді для першої сторони полігона довжиною 140 м поправка становитиме $0,03 \cdot 1,4 = 0,04$ м із знаком мінус, яку ми записуємо в графу 9 зверху над цифрою +10,36. Таким чином розподіляємо нев'язку $f_x = 0,21$ м по всіх приростах осі x .

Нев'язка по осі $y = f_y = +0,31$ м. На кожні 100 м периметра полігона припадає 0,045 м нев'язки. Для першої сторони полігона, що дорівнює 140,0 м, поправка становитиме $0,045 \cdot 1,4 = 0,06$ м із знаком мінус, яку ми записуємо в графу 10 над цифрою +139,60.

Таким способом розподіляємо нев'язку $f_y = 0,31$ м по всіх приростах осі y .

Віднімаємо записані поправки від приросту координат граф 9 та 10 і заносимо в графи 11 і 12 виправлені прирости координат. Для контролю додаємо виправлені прирости по осі x та y і з'ясовуємо, що нев'язки в приростах дорівнюють нулю.

9. Обчислюємо координати вершин полігона відносно початку координат.

- За умовою задачі нам дано координати першої вершини полігона: $x_1 = +150,0$ м; $y_1 = -100,0$ м.

З малюнка 24 видно, що координати другої вершини дорівнюють координатам першої вершини плюс приріст координат другої вершини відносно першої вершини полігона.

$$x_2 = x_1 + \Delta x_2 = 150,0 + 10,32 = +160,32 \text{ м,}$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_2 = -100,0 + 139,6 = +39,54 \text{ м.}$$

Координати третьої вершини дорівнюють координатам другої вершини плюс приріст координат третьої вершини відносно другої.

$$x_3 = x_2 + \Delta x_3 = +160,36 - 73,54 = +86,78 \text{ м,}$$

$$y_3 = y_2 + \Delta y_3 = +39,54 + 99,44 = +138,98 \text{ м.}$$

Таким способом обчислюють координати решти вершин.

Знайдені значення координат записуємо в графи 13 та 14 у рядки вершин полігона, оскільки ці координати є координатами вершин полігона.

10. Щоб побудувати полігон за прямокутними координатами його вершин, треба обчислені координати накласти на план. Перед тим визначити розмір аркуша креслярського паперу для креслення плану ділянки в заданому масштабі.

Протяжність полігона з півночі на південь і зі сходу на захід дорівнює сумі абсолютних величин найбільших додатних та від'ємних значень координат x і y вершин теодолітного ходу. Крім того, треба додати по осях x і y ще по 15—20 *см* паперу для розміщення заголовка, масштабу, пояснювальних написів, таблиць і т. п.

Визначивши розміри аркуша паперу, наносять координатну сітку як сітку квадратів. Для масштабів 1 : 1000 і 1 : 2000 доцільно накреслити координатну сітку із стороною квадрата 100 *м* (10 і 5 *см*), а для менших масштабів сторони квадратів беруться розміром 10 *см*.

Якщо накладання на план виконується способом побудови перпендикуляра до осей x та y , то при великих величинах координат полігона довелося б будувати дуже довгі перпендикуляри, а це знизило б точність накладання.

Координатна сітка забезпечує точне накладання на план, бо усуває потребу відкладати циркулем-вимірником відрізки, довші за 10 *см*. Це стає можливим внаслідок того, що кожна вершина полігона знаходиться в одному з квадратів і її місце визначаємо відносно сторін ближчих до неї квадратів, а не відносно точки початку координат (перетину осей x і y).

Координатну сітку накладають з допомогою лінійки або циркуля-вимірника, лінійки і поперечного масштабу. Накладати координатну сітку лише з допомогою косинця не можна, оскільки така побудова не забезпечує потрібної точності.

