

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до навчальної практики «Топографія з основами картографії»
з навчальної дисципліни «Топографія з основами картографії»
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до навчальної практики «Топографія з основами картографії»
з навчальної дисципліни «Топографія з основами картографії»
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Затверджено
на засіданні групи
забезпечення спеціальності
193 «Геодезія та землеустрій»
Протокол № 8
від «22» травня 2023 р.

Методичні вказівки до навчальної практики «Топографія з основами картографії» з навчальної дисципліни «Топографія з основами картографії» для студентів 3-го року денної форми навчання та 4-го року заочної форми навчання за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій», рівень вищої освіти бакалавр / канд. геогр. наук, доц. Гриб О. М., ас. Гращенко Т. В. Одеса: ОДЕКУ, 2023. 110 с.

ЗМІСТ

| | <i>Стор.</i> |
|--|--------------|
| ВСТУП..... | 6 |
| 1 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ | 8 |
| 1.1 Інструктаж і залік з правил техніки безпеки при проведенні топографо-геодезичних робіт | 10 |
| 1.1.1 <i>Вимоги безпеки перед початком роботи</i> | 11 |
| 1.1.2 <i>Вимоги безпеки під час виконання польових топографо- геодезичних робіт</i> | 11 |
| 1.2 Формування бригад і вибір бригадирів, форми та методи контролю..... | 12 |
| 1.3 Одержання бланкових і навчально-методичних матеріалів, топографо-геодезичних та картографічних приладів і обладнання та їх огляд | 13 |
| 2 ПЕРЕВІРКА, ЮСТИРУВАННЯ, КОМПАРУВАННЯ ТА ІНШІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГОТОВНОСТІ ПРИЛАДІВ І ОБЛАДНАННЯ | 15 |
| 2.1 Перевірки та юстирування теодоліта-тахеометра | 16 |
| 2.2 Огляд та перевірка готовності інших приладів і обладнання для топографо-геодезичних та картографічних робіт і вимірювань | 26 |
| 3 СТВОРЕННЯ ЗНІМАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ | 27 |
| 3.1 Рекогносцировка ділянки місцевості для створення знімальної геодезичної мережі | 28 |
| 3.2 Прокладання і закріплення теодолітно-тахеометричного ходу | 30 |
| 3.2.1 <i>Прилади, які застосовуються для тахеометричної зйомки</i> | 30 |
| 3.2.2 <i>Прокладання тахеометричного ходу та послідовність робіт на станціях</i> | 33 |
| 3.2.2 <i>Приведення значення місця нуля (M0) до нуля</i> | 37 |
| 4 ВИСОТНА ПРИВ'ЯЗКА ТА НІВЕЛЮВАННЯ ЗНІМАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ..... | 39 |
| 4.1 Висотна прив'язка ділянки робіт до реперів Державної нівелірної мережі шляхом нівелювання III класу | 39 |
| 4.2 Нівелювання знімальної геодезичної мережі IV класу | 45 |
| 4.3 Обчислення висот пунктів замкнутого теодолітно-висотного ходу, прокладеного з метою розвитку знімальної геодезичної мережі..... | 48 |

| | |
|---|-----|
| 5 ТАХЕОМЕТРИЧНА ЗЙОМКА І ПОБУДОВА ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ | 53 |
| 5.1 Суть тахеометричної зйомки | 53 |
| 5.2 Виконання тахеометричної зйомки | 55 |
| 5.2.1 Основні вимоги до виконання тахеометричного знімання | 55 |
| 5.2.2 Зйомка ситуації і рельєфу місцевості, складання абрису та послідовність робіт на станціях під час виконання зйомки..... | 58 |
| 5.3 Обробка журналу тахеометричної зйомки | 64 |
| 5.4 Складання топографічного плану ділянки місцевості за даними тахеометричної зйомки | 67 |
| 6 СКЛАДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ | 88 |
| ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА..... | 90 |
| РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА | 91 |
| ДОДАТКИ..... | 94 |
| Додаток А. Приклад розв'язання обернених геодезичних задач для тахеометричного ходу | 94 |
| Додаток Б. Приклад схеми тахеометричного ходу..... | 95 |
| Додаток В. Приклад обчислення координат станцій тахеометричного ходу | 96 |
| Додаток Г. Приклад обчислення висот станцій тахеометричного ходу | 99 |
| Додаток Д. Журнал тахеометричної зйомки | 100 |
| Додаток Е. Зразок титульного аркуша звіту з навчальної практики | 109 |

ВСТУП

Методичні вказівки присвячено питанням організації та проведення польової навчальної практики НПЗ.19 «Топографія з основами картографії» з навчальної дисципліни ППЗ.14 «Топографія з основами картографії» для студентів 3-го року денної форми навчання та 4-го року заочної форми навчання (включно з іноземцями) за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» (освітньо-професійна програма «Землеустрій та кадастр») першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Дані методичні вказівки складені відповідно до робочої програми навчальної практики [1] та силлабусу дисципліни [2] з метою забезпечення запланованих у ній польових і камеральних робіт необхідними матеріалами щодо підготовчо-організаційних робіт (у тому числі, питань забезпечення техніки безпеки й охорони праці на топографо-геодезичних роботах [3-8]), навчально-методичними обґрунтуваннями, роз'ясненнями і рекомендаціями, включаючи та вимоги до оформлення звіту з навчальної практики [9-12].

Для поглибленого вивчення матеріалу наприкінці цих методичних вказівок є список рекомендованої літератури з посиланнями на наукові та навчально-методичні публікації відомих в Україні вчених і необхідні нормативні документи у галузі геодезії [1-33]

За своїм змістом і формою подання матеріалу методичні вказівки дають змогу студентам здійснювати підготовку до польових і камеральних робіт від їх організації до форми підготовки звітнього матеріалу.

Мета навчальної практики – закріпити, розширити та поглибити теоретичні знання, отримані студентами під час аудиторних занять, набути практичних навичок самостійного виконання польових і камеральних робіт з топографії та основ картографії.

Загальними завданнями навчальної практики є наступні:

- набуття студентами навичок самостійного виконання польових і камеральних робіт з топографії та основ картографії;
- закріплення, отриманими на попередніх курсах, вмінь роботи з необхідними для цього основними геодезичними приладами і обладнанням;
- закріплення, отриманими на попередніх навчальних практиках, навичок організації праці колективу і свідомого відношення до прояву ініціативності та самостійності.

За час практики студенти повинні набути навичок з топографії та основ картографії, польових і камеральних робіт, обчислювальної обробки та графічного оформлення результатів.

Перед початком робіт студенти повинні вивчити і добре засвоїти правила техніки безпеки під час виконання геодезичних робіт.

Забезпечення інструктажу з правил техніки безпеки і охорони праці здійснюють завідувач кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ і безпосередні керівники навчальною практикою.

Для досягнення поставленої мети та виконання завдань практики необхідним є виконання польових топографічних робіт, занесення даних вимірювань до відповідних таблиць і журналів, контроль та аналіз даних вимірювань під час їх виконання. Після цього, необхідним є камеральна обробка даних вимірювань, обчислювальна обробка і графічне оформлення отриманих результатів у вигляді відповідного картографічного матеріалу.

Перелік види робіт навчальної практики, тривалість їх виконання та звітний матеріал, який має бути представлений після виконання робіт і вимірювань та в кінці практики, наведені нижче у календарному плані навчальної практики [1].

1 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПІДГОТОВЧІ РОБОТИ

Навчальна практика НПЗ.19 «Топографія з основами картографії» є невід'ємною частиною навчальної дисципліни ППЗ.14 «Топографія з основами картографії» для студентів 3-го курсу денної та 4-го курсу заочної форм навчання (включно з іноземцями) за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» (освітньо-професійна програма «Землеустрій та кадастр») першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Тривалість практики: 3 тижня (90 + 30 = 120 год.) або 4 кр. ЄКТС.

Навчальна практика проводиться на базах практики, які відповідають необхідним вимогам для виконання комплексу робіт згідно з робочою програмою та вибираються викладачами – керівниками практики.

Можливі бази практики: гідроекологічний польовий центр ОДЕКУ (с. Маяки, Біляївський район, Одеська область), метеорологічний польовий центр ОДЕКУ (м. Одеса), морський польовий центр ОДЕКУ (м. Одеса), науково-експертний центр моніторингу навколишнього середовища (НЕЦ МНС) у складі науково-дослідної частини ОДЕКУ, навчальна лабораторія геофізики, геодезії та водних досліджень і аудиторії ОДЕКУ.

Здобувачі вищої освіти (студенти) можуть самостійно пропонувати місце проходження практики з метою реалізації їх права на вільний вибір не менш ніж 25 % від всього обсягу їхньої освітньої програми.

На протязі навчальної практики студенти зобов'язані знаходитися на робочому місці (в полі або аудиторії) та приймати участь у виконанні робіт згідно з робочою програмою практики [1], обережно поводитися з приладами та обладнанням у відповідності з правилами експлуатації, додержуватись правил техніки безпеки і охорони праці.

До обов'язків керівника практики віднесені: бригадна організація праці, методичне керівництво роботами відповідно до робочої програми, контроль за їх виконанням. Керівник контролює виконання студентами правил техніки безпеки, хід польових і камеральних робіт, складання бригадних звітів та приймання заліку.

Камеральні роботи виконуються в основному одночасно з польовими роботами чи на наступний день і повністю завершуються в кінці практики.

Прилади, обладнання та правила виконання вимірювань і робіт повинні відповідати технічним вимогам до їх проведення.

Всі методичні вимоги повинні бути відображені в вимірювальному процесі і формі запису польових журналів і креслень, а також в матеріалах обчислювальної та графічної обробки.

У результаті проходження навчальної практики студент повинен знати як виконувати комплекс робіт і вимірювань на місцевості (повірки та/або компарування приладів; створення знімальної геодезичної мережі; висотна прив'язка геодезичної мережі; тахеометрична зйомка і побудови топографічного плану тощо).

Підведення підсумків з навчальної практики.

Завершення навчальної практики закінчується складанням бригадою заліку в останній день практики і включає усне опитування кожного студента за матеріалами бригадного звіту.

Звіт з практики захищається студентами безпосередньо керівнику практики (закріпленому за бригадою викладачу) та відповідальному керівнику практики.

Оцінювання роботи студента на навчальній практиці завершується заліком, а студент-практикант отримує якісну оцінку «зараховано» або «не зараховано» (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Шкала відповідності інтегральних оцінок для заліку

| Інтегральна сума балів | Оцінка |
|--------------------------------------|---------------|
| <60 % від максимальної суми балів | не зараховано |
| 60-100 % від максимальної суми балів | зараховано |

Максимальна сума балів за навчальну практику становить 100 балів і складається з двох частин:

1 – присутність на навчальній практиці, виконання робіт та участь в оформленні звіту студентом на протязі всієї практики згідно з робочою програмою практики (60 балів);

2 – захист бригадного звіту (40 балів).

Оформлений звіт з навчальної практики і позитивна робота студента під час практики оцінюється у 60 % від загальної суми балів за навчальну практику, а захист звіту – у 40 % (табл. 1.2).

Звіт приймається після виконання всіх видів робіт, оформлення необхідних матеріалів, здачі приладів, обладнання, навчально-методичної літератури та отримання відповідної позначки про їх здачу в щоденнику.

Таблиця 1.2 – Прийняті в ОДЕКУ шкали оцінювання (для заліку)

| За шкалою ЄКТС | За національною системою | За системою ОДЕКУ, % |
|----------------|--------------------------|----------------------|
| A | зараховано | 90-100 |
| B | | 82-89,9 |
| C | | 74-81,9 |
| D | | 64-73,9 |
| E | | 60-63,9 |
| FX | не зараховано | 35-59,9 |
| F | | 1-34,9 |

Залік з практики приймається у студентів, які повністю виконали робочу програму навчальної практики та виводиться кожному студентові індивідуально, виходячи з відповідей на запитання під час захисту звіту, оцінок при проміжному контролі якості виконаних польових і камеральних робіт, ініціативи та трудової дисципліни за час проходження практики. Прийняття заліку відбувається у присутності всіх членів бригади.

Залік з середньою оцінкою за кожен вид завдань виставляється у інтегральну відомість, вноситься у заліково-екзаменаційну відомість і в залікову книжку студента (індивідуальний навчальний план студента).

Студенту, який не виконав програму практики, за рішенням декану може бути надано право проходження практики повторно, наприклад, під час канікул до початку наступного семестру.

Студентам, які не виконали програму практики без поважних причин, дозволяється її повторне проходження виключно за власні кошти.

Після заліку керівники практики складають звіти про її результати – успішність та якість, які розглядаються на кафедрі. За результатами звіту кафедра робить висновки про успішність та якість проведення практики.

1.1 Інструктаж і залік з правил техніки безпеки при проведенні топографо-геодезичних робіт

Перед початком проходження навчальної практики кожен студент проходить вступний інструктаж з правил техніки безпеки (ТБ) і охорони праці (ОП) на робочому місці, яких необхідно дотримуватися під час всього періоду навчальної практики, а також скласти залік з плавання та греблі.

Інструктаж з правил ТБ і ОП здійснюється за допомогою даних методичних вказівок та відповідних інструкцій і правил [3-8].

1.1.1 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком окремих видів роботи треба пройти вступний інструктаж на робочому місці відповідно до цього виду роботи. Для виконання польових видів робіт треба мати відповідні для цього одяг і взуття, які повинні бути легкими та зручними. Забороняється працювати без взуття і головного убору, засобів індивідуального захисту і аптечки.

При виконанні камеральних робіт з використанням спеціального електричного обладнання (наприклад, персонального комп'ютеру, принтера) необхідно перевірити наявність надійного захисного устаткування, стан електричних шнурів та вилок, вимикачів та засобів управління.

У разі виявлення порушень електричного устаткування або інших несправностей, негайно повідомити про це керівника практики.

1.1.2 Вимоги безпеки під час виконання польових топографо-геодезичних робіт

Нижче наведені основні вимоги безпеки при виконанні топографо-геодезичних робіт на суші (у тому числі, поблизу водних об'єктів):

- перед початком робіт керівник повинен ретельно оглянути топографо-геодезичні прилади та інструменти;
- рейки і штативи повинні мати справні гвинти кріплення;
- переносити вішки, штативи або інші прилади, що мають гострі кінці, дозволяється тільки тримаючи їх гострими кінцями вперед;
- при ходьбі по вулицях забороняється носити рейки на плечах, їх треба переносити в руках у вертикальному положенні і неодмінно складеними, з закріпленими гвинтами;
- не дозволяється залишати без нагляду геодезичні прилади на штативах або у зібраному виді в межах дорожнього полотна;
- геодезичні прилади, встановлені на штативах, необхідно міцно закріплювати, вдавлюючи гострі кінці ніжок у землю;
- не дозволяється складати рейки, вішки і штативи у козли, притуляти до дерев, стінок та до інших предметів;
- забороняється кидати шпильки мірних приладів, рейки та вішки, їх треба передавати з рук у руки;

- при роботі біля доріг треба виконувати правила дорожнього руху;
 - забороняється піднімати рейки, віхи та інші предмети до проводів ліній електропередачі і тому подібних предметів ближче ніж на 2 м;
 - забороняється працювати на крутих схилах;
 - при зйомках поблизу будівель необхідно заздалегідь впевнитися в тому, що в будинку закриті всі вікна та фіранки, при сильному та поривчастому вітрі забороняється працювати поблизу будинків;
 - необхідно дотримуватися заходів захисту від електротравматизму, не підходити до обірваних електричних проводів, про обрив електричних проводів необхідно сповістити керівника та відповідні служби, а поблизу обриву виставити охорону до моменту прибуття відповідних служб;
 - при наближенні грози роботи слід припинити і негайно перейти до закритого приміщення;
 - під час грози не дозволяється стояти під деревами та притулятися до стовбурів, знаходитись біля громовідводів, високих предметів, стовпів, каменів, дерев, що стоять окремо, контактної мережі високовольтних ліній і на підвищеннях;
 - під час роботи категорично забороняється палити.
- У разі виникнення нещасного випадку треба негайно повідомити керівництво і викликати швидку медичну допомогу за телефоном «103».
- Надавати потерпілому першу медичну допомогу треба до моменту прибуття медичних працівників.
- Не допускати у небезпечну зону сторонніх осіб.

1.2 Формування бригад і вибір бригадирів, форми та методи контролю

Для проходження навчальної практики формуються студентські бригади по 4-6 чоловік на чолі з бригадиром.

Для керівництва практикою за бригадами закріплюються викладачі – керівники навчальної практики. Загальне керівництво практикою здійснює відповідальний керівник навчальної практики.

Керівник здійснює загальний контроль за присутністю студентів, додержуванням методичних вимог, виконанням необхідних обсягів робіт, вмісту звітних матеріалів та підготовкою звіту, дотриманням студентами правил техніки безпеки і поведінки на практиці.

Бригадир веде щоденник практики, в якому відображає присутність студентів на практиці, стежить за виконанням правил техніки безпеки і участю студентів в усіх роботах. Прилади, обладнання, бланковий матеріал і навчально-методична література видаються бригадиру під його підпис. Прилади й обладнання видаються студентам після проведення інструктажу з правил техніки безпеки і поведінки під час практики.

Матеріальну відповідальність за втрату або псування геодезичних приладів і обладнання несуть усі студенти бригади. Перелік отриманих приладів, обладнання, бланкового матеріалу і навчально-методичної літератури бригадир заносить у свій щоденник. Кожна бригада, разом з викладачем, після отримання приладів, обладнання, бланкового матеріалу здійснює їх огляд і перевірку.

1.3 Одержання бланкових і навчально-методичних матеріалів, топографо-геодезичних та картографічних приладів і обладнання та їх огляд

Для виконання топографо-геодезичних та картографічних вимірювань і робіт одержуються всі необхідні прилади та обладнання, бланковий матеріал і навчально-методична література тощо.

Перед початком вимірювань обов'язково здійснюється огляд та підготовка приладів і обладнання до виконання робіт. Огляд, перевірку, юстировку (калібрування) та підготовку приладів і обладнання необхідно виконувати за методиками, рекомендовані у відповідній літературі [9-11] та викладені нижче у наступному розділі цих методичних вказівок.

Загальний перелік приладів, обладнання та бланкових і витратних матеріалів тощо, необхідних для виконання геодезичних вимірювань і робіт під час навчальної практики, представлений нижче.

Транспортир геодезичний – 1 од.

Мала лінійка Ф. В. Дробишева – 1 од.

Циркуль-вимірювач – 1 од.

Курвіметр – 1 од.

Стрічка землемірна ЛЗ-20 (або рулетка геодезична) – 1 од.

Бусоль ручна БШ-1 (або інша) – 1 од.

Теодоліт-тахеомер 2ТЗ0П (2ТЗ0, ТЗ0 або інший) – 1 од.

Штатив для теодоліту – 1 од.

Віхи (тички) геодезичні – 6 од.

Комплект дерев'яних кілків (6 шт.) – 1 комплект.
Рейка нівелірна РН-3-3000С або тахеометрична (чи інша) – 2 од.
Інженерний калькулятор – 1 од.
Планшет-тримач для паперу та бланкового матеріалу – 1 шт.
Лінійка – 1 шт. (на кожну людину).
Олівець простий – 1 шт. (на кожну людину).
Комплект різнокольорових олівців – 1 комплект.
Стиранка – 1 шт. (на кожну людину).
Ручка з чорною пастою – 1 шт. (на кожну людину).
Зошит для щоденника (12-24 арк.) – 2 шт.
Папір білий (формат А-4) – до 100 арк.
Папір білий (формат А-3) – до 5 арк.
Журнал тахеометричної зйомки – 1 шт.
Книжки геодезичні КГ-64, КГ-65 (за потреби) – 2 шт.
Відомість обчислення координат станцій тахеометричного ходу – 1 шт.
Відомість обчислення висот станцій тахеометричного ходу – 1 шт.
Папка картонна (або пластикова) для зшивання звіту – 1 шт.
Годинник – 1 од.
Календар – 1 шт.
Аптечка (автомобільна або інша) – 1 шт.
Даний перелік може дещо змінюватися та/або доповнюватися.

Звітний матеріал до розділу 1:

1) розділ звіту з навчальної практики «1 Організаційно-підготовчі роботи» з наступними матеріалами:

– контрольний лист інструктажу та заліку;
– контрольний лист одержання приладів, обладнання, бланкових та інших матеріалів;

2) щоденник практики, заповнений за 1-й робочий день.

2 ПЕРЕВІРКА, ЮСТИРУВАННЯ, КОМПАРУВАННЯ ТА ІНШІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГОТОВНОСТІ ПРИЛАДІВ І ОБЛАДНАННЯ

Перевірка будь-якого приладу – це сукупність експериментальних операцій, які направлені на здійснення контролю його метрологічної справності. Інакше кажучи, під перевітками геодезичних приладів слід розуміти їх відповідність щодо виконання необхідних геометричних умов без дотримання яких, точність вимірювання кутів, довжин, перевищень не буде відповідати тій точності, яка передбачена конструкцією цього геодезичного приладу. Тому використання неперевіраних геодезичних приладів суворо заборонено. Сама ж перевірка складається з трьох основних складових: власне геометричної умови при дотриманні якої, забезпечується належна точність вимірювань, перевірки відповідності приладу цій умові, а також (у випадку невідповідності геометричній умові) порядку юстування (виправлення) приладу з метою усунення існуючих технічних невідповідностей. Перевірки виконують лише за певних умов зовнішнього середовища та в суворій послідовності.

Результати перевірки геодезичних приладів слід подавати в такій послідовності:

- 1) назва перевірки;
- 2) геометрична умова, що перевіряється;
- 3) виконання перевірки;
- 4) виправлення (юстування) приладу.

Умови проведення перевірок представлені нижче.

1. Прилади, які перевіряються і засоби перевірки повинні бути завчасно підготовлені до проведення перевірок. Перед початком перевірок необхідно перевірити зовнішній стан і комплектність приладу, а також працездатність всіх його частин.

2. Перед початком перевірки геодезичні прилади повинні бути приведені в робочий стан у відповідності до інструкцій з їх експлуатації.

3. При виконанні перевірок в приміщенні або в польових умовах повинні виконуватись наступні вимоги:

- а) температура повітря повинна бути в межах температурного діапазону роботи приладу;
- б) зміна температури повітря повинна бути не більшою 3°C за годину;
- в) відносна вологість повинна бути не більшою 90 %;
- г) швидкість вітру не повинна перевищувати 4 м/с;
- д) у польових умовах на прилад не повинні попадати прямі сонячні промені.

4. При проведенні перевірок повинні виконуватись правила роботи з вимірними приладами, а також правила з техніки безпеки.

2.1 Перевірки та юстирування теодоліта-тахеометра

Перед виконанням вимірів теодоліт-тахеометр необхідно перевірити. Спочатку перевіряють комплектацію, справність роботи всіх гвинтів, виявляють механічні та інші пошкодження, які виникають при транспортуванні чи неправильному зберіганні. Після цього виконують перевірки теодоліта-тахеометра, які дають можливість виявити й усунути (або врахувати) неточності у взаємному розташуванні геометричних осей окремих його частин. На виробництві під час проведення перевірок використовують паспорт теодоліта, який входить до комплекту будь-якого приладу. Для теодолітів серії Т30 (у тому числі, 2Т30П) точність відліку становить 30". Для теодолітів-тахеометрів цієї серії проводять перевірки, які викладені нижче.

Перевірка 1. Вісь циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі обертання теодоліта (рис. 2.1).

Встановлюють теодоліт на штатив. Після цього розташовують циліндричний рівень за напрямком двох піднімальних гвинтів «А» і «В» та приводять бульбашку рівня в нуль-пункт (рис. 2.2, положення 1). Далі повертають прилад на 90° і поворотом третього піднімального гвинта «С» знову виводять бульбашку рівня у нуль-пункт (рис. 2.2, положення 2). Потім повертають алідаду теодоліта ще на 90° (рис. 2.2, положення 3).

Якщо бульбашка рівня змістилась від нуль-пункту не більш ніж на одну поділку, то дана перевірка виконана. В іншому випадку виконують юстування приладу. Для цього у положенні 3 (рис. 2.2) виправними гвинтами рівня за допомогою шпильки (рис. 2.3) встановлюють бульбашку на половину дуги її відхилення від нуль-пункту, а на другу половину (до переміщення бульбашки у нуль-пункт) – піднімальними гвинтами «А» та «В». Після виправлення перевірку повторюють знову (зазвичай 3-4 рази).

Виконання перевірки циліндричного рівня при алідаді теодоліту забезпечує можливість виконання всіх інших перевірок приладу, які виконують при вертикальному положенні головної осі обертання теодоліта, тобто в робочому положенні приладу.

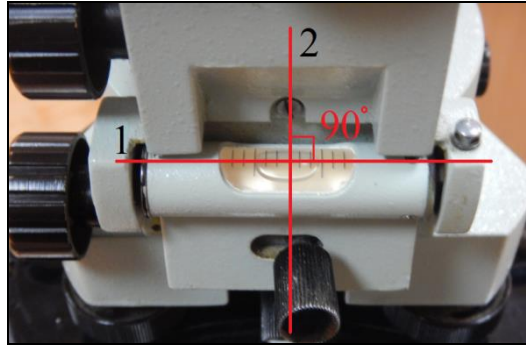


Рисунок 2.1 – Перевірка перпендикулярності осі циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга (1) до вертикальної осі обертання теодоліта (2)

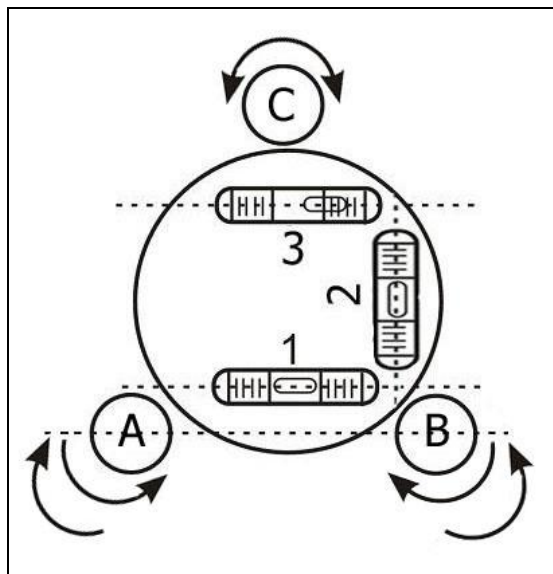


Рисунок 2.2 – Перевірка циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга теодоліта: 1, 2, 3 – положення циліндричного рівня між піднімальними гвинтами А, В та С; стрілки – напрямки обертання гвинтів

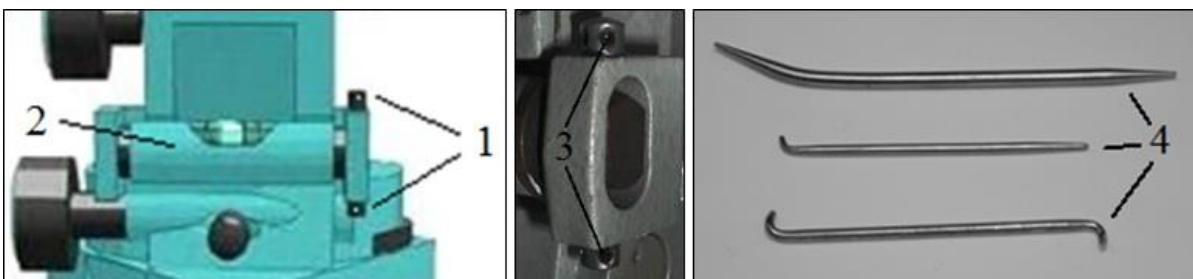


Рисунок 2.3 – Виправні гвинти циліндричного рівня при алідаді теодоліта: 1 – циліндричний рівень; 2 – виправні (юстувальні) гвинти; 3 – отвори для шпильок; 4 – шпильки для юстування

Перевірка 2. Горизонтальна нитка сітки ниток зорової труби повинна бути перпендикулярною до осі обертання теодоліта.

При проведенні даної перевірки найбільш надійним є використання виска. Теодоліт приводять у робоче положення і на відстані 5-15 м, у захищеному від вітру місці, підвішують нитковий висок та наводять зорову трубу на нитку виска.

Якщо вертикальна нитка сітки ниток співпадає з ниткою виска, то перевірка виконана (рис. 2.4, а). Якщо вертикальна нитка сітки не співпадає з ниткою виска (рис. 2.4, б), то перевірка не виконана, тому далі виконують виправлення (юстування).

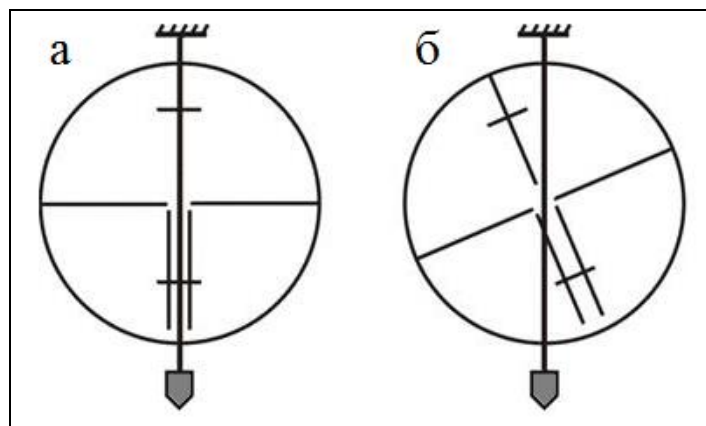


Рисунок 2.4 – Перевірка сітки ниток:
а – перевірка виконана; б – перевірка не виконана

Згідно з паспортом теодоліту дану перевірку також можна виконати наступним способом. Закріплюють теодоліт на штативі і приводять прилад у робоче положення. Наводять зорову трубу на візирну ціль (наприклад, точку на стіні) та суміщають зображення даної цілі з лівим кінцем горизонтального штриха сітки ниток. Далі, обертаючи навідний гвинт алідади, прослідковують чи співпадає зображення цілі з правого кінця горизонтального штриха сітки ниток. Якщо воно не співпадає, більш ніж на три ширини штриха, то перевірка не виконана і виконують юстування.

Юстування здійснюють поворотом сітки ниток на потрібну кутову величину.

Для юстування відкручують ковпачок в окулярній частині зорової труби (шляхом його обертання проти часової стрілки) і послаблюють чотири закріпні гвинти діафрагми сітки ниток (рис. 2.5).

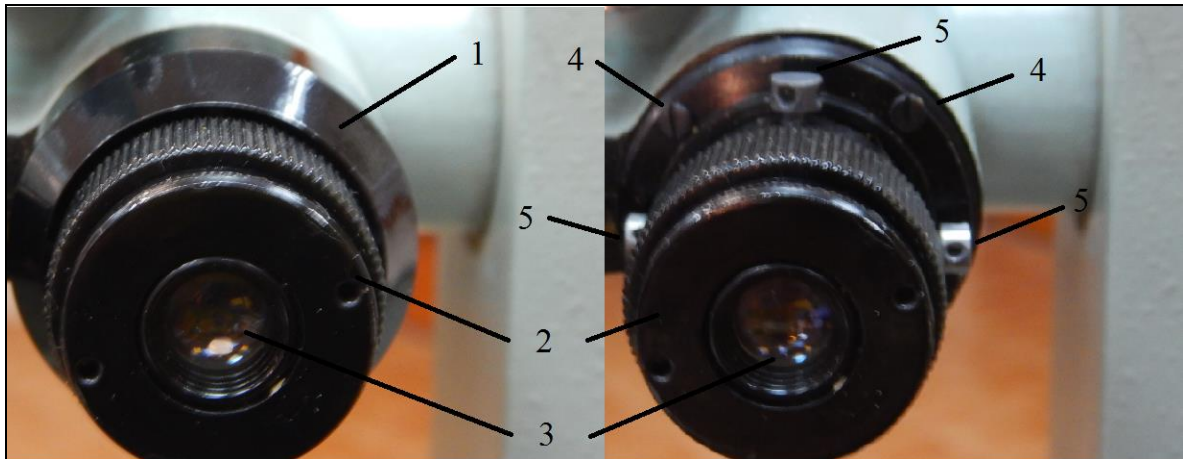


Рисунок 2.5 – Юстування сітки ниток шляхом повороту діафрагми сітки ниток:
 1 – ковпачок в окулярній частині зорової труби; 2 – діоптрійне кільце;
 3 – окуляр зорової труби; 4 – закріпні гвинти діафрагми сітки ниток;
 5 – вертикальні та горизонтальні виправні гвинти сітки ниток

Після цього повертають сітку ниток так, щоб вертикальна нитка співпадала з лінією виска (рис. 2.4, а) або щоб відхилення зображення цілі (точки на стіні) відносно правого кінця горизонтального штриха сітки ниток зменшилося у два рази, у випадку, коли дана перевірка виконується згідно з паспортом теодоліту.

Далі закріплюють гвинти і прикручують ковпачок (шляхом його обертання за ходом часової стрілки).

Після виправлення перевірку повторюють знову.

Перевірка 3. Візирна вісь зорової труби має бути перпендикулярна до осі обертання зорової труби або визначення колімаційної похибки (рис. 2.6).

Приводять теодоліт в робоче положення. На місцевості вибирають віддалену, добре видиму та фіксовану точку (наприклад, точку на стіні) і наводять на неї зорову трубу при КП. Знімають відлік з горизонтального круга КП₁. Далі відкріплюють закріпні гвинти алідади горизонтального круга та зорової труби, переводять трубу через зеніт і при КЛ наводять її на ту ж саму точку, що і при КП. З горизонтального круга знімають відлік КЛ₁. У теодолітів серії Т30 з метою виключення ексцентриситету алідади (неспівпадіння осей обертання лімба і алідади), необхідно повернути лімб приблизно на 180°. Дана операція виконується за допомогою закріпного гвинта лімба. Відкріплення та обертання лімба необхідно провести після взяття відліків КП₁ та КЛ₁. Після зміщення і закріплення лімба повторюють наведення на цю ж точку і знімають відліки КП₂ і КЛ₂.

