

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Л. М. Перович, П. В. Мацко, Д. В. Стерлеєв

Польові роботи у контурному зніманні:
до виконання практичних та самостійних робіт
з дисципліни «Геодезія»
для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»
галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»

Методичні вказівки

Випуск 389



Миколаїв – 2021

УДК 528.4(076)

П 26

Рекомендовано до друку вченою радою Чорноморського національного університету імені Петра Могили (протокол № 8 від 09 вересня 2021 р.).

Рецензенти:

Тищенко В. В., сертифікований інженер-геодезист, ФОП, м. Миколаїв.

П 26

Перович Л. М. Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»: методичні вказівки / Л. М. Перович, П. В. Мацко, Д. В. Стерлев. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. – 60 с. – (Методична серія ; вип. 389).

Методичні вказівки складені для практичного застосування у навчальному процесі здобувачів вищої освіти за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

УДК 528.4(076)

© Перович Л. М., Мацко П. В.,
Стерлев Д. В., 2021

ISSN 1811-492X

© ЧНУ ім. Петра Могили, 2021

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 4 |
| Загальні відомості про знімання, геодезичну основу, теодолітні ходи та їх прив'язування | 5 |
| Підготовка приладів до роботи | 9 |
| Теодоліт 2Т30..... | 10 |
| Бусоль | 13 |
| Штатив..... | 15 |
| Візорні цілі | 17 |
| Перевірка та юстування теодоліта | 18 |
| Складання проєкту | 29 |
| Рекогностування | 32 |
| Закріплення пунктів | 33 |
| Кутові вимірювання | 34 |
| Лінійні вимірювання | 40 |
| Складання схеми теодолітних ходів | 45 |
| Складання абрису та знімання ситуації | 46 |
| Додаток А. Журнал контурного знімання ділянки місцевості | 53 |
| Додаток Б. Схема теодолітних ходів..... | 58 |
| Список рекомендованої літератури | 59 |

Вступ

Ще батько «Географії» Страбон казав: «Вдаліше буде полювати той, хто знає ліс, його якості, розміри. ... тільки той, хто знає місцевість, правильно облаштує табір, влаштує засідку або здійснить подорож. У справах військових це набагато очевидніше, тому, що тим більше будуть нагороджені знання і тим більше буде шкоди від неосвіченості».

*Географія, книга перша, I, 17.
Страбон (64–63 до н. е. – 23–24 н. е.)
давньогрецький географ й історик,
автор «Географії» в 17 кн.*

Програмою навчальної практики з курсу «Геодезія» передбачено виконання контурного (горизонтального) знімання ділянки місцевості з розділу «Контурне знімання». Методичні вказівки допоможуть студентам у практичному засвоєнні теоретичних основ цього розділу.

Загальні відомості про знімання, геодезичну основу, теодолітні ходи та їх прив'язування

Топографічну карту отримують у результаті топографічного знімання. Під час знімання на місцевості виконують низку вимірювань. Комплекс польових і камеральних робіт, який необхідно виконати для складання топографічної карти, називають *топографічним зніманням*.

Однією з найважливіших складових топографічного знімання є створення геодезичної основи. Геодезичною основою для великомасштабних топографічних знімань є:

- державні геодезичні мережі;
- геодезичні мережі згущення;
- знімальні геодезичні мережі.

Геодезичні мережі поділяють на планові та висотні. Тут ми розглядатимемо планові геодезичні мережі.

Державна геодезична мережа – це мережа пунктів, координати яких визначені з високою точністю. Вона призначена для поширення єдиної системи координат на всій території держави і є основою для створення інших мереж.

Геодезичні мережі згущення. Густота пунктів державної геодезичної мережі недостатня для виконання топографічних знімань, вишукувань, проектування та будівництва інженерних споруд. Для забезпечення перелічених робіт створюють геодезичні мережі згущення. Мережі згущення опирають на державні геодезичні мережі.

Знімальні геодезичні мережі опирають на державні геодезичні мережі та мережі згущення. Знімальну геодезичну мережу доводять до густоти, яка забезпечує безпосереднє знімання всієї ситуації на місцевості. Точки знімальної геодезичної основи закріплюють на місцевості тимчасовими знаками (кілками, трубками тощо).

Знімальну мережу створюють методами космічної геодезії, аналітичними і графічними прямими, оберненими та комбінованими засічками, побудовою знімальної мікротріангуляції, теодолітними, тахеометричними та мензульними ходами.

Найчастіше, під час навчальної практики, планову знімальну мережу створюють прокладанням теодолітних ходів.

Теодолітний хід – це закріплений на місцевості розімкнений або зімкнений хід, у якому виміряні всі сторони, кути їхнього нахилу і горизонтальні кути між ними. Сторони у теодолітних ходах зазвичай

вимірюють стрічками, рулетками, світловіддалемірами. Прокладанням теодолітного ходу на місцевості створюють систему точок із відомими координатами x, y .

Теодолітні ходи за формою поділяють на розімкнені та зімкнені. Зімкнені ходи ще називають полігонами.

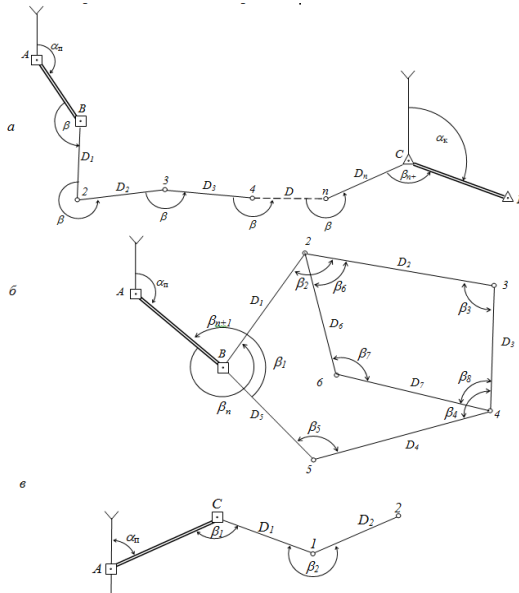


Рис. 1. Прив'язування ходів до пунктів опорної геодезичної мережі

Надалі пункти державної геодезичної мережі і мережі згущення називатимемо *опорною геодезичною мережею*.

Є різні способи планового прив'язування ходу. Найпростішим із них є спосіб безпосереднього примикання до пунктів геодезичної основи.

Прив'язати розімкнений хід (рис. 1, а) означає виміряти лінії ходу між опорним пунктом B і початковою точкою ходу 2 , кінцевою точкою ходу n і опорним пунктом C , а також виміряти два прив'язні кути (β_1 і β_{n+1}) у цих опорних пунктах між сторонами прокладуваного ходу і сторонами опорної геодезичної мережі.

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

Дирекційні кути α_n напрямку AB і α_k напрямку CE називають вихідними: α_n – початковий, а α_k – кінцевий дирекційний кути. Координати кінцевих пунктів B і C подають в каталогах координат цих геодезичних опорних мереж, а дирекційні кути, якщо вони невідомі, можна отримати з розв’язування обернених геодезичних задач. β_n кутів дають можливість у камеральних умовах обчислити дирекційні кути всіх сторін ходу. Далі, знаючи координати початкової точки B , горизонтальні проекції сторін ходу d і їхні дирекційні кути α , послідовно обчислюють координати всіх пунктів ходу.

Початковий дирекційний кут α_n і результати вимірювання примикаючого β_1 та поворотних β_2, β_3

У зімкнених ходах (рис. 1, б) початкова і кінцева точки збігаються. Тому для прив’язування зімкнених ходів достатньо мати в ході один пункт опорної геодезичної мережі B , із якого видно хоча б, як виняток, ще один пункт опорної мережі, наприклад, A . На пункті B вимірюють два примикаючих кути β_1 і β_{n+1} – між вихідним напрямом AB з відомим дирекційним кутом α_n і відповідно першою і останньою сторонами ходів.

Розімкнений хід, прив’язаний лише у початковій точці, називають *висячим* (рис. 1, в). Такий хід безконтрольний.

Діагональний хід – це хід 2–6–4 (рис. 1, б), який прокладено у середині зімкненого ходу. Такий хід є випадком розімкненого ходу, який опирається на два вихідних пункти 2 і 4 та два вихідних дирекційних кути $\alpha_{2,3}$, $\alpha_{4,3}$.

Хід, не прив’язаний до пунктів геодезичної опорної мережі, називають *вільним*. Вільні ходи дозволяється прокладати лише, як виняток, для невеликих ділянок.

Під час навчальної геодезичної практики студенти виконують різноманітні наземні знімання. У цих методичних вказівках розглядаються польові роботи, які виконують під час контурного знімання.

Завдання: прокласти теодолітний хід як планову основу і виконати знімання місцевості для складання контурної карти у заданому масштабі.

Прилади та матеріали: теодоліт технічний зі штативом, сталева 20-метрова стрічка, комплект шпильок до стрічки, екліметр, екер, 2 нівелірні рейки, 3 віхи, дерев’яні кілки довжиною 15–20 см, сокира, парасоля топографічна, калькулятор, журнал контурного знімання, ручка, олівець і лінійка.

Тривалість лабораторних занять: 38 годин.

Максимальна кількість балів: 20 балів.

Практичні заняття проводяться на території університету і в лабораторіях кафедри землевпорядкування, геодезії та кадастру.

Послідовність виконання завдання:

- а) підготовка приладів до роботи;
- б) складання проєкту;
- в) рекогностування;
- г) закріплення пунктів;
- д) кутові вимірювання;
- е) лінійні вимірювання;
- ж) складання схеми теодолітних ходів;
- и) складання абрису та знімання ситуації.

Підготовка приладів до роботи

Щоб забезпечити якість вимірювань, прилади мають бути справними. Тому ставитись до них треба акуратно, дбайливо.

Слід уникати різких рухів і не застосовувати силу. Спершу необхідно з'ясувати причину ускладнення чи несправності, а потім ліквідувати її. Закручування закріплювальних гвинтів має бути оптимальним: не занадто слабким, щоб прилад був стійким, і не занадто сильним, щоб не зірвати різьбу.

Беручись до роботи, треба встановити підймальні і навідні гвинти на середину їхнього ходу.

Не можна залишати прилади на штативі з незакріпленим становим гвинтом. Переносити прилади на штативі можна лише тоді, коли всі його рухомі частини закріплені.

Виймаючи прилади із футляра чи вкладаючи їх для транспортування, слід брати їх знизу під лімбом чи за підставку. Перш ніж вийняти прилад з футляра, необхідно запам'ятати розташування та закріплення в ньому частин приладу, щоб під час пакування укласти їх правильно. Під час пакування спочатку відкріплюють усі закріплювальні гвинти, а потім обережно, без надмірних зусиль, вставляють прилад у футляр, скеровуючи окремі його частини у відповідні гнізда, після чого закріплюють гвинти. Завдяки правильному пакуванню футляр закривається без зусиль, а всі приладдя знаходяться на своїх місцях і прилад надійно зберігається.

Після роботи ретельно чистять пензликом оптичні частини приладу, металеві частини витирають фланеллю. Прилади, які потрапили під дощ, витирають м'якою фланеллю і вкладають у футляр після того, як вони висохнуть.

Зберігати прилади слід тільки в упакованому вигляді, у сухому чистому приміщенні без різких коливань температури.

Під час транспортування прилади не мають піддаватися різким поштовхам, це може призвести до пошкодження окремих деталей та роз'юстування оптичних деталей. Розбирати геодезичні прилади категорично забороняється. Отримуючи прилади в користування та здаючи їх в лабораторію, необхідно уважно перевірити наявність усіх компонентів і справність приладу.

Теодоліт 2Т30

Теодоліт – геодезичний прилад, який використовують для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, кутів орієнтування й віддалей.

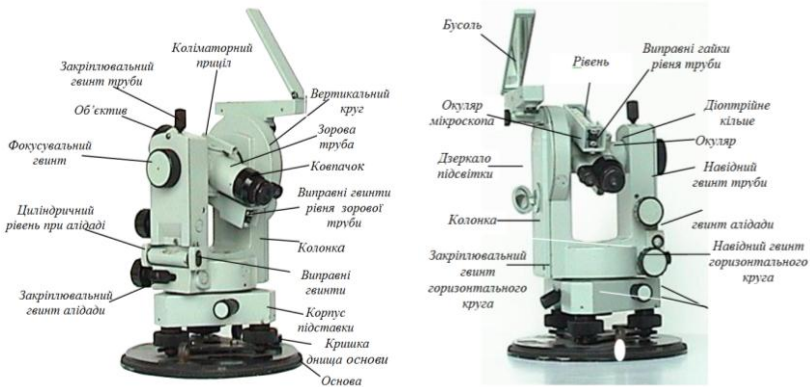


Рис. 4. Теодоліт 2Т30

Технічний теодоліт 2Т30 використовують для вимірювання кутів у теодолітних і тахеометричних ходах під час створення планових і висотних знімальних геодезичних мереж, для вимірювання віддалей нитковим віддалеміром зорової труби, визначення магнітних азимутів орієнтир-бусоллю, а також для нівелювання горизонтальним променем.