Перш, ніж приступити до накладання координатної сітки, на аркуші креслярського паперу креслять олівцем дві діагоналі з кутка в куток (мал. 27). Від точки перетину діагоналей циркулем-вимірником відкладають у чотирьох напрямках однакові відрізки ближче до краю аркуша. Потім з'єднують кінці

відкладених відрізків прямими лініями і одержують прямокутник, на всіх сторонах якого з вершин" відкладають однакові відрізки по 10 см, або по 100 м у заданому масштабі. Точки (кінці) відкладених відрізків на протилежних сторонах прямокутника з'єднують прямими лініями, і виходить сітка квадратів. Зайві частини прямокутника та діагоналі витирають гумкою.

Правильність накладання сітки перевіряють за діагоналями квадратів, які повинні бути однаковими або мати розходження не більше за 0,2 мм.

Число квадратів координатної сітки по осях x і y залежить від величини найбільших абсолютних значень координат вершин полігона (додатних і від'ємних).

Після побудови координатної сітки слід позначити на ній осі x та y (визначити початок координат). Для цього, виходячи з найбільших додатних і від'ємних значень координат вершин полігона, одну з вертикальних ліній координатної сітки беруть за вісь x , а одну з горизонтальних ліній — за вісь y .

Після накладання на план ситуації всі вершини квадратів координатної сітки закріплюють на кресленні перетином двох взаємно перпендикулярних тонких штрихів (ліній), завдовжки 6 мм кожний у вигляді хреста, накресленого зеленою або чорною тушшю.

Координати сітки підписують чорною тушшю біля її виходів на східному та північному рядах перетинів.

Якщо ділянка маленька і найбільша величина координат не перевищує ± 200 м, тоді координатну сітку наносити недоцільно, а координати кожної вершини полігона можна відкласти прямо від осей x та y .

У розв'язуваному нами прикладі побудову полігона розпочинають з нанесення першої вершини (станції, мал. 28). Для цього з граф 13 і 14 беруть координати першої вершини $x = +150,0$ м; $y = -100,0$ м і в заданому масштабі відкладають від початку координат (від центра) вгору по осі x — 7,5 см, що відповідає довжині 150 м і вліво по осі y — 5 см, що відповідає довжині 100 м.

З точок, відкладених гостро заструганим олівцем, проводимо лінії, паралельні осі x та y (перпендикуляри), і на місці їх перетину наносимо першу вершину полігона.

№ станцій	Координати	
	+X	+Y
1	+540,0	-230,0
2	+360,0	+185,0
3	-265,0	+48,0
4	-40,0	-470,0

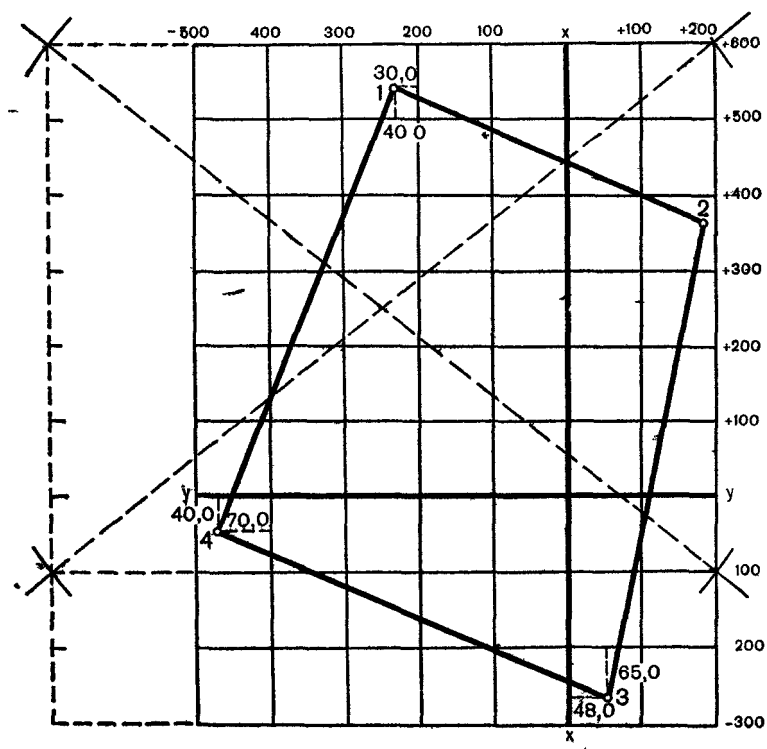


Рис.