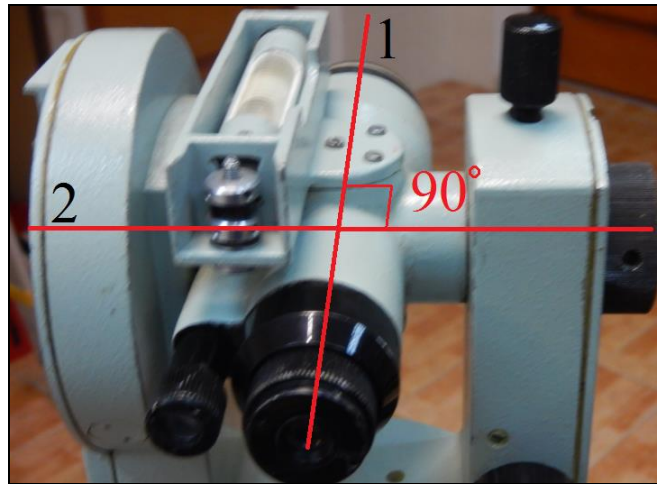


Рисунок 2.6 – Перевірка перпендикулярності візирної осі зорової труби до осі обертання зорової труби (або визначення колімаційної похибки):

1 – візирна вісь зорової труби; 2 – вісь обертання зорової труби

За отриманими відліками з горизонтального круга обчислюють колімаційну похибку c за формулою:

$$c = [(КЛ_1 - КП_1 \pm 180^\circ) + (КЛ_2 - КП_2 \pm 180^\circ)]/4. \quad (2.1)$$

Якщо $c \leq 1'$, то перевірка виконана. Зазначена вимога (допустима похибка $c \leq 1'$ – подвійна точність взяття відліку в одному прийомі при вимірюванні горизонтального кута, тобто $c = 30'' \times 2 = 1'$) справедлива лише для теодолітів серії Т30. Наприклад, для теодоліту 2Т5К допустимою колімаційною похибкою буде $c = 5'' \times 2 = 10''$.

Якщо ж $c > 1'$, то виконують виправлення (юстирування) приладу. Для цього обчислюють відлік за горизонтальним кругом, при якому візирна вісь зорової труби була б перпендикулярна до осі її обертання, за однією з формул:

$$КЛ_0 = КЛ_2 - c \quad \text{або} \quad КП_0 = КП_2 + c. \quad (2.2)$$

Далі, обертаючи навідний гвинт аліади горизонтального круга, встановлюють в мікроскопі визначений відлік $КЛ_0$ (або $КП_0$). При цьому центр сітки ниток зміститься зі спостережуваної точки ліворуч чи праворуч на кут c (рис. 2.6).

Після цього знімають ковпачок в окулярній частині зорової труби, який закриває доступ до виправних гвинтів сітки ниток (рис. 2.5).

Далі, попередньо послабивши верхній виправний гвинт, обертають по черзі правий і лівий виправні гвинти, які розташовані горизонтально (один відкручують, а другий закручують за допомогою шпильки), пересуваючи пластинку з сіткою ниток горизонтально так, щоб центр сітки співпадав із зображенням предмету.

Перевірку повторюють доти, поки колімаційна похибка теодоліта не буде менша його подвоєної точності.

Під час виправлення колімаційної похибки через небезпеку пошкодження пластинки сітки ниток треба бути особливо уважним. Суворо заборонено накручування виправного гвинта не відпустивши протилежний.

Перевірка 4. Горизонтальна вісь обертання зорової труби повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі теодоліта (рис. 2.7).

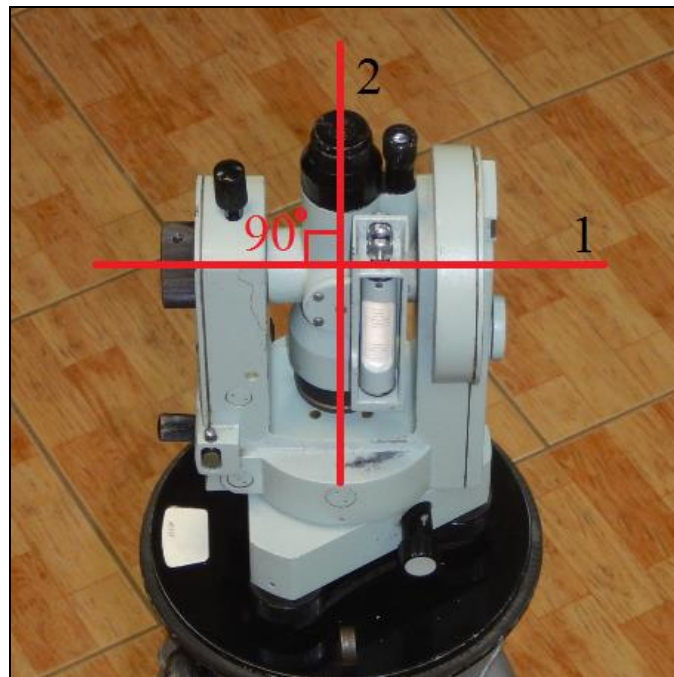


Рисунок 2.7 – Перевірка перпендикулярності горизонтальної осі обертання зорової труби до вертикальної осі теодоліта: 1 – горизонтальна вісь обертання зорової труби теодоліта; 2 – вертикальна вісь теодоліта

Виконання даної перевірки гарантується виробником теодолітів, але її виконання є обов'язковим. Встановлюють теодоліт на відстані 2-3 м від стіни будинку (рис. 2.8). Приводять його в робоче положення і наводять центр сітки ниток на точку М (або на перехрестя закріпленої марки), яка розташована в верхній частині стіни (під кутом 25-30° до горизонту).

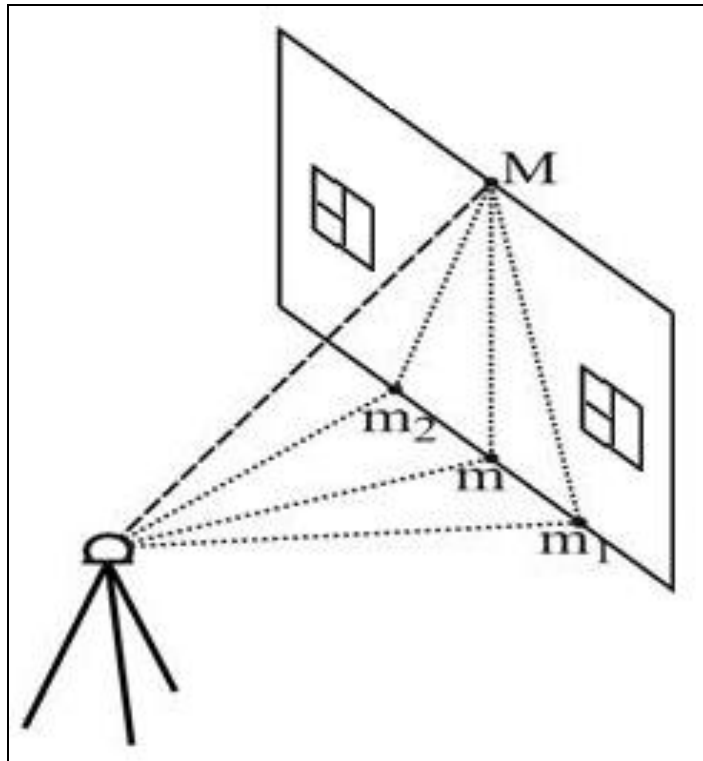


Рисунок 2.8 – Схема виконання перевірки перпендикулярності горизонтальної осі обертання зорової труби до вертикальної осі теодоліта

Далі за допомогою зорової труби теодоліта проектують точку вниз на висоту приладу (до значення кута приблизно $\pm 1^\circ$ до горизонту) і позначають на стіні точкою m_1 її проекцію (закріплюють другою маркою).

Після цього повертають алідаду на 180° і знову наводять центр сітки ниток на верхню точку M , а далі нахиляють зорову трубу вниз і проектують точку вниз, позначаючи на стіні точкою m_2 її проекцію. Потім визначають відхилення позначених точок m_1 та m_2 (перехресть марок) відносно середини бісектора сітки ниток.

Якщо обидві точки проекції співпадають або знаходяться в межах бісектору сітки ниток (ширина якого відповідає нахилу горизонтальної осі, який дорівнює $30''$), то перевірка виконана.

Якщо відхилення є більшим ніж ширина бісектору, то потрібне виправлення (юстування).

У теодолітах серії Т30 виправлення (юстування) рекомендується виконувати в спеціальних майстернях за допомогою виправних гвинтів, розміщених на підставці труби. Юстування в майстерні здійснюють шляхом встановлення під одну із сторін підставки осі зорової труби підкладки потрібної товщини.

Примітка до перевірки 4. Якщо вимірювання виконуються повними прийомами, тобто при двох положеннях вертикального круга теодоліта – КЛ та КП, то нахил горизонтальної осі не впливає на результати вимірювань і в теодолітах, які знаходяться в експлуатації, його значення допускають до 1'.

Перевірка 5. Місце нуля вертикального круга повинно бути постійним і близьким до нуля.

До перевірок теодоліту також відносять знаходження місця нуля. Місце нуля (M0) – це відлік за вертикальним кругом, коли візирна вісь зорової труби горизонтальна і бульбашка циліндричного рівня при вертикальному крузі (ВК) знаходиться в нуль-пункті (тобто, візирна вісь зорової труби і вісь циліндричного рівня при ВК горизонтальні).

Виконання перевірки здійснюється наступним чином. Встановлюють теодоліт на місцевості і приводять у робоче положення. Вибирають на місцевості чітко видиму точку і наводять центр сітки ниток на цю точку при двох положення ВК. При цьому необхідно зафіксувати положення нулів алідади вертикального круга. В залежності від конструкції теодоліта, нулі фіксуються за допомогою циліндричного рівня при ВК, компенсатора (пристрою для встановлення нулів алідади у відповідне положення). Для деяких конструкцій теодолітів за допомогою циліндричного рівня при горизонтальному крузі. Маючи два відліки з ВК, а саме КЛ і КП, в залежності від конструкції теодоліта і оцифрування вертикального круга, обчислюють значення M0. Для теодоліта 2Т30П:

$$M0 = (КЛ + КП) / 2. \quad (2.3)$$

При незначних значеннях M0 (до 1' – для теодолітів серії Т30) – він враховується в обчисленнях вертикальних кутів:

$$v = КЛ - M0 \quad \text{та/або} \quad v = M0 - КП. \quad (2.4)$$

При великих значеннях M0 (більше 1' – для теодолітів серії Т30) встановлюють відлік v за допомогою навідного гвинта вертикального круга. Сітка ниток при цьому зійде з точки наведення вверху чи вниз. Для юстування знімають ковпачок в окулярній частині зорової труби (рис. 2.5), послабивши горизонтальні виправні гвинти, вертикальними виправними гвинтами сітки ниток наводять її центр на ту ж саму точку при відліку v .

Після юстування необхідно знову повторити перевірку M0 і колімаційної похибки. Допустимі значення M0 вказуються в паспорті теодоліту. При визначенні M0 для теодолітів з рівнем при вертикальному крузі його бульбашку виводять на середину перед зняттям відліку.

Всі результати перевірки та юстування (виправлення) теодоліта заносять у таблицю встановленого зразка (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Зразок оформлення результатів перевірки та юстування (виправлення) теодоліта 2Т30П

| Результати перевірки та юстування (виправлення) теодоліта | | | |
|---|---|---|--|
| Тип теодоліта: <u>2Т30П</u> . Зав. № <u>40897</u> . Накладна бусоль №: <u>98</u> . | | | |
| <u>Результати перевірки та огляду зовнішнього стану теодоліта і його комплектності відповідно до паспорту приладу</u> | | | |
| Перевірка та огляд зовнішнього стану: | | | Комплектність теодоліта відповідно до паспортом приладу (наявність запасних частин і приладдя) |
| чистота оптичних деталей зорової труби та мікроскопу | контрастність і чіткість зображення ниток сітки ниток в окулярі зорової труби та штрихів і чисел в окулярі мікроскопу | відсутність корозії та дефектів на теодоліті, які можуть ускладнити роботу з приладом, а також на футлярі | |
| <i>Чисті</i> | <i>Контрастні і чіткі</i> | <i>Відсутні</i> | <i>Відповідає паспорту (запасні частини зберігаються в лабораторії)</i> |
| <u>Результати перевірки працездатності теодоліта та штатива, взаємодії їх рухомих вузлів і проведених виправлень</u> | | | |
| Плавність обертання приладу | Відсутність помітних коливань окулярного коліна зорової труби | Справність рівнів, виправних та закріпних гвинтів | Справність, міцність і стійкість штатива, відповідність теодоліта та станового гвинта |
| <i>Обертання плавне</i> | <i>Коливання відсутні</i> | <i>Рівні та гвинти справні</i> | <i>Штатив справний, міцний і стійкий (гвинти та гайки штатива підтягнуті), становий гвинт відповідає теодоліту</i> |
| <u>Результати виконання перевірок 1 і 2 та юстування (виправлення) теодоліта</u> | | | |
| Порядковий номер та назва перевірки: | Результат перевірки | Юстування (виправлення) | Результат після юстування |
| 1 – вісь циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі обертання теодоліта | <i>Потрібне юстування</i> | <i>Виконане юстування</i> | <i>Умова виконана</i> |
| 2 – горизонтальна нитка сітки ниток зорової труби повинна бути перпендикулярною до осі обертання теодоліта | <i>Умова виконана</i> | <i>Юстування не потрібне</i> | – |
| Стор. 1 з 2 | | | |

Продовження табл. 2.1

| | |
|---|---|
| <u>Результати виконання перевірки 3</u> – візирна вісь зорової труби має бути перпендикулярна до осі обертання зорової труби (визначення колімаційної похибки), <u>та юстування (виправлення) теодоліта</u> | |
| Перевірка | |
| Відлік з горизонтального круга при $KП$ = | $248^{\circ}37'$ |
| Відлік з горизонтального круга при KL = | $68^{\circ}41'$ |
| $c = (KL - КП \pm 180^{\circ})/2 =$ | $2'$ |
| Граничне значення колімаційної похибки: $c_{сп} = 30'' \times 2 =$ | $1'$ |
| Перевірка умови $c \leq c_{сп}$: | $2' > 1'$ |
| Висновок: | <i>Потрібне юстування</i> |
| Юстування (виправлення) | |
| Виправлений відлік: $KL_0 = KL - c =$ | $68^{\circ}39'$ |
| Результат виконання перевірки після юстування | |
| Відлік з горизонтального круга при $KП$ = | $248^{\circ}37'$ |
| Відлік з горизонтального круга при KL = | $68^{\circ}39'$ |
| $c = (KL - КП \pm 180^{\circ})/2 =$ | $1'$ |
| Граничне значення колімаційної похибки: $c_{сп} = 30'' \times 2 =$ | $1'$ |
| Перевірка умови $c \leq c_{сп}$: | $1' = 1'$ |
| Висновок: | <i>Умова виконана: $c \leq c_{сп}$</i> |
| <u>Результати виконання перевірки 4</u> – горизонтальна вісь обертання зорової труби повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі теодоліта | |
| Висновок: | <i>Умова виконана</i> |
| <u>Результати виконання перевірки 5</u> – місце нуля вертикального круга повинно бути постійним і близьким до нуля, <u>та юстування (виправлення) теодоліта</u> | |
| Перевірка | |
| Відлік з вертикального круга при $KП$ = | $-15^{\circ}25'$ |
| Відлік з вертикального круга при KL = | $15^{\circ}29'$ |
| $MO = (КП + KL) / 2 =$ | $2'$ |
| Граничне значення колімаційної похибки: $MO_{сп} = 30'' \times 2 =$ | $1'$ |
| Перевірка умови $MO \leq MO_{сп}$: | $2' > 1'$ |
| Висновок: | <i>Потрібне юстування</i> |
| Юстування (виправлення) | |
| Виправлений відлік: $v = KL - MO =$ | $15^{\circ}27'$ |
| Результат виконання перевірки після юстування | |
| Відлік з вертикального круга при $KП$ = | $-15^{\circ}25'$ |
| Відлік з вертикального круга при KL = | $15^{\circ}27'$ |
| $MO = (КП + KL) / 2 =$ | $1'$ |
| Граничне значення колімаційної похибки: $MO_{сп} = 30'' \times 2 =$ | $1'$ |
| Перевірка умови $MO \leq MO_{сп}$: | $1' = 1'$ |
| Висновок: | <i>Умова виконана: $MO \leq MO_{сп}$</i> |
| Стор. 2 з 2 | |

Примітка: *текст, який виділений курсивом* – результати перевірки та юстування (виправлення).

2.2 Огляд та перевірка готовності інших приладів і обладнання для топографо-геодезичних та картографічних робіт і вимірювань

Перед початком геодезичних робіт і вимірювань виконують огляд, перевірку наявності та готовності інших приладів і обладнання для топографо-геодезичних та картографічних робіт і вимірювань.

Звітний матеріал до розділу 2:

1) розділ звіту з навчальної практики «2 Перевірка, юстирування, компарування та інші дослідження готовності приладів і обладнання» з наступними матеріалами:

- результати перевірки та юстирування теодоліта-тахеометра;
- результати огляду та перевірки інших приладів і обладнання з висновками щодо їх готовності до вимірів;

2) щоденник практики, заповнений за 2-й та 3-й робочий день.

3 СТВОРЕННЯ ЗНІМАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Знімання місцевості – це сукупність геодезичних вимірювань на земній поверхні, що виконуються для складання плану або карти даної ділянки місцевості. Якщо за результатами виконання знімання на плані отримують лише положення контурів об'єктів без зображення рельєфу, то його називають *контурним* (або *горизонтальним*), а якщо лише рельєф – *висотним*. Знімання, за результатами якого отримують контури і рельєф місцевості, називають *топографічним*.

У залежності від геодезичних приладів, якими виконують польові роботи, розрізняють такі види знімань:

– *теодолітне* (контурне або горизонтальне) знімання, яке виконують із використанням теодолітів, рулеток, віддалемірів або віддалемірних насадок, дозволяє отримати контурний (горизонтальний) план ділянки місцевості без зображення рельєфу;

– *висотне* знімання, яке на забудованих територіях виконують із використанням нівелірів і нівелірних рейок шляхом прокладання ходів технічного нівелювання по осях поїздів, дозволяє отримати позначки характерних точок контурів і рельєфу.

– ***тахеометричне* знімання, яке виконують із використанням теодолітів-тахеометрів, оптико-механічних та електронних тахеометрів і нівелірних або тахеометричних рейок, дозволяє отримати план ділянки місцевості з зображенням рельєфу;**

– *нівелювання поверхні*, яке виконують з використанням нівеліра та нівелірних рейок, а знімання контурів – з використанням теодоліта, рулетки, віддалемірів або віддалемірних насадок, дозволяє отримати план місцевості з зображенням рельєфу;

– *мензульне* знімання, яке виконують за допомогою мензули і кіпрегеля, дозволяє отримати топографічний план місцевості, який складається в полі одночасно з виконанням польових вимірювань;

– *аерофототопографічне* знімання, яке виконують за допомогою фотоапарату, встановленого на літаку або безпілотному літальному апараті, (БПЛА) дозволяє отримати як контурний, так і топографічний план місцевості;

– *фототопографічне* знімання, яке виконують фототеодолітом дозволяє отримати як контурний, так і топографічний план місцевості.

Нижче наведені етапи топографо-геодезичних робіт при виконанні знімання.

1. Підготовчий етап, який включає в себе:

– рекогносцировку знімальної ділянки місцевості, у процесі якої виявляються характер ситуації і складність рельєфу, наявність і міра збереження опорних геодезичних пунктів;

– згущення наявної або створення нової знімальної мережі, наприклад, у вигляді теодолітних замкнутих або розімкнутих ходів.

2. Вимірювальний етап, у процесі якого безпосередньо на місцевості виконуються вимірювання за допомогою геодезичних приладів.

3. Камеральні роботи, які включають у себе:

– математичну обробку результатів польових вимірювань;

– графічну побудову і оформлення плану місцевості.

При виконанні топографічних зніманих за допомогою геодезичних приладів визначають просторове положення характерних точок рельєфу та контурів ситуації відносно пунктів і ліній знімальної основи.

Просторове положення точок визначають:

• *за висотою* – методами геометричного або тригонометричного нівелювання;

• *у плані* – різними способами, вибір яких залежить:

– від складності рельєфу і ситуації;

– виду та масштабу знімання;

– виду та характеру контурів, що підлягають зніманню;

– віддалей до знімальних точок.

На цій навчальній практиці застосовуються тахеометричне знімання ситуації, виконання якого пояснюється у даних методичних вказівках!

3.1 Рекогносцировка ділянки місцевості для створення знімальної геодезичної мережі

Польовим роботам при тахеометричній зйомці передують складання проекту, що включає підбір необхідних картографічних матеріалів, каталогів пунктів планово-висотного обґрунтування і вибір способу створення знімальної мережі залежно від об'єкту зйомки, її масштабу та наявних приладів.

Польові роботи при тахеометричній зйомці включають рекогносцировку місцевості, створення мережі знімального обґрунтування та зйомку ситуації і рельєфу.

Рекогносцирування включає знайомство з місцевістю в районі майбутньої тахеометричної зйомки, відшукування геодезичних пунктів планово-висотного обґрунтування і вибір місця для закріплення точок знімальної мережі. Ці точки слід розташовувати по можливості на височинах з добрим оглядом місцевості з урахуванням забезпечення взаємної видимості між суміжними точками.

Щільність точок знімальної мережі залежить від масштабу зйомки, складності рельєфу, забудованої або залісненої території, що знімається. Кількість точок знімальних мереж на 1 км² незабудованих територій для планів масштабу 1:1 000 повинно бути не менше 16, 1:2 000 – 12, 1:5 000 – 4.

При зйомці в масштабі 1:500 на незабудованих територіях і на забудованих територіях щільність точок знімальних геодезичних мереж визначається рекогносцируванням.

Планово-висотну основу тахеометричної зйомки складають пункти державної геодезичної опорної мережі (ДГМ), мереж згущування і знімальної мережі. Знімальна геодезична мережа створюється у вигляді теодолітно-нівелірних ходів при зйомці рельєфу з перерізом до 1 м, теодолітно-висотних і тахеометричних ходів – при зйомці рельєфу з перерізом через 2 м і більше.

У теодолітно-нівелірних ходах сторони вимірюються мірною стрічкою або оптичними віддалемірами відповідної точності, чи тахеометрами, горизонтальні кути – технічними теодолітами, а перевищення точок ходу – методом геометричного нівелювання.

У теодолітно-висотних ходах довжини сторін і горизонтальні кути вимірюються так само, як і у попередньому випадку, а перевищення між точками ходу визначаються методом тригонометричного нівелювання.

До початку тахеометричних робіт пункти опорної геодезичної мережі та знімального обґрунтування мають бути доведені до щільності, що забезпечує можливість прокладення тахеометричних ходів з дотриманням існуючих нормативних вимог (табл. 3.1).

Тахеометричні ходи відрізняються від теодолітно-висотних тим, що сторони в них вимірюються зазвичай за допомогою нитяного віддалеміра. Точки тахеометричних ходів закріплюються так само, як і в теодолітних ходах. Тахеометричні ходи прокладають між пунктами опорної геодезичної мережі і знімального обґрунтування, координати яких відомі з точніших вимірів. Прив'язка цих ходів до опорних геодезичних пунктів виконується в звичайному порядку.

Таблиця 3.1 – Допустимі параметри тахеометричних ходів

| Масштаб знімання | З використанням ниткових віддалемірів, оптичних тахеометрів та теодолітів | | | З використанням електронних тахеометрів та оптичних теодолітів з світловіддалемірними насадками | | |
|------------------|---|------------------|------------------------|---|------------------|------------------------|
| | Максимальна | | | Максимальна | | |
| | Довжина ходу, м | Довжина лінії, м | Кількість ліній у ході | Довжина ходу, м | Довжина лінії, м | Кількість ліній у ході |
| 1:5 000 | 1200 | 300 | 6 | 10000 | 1000 | 50 |
| 1:2 000 | 600 | 200 | 5 | 5000 | 700 | 30 |
| 1:1 000 | 300 | 150 | 3 | 3000 | 500 | 25 |
| 1:500 | 200 | 100 | 2 | 2000 | 350 | 20 |

Примітка: під час зйомки в масштабі 1:500 заборонено вимірювати довжини ліній в тахеометричних ходах нитковими віддалемірами.

3.2 Прокладання і закріплення теодолітно-тахеометричного ходу

3.2.1 Прилади, які застосовуються для тахеометричної зйомки

Як відзначалося вище, для виконання тахеометричної зйомки можуть використовуватися технічні теодоліти (ТЗ0, 2ТЗ0, 2ТЗ0П, 4ТЗ0П й ін.), що мають горизонтальний і вертикальний круги і нитяний віддалемір.

Перед початком зйомки виконують перевірки приладу.

Для зручності обчислення виміряних вертикальних кутів місце нуля (М0) вертикального круга приводиться до нуля (коливання М0 в процесі вимірювань не повинні перевищувати $\pm 1'$). При роботі з теодолітами застосовують віддалемірні рейки або шашкові нівелірні рейки.

Під час тахеометричної зйомки широке застосовують тахеометри, які поділяють на три основні групи: кругові, номограмні та електронні.

До кругових тахеометрів належать технічні теодоліти (наприклад, ТЗ0).

Номограмні тахеометри мають додатковий вертикальний круг з нанесеними на ньому номограмами, які дають змогу вимірювати безпосередньо горизонтальні проекції ліній (горизонтальні прокладення) і перевищення. Широко застосовуються наступні номограмні тахеометри: ТН (ТаН, 2ТаН), Delta-020В, Delta-010В й ін.

Електронні тахеометри – це прилади, які поєднують в собі кутомірні пристрої та світловіддалеміри.

Вони призначені для вимірювань відстаней до 2 км з середньою квадратичною похибкою не більше ± 2 см, а також для вимірів горизонтальних і вертикальних кутів з середніми квадратичними похибками $\pm 3''$ та $\pm 5''$ відповідно.

Електронні тахеометри виготовляють наступні фірми-виробники: Leica (Швейцарія), Trimble (США), Sokkia (Японія) й ін.

Під час виконання тахеометричної зйомки можна використовувати нівелірні рейки (рис. 3.1, а).

Однак нівелірні рейки мають сантиметрові поділки і під час вимірювання віддалей, які є більше ніж 150-200 м, їх погано видно. Тому зручніше, коли на рейці нанесено поділки різної величини – по два, п'ять, десять і більше сантиметрів. Крім того, нівелірні рейки важкі.

Під час виконання тахеометричної зйомки краще використовувати тахеометричні рейки (рис. 3.1, б), які є легші ніж нівелірні. Це пов'язано з тим, що вони не обов'язково повинні бути двосторонніми, тому дерев'яні бруски, з яких виготовляють тахеометричні рейки, мають значно менший поперечний переріз (5-6 см \times 2-3 см) ніж нівелірні рейки (10 см \times 4 см).

Тахеометричні рейки мають півметрові, дециметрові та сантиметрові поділки (рис. 3.1, в).

Під час вимірювання ліній нижні частини рейки часто не видно через складність рельєфу та рослинність. Тому використовують розсувні рейки, які складаються з двох брусків: нижня частина – це підставка, з довжиною близько 2 м, яка має сантиметрові поділки (рис. 3.1, б). По ній пересувається рейка завдовжки 3-4 м. Її нижній зріз (п'ятку) можна закріпити скобою на висоті приладу i (зазвичай $i = 1,5-1,7$ м).

Фірма «Карл Цейс» (Австрія) виготовляє рейки, в яких підставку можна вставити всередину основної рейки.

Зазначений вище принцип використовують також для виготовлення розсувних рейок з метровими секціями, що вставляються одна в іншу поступово – верхня в середню, середня в нижню, і в складеному вигляді мають довжину близько 1 м.

В робочому стані секції розсувної тахеометричної рейки жорстко скріплені пружинними фіксаторами.

Розсувні тахеометричні рейки часто виготовляють з дюралюмінію, тому вони легкі та зручні в транспортуванні та використанні під час тахеометричної зйомки.

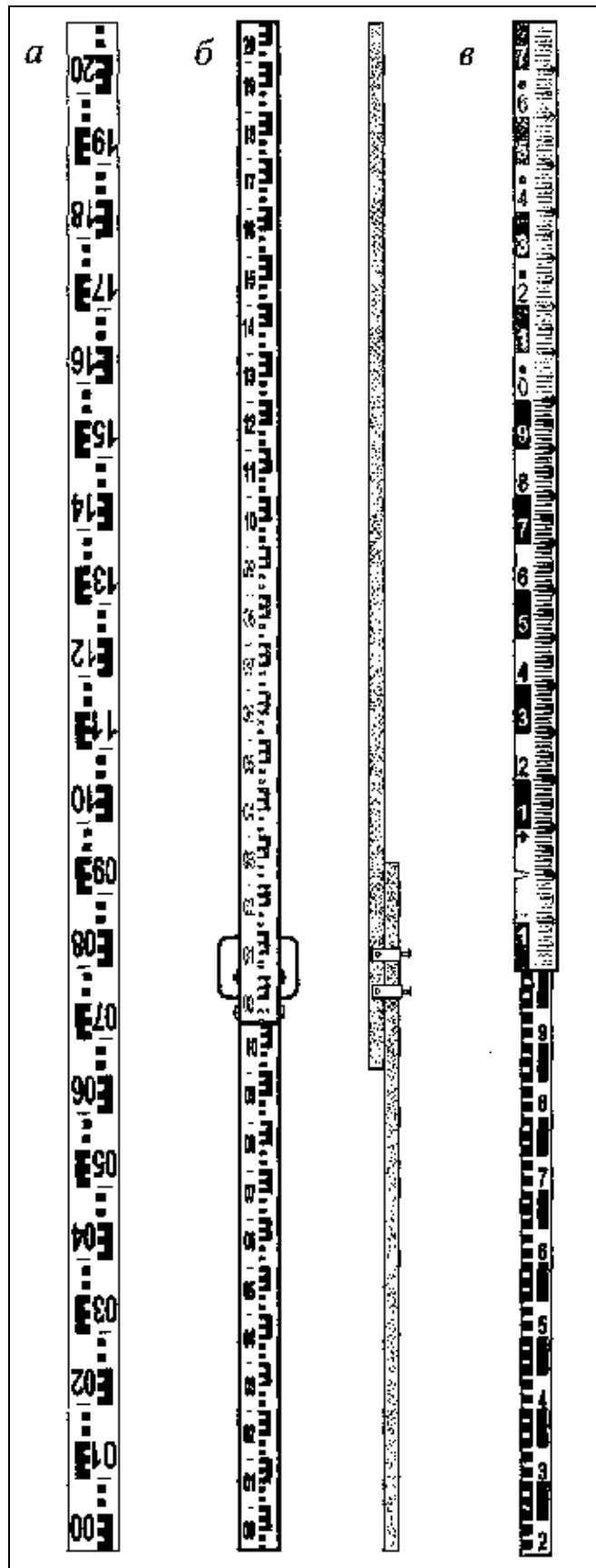


Рисунок 3.1 – Рейки, які використовують для тахеометричної зйомки (пояснення позначень у тексті)

3.2.2 Прокладання тахеометричного ходу та послідовність робіт на станціях

Тахеометричний хід прокладає бригада з 3-4 осіб, в яку входять:

- виконавець робіт (який виконує вимірювання тахеометром);
- два речника;
- може входити помічник виконавця робіт, який записує результати спостережень в журнал тахеометричного ходу і виконує обчислення на станції.

На рис. 3.2 показаний фрагмент схеми тахеометричного ходу, який прокладається від пункту полігонометрії 5. Пункти 4, 5 і 6 є закріпленими на місцевості пунктами ДГМ і мережі згущення з відомими координатами та висотами.

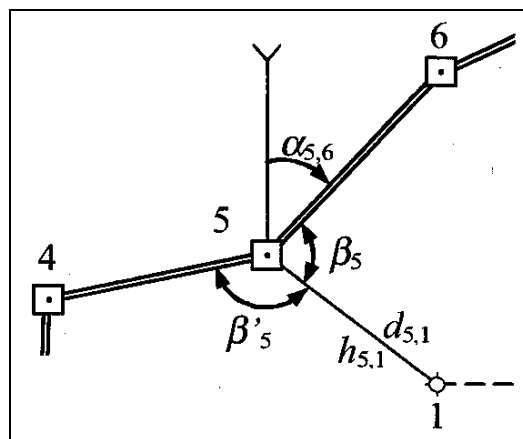


Рисунок 3.2 – Схема вимірювання на станції 5 тахеометричного ходу (пояснення позначень у тексті)

Нижче пояснено послідовність виконання робіт на окремій станції 5 тахеометричного ходу.

Над пунктом 5 (рис. 3.2) встановлюють тахеометр (або теодоліт) так, щоб його вісь була прямовисною і проходила через центр геодезичного пункту. Тахеометри центрують нитковим виском, оптичним центриром і за допомогою зорової труби (як і теодоліт).

Після цього тахеометр орієнтують, тобто:

- обертанням діоптрійного кільця окуляра зорової труби досягають чіткого зображення сітки ниток, а діоптрійним кільцем відлікового пристрою – чіткого зображення штрихів лімба і шкали (відлікового індексу);
- повертаючи алідаду (при КЛ), знаходять таке її положення, коли відлік горизонтального круга дорівнюватиме $0^{\circ}00,0'$;
- закріплюють алідаду;

– відкріплюють закріпний гвинт лімба (горизонтального круга) і наводять зорову трубу (спочатку приблизно) за допомогою оптичного візира на візирну ціль, встановлену на сусідньому пункті;

– закріплюють лімб;

– обертанням фокусувального гвинта зорової труби досягають чіткого зображення візирної цілі і за допомогою навідного гвинта лімба та зорової труби вертикальний штрих сітки ниток наводять точно на візирну ціль.

У результаті виконаної роботи в пункті 5 тахеометр зцентрований над цим пунктом, знівельований і відлік горизонтального круга дорівнює $0^{\circ}00,0'$ (зорова труба наведена на сусідній пункт), тобто прилад приведений в робоче положення.

На пунктах 6 та 1 встановлюють візирні цілі (віхи, вимірні шпильки або марки) з точністю 3 мм (згідно з вимогами нормативних документів).

Віхи і вимірні шпильки ставлять вістрям на центр знака та утримують їх прямовисно. Візирні марки закріплюють на штативі та центрують так само, як і тахеометр.

Зауважимо, що чим коротші сторони кута, тим ретельніше треба центрувати візирні цілі над центрами пунктів.

Горизонтальні кути в тахеометричних ходах вимірюють одним повним прийомом. Віддалі на станції вимірюють нитковим віддалеміром, горизонтальні прокладення – номограмними чи електронними тахеометрами.

Кути нахилу ліній вимірюють оптичними теодолітами-тахеометрами, перевищення – номограмними чи електронними тахеометрами.

Вимірюючи горизонтальний кут β , відліки записують в колонку 3 журналу тахеометричної зйомки (табл. 3.2).