Під час зберігання та транспортування технічні теодоліти знаходяться у спеціальному футлярі (рис. 3). Щоб розпакувати теодоліт, необхідно з невеликим зусиллям натиснути на ковпак, відтягнути пружини, що знаходяться всередині ручок і повернути ручки у напрямках, вказаних стрілками. Для правильного пакування трубу теодоліта установлюють вертикально, а червоні крапки алідадної частини і основи установлюють одна напроти одної. Закріплюють закріпні гвинти труби, алідади і горизонтального круга.

Футляр одягають на теодоліт тільки в одному положенні. Для цього внизу на внутрішній поверхні футляр має спеціальний виступ, який входить у, призначене для нього, гніздо, розташоване на крайці основи. Щоб зачинити теодоліт у футлярі, треба з невеликим зусиллям

Полеві роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

натиснути на ковпак і повернути ручки замка у напрямках, вказаних стрілками.



Рис. 3. Футляр

Загальний вигляд теодоліта 2Т30 та назви його основних частин подано на рис. 4.

Теодоліт 2Т30 має відліковий пристрій, який називають шкаловим мікроскопом (рис. 5) з ціною найменшої поділки 5'. У полі зору відлікового мікроскопа видно: оцифровані штрихи вертикального й горизонтального кругів, штрихи п'ятимінутних інтервалів відлікової шкали та позначення вертикального **В** і горизонтального **Г** кругів.

Лімб вертикального круга оцифровано від 0° до 75° і від 0° до -75°, тому він має подвійне оцифрування відлікової шкали – без знака та зі знаком мінус. Відповідним оцифруванням користуються відповідно до знаку градусів.

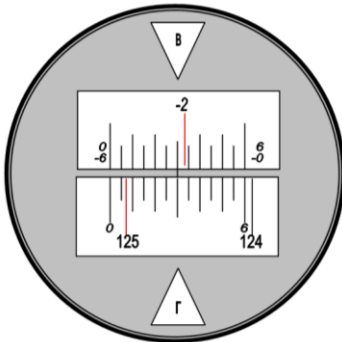


Рис. 5. Поле зору відлікового(шкалового) мікроскопа теодоліта 2Т30
Відліки: горизонтального круга 125°07,0';
вертикального круга 2°26,5'

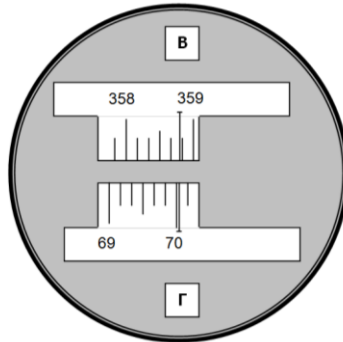


Рис. 6. Поле зору відлікового (штрихового) мікроскопа теодоліта Т30
Відліки: горизонтального круга 70°02';
вертикального круга 358°48'

Якщо в полі зору мікроскопа перед числом градусів стоїть знак мінус, то шкалу відлічують від -0 до -6 . Відлічування виконують від 0 штриха шкали до перетину відлікової шкали штрихом відповідного градуса. Точність відлічування $0,5'$ ($0,1$ найменшої поділки). Відлік горизонтального круга $125^{\circ}07.0'$ складається з (125°) – поділка лімба; $07' = 1$ поділка шкали $\times 5'$ (ціна найменшої поділки шкали); $2' = 4$ частки (уся найменша поділка шкали має 10 часток) $\times 0,5'$ ($0,1$ частина найменшої поділки шкали). Аналогічно для вертикального круга – ($-2^{\circ}26.5'$) = $-2^{\circ} + (5 \text{ поділок шкали} \times 5') + (3 \text{ частки поділки шкали} \times 0,5')$.

У полі зору відлікового мікроскопа теодоліта Т30 (рис. 6) видно: оцифровані штрихи цілих градусів, штрихи десятихмінутних інтервалів (найменша поділка), штрихи відлікових індексів і позначення горизонтального **Г** і вертикального **В** кругів. Відлік горизонтального круга дорівнює $70^{\circ}02'$, а вертикального круга – $358^{\circ}48'$. Десяті частки найменшої поділки, що дорівнюють у наведених відліках $0,2$ і $0,8$ поділки, оцінюють на око з похибкою, що дорівнює $0,1$ поділки, тобто $1'$.

Поле зору відлікового мікроскопа теодоліта 4Т30П подано на рис. 7.

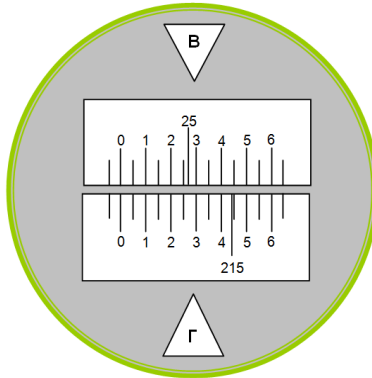


Рис. 7. Поле зору відлікового мікроскопа теодоліта 4Т30П

Відліки: горизонтального круга $215^{\circ}44,0'$
 вертикального круга $25^{\circ}26,5'$

Бусоль



Рис. 8. Бусоль

До стандартної комплектації теодоліта належить бусоль (рис. 8). Бусоль використовують для вимірювання магнітних азимутів. Під час роботи її встановлюють у паз, що є на колонці теодоліта і закріплюють гвинтом.

Перевірка бусолі

1. *Стрілка бусолі має бути добре намагніченою і мати достатню чутливість.*

Установлюють бусоль на теодоліт і відкріплюють гвинт гамівника. Із закріпленням горизонтальним кругом обертають алідадну частину теодоліта, доки кінці стрілок будуть збігатися з рисками на корпусі бусолі. Закріплюють алідаду і її навідним гвинтом точно суміщають стрілку з рисками на корпусі. Відлічують горизонтальний круг теодоліта. Виводять стрілку з рівноваги залізним предметом і знову навідним гвинтом алідади суміщають кінці стрілки з рисками на корпусі. Відлічують горизонтальний круг. Якщо відліки відрізняються більше ніж $10'$, то бусоль здають у майстерню.

2. *Кінці стрілки бусолі мають лежати в площині рисок корпусу.*

Якщо умова не виконується, то пересувають тягарець, який прикріплено до одного з кінців стрілки на потрібну величину.

3. *Магнітна стрілка бусолі не повинна мати ексцентриситету.*

Обидва кінці стрілки одночасно мають збігатися із відліковими рисками на корпусі. Якщо вони не збігаються більше, ніж на половину ширини риси, то стрілку вигинають у майстерні на потрібну величину.

Для вимірювання магнітного азимута відкріплюють алідаду і встановлюють відлік $0^{\circ}00'$. Алідаду закріплюють, залишаючи незакріпленим гвинт лімба. Відкріплюють гвинт гамівника бусолі. Обертають теодоліт доки стрілка бусолі суміститься з відліковими штрихами бусолі. Закріплюють горизонтальний круг і його навідним гвинтом точно суміщають стрілку зі штрихами. Відкріплюють алідаду, і обертаючи її за годинниковою стрілкою, спрямовують трубу на спостережуваний предмет, азимут на який треба визначити. Закріплюють алідаду і її навідним гвинтом точно, центром сітки ниток, візують на спостережуваний предмет. Відлік горизонтального круга і буде значенням магнітного азимута.

Штатив

Штатив (рис. 9) призначений для закріплення на ньому теодоліта і встановлення його над точкою місцевості – вершиною вимірюваного кута.



Рис. 9. Штатив

У верхній частині штатива розташована металева площадка, яку називають *головкою штатива*. Посередині головки має отвір для *станового гвинта*, який скріплює теодоліт зі штативом.

З головою штатива з'єднані прогоничами головки розсувних (змінної довжини) ніжок. Розсувну частину ніжки скріплюють із верхньою частиною ніжки гвинтами. У нижній, загостреній частині ніжок на наконечниках є упори, за допомогою яких ніжки втискають у ґрунт для надання штативу стійкості. Розсувними ніжками можна регулювати висоту штатива.

Металеві штативи, будова яких така сама, як і дерев'яних, використовують для робіт технічної точності, тому що вони піддаються температурним скрутам значно більше ніж дерев'яні.

Переносять штатив за допомогою паска. Під час перенесення штатива його ніжки складають до купи і скріплюють призначеним для цього іншим паском. Для нормального функціонування штатива його перевіряють.

Умова. Штатив має забезпечувати незмінність положення теодоліта під час вимірювань.

Для перевірки цієї умови, на штатив установлюють теодоліт. Трубу теодоліта спрямовують на точку і прикладають незначні бокові зусилля до головки штатива. Після зняття зусилля труба має повернутися на спостережувану точку. Допуск – товщина штриха сітки. За потреби усувають причини ненадійного скріплення ніжок із наконечниками та головою штатива. Для цього закручують гвинти, якими вони скріплені.

Візорні цілі

Оскільки безпосереднє візування на точку, закріплену у ґрунті знаком, зазвичай ускладнене через рослинність і рельєф, над знаком установлюють візорні цілі у вигляді віх (рис. 10), шпильок (див. мірні стрічки) або спеціальних пристроїв – візорних марок (розглядаються у точніших вимірюваннях).

Віха – дерев'яна або металева жердина завдовжки близько 2 м, з одного боку загострена; дерев'яна віха завершується металевим наконечником. Віха розфарбована через рівні проміжки білою і червоною (білою і чорною) фарбами. Віху встановлюють на точці (геодезичному знаку), безпосередньо суміщаючи її загострений кінець із центром знака.



Рис. 10. Віха

Прямовисність віх перевіряють вертикальною ниткою труби теодоліта.

Центр сітки труби, під час вимірювань, суміщають із найнижчою видимою частиною віхи.

Шпильки встановлюють так само, як віхи під час вимірювання кутів із короткими сторонами. Вістря шпильки суміщають із центром знака, а її прямовисність перевіряють вертикальною ниткою сітки зорової труби.

Перевірка та юстування теодоліта

Якісне й своєчасне виконання геодезичних робіт залежить від справності приладу, тобто відповідності до вимог, які до нього ставляться. А тому перед виходом у поле їх обов'язково перевіряють і, якщо необхідно, юстують.

Дії, пов'язані з виявленням вимог, які ставляться до приладу, називають *перевіркою*, дії, пов'язані з усуненням причин, які заважають дотриманню вимог, називають *виправленням (юстуванням)*.

Перевірку виконують у такій послідовності, щоб виправлення з метою дотримання однієї умови не порушувало наступної.

Перевірка обертання підймальних гвинтів

Умова. Обертання підймальних гвинтів у підставці має бути плавним; хитання гвинтів – недопустиме.

Перевірку виконують так само, як і для штатива, тільки теодоліт встановлюють на стовпчастому чи трубчастому знаках. Зусилля прикладають (із закріпленими горизонтальним кругом і алідадою) до корпусу підставки. Допуск – товщина штриха сітки. Щоб виконати виправлення, головку підймального гвинта обертають, поки отвір у його кожусі буде збігатися з отвором у регульовальній гайці. Для виправлення встановлюють шпильку в ці отвори і, обертаючи шпилькою регульовальну гайку разом із кожухом головки, усувають хитання гвинтів і добиваються однакових зусиль обертання у всіх підймальних гвинтах.

Перевірка геометричних умов теодоліта

1. Перевірка рівня алідади горизонтального круга.

Умова. Вісь циліндричного рівня має бути перпендикулярна до вертикальної (основної) осі приладу.

Рівень встановлюють паралельно до напрямку двох підймальних гвинтів (рис. 11, *а*) і, обертаючи їх у різні боки, виводять бульбашку рівня на середину.

На рис. 11 дугоподібними стрілками показано напрям обертання підймальних гвинтів для переміщення бульбашки у напрямі, вказаному прямими стрілками.

Обернувши алідаду на 90° , встановлюють рівень у напрямі третього підймального гвинта (рис. 11, *б*) і, обертаючи його, знову встановлюють бульбашку рівня на середину. Після цього приступають до безпосередньої перевірки рівня.

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

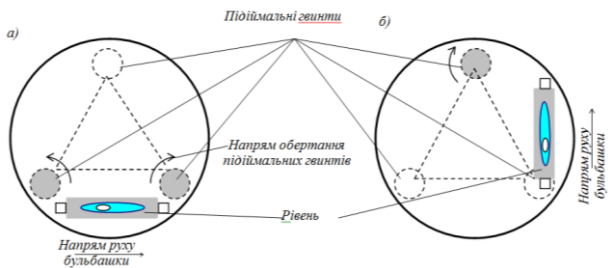


Рис. 11. Перевірка циліндричного рівня теодоліта

Рівень знову встановлюють у напрямі двох підймальних гвинтів, відлічують горизонтальний круг і діями, описаними вище, встановлюють бульбашку рівня ще раз точно на середину.

Обертають алідаду на 180° : якщо бульбашка рівня залишилася на середині, то умова виконується. Якщо бульбашка відхилилася від середини (напр., на 4 поділки), то виправними гвинтами рівня переміщують бульбашку рівня до середини на половину дуги відхилення (2 поділки).