Потім беремо координати другої вершини $x = +160,32$ м та $y = +39,54$ м, відкладаємо їх на осі x і y , а із знайдених точок проводимо прямі лінії, паралельні осям, і на місці перетину їх наносимо другу вершину полігона. Таким чином відкладаємо всі п'ять вершин, з'єднуємо їх прямими лініями і дістаємо замкнутий полігон.

Щоб зорієнтувати полігон за сторонами горизонту, від початку координат проводимо магнітний та справжній меридіани, виходячи із заданих $\alpha = -2,5^\circ$, $g = +5^\circ$.

10. Накладання ситуації на план. Після нанесення на план усіх станцій теодолітного ходу накладають зняту ситуацію за записами і обчисленнями в польовому журналі та абрисі. Розміри, записані в абрисі, на плані не показують. Усю ситуацію на плані зображають масштабними і позамасштабними знаками із збереженням кольору умовного знака. Розміри умовних знаків збільшувати не дозволено.

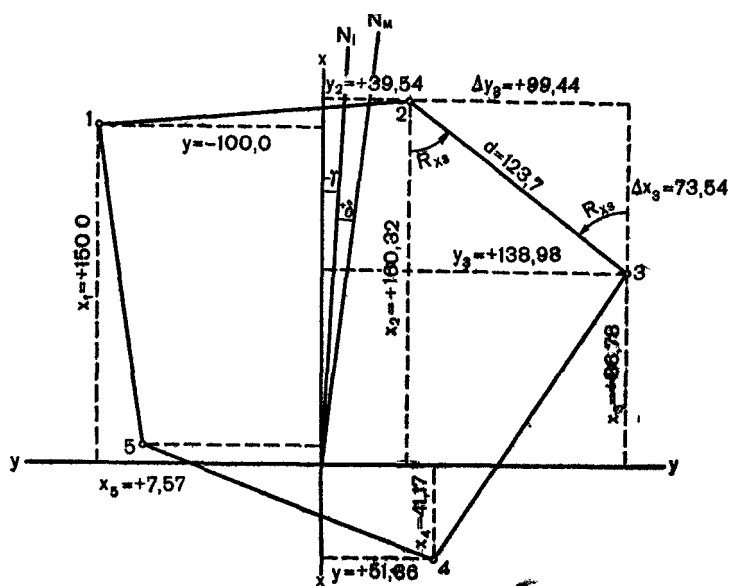


Рис.

Зняті предмети і контури накладають на план тими самими способами, якими їх знімали (перпендикулярів, засічок та ін.), спираючись при цьому на робочу основу, вже нанесену на план за прямокутними координатами.