Обчислюють горизонтальний кут за двох положень вертикального круга. Якщо розходження між ними не перевищує подвійної точності відлікового пристрою горизонтального круга приладу, то обчислюють середнє значення кута, виміряного повним прийомом.

У наведеному прикладі (табл. 3.2) горизонтальний кут лівий по ходу і він дорівнює $\beta = 89^{\circ}39,8'$.

Далі при двох положеннях вертикального круга для лінії 5-1 вимірюють горизонтальне прокладення d і кут нахилу v .

Послідовність виконання цих вимірювань пояснено нижче.

1. Рулеткою або рейкою вимірюють висоту приладу ($i = 1,26$ м) від осі обертання зорової труби до торця кілка з точністю до 1 см і позначають її значення на рейках (або віхах).

Таблиця 3.2 – Приклад сторінки журналу з даними визначення кутів, відстаней і перевищень у прокладеному тахеометричному ході

Дата: 27.07.2021 р. Теодоліт: 2Т30П, зав. № 44307. Погода: ясно. Вітер: слабкий.
Спостерігач: І. В. Гриценко. Зображення: чітке. Записав і обчислив: Т. А. Білий.

| Номера станцій та пікетів | Відліки | | | Кут нахилу, $\nu, \text{ }^\circ'$, $\nu = M0 - KЛ$ або $\nu = KЛ - M0$ | Горизонтальне прокладення, $d = K \cdot n \cdot \cos^2 \nu, \text{ м}$ | Перевищення $h = d \cdot \text{tg } \nu + i - l, \text{ м}$ | Висота, $H = H_{cm} + h, \text{ м}$ | Примітка |
|--|-----------------------------|---|---|--|---|--|--|----------|
| | з рейки, $n, \text{ см}$ | з горизонтального круга, $\text{ }^\circ'$ | з вертикального круга, $\text{ }^\circ'$ | | | | | |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> |
| Назва станції: 5. Коефіцієнт віддалеміра: $K = 100$. Висота приладу: $i = 1,26 \text{ м}$. Орієнтовано на станцію: 6. Місце нуля: $M0 = +0^\circ 00,5'$. Висота станції: $H_{cm} = 245,17 \text{ м}$. | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 1 | 127,4 | 89°39,5' | -1°27,0' | +1°27,5' | 127,32 | +3,24 | 248,41 | |
| 6 | | 0°00,0' | | | | | | |
| Величина горизонтального кута, β | | 89°39,5' | | | | | | |
| КП | | | | | | | | |
| 1 | 127,5 | 269°40,0' | +1°28,0' | -1°27,5' | 127,42 | +3,24 | 248,41 | |
| 6 | | 180°00,0' | | | | | | |
| Величина горизонтального кута, β | | 89°40,0' | | | | | | |
| Середнє значення горизонтального кута, $\beta_{сер}$ | | 89°39,8' | | | | | | |

2. Встановлюють рейки (віхи) на сусідніх пунктах ходу так, щоб осі рейок (віх) були вертикальними і проходили через центри пункту. У наведеному прикладі віддаль від пункту 5 до пункт 6 і кут нахилу лінії 5-6 не вимірюють, оскільки їхні координати та висоти відомі.

3. При КЛ візують трубу на рейку, встановлену на пункті 1 так, щоб середній горизонтальний штрих сітки ниток розміщувався біля позначки висоти приладу. Навідним гвинтом зорової труби точно наводять на висоту приладу. Закріплюють горизонтальний круг приладу і відлічують відлік по вертикальному кругу (-1°27,0'), який записують у колонку 4 журналу.

Якщо не видно позначки висоти приладу на рейці, то середній горизонтальний штрих сітки ниток наводять на висоту 2,0 м або 2,5 м (в цьому випадку висоту наведення записують у журнал в колонці «Примітка»).

4. Для вимірювання віддалі зручно спрямувати нижню віддалемірну нитку на ближню дециметрову поділку рейки. Знімають відлік і записують його у колонку 2 журналу.

З виконаних дій (пункти 3 та 4) складається один півприйом.

Після цього трубу переводять через zenit і вимірювання повторюють для вертикального круга КП у викладеній в пунктах 3 та 4 послідовності.

Обов'язково у журнал тахеометричної зйомки треба внести дату, інформацію про погоду, вітер, зображення, спостерігача та його помічника.

У журналі зйомки для пунктів тахеометричного ходу обчислюють:

– значення місця нуля ($M0$) вертикального круга за даними відліків з вертикального круга на попередньому та наступному пунктах ходу (якщо розходження між ними не перевищує подвоєної точності відліку вертикального круга, то обчислюють значення кутів нахилу ν);

– середнє значення з віддалей, отриманих при КЛ та КП (у першому і другому півприйомах), якщо розходження між ними не більше граничного значення ($\Delta = D_{сер} / 200$).

Якщо є можливість, то ще в полі обчислюють середні довжини сторін ходу $D_{сер}$, їхні горизонтальні прокладення (проекції) d та перевищення h між пунктами тахеометричного ходу.

Прокладання тахеометричного ходу номограмними тахеометрами аналогічне до прокладання тахеометричного ходу круговими тахеометрами.

Відмінність полягає лише в тому, що номограмними тахеометрами на станції тахеометричного ходу вимірюють відразу горизонтальні проекції віддалей та перевищення між віссю обертання труби і висотою наведення головної номограмної кривої.

Існують певні технічні особливості прокладання тахеометричного ходу електронними тахеометрами, які пояснені нижче.

1. Прилад центрують за допомогою лазерного центрира.
2. Вибирають і встановлюють відповідний шаблон вимірювань, тобто набір величин, які будуть вимірюватися.
3. Вибирають одиниці вимірювання.
4. Визначають і вводять у пам'ять приладу колімаційну похибку.
5. Знаходять і вводять в пам'ять приладу величину місця нуля ($M0$), місця zenitu (MZ).
6. Орієнтують прилад у заданому напрямку.
7. Вводять у пам'ять тахеометра висоту h_i приладу і висоту відбивача h_r .
8. Вводять у пам'ять тахеометра поправку у довжину лінії за вплив зовнішнього середовища (зі зміною тиску та температури повітря значення атмосферної поправки треба коректувати у пам'яті приладу).

Послідовність прокладання тахеометричного ходу електронними тахеометрами аналогічна поясненій вище методиці для оптичних тахеометрів. Відмінність полягає в автоматичній реєстрації відліків, а також в тому, що в електронних тахеометрах можна враховувати деякі поправки в результати вимірювань.

3.2.2 Приведення значення місця нуля (M_0) до нуля

Якщо значення місця нуля (M_0) дорівнює нулю та тахеометр (теодоліт) приведений в робочий стан, то відліки при КЛ будуть кутами нахилу. Якщо ж значення M_0 велике і незручне для обчислень, то необхідно змінити його та зменшити до нуля.

Величину місця нуля (M_0) тахеометра можна змінити наступними шляхами: 1) зміни положення осі циліндричного рівня на алідаді вертикального круга; 2) зміни положення візирної осі зорової труби або їхнього взаємного розташування.

Якщо тахеометр має циліндричний рівень при алідаді вертикального круга, то змінюють положення осі циліндричного рівня вертикальними виправними (юстирувальними) гвинтами рівня.

Якщо тахеометр не має циліндричного рівня при алідаді вертикального круга, то M_0 приводять до нуля за допомогою вертикальних виправних гвинтів сітки ниток, тобто змінюють положення візирної осі зорової труби.

Існують два способи приведення M_0 до нуля для тахеометрів з циліндричним рівнем при алідаді вертикального круга і без цього рівня.

Нижче наведено пояснення приведення M_0 до нуля для тахеометрів без циліндричного рівня при алідаді вертикального круга.

Перший спосіб.

1. Визначають кут нахилу ν на довільну точку місцевості. Завжди доцільно вибрати спостережувану точку місцевості, розміщену вище від осі обертання зорової труби тахеометра.

2. При КЛ наводять зорову трубу на цю саму точку місцевості. Підіймальним гвинтом, що розташований поближче до напрямку на спостережувану точку, бульбашку циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга переміщують на середину, а навідним гвинтом зорової труби встановлюють відлік на вертикальному крузі, який дорівнює значенню кута нахилу. Тоді горизонтальна нитка сітки ниток зміститься з спостережуваної точки.

3. Вертикальними виправними гвинтами сітки ниток переміщують сітку ниток так, щоб її горизонтальна нитка проектувалася на спостережувану точку місцевості.

Другий спосіб.

1. Знаходять значення місця нуля (M_0).

2. Вертикально встановивши вісь обертання тахеометра, повертають зорову трубу у вертикальній площині, спочатку від руки, а потім її навідним гвинтом, встановлюють на вертикальному крузі відлік, який дорівнює значенню M_0 . У такому разі візирна вісь зорової труби буде в горизонтальній площині. На вертикальній площині, наприклад, на стіні будинку позначають точку, на яку проектується центр сітки ниток.

3. Навідним гвинтом зорової труби встановлюють на вертикальному крузі відлік $0^{\circ}00'$. Тоді центр сітки ниток зійде з позначеної на стіні точки.

4. За допомогою вертикальних виправних гвинтів сітки ниток переміщують центр сітки ниток на цю точку.

Після виправлень ще раз визначають місце нуля (M_0). Якщо буде необхідно, його виправляють ще раз. Значення місця нуля (M_0) тахеометра повинно бути постійним і близьким до нуля, про що роблять висновок за результатами його визначень протягом декількох днів.

Звітний матеріал до розділу 3:

1) розділ звіту з навчальної практики «**3 Створення знімальної геодезичної мережі**» з наступними матеріалами:

– журнал з даними визначення кутів, відстаней і перевищень у прокладеному тахеометричному ході (див. приклад у табл. 3.2);

– аркуш з результатами розв'язання обернених геодезичних задач для тахеометричного ходу (див. **Додаток А**);

– схема (абрис) тахеометричного ходу (див. **Додаток Б**);

– відомість обчислення координат станцій тахеометричного ходу (див. **Додаток В**);

– відомість обчислення висот станцій тахеометричного ходу (див. **Додаток Г**);

2) щоденник практики, заповнений за 4-й, 5-й та 6-й робочі дні.

4 ВИСОТНА ПРИВ'ЯЗКА ТА НІВЕЛЮВАННЯ ЗНІМАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ

За потреби у теодолітно-тахеометричному ході здійснюється висотна прив'язка та нівелювання знімальної геодезичної мережі.

Перед початком робіт нівеліри і рейки досліджують і перевіряють. Порядок виконання перевірок і досліджень нівелірів серії Н-3 і рейок РН-3 розглянутий в розділі 2 цих методичних вказівок.

Висотна прив'язка ділянки робіт до реперів Державної нівелірної мережі може бути виконана шляхом нівелювання III та IV класів.

4.1 Висотна прив'язка ділянки робіт до реперів Державної нівелірної мережі шляхом нівелювання III класу

Полеві роботи при нівелюванні III класу виконують способом із середини в прямому і зворотному напрямках секціями по 20-30 км.

Нормальна довжина візирного променя становить 75 м. Відстані від нівеліра до рейок вимірюють тонким тросом, просмоленою лінвою або по віддалемірних нитках.

Нерівність плечей на станціях має бути не більше 2 м, а накопичення їх по секції – не більше 5 м.

Висота візирного променя над підстильною поверхнею повинна бути не менше 0,3 м.

При роботі на станції нівелір захищають від сонячних променів за допомогою парасольки. Рейки встановлюють на костилі або башмаки прямовисно за допомогою круглого рівня.

Нівелювання виконують у періоди спокійних і чітких зображень.

У сонячні літні дні у зв'язку з сильним впливом рефракції не слід проводити нівелювання III класу протягом 1-1,5 годин після сходу і перед заходом сонця.

Нівелювання на станції виконують за наступними етапами (рис. 4.1):

1 – встановлюють нівелір у робоче положення та наводять трубу на чорну сторону задньої рейки P_1 і, після приведення бульбашки циліндричного рівня елеваційним гвинтом на середину (суміщають зображення бульбашки) та її повного заспокоєння, знімають відліки $a_{чор}$, $a_{чор}'$, $a_{чор}''$, відповідно, по середній і віддалемірним ниткам сітки ниток (при використанні нівеліра з компенсатором всі спостереження виконують відразу після візування на рейку);

2 – візують на чорну сторону передньої рейки P_2 і, виконавши ті ж дії, які виконувалися при візуванні на чорну сторону задньої рейки P_1 , беруть відліки $b_{чор}, b_{чор}', b_{чор}''$;

3 – за сигналом спостерігача ресечники обертають рейки червоною стороною, після чого спостерігач по середній нитці сітки ниток на рейці P_2 робить відлік $b_{чер}$;

4 – візують на червону сторону задньої рейки P_1 і знімають по середній нитці сітки ниток відлік $a_{чер}$.

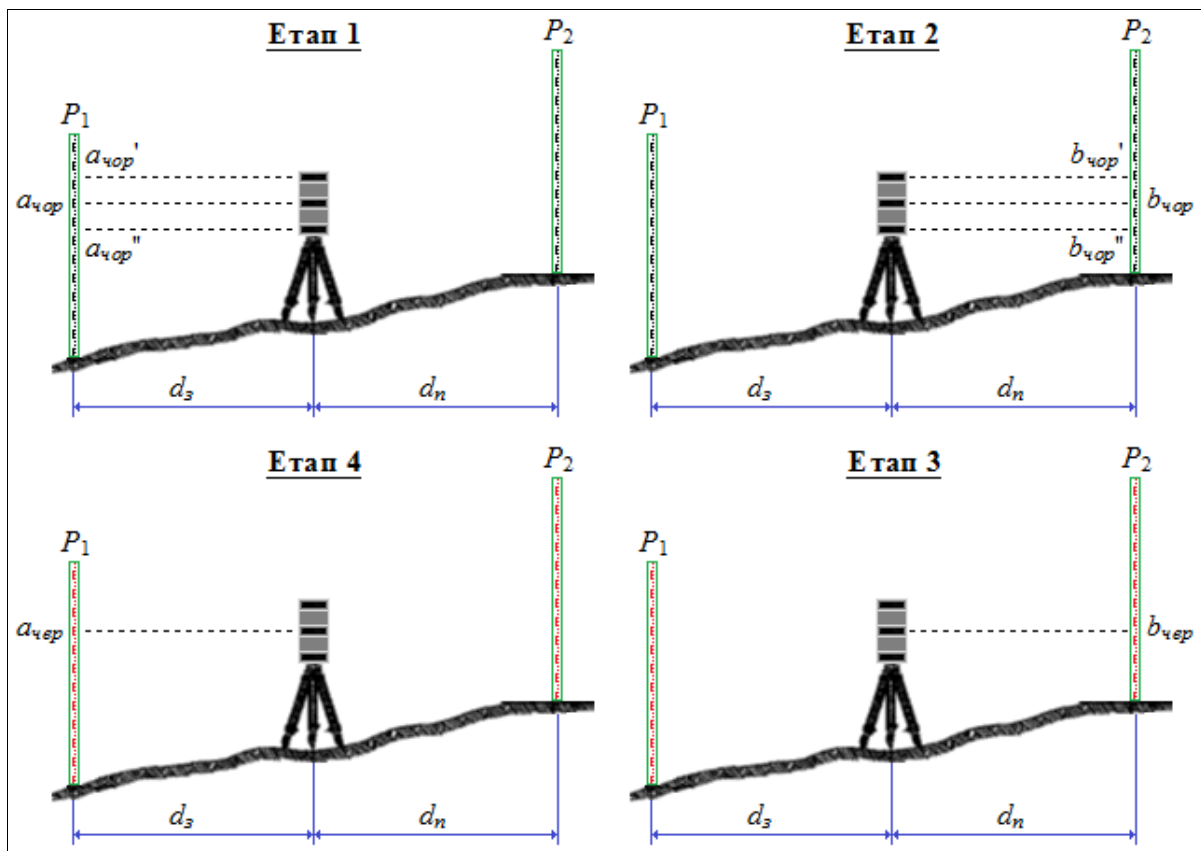


Рисунок 4.1 – Схема етапів нівелювання III (IV) класу на станції (пояснення позначень у тексті)

Результати спостережень (1)-(8) на станціях записують у польовий журнал установленної форми (табл. 4.1). *Етапи обчислень і контрольних розрахунків на станції та порядок їх запису до журналу наведені нижче.*

1. За відліками по віддалемірних нитках підраховують відстані від нівеліра до задньої $d_з$ і передньої $d_п$ рейок, порівнюють їх з результатами безпосереднього вимірювання тросом (линвою) та обчислюють нерівність плечей Δd :

Таблиця 4.1 – Журнал нівелювання III класу

Нівелір Н-3, № 254879
Спостерігач: Іванов І. І.

Дата 12.07.2011 р.
Обчислювач: Петров П. П.

| Номера штативів та рейок | Спостереження за далекомірними нитками | | Контрольні перевищення | Спостереження за середньою ниткою | | Перевищення, мм | Середнє перевищення, мм | |
|--|---|------------|--------------------------|--|---|--------------------------|-----------------------------|--------------|
| | задня | передня | | задня | передня | | | |
| 1 1-2 | 1060 (2) | 1595 (5) | -535 (11) | 1220 (1) | 1758 (4) | -538 (14) | -537,5 (19) | |
| | 1380 (3) | 1917 (6) | -537 (12) | 5903 (8) | 6540 (7) | -637 (15) | | |
| | 320 (9) | 322 (10) | -2/-2 (13) | 4683 (16) | 4782 (17) | +99 (18) | | |
| 2 2-1 | 1350 | 0381 | +969 | 1610 | 0641 | +969 | +968,5 | |
| | 1871 | 0901 | +970 | 6393 | 5325 | +1068 | | |
| | 521 | 520 | +1/-1 | 4783 | 4684 | -99 | | |
| 3 1-2 | 1281 | 0742 | +539 | 1584 | 1041 | +543 | +542,5 | |
| | 1886 | 1341 | +545 | 6266 | 5824 | +442 | | |
| | 605 | 599 | +6/+5 | 4682 | 4783 | +101 | | |
| 4 2-1 | 2730 | 0957 | +1773 | 2828 | 1055 | +1773 | +1772,5 | |
| | 2926 | 1154 | +1772 | 7611 | 5739 | +1872 | | |
| | 196 | 197 | -1/+4 | 4783 | 4684 | -99 | | |
| Посторінкові контрольні розрахунки | 1642 (20) | 1638 (21) | +5496 (22) +2748 (23) | <u>33415</u> (24) <u>27923</u> (25) +5492 (28) | 27923 (25) | +5492 (26) +2746 (29) | +2746 (27) | |
| | Об'єднаний підсумок по секції від ґрунтового репера 4217 до стінної марки 587 | | | | | | | |
| | 16 (42) | 30853 (30) | 30855 (31) | +7227 (32) +7225 (33) | <u>714612</u> (34) <u>700155</u> (35) +14457 (38) | 700155 (35) | +14457 (36) +7228,5 (39) | +7228,5 (37) |
| 6,2 км (41) | | -2 (40) | | | | | | |
| Об'єднані підсумки по секції в прямому та зворотному напрямках | | | | | | | | |
| Середнє перевищення: | | | | Середнє перевищення: | | | | |
| – у прямому ході | | | +7228,5 мм | з прямого та зворотного ходів | | | +7234,8 мм | |
| – у зворотному ході | | | -7241,0 мм | Поправка на середню довжину пари рейок: | | | | |
| Отримана нев'язка: | | | -12,5 мм | +0,11 мм × (+7,2) = 0,8 мм | | | | |
| Гранична нев'язка: | | | ±10 мм · √6,2 = ±24,9 мм | Виправлене середнє перевищення: | | | | +7235,5 мм |

Примітки:

(1)-(8) – черговість записів спостережених величин на станції;

(9)-(19) – черговість записів результатів обчислень та контрольних розрахунків на станції;

(20)-(29) – черговість записів результатів виконання посторінкових контрольних розрахунків;

(30)-(42) – черговість записів результатів виконання розрахунків об'єданого підсумку по секції.

$$d_3 = a_{чор}'' - a_{чор}' = (9) = (3) - (2) = 1380 - 1060 = 320;$$

$$d_n = b_{чор}'' - b_{чор}' = (10) = (6) - (5) = 1917 - 1595 = 322;$$

$$\Delta d = d_3 - d_n = (13) = (9) - (10) = 320 - 322 = -2.$$

2. За відліками на задній і передній рейках підраховують контрольні перевищення, отримані за віддалемірними нитками, і контрольне значення нерівності плечей Δd :

$$h' = a_{чор}' - b_{чор}' = (11) = (2) - (5) = 1060 - 1595 = -535;$$

$$h'' = a_{чор}'' - b_{чор}'' = (12) = (3) - (6) = 1380 - 1917 = -537;$$

$$\Delta d = h' - h'' = (13) = (12) - (11) = -537 - (-535) = -2.$$

3. Різниці (13) повинні дати однакові результати, а отримане число (нерівність плечей) записують у чисельник, але якщо хід тільки почався, то це ж число повторюють ще раз у знаменнику.

4. Обчислюють перевищення за відліками на чорній $h_{чор}$ і червоній $h_{чер}$ сторонах рейок та їх різницю Δh_0 , яка є величиною розбіжності нулів червоних сторін на задній і передній рейках:

$$h_{чор} = a_{чор} - b_{чор} = (14) = (1) - (4) = 1220 - 1758 = -538;$$

$$h_{чер} = a_{чер} - b_{чер} = (15) = (8) - (7) = 5903 - 6540 = -637;$$

$$\Delta h_0 = h_{чор} - h_{чер} = (18) = (14) - (15) = -538 - (-637) = +99.$$

5. Отримана різниця Δh_0 не повинна відхилитися від знайденої при дослідженні цих рейок на більш ніж ± 3 мм.

6. З використанням величин, які обчислюють як різниці відліків по червоній і чорній сторонах задньої $h_{0,з}$ та передньої $h_{0,п}$ рейок, визначають різницю нулів червоних сторін задньої та передньої рейок Δh_0 , а також виконують контроль цих обчислень (шляхом порівняння Δh_0):

$$h_{0,з} = (16) = (8) - (1) = 5903 - 1220 = 4683;$$

$$h_{0,п} = (17) = (7) - (4) = 6540 - 1758 = 4782;$$

$$\Delta h_0 = (18) = (17) - (16) = 4782 - 4683 = +99;$$

$$\Delta h_0 = (18) = +99.$$

7. Потім обчислюють середнє з перевищень $h_{сер}$ за відліками по чорній $h_{чор}$ і червоній $h_{чер}$ сторонам рейок (19) з урахуванням різниці нулів червоних сторін пари рейок Δh_0 :

$$h_{сер} = \frac{h_{чор} + (h_{чер} \pm \Delta h_0)}{2}. \quad (4.1)$$

8. Контроль спостережень на станції полягає у наступному:

– розходження між значеннями перевищень, отриманими за чорними і червоними сторонами рейок, з урахуванням різниці нулів червоних сторін пари рейок, не повинне перевищувати ± 3 мм;

– якщо розходження між значеннями перевищень, отриманими за чорними і червоними сторонами рейок, з урахуванням різниці нулів червоних сторін пари рейок, перевищує ± 3 мм, то спостереження на станції виконують ще раз, змінивши попередньо на 3-5 см висоту нівеліра.

Одночасно з польовими спостереженнями виконують посторінковий контроль, який складається з обчислення:

– сум різниць відліків по віддалемірним ниткам на задній і передній рейках: $(20) = \Sigma(9)$ та $(21) = \Sigma(10)$;

– суми контрольних перевищень $(22) = \Sigma[(11) + (12)]$, яку далі ділять навпіл і отримують (23) – контрольне перевищення на сторінці;

– суми відліків на задній рейці по чорній та червоній сторонах:

$$(24) = \Sigma[(1) + (8)];$$

– суми відліків на передній рейці по чорній та червоній сторонах:

$$(25) = \Sigma[(4) + (7)];$$

– суми перевищень: $(26) = \Sigma[(14) + (15)]$;

– суми середніх перевищень: $(27) = \Sigma(19)$.

При відсутності помилок повинні виконуватися такі рівності:

– при парному числі штативів на сторінці:

$$(28) = (24) - (25) = (26) \quad \text{та} \quad (29) = (26)/2 = (27);$$

– при непарному числі штативів на сторінці до суми (26) слід додати величину різниці нулів червоних сторін пари рейок Δh_0 з тим знаком, який вона мала на останньому штативі;

– сума контрольних перевищень (23) не повинна виходити за межі суми середніх перевищень $(27) \pm 3 \cdot n$, де n – кількість станцій на сторінці.

Наприкінці ходу виконують об'єднаний підсумок по секції (30)-(42) в прямому та зворотному напрямках (табл. 4.1), який здійснюють за даними посторінкових контрольних обчислень.

Після завершення нівелювання по секції в прямому та зворотному напрямках виконують розрахунки і формують об'єднані підсумки (табл. 4.1).

При перервах у роботі:

– нівелювання слід закінчувати на постійному репері або на трьох кілках, які є точками останніх двох станцій (кілки забивають у дно ям глибиною 0,3 м і присилають землею);

– після перерви знову вимірюють перевищення на останній станції, а при необхідності і на передостанній;

– якщо перевищення змінилося не більш ніж на 3 мм, то хід продовжують;

– якщо перевищення змінилося більш ніж на 3 мм, то нівелювання по секції виконують заново від постійного знака.

При прив'язці нівелірних ходів до стінних марок виконують наступне:

- застосовують підвісну рейку довжиною 1,2 м з такими ж поділками, як на основних рейках;
- нуль на підвісній рейці при її підвісці поєднується з центром марки;
- при відсутності підвісної рейки допускається використання лінійки з міліметровими поділками.

Крім того, прив'язку нівелірного ходу до стінної марки допускається виконати таким чином: на стіні, на якій встановлена марка, відзначають проекцію трьох ниток нівеліра, а потім заміряють сталеву рулеткою або лінійкою відстані від центра марки до проекції ниток.

У кожному випадку спостереження виконують двічі, змінюючи перед повторними спостереженнями висоту нівеліра не менш ніж на 3 см.

Під час прокладання нівелірних ходів III класу складають їх схему, на якій показують:

- усі репери та марки;
- місцеві предмети, на які передані позначки;
- перевищення за основними ходами і за ходами, які прив'язуються, їх довжини та кількість станцій.

Обробка результатів нівелювання III класу включає:

- перевірку обчислень у польових журналах (табл. 4.1) та виконання посторінкового контролю й об'єднаних підсумків по секції;
- складання відомості перевищень, які виправляються за довжиною середнього метра пари рейок;
- визначення висотної нев'язки, ув'язку перевищень і обчислення всіх позначок (висот) точок ходу.

Гранична висотна нев'язка $f_{h_{zp}}$ у нівелірних ходах III класу визначається за формулою:

$$f_{h_{zp}} = \pm 10 \text{ мм} \cdot \sqrt{L_{(\text{км})}}, \quad (4.2)$$

де $L_{(\text{км})}$ – довжина ходу, км.

Якщо фактична нев'язка f_h не перевищує допустиму, тобто $f_h \leq f_{h_{zp}}$, то проводять вирівнювання нівелірної мережі одним із строгих способів, заснованих на принципі методу найменших квадратів. За виправленими перевищеннями обчислюють позначки (висоти) постійних та тимчасових реперів, а їх значення заносять до каталогу висот пунктів нівелювання.

4.2 Нівелювання знімальної геодезичної мережі IV класу

Польові роботи при нівелюванні IV класу виконують в одному напрямку між пунктами, висоти яких визначені нівелюванням II та III класів.

Довжина ліній нівелювання IV класу не повинна перевищувати 8 км на забудованій території та 12 км на незабудованій.

Нормальна довжина візирного променя приймається рівною 100 м. Якщо нівелювання виконують нівеліром, труба якого має збільшення не менше 30-х, то при відсутності коливань зображень дозволено збільшувати довжину візирного променя до 150 м. Відстані від нівеліра до рейок можна вимірювати віддалеміром.

Нерівність плечей на станції не повинна бути більше 5 м, а накопичення в секції – не більше 10 м.

Висота візирного променя над підстильною поверхнею повинна бути не менше 0,2 м.

При виконанні нівелювання на заболоченій місцевості рекомендують застосовувати нівеліри з компенсаторами.

Порядок роботи на станції при прокладанні нівелірних ходів IV класу в основному той же, що і при нівелюванні III класу (див. рис. 4.1).

Етапи нівелювання на станції виконують у такому порядку:

1 – установлюють нівелір у робоче положення та наводять трубу на чорну сторону задньої рейки, приводять бульбашку рівня елеваційним гвинтом на середину (суміщають зображення бульбашки), після повного заспокоєння бульбашки знімають відліки по верхній і середній ниткам;

2 – наводять трубу на чорну сторону передньої рейки і виконують дії, як і на першому етапі;

3 – наводять трубу на червону сторону передньої рейки та знімають відлік по середній нитці сітки ниток;

4 – наводять трубу на червону сторону задньої рейки та беруть відлік по середній нитці сітки ниток.

Результати спостережень записують у польовий журнал (табл. 4.2).

За наявними на станції відліками (1)-(6) обчислюють:

– половину відстані в віддалемірних одиницях до задньої і передньої рейок: $(7) = (2) - (1)$ та $(8) = (4) - (3)$, при цьому їх коливання не повинне перевищувати 2,5 м (при $K = 100$ коливання складає 25 одиниць);

– різницю нулів червоної та чорної сторін задньої і передньої рейок: $(9) = (6) - (2)$ та $(10) = (5) - (4)$;

– перевищення по чорних сторонах рейок: $(11) = (2) - (4)$;

– перевищення по червоних сторонах рейок: $(12) = (6) - (5)$;

Таблиця 4.2 – Журнал нівелювання IV класу

Нівелір Н-3, № 254879
Спостерігач: Петров П. П.

Дата 07.07.2011 р.
Обчислювач: Іванов І. І.

| Номера станцій та рейок | Далекомірні відстані до задньої та передньої рейок | Відліки на рейках, мм | | Перевищення, мм | Середнє перевищення, мм |
|---------------------------------------|--|---|-------------|---------------------------|-------------------------|
| | | задня | передня | | |
| | 407 (7) | 0245 (2) | 2521 (4) | | |
| 1 | 410 (8) | 0649 (1) | 2931 (3) | -2282 (11) | |
| 1-2 | -6/-6 | 5436 (6) | 7619 (5) | -2183 (12) | -2282 (13) |
| | | 4787 (9) | 4688 (10) | -99 (14) | |
| | 152 | 0201 | 1490 | | |
| 2 | 147 | 0353 | 1637 | -1284 | |
| 2-1 | +5/-1 | 5040 | 6425 | -1385 | -1284 |
| | | 4687 | 4788 | +101 | |
| | 325 | 0275 | 0930 | | |
| 3 | 319 | 0600 | 1249 | -649 | |
| 1-2 | +6/+5 | 5386 | 5936 | -550 | -650 |
| | | 4786 | 4687 | -99 | |
| | 119 | 1165 | 0239 | | |
| 4 | 120 | 1284 | 0359 | +925 | |
| 2-1 | -1/+4 | 5971 | 5146 | +825 | +925 |
| | | 4687 | 4787 | +100 | |
| Посторінкові контрольні розрахунки | 1999 (20) | - 24719 (15) 31302 (16) +6583 (18) | 31302 (16) | -6583 (17) -3292 (19) | -3191 (20) |
| Контрольні розрахунки наприкінці ходу | | | | | |
| 49 (30) | 27526 (28) 5,5 км (29) | - 363920 (22) 382052 (23) -18132 (25) | 382052 (23) | -18132 (24) -9066 (26) | -9065 (27) |

Примітки:

- (1)-(6) – черговість записів спостережених величин на станції;
- (7)-(14) – черговість записів результатів обчислень та контрольних розрахунків на станції;
- (15)-(21) – черговість записів результатів виконання посторінкових контрольних розрахунків;
- (22)-(30) – черговість записів результатів виконання контрольних розрахунків наприкінці ходу.

– середнє перевищення на станції: $(13) = [(11) + (12) \pm \Delta h_0] / 2$, де Δh_0 – різниця нулів червоних сторін пари рейок, отримана при їх дослідженні;

– різницю нулів червоних сторін пари рейок за результатами нівелювання: $(14) = (10) - (9)$, при цьому відхилення величини (14) від Δh_0 допускається не більше ± 5 мм;

– контроль спостережень на станції полягає у визначенні розбіжності між значеннями перевищень, визначених по чорних і червоних сторонах рейок, з урахуванням різниці нулів червоних сторін пари рейок, яка не повинна перевищувати ± 5 мм, а якщо ця розбіжність перевищує ± 5 мм, то спостереження на станції виконують знову, змінивши попередньо на 3-5 см висоту нівеліра.

Одночасно з виконанням польової роботи здійснюють посторінковий контроль обчислень, для цього знаходять:

– суми відліків по середніх нитках на чорних і червоних сторонах окремо задньої (15) та передньої (16) рейок;

– суму перевищень (17) , обчислених по чорних і червоних сторонах рейок, яка повинна дорівнювати різниці $(18) = (15) - (16)$;

– при непарному числі станцій на сторінці журналу отриману суму перевищень (17) виправляють на величину різниці висот нулів червоних сторін пари рейок Δh_0 з тим знаком, який Δh_0 мала на останньому штативі;

– половина виправленої суми $(17) / 2 = (19)$ має дорівнювати сумі середніх перевищень (20) , однак за рахунок округлення чисел їх останній знак може відрізнятись на половину числа станцій на сторінці;

– розраховують суму половинних віддалей від нівеліра до рейок (21) .

Наприкінці ходу виконують контрольні розрахунки (табл. 4.2), які здійснюють з використанням даних посторінкових контрольних обчислень.

Черговість виконання та записів результатів контрольних розрахунків наприкінці ходу $(22)-(28)$ аналогічні виконанню та записам результатів посторінкового контролю обчислень $(15)-(21)$.

Крім того, наприкінці ходу здійснюють підсумовування загальної довжини ходу $L_{(км)}$ в кілометрах (29) та загальної кількості станцій n (30) .

При кількості станцій $n < 15$ на 1 км ходу, гранична висотна нев'язка $f_{h_{сп}}$ у нівелірних ходах IV класу визначається за формулою:

$$f_{h_{сп}} = \pm 20 \text{ мм} \cdot \sqrt{L_{(км)}}. \quad (4.3)$$

При великих ухилах, коли кількість станцій $n > 15$ на 1 км ходу, гранична висотна нев'язка $f_{h_{\text{зп}}}$ визначається за формулою:

$$f_{h_{\text{зп}}} = \pm 5 \text{ мм} \cdot \sqrt{n}. \quad (4.4)$$

Якщо фактична нев'язка f_h не перевищує допустиму, тобто $f_h \leq f_{h_{\text{зп}}}$, то результати нівелювання мереж IV класу з достатнім числом вихідних пунктів допускається вирівнювати спрощеним способом. За виправленими перевищеннями обчислюють позначки (висоти) постійних та тимчасових реперів, а їх значення, як і за результатами нівелювання мереж III класу, заносять до каталогу висот пунктів нівелювання.