Перевірку повторюють кілька разів. Допустиме відхилення бульбашки від нуля-пункту – 0,2 поділки рівня.

2. Перевірка сітки ниток зорової труби

Умова. Вертикальний штрих сітки ниток має бути прямовисним, якщо вертикальна вісь теодоліта прямовисна.

Установлюють вертикальну вісь обертання теодоліта прямовисно. На віддалі 10–15 м, в захищеному від вітру місці, почіпляють на тонкій нитці висок. Спрямовують трубу на нитку виска так, щоб верхній кінець штриха сітки збігався з ниткою виска (рис. 12).

Якщо вертикальний штрих сітки й бісектор збігаються з ниткою виска, то умова виконується. Якщо відхилення Δ більше ніж $1/3$ ширини між вертикальними штрихами (на рис. 12 відхилення дорівнює майже $1/2$ ширини між вертикальними штрихами), то відкривають ковпачок, що закриває сітку ниток. Відкріплюють гвинти, якими окуляр разом із сіткою ниток прикріплений до корпусу труби, і розвертають його до збігання штриха і бісектора із ниткою виска.

3. Перевірка перпендикулярності візирної осі до горизонтальної осі теодоліта.

Умова. Візирна вісь труби має бути перпендикулярна до горизонтальної осі теодоліта.

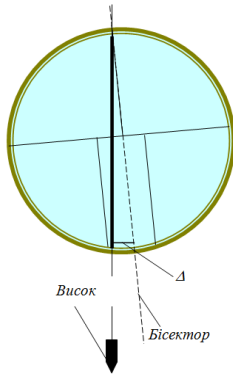


Рис. 12. Перевірка вертикального штриха сітки ниток

Кут c між візирною віссю й перпендикуляром до горизонтальної осі теодоліта називають *колімаційною похибкою (колімацією)*. Якщо умова виконується, то ця похибка дорівнює нулеві.

Перевірка на колімацію зводиться до визначення кута c та зведення його до допустимої величини. Допустима величина колімації для технічних теодолітів не має перевищувати подвійної точності відліку. Зокрема, для теодоліта 2Т30 колімація c не має перевищувати $1'$.

Якщо теодоліт повернути до спостерігача окуляром і вертикальний круг буде розташований ліворуч зорової труби, то відлікам приписують назву *КЛ*. Аналогічно, якщо круг розташований праворуч від труби – *КП*.

Під час перевірки спостереження виконують на віддалену (1–2 км), розташовану на горизонті (приблизно на висоті приладу), точку. Відлічують горизонтальний круг (*ГК*) у положенні вертикального круга ліворуч – *КЛ₁*. Переводять трубу через зеніт, відкріплюють алідаду і, спрямувавши трубу на ту ж точку, відлічують (*ГК*) у положенні вертикального круга праворуч – *КП₁*. Відкріпивши закріп-лювальний гвинт горизонтального круга, обертають теодоліт приблизно на 180° і закріплюють вказаний гвинт. Звільняють алідаду і знову спрямовують зорову трубу на вибрану точку в обох положеннях вертикального круга (праворуч і ліворуч), відлічуючи горизонтальний круг відповідно *КП₂* і *КЛ₂*. Колімаційну похибку c визначають за формулою:

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

$$c = \frac{(KL_1 - KP_1 \pm 180^\circ) + (KL_2 - KP_2 \pm 180^\circ)}{4}. \quad (1)$$

Якщо обчислена колімаційна похибка більша за допустиму, то виконують виправлення. Для цього обчислюють виправлений відлік за формулою:

$$KL_o = KL_2 - c, \quad (2)$$

округлюють його до $0,5'$ і встановлюють за допомогою навідного гвинта алідади. Сітка ниток після цієї дії зміститься зі спостережуваної точки. Попустивши один із вертикальних юстувальних гвинтів сітки, що розташовані під ковпачком сітки ниток, горизонтальними юстувальними гвинтами встановлюють сітку ниток на спостережувану точку.

Приклад: $KL_1=0^\circ 17,5'$; $KP_1=180^\circ 20,5'$; $KP_2=2^\circ 52,0'$; $KL_2=182^\circ 47,0'$.

$$c = \frac{[0^\circ 17,5' - (180^\circ 20,5' - 180^\circ)] + [182^\circ 47,0' - (2^\circ 52,0' + 180^\circ)]}{4} = -0^\circ 02,0'.$$

За формулою (2) обчислюють:

$$KL_o = 182^\circ 47,0' - (0^\circ 02') = 182^\circ 49,0'$$

Після виправлення перевірку повторюють, а також ще раз виконують перевірку сітки ниток.

4. Перевірка взаємної перпендикулярності горизонтальної і вертикальної осей теодоліта.

Умова. Горизонтальна вісь має бути перпендикулярна до вертикальної осі обертання теодоліта.

Щоб перевірити цю умову, теодоліт встановлюють на віддалі 10–30 м від будинку (рис. 13, а). Горизонтальну віддаль до стіни вимірюють з точністю 0,1 м. На стіні вибирають високо розташовану точку M так, щоб кут нахилу труби під час візування на цю точку становив 20–30°.

Після ретельного установаження вертикальної осі теодоліта у прямовисний стан спрямовують зорову трубу на обрану точку (напр., $\nu = 30^\circ$). Нахиляють трубу приблизно до горизонтального положення. У місці проєкції сітки ниток на стіну горизонтально встановлюють лінійку з міліметровими поділками (рис. 13, б) і відлічують на ній проєкцію вертикального штриха сітки ниток m_1 (напр., $m_1 = 74,5$ мм). Віддаль від осі обертання теодоліта до лінійки з міліметровими поділками $S = 20,1$ м. Перевівши трубу через зеніт, знову візують на ту ж точку і, нахиливши трубу, відлічують на лінійці другу проєкцію m_2 (напр., $m_2 =$

77.7 мм) вертикального штриха сітки ниток. Обчислюють величину незбігання проєкцій $\delta = m_2 - m_1$ (напр., $\delta = 77.7 - 74.5 = 3.2$ мм).

Формулу для обчислення кута $mMm_2 = i$ (неперпендикулярності осей) можна знайти з рис. 13.

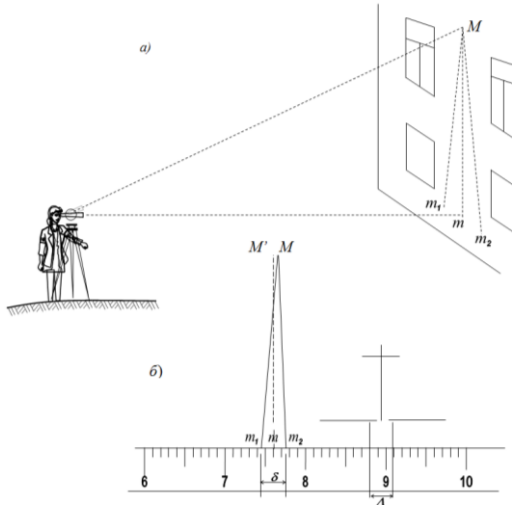


Рис. 13. До перевірки перпендикулярності горизонтальної і вертикальної осей теодоліта

$$Mm = S \cdot \operatorname{tg} v.$$

Кут i можна обчислити $\operatorname{tg} i = \frac{mm_2}{Mm}$, тут $mm_2 = \frac{\delta}{2}$. Оскільки кут i малий, то

$$i'' = \frac{\delta \cdot \rho''}{2S \cdot \operatorname{tg} v},$$

де $\rho'' = 206265''$; $\delta = m_2 - m_1$.

Допустиме значення $i \leq 20''$.

$$\text{Для вищенаведених даних } i = \frac{3,2 \cdot 206265}{2 \cdot 20100 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ} = 28''.$$

Якщо кут i перевищує допуск, то для виправлення, яке виконують у майстерні, обертанням юстувального ексцентричного кільця горизонтальної осі, розташованого під кришкою колонки приладу, чинять так. Спрямовують центр сітки ниток на середнє значення відліку на лінійці $\left(\frac{77.7 + 74.5}{2} \cong 76.1 \text{ мм}\right)$. Обертають на потрібну величину юстувальне кільце

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

і для контролю підіймають трубу. Сітка ниток має бути спрямована на спостережувану точку M .

Після виправлення перевірку повторюють, а також знову перевіряють колімаційну похибку.

5. Перевірка місця нуля (М0) вертикального круга.

Умова. Місце нуля (М0) вертикального круга (ВК) має бути сталим і близьким до $0^{\circ}0'$.

Місце нуля необхідно знати для того, щоб отримувати величину кута нахилу з одного вимірювання вертикального круга.

Місцем нуля теодоліта 2Т30 називають відлік вертикального круга, коли візирна вісь зорової труби і вертикальна вісь теодоліта перпендикулярні.

Під час вимірювання кутів нахилу одним із напрямів є горизонтальний.

Кут нахилу – вертикальний кут між горизонтальним напрямом і напрямом на предмет. Кути нахилу прийнято поділяти на додатні й від’ємні. Додатний кут нахилу є між напрямом на предмет, що розташований вище осі обертання труби (центра вертикального круга), і напрямом, що відповідає горизонтальному положенню візирної осі. Від’ємний кут утворюється між горизонтальним положенням візирної осі труби й напрямом на точку, розташовану нижче осі обертання труби.

У добре від’юстованому приладі місце нуля має бути близьким до 0° . Якщо **М0** відрізняється від нуля, то його необхідно враховувати під час визначення кутів нахилу ν . Для зручності обчислень **М0** зводять до значення, близького до нуля. Наприклад, **М0** = $00^{\circ}01'$.

У теодоліті 2Т30 основним положенням приладу є круг ліворуч **КЛ**. **ВК** оцифровано у різні боки з плюсом і мінусом. Розрахункові формули для нього мають вигляд:

$$M_0 = \frac{KL + KP}{2}; \nu = KL - M_0; \nu = M_0 - KP; \nu = \frac{KL - KP}{2}. \quad (3)$$

Кут нахилу ν визначають за однією з формул, а іншими користуються для контролю.

Приклад. Відлік **ВК** (2Т30) **КЛ** = $3^{\circ}29'.0$ а **КП** = $-3^{\circ}23.0'$.

$$M_0 = \frac{3^{\circ}29.0' + (-3^{\circ}23.0')}{2} = +0^{\circ}03'; \nu = 3^{\circ}29' - 0^{\circ}03' = +3^{\circ}26'.$$

Контроль:

$$\nu = 0^{\circ}03' - (-3^{\circ}23') = +3^{\circ}26'; \nu = \frac{3^{\circ}29' - (-3^{\circ}23')}{2} = +3^{\circ}26'.$$

Одним із контролів якості вимірювання кутів нахилу є сталість M_0 . Коливання його величини під час вимірювань на одній станції не має перевищувати подвійної точності відлікового пристрою теодоліта. Величина M_0 на результати вимірювань не впливає.

Виправлення M_0 до значення, близького до нуля, виконують так.

Для теодолітів без рівня при алідаді вертикального круга. Для визначення M_0 теодоліт установлюють вертикальну вісь обертання у прямовисний стан. Вибирають чітко видну точку і візують на неї при одному з кругів. Підіймальним гвинтом підставки, який найближче розташований до створу «теодоліт – спостережувана точка», встановлюють бульбашку рівня при алідаді горизонтального круга на середину і тоді ще раз навідним гвинтом труби спрямовують горизонтальний штрих сітки ниток на точку. Аналогічно діють і в другому положенні круга. Відлічують по чергово BK у двох його положеннях KL і $KП$.

Обчислюють величину M_0 і, якщо необхідно, виправляють.

Приклад: труба спрямована на спостережувану точку, а бульбашка рівня при алідаді горизонтального круга знаходиться на середині. Навідним гвинтом труби встановлюють обчислений правильний відлік на вертикальному крузі.

Для вищеподаного прикладу:

$$KL_{\text{правильний}} = KL - M_0 = 3^0 29' - 0^0 03' = 3^0 26';$$

$$KП_{\text{правильний}} = KП - M_0 = -3^0 23' - 0^0 03' = -3^0 26'.$$

Сітка ниток зійде зі спостережуваної точки. Відпускають один із бокових гвинтів і, діючи вертикальними виправними гвинтами сітки ниток, горизонтальну нитку суміщають із спостережуваною точкою. Після закріплення сітки вимірювання і обчислення повторюють, а також повторюють перевірку сітки ниток та візирної осі на колімацію.

6. Перевірка коліматорного прицілу.

Умова. Візирна вісь коліматорного прицілу має бути паралельна до візирної осі труби.

Спрямовують сітку ниток труби на чітко видну неозброєним оком точку, розташовану на віддалі близько 150 м. Світле перехрестя прицілу має потрапляти на спостережувану точку. Якщо перехрестя прицілу не збігається зі спостережуваною точкою, то відкріпивши гвинти, якими приціл прикріплений до труби, повертають його у вертикальній та горизонтальній площинах до збігання з точкою.

7. Перевірка збігання візирної осі з вертикальною віссю обертання приладу.