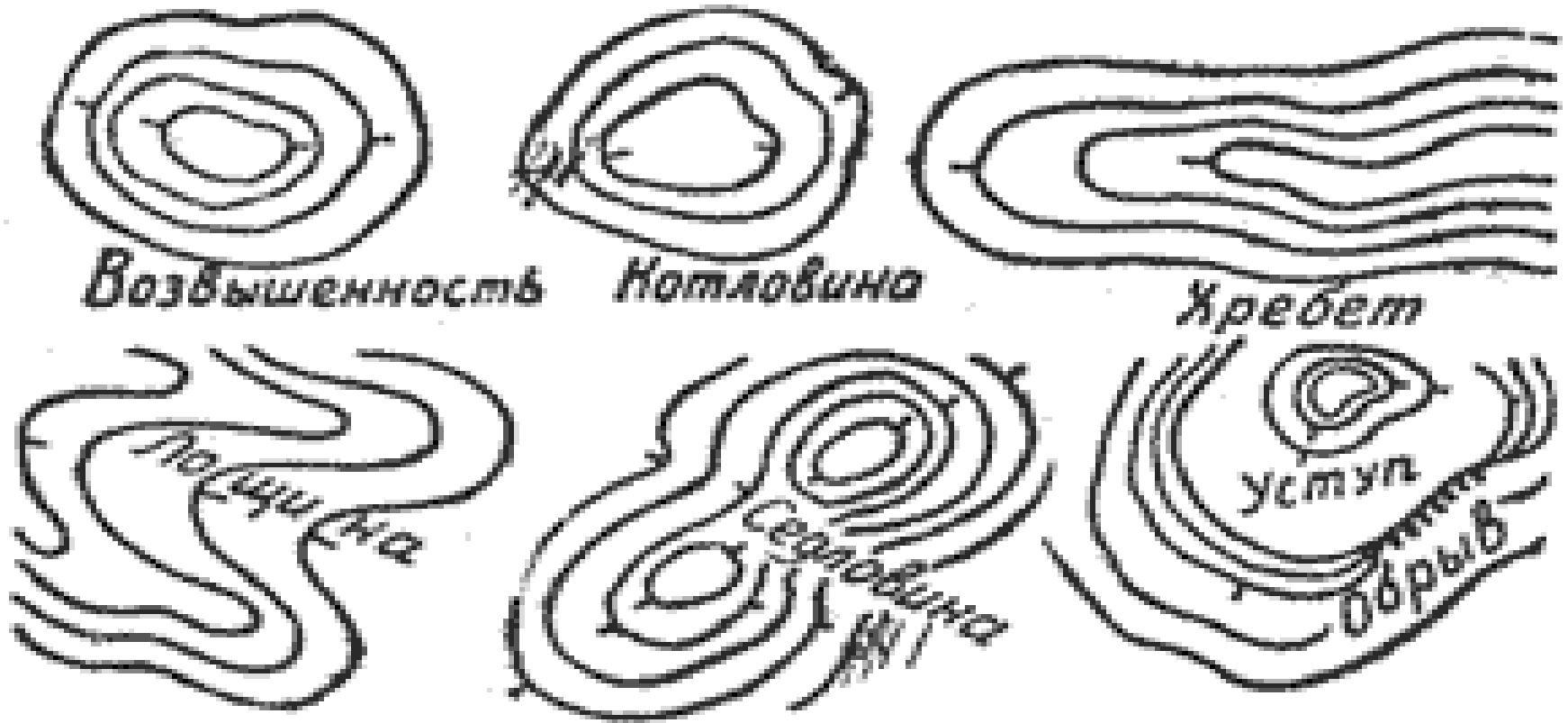
ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Що слід розуміти під "зніманням місцевості" /назвіть елементи місцевості/, "зніманням ситуації", "зніманням рельєфу".
2. Класифікуйте види зйомок місцевості.
3. Яким чином створюється робоча основа зйомок?
4. Основні способи знімання ситуації. Охарактеризувати і накреслити.
5. Яка документація ведеться під час знімання ділянки місцевості?
6. Якими способами відбувається накладка на план матеріалів зйомок?
7. Що називається нівелюванням? Види нівелювання,
8. У чому складається сутність геометричного нівелювання?
9. Як проводити ватерпасовку?
10. У чому полягає сутність тригометричного нівелювання? Яка його точність? Які інструменти застосовуються?
11. Як визначити перевищення за допомогою екліметру?
12. Сутність барометричного нівелювання. Яка його точність? Які прилади застосовуються?
13. Як привести показники анероїду до показників ртутного барометру? Наведіть формулу.
14. Які засоби обчислення перевищень при барометричному нівелюванні вам відомі? Що таке барометричний ступінь і приблизна альтитуда?
15. Кутовимірвальні зйомки місцевості. Суть і види.
16. Особливості бусольної /компасної/ зйомки. Етапи проведення зйомки методика її проведення.
17. Геодезичні прилади: бусоль Шмалькальдере і бусоль Стефана.
18. Теодолітна зйомка місцевості.
19. Теодоліт - його будова і призначення?
20. Як вимірювати кути при теодолітній зйомці? З якою точністю ведуться виміри?
21. Як зробити зв'язки замкнутого ходу теодолітної зйомки при побудові плану?