4.3 Обчислення висот пунктів замкнутого теодолітно-висотного ходу, прокладеного з метою розвитку знімальної геодезичної мережі

Для обчислення висот пунктів (позначок вершин/точок) замкнутого (розімкнутого) теодолітно-висотного ходу, прокладеного з метою розвитку знімальної геодезичної мережі згущення за допомогою теодоліта з вертикальним кругом (або теодоліту-тахеометру) при двох положеннях вертикального круга (*КЛ* та *КП*) вимірюють кути нахилу сторін теодолітно-висотного ходу (рис. 4.2).

Виміряні кути нахилу сторін теодолітно-висотного ходу враховують при обчисленнях горизонтальних прокладань (при кутах $1,5^\circ$ і більше), а також використовують для обчислення висот пунктів (точок/вершин) ходу. Тобто методом тригонометричного нівелювання визначають перевищення між точками ходу та виконують висотну прив'язку теодолітного ходу до реперів чи нівелірних марок.

У практиці широко застосовують два види теодолітних ходів:

– *розімкнутий хід*, що опирається на початку і в кінці на дві вихідні сторони відповідно *AB* і *CD*, дирекційні кути a_n і a_k яких і координати x і y точок *B* і *C* задані як безпомилкові (рис. 4.3, а);

– *замкнутий хід (полігон)*, що опирається на вихідну сторону *AB*, дирекційний кут a_n якої і координати x і y точки *B* задані як безпомилкові (рис. 4.3, б).

Розімкнуті ходи прокладають при вишукуванні доріг, річок, каналів, трубопроводів, ЛЕП й ін. Замкнуті полігони, як правило, прокладають при топографічних та кадастрових зніманнях окремих земельних ділянок місцевості, на будівельних майданчиках тощо.

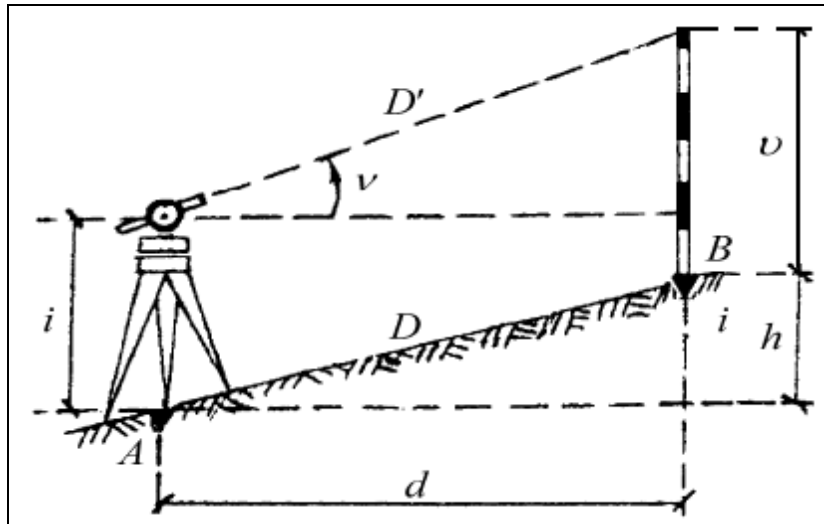


Рисунок 4.2 – Схема виміру кутів нахилу сторін теодолітно-висотного ходу:
 A та B – позначення точок ходу; D та D' – відповідно довжина сторони ходу
та лінії візування ($D = D'$); d – горизонтальне прокладення сторони ходу;
 v – кут нахилу лінії візування; i та v – відповідно висота теодоліта та лінії
візування ($i = v$); h – перевищення між точками

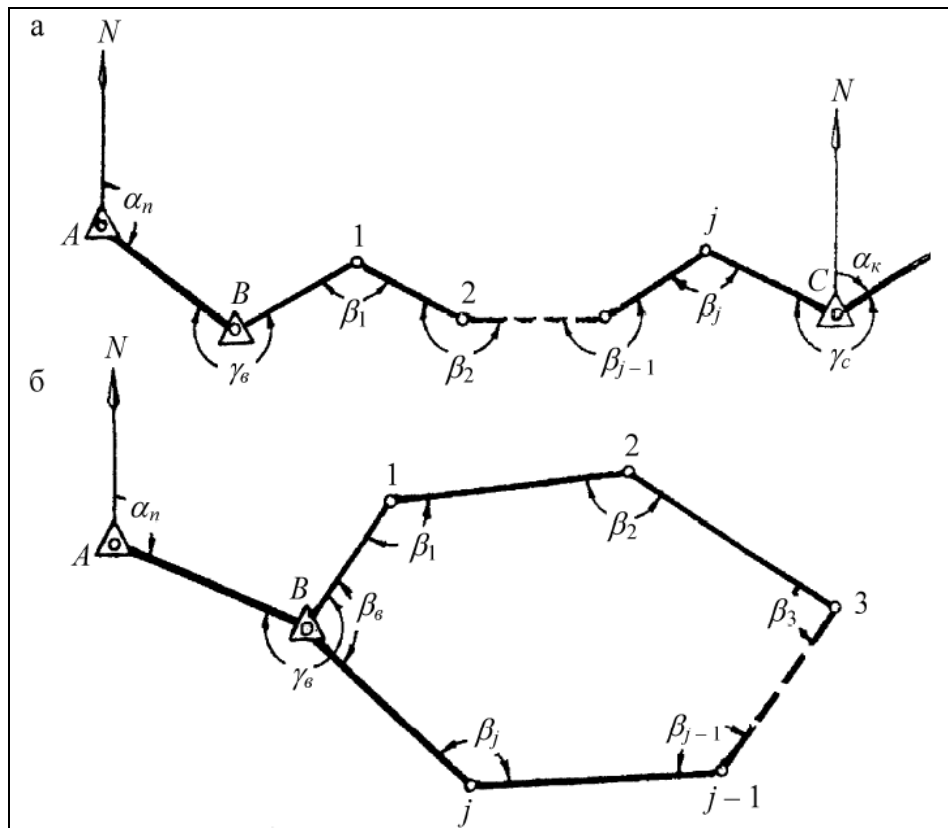


Рисунок 4.3 – Схеми теодолітно-висотних ходів:
а – розімкнутого; б – замкнутого

Вихідними даними для обчислення висот пунктів (точок/вершин) теодолітного ходу є наступні: 1 – у розімкнутому ході висоти H_B і H_C відповідно початкового B і кінцевого C вихідних пунктів (рис. 4.3, а); 2 – у замкнутому ході – висота H_B вихідного пункту B (рис. 4.3, б).

Далі розглянемо методику обчислення висот пунктів замкнутого теодолітно-висотного ходу (рис. 4.3, б), яке виконують в окремій відомості (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Відомість обчислення перевищень між точками і висот пунктів замкнутого теодолітно-висотного ходу

| Пункти (точки) ходу | Кути нахилу сторін ходу, v_i | | | | | | Горизонтальні прокладання, d_i , м | Перевищення, h_i , м | | Висоти точок, H_i , м БС |
|---------------------------|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--|------------------------|------------|-------------------------------------|
| | прямі | | обернені | | середні | | | середні | виправлені | |
| | ° | ' | ° | ' | ° | ' | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| <i>B</i> | | | | | | | | | | 63,200 |
| <i>1</i> | +0 | 56,5 | -0 | 56 | +0 | 56,2 | 132,652 | -3 +2,169 | +2,166 | 65,366 |
| <i>2</i> | +0 | 53,5 | -0 | 54 | +0 | 53,7 | 118,051 | -3 +1,844 | +1,841 | 67,207 |
| <i>3</i> | +0 | 13,5 | -0 | 14 | +0 | 13,7 | 140,781 | -3 +0,561 | +0,558 | 67,765 |
| <i>4</i> | -1 | 07,5 | +1 | 08 | -1 | 07,7 | 121,153 | -3 -2,386 | -2,389 | 65,376 |
| <i>B</i> | -0 | 56,0 | +0 | 56 | -0 | 56,0 | 133,382 | -3 -2,173 | -2,176 | 63,200 |
| | | | | | | | $P = 646,019$ | [+0,0151] | [0] | |

1. За формулою (4.5) обчислюють середні перевищення h_i між точками ходу:

$$h_i = d_i \cdot \operatorname{tg} v_i, \quad (4.5)$$

де d_i та v_i – відповідно горизонтальне прокладання та кут нахилу між точками сторони ходу.

2. За формулою (4.6) обчислюють суму середніх перевищень:

$$\sum h_i = 0,015 \text{ м} = 15 \text{ мм}. \quad (4.6)$$

3. За формулою (4.7) обчислюють фактичну нев'язку:

$$f_h = \sum h = +0,015 \text{ м} = +15 \text{ мм}. \quad (4.7)$$

4. За формулою (4.8) обчислюють граничну (допустиму) нев'язку:

$$f_{h_{zp}} = \frac{0,02 \cdot P}{100 \cdot \sqrt{n}} = \frac{0,02 \cdot 646,019}{100 \cdot \sqrt{5}} = \pm 0,058 \text{ м} = 58 \text{ мм}, \quad (4.8)$$

де P – довжина (периметр) ходу ($P = \sum d_i$, де d_i – горизонтальне прокладення сторони ходу), м;

n – кількість сторін ходу.

5. У зв'язку з тим, що умова $|f_h| \leq |f_{h_{zp}}|$ виконана, тобто $15 \text{ мм} < 58 \text{ мм}$, обчислюють поправки в середні перевищення, які для тригонометричного ходу визначаються з протилежним знаком за формулою (4.9):

$$\delta_{h_i} = -\frac{f_h}{\sum d_i} \cdot d_i. \quad (4.9)$$

6. Контролем правильності обчислення поправок є виконання умови (4.10):

$$\sum \delta_{h_i} = -f_h. \quad (4.10)$$

7. За формулою (4.11) обчислюють виправлені перевищення:

$$h_{\text{вип}_i} = h_i + \delta_{h_i}. \quad (4.11)$$

8. Контролем правильності обчислення виправлених перевищень для замкнутого теодолітно-висотного ходу є виконання умови (4.12):

$$\sum h_{\text{вип}_i} = +2,166 - 1,841 + 0,558 - 2,389 - 2,176 = 0. \quad (4.12)$$

9. З використанням формули (4.13), починаючи з висоти $H_B = 63,200$ м точки B , обчислюють висоти точок 1, 2, 3, 4 теодолітно-висотного ходу:

$$H_{i+1} = H_i + h_{\text{випр}_i}, \quad (4.13)$$

де H_i та H_{i+1} – відповідно висоти попередньої та наступної точок ходу;

$h_{\text{випр}_i}$ – виправлене перевищення між цими точками ходу.

10. Контролем правильності обчислення висот точок замкнутого теодолітно-висотного ходу є повторне отримання висоти $H_B = 63,200$ м вихідної точки B .

Звітний матеріал до розділу 4:

1) розділ звіту з навчальної практики «**4 Висотна прив'язка та нівелювання знімальної геодезичної мережі**» з наступними матеріалами (включається до звіту лише за умови, якщо цей вид робіт здійснювався на навчальній практиці!):

– результати висотної прив'язки до реперів Державної нівелірної мережі (див. приклад у табл. 4.1 – включається до звіту лише за умови, якщо цей вид робіт здійснювався на навчальній практиці!);

– результати нівелювання знімальної геодезичної мережі (див. приклад у табл. 4.2 – включається до звіту лише за умови, якщо цей вид робіт здійснювався на навчальній практиці!);

– результати обчислення висот пунктів теодолітно-висотного або тахеометричного ходу (див. приклад у табл. 4.3);

2) щоденник практики, заповнений за 7-й, 8-й та 9-й робочі дні.

5 ТАХЕОМЕТРИЧНА ЗЙОМКА І ПОБУДОВА ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ

Тахеометрія – швидкий спосіб одночасного визначення планового та висотного положення точок місцевості. В основі тахеометричної зйомки полягає ідея визначення просторового положення точки місцевості одним наведенням зорової труби приладу на рейку, встановлену в цій точці.

5.1 Суть тахеометричної зйомки

Тахеометрична зйомка є топографічною, тобто контурно-висотною зйомкою, в результаті якої отримують план місцевості з ситуацією та рельєфом. Тахеометрична зйомка виконується самостійно для створення планів невеликих ділянок місцевості у великих масштабах 1:500-1:5 000 (або у поєднанні з іншими видами геодезичних робіт), коли виконання стереотопографічної або мензульної зйомок економічно недоцільно або технічно складно. Її застосування особливо вигідно для зйомки вузьких смуг місцевості при дослідженнях трас і автомобільних залізниць, ліній електропередач, трубопроводів та інших протяжних об'єктів.

Слово «тахеометрія» в перекладі з грецької мови означає «швидкий вимір». Швидкість вимірів при тахеометричній зйомці досягається тим, що положення точки місцевості, що знімається, в плані та по висоті визначається при одному наведенні труби приладу на рейку, встановлену в цій точці.

Тахеометрична зйомка виконується за допомогою теодолітів або спеціальних приладів – тахеометрів.

Суть тахеометричної зйомки полягає в тому, що зі станції, для якої відомі координати, визначають просторові полярні координати (β , ν , D) точок місцевості для подальшого нанесення цих точок на план. При цьому горизонтальний кут β між початковим напрямом і напрямом на точку, що знімається (рис. 5.1), вимірюється за допомогою горизонтального круга, вертикальний кут ν – за допомогою вертикального круга теодоліта, а відстань до точки D – віддалеміром. Таким чином, планове положення точок, що знімаються, визначається полярним способом (координати β , d), а перевищення точок – методом тригонометричного нівелювання, яке здійснюється за допомогою похилого променя візування (рис. 5.2).

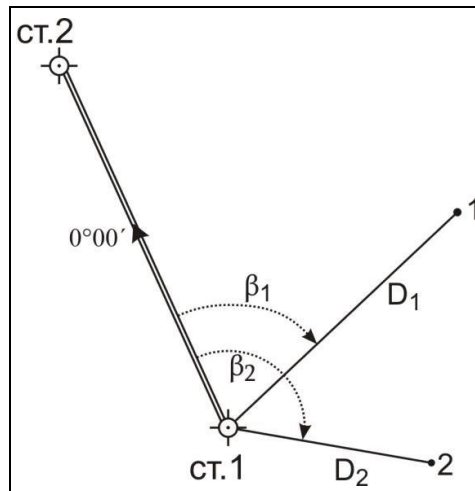


Рисунок 5.1 – Схема визначення полярних координат точок місцевості під час тахеометричної зйомки (пояснення позначень у тексті)

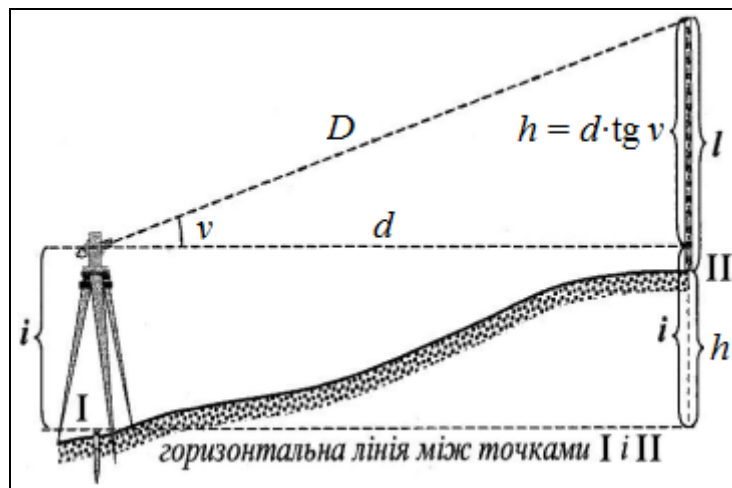


Рисунок 5.2 – Схема виконання тригонометричного нівелювання під час тахеометричної зйомки (пояснення позначень у тексті)

Принцип тригонометричного нівелювання полягає в наступному. Нехай вимагається визначити перевищення h точки II над точкою I (рис. 5.2). Над точкою I встановлюється в робочому положенні теодоліт, а в точці II прямовисно – рейка. Вимірюють висоту приладу i та зоровою трубою теодоліта візують на верх рейки (віхи), що має довжину l . За допомогою вертикального круга вимірюють вертикальний кут v , а віддалеміром – похилу відстань D або її горизонтальну проекцію d .

Значення d та h обчислюються за допомогою мікрокалькуляторів. При використанні спеціальних тахеометрів горизонтальні прокладення і перевищення знаходять автоматично шляхом взяття відліків по рейці.

Переваги тахеометричної зйомки в порівнянні з іншими видами топографічних зйомок полягають в тому, що вона може виконуватися за несприятливих погодних умов. Крім того, камеральні роботи можуть виконуватися іншим виконавцем після виробництва польових вимірів, що дозволяє скоротити терміни складання плану місцевості, що знімається.

Основним недоліком тахеометричної зйомки є те, що складання плану місцевості виконується в камеральних умовах на основі тільки результатів польових вимірів і абрисів, при цьому не можна своєчасно виявити допущені промахи шляхом звірення плану з місцевістю.

Точка, над якою встановлений прилад (тахеометр або теодоліт), називається *станцією*, а точка, положення якої визначається під час такої зйомки, має назву *рейкова (нікетна) точка*.

Перевищення h та горизонтальне прокладання d визначають за вимірною відстанню D та вимірним вертикальним кутом v .

Всі польові вимірювання заносять у журнали відповідної форми. Одночасно з цим ведуть *абрис*, на який наносять контури місцевості, а також наближене розташування на місцевості всіх рейкових точок.

За результатами зйомки виконують обробку журналу і складають план місцевості із зображенням на ньому ситуації та рельєфу.

5.2 Виконання тахеометричної зйомки

5.2.1 Основні вимоги до виконання тахеометричного знімання

Нижче пояснені існуючі вимоги до створення планів методом тахеометричного знімання. Висота перерізу рельєфу на топографічних планах встановлюється відповідно до вимог, які наведені у табл. 5.1.

Середні похибки в положенні на топографічному плані предметів і контурів місцевості з чіткими обрисами відносно найближчих точок знімальної основи не повинні перевищувати 0,5 мм, а в гірських та залісених районах – 0,7 мм.

На територіях з капітальною та багатоповерховою забудовою середні похибки у взаємному положенні на топографічному плані найближчих контурів (капітальних споруд, будинків й ін.) мають бути не більшими за 0,4 мм.

Таблиця 5.1 – Вимоги до висоти перерізу рельєфу на топографічних планах

| Характеристика рельєфу та кути нахилу | | Масштаби знімання | |
|---------------------------------------|-----------|-------------------|----------|
| 1:5 000, 1:2 000 | | 1:1 000, 1:500 | |
| Висота перерізу рельєфу, м | | | |
| Рівнинний, $\nu < 2^\circ$ | (0,5) 1,0 | 0,5 (1,0) | 0,5 |
| Пагорбковий, $\nu < 4^\circ$ | (1,0) 2,0 | 0,5* 1,0 | 0,5 |
| Горбистий, $\nu < 6^\circ$ | 2,0 (5,0) | (1,0) 2,0 | 0,5 1,0* |
| Гірський, $\nu > 6^\circ$ | 2,0* 5,0 | 2,0 | 1 |

Примітка: *висоти перерізу рельєфу, значення яких відмічені зірочкою, на топографічних планах населених пунктів не використовуються (на топографічних планах населених пунктів можливе застосування висот перерізу рельєфу, значення яких наведені в дужках, але в обмежених випадках, якщо це передбачено технічним проектом або програмою).

Для переходу від середніх похибок Δ до середніх квадратичних похибок m застосовують коефіцієнт 1,25, тобто $m = 1,25 \cdot \Delta$.

Середні похибки знятого рельєфу місцевості відносно найближчих точок геодезичної основи не повинні перевищувати за висотою:

- 1/4 висоти перерізу рельєфу для кутів нахилу місцевості до 2° ;
- 1/3 для кутів нахилу місцевості від 2° до 6° для карт масштабів 1:5 000, 1:2 000 та до 10° для карт масштабів 1:1 000 та 1:500.

У залісеній місцевості зазначені вище допуски (похибки) можуть збільшуватися у 2,5 рази.

Віддалі від точок тахеометричних ходів (знімальних станцій) до пікетів і віддалі між пікетами, які визначені із застосуванням ниткових віддалемірів не повинні перевищувати значень, наведених у табл. 5.2.

Якщо визначають положення нечітких або другорядних контурів, віддалі можна збільшувати у 1,5 рази.

Віддалі від точок тахеометричних ходів до пікетів і віддалі між пікетами, які визначені із використанням електронних тахеометрів та оптичних теодолітів із світловіддалемірними насадками не повинні перевищувати значень, наведених у табл. 5.2.

Під час виконання тахеометричної зйомки контролюють стабільність орієнтування приладу, результати перевірки записують у журнал або реєструють у терміналі цифрових даних електронних тахеометрів.

Таблиця 5.2 – Віддалі від точок тахеометричних ходів (знімальних станцій) до пікетів і віддалі між пікетами

| Масштаб знімання | Переріз рельєфу, м | Максимальна віддаль між пікетами, м | Максимальна віддаль від приладу до рейки під час знімання рельєфу, м | Максимальна віддаль від приладу до рейки під час знімання контурів, м |
|--|--------------------|-------------------------------------|--|---|
| При застосуванні оптичних тахеометрів та теодолітів | | | | |
| 1:5 000 | 0,5 | 60 | 250 | 150 |
| | 1,0 | 80 | 300 | 150 |
| | 2,0 | 100 | 350 | 150 |
| | 5,0 | 120 | 350 | 150 |
| 1:2 000 | 0,5 | 40 | 200 | 100 |
| | 1,0 | 40 | 250 | 100 |
| | 2,0 | 50 | 250 | 100 |
| 1:1 000 | 0,5 | 20 | 150 | 80 |
| | 1,0 | 30 | 200 | 80 |
| 1:500 | 0,5 | 15 | 100 | 60 |
| | 1,0 | 15 | 150 | 60 |
| При застосуванні електронних тахеометрів та оптичних теодолітів з світловіддалемірними насадками | | | | |
| 1:5 000 | 0,5 | 60 | 1000 | 1000 |
| | 1,0 | 80 | 1000 | 1000 |
| | 2,0 | 100 | 1000 | 1000 |
| | 5,0 | 120 | 1000 | 1000 |
| 1:2 000 | 0,5 | 40 | 750 | 750 |
| | 1,0 | 40 | 750 | 750 |
| | 2,0 | 50 | 750 | 750 |
| 1:1 000 | 0,5 | 20 | 600 | 600 |
| | 1,0 | 30 | 600 | 600 |
| 1:500 | 0,5 | 15 | 500 | 500 |
| | 1,0 | 15 | 500 | 500 |

Допускається змінювати напрямок орієнтування не більш ніж на 1,5' під час зйомки оптичними тахеометрами та технічними теодолітами і 20" під час зйомки електронними тахеометрами та точними теодолітами з світловіддалемірними насадками.

На топографічних планах масштабів 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 та 1:500 з надійною точністю і детальністю залежно від масштабу топографічного плану зображають:

- пункти тріангуляції, полігонометрії, трилатерації, ґрунтові та стінні репери і пункти знімальної основи;
- будинки і будівлі, їхні характеристики згідно з умовними знаками;
- промислові об'єкти;
- залізничні, шосейні та ґрунтові дороги і споруди біля них;
- гідрографію (річки, струмки, озера, канали, ставки, колодязі, криниці, джерела, водосховища тощо);
- об'єкти гідротехнічні та водного транспорту;
- об'єкти водопостачання;
- рельєф місцевості;
- рослинність;
- ґрунти і мікроформи земної поверхні;
- державний кордон, адміністративні межі;
- власні назви населених пунктів, вулиць, залізничних станцій, пристаней, озер, річок, перевалів, долин, ярів й інших географічних об'єктів.

Зйомку виконують на: 1 – ділянках господарсько-цінних угідь, площа яких на плані становить ≥ 20 мм²; 2 – будь-яких інших ділянках, площею в масштабі карти ≥ 20 мм², що розташовані на ділянці господарсько-цінних угідь; 3 – ділянках, що не мають господарського значення і площа яких в масштабі плану становить ≥ 50 мм².

Під час зйомки лісу визначають породу, середню висоту дерев, їхній середній діаметр на висоті 1,5 м, середні віддалі між деревами в різних частинах ділянки, контури рідколісся, зрубів, згарищ, сільськогосподарських угідь, розташованих у лісі.

Якщо ширина річок, струмків, каналів на плані зобразиться лінією товщиною ≥ 3 мм, то зйомку виконують на двох берегах, а якщо до 3 мм – тільки на одному, вказуючи напрям течії та вимірюючи її швидкість.

Якщо в масштабі плану вигини обрисів об'єкта менші за 0,5 мм, то вони спрямляються.

Переносні та тимчасові споруди (ятки, кіоски, намети тощо) під час зйомок у масштабах 1:2 000, 1:1 000 та 1:500 не знімають.

5.2.2 Зйомка ситуації і рельєфу місцевості, складання абрису та послідовність робіт на станціях під час виконання зйомки

Після виконання вимірювань на станції по створенню знімального обґрунтування приступають до зйомки ситуації і рельєфу місцевості.

Тахеометрична зйомка місцевості може виконуватися технічними теодолітами або спеціальними тахеометрами. Рекомендується за можливості використовувати для зйомки електронні чи номограмні тахеометри, що дозволяють безпосередньо вимірювати горизонтальні прокладення ліній і перевищення між точками. Це звільняє виконавця від виміру вертикальних кутів і обчислень, що істотно підвищує продуктивність праці.

Зйомка ситуації і рельєфу місцевості може виконуватися одночасно з прокладанням тахеометричних ходів або після того, як ходи прокладені. У першому випадку на кожній станції спочатку роблять усі виміри, пов'язані з прокладанням ходів знімального обґрунтування, а потім виконують зйомку ситуації і рельєфу.

Зйомка місцевих предметів, контурів і рельєфу місцевості робиться, як правило, полярним способом. У виняткових випадках (при зйомці недоступних місцевих предметів) застосовується спосіб кутових засічок. Перевищення між точками місцевості визначають тригонометричним нівелюванням. У рівнинній місцевості перевищення можна визначати горизонтальним променем, користуючись теодолітом як нівеліром, тобто встановивши візирну вісь труби теодоліта в горизонтальне положення.

Горизонтальні і вертикальні кути вимірюють при одному положенні зорової труби приладу, полярні відстані – нитяним далекоміром.

Навколо кожної станції намічають рейкові (пикетні) точки (рис. 5.3), необхідна кількість яких залежить від характеру рельєфу, складності ситуації і масштабу зйомки.

Рейкові точки вибирають на характерних точках рельєфу – на вершинах і підосвах пагорбів, на дні і бровках улоговин і ярів, по лініях вододілів і водозливів, на перегінах скатів і сідловині, а також в характерних точках контурів і у місцевих предметів. Чим більше масштаб зйомки, менше прийнята висота перерізу рельєфу і складніше характер місцевості, що знімається, тим більшим має бути число рейкових точок.

Граничні відстані між рейковими точками і від приладу до рейки залежать від масштабу зйомки і висоти перерізу рельєфу. Вони не повинні перевищувати величин, приведених вище в табл. 5.2.

На рис. 5.3 показаний приклад вибору положення висотних і контурних рейкових точок. Для зображення рельєфу встановлюють рейку на усіх точках перегинів місцевості по характерних лініях рельєфу з таким розрахунком, щоб скат між сусідніми рейковими точками можна було вважати рівномірним, допускаючи коливання в межах не більше половини висоти перерізу рельєфу горизонталями.

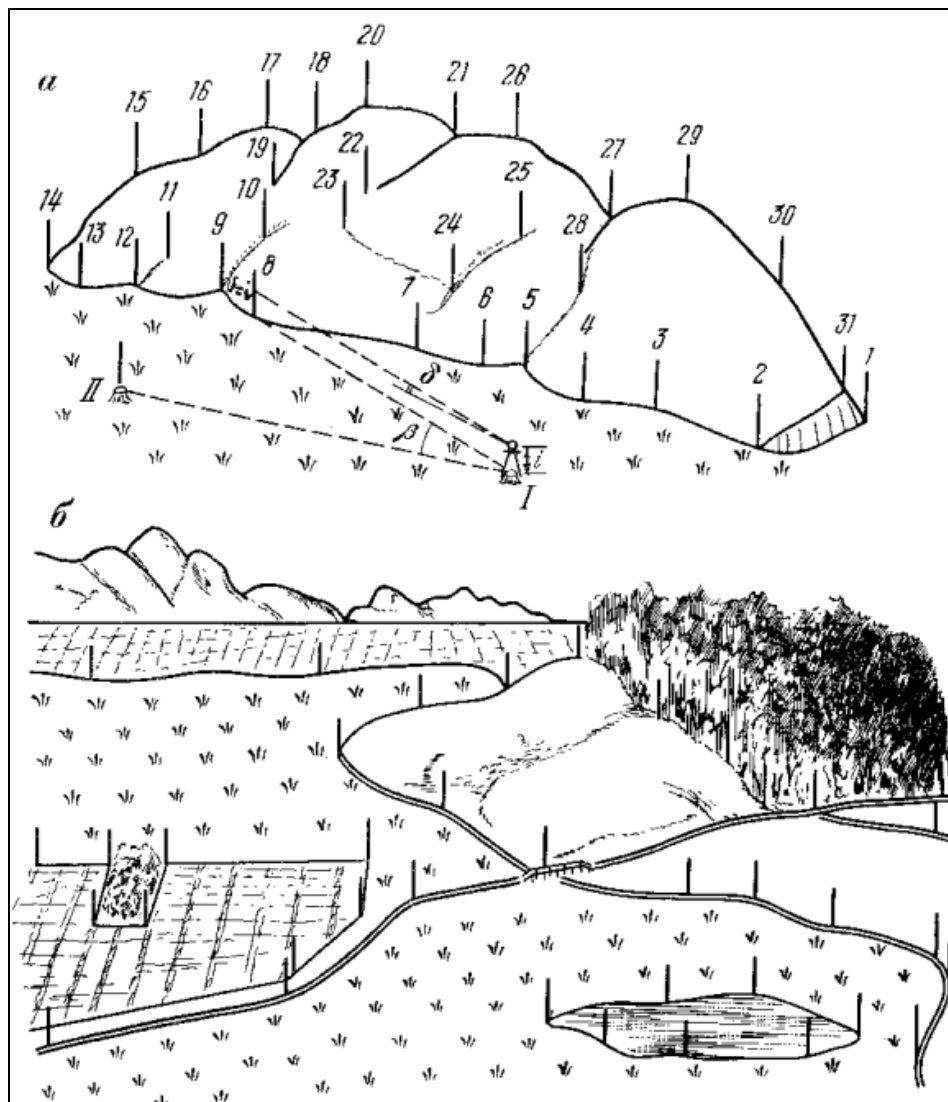


Рисунок 5.3 – Приклади положення рейкових (пікетних) точок під час тахеометричної зйомки: *а* – висотні; *б* – контурні

Наприклад, для того, щоб зобразити рельєф пагорба (рис. 5.3, *а*), реєчник повинен послідовно встановити рейку в наступних точках: 1-9, 12, 13, 14 – для визначення підшви пагорба, 15, 16, 17, 30, 31 – перегинів скатів, 20, 26, 29 – вершини пагорба, 21, 27 – сідловини, 10, 11, 19, 22, 28 – напрямів ліній тальвегів, лоцин і т. п. В межах ділянки місцевості, що знімається, мають бути зняті усі об'єкти ситуації, що виражаються в заданому масштабі плану. При обранні контурних точок (рис. 5.3, *б*) слід мати на увазі, що вигини контурів, що знімаються, які є меншими за 0,5 мм в масштабі плану, випрямляються, а ділянки сільськогосподарських угідь і контури ділянок рослинного покриття площею до 10 мм² на плані не показуються.

Одночасно з набором пікетів ведуть абрис. Від його якості залежить достовірність відображення на плані або карті контурів та рельєфу місцевості.

На абрисі показують опорні геодезичні пункти, пікети, об'єкти, характерні точки та лінії рельєфу місцевості, напрями схилів, а деколи схематично горизонталі стрілками позначають напрямки між пікетними точками, між якими необхідно інтерполювати горизонталі. Напрямок стрілок вказує на пониження рельєфу.

Пікети, розміщені на мостах, роздоріжжях, рогах будівель тощо, є одночасно контурними і висотними.

На абрисі біля пунктів планово-висотної основи і пікетів вказують їхні номери. У нумерації пікетів спочатку вказують номер станції, а поруч номер пікету для неї. Наприклад, 51, де 5 – номер станції, а 1 – номер пікету (рис. 5.4).