Умова. Якщо відлік вертикального круга дорівнює ($-90^\circ - M_0$), то візирна вісь має збігатися з вертикальною віссю.

Приводять вертикальну вісь обертання у прямовисний стан. Установлюють відлік на вертикальному крузі ($-90^{\circ}-M_0$). Якщо $M_0 \leq 1'$, то його величиною нехтують, і установлюють відлік ($-90^{\circ}-$). У місці проєкції центра сітки ниток на землю установлюють міліметровий папір. Обертають алідадну частину теодоліта послідовно на 90° і відлічують міліметрову сітку. Якщо діаметрально протилежні відліки міліметрової сітки відрізняються між собою менше 2 мм, то перевірка виконується. Якщо відхилення більше, то несправність виправляють пересуванням сітки ниток.

Увага! Пересування сітки ниток викличе зміну інших умов.

Приклад. $M_0 = -0^{\circ}04'$. Установлюємо відлік на вертикальному крузі $-90^{\circ}-0^{\circ}04' = -90^{\circ}04'$. Обертаємо алідадну частину теодоліта так, щоб штрихи сітки ниток приблизно збіглися з лініями міліметрового паперу (рис. 14).

Відлічуємо горизонтальний круг (ГК), наприклад, 237° . Відлічуємо міліметрову сітку, приміром, $m_1 = 3,3$ мм (точка 1). Установлюємо відлік на горизонтальному кругові $237^{\circ} + 90^{\circ} = 327^{\circ}$ і знову відлічуємо міліметрову сітку знизу догори, наприклад, $m_2 = 6,2$ мм (точка 2). Установлюємо відлік на горизонтальному кругові $327^{\circ} + 90^{\circ} = 57^{\circ}$ і знову відлічуємо міліметрову сітку зліва направо, наприклад, $m_3 = 5,2$ мм (точка 3). Установлюємо відлік на горизонтальному крузі $57^{\circ} + 90^{\circ} = 147^{\circ}$ і знову відлічуємо міліметрову сітку знизу догори, наприклад, $m_4 = 4,6$ мм (точка 4).

Обчислюємо різницю діаметрально протилежних відліків $m_3 - m_1 = 5,2 - 3,3 = 1,9$ мм, що менше допуску 2 мм; $m_2 - m_4 = 6,2 - 4,6 = 1,6$ мм також менше допуску 2 мм.

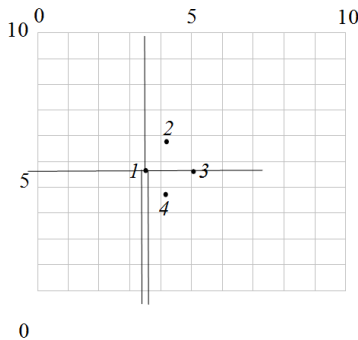


Рис. 14. Перевірка оптичного центру

8. Перевірка оптичного центру (для теодоліта 4Т30).

Умова. Візирна вісь оптичного центру має збігатися з вертикальною віссю теодоліта.

Для теодолітів 4Т30П (4Т30П10), приводять теодоліт у робочий стан. На віддалі 2–3 метри (рис. 15) від теодоліта забивають кілочок і на ньому у місці проєкції центра сітки ниток зорової труби встановлюють голку. Обертають трубу теодоліта через zenit і на протилежному боці теодоліта так само забивають кілок, і на ньому також встановлюють голку. Натягують між голками нитку. Обертають алідадну частину теодоліта на 90° і так, як описано вище, знову натягують нитку між іншими двома кілочками. Якщо центр сітки ниток центру проєктується на точку перетину ниток, то перевірка виконується. Якщо ні, то у місці проєкції центра сітки ниток оптичного центру на землю устанавлюють міліметровий папір, і на ньому, відлічують розходження між центром сітки ниток центру і перетином ниток. Допуск – 2 мм. Якщо відхилення більше, то несправність можна виправити пересуванням сітки ниток оптичного центру до її збігання з перетином натягнутих ниток.

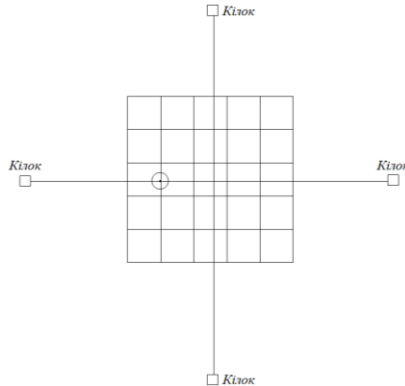


Рис. 15. Перевірка оптичного центру

9. Перевірка рівня при зоровій трубі.

Умова. Вісь циліндричного рівня при трубі має бути паралельною до візирної осі.

Перевірку виконують так само, як основну перевірку у нівелірах (рис. 16). Для цього на місцевості закріплюють дві точки на віддалі приблизно 70 метрів.

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

Теодоліт установлюють на віддалі 2–3 м від точки A , приводять вертикальну вісь обертання у прямовисний стан, навідним гвинтом зорової труби приводять бульбашку її циліндричного рівня на середину і відлічують чорну шкалу ближньої рейки i_1 , що стоїть на точці A . Потім трубу спрямовують на другу рейку, що стоїть на точці B . Навідним гвинтом її циліндричного рівня приводять бульбашку на середину і відлічують чорну шкалу a_1 . У випадку непаралельності осі рівня і візирної осі відлік рейки a_1 буде помилковим на величину x і правильне перевищення буде дорівнювати:

$$h = i_1 - (a_1 + x). \quad (5)$$

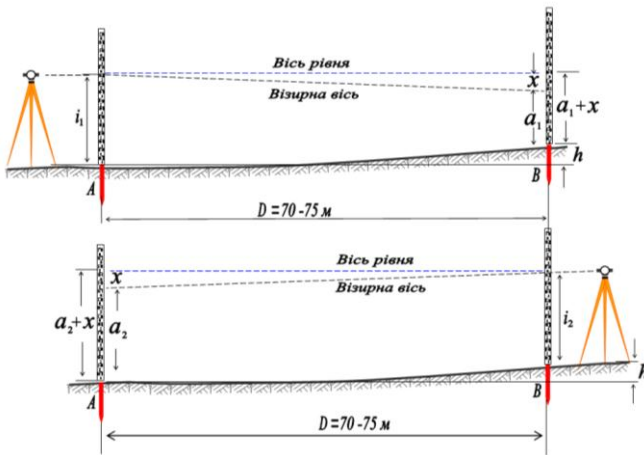


Рис. 16. Перевірка циліндричного рівня при зоровій трубі

Потім теодоліт установлюють на віддалі 2–3 м від точки B , приводять вертикальну вісь обертання у прямовисний стан. Навідним гвинтом зорової труби приводять бульбашку її циліндричного рівня на середину і відлічують чорну шкалу ближньої рейки a_2 , що стоїть на точці A . Потім трубу спрямовують на другу рейку, що стоїть на точці B . Навідним гвинтом зорової труби приводять бульбашку на середину і відлічують чорну шкалу i_2 . Знову обчислюють перевищення між точками A і B .

$$h = (a_2 + x) - i_2. \quad (6)$$

Порівнявши праві частини рівнянь (5) і (6), отримують величину x похибки за непаралельність осі рівня та візирної осі:

$$x = \frac{i + i_2}{2} - \frac{a_1 + a_2}{2}. \quad (7)$$

Обчислюють кут непаральності осі рівня і візирної осі:

$$i'' = \frac{x}{D} \rho, \quad (8)$$

де $\rho = 206265'$.

Якщо $i \leq 10''$, то умова відповідає вимогам. Якщо $i \geq 10''$, то навідним гвинтом труби спрямовують середню нитку на відлік рейки a , що дорівнює:

$$a = a_2 + x. \quad (9)$$

Бульбашка циліндричного рівня зійде із середини. Її приводять на середину виправними гайками рівня (рис. 4). Для цього попускають одну з виправних гайок, а другою установлюють бульбашку рівня на середину. Гайки закріплюють і перевірку повторюють.

Приклад. Віддаль між рейками 70 м. Відліки з першої станції $i_1 = 1250$, $a_1 = 1642$. Відліки з другої станції $i_2 = 1302$, $a_2 = 0926$. Обчислюємо величину непаральності осей:

$$x = \frac{i + i_2}{2} - \frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{1250 + 1302}{2} - \frac{1694 + 0926}{2} = -8 \text{ мм.}$$

Обчислюємо кут непаральності осі рівня і візирної осі:

$$i'' = \frac{8 \text{ мм}}{70000 \text{ мм}} \times 206265 = 2''.$$

Оскільки величина непаральності перевищує допустиму $10''$, виконуємо виправлення. Для цього обчислюємо правильний відлік:

$$a = a_2 + x = 0926 - 8 \text{ мм} = 0918.$$

Навідним гвинтом труби спрямовують середню нитку на відлік рейки a і виправними гайками приводять бульбашку рівня на середину.

Складання проєкту

Проєкт складають на наявних великомасштабних картах з урахуванням вимог інструкції.

§ 5.1.11. Теодолітні ходи з використанням теодолітів, мірних стрічок та рулеток прокладають з граничними відносними похибками 1:3000, 1:2000, 1:1000 відповідно до табл. 1.

Таблиця 1

Допустимі граничні похибки та довжини ходів

| Масштаб знімання | Граничні похибки $\Delta_{\text{гран}}$ положення пунктів знімальної мережі у масштабі карти | | | | |
|------------------------------|--|--------|--------|---|--------|
| | $\Delta_{\text{гран}} = 0,2 \text{ мм}$ | | | $\Delta_{\text{гран}} = 0,3 \text{ мм}$ | |
| | 1:3000 | 1:2000 | 1:1000 | 1:2000 | 1:1000 |
| Допустимі довжини ходів (км) | | | | | |
| 1:2000 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 3,6 | 1,5 |
| 1:1000 | 1,8 | 1,2 | 0,6 | 1,5 | 1,5 |
| 1:500 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | – | – |

§ 5.1.12. Довжини сторін у теодолітних ходах мають бути у межах:

- на забудованих територіях: від 20 м до 350 м;
- на незабудованих: від 40 м до 350 м.

Сторони теодолітних ходів вимірюють мірними стрічками і рулетками у прямому і зворотному напрямках. Відносну похибку вимірювання лінії обчислюють за формулою:

$$\frac{1}{N} = \frac{S_{\text{пр}} - S_{\text{зв}}}{S} = \frac{1}{1000}, \frac{1}{2000}, \frac{1}{3000}. \quad (10)$$

§ 5.1.10. Для обчислення горизонтальних проєкцій вимірних ліній для кутів їх нахилу $1,5^\circ$ і більше одночасно з вимірюванням горизонтальних кутів, одним прийомом у одному напрямі, вимірюють вертикальні кути. Якщо на лінії є декілька точок перегину, то її вимірюють частинами і для кожної з них у точках перегину вимірюють вертикальні кути.

§ 5.1.13. Допустимі кутові нев'язки обчислюють за формулою:

$$\text{доп } f_{\beta} = 1' \sqrt{n}, \quad (11)$$

де n – кількість кутів.

5.1.14. Теодолітні ходи з використанням точних теодолітів і світловіддалемірів або електронних тахеометрів прокладають з граничною відносною похибкою 1:2000 з урахуванням вимог табл. 2.

Таблиця 2

Допустимі довжини ходів, кількість сторін та абсолютні лінійні похибки

| Масштаб знімання | Граничні похибки $\Delta_{\text{гран}}$ положення пунктів знімальної мережі у масштабі карти | | | | | |
|------------------|--|----------------------------|--|---|----------------------------|--|
| | $\Delta_{\text{гран}} = 0,2 \text{ мм}$ | | | $\Delta_{\text{гран}} = 0,3 \text{ мм}$ | | |
| | Допустимі довжини ходів, км | Допустима кількість сторін | Допустимі абсолютні лінійні похибки, м | Допустимі довжини ходів, км | Допустима кількість сторін | Допустимі абсолютні лінійні похибки, м |
| 1:2000 | 7,0 | 20 | 0,8 | 9,0 | 30 | 1,2 |
| 1:1000 | 4,0 | 20 | 0,4 | 6,0 | 20 | 0,6 |
| 1:500 | 2,0 | 20 | 0,2 | – | – | – |

Довжини сторін у теодолітних ходах мають бути у межах:

- на забудованих територіях: від 20 до 1000 м;
- на незабудованих територіях: від 40 до 1500 м.

Допустимі кутові нев'язки

$$\text{доп } f_{\beta} = 20'' \sqrt{n}, \quad (12)$$

де n – кількість кутів у ході.

5.1.15. Горизонтальні кути у теодолітних ходах вимірюють теодолітами двома півприйомами з перестановкою лімба на $1-2^{\circ}$ (для теодолітів з односторонньою системою відліку кругів – 2Т30П, 2Т5К, 3Т5КП) і 90° для теодолітів з двосторонньою системою відліку. Прив'язку теодолітних ходів виконують вимірюванням двох кутів, в обох кінцях ходу прилеглих до сторін з відомими дирекційними кутами. Сума виміряних кутів не має відрізнятись від значення кута, що отримане з вихідних даних більше 1'.