22. Які особливості екерної зйомки?
23. Кутонарисні зйомки.
24. Мензуальна зйомка місцевості.
25. Окомірна зйомка. Принципи побудови масштабу кроків і плану місцевості.

ГЛОСАРІЙ

1. Знімальні маршрути
2. Перекриття
3. Первинні аерофотознімальні матеріали
4. Монтаж
5. Первинна фотосхема
6. Масштаб планового фотознімка
7. Планові зйомки
8. Зйомки перспективні
9. Робоча площа знімка
10. Дешифрування: польове, топографічне
11. Дешифрувальні ознаки: прямі, непрямі
12. Форма зображення
13. Розмір
14. Тон
15. Власна тінь
16. Падаюча тінь
17. Стереопари
18. Комбінований метод
19. Стереотопографічний метод



Возвышенность

Котловина

Хребет

Долина

Седловина

уступ

Обрыв

ХАРАКТЕРИСТИКА РОЙНУ ПОЛЬОВОЇ ПРАКТИКИ

Запорізька область. розташована в південно-східній частині Української РСР, між нижнім плином Дніпра й Азовського моря. На заході граничить з Херсонської, на півночі з Дніпропетровської, на сході з Донецької областями України, на півдні омивається водами Азовського моря. Площа – 27,2 тис. Км². Поверхня Запорізької області – слабка розчленована рівнина, що є частиною Російської рівнини. На її південно-східній частині виділяється Приазовская височина (висота до 220 метрів), місцями горбкувата з глибокими долинами. До півдня, убік Азовського моря, і до сходу Приазовская височина, поступово знижуючи, переходить у Причорноморську низовину. 75% ґрунтів області – чорноземи. Тваринний світ типовий для степів Південної України. Клімат – помірно-континентальний.

Загальна характеристика Мелітопольського району.

Місто Мелітополь, як адміністративний центр Мелітопольського району, займає площа в 52 км². Чисельність його населення складає 170 тис. чол. Мелітополь відноситься до категорії великих міст; це великий промисловий центр на півдні країни. У місті зосереджені підприємства машинобудівної, легкої, харчової й іншої областей промисловості. Функціонують агротехнічна академія і педагогічний університет, два технікуми, медичні і культурні училища, 5 професійно-технічних училищ, 23 загальноосвітніх шкіл, є 2 будинку культури, і кілька клубів, кінотеатр, краєзнавчий музей, парк культури і відпочинку.

На території району площею в 18 тис. км² розташовано 67 населених пунктів, у яких проживає понад 59 тис. чол. Ведучими областями агропромислового комплексу є землеробство, тваринництво, садівництво.

Рельєф і тектоніка.

Територія району знаходиться в границях південного схилу Українського кристалічного щита і північного крила Причорноморської западини. У геологічній будівлі щита беруть участь метаморфічні й інтрузивні

породи докембрійського віку: граніти, гнейси, кристалічні сланці, кварцити й ін. Породи. Складчастий фундамент Причорноморської западини, на південно-заході (Акимовський район), має верхнепалеозойський вік.

На кристалічних породах фундаменту залягають осадові відкладення крейдової, палеогенової, неогенової і четвертинної систем. Особливо великої потужності (1,2-1,8 тис. м і більше) осадовий чохол досягає в границях Причорноморської западини в зв'язку з зануренням її складчасту основу. У складі відкладень крейдового, палеогенового і неогенового періодів переважають шари глин, пісків, мергелів і інших осадових порід. У долині річки Молочної і її припливів породи неогену виходять на поверхню.