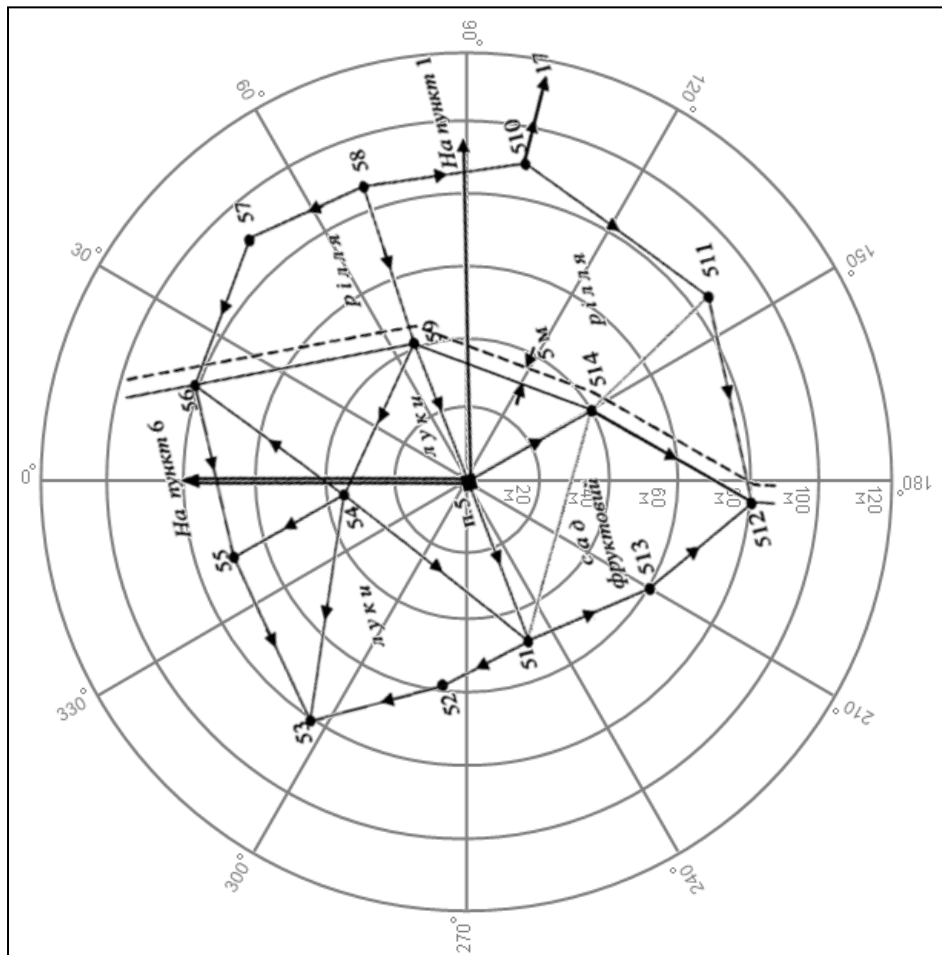


Рисунок 5.4 – Приклад абрису тахеометричної зйомки на станції 5 (пояснення позначень у тексті)

На абрисі не викреслюють масштабних умовних знаків, а лише записують їх назви, наприклад: рілля, луки, сад фруктовий тощо (рис. 5.4).

На абрисі вказують назви населених пунктів, річок, водойм, ширину річок, доріг, глибину канав й інші відомості, потрібні для складання плану.

Пікетні точки повинні рівномірно покривати поверхню знімання, а їхня щільність має відповідати діючим вимогам (див. табл. 5.1-5.2). Їхня кількість залежить від складності ділянки знімання, мікрорельєфу тощо.

На рис. 5.4 наведено приклад абрису ділянки з нескладною ситуацією і рельєфом, де показана польова дорога, яка є межею між луками та ріллею.

Якщо зйомку ситуації і рельєфу виконують разом з прокладанням тахеометричного ходу, то використовують значення M_0 , яке обчислене під час вимірювання вертикальних кутів на сусідні точки ходу.

Якщо зйомку ситуації і рельєфу виконують після прокладання тахеометричного ходу, то треба визначити місце нуля (M_0) на станції. Для цього центр сітки ниток наводять на добре видиму точку при КП і при КЛ знімають відліки з вертикального круга. Відліки записують у журнал тахеометричної зйомки. Далі обчислюють місце нуля (M_0) і записують його значення в журнал тахеометричної зйомки (див. табл. 5.3).

Потім при КЛ перевіряють орієнтування приладу на пункт 6 (відлік з горизонтального круга має дорівнювати $0^{\circ}00,0'$) і записують у журналі «Орієнтовано на станцію 6» (див. табл. 5.3).

Після цього виконують зйомку пікетних точок:

- встановлюють прямовисно рейку на вибраний пікет;
- записують у графу **1** журналу та на абрисі номер пікету (у графі «Примітка» можна зазначити, де встановлено рейку);
- спрямовують сітку ниток на цю рейку так, щоб вертикальна нитка потрапляла на середину поділок рейки, а середня горизонтальна нитка була близько до відліку висоти приладу;
- спрямовують віддалемірний штрих сітки ниток на початок та вимірюють віддаль і записують її значення у графу **2** журналу;
- спрямовують середню горизонтальну нитку на відкладену на рейці висоту приладу, відлічують горизонтальний і вертикальний круг, а відліки записують у колонки (графи) **3** та **4** журналу відповідно.

Послідовність роботи на станції при виконанні зйомки ситуації і рельєфу місцевості із застосуванням тахеометра (або теодоліта):

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

Таблиця 5.3 – Приклад сторінки журналу тахеометричної зйомки з визначеним місцем нуля ($M0$) та відліками на рейкові (пікетні) точки

Дата: 27.07.2021 р. Теодоліт: 2Т30П, зав. № 44307. Погода: ясно. Вітер: слабкий.
Спостерігач: І. В. Гриценко. Зображення: чітке. Записав і обчислив: Т. А. Білий.

| Номера станцій та пікетів | Відліки | | | Кут нахилу, $v, \text{ }^\circ'$, $v = M0 - КП$ або $v = КП - M0$ | Горизонтальне прокладення, $d = K \cdot n \cdot \cos^2 v, \text{ м}$ | Перевищення $h = d \cdot \operatorname{tg} v + i - l, \text{ м}$ | Висота, $H = H_{cm} + h, \text{ м}$ | Примітка |
|---|-----------------------------|--|--|--|---|---|--|---------------|
| | з рейки, $n, \text{ см}$ | з горизонтального круга, $\text{ }^\circ'$ | з вертикального круга, $\text{ }^\circ'$ | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Назва станції: 5. Коефіцієнт віддалеміра: $K = 100$. Висота приладу: $i = 1,26$ м. Орієнтовано на станцію: 6. Місце нуля: $M0 = +0^\circ00,5'$. Висота станції: $H_{cm} = 245,17$ м. | | | | | | | | |
| КП | | | | | | | | |
| 6 | | | $-1^\circ43,0'$ | $+1^\circ43,5'$ | | | | |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 6 | | $0^\circ00,0'$ | $+1^\circ44,0'$ | $+1^\circ43,5'$ | | | | |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| Середнє значення горизонтального кута, $\beta_{сер}$ | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 51 | 47,2 | $252^\circ40'$ | $-2^\circ44'$ | | | | | |
| 52 | 54,3 | $275^\circ53'$ | $-3^\circ51'$ | | | | | $l = 2,0$ м |
| 53 | 86,5 | $307^\circ22'$ | $-4^\circ38'$ | | | | | <i>рельєф</i> |
| 6 | | $0^\circ01'$ | | | | | | |

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

– відкріплюють закріпний гвинт алідади горизонтального круга та встановлюють на горизонтальному крузі відлік $0^\circ00,0'$;

– закріплюють закріпний гвинт алідади горизонтального круга і відкріплюють закріпний гвинт лімба;

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

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

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

– висота наведення на рейку l (за середнім штрихом сітки ниток);

– за горизонтальним кругом;

– за вертикальним кругом;

– за верхнім і нижнім віддалемірними штрихами сітки ниток (в журнал записується лише обчислена віддалемірна віддаль D);

5) виконують дії, зазначені в пункті 4), на всіх характерних точках місцевості, після чого переходять на наступну станцію, де повторюють роботи, наведені в пунктах 1), 2), 3) та 4).

Якщо неможливо навести горизонтальний штрих сітки ниток на висоту приладу, відкладену на рейці (коли вона закрита рослинністю, забудовами, огорожами тощо), середній горизонтальний штрих сітки ниток наводять на іншу (вищу) ділянку рейки, як правило, на відліки 2 м чи 2,5 м. У такому разі у журналі тахеометричної зйомки навпроти даного пікету у колонці «Примітка» записують висоту наведення, наприклад, $l = 2,0$ м (див. табл. 5.3).

Якщо середній горизонтальний штрих сітки ниток наводять на верх рейки або коли неможливо відлічити рейку за одним з віддалемірних штрихів, то рейку відлічують за середнім горизонтальним штрихом і одним з віддалемірних штрихів. У такому разі віддаль від приладу до пікету обчислюють, використовуючи коефіцієнт віддалеміра $K = 200$.

Тахеометричну зйомку номограмними і електронними тахеометрами виконують в такій самій послідовності, як і круговими тахеометрами. Відмінність полягає лише у тому, що ці тахеометри дають змогу відразу отримати горизонтальні прокладення (проекції) ліній та перевищення і значно спрощують процес вимірювання і обробки польових результатів.

Зауважимо, що абрис тахеометричної зйомки ведеться завжди, навіть у випадку, коли знімання виконують електронним тахеометром.

5.3 Обробка журналу тахеометричної зйомки

Камеральні роботи при тахеометричній зйомці включають:

1 – перевірку польових журналів з даними вимірювань;

2 – обчислення планових координат (X , Y) і висот (H) точок ходу;

3 – обчислення позначок (висот) рейкових точок на всіх станціях;

4 – складання топографічного плану місцевості.

Перевірка записів і обчислень в польових журналах робиться в дві руки (спостерігачем і його помічником). При цьому заново обчислюють горизонтальні та вертикальні кути, горизонтальні прокладення, прямі, зворотні і середні перевищення точок ходу. Виявлені похибки усуваються шляхом відповідних виправлень. Нижче пояснено опрацювання сторінки журналу тахеометричної зйомки місцевості (табл. 5.4), що виконувалася з пункту 1, координати та висота якого відомі.

Таблиця 5.4 – Приклад частково опрацьованої сторінки журналу тахеометричної зйомки

Дата: 22.06.2022 р. Теодоліт: 2Т30П, зав. № 44307. Погода: ясно. Вітер: слабкий.
Спостерігач: І. В. Гриценко. Зображення: чітке. Записав і обчислив: Т. А. Білий.

| Номера станцій та пікетів | Відліки | | | Кут нахилу, $\nu, \text{ }^\circ'$, $\nu = MO - KЛ$ або $\nu = KЛ - MO$ | Горизонтальне прокладення, $d = K \cdot n \cdot \cos^2 \nu, \text{ м}$ | Перевищення $h = d \cdot \text{tg } \nu + i - l, \text{ м}$ | Висота, $H = H_{cm} + h, \text{ м}$ | Примітка |
|--|-----------------------------|--|--|--|---|--|--|---------------------|
| | з рейки, $n, \text{ см}$ | з горизонтального круга, $\text{ }^\circ'$ | з вертикального круга, $\text{ }^\circ'$ | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Назва станції: 1. Коефіцієнт віддалеміра: $K = 100$. Висота приладу: $i = 1,34 \text{ м}$. Орієнтовано на станцію: 6. Місце нуля: $MO = +0^\circ 01,0'$. Висота станції: $H_{cm} = 222,34 \text{ м}$. | | | | | | | | |
| КП | | | | | | | | |
| 5 | | | -2°34,0' | | | | | |
| 6 | | | -3°17,5' | | | | | |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 5 | | | +2°36,0' | | | | | |
| 6 | | 0°00,0' | +3°19,5' | | | | | |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| Середнє значення горизонтального кута, $\beta_{сер}$ | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 11 | 172,0 | 47°32' | -0°32' | -0°33' | 172,0 | -1,65 | 220,69 | |
| 12 | 106,7 | 71°42' | -0°52' | -0°53' | 106,0 | -1,63 | 220,71 | $l = 2,0 \text{ м}$ |
| 13 | 101,2 | 112°32' | -2°51' | -2°52' | 101,0 | -5,06 | 217,28 | |
| 14 | 122,0 | 133°06' | -4°46' | -4°47' | | | | |
| 15 | 113,1 | 163°28' | -3°20' | -3°21' | | | | |
| 16 | 70,2 | 146°08' | -1°31' | -1°32' | | | | |
| 17 | 44,6 | 71°40' | -0°48' | -0°49' | | | | |
| 18 | 91,2 | 34°15' | -2°21' | -2°22' | | | | |
| 19 | 80,7 | 350°03' | +3°16' | +3°15' | | | | |
| 111 | 76,5 | 193°50' | +2°16' | +2°15' | | | | |
| 6 | | 0°01' | | | | | | |

1. На станції 1 обчислюють значення місця нуля ($M0$) за відліками з вертикального круга, навівши зорову трубу при КП та при КЛ на рейки, встановлені на станціях 6 та 5, за формулою:

$$M0 = (KL_6 + KL_5 + KP_6 + KP_5) / 4. \quad (5.1)$$

З урахуванням того, що висота приладу дорівнює висоті наведення, для станції 1 (див табл. 5.4) місце нуля $M0$ дорівнює:

$$M0 = (3^\circ 19,5' + 2^\circ 36,0' - 3^\circ 17,5' - 2^\circ 34,0') / 4 = +0^\circ 01,0'.$$

2. Обчислюють кути нахилу ліній (напрямків) на точку 6 та 5 тахеометричного ходу за відліками при КЛ та при КП за формулами:

$$v_i = KL_i - M0 \quad (5.2)$$

та

$$v_i = M0 - KP_i. \quad (5.3)$$

Для контролю визначення v_i виконують за формулою:

$$v_i = (KL_i - KP_i) / 2. \quad (5.4)$$

де i – номер точки, на яку виконували спостереження.

Їх числові значення записують у колонку 5 табл. 5.4.

3. Визначають горизонтальні прокладення d_i від точки спостережень до пікетних точок за формулою:

$$d_i = K \cdot n \cdot \cos^2 v_i. \quad (5.5)$$

де K – коефіцієнт ниткового віддалеміра ($K = 100$);

n – віддаль частки шкали рейки, що розміщена між віддалемірними штрихами сітки ниток.

У формулі (5.5) приведення до горизонту ліній, виміряних нитковим віддалеміром, один косинус $\cos v_i$ компенсує вертикальний кут нахилу лінії, а інший $\cos v_i$ – неперпендикулярність візирної осі приладу до рейки, тому маємо $\cos^2 v_i$. Значення виміряних горизонтальних прокладень d_i записують у колонку 6 журналу (див. табл. 5.4).

4. Обчислюють перевищення h_i між станцією і пікетними точками за однією з формул:

$$h_i = 0,5 \cdot D_i \cdot \sin 2 v_i + i - l_i \quad (5.6)$$

або

$$h_i = d_i \cdot \operatorname{tg} v_i + i - l_i. \quad (5.7)$$

5. Обчислюють висоти (позначки) пікетних точок за формулою:

$$H_i = H_{cm} + h_i, \quad (5.8)$$

де H_{cm} – висота станції.

У зв'язку з тим, що обчислення в журналі виконуються без контролю необхідна обов'язкова перевірка обчислень другим виконавцем!

На цьому обробка журналу тахеометричної зйомки ситуації і рельєфу ділянки місцевості завершуються.

5.4 Складання топографічного плану ділянки місцевості за даними тахеометричної зйомки

Після завершення обчислень на всіх станціях тахеометричного ходу переходять до складання топографічного плану ділянки, де зображають ситуацію та рельєф місцевості. Нижче поетапно наведені пояснення до виконання робіт зі складання топографічного плану ділянки місцевості за даними тахеометричної зйомки.

1. Розбивка (креслення) координатної сітки. Для побудова плану у заданому масштабі треба передусім нанести за координатами пункти знімальної основи, з яких (або відносно ліній між якими) виконувалося знімання території. Для цього на аркуші креслярського паперу (наприклад, на аркуші паперу формату А3) за допомогою лінійки Ф. В. Дробишева (або масштабної лінійки і циркуля-вимірника) розбивають координатну сітку. Лінії сітки по осях координат оцифровують залежно від масштабу зйомки. По прямокутних координатах наносять на план пункти геодезичних мереж, точки тахеометричних ходів і перевіряють нанесення точок зйомочного обґрунтування по відстанях між ними. Спочатку будують дві взаємно перпендикулярні лінії, тобто прямий кут. Для побудови прямих кутів може бути використаний так званий «єгипетський» трикутник, катети якого становлять 3 та 4 умовні одиниці міри довжини, а гіпотенуза – 5 одиниць (рис. 5.5). Сторони такого трикутника описується рівністю: $3^2 + 4^2 = 5^2$.

Отже, якщо на горизонтальній поверхні між двома точками A і B (рис. 5.5) відкласти відрізок завдовжки 4 умовні одиниці, а після цього з його кінців прокреслити дві дуги з радіусами 3 (з точки A) та 5 (з точки B) умовних одиниць, то вони перетнуться в деякій точці C .

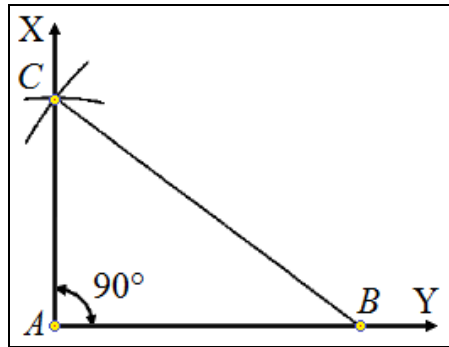


Рисунок 5.5 – Схема побудови прямого кута
(пояснення наведені у тексті)

Далі, якщо з'єднати точки A , B і C прямими лініями, то в точці A утвориться точний прямий кут, а лінії AB та AC будуть осями координат X та Y прямокутної системи координат.

Щоб забезпечити належну точність і зручність у подальшій роботі на плані спочатку викреслюють сітку квадратів (з сторонами 10×10 см), яку і називають координатною сіткою.

Щоб визначити розміри аркуша паперу для побудови плану треба з відомості координат точок тахеометричного ходу вибрати максимальне та мінімальне значення абсциси і ординати, наприклад, маємо: $x_{\min} = 262,06$ м, $x_{\max} = 732,60$ м, $y_{\min} = 305,66$ м, $y_{\max} = 809,31$ м.

Отже, вздовж осі абсцис наша ділянка простягається з півдня на північ на: $732,60 - 262,06 = 470,54$ м, а вздовж осі абсцис з заходу на схід – на: $809,31 - 305,66 = 503,65$ м.

Нехай треба побудувати план у масштабі $1:2\,000$. В цьому масштабі лінія на плані, довжина якої дорівнює 1 см, відповідатиме довжині лінії на місцевості 20 м.

Оскільки наша ділянка простягається з півдня на північ на 470,54 м, а з заходу на схід на 503,65 м, то на топографічному плані по осі X вона займе: $470,54 / 20 = 23,53$ см, а по осі Y : $503,65 / 20 = 25,18$ см, відповідно.

Для побудови плану такої ділянки місцевості потрібен аркуш паперу, довжина якого буде більше 23,53 см, а ширина – більше 25,18 см.

В обчисленнях не враховується розмір написів зверху та знизу плану. Для оформлення плану зверху та знизу, з правої та лівої сторін потрібно приблизно по 5 см. З урахуванням цього розміри аркуша плану мають бути такими: ширина не менше 36 см і довжина не менше ніж 29 см. Отже, для побудови плану такої ділянки потрібен аркуш білого паперу формату А3 з розмірами $29,7 \times 42,0$ см.

Для побудови координатної сітки широко застосовується спеціальна лінійка Ф. В. Дробишева. Існують велика і мала лінійки.

Великою лінійкою можна побудувати сітку квадратів розміром 80×60 см, а малою – розміром 50×50 см. Ці лінійки розроблено на принципі «єгипетського» трикутника з сторонами 3, 4 та 5 умовних одиниць міри довжини або 6, 8 та 10 умовних одиниць.

Оскільки розміри планшетів прямокутного розграфлення аркушів планів масштабу $1:5\,000$ – 40×40 см, а масштабів $1:2\,000$, $1:1\,000$, $1:500$ – 50×50 см, то для створення топографічних планів достатньо малої лінійки Ф. В. Дробишева (рис. 5.6).

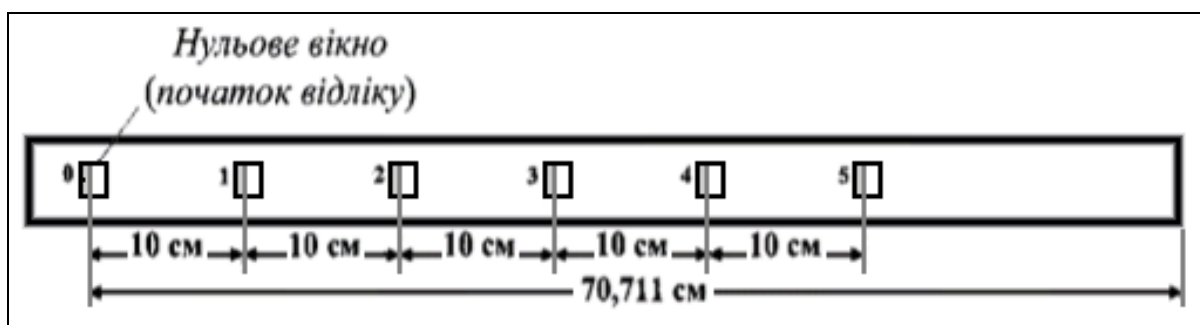


Рисунок 5.6– Мала лінійка Ф. В. Дробишева

Мала лінійка Ф. В. Дробишева має шість вікон прямокутної форми, позначених 0, 1, 2, 3, 4, 5 (рис. 5.6).

Правий кінець лінійки віддалений від початкової точки (початку відліку або нульового вікна) на 70,711 см. Ця величина є гіпотенузою великого квадрата з стороною 50 см. Ліві кінці в кожному вікні, верхній край і правий кінець лінійки скошені. Посередині скошеної частини лівого кінця нульового вікна лінійки вигравіювано штрих. Перетин скошеного краю нульового вікна з цим штрихом і є початком відліку лінійки. Скошений край нульового вікна лінійки є прямою лінією, а скошені краї вікон 1, 2, 3, 4, 5 та правого кінця лінійки є дугами радіусами 10 см, 20 см, 30 см, 40 см, 50 см та 70,744 см відповідно з центром кіл у початку відліків.

Такою лінійкою можна побудувати і сітку квадратів з розмірами 30×40 см.

Нижче наведений опис послідовності побудови координатної сітки квадратів з розмірами 50×50 см (рис. 5.7).

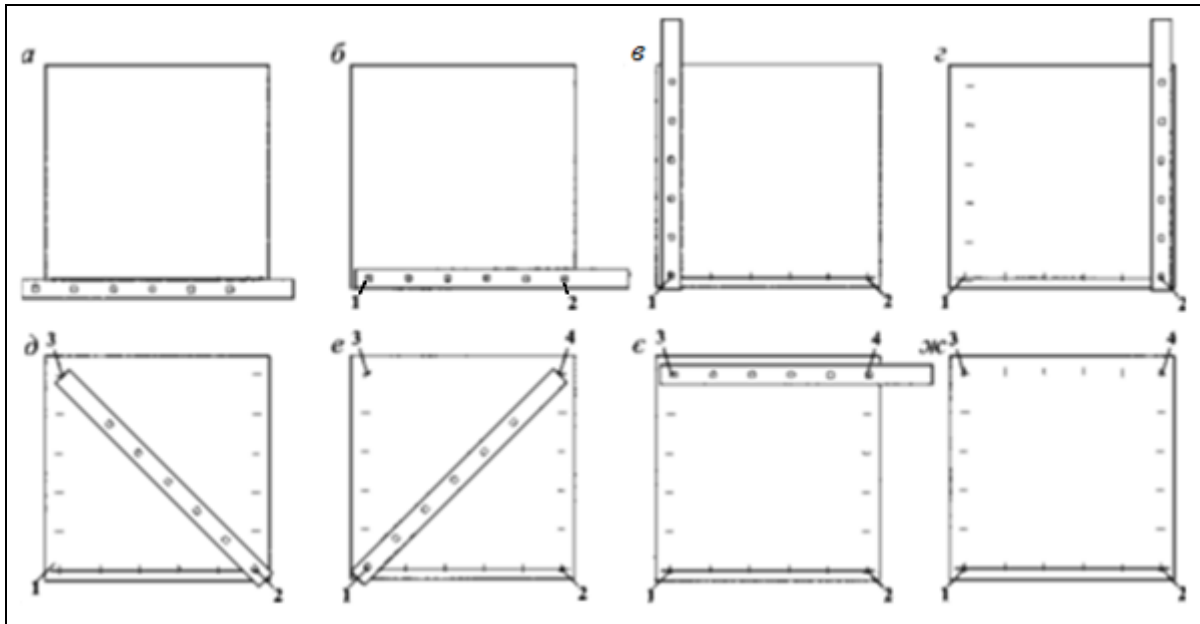


Рисунок 5.7 – Послідовність побудови координатної сітки за допомогою малої лінійки Ф. В. Дробишева (пояснення позначень у тексті)

Лінійку кладуть паралельно до нижнього краю аркуша креслярського паперу (рис. 5.7, а), і на відстані приблизно 5 см від нього прокреслюють вздовж скошеного верхнього краю лінійки добре загостреним олівцем (середньої твердості) лінію. Потім лінійку накладають на цю лінію так, щоб лінію було видно посередині віконець лінійки (рис. 5.7, б), а скошений край нульового вікна був на відстані приблизно 5 см від лівого краю паперу та прокреслюють олівцем вздовж скошених країв віконець лінійки шість штрихів. Так отримують на прокресленій лінії дві крайні точки майбутньої координатної сітки (ліву і праву), відстань між якими 50 см. Позначають їх наступним чином: ліву – 1, а праву – 2 (рис. 5.7, б).

Повертають лінійку на 90° (для цього можна використати трикутник) і встановлюють точку початку відліку (штрих у нульовому вікні) на перетині лівого штриха з прокресленою лінією (рис. 5.7, в). Прокреслюють вздовж скошених країв вікон лінійки шість штрихів.

Далі встановлюють початок відліку лінійки перпендикулярно до прокресленої на аркуші паперу лінії так, щоб точка початку відліку на лінійці збігалась з перетином правого крайнього штриха з прокресленою на папері лінією (рис. 5.7, г). Прокреслюють вздовж скошених країв вікон лінійки шість штрихів.

Щоб отримати ще дві верхні крайні точки нашої координатної сітки, лінійку укладають по діагоналі так, щоб початок відліку лінійки опинився у точці перетину правого крайнього штриха з прокресленою на аркуші лінії (точка 2), а скошений край кінця лінійки був на верхньому лівому прокресленому на папері штриху (рис. 5.7, *д*). Потім прокреслюють по скошеному краю кінця лінійки лінію (точка 3). У результаті отримують три вершини квадрата координатної сітки розміром 50 см.

Для побудови четвертої точки сітки лінійку укладають по діагоналі так, щоб точка початку відліку лінійки опинилася у точці 1 (рис. 5.7, *е*), а скошений край кінця лінійки розташувався на верхньому правому штриху. Потім прокреслюють по скошеному краю кінця лінійки лінію (точка 4).

Контролюють правильність побудови точок 3 та 4, тобто віддаль між цими точками повинна дорівнювати 50 см. Для цього лінійку кладуть так, щоб точка початку відліку була у точці 3 (рис. 5.7, *є*), а горизонтальний штрих на середині скошеного краю останнього вікна лінійки був у точці 4.

По скошених краях вікон лінійки прокреслюють штрихи (рис. 5.7, *є*). Якщо прокреслений штрих по скошеному краю останнього вікна лінійки проходить через точку 4 або утворює з попередніми лініями побудови трикутник, найдовша сторона якого не перевищує 0,2 мм, то побудову координатної сітки виконано правильно і за положення точки 4 приймають центр утвореного трикутника. Якщо ж умова не виконується, то побудову координатної сітки повторюють.

Штрихи побудови сітки (рис. 5.7, *ж*) з'єднують прямими лініями.

Викресливши квадрати координатної сітки (рис. 5.8), перевіряють якість (правильність) їх побудови по довжинах сторін і діагоналей кожного з квадратів.

Якість побудови координатної сітки перевіряють наступним чином:

1) циркулем-вимірником вимірюють сторони квадратів, їхні довжини повинні дорівнювати 10 см;

2) циркулем-вимірником вимірюють діагональ будь-якого квадрата координатної сітки, довжина якої має дорівнювати 14,12 см, а далі, прикладаючи циркуль-вимірник до діагоналей інших квадратів сітки, перевіряють, чи всі вони мають однакову довжину.

Розходження довжин діагоналей або сторін квадратів координатної сітки не повинні перевищувати 0,2 мм.

Якщо умова не виконується, знову будують координатну сітку.

Важливо під час побудови олівець, яким викреслюється координатна сітка, тримати весь час перпендикулярно до паперу, а вістря цього олівця краще загострювати «лопаткою».

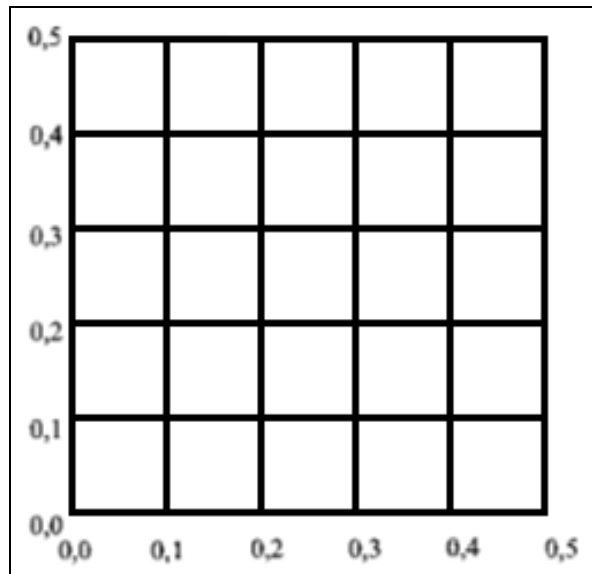


Рисунок 5.8 – Координатна сітка для побудови топографічного плану масштабу 1:1 000

Сітку квадратів оцифровують, тобто показують, яким віддалям від початку координат відповідають горизонтальні та вертикальні лінії сітки. При довільній системі координат координатна сітка має оцифровку, яка відповідає зменшеній (згідно з масштабом плану чи карти) прямокутній системі координат.

Лінії координатної сітки треба оцифровувати згідно з координатами пунктів, які будуть нанести на топографічний план або карту певного масштабу та номенклатури. Наприклад, складаючи план масштабу 1:1 000, координатну сітку підписують через 100 м (рис. 5.8), крайні лінії сітки підписують числом, яке кратне 0,5 км (тобто 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 км і т. д.).

Слід зазначити, що розроблені й інші методи побудови координатної сітки. Найпростіший та найпоширеніший – з використанням шаблонів на тонких металевих пластинах з бронзи або алюмінію (рис. 5.9), на яких пробито круглі отвори так, що між центрами отворів є сторони квадратів координатної сітки.

До шаблону додається спеціальний пристрій, вістря висувної голки якого примусово збігається з центром пробитого на планшеті отвору. Наклавши на папір планшет, за допомогою цього пристрою наколюють центри отворів планшета на папір. Залишається тільки з'єднати отвори на папері прямими лініями.

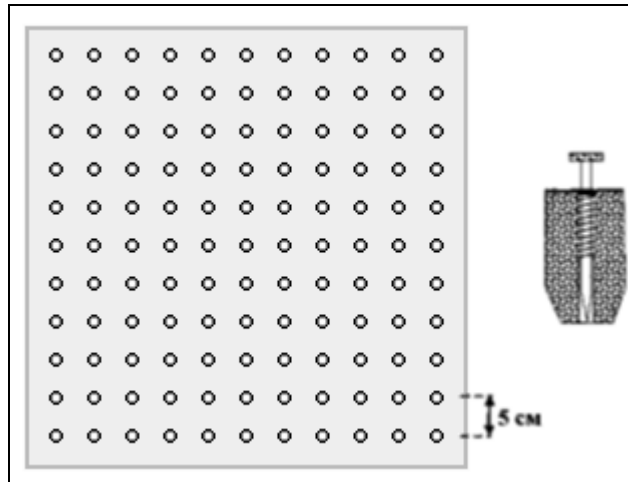


Рисунок 5.9 – Шаблон (ліворуч) і пристрій (праворуч) для побудови сітки квадратів розміром 5×5 см та 10×10 см

Ще досконалішим приладом для побудови координатної сітки є координатограф (рис. 5.10), в якому є дві взаємно перпендикулярні лінійки з поділками 0,2 мм, одна з яких може рухатися вздовж осі X. На цій рухомій лінійці з такими ж поділками вздовж осі Y розташована голка, яка, переміщаючись, може наколювати на папері точки у вершинах квадратів.

Координатографами можна не тільки будувати сітки квадратів, але й наносити на план точки з відомими координатами. Координатографи можуть автоматично будувати координатні сітки і наносити за значеннями координат точки на план за допомогою спеціальних програм на ПК.

Координатограф (рис. 5.10) складається з станини (С), на якій наглухо прикріплена лінійка з розподілами (XX), яка відповідає осі абсцис (x). Уздовж осі абсцис пересувається каретка, що несе на собі лінійку (YY), яка відповідає осі ординат (y). По осі ординат рухається мала каретка (М), на якій укріплена голка для наколювання точок.

Автоматичний електронний координатограф крім зазначеного вище додатково має лічильно-вирішальний пристрій і пульт управління. Така система забезпечує можливість за результатами обчислень прямокутних координат на лічильно-вирішальному пристрої наносити вузлові точки і автоматично викреслювати або гравірувати лінії координатної сітки.

2. Нанесення на план точок тахеометричного ходу. Перевіривши правильність побудови координатної сітки, за допомогою прямокутних координат наносять на план вершини тахеометричного ходу та інші точки, координати яких обчислені.

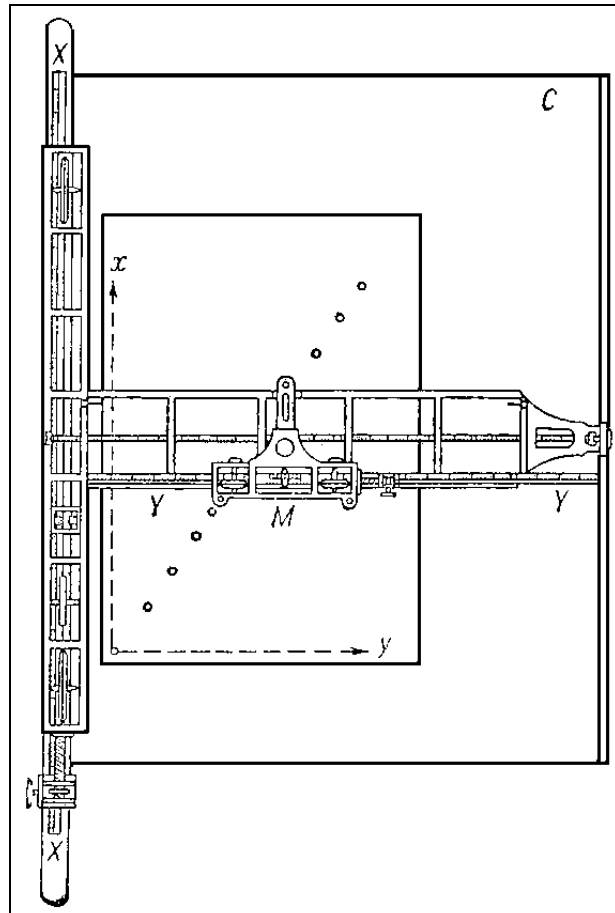


Рисунок 5.10 – Схема координатографа
(пояснення позначень у тексті)

Для нанесення точки спочатку необхідно за її координатами x та y встановити квадрат, у якому має міститися ця точка, а потім від південно-західного кута квадрата з координатами x_0 та y_0 вздовж його сторін відкласти різниці координат точки і кута квадрата Δx та Δy :

$$\Delta x = x - x_0 \quad \text{та} \quad \Delta y = y - y_0. \quad (5.9)$$

Наприклад, якщо для точки A (рис. 5.11) $x = +538,37$ м, $y = +637,42$ м, а довжина сторони квадрата за заданого масштабу плану дорівнює 200 м, то на сторонах цього квадрата від південно-західного кута (з координатами $x_0 = 400$ м, $y_0 = 600$ м) потрібно буде відкласти наступні різниці координат точки і кута квадрата: вверх – $\Delta x = +538,37 - 400 = 138,37$ м, у правий бік – $\Delta y = 637,42 - 600 = 37,42$ м. З'єднавши паралельними до сторін квадрату лініями нанесені на план точки, отримаємо на їх перетині шукану точку A .