1.1.16. Центрування приладів та марок виконують з точністю 3 мм.

5.1.17. Допустимі довжини висячих теодолітних ходів (допускається прокладання висячих ходів для знімальної основи), подані у табл. 3.

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

Таблиця 3

Допустимі довжини висячих ходів

| Масштаб | Довжини висячих ходів з використанням землемірних стрічок (м) | | Довжини висячих ходів з використанням світловіддалемірів та електронних тахеометрів (м) | |
|---------|---|----------------------------|---|----------------------------|
| | на забудованій території | на незабудованій території | на забудованій території | на незабудованій території |
| 1:2000 | 200 | 300 | 1600 | 2500 |
| 1:1000 | 150 | 200 | 1000 | 1500 |
| 1:500 | 100 | 150 | 500 | 750 |

При цьому кількість сторін у висячих теодолітних ходах на незабудованій території має бути не більше трьох, а на забудованій – не більше чотирьох.

Рекогностування

Студенти разом з керівником практики рекогностують ділянку, відведену кожній бригаді для топографічного знімання, уточнюють і позначають місця закріплення точок теодолітного ходу. Відшуковують пункти геодезичної основи, до яких буде прив'язаний теодолітний хід. Пункти теодолітного ходу розташовують так, щоб забезпечувалась взаємна видимість між сусідніми точками, у місцях, зручних для виконання куткових та лінійних вимірювань, а також з урахуванням якісного огляду ситуації місцевості, яку будуть знімати (так, щоб з точки ходу було видно якнайбільше контурів). Такими місцями можуть бути узбіччя доріг, тротуари, луки, просіки тощо. Загальну кількість вершин теодолітного ходу визначають кількістю членів бригади (кожний студент має виміряти горизонтальний та вертикальний кути і записати їх у журналі). Під час рекогностування складають схематичне креслення ходу з прив'язкою кожної точки до 2–3 місцевих предметів.

Закріплення пунктів

Щоб виміряти довжину лінії або кут між двома лініями на місцевості, кінцеві точки ліній, а отже і власне лінії потрібно *закріпити*, а щоб побачити ці точки здалеку, – *позначити*. Для закріплення точок в умовах практики використовують кілки довжиною 20–25 см і з поперечним перерізом 3×3 см. Для кращого позначення точки кілок обкопують канавкою у вигляді кола, трикутника чи квадрата. Кілок забитий на рівні із землею називають точкою, а другий, забитий поруч – сторожком (рис. 17). На боці, звернутому до точки, пишуть номери точки, групи та бригади. Центри знаків позначають цвяхами або хрестоподібною насічкою на торчаку кілка. Слідкують за тим, щоб забиті кілки не перешкоджали руху транспорту, пішоходів та роботі сільськогосподарських машин.

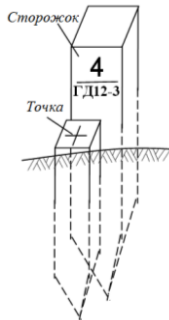


Рис. 17. Закріплена точка зі сторожком

Кутові вимірювання

Установлення теодоліта в робоче положення



Рис. 18. Нитковий висок

Установлення теодоліта в робоче положення містить у собі такі дії:

- установлення основної осі теодоліта у прямовисне положення – нівелювання теодоліта;
- установлення зорової труби і відлікових пристроїв для спостережень.

Установлення основної осі теодоліта прямовисно (нівелювання теодоліта).

Попереднє установлення виконують на око одночасно з приблизним центруванням і розташуванням головки штатива приблизно горизонтально. Остаточне установлення виконують за допомогою циліндричного рівня та підймальних гвинтів підставки (рис. 18). Циліндричний рівень установлюють у напрямку лінії, що з'єднує два підймальних гвинти, і обертаючи їх, приводять бульбашку рівня на середину. Обертають алідадну частину теодоліта на 90° і, діючи третім підймальним гвинтом, знову приводять бульбашку рівня на середину.

Це установлення вважають виконаним, якщо, обернувши алідадну частину теодоліта на 180° , відхилення бульбашки рівня від нуля-пункту буде не більше 1 поділки. У процесі вимірювання кута під час обертання алідади бульбашка рівня зазвичай відхиляється від нуля-пункту на 1–2 поділки, що суттєво не впливає на точність вимірювання кута, і тому непотрібно домагатися такого положення, щоб бульбашка рівня зберігала своє незмінне положення точно на середині.

Установлення зорової труби для спостережень полягає у тому, щоб отримати чітке зображення сітки ниток (установлення труби по очах за допомогою діоптрійного кільця окуляра) і предмета, що спостерігають (установлення труби по предмету за допомогою фокусувального гвинта).

Установлення відлікових пристроїв для спостережень полягає у тому, щоб отримати чітке зображення штрихів у полі зору мікроскопа (за допомогою діоптрійного кільця окуляра).

Для вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів, кутів орієнтування та віддалей нитковим віддалеміром необхідно центрувати теодоліт над вершиною кута чи початком сторони.

Зцентрувати теодоліт означає установити його в робоче положення так, щоб вертикальна вісь обертання проєктувалась на вибрану точку місцевості. Теодоліти Т30, 2Т30 можна зцентрувати нитковим виском і за допомогою зорової труби.

Центрування нитковим виском

Штатив приблизно установлюють над вершиною кута і з невеликим зусиллям натискають на ніжки. Почіпляють нитковий висок (рис. 18) до гачка, що є у становому гвинті. За допомогою планки установлюють довжину нитки виска такою, щоб кінчик виска був на 1–2 см вище точки центрування. Для установлення виска над центром пункту переміщують штатив – залежно від величини переміщення або утоплення його ніжок у ґрунт, або переставлянням ніжок (горизонтальність головки штатива визначають окомірно). Переміщати головку штатива над вершиною кута можна також зміною довжини ніжок штатива. Цією особливістю розсувного штатива зручно користуватися для невеликих переміщень головки штатива.

Після центрування теодоліта за допомогою штатива (кінець виска проєктується на точку), користуючись підймальними гвинтами, горизонтують прилад. Якщо висок не точно проєктується над точкою, послаблюють становий гвинт і пересувають теодоліт по головці штатива до встановлення виска над центром знака. Після цього закріплюють становий гвинт і знову перевіряють горизонтування. Отже,

центрування і горизонтування виконують кількома послідовними наближеннями.

Для зручності користування нитковий висок потрібно належно підготувати до роботи. Для цього беруть нитку (надійніше – жилку) довжиною приблизно 2 м, один її кінець прикріплюють до вантажу так, як показано на рисунку 18, і закріплюють його там. Інший кінець протягують через два отвори металевої або пластикової планки і закріплюють його до верхнього отвору планки. Утвореною петлею почіпляють нитку виска до гачка на становому гвинті штатива. Переміщення планки вздовж нитки дає змогу легко і зручно встановлювати вістря виска над точкою центрування на потрібній над нею висоті.

Центрування теодоліта за допомогою зорової труби

Теодоліт на штативі розташовують приблизно над точкою. Утоплюють ніжки у ґрунт. Встановлюють відлік вертикального круга (-90° – M_0). Підймальними гвинтами підставки спрямовують центр сітки ниток зорової труби на точку. Вертикальну вісь теодоліта встановлюють прямовисно за допомогою циліндричного рівня й ніжок штатива, діючи ними як підймальними гвинтами. Ці дії повторюють доти, доки теодоліт буде приведено в робочий стан, а сітка ниток – проєктуватися на точку. Остаточне устанавлення вертикальної осі обертання теодоліта прямовисно виконують підймальними гвинтами. Якщо після цього сітка ниток зорової труби зійде з точки, то, послабивши становий гвинт, теодоліт пересувають на головці штатива паралельно самому собі до її збігання з точкою. З послабленим становим гвинтом теодоліт має знаходитися в робочому стані, а сітка ниток має бути спрямована на точку центрування. Притримуючи підставку теодоліта, закріплюють становий гвинт і після цього, якщо потрібно, підводять бульбашку рівня на середину. Аналогічно виконують центрування будь-якими оптичними центрами.

Після устанавлення основної осі прямовисно треба ще раз перевірити центрування теодоліта і, якщо висок чи сітка ниток зорової труби дещо відхилиться від вершини кута, то теодоліт пересувають на головці штатива так, як описано вище.

Власне вимірювання кута

Горизонтальні кути в теодолітному ході вимірюють одним прийомом у такій послідовності:

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

- установлюють теодоліт на пункті спостереження: центрують прилад, вимірюють його висоту;
- установлюють (центрують) візирні пристосування (тички, шпильки, марки) на пунктах, які спостерігатимуть, позначають на них висоту теодоліта;
- вимірюють горизонтальний кут одним прийомом;
- вимірюють кут нахилу лінії одним прийомом, для однієї лінії в одному напрямі;
- оцінюють точність виміряного горизонтального кута.

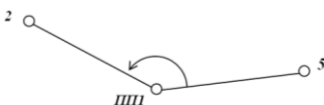


Рис. 19. Схема вимірювання горизонтального кута

Для вимірювання горизонтального кута (рис. 19) теодоліт установлюють у вершині кута (точці IIII) .

Центри пунктів 5 і 2 закріплюють на рівні з землею і їх неможливо побачити з точки IIII під час вимірювання кута. Тому на пунктах 5 і 2 установлюють візирні пристосування (тички, вимірні шпильки чи марки). Тички і вимірні шпильки ставлять вістрям на центр знака і утримують їх прямовисно. Візирну марку, закріплену на штативі, центрують так само, як і теодоліт. Слід зауважити, що чим коротші сторони кута, тим ретельніше центрують теодоліт і візирні цілі над центрами пунктів. Нагадаємо, що згідно з інструкцією точність центрування теодоліта і візирних пристосувань не має перевищувати 3 мм.

Після установлення теодоліта на пункті IIII і візирних пристосувань на пунктах 5 і 2 спрямовують зорову трубу на пункт 5 і добиваються обертанням фокусувального гвинта чіткого зображення візирного пристосування, а обертанням діоптрійного кільця – чіткого зображення сітки ниток. Так поступають декілька разів. Остаточного має бути чітко видно візирне пристосування, а сітка ниток не повинна мати паралаксу. Якщо рухати оком перед окуляром у різні боки, то зображення предмета і сітки ниток не повинні рухатися одне відносно іншого. Якщо такий рух спостерігається, то сітка ниток має паралакс.

Обертанням дзеркала добиваються доброї видимості у полі зору відлікового мікроскопа, а обертанням діоптрійного кільця окуляра відлікового мікроскопа – чіткої видимості штрихів лімба і шкали.

Закріпивши горизонтальний круг, відпускають закріплювальний гвинт аліади і спрямовують трубу на найнижчу точку візирного пристосування 5: наближено – за допомогою коліматорного прицілу труби, і точно – за допомогою навідних гвинтів аліади і зорової труби. Після точного спрямування труби відлічують горизонтальний круг ($210^{\circ}47,5'$) і записують у журнал установленної форми (Додаток А).

Потім із закріпленим горизонтальним кругом, звільнивши закріплювальний гвинт аліади, обертанням її за годинниковою стрілкою візують на найнижчу точку візирного пристосування 2, відлічують горизонтальний круг ($110^{\circ}10,5'$) і також записують у журнал. Виконані дії складають перший півприйом вимірювання горизонтального кута 5-ППП-2, величину якого обчислюють як різницю відліків.

Для обчислення кута 5-ППП-2, розташованого праворуч за ходом (хід прокладають від 5 до 2), необхідно: від відліку ($210^{\circ}47,5'$), отриманого з візування на точку 5, відняти відлік ($110^{\circ}10,5'$), отриманий з візування на точку 2. У нашому прикладі значення кута 5-ППП-2 знайдемо:

$$210^{\circ}47,5' - 110^{\circ}10,5' = 100^{\circ}37,0'$$

Для забезпечення контролю вимірювання кута та для підвищення точності виконують другий півприйом вимірювань. Для цього відпускають закріплювальний гвинт зорової труби і переводять її через zenit, відпускають закріплювальний гвинт горизонтального круга, змінюють його положення на $1-2^{\circ}$ і закріплюють. Відпустивши закріплювальний гвинт аліади, візують на точку 5. Відлічують горизонтальний круг ($149^{\circ}51,0'$) і, записавши його в журнал, відпускають закріплювальний гвинт аліади, обертають її проти ходу годинникової стрілки, візують на точку 2, відлічують горизонтальний круг ($49^{\circ}15,0'$) і записують його в журнал. На цьому закінчується другий півприйом вимірювання кута. Два півприйоми складають один прийом. Обчислюють кут із другого півприйому. Якщо розходження між обчисленими значеннями кута, виміряного першим і другим півприйомами, не перевищує подвоєної точності відлікової пристрою – $1'$, то обчислюють остаточне значення кута, виміряного одним прийомом, яке дорівнює середньому арифметичному із результатів вимірювання у півприйомах.