Корисні копалини у виді залізних і марганцевих руд відомі в границях Михайлівського, Васильєвського, Токмакського і Мелітопольського районів. Найбільшими з них є Белозерське родовище залізних і марганцевих руд. Територія Мелітопольського краю розташована переважно в границях Причорноморської низовини. Її поверхня являє собою слабо розчленовану плоску низинну рівнину, що змінює свою висоту з півночі на південь, де вона крутим (висотою до 20 м) виступом обривається до Азовського моря. На північному сході в границі краю заходять остроги Приазовської височини з оцінками абсолютних висот від 150 до 250 і більше метрів над рівнем моря.

Внутрішні води.

Річка Молочна найбільша ріка, басейн якої цілком знаходиться на території Запорізької області має протяжність 197 км² площею Джерело ріки на кристалічних порід Токмак-Могили (Синьої гори), абсолютна висота якої над рівнем моря складає 307 м.

Південні і північні схили Приазовської височини, до якої входить басейн м. Молочної, досить глибоко прорізані річковими долинами. На схилах берегів Молочної спостерігаються сліди обвалів і зрушень. Подекуди уздовж річки зустрічаються поди діаметром до трохи стільник метрів і глибиною 10-20 м.

Клімат.

Мелітопольський район характеризується типовим степовим помірно-континентальним кліматом. Він відрізняється печенею, посушливим летом, частими посухами і суховіями, щодо холодної узимку, часто відбуваються пилові бури. Багаторічна середньорічна температура повітря складає $+9,40^{\circ}\text{C}$. Середня температура повітря січня коливається від $-3,5$ до $-4,5^{\circ}\text{C}$, липня від $22,5$ до $23,5^{\circ}\text{C}$.

Середньорічна кількість опадів змінюється від 400-450мм у північній частині Михайлівськ району і до 350 мм на півдні Акимовського. Найбільша кількість опадів приходить на період із травня по липень, найменше в березні – квітні.

Тривалість безморозного періоду складає 180-185 днів.

Ґрунту.

На просторах Мелітопольського району сформувалися ґрунти чорноземного і каштанового типів. У границях значної частини Михайлівського і Токмакського районів на лесовидних породах сформувалися звичайні малогумусні чорноземи, що переходять у чорноземи.

Велику частину Веселовського, північну частину Мелітопольського районів займають південні малогумусні чорноземи, що сформувалися в більш посушливих умовах і під більш розрідженою степовою рослинністю. На південь від Мелітополя до узбережжя Азовського моря знаходиться смуга темно-каштанових ґрунтів.

У долинах деяких рік, на алювіальних відкладеннях сформувалися лучно-чорноземні солонцюваті ґрунти з украленням солонців. У балках сформувалися наносні чорноземні ґрунти на алювіальних відкладеннях.

У правобережній частині Молочної від с.Терпіння до Азовського узбережжя у виді вузької смуги розвитку піщані і супіщані чорноземні ґрунти.

Флора і фауна

Значний дефіцит обумовлює формування в нашому регіоні степової рослинності, характерною рисою якої є перевага в її складі численних злаків, з могутньою кореневою системою. Природна рослинність займає не більше 3-5%.

Північну частину Михайлівського і Токмакського районів займає разнотравные ковыльно-типчаковые степу. У складі трав переважають різні види ковили, типчака, тонконога, житняка і багаття. З різнотрав'я найбільше часто зустрічаються люцерна, шавлія, молочай, перстач та інші. У результаті менш стійкого зволоження і більш високих термічних ресурсів у регіоні різко зменшується видовий склад рослинності, різнотрав'я. На піщаних терасах рік і уздовж правого берега долини м. Молочної на південь від села Терпіння зустрічаються ділянки піщаних степів, рослинність яких складається з астрагала, аспарцита. На схилах річкових долин і балок зустрічаються степові кустарниками: терн, дереза.

Близьке залягання ґрунтових вод приводить до формування солончакової рослинності уздовж узбережжя Азовського моря, лиманів і в заплавах рік.