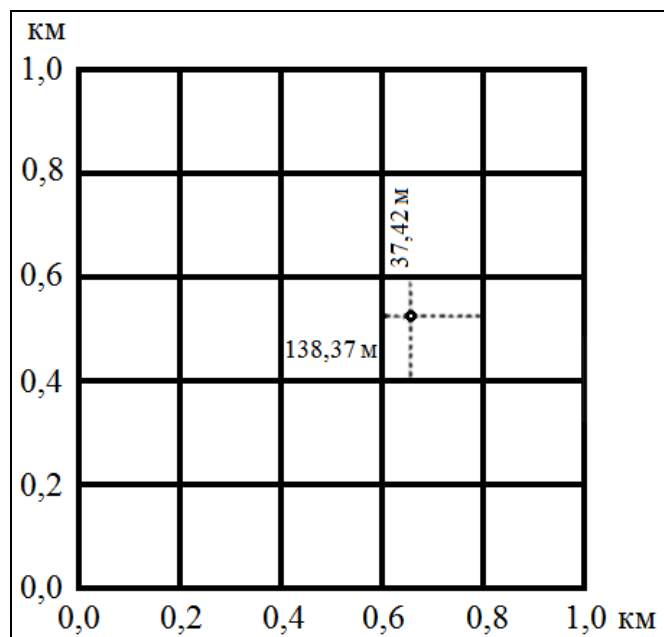


Рисунок 5.11 – Нанесення точки за прямокутними координатами на топографічний план масштабу 1:2 000 (пояснення позначень у тексті)

Нанести точку за її координатами на план можна іншим способом:

- спочатку відкласти на західній (лівій) і східній (правій) сторонах квадрата різницю ординат, тобто відрізок 138,37 м (див. рис. 5.11);
- з'єднати ці дві точки, прокресливши між ними лінію;
- на цій лінії, відклавши від лівої сторони квадрата у правий бік відстань 37,42 м, одержимо положення точки *A* м (див. рис. 5.11).

Аналогічно виконують побудову всіх інших точок тахеометричного ходу, для яких обчислені прямокутні координати.

Кожну точку наколюють голкою діаметром 0,1 мм і позначають умовним знаком «точки планових знімальних мереж (тривалого закріплення)» (рис. 5.12), тобто розрахованих на тривале зберігання.

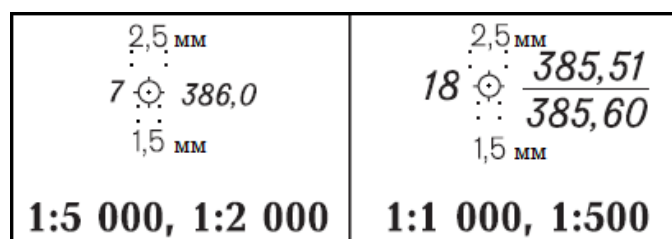


Рисунок 5.12 – Умовне позначення та розміри точок планових знімальних мереж (тривалого закріплення) на планах різних масштабів (пояснення позначень у тексті)

Ліворуч підписують номер точки (наприклад, 7) або назву точки (якщо вона найменована), а праворуч – висоту (позначку) центра точки та поверхні землі до десятих або сотих часток метра (в залежності від вимог технічного проекту). Якщо різниця позначок центру пункту та поверхні землі менше ніж 0,1 м, то на плані підписують тільки позначку центра.

Правильність нанесення всіх точок перевіряють наступним чином:

1 – вимірюють за допомогою циркуля-вимірника та поперечного масштабу віддаль між тільки що нанесеною і попередньою точками;

2 – порівнюють цю довжину з довжиною горизонтальної проекції, що відповідає цій лінії, виміряній на місцевості.

Розходження довжин не повинно перевищувати 0,2 мм у масштабі плану. Наприклад, для плану масштабу 1:2 000 це розходження не повинно перевищувати 4 м.

3. Нанесення на план рейкових точок. Нанесення на план рейкових точок роблять полярним способом за допомогою геодезичного транспортира з масштабною лінійкою (рис. 5.13) або тахеографа (рис. 5.14).

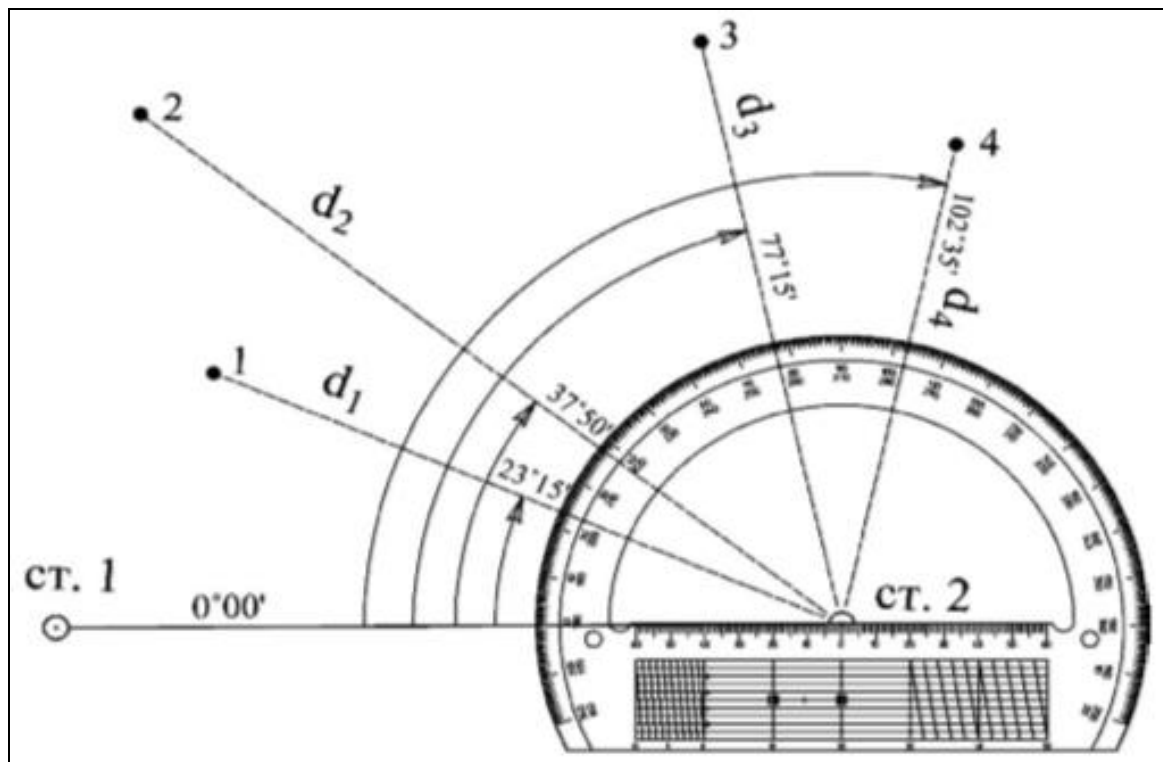


Рисунок 5.13 – Схема нанесення на топографічний план рейкових точок тахеометричної зйомки полярним способом за допомогою геодезичного транспортира та масштабної лінійки (пояснення позначень у тексті)

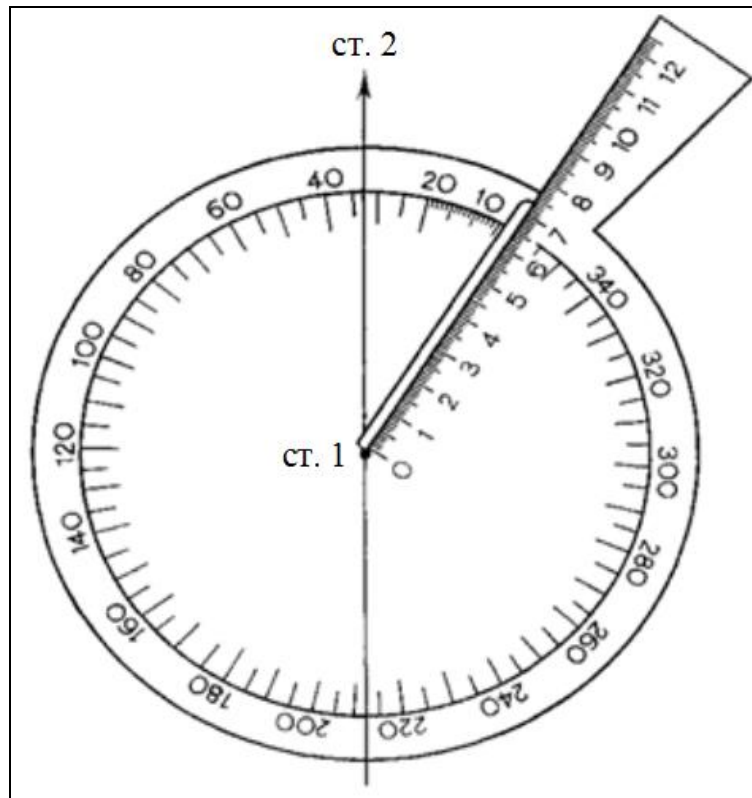


Рисунок 5.14 – Тахеограф

Центр геодезичного транспортира (нульовий штрих на його лінійці) сполучають зі станцією знімання, наприклад, зі ст. 2 (рис. 5.13). Нульову поділку транспортира (0°) орієнтують на вихідний напрямок, наприклад, на ст. 1. Відраховують за годинниковою стрілкою виміряний при зніманні горизонтальний кут між вихідною лінією і напрямком на рейкову точку тахеометричного знімання, наприклад, $23^\circ 15'$ на точку 1. Вздовж даного напрямку (від ст. 2 на т. 1) в масштабі плану відкладають горизонтальне прокладення d_1 , користуючись вимірником і лінійкою поперечного масштабу на транспортирі. Таким чином отримують положення на плані шуканої рейкової точки 1, а потім інших рейкових точок тахеометричного знімання. Праворуч від всіх рейкових точок у вигляді звичайного дробу підписують їхні номери і висоти (позначки) до 0,01 м, взяті з журналу тахеометричного знімання.

Тахеограф (рис. 5.14) є круговим транспортиром з своєю лінійкою з прозорого матеріалу (целулоїду), по колу якого нанесені поділки через $30'$, причому оцифрування ділень виконане проти ходу годинникової стрілки. Уздовж нульового радіусу розташована міліметрова шкала лінійки з початковим штрихом в центрі круга, в якому закріплена голка.

Для нанесення рейкової точки центр круга тахеографа поєднують з точкою станції на плані. Потім поворотом диска поєднують початковий напрям на плані з відліком, рівним полярному куту на знімальну точку. Далі по лінійці відкладають в масштабі плану відповідну полярну відстань (горизонтальне прокладення) і наколюють точку. Далі, як і при роботі з геодезичним транспортиром, праворуч від нанесених на план рейкових точок підписують їхні номери і висоти (позначки).

4. Нанесення на план ситуації та викреслювання контурів і предметів місцевості. Після нанесення на план усіх точок ділянки, що мають відомі координати, з використанням прийнятих умовних знаків у відповідності до абрисів тахеометричного знімання на план наносять ситуацію, позначають контури і предмети місцевості, знімання яких виконувалось під час прокладання теодолітних ходів.

Способи нанесення точок ситуації на план застосовують залежно від способів виконання зйомки. Під час нанесення ситуації горизонтальні кути будують за допомогою транспортира, а довжини ліній – за допомогою циркуля-вимірника та поперечного масштабу. Ситуація викреслюється на папері (плані або карті) олівцем в умовних знаках заданого масштабу, а потім наводиться тушшю. Далі, зробивши необхідні надписи відповідними шрифтами та розмірами, отримують план ділянки місцевості.

При нанесенні ситуації, знятої *способом перпендикулярів*, від лінії знімальної основи за допомогою прямокутних трикутників відкладають відстані x та y до кожної точки у масштабі плану.

При нанесенні ситуації, знятої *способом куткових засічок* на плані транспортиром будують виміряні кути від лінії знімальної основи і на перетині отриманих напрямків знаходять положення шуканої точки.

При нанесенні ситуації, знятої *способом лінійних засічок* циркулем роблять засічку довжинами виміряних ліній у масштабі плану і на перетині отримують шукану точку.

При нанесенні ситуації, знятої *способом створів* у масштабі плану відкладають за створом лінії виміряні відрізки.

5. Викреслювання на плані горизонталей. З використанням позначок рейкових точок, користуючись методом графічної інтерполяції, проводять горизонталі.

Інтерполяція – процес побудови горизонталей на плані або карті, що полягає в знаходженні на плані або карті за напрямком між двома точками місцевості з відомими висотами проєкцій точок на площині із січенням між ними, яке дорівнює висоті перерізу рельєфу (рис. 5.15).

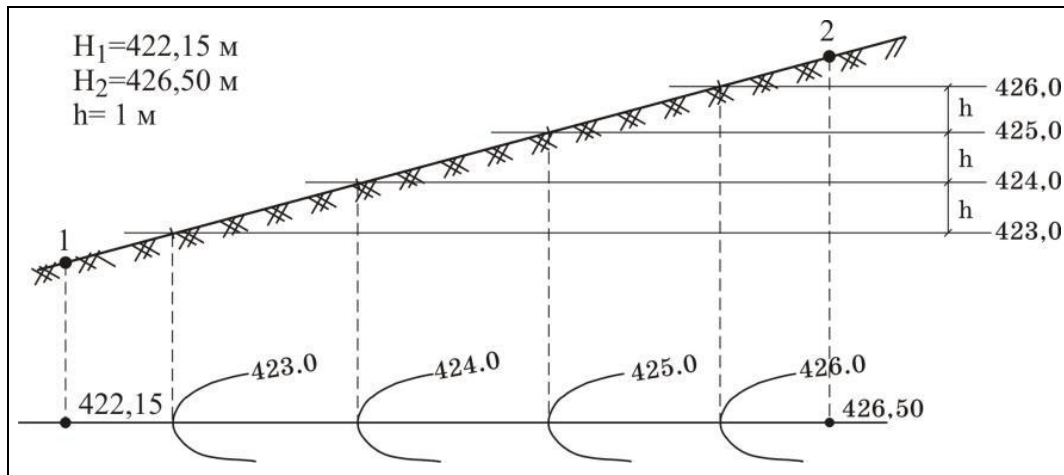


Рисунок 5.15 – Схема визначення на площині точок, що задають розташування горизонталей

Інтерполяцію виконують тільки по тих напрямках, які позначені на абрисі зйомки стрілками.

Існують різні способи інтерполяції. Одним з найпоширеніших є *графічний спосіб*, який здебільшого виконується за допомогою лінійної палетки (рис. 5.16).

Лінійна палетка – це аркуш прозорого паперу, на якому проведені паралельні лінії з інтервалом 5-10 мм між ними. На кожній лінії палетки підписують значення висоти (позначки) горизонталі обов'язково кратне висоті перерізу рельєфу, наприклад, 420,0, 421,0, ..., 427,0 (див. рис. 5.16).

Палетку накладають на лінію, за якою виконується інтерполяція, і задають їй такий поворот, щоб точки з відомими висотами (позначками) розташовувались між паралельними лініями, відповідно до значень своїх висот (на рис. 5.16 – точка 1 з висотою 422,15 м та точка 2 з висотою 426,50 м). Переколюють на план точки перетину ліній палетки з лінією інтерполювання та підписують олівцем їх висоти. Аналогічні операції виконують за іншими лініями.

Точки з однаковими висотами з'єднують плавними кривими, отримуючи таким чином горизонталі. Основні горизонталі на плані (карті) повинні мати товщину 0,12-0,15 мм, а потовщені – 0,25-0,30 мм. Потовщені горизонталі з висотами кратними 5 або 10 підписують (позначають їх висоту), при цьому верх чисел треба направляти у бік підвищення висоти місцевості. На характерних вигинах горизонталей викреслюють *бергштрихи* – короткі штрихи, за допомогою яких показують напрямки схилів (рис. 5.17).

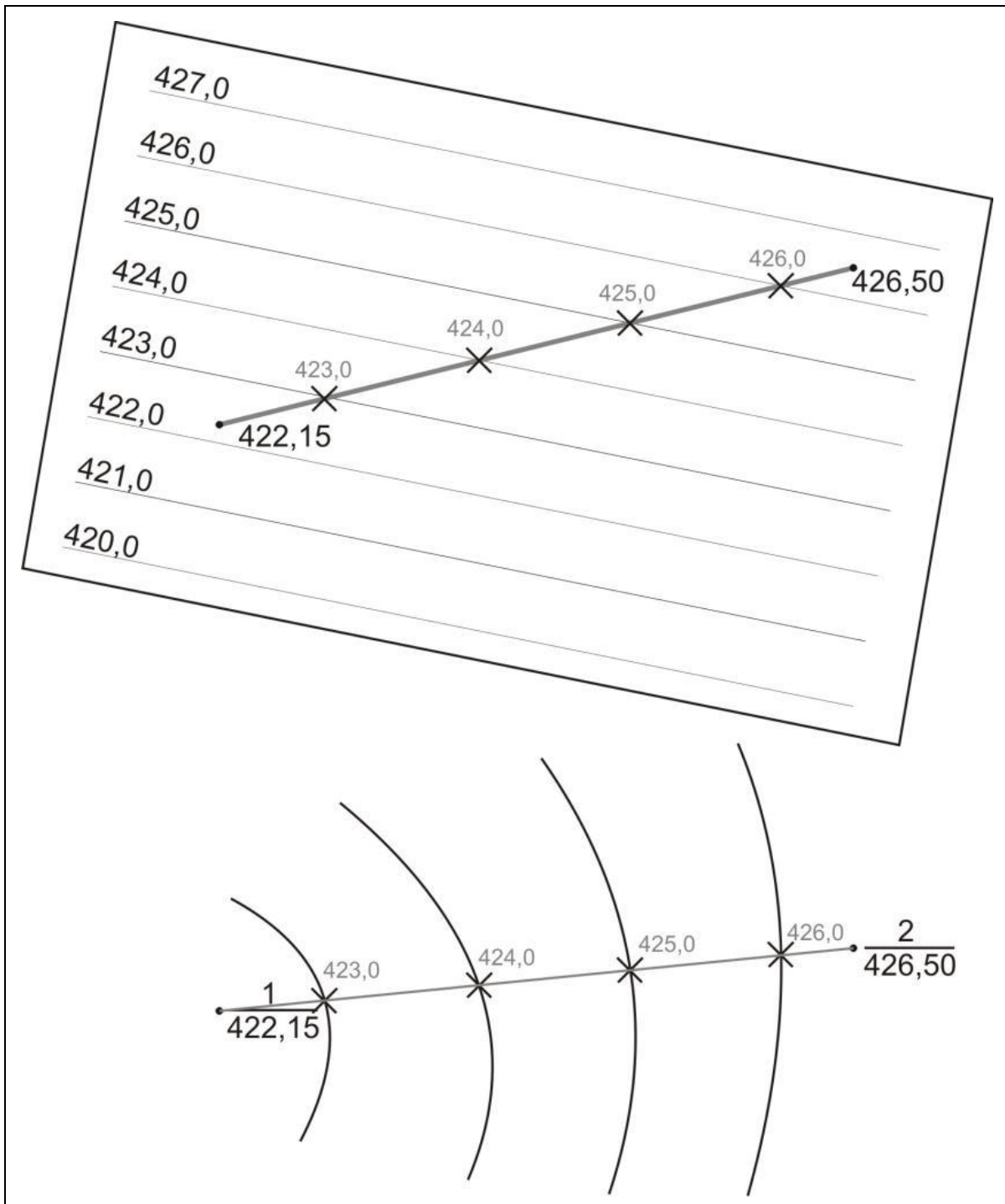


Рисунок 5.16 – Схема графічної інтерполяції горизонталей на плані (карті) за допомогою лінійної палетки

6. Редагування плану ділянки місцевості. Виконання редагування плану полягає у видаленні зайвих підписів точок у місцях їх скупчення і там, де вони заважають показу ситуації (див. рис. 5.18-5.21). Ситуацію, рельєф і позарамкове оформлення топографічного плану або карти (рис. 5.22) викреслюють (наводять) тушшю, **згідно з вимогами до умовних знаків [28]**.

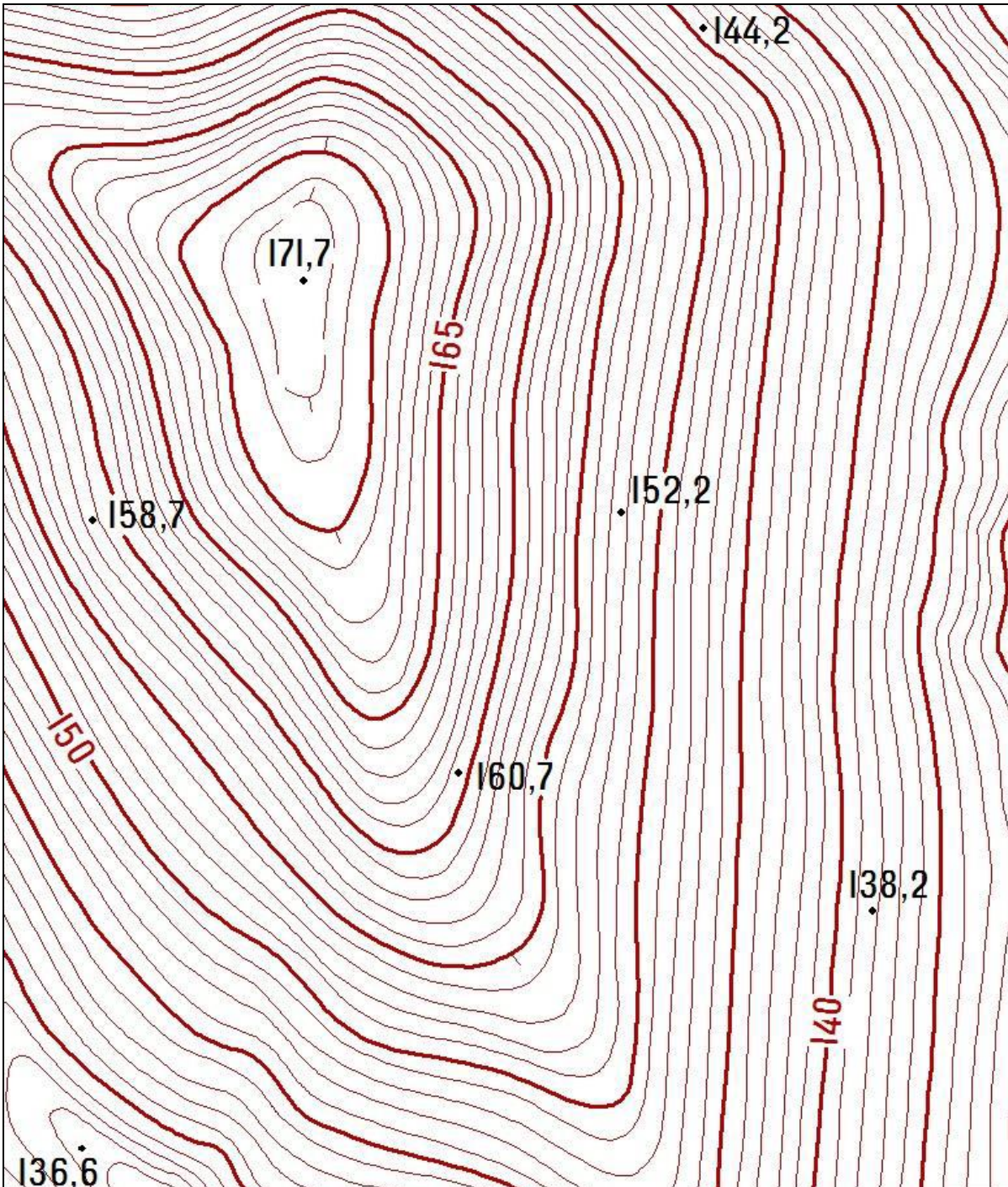


Рисунок 5.17 – Фрагмент плану з відображенням горизонталей

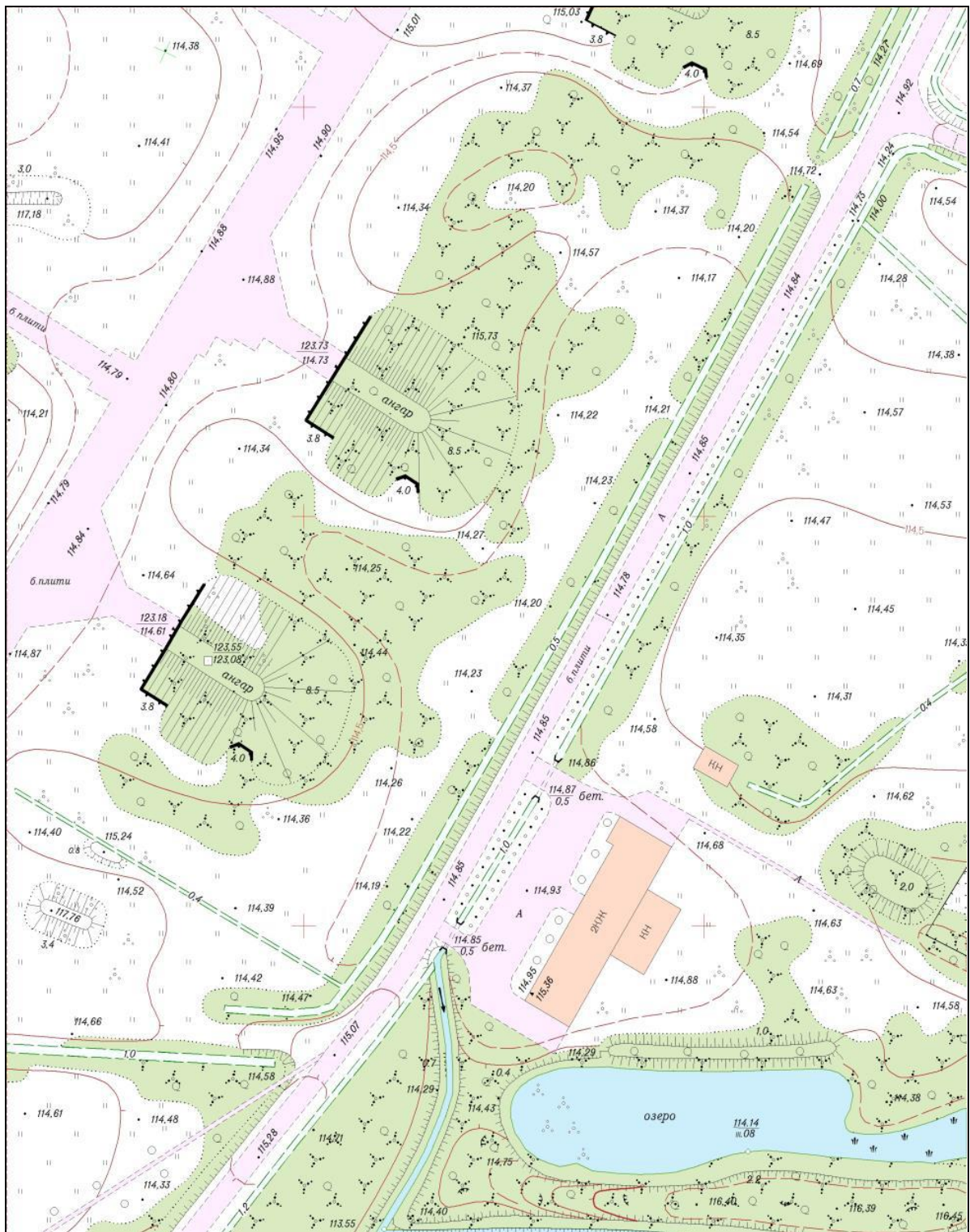


Рисунок 5.19 – Фрагмент топографічного плану масштабу 1:1 000

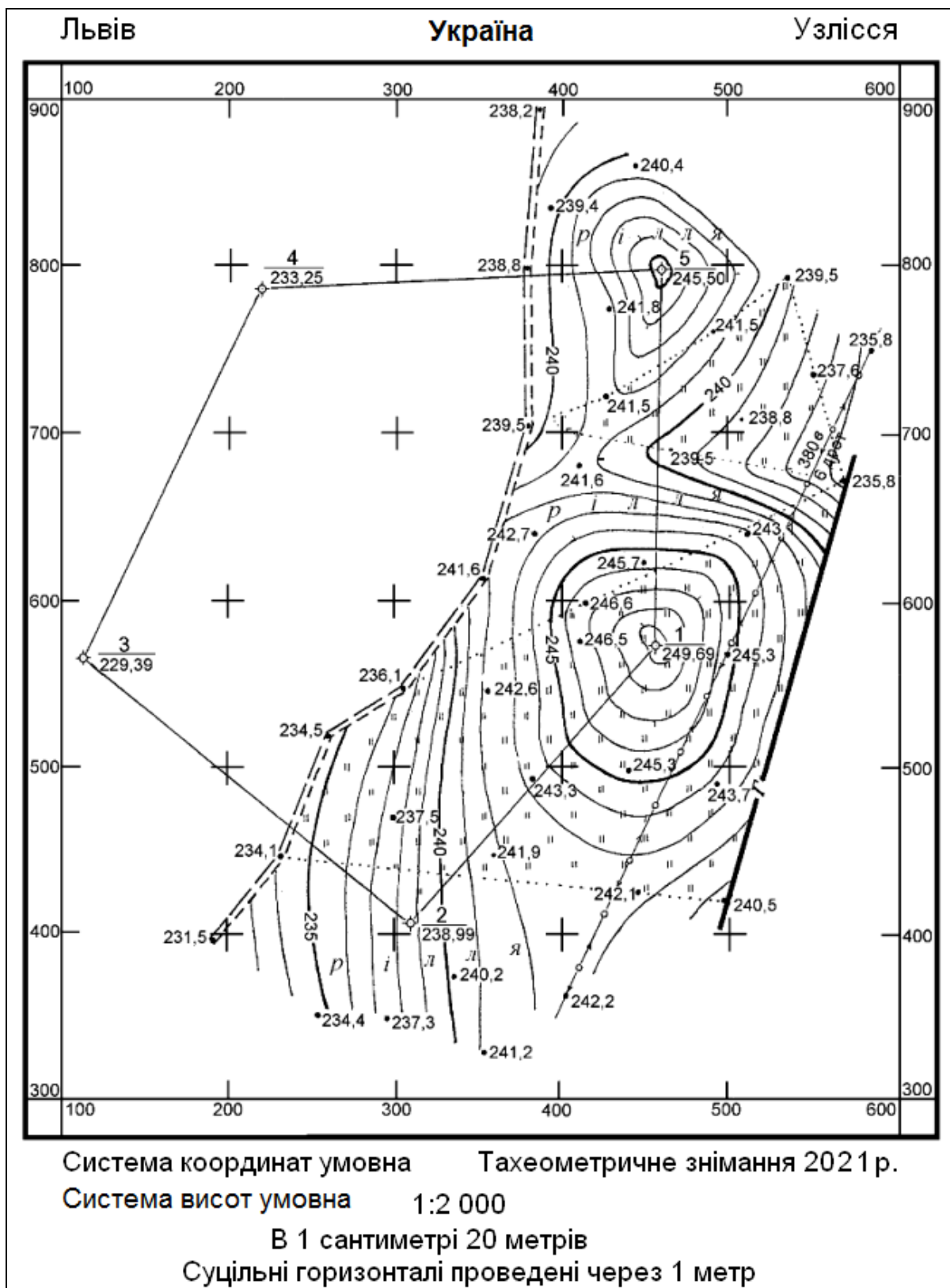


Рисунок 5.20 – Фрагмент топографічного плану масштабу 1:2 000, побудованого за даними тахеометричної зйомки

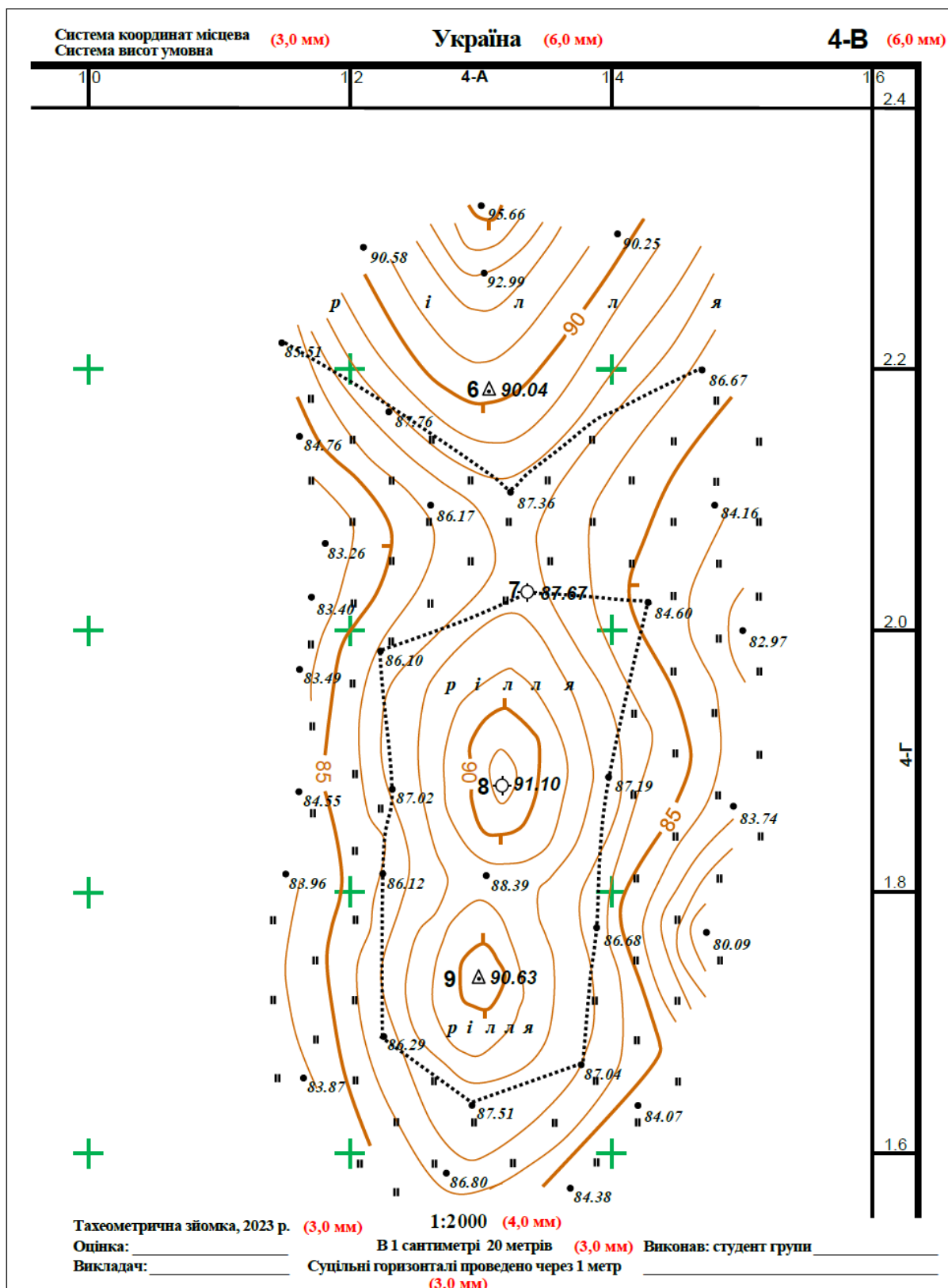


Рисунок 5.21 – Приклад оформлення на практиці топографічного плану масштабу 1:2 000 за даними тахеометричної зйомки ділянки місцевості:
 (3,0 мм), (4,0 мм), (6,0 мм) – висота тексту в міліметрах (на плані не вказується!)