Кут 5-ППП-2 дорівнює:

$$\frac{100^{\circ}37,0' + 100^{\circ}36,0'}{2} = 100^{\circ}36,5'$$

Якщо значення кута, отримані з двох півприймів, відрізняються більше, ніж на подвійну точність відлікового пристрою, то перевіряють стійкість штатива, чи достатньо затягнутий становий гвинт і чи добре закріплена верхня частина теодоліта в гнізді підставки (для теодоліта 4Т30). Після цього вимірювання кута повторюють.

Дослідженнями встановлено, що точність вимірювання горизонтального кута одним прийомом технічними теодолітами типу Т30 характеризується значенням середньої квадратичної похибки 30". З цього роблять висновок, що граничні розходження результатів вимірювання кутів у півприйомах вказаними вище теодолітами не мають перевищувати 1'. Однак, для теодоліта Т30 допускають розходження 2'.

Разом із вимірюваннями горизонтального кута у точці *ПП1* (рис. 19) вимірюють кути нахилу ліній *ПП1-2* і *ПП1-5*. Після відлічування горизонтального круга середню нитку спрямовують на позначку висоти теодоліта на тичці. Висота теодоліта – віддаль від центра знака (торчака кілочка) до осі обертання труби теодоліта. Відлічують вертикальний круг $KП = -1^{\circ}54,0'$ і записують у журнал навпроти виміряної лінії (Додаток 1).

Під час вимірювання кута з кругом ліворуч поступають аналогічно і, відлічивши вертикальний круг $KЛ = 1^{\circ}56,0'$, записують відлік у журнал. Обчислюють кут нахилу лінії:

$$\nu = \frac{KЛ - KП}{2} = \frac{1^{\circ}54,0' - (-1^{\circ}56,0')}{2} = \frac{3^{\circ}50,0'}{2} = 1^{\circ}55,0'$$

і записують його напроти середнього значення вимірюваної лінії.

Лінійні вимірювання

Довжини сторін теодолітного ходу вимірюють компарованою сталевною стрічкою.

Компарування стрічок, рулеток

Компарування стрічок, рулеток

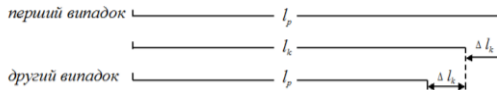


Рис. 20. Компарування стрічок

Зазвичай, довжина l_p стрічок і рулеток не відповідає номінальній довжині l_0 . Тому до початку вимірювань визначають їхню справжню довжину, тобто компарують.

Прокпарувати мірний прилад – означає порівняти його з мірою, що прийнята за еталон.

Еталоном для рулеток і стрічок є 10–50 метрова рулетка, довжина якої відома з точністю 0,1–0,5 мм, відповідно, або стаціонарний компаратор, точність якого не нижча від точності взірцевої рулетки.

Компаратор – низка закріплених на місцевості чи у приміщенні точок, віддалей між якими відома із заданою точністю.

Для компарування стрічки чи рулетку укладають на горизонтальну площину поряд із взірцевою рулеткою або укладають на компаратор. Один її кінець закріплюють нерухомо і встановлюють його так, щоб початкові штрихи досліджуваної стрічки (рулетки) і взірцевої рулетки (початок компаратора) збігалися. До іншого кінця прикріплюють вантаж або динамометр, створюючи натяг 10 кг і за допомогою лупи знаходять різницю між кінцевим штрихом досліджуваної стрічки (рулетки) і відповідним штрихом взірцевої рулетки (чи кінцевою точкою компаратора).

Припустімо, що довжина взірцевої рулетки (компаратора) дорівнює l_k . Треба знайти справжню робочу довжину стрічки чи рулетки l_p .

Із рис. 20:

$$l_p = l_k + \Delta l_k, \quad (13)$$

де Δl_k – різниця довжин досліджуваної стрічки (рулетки) та взірцевої рулетки (компаратора). Якщо довжина l_p для стрічки землемірної СЗ-20 відрізняється від прийнятого номіналу (20 м) менше, ніж на 2 мм, то приймають $l_p = 20$ м.

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

Приклад. Довжина компаратора $l_k = 20,032$ м, $\Delta l_k = -27$ мм (другий випадок на рис. 16). $l_p = 20,032 - 0,027 = 20,005$ м. Різниця між робочою довжиною стрічки $l_p = 20,005$ м і номінальним значенням $l_0 = 20,000$ м дорівнює 5 мм. Цю різницю під час вимірювань треба враховувати.

Провішування лінії

Вимірювання ліній між точками виконують по прямій, що з'єднує ці точки, тобто у створі між цими точками.

Створ лінії AB – прямовисна площина точки A , що проходить через точку B .

Для позначення створу на місцевості лінію провішують. Провішування лінії виконують два міряльники. Для цього на кінцевих точках A і B вимірюваної лінії встановлюють віхи, між якими має бути видимість. Лінії, які довші 100 м, провішують додатково, тобто не лише на кінцях лінії, а й між ними, у їхньому створі ставлять ще віхи у точках E, D, C , так, щоб між віхами була чітка видимість (рис. 21).

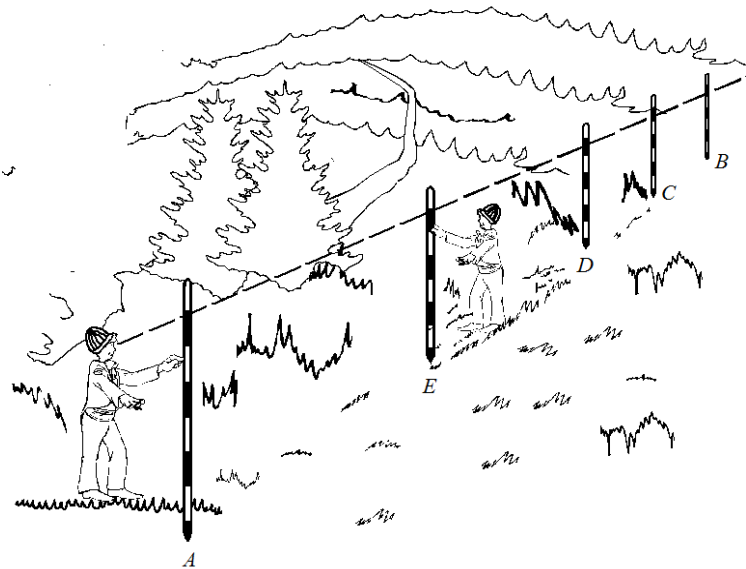


Рис. 21. Провішування лінії

Вимірювання ліній стрічкою

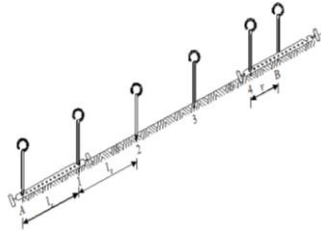


Рис. 22. Вимірювання лінії

Вимірювання стрічкою виконують два міряльники. Після розмотування стрічки перший міряльник із п'ятьма шпильками рухається вздовж лінії, тримаючи один кінець стрічки, а другий міряльник (з однією шпилькою) точно, за допомогою шпильки, суміщає штрих кінця стрічки з початком лінії (точка *A*) і встановлює передній кінець стрічки у створі лінії (рис. 22).

Після цього перший міряльник струшує стрічку, щоб вона точно розмістилась у створі, і, натягнувши її із зусиллям приблизно 10 кг, устромлює шпильку в землю через виріз-гачок переднього кінця стрічки. Далі другий міряльник витягає шпильку і обидва разом рухаються вперед на 20 м доти, доки другий міряльник вставить кінець стрічки у шпильку, залишену першим міряльником. Відтак увесь процес повторюють.

Кількість шпильок без однієї, зібраних другим міряльником, відповідає кількості укладень стрічки у вимірюваній лінії. Якщо довжина лінії більша 100 м, то, увіткнувши останню шпильку, перший міряльник чекає другого міряльника, який, залишивши стрічку на землі, підходить і передає йому зібрані 5 шпильок, перерахувавши їхню кількість. Кожну передачу шпильок позначають у журналі, після цього роботу продовжують. Прийшовши у кінець лінії, відлічують стрічку безпосередньо у тому місці, де вона збігається з кінцевою точкою лінії.

Кількість сантиметрів оцінюють на око. Для того, щоб відлік стрічки відповідав довжині останнього неповного укладення стрічки, рахунок метрів на стрічці має зростати від останньої шпильки до вимірюваної точки.

Довжину похилої лінії, виміряної стрічкою, обчислюють за формулою:

$$D' = (k \times 5 + n) l_0 + r, \quad (8)$$

де *k* – кількість передач;

Полеві роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

n – кількість шпильок без однієї у заднього мірятьника;
 l_o – номінальна довжина стрічки;
 r – залишок.

Приклад. Вимірювання лінії (Додаток 1) супроводжувалось однією передачею $k = 1$ шпильок і після закінчення вимірювання другим мірятьником зібрано 2 шпильки. $n = 2 - 1 = 1$. Відлік стрічки на кінці лінії дорівнював $r = 3,25$ м. Похила довжина виміряної лінії буде:

$$D' = (1 \times 5 + 1) 20 + 3,25 = 123,25 \text{ м.}$$

Для усунення похибок та підвищення точності вимірювань кожную лінію вимірюють двічі, у прямому і зворотному напрямках. Розходження між двома вимірами не має перевищувати $\frac{1}{2000}$.

Наприклад. Якщо під час вимірювання лінії у двох напрямках отримано результати 123,25 м і 123,29 м, то гранична розбіжність між ними може бути $123 \text{ м} \times \frac{1}{2000} = 0,0615 \approx 0,06 \text{ м} = 6 \text{ см}$.

Подані результати відрізняються на 0,04 м. За остаточний результат приймають середнє із прямого і зворотного ходу: 123,27 м. У випадку отримання недопустимого розходження, виконують вимірювання третій раз. Якщо всі три виміри відрізняються одне від одного не більше ніж $\frac{1}{1000}$, то за остаточне значення приймають середнє із трьох вимірювань. Загальну довжину D лінії, виміряної стрічкою, довжина якої l_p відрізняється від $l_o = 20,00$ м, обчислюють за формулою:

$$D = D' \frac{l_p}{l_o}, \quad (9)$$

де D – правильний результат вимірювання довжини лінії; l_p – фактична довжина стрічки, $l_o = 20,000$ м.

Фактична довжина стрічки $l_p = 20,003$ м. Тоді фактична нахилена довжина лінії 1–2 дорівнює:

$$D_{1-2} = 123,27 \times \frac{20,003}{20} = 123,29 \text{ м.}$$

Для обчислення координат теодолітного ходу необхідно мати горизонтальні проєкції виміряної лінії. Для цього, як описано вище, одночасно з вимірюванням довжини лінії вимірюють теодолітом або екліметром кут нахилу лінії. Тоді горизонтальну проєкцію лінії обчислюють:

$$d = D \cos \nu. \quad (10)$$

Для прикладу, поданого в додатку 1 горизонтальна проєкція лінії 1–2:

$$d_{1,2} = 123,27 \times \cos 1^\circ 55' = 123,20 \text{ м.}$$

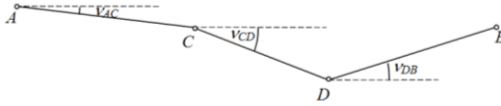


Рис. 23. Вимірювання похилої лінії з переламаними

Якщо лінія має перелами, як показано на рис. 23, то для кожного відрізка вимірюють кут нахилу – v_{AC} , v_{CD} , v_{DB} . Під час вимірювання лінії віддалі до тичок C і D фіксують з точністю 10 см, але всю лінію вимірюють з точністю, що описана вище.

$$D_{AB} = D_{AC} + D_{CD} + D_{DB}.$$

Тоді горизонтальну проєкцію лінії обчислюють:

$$D_{AB} = D_{AC} \times \cos v_{AC} + D_{CD} \times \cos v_{CD} + D_{DB} \times \cos v_{DB}.$$

Приклад. Похила віддаль між точками A і B $D_{DB} = 157,27$ м.

$$D_{AC} = 65,2 \text{ м;}$$

$$D_{CD} = 47,2 \text{ м;}$$

$$D_{AB} = 157,27 - (65,2 + 47,2) = 44,87 \text{ м.}$$

$$v_{AC} = -3^\circ 10';$$

$$v_{CD} = -5^\circ 20';$$

$$v_{DB} = +2^\circ 50';$$

$$d_B = 65,2 \times \cos 3^\circ 10' + 47,2 \times \cos 5^\circ 20' + 44,87 \times \cos 2^\circ 50' = 156,91 \text{ м.}$$

Результати лінійних вимірювань під час прокладання теодолітного ходу записують у журнал (Додаток А).

Складання схеми теодолітних ходів

Схему теодолітних ходів (Додаток Б) викреслюють у вибраному масштабі на аркуші паперу 11-го формату. Довжини ліній відкладають лінійкою з міліметровими поділками, а кути – транспортиром. Орієнтують лінії схеми відносно бічного краю аркуша паперу, вважаючи, що він має напрям Південь-Північ. На схемі підписують номери станцій теодолітного ходу, горизонтально випишують середні значення горизонтальних кутів, біля кожної сторони ходу горизонтально випишують із журналу значення горизонтальних проєкцій. Показують результати оцінки точності кутових вимірів, тобто $\Sigma\beta_{np}$, $\Sigma\beta_{теор}$, f_{β} і $donf_{\beta}$. Викреслюють схему тушшю.