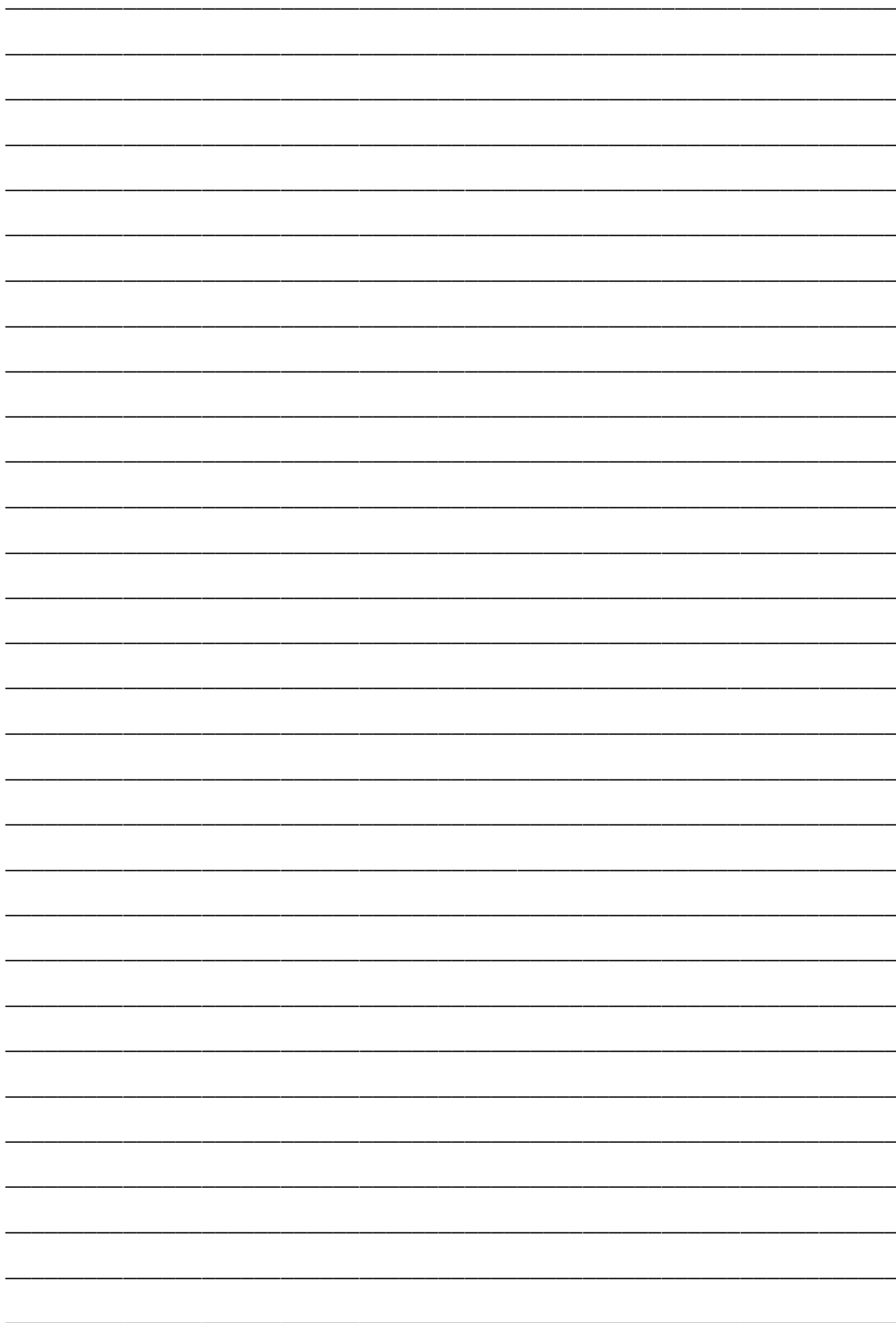
Фауна в далекому минулому відрізнялася відносно великим видовим складом і чисельністю. В епоху пізнього палеоліту, коли клімат був більш холодним, чим у наш час, тут жили мамонти і вовняні носороги, бізони, північні олені, дикі коні, ведмеді. У голоценову епоху в степу жили: дикий бик-тур, шляхетний олень, лось, сагайдак, козуля і багато ін. Але в результаті сільськогосподарської діяльності людини, а також зміни кліматичних умов, багато видів тварин зникли.