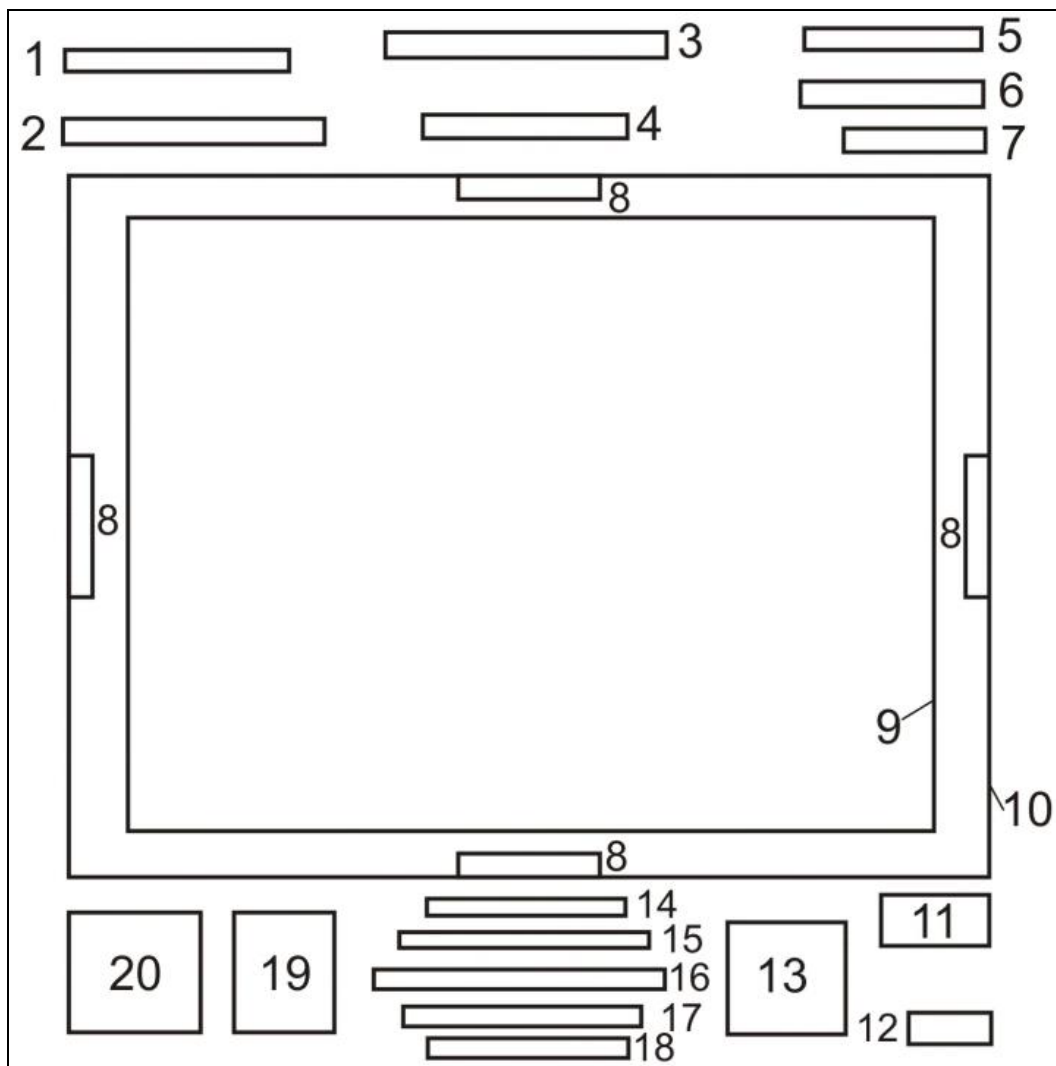


Рисунок 5.22 – Загальна схема позарамкового оформлення аркуша топографічного плану (топографічної карти):

- 1 – система координат; 2 – назва республіки та області, територія яких зображена на аркуші; 3 – назва відомства, що підготувало і видало план; 4 – назва найбільш значного населеного пункту на зображеній території; 5 – гриф плану; 6 – номенклатура аркуша плану; 7 – рік видання плану; 8 – номенклатура сусідніх аркушів плану; 9 – внутрішня рамка; 10 – зовнішня рамка; 11 – рік і вид знімання, за даними якого складений план; 12 – виконавці; 13 – графік закладень; 14 – числовий масштаб; 15 – іменований масштаб; 16 – лінійний масштаб; 17 – висота перерізу рельєфу; 18 – система висот; 19 – схема взаємного розташування осьового, істинного та магнітного меридіанів; 20 – дані про схилення магнітної стрілки та зближення меридіанів в будь-якій точці на цьому аркуші

Звітний матеріал до розділу 5:

1) розділ звіту з навчальної практики «5 Тахеометрична зйомка і побудови топографічного плану» з наступними матеріалами:

– журнал тахеометричної зйомки (див. **Додаток Г**), у тому числі з схемами (абрисами) тахеометричних зйомок для всіх станцій;

– топографічний план ділянки місцевості (див. приклад на рис. 5.21);

2) щоденник практики, заповнений за 10-й, 11-й, 12-й та 13-й робочі дні.

6 СКЛАДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ

Вимоги до оформлення звіту з навчальної практики.

За матеріалами виконаних робіт кожна бригада оформляє звіт, до складу якого входять журнали польових вимірювань і заповнені бланкові матеріали, креслення, відомості обчислень. Крім того, додані до звіту матеріали мають супроводжуватись пояснювальною запискою, яка коротко відображає методичні вимоги при виконанні робіт (з посиланням на відповідну літературу, зокрема і на ці методичні вказівки) та фактичні умови й особливості проведення конкретних видів робіт і вимірювань.

Всі матеріали звіту нумерують і зшивають в одну папку згідно з змістом звіту, який розміщується на його початку після титульного листа (див. **Додаток Е**).

До звіту прикладається щоденник бригади, в якому повинні бути відображені відомості про склад бригади, інструктаж і залік з правил техніки безпеки, участь студентів бригади у всіх видах робіт, зміст і обсяг робіт, виконаних бригадою кожного робочого дня.

Правила оформлення звіту з навчальної практики.

1. Текст звіту оформлюють на аркушах формату А4 (210×297 мм), книжкова орієнтація, поля: зверху та знизу – 20 мм, ліворуч – 30 мм, праворуч – 15 мм. Кожне креслення оформлюється згідно з методичними вимогами до них на аркушах білого або міліметрового паперу форматів: А2 (420×594 мм), А3 (297×420 мм), А4 (210×297 мм).

2. Заголовки структурних елементів звіту та заголовки розділів розташовують у середині рядків без крапок наприкінці, не підкреслюють. Заголовки підрозділів починають з абзаців, не підкреслюють, без крапки у кінці. Відстань між заголовком і текстом повинна бути у два рядки.

3. Не слід розміщувати назву розділу або підрозділу наприкінці сторінки, якщо після неї залишається один-два рядки тексту.

4. Сторінки слід нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації. Номер сторінки проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці. Титульний лист вводять до загальної нумерації сторінок звіту, але номер сторінки на цьому аркуші не ставлять.

5. Ілюстрації (у тому числі, креслення) та таблиці розміщують на окремих сторінках, вводячи їх до загальної нумерації. Вони розміщуються безпосередньо після тексту, в якому вперше йдеться про них. На всі ілюстрації та таблиці повинні бути посилання в тексті звіту.

6. Під час оформлення посилань слід писати: «...у розділі 1...», «...див. підрозділ 1.2...», «...на рис. 2.2» або «...на рис. 7.1-7.3...», «...у табл. 5.2», «...за формулою (6.2)...» або «...за формулами (7.3)-(7.5)...», «...у рівняннях (3.1)-(3.5)...», «...у додатку А...», «...згідно з вимогами п. 2 методичних вказівок [11]...», «...була використана література [3]-[8]...».

7. Журнали (книжки) польових вимірювань і заповнені бланкові матеріали розміщуються безпосередньо після сторінки, в тексті якої вперше йдеться про них. Вони не вводяться до загальної нумерації. На всі журнали (книжки) польових вимірювань і заповнені бланкові матеріали повинні бути посилання в тексті звіту.

Перелік посилань на літературу чи інші джерела інформації та/або даних наводять у кінці тексту звіту з нової сторінки в тому порядку, в якому вони вперше згадуються в тексті з оформленням згідно з вимогами ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання» [12].

Звітний матеріал до розділу 8:

- 1) титульний аркуш звіту, вступ, висновки, використана література, додатки до звіту тощо;
- 2) повністю оформлений і зшитий звіт з навчальної практики.
- 3) щоденник практики, заповнений за 14-й, 15-й, 16-й, 17-й та 18-й робочі дні.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Гриб О. М., Гращенко Т. В. Робоча програма навчальної практики ППЗ.19 «Топографія з основами картографії» з дисципліни ППЗ.13 «Топографія з основами картографії» для студентів 3-го курсу денної та 4-го курсу заочної форм навчання, спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій», перший (бакалаврський) рівень вищої освіти. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2022. 12 с. Електронний ресурс. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/10748/>.
2. Гриб О. М., Гращенко Т. В. Силлабус навчальної дисципліни «Топографія з основами картографії» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» (освітньо-професійна програма «Землеустрій та кадастр»). Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2023. 27 с. Електронний ресурс. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11640/>.
3. Інструкція № 67. Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2006. 11 с.
4. Інструкція № 68. Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2006. 11 с.
5. Інструкція про надання першої допомоги потерпілим при нещасних випадках. Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2009. 3 с.
6. Шмидт С. В. Техника безопасности при гидрологических работах. Ленинград : Гидрометеиздат, 1961. 176 с.
7. Пам'ятка з безпеки життєдіяльності для студента. Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2007. 25 с.
8. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ-88) / Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР : Справочное пособие. М. : Недра, 1991. 303 с.
9. Гриб О. М., Гращенко Т. В. Топографія з основами картографії : конспект лекцій. Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2023. 250 с.
10. Гриб О. М., Гращенко Т. В. Методичні вказівки до практичних робіт з навчальної дисципліни «Топографія з основами картографії» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій». Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2023. 160 с. Електронний ресурс. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11636/>.
11. Гриб О. М., Гращенко Т. В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Топографія з основами картографії» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій». Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2023. 100 с. Електронний ресурс. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/11637/>.
12. ДСТУ 3008-2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016, 31 с. URL: <http://aphd.ua/v-ukrani-nabuv-chynnosti-dstu-83022015-pro-oformlennia-bibliorafichnykh-posylan/> (дата звернення: 16.02.2023).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ратушняк Г. С. Топографія з основами картографії : Навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2003. 208 с.
2. Артамонов Б. Б., Штангрет В. П. Топографія з основами картографії : Навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2008. 248 с.
3. Стукальський В. П., Шаргар О. М. Геодезія : Навч. посіб. Одеса : ВМВ, 2013. 560 с.
4. Калинич І. В., Ничвид М. Р., Калинич І. І. Топографія : Лабораторний практикум. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2020. 176 с.
5. Кравців С. С. Войтків П. С., Кобелька М. В. Картографія : Навч. посіб. (2-е вид., виправлене і доповнене). Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2020. 191 с.
6. Хаєцький Г. С., Стефанков Л. І. Картографія з основами топографії. Частина І. Топографія : Навч. посіб. Вінниця : ВДПУ, 2014. 132 с.
7. Хаєцький Г. С., Стефанков Л. І. Картографія з основами топографії. Частина ІІ. Картографія : Навч. посіб. Вінниця : ВДПУ, 2014. 147 с.
8. Лахоцька Е. Я. Картографія : Конспект лекцій. Ужгород : УжНУ, 2015. 77 с.
9. Лахоцька Е. Я., Калинич І. В. Лабораторний практикум до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Картографія» : Навч. посіб. Ужгород : УжНУ, 2015. 84с.
10. Лахоцька Е. Я., Калинич І. В. Картографія : Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Ужгород : УжНУ, 2021. 47с.
11. Запара Л. Г. Конспект лекцій з курсу «Картографія з основами топографії». Харків : ХНАМГ, 2011. 54 с.
12. Косенко Т. В. Геотроніка та маркшейдерська справа: Частина І. Геотроніка: Лабораторний практикум : Навч. посіб. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. 70 с.
13. Шевченко Р. Ю. Картографія: Електронний підручник. Київ : ЦНМВ «Кий», 2015. 230 с.
14. Лахоцька Е. Я. Основи картографії : Навч. посіб. Ужгород : УжНУ, 2017. 79 с.
15. Островський А. Л., Мороз О. І., Тарнавський В. Л. Геодезія. Ч. 2: Підручник. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2007. 508 с.
16. Дарчук К. В., Мельник А. А. Топографія з основами геодезії : Навч. посіб. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. 148 с.

17. Лозинський В. В. Топографічна карта : Навч.-метод. посіб. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 56 с.

18. Кривошесєв А. М., Приходько А. І., Петренко В. М., Сергієнко Р. В. Військова топографія: Навч. посіб. Суми: Видавництво СумДУ, 2010. 281 с.

19. Ковальчук В. В. Топографія з основами картографії. Методичні вказівки до практичних занять. Луцьк: ЛНТУ, 2011. 116 с.

20. Костюк В. С. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з освітньої компоненти «Картографія з основами топографії». Житомир : Житомирський державний ун-т ім. Івана Франка, 2021. 25 с.

21. Тельнов В. Г. Геодезія : навч. пос. Дніпро : НТУ, 2019. 317 с.

22. Топографо-геодезична та картографічна діяльність: Законодавчі та нормативні акти. В 2-х частинах. Ч.1. Вінниця: Антекс, 2000. 408 с.

23. Топографо-геодезична та картографічна діяльність: Законодавчі та нормативні акти. В 2-х частинах. Ч.2. Вінниця: Антекс, 2002. 656 с.

24. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) (затверджено наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 9 квітня 1998 р. № 56). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text> (дата звернення: 16.02.2023).

25. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (затверджено наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 24 січня 1994 р. № 3). URL: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3101> (дата звернення: 16.02.2023).

26. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 (затверджено наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 31 грудня 1999 р. № 156). URL: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3201> (дата звернення: 16.02.2023).

27. Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 4 вересня 2013 р. № 661). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-2013-%D0%BF> (дата звернення: 16.02.2023).

28. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Київ : Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001. 221 с. Введені в дію з 01.01.2002 р. URL: https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/umovni_znaky_500-5000.pdf (дата звернення: 16.02.2023).

29. Колодеев Є. І., Гриб О. М. Лабораторний практикум з геодезії: Навч. посіб. / Одеса : Екологія, 2007. 68 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/347/> (дата звернення: 16.02.2023).

30. Гриб О. М. Геодезія та картографія : Конспект лекцій. Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2017. 102 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/310/> (дата звернення: 16.02.2023).

31. Гриб О. М., Балан Г. К., Гращенко Т. В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Топографо-геодезичні дослідження водних екосистем». Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2020. 124 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/7135/> (дата звернення: 16.02.2023).

32. Гриб О. М. Топографо-геодезичні дослідження водних екосистем. Навчальна практика: Навч. посіб. Одеса : Од. держ. еколог. ун-т, 2021, 76 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9050/> (дата звернення: 16.02.2023).

33. Лозинський В. В. Топографічні знімання ділянок місцевості : Навч.-метод. посіб. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 39 с.

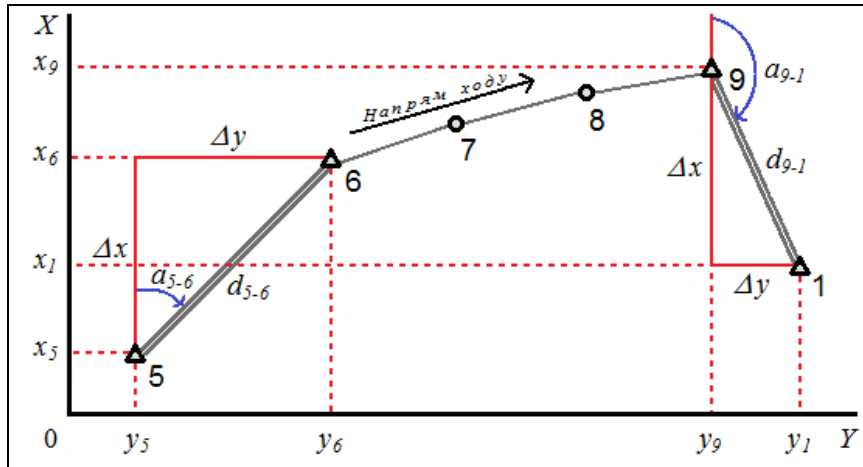
ДОДАТКИ

Додаток А.

Приклад розв'язання обернених геодезичних задач для тахеометричного ходу

Вихідні дані: $x_5 = -250,00$ м, $y_5 = -2000,00$ м, $x_6 = -118,12$ м, $y_6 = -1792,19$ м,
 $x_9 = -574,08$ м, $y_9 = -1803,95$ м, $x_1 = -731,39$ м, $y_1 = -2089,11$ м.

Розрахункова схема:



Знайти: a_{5-6} , d_{5-6} , a_{9-1} , d_{9-1} .

Розрахункові формули:

$$\operatorname{tg} a_{\text{поч.-кінц.}} = (y_{\text{кінц.}} - y_{\text{поч.}}) / (x_{\text{кінц.}} - x_{\text{поч.}}) = \Delta y / \Delta x;$$

$$d_{\text{поч.-кінц.}} = \Delta y / \sin a_{\text{поч.-кінц.}} = \Delta x / \cos a_{\text{поч.-кінц.}}$$

Результати розрахунків:

| Послідовність дій | Лінія 5-6 | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| | Елементи формул | Результати обчислень | Елементи формул | Результати обчислень |
| 1 | y_6 | -1792,19 | x_6 | -118,12 |
| 2 | y_5 | -2000,00 | x_5 | -250,00 |
| 3 | Δy | +207,81 | Δx | +131,88 |
| 4 | $\operatorname{tg} a_{5-6}$ | 1,575751 | a_{5-6} | 57°36' |
| 5 | $\sin a_{5-6}$ | 0,844328 | $\cos a_{5-6}$ | 0,535827 |
| 6 | d_{5-6} | 246,12 | d_{5-6} | 246,12 |

| Послідовність дій | Лінія 9-1 | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| | Елементи формул | Результати обчислень | Елементи формул | Результати обчислень |
| 1 | y_1 | -2089,11 | x_1 | -731,39 |
| 2 | y_9 | -1803,95 | x_9 | -574,08 |
| 3 | Δy | -285,16 | Δx | -157,31 |
| 4 | $\operatorname{tg} a_{9-1}$ | 1,812726 | a_{9-1} | 211°07' |
| 5 | $\sin a_{9-1}$ | 0,875605 | $\cos a_{9-1}$ | 0,483028 |
| 6 | d_{9-1} | 325,67 | d_{9-1} | 325,67 |

Додаток Б.
Приклад схеми тахеометричного ходу

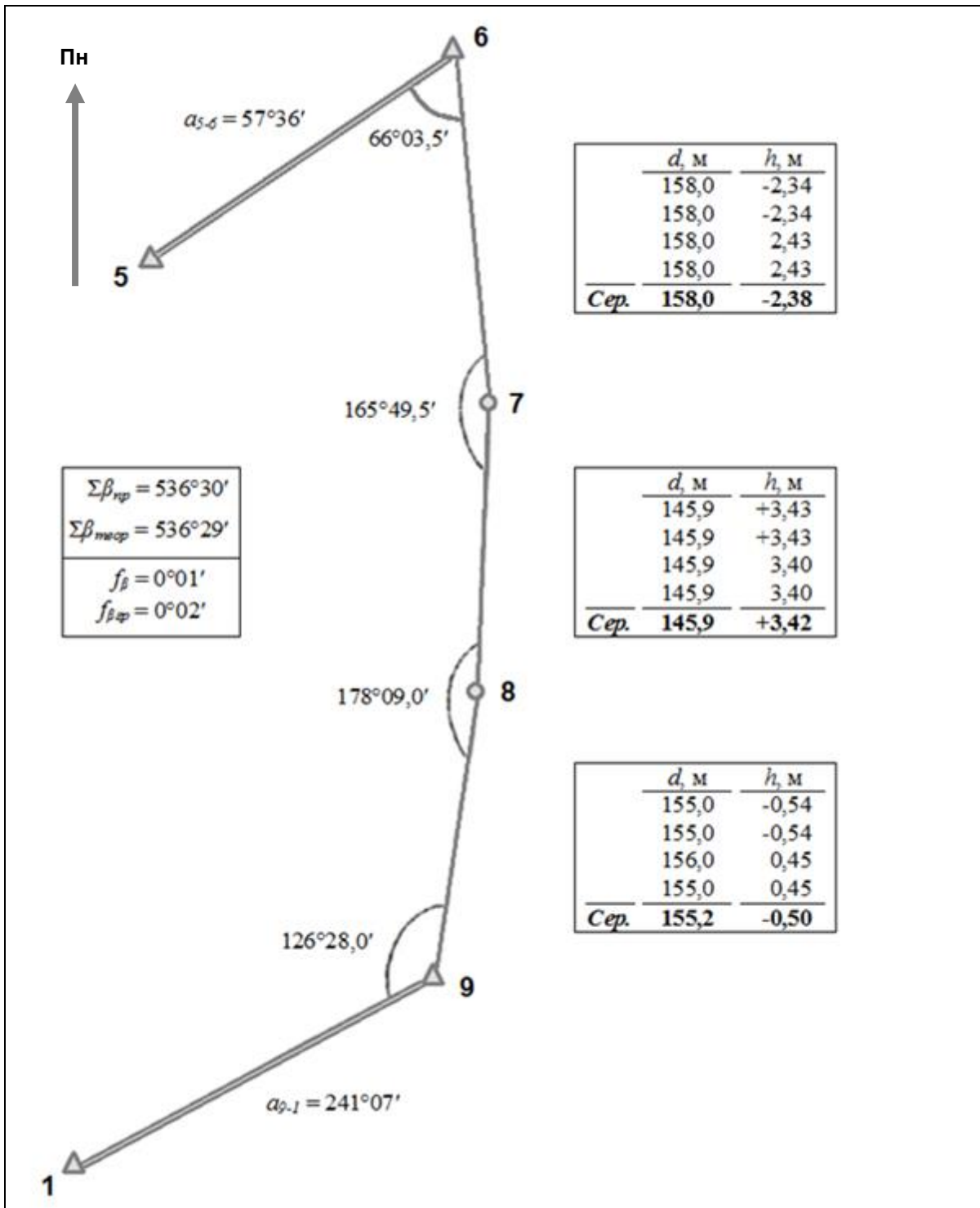


Рисунок Б.1 – Схема тахеометричного ходу

Додаток В.

Приклад обчислення координат станцій тахеометричного ходу

Таблиця В.1 – Відомість обчислення координат станцій тахеометричного ходу

| Номера вершин (станцій) ходу | Кути, ° ′ | | Дирекційні кути ліній ходу, $\alpha_j, \text{ }^\circ \prime$ | Довжини ліній (горизонтальні прокладення), $d_j, \text{ м}$ | Прирости координат, м | | | | Координати, м | |
|---------------------------------|---|---|---|--|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|
| | виміряні (прямі), $\beta_{i\text{пр}}$ | виправлені, $\beta_{i\text{випр}}$ | | | обчисленні | | виправлені | | | |
| | | | | | $\Delta X_{j\text{обч}}$ | $\Delta Y_{j\text{обч}}$ | $\Delta X_{j\text{випр}}$ | $\Delta Y_{j\text{випр}}$ | X_i | Y_i |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 5 | | | 57°36′ | | | | | | | |
| 6 | $-0,5'$ 66°03,5′ | 66°03,0′ | | | | | | | -118,1 | -1792,2 |
| | | | 171°33′ | 158,0 | $-0,2$ -156,3 | $+0,1$ +23,2 | -156,5 | +23,3 | | |
| 7 | $-0,5'$ 165°49,5′ | 165°49,0′ | | | | | | | -274,6 | -1768,9 |
| | | | 185°44′ | 145,9 | $-0,2$ -145,2 | -14,6 | -145,4 | -14,6 | | |
| 8 | 178°09,0′ | 178°09,0′ | | | | | | | -420,0 | -1783,5 |
| | | | 187°35′ | 155,2 | $-0,2$ -153,9 | -20,5 | -154,1 | -20,5 | | |
| 9 | 126°28,0′ | 126°28,0′ | | | | | | | -574,1 | -1804,0 |
| | | | 241°07′ | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| Сума | 536°30,0′ | 536°29,0′ | 536°29,0′ | 460,1 | -455,4 | -11,9 | -456,0 | -11,8 | -456,0 | -11,8 |
| | $f_\beta = 0^\circ 01,0'$ | $f_{\beta_{\text{зр}}} = 0^\circ 02,0'$ | $f_x = +0,6 \text{ м}$ | | $f_y = -0,1 \text{ м}$ | | $f_{\text{Рабс}} = 0,61 \text{ м}$ | | $f_{\text{Рвідн}} = 1/769$ | |

Послідовність обробки відомості обчислення координат станцій (вершин) тахеометричного ходу

1. У графі **1** вказують номери станцій (вершин) ходу – **5, 6, 7, 8, 9, 1**, а у графі **5** – виміряні довжини ліній (горизонтальні прокладення) d_j (в метрах).

2. У графі **2** записують виміряні (прямі) горизонтальні кути $\beta_{\text{пр}}$, а у графі **4** – виміряні дирекційні кути α сторін (ліній) **5-6** ($\alpha_{5-6} = 57^\circ 36'$) та **9-1** ($\alpha_{9-1} = 241^\circ 07'$).

3. Обчислюють і записують в передостанній строчці відомості суму виміряних (прямих) кутів ходу $\Sigma\beta_{i\text{пр}}$ (в графі **2**) та теоретичну суму кутів ходу $\Sigma\beta_{i\text{теор}}$ (в графі **4**):

$$\Sigma\beta_{i\text{пр}} = 66^\circ 03,5' + 165^\circ 49,5' + 178^\circ 09,0' + 126^\circ 28,0' = 536^\circ 30,0'$$

та

$$\Sigma\beta_{i\text{теор}} = \alpha_{5-6} - \alpha_{9-1} + 180^\circ \cdot n = 57^\circ 36' - 241^\circ 07' + 180^\circ \cdot 4 = 536^\circ 29,0',$$

де n – кількість виміряних кутів ходу ($n = 4$).

4. Обчислюють і записують в останній строчці відомості нев'язку виміряних (прямих) кутів ходу f_{β} :

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_{i\text{ нр}} - \Sigma\beta_{i\text{ теор}} = 536^{\circ}30,0' - 536^{\circ}29,0' = 0^{\circ}01,0'.$$

5. Обчислюють і записують в останній строчці відомості граничну кутову нев'язку ходу $f_{\beta\text{ зр}}$:

$$f_{\beta\text{ зр}} = 1 \cdot n^{0,5} = 1 \cdot 4^{0,5} = 0^{\circ}02,0'.$$

6. Якщо нев'язка виміряних кутів f_{β} не перевищує граничної кутової нев'язки ходу $f_{\beta\text{ зр}}$, тобто $f_{\beta} \leq f_{\beta\text{ зр}}$ (у прикладі: $0^{\circ}01,0' < 0^{\circ}02,0'$), то її розподіляють (додають) із зворотним знаком в кути ходу, використовуючи кутові поправки $\nu_{\beta j}$, які записують у відомість над значеннями виміряних (прямих) кутів *червоним* кольором (див. графу 2). Кутові поправки $\nu_{\beta j}$ визначають (з точністю до 0,5') для всіх кутів ходу за формулою:

$$\nu_{\beta j} = -f_{\beta} / n = -1,0' / 4 = -0,25'.$$

Якщо величина кутових поправок менше $|0,5'|$, то, як правило, їх розподіляють в ті кути, які визначені з точністю 0,5'. З цієї причини у наведеному вище прикладі кутові поправки $\nu_{\beta j} = -0,5'$ внесені лише в кути, які були визначені на станціях 6 та 7 (див. графу 2), а в кути, які були визначені на станціях 8 та 9, кутові поправки не вносилися.

Обов'язково здійснюють контроль правильності розподілу поправок $\nu_{\beta j}$ у кути ходу ($\Sigma\nu_{\beta j} = -f_{\beta} = -1,0'$).

7. Обчислюють і записують у відомість виправлені кути ходу $\beta_{\text{випр}}$ (див. графу 3):

$$\beta_{\text{випр}} = \beta_{i\text{ нр}} + \nu_{\beta j}.$$

Обов'язково виконують контроль правильності обчислення суми виправлених кутів ходу ($\Sigma\beta_{i\text{ випр}} = \Sigma\beta_{i\text{ теор}} = 536^{\circ}29,0'$), а результат записують в передостанню строчку відомості (графа 3).

8. Обчислюють і записують у відомість дирекційні кути сторін (ліній) ходу α_j (див. графу 4):

$$\alpha_{j+1} = \alpha_j + 180^{\circ} - \beta_{i+1\text{ випр}},$$

де $\beta_{i+1\text{ випр}}$ – виправлене значення кута між j -ю та $(j+1)$ -ю сторонами.

Контролем правильності обчислення дирекційних кутів сторін (ліній) ходу α_j є повторне отримання дирекційного кута сторони 9-1 ($\alpha_{9-1} = 241^{\circ}07'$).

9. Обчислюють (з точністю до 0,1 м) і записують у відомість прирости координат станцій (вершин) ходу $\Delta X_{j\text{ обч}}$ (див. графу 6) та $\Delta Y_{j\text{ обч}}$ (див. графу 7):

$$\Delta X_{j\text{ обч}} = d_j \cdot \cos \alpha_j$$

та

$$\Delta Y_{j\text{ обч}} = d_j \cdot \sin \alpha_j,$$

де d_j – виміряні довжини сторін (ліній) ходу (горизонтальні прокладення), м;

α_j – значення дирекційних кутів, $^{\circ}$ (хвилини переводять в частки градуса).

10. Обчислюють і записують в передостанній строчці відомості суми обчислених приростів координат $\Sigma\Delta X_{j\text{ обч}}$ (графа 6) та $\Sigma\Delta Y_{j\text{ обч}}$ (графа 7) і суми теоретичних приростів координат $\Sigma\Delta X_{j\text{ теор}}$ (графа 10) та $\Sigma\Delta Y_{j\text{ теор}}$ (графа 11) станцій (вершин) ходу:

$$\Sigma\Delta X_{j\text{ обч}} = -156,3 + (-145,2) + (-153,9) = -455,4 \text{ м,}$$

$$\Sigma\Delta Y_{j\text{ обч}} = +23,2 + (-14,6) + (-20,5) = -11,9 \text{ м,}$$

$$\Sigma\Delta X_{j\text{ теор}} = X_{\text{кін}} - X_{\text{поч}} = X_9 - X_6 = -574,1 - (-118,1) = -456,0 \text{ м,}$$

$$\Sigma\Delta Y_{j\text{ теор}} = Y_{\text{кін}} - Y_{\text{поч}} = Y_9 - Y_6 = -1804,0 - (-1792,2) = -11,8 \text{ м.}$$

11. Обчислюють і записують в останній строчці відомості лінійні нев'язки ходу f_x (внизу графі 6) та f_y (внизу графі 7) за осями координат X та Y відповідно:

$$f_x = \Sigma \Delta X_{j \text{ обч}} - \Sigma \Delta X_{j \text{ теор}} = -455,4 - (-456,0) = +0,6 \text{ м}$$

та

$$f_y = \Sigma \Delta Y_{j \text{ обч}} - \Sigma \Delta Y_{j \text{ теор}} = -11,9 - (-11,8) = -0,1 \text{ м.}$$

12. Обчислюють і записують в останній строчці відомості абсолютну лінійну нев'язку ходу $f_{P \text{ абс}}$:

$$f_{P \text{ абс}} = (f_x^2 + f_y^2)^{0,5} = (+0,6^2 + (-0,1)^2)^{0,5} = 0,61 \text{ м.}$$

13. Обчислюють і записують в останній строчці відомості відносну нев'язку ходу $f_{P \text{ відн}}$:

$$f_{P \text{ відн}} = f_{P \text{ абс}} / P = 0,61 / 460,1 = 0,0013 = 1/769,$$

де P – довжина (периметр) ходу, м ($P = \Sigma d_j = 158,0 + 145,9 + 155,2 = 460,1$ м).