Складання абрису та знімання ситуації

Одночасно зі створенням планової основи виконують знімання ситуації.

Ситуація – сукупність об'єктів місцевості, які підлягають зніманню.

§ 1.3.1. На топографічних картах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 достовірно та з потрібною точністю і детальністю (залежно від масштабу карти) відображують:

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

Знімання річок, струмків, каналів, ширина зображення яких на карті більше 3 мм, виконується по двох берегах, а до 3 мм – по одному березі. Визначається напрям течії та її швидкість.

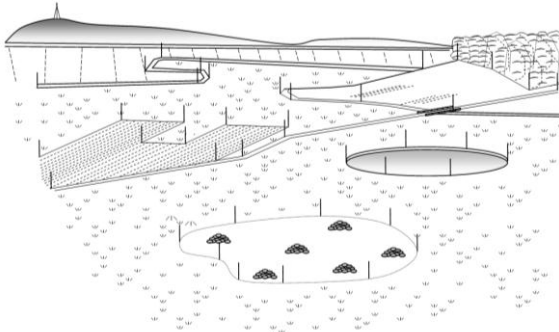


Рис. 24. Вибір контурних точок

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

Найменша площа контурів, що підлягають зніманню, 20 мм² на карті – для господарсько цінних угідь або розташованих всередині їх ділянок, що не мають господарського значення, 50 мм² на карті – для ділянок, що не мають господарського значення.

Під час знімання лісу визначають породу, середню висоту дерев, їхній діаметр на рівні грудей дорослої людини, середні віддали між деревами в різних частинах ділянки, контури рідколісся, зрубів, зарощ, сільськогосподарських угідь, розташованих у лісі.

Вигини обрисів об'єктів, якщо в масштабі карти вони менші 0,5 мм, спрямляються.

Зніманню в масштабах 1:200–1:500 не підлягають переносні та тимчасові споруди (ятки, кіоски, намети тощо).

Знімання ситуації вимагає підвищеної від виконавця уваги і належних навичок. Якщо під час прокладання теодолітного ходу увесь час контролюють вимірювання, повторюючи їх, то знімаючи ситуацію, кожна точку отримують незалежно від інших і груба помилка у зніманні точки може не виявитися. Тому виконавець увесь час вивчає ситуацію, форму контурів, стежить за роботою реєчника, який має вибирати всі вигини контуру в межах подвійної точності масштабу, тобто криву приймають за пряму, якщо вона відхиляється від прямої не більше ніж на подвійну точність масштабу. Для контролю знімання точок контурів з наступної станції має починатися з тих точок, які зняті з попередньої станції.

Велике значення має правильність визначення назви угіддя. Неправильна назва знятих угідь знецінює ретельно і точно виконане знімання. Малодосвідченому виконавцю не завжди легко відрізнити сінокіс від вигону, поле з багаторічними травами (рілля) від сінокосу тощо. Для правильної класифікації угідь виконавець має бути достатньо грамотним в галузі землеробства і рослинництва, ґрунтознавства і геоботаніки, економіки і організації сільськогосподарського виробництва.

Приклад вибору точок для знімання меж контурів подано на рис. 24.

До початку знімання для кожної станції окремо або для всього об'єкту складають схематичне креслення – абрис.

Абрис складають від руки в достатньо великому довільному масштабі. На ньому показують знімальні точки (точки ходів основи) і лінії ходів, з яких виконувалось знімання, розташування місцевих предметів і контурів з пояснювальними написами (рілля, лука тощо) та результати вимірювань, отримані під час знімання.

Контури викреслюють потовщеними лініями, а лінії, що відносяться до промірів, – тонкими. За наявності дрібних деталей, які не відобра-

жаються на загальному абрисі, в ньому роблять вставки у більшому масштабі.

Знімання ситуації виконують (залежно від розташування об'єктів) способами прямокутних координат, кутових засічок, лінійних засічок, полярних координат, обходу або створним.

Спосіб перпендикулярів (прямокутних координат) застосовують для знімання контурів, розташованих поблизу сторін теодолітного ходу. Цим способом положення точки об'єкта визначається вимірюванням віддалі від початку сторони і довжини перпендикуляра, опущеного з точки контуру на сторону ходу. Віддаль від початку знімальної сторони до основи перпендикуляра вимірюють стрічкою, а довжину перпендикуляра рулеткою.

Залежно від довжини перпендикуляри будують на око або за допомогою екера.

≡ 7.5.11. Під час знімання способом перпендикулярів довжини перпендикулярів не мають перевищувати величин, поданих у таблиці 4.

Таблиця 4

Допустимі довжини перпендикулярів

| Масштаб знімання | Довжина перпендикуляра, м | |
|------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | Окомірне встановлення перпендикуляра | Встановлення перпендикуляра екером |
| 1:2000 | 8 | 60 |
| 1:1000 | 6 | 40 |
| 1:500 | 4 | 20 |

Довжину перпендикуляра вимірюють один раз з точністю до 1 см.

Перпендикуляри, що перевищують вказані величини, підкріплюють лінійними засічками, довжина яких не має перевищувати довжини мірного приладу.

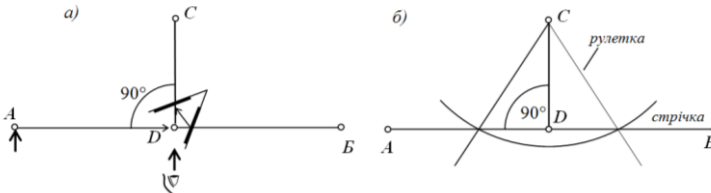


Рис. 25. Побудова перпендикуляра:
а) дводзеркальним екером; б) стрічкою і рулеткою

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

Будуючи перпендикуляр на око, спостерігач стає у створі лінії, на яку треба опустити перпендикуляр, обличчям до точки, з якої опускається перпендикуляр, підіймає руки в напрямі лінії. Потім складає руки перед собою і пересувається у створі лінії доти, доки стулені долоні будуть спрямовані на точку, з якої опускається перпендикуляр. У цей момент спостерігач знаходиться в точці, яка є основою перпендикуляра.

Побудову прямого кута за допомогою дводзеркального екера показано на рис. 25, а.

Якщо у точці *D* потрібно побудувати перпендикуляр до лінії *AB*, то в точці *D* стануть обличчям до того боку, куди треба поставити перпендикуляр, спрямовують відкриту частину екера на тичку, встановлену в точці *A* (чи *B*).

Побачивши в дзеркалі зображення тички *A*, встановлюють тичку в точці *C* так, щоб її зображення у вікні біля дзеркала було продовженням зображення тички *A* в дзеркалі.

Якщо з точки *C* необхідно опустити перпендикуляр на пряму *AB*, то слід переміщуватися з екером у створі лінії *AB* доти, доки зображення точки *C* у вікні екера буде продовженням зображення тички *A* (чи *B*) в дзеркалі біля цього вікна. Отримана точка *D* і є основою перпендикуляра.

Положення точки, що є основою перпендикуляра, можна визначити рулеткою і стрічкою (рис. 25, б). У цьому випадку нуль рулетки ставлять на точці *C*, яку знімають, і з неї, як із центра, описують дугу рулеткою, протягнутою у напрямі до стрічки, що укладено у створі лінії ходу. Найменший відлік рулетки відповідає довжині перпендикуляра і визначає положення його основи.

Зразок абрису знімання способом перпендикулярів подано на рис. 26.

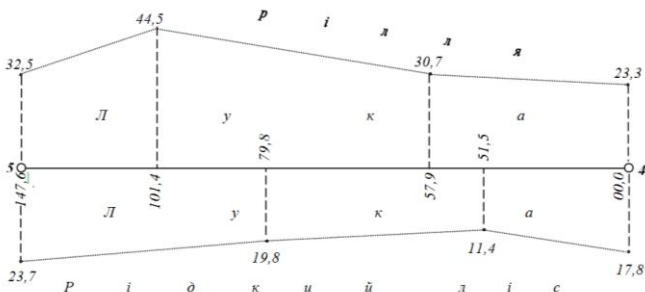


Рис. 26. Абрис знімання способом перпендикулярів

Спосіб кутових засічок

7.5.15. Спосіб кутових засічок застосовують там, де неможливо виконати безпосереднє вимірювання віддалей.

Допустимі значення віддалей для способу кутових засічок подано в таблиці 5.

Таблиця 5

Допустимі віддалі для способу кутових засічок

| Масштаб знімання | Віддалі до контурів, м | |
|------------------|------------------------|----------|
| | чітких | нечітких |
| 1:2000 | 400 | 1200 |
| 1:1000 | 200 | 600 |
| 1:500 | 100 | 300 |

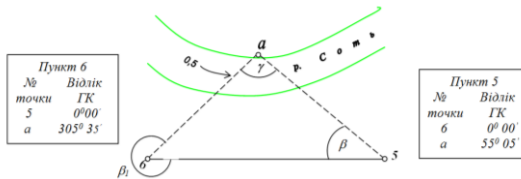


Рис. 27. Зарис знімання способом кутової засічки

Для знімання точки *a* (рис. 27) на пунктах теодолітного ходу, найближчих до визначуваної точки, вимірюють кути β_1 і β_2 між стороною ходу і напрямом на точку *a*. Для контролю вимірювання на таку точку виконують з трьох відомих пунктів ходу. При цьому кут засічки γ має бути не менший 30° і не більший 150° .

Спосіб лінійних засічок застосовують для знімання контурів з чіткими обрисами.

7.5.16. Під час знімання способом лінійних засічок довжини сторін засічки не мають перевищувати довжини мірного приладу (20–50 м), а кут засічки в точці має бути в межах $30\text{--}150^\circ$.

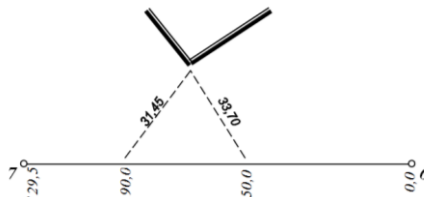
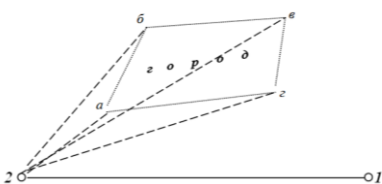


Рис. 28. Зарис знімання способом лінійної засічки

Полюві роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

Під час знімання контурів цим способом на знімальній лінії позначають точки основи засічки. Для полегшення нанесення точок на карту їх вибирають так, щоб віддаль до них виражалась цілою кількістю метрів і щоб з точкою, що визначається, вони утворювали приблизно рівносторонній трикутник (рис. 28).

Віддалі до точки засічки від точок основи на знімальній лінії вимірюють рулеткою із заокругленням до сантиметрів.



| №№ точок | Віддалі м | Відліки ГК |
|----------|-----------|------------|
| п | | 0°00' |
| а | 38,7 | 321 45 |
| б | 62,3 | 297 25 |
| е | 97,5 | 330 50 |
| z | 84,4 | 339 05 |
| п | | 0 00 |

Рис. 29. Абрис знімання полярним способом

Полярний спосіб (спосіб полярних координат) полягає у визначенні положення точки вимірюванням віддалі від пункту теодолітного ходу (полюса) до неї і кута між стороною теодолітного ходу (полярною віссю) і напрямом на точку, положення якої визначають.

§ 7.5.14. Під час знімання полярним способом максимальні віддалі від приладу до контурів не мають перевищувати величин, поданих в таблиці 6.

Для знімання полярним способом теодоліт встановлюють у точці ходу, орієнтують лімб у напрямі на попередню або наступну точку ходу, обертаючи алідаду візують послідовно на точки, що визначають, і кожного разу відлічують горизонтальний круг із заокругленням до 5' (на карті ці кути будують транспортиром).

Таблиця 6

Допустимі віддалі для полярного способу

| Масштаб знімання і метод визначення віддалей | Полярні віддалі до контурів ситуації, м | |
|--|---|----------|
| | чітких | нечітких |
| Для вимірювання нитковим віддалеміром | | |
| 1:2000 | 100 | 150 |
| 1:1000 | 60 | 100 |
| 1:500 | — | 80 |
| Для вимірювання стрічкою або оптичним віддалеміром | | |
| 1:2000 | 250 | 300 |
| 1:1000 | 180 | 200 |
| 1:500 | 120 | 150 |

Віддалі до шуканих точок залежно від точності знімання вимірюють віддалеміром або стрічкою. Результати вимірювань записують у табличку біля абрису (рис. 29).

Створний спосіб застосовують тоді, коли сторона теодолітного ходу перетинає межі різних контурів (рис. 30).