У наш час типовими корінними степовими жителями є заєць-русак, лисиця, ласка, тушканчики, ховрашки, польові миші; жаби і болотна черепаха. Різноманітний світ комах. Серед комах переважають шкідники: хлібний жук, клоп-черепашка, капустяна капустянка.

СПИСОК ВИКОРИСТАННЯХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексюк А.М. Загальні методи навчання в школі. – К., 1973.
2. Алеушин В.М., Серебряников А.В. Туристическая топография. – М.: Профиздат, 1985
3. Андреев М.В. Основы топографии и картографии. – М.: изд. «Просвещение», 1972
4. Берлянт А.М. Карта – второй язык географии, - М.: Просвещение, 1985
5. Ващенко Г. Загальні методи навчання. К., 1997
6. Гедымин А.В. и др. Картография с основами топографии, ч.1. – М.: изд. «Просвещение», 1973
7. Гедымин Г.В., Грюнберг Г.Ю., Малых М.И. Практикум по картографии с основами топографии. – М.: Просвещение, 1981.
8. Голицын С. Хочу быть топографом., - М.: изд. «Просвещение», 1954
9. Господинов Г.В. И Сорокин В.Н. Топография. – М.: изд. МГУ, 1974
10. Господинов Г.В., Сорокин В.Н. Топография. – М.: МГУ, 1974. – 258 с.
11. Грюнберг Г.Ю. Картография с основами топографии, - М.: «Просвещение», 1991
12. Дидактика современной школы / Под ред. В.А. Онищука. К., 1987
13. Ильясов И.И. Структура процесса учения. М., 1986
14. Карпов Г.В. Энциклопедический словарь юного географа-краеведа», - М., 1981
15. Картография с основами топографии / Под ред. Г.Ю. Грюнберг. – М.: Просвещение, 1991. – 368 с.
16. Кондратюк О.П., Дьомін А.І. Методи і форми організації навчання. К., 1975.
17. Краткий топографо-геодезический словарь / Б.С. Кузьмин, Ф.Я. Герасимов, В.М. Молоканов и др. – М.: Недра, 1979. – 310 с.
18. Куприн А.М. Лик Земли, - М.: изд. «Нера», 1991

- 19.Куприн А.М. Топография для всех, - М.: изд. «Недра», 1976
- 20.Малых М.Н. Полевая практика по топографии. – М.: Просвещение, 1980.
- 21.Матусевич К.Н. Полевая практика по основам топографии. – К.: Вища школа, 1970. – 176 с.
- 22.Матусевич К.Н. Работа с картами школьных географических атласов. – К.: Радянська школа, 1987. - 60 с.
- 23.Махмутов М.И. Современный урок. М., 1981
- 24.Меньчуков А.Е. В мире ориентирования, - М.: изд. «Недра», 1986
- 25.Михлин В.З. Навигация в магнитном поле, М. 1986
- 26.Н.А. Лапкина Практические работы по топографии и картографии . – М.: Просвещение, 1971. – 174 с.
- 27.Онищук В.А. Урок в современной школе. Вопросы теории. М., 1981
- 28.Педагогика / Под ред. Ю.К. Бабанского. К., 1983
- 29.Подласый И.П. Педагогика: Новый курс: В 2 кн. М., 1999
- 30.Полевые практики по физико-географическим дисциплинам в условиях Северо-Западного Приазовья / Под общей редакцией В.Д. Войлошников. - Мелитополь, 1984. – 34 с.
- 31.Практикум по картографии с основами топографии / Под ред. А.В. Гедымина. – М.: Просвещение, 1981. – 144 с.
- 32.Раньшин В.Н. Простейшие измерения на местности. – М.: Недра, 1983. – 108 с.



Навчально-методичне видання

Польова практика з топографії

Левада Ольга Михайлівна

Сажнева Натали Михайлівна

Сажнев Михайло Леонідович