14. Якщо відносна нев'язка ходу $f_{P \text{ відн}}$ не перевищує її граничного значення $f_{P \text{ зр}}$ (при вимірюванні довжин ліній ходу нитковим віддалеміром $f_{P \text{ зр}} = 1/350 = 0,0028$), тобто $f_{P \text{ відн}} \leq f_{P \text{ зр}}$ (у прикладі: $0,0013 < 0,0028$), то лінійні нев'язки f_x та f_y розподіляють, відповідно, по осях X та Y в усі прирости координат ходу, шляхом обчислення (з точністю до 0,1 м) та введення поправок $v_{\Delta X_j}$ (числа *червоного* кольору в графі 6) та $v_{\Delta Y_j}$ (числа *червоного* кольору в графі 7), величини яких пропорційні довжинам сторін (ліній) ходу d_j , а знак – зворотній до знаку відповідних нев'язок f_x та f_y , які визначаються за формулами:

$$v_{\Delta X_j} = -d_j \cdot f_x / P \quad \text{та} \quad v_{\Delta Y_j} = -d_j \cdot f_y / P.$$

Якщо величина поправок менше 0,1 м, то, як правило, їх вводять в ті прирости координат ходу, довжини ліній яких є найбільшими. З цієї причини у наведеному вище прикладі поправка $v_{\Delta Y_j} = +0,1$ м (див. графу 7) внесена лише в прирости координат ходу $\Delta Y_{j \text{ обч}}$ між станціями 6 та 7, а в прирости координат ходу між станціями 7 та 8 і між станціями 8 та 9 поправки не вносилися.

15. Обчислюють і записують у відомість виправленні прирости координат $\Delta X_{j \text{ випр}}$ (див. графу 8) та $\Delta Y_{j \text{ випр}}$ (див. графу 9):

$$\Delta X_{j \text{ випр}} = \Delta X_{j \text{ обч}} + v_{\Delta X_j} \quad \text{та} \quad \Delta Y_{j \text{ випр}} = \Delta Y_{j \text{ обч}} + v_{\Delta Y_j}.$$

Для контролю правильності визначення виправлених приростів координат станцій (вершин) ходу обчислюють і записують в передостанній строчці відомості їх суми $\Sigma \Delta X_{j \text{ випр}}$ (графа 8) та $\Sigma \Delta Y_{j \text{ випр}}$ (графа 9), які мають дорівнювати сумам теоретичних приростів координат станцій (вершин) ходу, записаних в передостанній строчці відомості $\Sigma \Delta X_{j \text{ теор}}$ (графа 10) та $\Sigma \Delta Y_{j \text{ теор}}$ (графа 11).

16. З використанням $\Delta X_{j \text{ випр}}$ та $\Delta Y_{j \text{ випр}}$ і вихідних координат початкової станції 6 ($X_6 = -118,1$ м, $Y_6 = -1792,2$ м) обчислюють і записують у відомість координати інших станцій (вершин) ходу X_i (див. графу 10) та Y_i (див. графу 11):

$$X_i = X_{i-1} + \Delta X_{j \text{ випр}} \quad \text{та} \quad Y_i = Y_{i-1} + \Delta Y_{j \text{ випр}},$$

де $\Delta X_{j \text{ випр}}$ та $\Delta Y_{j \text{ випр}}$ – прирости координат, відповідно, між $i-1$ -ю та i -ю станціями ходу; X_{i-1} та Y_{i-1} – координати $i-1$ -ої станції (вершини) ходу.

Контролем правильності обчислення координат станцій (вершин) ходу X_i та Y_i є отримання вихідних координат кінцевої станції 9: $X_9 = -574,1$ м, $Y_9 = -1804,0$ м.

Отримані у відомості координати станцій тахеометричного ходу використовують для креслення топографічного плану ділянки місцевості.

Додаток Г.
Приклад обчислення висот станцій тахеометричного ходу

Таблиця Г.1 – Відомість обчислення висот станцій тахеометричного ходу

| Номера станцій | Горизонтальне прокладення сторони ходу (довжина лінії ходу), d , м | Середні перевищення, h , м | Поправки в середні перевищення, δ_h , м | Виправлені перевищення, $h_{випр}$, м | Висоти (позначки) станцій, H , м |
|----------------|--|------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 6 | | | | | 90,04 |
| | 158,0 | -2,38 | +0,02 | -2,36 | |
| 7 | | | | | 87,68 |
| | 145,9 | +3,42 | +0,01 | +3,43 | |
| 8 | | | | | 91,11 |
| | 155,2 | -0,50 | +0,02 | -0,48 | |
| 9 | | | | | 90,63 |
| | $P = 460,1$ м | $\Sigma h = +0,54$ м | $\Sigma \delta_h = +0,05$ м | $\Sigma h_{випр} = +0,59$ м | $\Sigma h_{теор} = +0,59$ м |

Гранична нев'язка $f_{h_{тр}}$ тригонометричного нівелювання в тахеометричному ході, при вимірюванні віддалей (довжин ліній) нитковим віддалеміром з відносною похибкою 1:350:

$$f_{h_{тр}} = 0,04 \cdot P / (100 \cdot n^{0,5}) = 0,04 \cdot 460,1 / (100 \cdot 3^{0,5}) = +0,10626 \approx +0,11 \text{ м,}$$

де P – довжина (периметр) ходу, м ($P = \Sigma d = 158,0 + 145,9 + 155,2 = 460,1$ м);

n – кількість сторін ходу ($n = 3$).

Фактична нев'язка f_h у середніх перевищеннях h , визначених при тригонометричному нівелюванні в тахеометричному ході:

$$f_h = \Sigma h - \Sigma h_{теор} = 0,54 - 0,59 = -0,05 \text{ м,}$$

де $\Sigma h_{теор}$ – теоретична нев'язка ходу, м ($\Sigma h_{теор} = H_9 - H_6 = 90,63 - 90,04 = +0,59$ м);

Σh – сума середніх перевищень ходу, м ($\Sigma h = h_{6-7} + h_{7-8} + h_{8-9} = -2,38 + 3,42 + (-0,50) = +0,54$ м).

Враховуючи, що умова $|f_h| \leq |f_{h_{тр}}|$ виконана, тобто $|-0,05 \text{ м}| < |+0,11 \text{ м}|$, з протилежним знаком обчислюються поправки в середні перевищення δ_h між станціями ходу:

– між станціями 6 та 7: $\delta_{h_{6-7}} = -f_h \cdot d_{6-7} / P = -(-0,05) \cdot 158,0 / 460,1 = +0,017 \approx +0,02$ м;

– між станціями 7 та 8: $\delta_{h_{7-8}} = -f_h \cdot d_{7-8} / P = -(-0,05) \cdot 145,9 / 460,1 = +0,016 \approx +0,01$ м;

– між станціями 8 та 9: $\delta_{h_{8-9}} = -f_h \cdot d_{8-9} / P = -(-0,05) \cdot 155,2 / 460,1 = +0,017 \approx +0,02$ м.

Контроль правильності обчислення поправок в середні перевищення δ_h :

$$\Sigma \delta_h = +0,05 \text{ м} = -f_h = -(-0,05 \text{ м}) = +0,05 \text{ м.}$$

Обчислюються виправлені перевищення $h_{випр}$:

– між станціями 6 та 7: $h_{6-7, випр} = h_{6-7} + \delta_{h_{6-7}} = -2,38 + (+0,02) = -2,36$ м;

– між станціями 7 та 8: $h_{7-8, випр} = h_{7-8} + \delta_{h_{7-8}} = +3,42 + (+0,01) = +3,43$ м;

– між станціями 8 та 9: $h_{8-9, випр} = h_{8-9} + \delta_{h_{8-9}} = -0,50 + (+0,02) = -0,48$ м.

Контроль правильності обчислення виправлених середніх перевищень $h_{випр}$:

$$\Sigma h_{випр} = h_{6-7, випр} + h_{7-8, випр} + h_{8-9, випр} = -2,36 + 3,43 + (-0,48) = +0,59 \text{ м.}$$

Обчислюють висоти станцій H тахеометричного ходу:

– для станції 7: $H_7 = H_6 + h_{6-7, випр} = 90,04 + (-2,36) = 87,68$ м;

– для станції 8: $H_8 = H_7 + h_{7-8, випр} = 87,68 + (+3,43) = 91,11$ м;

– для станції 9: $H_9 = H_8 + h_{8-9, випр} = 91,11 + (-0,48) = 90,63$ м.

Контролем правильності обчислення висот станцій ходу H є отримання вихідної висоти кінцевої станції: $H_9 = 90,63$ м.

Отримані у відомості висоти (позначки) станцій тахеометричного ходу використовують для креслення топографічного плану ділянки місцевості.

**Додаток Д.
Журнал тахеометричної зйомки**

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

**ЖУРНАЛ
тахеометричної зйомки
ділянки місцевості**

Розпочато: 26.04.20 р.

Закінчено: 27.04.20 р.

Теодоліт: 2Т30П, зав. № 11654.

Мірна стрічка (рулетка): ЛЗ-20, зав. № 0012.

Обробку виконав:

студ. групи _____
(група)

(прізвище, ім'я, по-батькові)

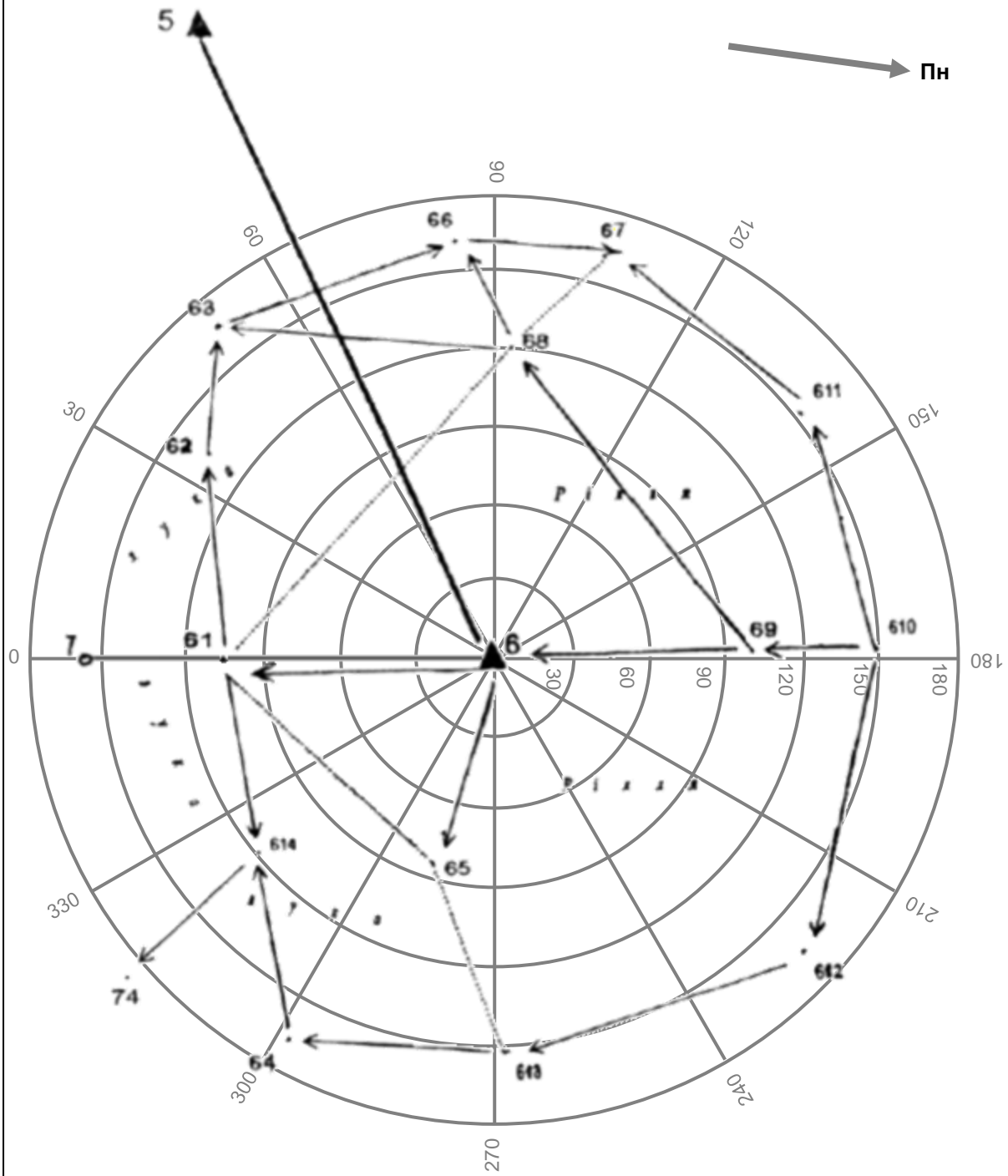
Одеса – 20____

Дата: 26.04.20 р. Теодоліт: 2Т30П, зав. № 11654. Погода: ясно. Вітер: слабкий.
 Спостерігач: Т. В. Гращенкова. Зображення: чітке. Записав і обчислив: _____.

(П. І. Б. студ.)

| Номера станцій та пікетів | Відліки | | | Кут нахилу, $\nu, \text{ }^\circ \text{ '}$, $\nu = MO - КП$ або $\nu = KL - MO$ | Горизонтальне прокладення, $d = K \cdot n \cdot \cos^2 \nu, \text{ м}$ | Перевищення $h = d \cdot \text{tg } \nu + i - l, \text{ м}$ | Висота, $H = H_{cm} + h, \text{ м}$ | Примітка |
|---|-----------------------------|---|---|---|---|--|--|---------------------|
| | з рейки, $n, \text{ см}$ | з горизонтального круга, $\text{ }^\circ \text{ '}$ | з вертикального круга, $\text{ }^\circ \text{ '}$ | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Назва станції: 6. Коефіцієнт віддалеміра: $K = 100$. Висота приладу: $i = 1,43 \text{ м}$. Орієнтовано на станцію: 7. Місце нуля: $MO = +0^\circ 02'$. Висота станції: $H_{cm} = 90,04 \text{ м}$. | | | | | | | | |
| КП | | | | | | | | |
| 5 | – | 254°16' | – | – | – | – | – | |
| 7 | 158 | 188°13' | +0°53' | -0°51' | 158,0 | -2,34 | 87,70 | |
| Величина горизонтального кута, β | | 66°03' | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 5 | – | 66°04' | – | – | – | – | – | |
| 7 | 158 | 0°00' | -0°49' | -0°51' | 158,0 | -2,34 | 87,70 | $l = i$ |
| Величина горизонтального кута, β | | 66°04' | | | | | | |
| Середнє значення горизонтального кута, $\beta_{сер}$ | | 66°03,5' | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 61 | 103 | 0°00' | -1°28' | -1°30' | 102,9 | -2,69 | 87,35 | |
| 62 | 124 | 35°20' | -1°45' | -1°47' | 123,9 | -3,86 | 86,18 | |
| 63 | 171 | 52°40' | -2°14' | | | | | |
| 64 | 176 | 304°30' | -1°53' | | | | | |
| 65 | 77 | 287°30' | -1°17' | | | | | |
| 66 | 148 | 87°40' | -2°12' | | | | | |
| 67 | 158 | 113°20' | -1°00' | | | | | $l = 3,0 \text{ м}$ |
| 68 | 87 | 94°05' | -1°12' | | | | | |
| 69 | 91 | 180°30' | +1°54' | | | | | |
| 610 | 144 | 180°35' | +2°16' | | | | | |
| 611 | 142 | 144°40' | +0°15' | | | | | |
| 612 | 152 | 227°05' | +0°06' | | | | | |
| 613 | 154 | 269°00' | -1°38' | | | | | |
| 614 | 119 | 327°30' | -1°53' | | | | | |
| 7 | | 0°01' | | | | | | |

АБРИС
на станції 6

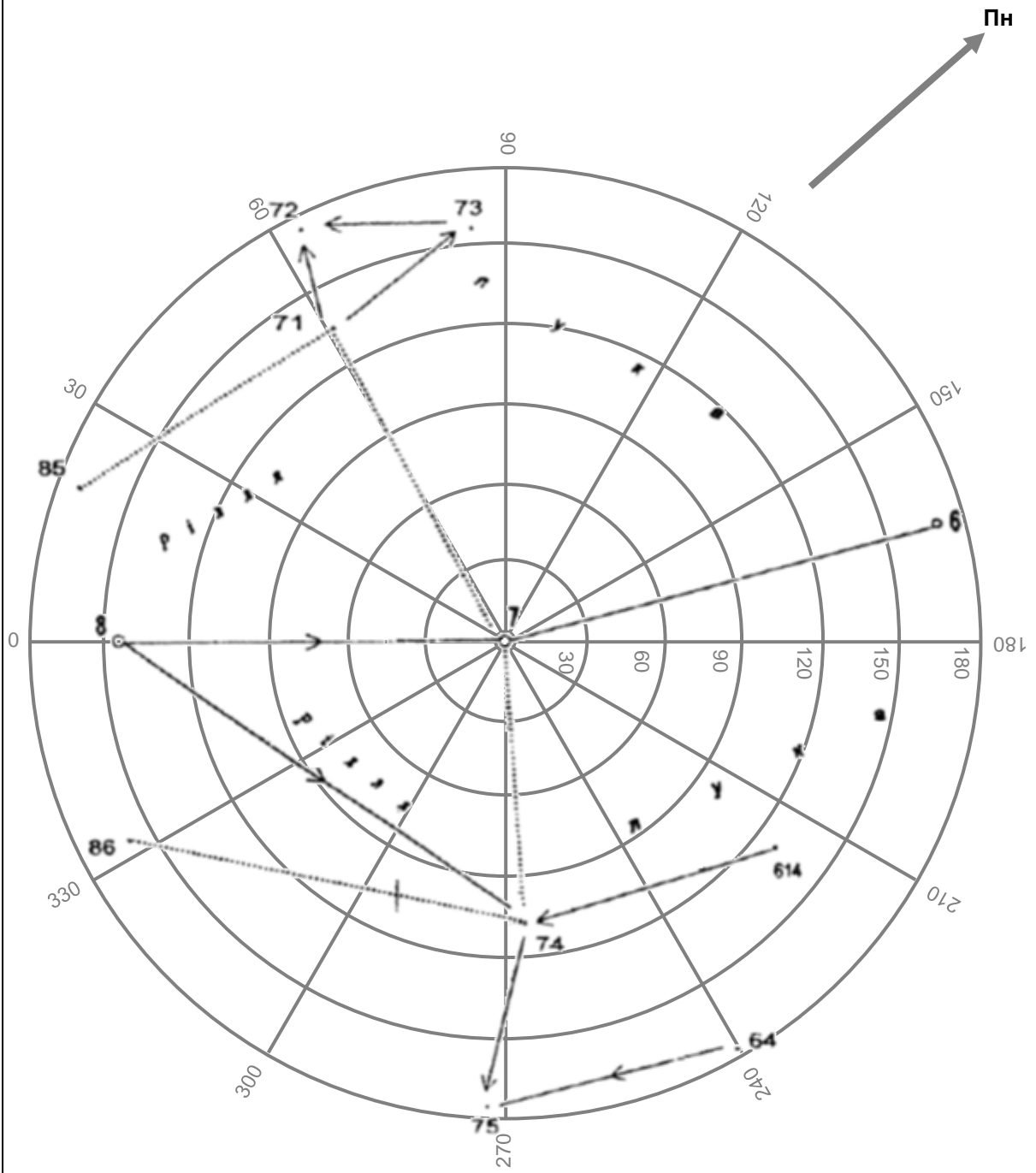


Дата: 26.04.20__ р. Теодоліт: 2Т30П, зав. № 11654. Погода: ясно. Вітер: слабкий.
 Спостерігач: Т. В. Гращенко. Зображення: чітке. Записав і обчислив: _____.

(П. І. Б. студ.)

| Номера станцій та пікетів | Відліки | | | Кут нахилу, $\nu, \text{ }^\circ \text{ '}$, $\nu = M0 - K\Pi$ або $\nu = K\Pi - M0$ | Горизонтальне прокладення, $d = K \cdot n \cdot \cos^2 \nu, \text{ м}$ | Перевищення $h = d \cdot \text{tg } \nu + i - l, \text{ м}$ | Висота, $H = H_{cm} + h, \text{ м}$ | Примітка |
|---|-----------------------------|---|---|---|---|--|--|---------------------|
| | з рейки, $n, \text{ см}$ | з горизонтального круга, $^\circ \text{ '}$ | з вертикального круга, $^\circ \text{ '}$ | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Назва станції: 7. Коефіцієнт віддалеміра: $K = 100$. Висота приладу: $i = 1,45 \text{ м}$. Орієнтовано на станцію: 8. Місце нуля: $M0 = +0^\circ 02'$. Висота станції: $H_{cm} = \underline{\hspace{2cm}}$ м. | | | | | | | | |
| КП | | | | | | | | |
| 6 | 158 | 241°28' | -0°52' | | | | | |
| 8 | 146 | 75°39' | -1°19' | | | | | |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 6 | 158 | 165°50' | +0°54' | | | | | |
| 8 | 146 | 0°00' | +1°21' | | | | | $l = i$ |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| Середнє значення горизонтального кута, $\beta_{сер}$ | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 71 | 132 | 62°40' | -0°32' | | | | | |
| 72 | 174 | 66°50' | -0°51' | | | | | $l = 3,0 \text{ м}$ |
| 73 | 148 | 85°40' | -1°38' | | | | | |
| 74 | 99 | 267°10' | -1°49' | | | | | |
| 75 | 163 | 275°15' | -1°38' | | | | | |
| 8 | | 0°01' | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

АБРИС
на станції 7

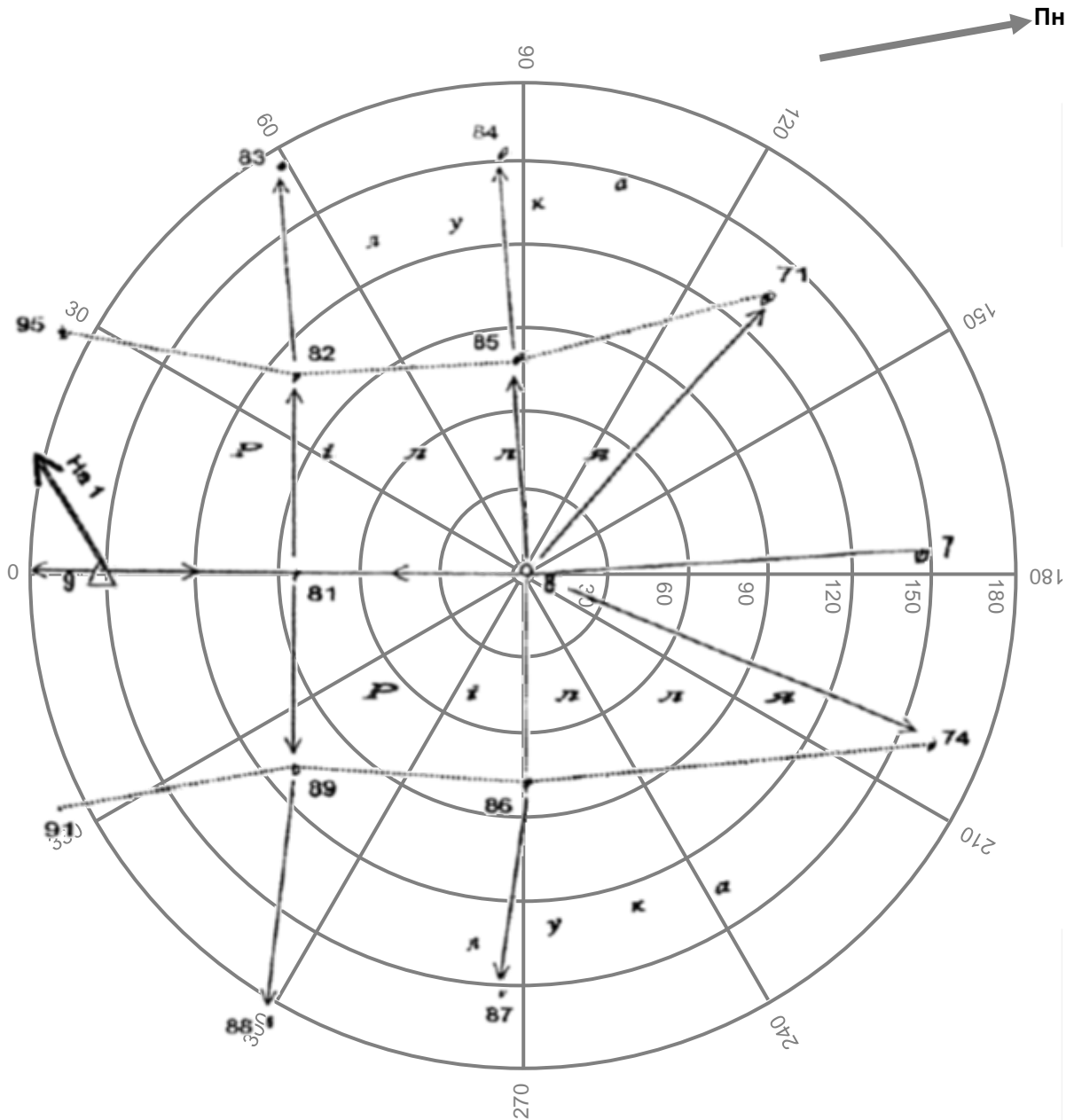


Дата: 27.04.20__ р. Теодоліт: 2Т30П, зав. № 11654. Погода: ясно. Вітер: слабкий.
 Спостерігач: Т. В. Гращенко. Зображення: чітке. Записав і обчислив: _____.

(П. І. Б. студ.)

| Номера станцій та пікетів | Відліки | | | Кут нахилу, $v, \text{ }^\circ \text{ '}$, $v = M0 - K\text{П}$ або $v = K\text{Л} - M0$ | Горизонтальне прокладення, $d = K \cdot n \cdot \cos^2 v, \text{ м}$ | Перевищення $h = d \cdot \text{tg } v + i - l, \text{ м}$ | Висота, $H = H_{cm} + h, \text{ м}$ | Примітка |
|---|-----------------------------|---|---|---|---|--|--|---------------------|
| | з рейки, $n, \text{ см}$ | з горизонтального круга, $^\circ \text{ '}$ | з вертикального круга, $^\circ \text{ '}$ | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Назва станції: 8. Коефіцієнт віддалеміра: $K = 100$. Висота приладу: $i = 1,40 \text{ м}$. Орієнтовано на станцію: 9. Місце нуля: $M0 = +0^\circ 02'$. Висота станції: $H_{cm} = \underline{\hspace{2cm}}$ м. | | | | | | | | |
| КП | | | | | | | | |
| 7 | 146 | 349°52' | +1°20' | | | | | |
| 9 | 155 | 171°43' | +0°11' | | | | | |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 7 | 146 | 178°09' | -1°22' | | | | | |
| 9 | 155 | 0°00' | -0°13' | | | | | $l = i$ |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| Середнє значення горизонтального кута, $\beta_{сер}$ | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 81 | 75 | 0°00' | -2°07' | | | | | |
| 82 | 116 | 41°20' | -2°29' | | | | | |
| 83 | 174 | 57°50' | -2°22' | | | | | |
| 84 | 151 | 85°40' | -2°30' | | | | | |
| 85 | 77 | 85°30' | -3°03' | | | | | |
| 86 | 75 | 272°10' | -3°03' | | | | | |
| 87 | 154 | 273°40' | -2°45' | | | | | |
| 88 | 188 | 304°05' | -2°55' | | | | | $l = 3,0 \text{ м}$ |
| 89 | 121 | 319°40' | -2°25' | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 9 | | 0°01' | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

АБРИС
на станції 8

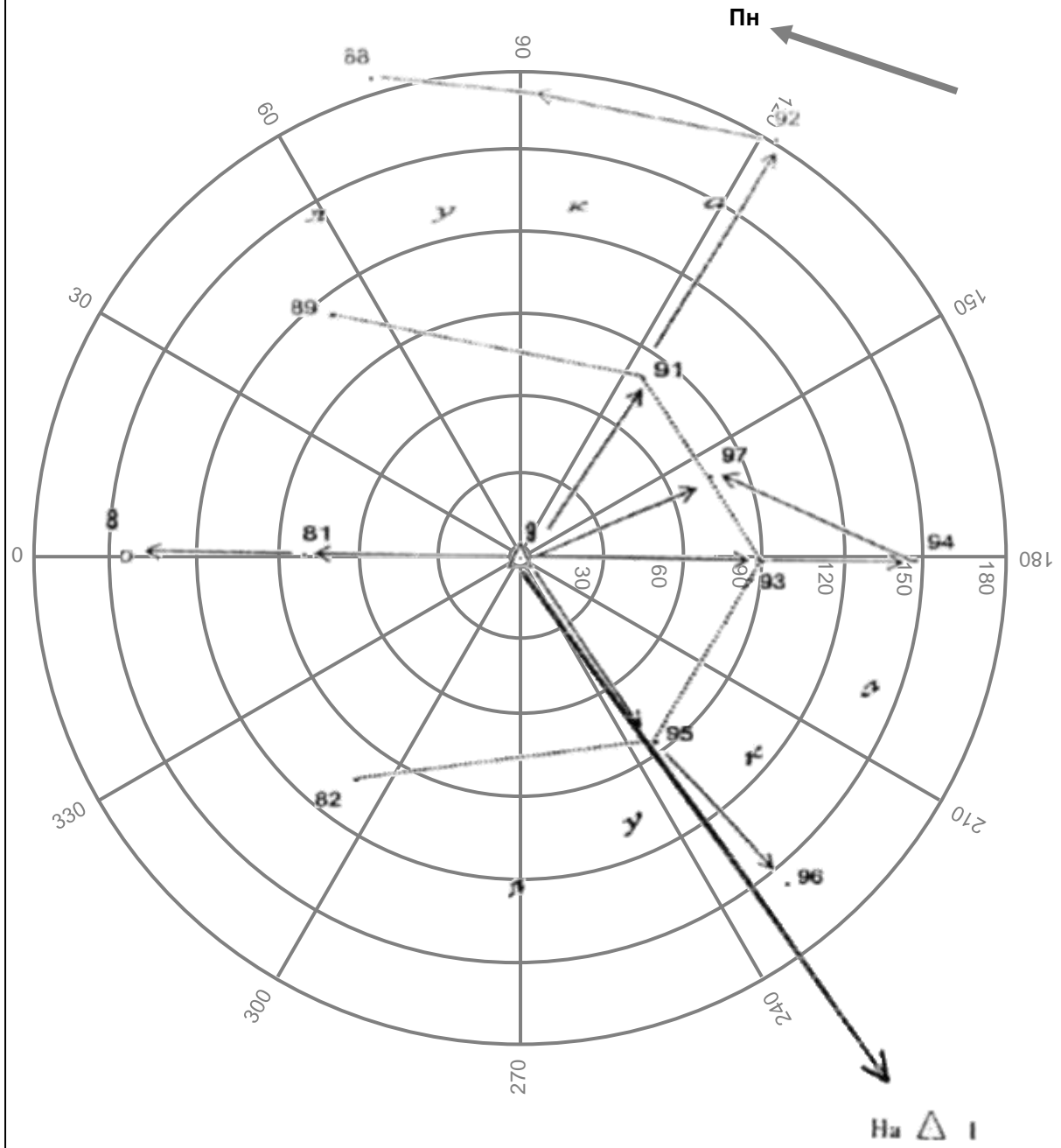


Дата: 27.04.20__ р. Теодоліт: 2Т30П, зав. № 11654. Погода: ясно. Вітер: слабкий.
 Спостерігач: Т. В. Гращенко. Зображення: чітке. Записав і обчислив: _____.

(П. І. Б. студ.)

| Номера станцій та пікетів | Відліки | | | Кут нахилу, $\nu, \text{ }^\circ \text{ '}$, $\nu = M0 - K\Pi$ або $\nu = KЛ - M0$ | Горизонтальне прокладення, $d = K \cdot n \cdot \cos^2 \nu, \text{ м}$ | Перевищення $h = d \cdot \text{tg } \nu + i - l, \text{ м}$ | Висота, $H = H_{cm} + h, \text{ м}$ | Примітка |
|---|-----------------------------|---|---|---|---|--|--|---------------------|
| | з рейки, $n, \text{ см}$ | з горизонтального круга, $^\circ \text{ '}$ | з вертикального круга, $^\circ \text{ '}$ | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Назва станції: 9. Коефіцієнт віддалеміра: $K = 100$. Висота приладу: $i = 1,50 \text{ м}$. Орієнтовано на станцію: 8. Місце нуля: $M0 = +0^\circ 02'$. Висота станції: $H_{cm} = \underline{\hspace{2cm}}$ м. | | | | | | | | |
| КП | | | | | | | | |
| 8 | 156 | 195°51' | -0°08' | | | | | |
| 1 | — | 69°23' | — | — | — | — | — | |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 8 | 155 | 0°00' | +0°12' | | | | | $l = i$ |
| 1 | — | 233°32' | — | — | — | — | — | |
| Величина горизонтального кута, β | | | | | | | | |
| Середнє значення горизонтального кута, $\beta_{сер}$ | | | | | | | | |
| КЛ | | | | | | | | |
| 91 | 76 | 123°10' | -2°44' | | | | | |
| 92 | 148 | 123°20' | -2°34' | | | | | |
| 93 | 96 | 183°00' | -1°54' | | | | | |
| 94 | 158 | 183°10' | -1°39' | | | | | |
| 95 | 87 | 233°40' | -2°54' | | | | | |
| 96 | 155 | 233°30' | -2°29' | | | | | |
| 97 | 170 | 154°50' | -1°38' | | | | | $l = 3,0 \text{ м}$ |
| 8 | | 0°01' | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

АБРИС
на станції 9



9

Додаток Е.
Зразок титульного аркуша звіту з навчальної практики

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

Кафедра гідроекології
та водних досліджень
Природоохоронний факультет

З В І Т

з навчальної практики «Топографія з основами картографії»
з навчальної дисципліни «Топографія з основами картографії»
за період з 12.06.2023 р. по 01.07.2023 р.
студентів групи ГЗ-21

Виконавці (бригада № 1):

- 1) Іванов І.І. – бригадир
- 2) Петров П.П.
- 3) ...
- 4) ...
- 5) ...

Керівники практики:
доц. Гриб О.М. – відп. керівник
ас. Гращенко Т.В.

Одеса – 2023

Навчальне електронне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до навчальної практики «**Топографія з основами картографії**»
з навчальної дисципліни «**Топографія з основами картографії**»
для студентів денної та заочної форм навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Укладачі: **Гриб Олег Миколайович**, канд. геогр. наук, доц.,
Гращенко Тетяна Валеріївна, ас.

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016
тел./факс: (0482) 32-67-35
E-mail: info@odeku.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 5242 від 08.11.2016 р.