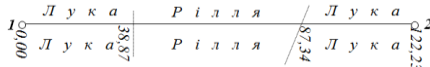


Рис. 30. Знімання ситуації створним способом

Спосіб обходу застосовують для знімання об'єктів, які через свою віддаленість або перепони неможливо зняти з основного теодолітного ходу.

У таких випадках навколо об'єкта, що знімається, прокладають додатковий хід, який прив'язують до основного ходу (рис. 31, а). Якщо контур об'єкта не збігається зі сторонами ходу, застосовують спосіб перпендикулярів (рис. 31, б).

Усі результати знімання записують у журнал контурного знімання.

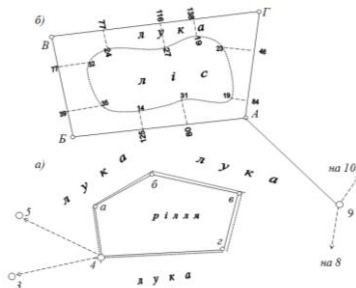


Рис. 31. Знімання ситуації способом обходу

Склад виконавців та розподіл обов'язків

Під час навчальної практики завдання, зазвичай, виконує бригада із п'яти осіб.

Ознайомлення з місцевістю та виявлення об'єктів ситуації, які підлягають зніманню, виконує весь склад бригади під керівництвом викладача.

Знімання виконують з таким розподілом обов'язків: провадження абрису і журналу – 1 особа, спостереження біля теодоліта – 1 особа, вимірювання ліній – 3 особи.

Кожний член бригади послідовно виконує всі обов'язки згідно з планом чергування, складеним керівником практики.

Додатки

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Кафедра управління земельними ресурсами

Ж У Р Н А Л

контурного знімання
ділянки місцевості

Розпочато: «__» _____ 20__ р.

Закінчено: «__» _____ 20__ р.

Теодоліт 2Т30, № _____

Сталева 20-метрова стрічка № 134

Група 118
Студент: ПШБ

Миколаїв – 2021

Л. М. Перович, В. П. Мацко, Д. В. Стерлев

Дата: «__» _____ 202_ р.

Погода: сонячно, слабкий вітер

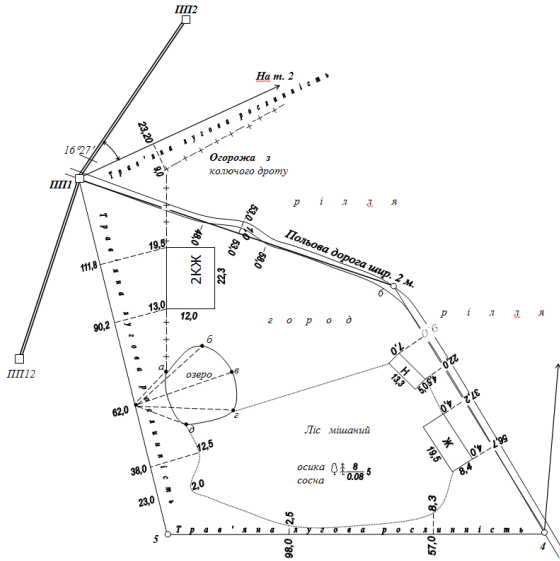
Виміряв: ПІБ

Записав: ПІБ

| Точка стояння | Точка наведення | Відліки мікроскопа | Величина кута | Середній кут β | Довжина лінії в метрах D | Кут Нахилу Лінії ν | Горизонтальна проєкція лінії $d=D\cos\nu$ | |
|---------------|-----------------|--------------------|---|---|----------------------------|------------------------|---|--|
| ІІІ ІІІ | | КП | 100°37,0' 41°22,0' 343°33,0' 130°57,0' | 100°36,5' 41°22,0' 343°33,0' 130°57,0' | | | | |
| | ІІІ1 | 241°07,5' | | | | | | |
| | 2 | 210°47,5' | | | | | | |
| | 5 | 151°32,5' | | | | ІІІ1-2 | | |
| | 6 | 110°10,5' | | | | 123,25 | -1°54,0' | |
| | 2 | 93°43,5' | | | 123,29 | +1°56,0' | | |
| | ІІІ2 | | | | 123,27 | 1°55,0' | 123,20 | |
| | | КЛ | 100°36,0' 41°22,0' 343°33,0' 130°57,0' | | | | | |
| | ІІІ1 | 180°12,0' | | | | | | |
| | 2 | 149°51,0' | | | | | | |
| 5 | 90°37,0' | | | | | | | |
| 6 | 49°15,0' | | | | | | | |
| 2 | 32°48,0' | | | | | | | |
| ІІІ2 | | | | | | | | |
| 2 | | КП | 102°35,0' | 102°35,5' | 2-3 | | | |
| | ІІІ1 | 54°50,5' | | | 99,98 | +1°51,0' | | |
| | 3 | 312°15,5' | | | 100,02 | -1°49,0' | | |
| | | КЛ | 100,00 | | 1°50,0' | 99,95 | | |
| | ІІІ1 | 272°36,0' | 102°36,0' | | | | | |
| 3 | 170°00,0' | | | | | | | |
| 3 | | КП | 137°12,0' | 137°11,5' | 3-4 | | | |
| | 2 | 139°32' | | | 103,99 | -1°34,0' | | |
| | 4 | 2°20' | | | 103,95 | +1°36,0' | | |
| | | КЛ | 103,97 | | 1°35,0' | 103,93 | | |
| | 2 | 270°15' | 137°11,0' | | | | | |
| 4 | 133°04' | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

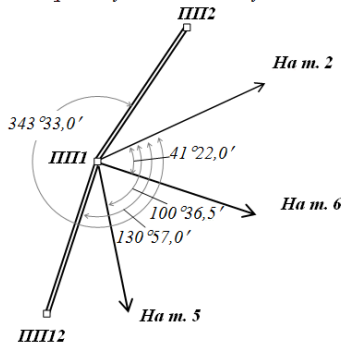
ЗАРИС



Точка 5+62,0

| № точ. | Віддаль | Кут |
|--------|---------|---------|
| III1 | | 0°00' |
| a | 17,0 | 33°00' |
| б | 23,0 | 40°15' |
| в | 28,0 | 85°00' |
| г | 29,0 | 113°00' |
| д | 15,0 | 141°30' |

Прив'язування полігону



Л. М. Перович, В. П. Мацко, Д. В. Стерлев

Дата: «__» _____ 202_ р.

Погода: сонячно, слабкий вітер

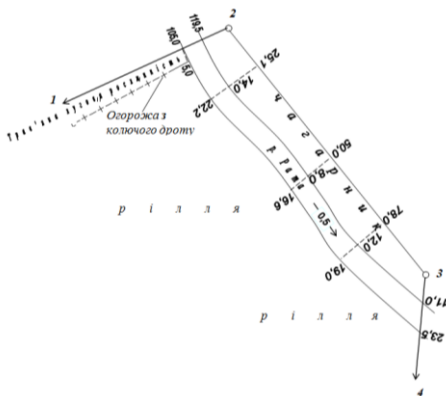
Виміряв: ПІБ

Записав: ПІБ

| Точка стояння | Точка наведення | Відліки мікроскопа | Величина кута | Середній кут β | Довжина лінії в метрах D | Кут Нахилу Лінії ν | Горизонтальна проєкція лінії $d=D\cos\nu$ | |
|---------------|-----------------|--------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------|---|--|
| 4 | | КП | 94°53,0' 35°33,0' | 94°53,0' 35°33,0' | | | | |
| | 3 | 295°58,0' | | | 4-5 | | | |
| | 6 | 260°25,0' | | | 130,14 | +2°25,0' | | |
| | 5 | 201°05,0' | | | 130,10 | -2°25,0' | | |
| | | | | | 130,12 | 2°25,0' | 130,00 | |
| | | КЛ | 94°53,0' 35°33,0' | | | | | |
| | 3 | 199°00,5' | | | | | | |
| | 6 | 163°27,5' | | | | | | |
| | 5 | 104°07,5' | | | | | | |
| 5 | | КП | 104°42,0' | 104°41,5' | <u>5-ПП1</u> | | | |
| | 4 | 245°52,5' | | | 134,15 | +0°20,0' | | |
| | ПП1 | 141°10,5' | | | <u>134,09</u> | -0°20,0' | | |
| | | КЛ | 134,12 | | 0°20,0' | 134,12 | | |
| | 4 | 105°52,0' | 104°41,0' | | | | | |
| | ПП1 | 1°11,0' | | | | | | |
| 6 | | КП | 223°18,0' | 223°18,0' | 4-6 | | | |
| | 4 | 152°14,5' | | | 115,79 | +1°20,0' | | |
| | ПП1 | 288°56,5' | | | <u>115,75</u> | -1°20,0' | | |
| | | КЛ | 115,77 | | 1°20,0' | 115,74 | | |
| | 4 | 223°12,5' | 223°18,0' | | | | | |
| | 1 | 359°54,5' | | | | | | |
| | | | | | <u>6-ПП1</u> | | | |
| | | | | | 109,13 | -0°50,0' | | |
| | | | | | <u>109,09</u> | +0°50,0' | | |
| | | | | | 109,11 | 0°50,0' | 109,10 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Польові роботи у контурному зніманні: до виконання практичних та самостійних робіт з дисципліни «Геодезія»

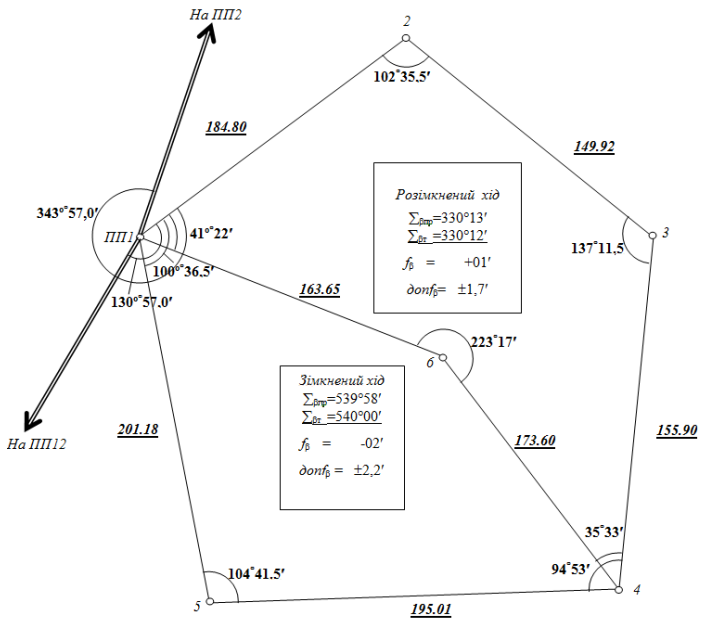
АБРИС



У журналі сторінок: пронумеровано ____
заповнено ____

Підпис: _____

СХЕМА ТЕОДОЛИТНИХ ХОДІВ



Виконав студент 118 гр.
ПІБ

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білокриницький С. М. Геодезія : навч. посіб. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. 576 с.
2. Геодезичний енциклопедичний словник / за ред. В. Літинського. Львів : Євросвіт, 2001. 668 с.
3. Грабовий В. М. Геодезія. К. : ДНВП «Аерогеодезія», 2005. 293 с.
4. Островський А. Л., Мороз О. І., Тарнавський В. Л. Геодезія : навч. посіб. Ч. II. Львів : Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2008. 564 с.
5. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія : навч. посіб. Ч. I. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. 440 с.
6. Островський А. Л., Мороз О. І., Тартачинська З. Р., Гарасимчук І. Ф. Геодезія. Топографія : навч. посіб. Ч. 1. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. 440 с.
7. Перович Л. М. Лісевич М. П. Геодезія : навч. посіб. Ч. 2. Львів : Новий світ – 2000, 2005. 208 с.
8. Порицький Г. О., Новак Б. І., Рафальська Л. П. Геодезія. К. : Арістей, 2007. 259 с.
9. Розум Р. І., Буряк М. В., Вітровий А. О., Волошин Р. В. Геодезія та землеустрій : монографія / за заг. ред. Р. І. Розума. Тернопіль : ТНЕУ, 2020. 247 с.
10. Романчук С. В., Кирилюк В. П., Шемякін М. В. Геодезія : навч. посіб. Умань : Уманський державний аграрний університет, 2008. 294 с.

Навчальне видання

*Лев Миколайович
ПЕРОВИЧ,
Петро Володимирович
МАЦКО,
Дмитро Валерійович
СТЕРЛЄВ*

Польові роботи у контурному зніманні:
до виконання практичних та самостійних робіт
з дисципліни «Геодезія»
для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»
галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»

Методичні вказівки

Випуск 389

Редактор *А. Бурмус.*

Технічний редактор *О. Петроченко.* Комп'ютерна верстка *Н. Кардаш.*
Друк *С. Волинець.* Фальцювально-палітурні роботи *О. Мішалкіна.*

Підписано до друку 23.09.2021.

Формат 60x84¹/₁₆. Папір офсет.

Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.

Ум. друк. арк. 3,49. Обл.-вид. арк. 1,81.

Тираж 5 пр. Зам. № 6509.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.

54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десанників, 10.

Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2018.