**Міністерство освіти і науки України
Класичний фаховий коледж СумДУ**

**Методичні вказівки**

**до проведення практики навчальної**

**(теодолітна зйомка, нівелювання)**

**для студентів спеціальності**

**193. Геодезія та землеустрій**

**КОНОТОП 2023**

**Кузько Р. В.** Методичні вказівки до проведення практики навчальної для студентів спеціальності 193. Геодезія та землеустрій. Конотоп: КФК СумДУ, 2023. 32 с. **Укладач:** Кузько Руслана Вікторівна, викладач КФК СумДУ, спеціаліст 2 категорії.

Розглянуто та схвалено на засідання циклової комісії «Землевпорядкування» Протокол № від \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 р. Голова циклової комісії \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т. М. Заболотня

**ЗМІСТ**

ВСТУП 4

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.............................................................................................5

1.1 Організація практики.................................................................................................. 5

1.2 Інструкція з охорони праці та техніці безпеки..........................................................6

1.3 Поводження з геодезичним приладом.......................................................................8

1.4 Проведення практики навчальної………………………...……………..…….…...10

1.5 Критерії оцінювання…………………………………………………………….…..11

 2 ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 «[ТЕОДОЛІТНА ЗЙОМКА»…………………………..12](#_TOC_250002)

 2.1 Вихідні дані ………………………………………………………………………..12

 2.2 Повірки тa юстування теодоліта………………………………………………….13

 2.3 Вимірювання горизонтальних кутів …………………………………………….16

 2.4 Вимірювання довжин ліній мірною стрічкою …………………………………..17

 2.5 Камеральна обробка результатів вимірювань …………………………………..18

 2.6 Побудова точок теодолітного ходу за координатами …………………………..23

 2.7 [Побудова теодолітного плану та ситуації………………………………………..24](#_TOC_250000)

 2.8 Побудова ситуації………………………………………………………………….25

 3 ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 «НІВЕЛЮВАННЯ»…………………….…….…....….27

3.1 Способи геометричного нівелювання…………………….……………………..27

3.2 [Перевірки нівеліра………………………………………………………………...29](#_TOC_250001)

3.3 [Камеральна обробка вимірювань ………………………………………………..30](#_TOC_250000)

 Список використаних джерел........................................................................................33

 Додатки………………………………………………………………………………...34

**ВСТУП**

Практика навчальна є продовженням теоретичного курсу в польових умовах.

Мета практики – закріплення і поглиблення знань, отриманих студентами під час вивчення теоретичного курсу, набуття практичних навичок роботи з геодезичними інструментами, оволодіння технікою виконання на місцевості теодолітного знімання, розв’язання геодезичних задач, ознайомлення з організацією польових робіт.

Практика проводиться відповідно до робочої програми навчальної дисципліни у встановлені наказом по коледжу терміни.

Унаслідок проходження практики студенти мають уміти:

* проводити рекогносцировку і закріплення точок теодолітного ходу;
* виконувати основні повірки геодезичних приладів;
* вимірювати горизонтальні кути і довжини ліній, визначати кути нахилу і горизонтальні проекції ліній, вести польовий журнал (абрис);
* виконувати прив’язку теодолітних ходів до пунктів геодезичної мережі, вирішувати обернені геодезичні задачі;
* вираховувати загальну площу за координатами з використанням мікрокалькуляторів та комп’ютерів;
* вираховувати площі контурів угідь, складати експлікації і кальки контурів;
* оформляти необхідні схеми, креслення, давати пояснення про виконані роботи;
* оформляти технічний звіт за теодолітною зйомкою;
* оволодіти навиками роботи з нівеліром;
* робити перевірку нівеліра;
* проводити камеральну обробку вимірювань.

**1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

**1.1 Організація практики**

Тривалість практики визначається навчальним планом.

Перед початком польових робіт студенти проходять інструктаж з охорони праці, результати якого фіксуються в спеціальному журналі, уважно вивчають правила поводження з геодезичними приладами.

Студент при проходженні геодезичної практики зобов'язаний:

* бути на місці роботи в призначений час і брати активну участь у виконанні робіт за програмою практики. У дощову погоду студенти з’являються на практику як зазвичай і займаються камеральними роботами;

- берегти геодезичні прилади, суворо виконуючи правила поводження з ними;

- виконувати правила охорони праці;

- дотримуватися правил поведінки та розпорядку дня, встановлений на пері- од проходження практики;

- не відлучатися з практики без дозволу безпосереднього керівника практики;

- підтримувати чистоту у займаних аудиторіях та на полігоні практики.

Для виконання завдань бригаді видаються з геокамери необхідний комплект геодезичних приладів та інструментів, журнали вимірювань та бланки для обчислень. Отримання інструментів оформлюється розпискою за підписом всіх членів бригади і завідувача геокамерою. Під час проходження практики передача інструментів іншій особі категорично забороняється.

Перед виконанням наступного виду робіт студентам необхідно ознайомитися зі змістом роботи в цілому, вивчити методику її виконання, вислухати пояснення викладача. Бригада приступає до виконання кожного наступного виду робіт лише після завершення попереднього завдання і пред'явлення викладачеві всіх необхідних матеріалів.

Всі записи в польових журналах необхідно виконувати чітко, кульковою ручкою або простим олівцем, тому що первинна геодезична документація носить характер юридичних записів. Виправлення цифр, підчистки та інше в польових журналах не допускаються. Невірно записані результати (числа) слід закреслити однією рискою, а правильне записати на новому місці. У випадку виявлення в польових вимірах помилок, що перевищують допуски, виконують повторні виміри. Графічне оформлення робіт повинно виконуватись ретельно і в повній відповідності з наведеними зразками робіт.

До заліку по практиці допускається бригада, що виконала всі роботи, представила оформлені матеріали практики навчальної.

Загальний об’єм звіту по практиці навчальній становить 25-30 сторінок рукописного тексту або 20-25 сторінок друкованого тексту. Титульний аркуш звіту знаходиться в додатку 1.

Залікова оцінка по практиці ставиться керівником практики на підставі індивідуального опитування студента, ступені участі його у всіх видах робіт, якості польових вимірювань, записів, точності роботи, ретельності виконання обчислювальних і графічних робіт.

**1.2 Інструкція з охорони праці**

До проходження навчальної геодезичної практики допускаються студенти, що пройшли на робочому місці інструктаж з охорони праці та перевірку теоретичних знань з обов'язковим розписом в журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

Геодезичні роботи на навчальній практиці повинні виконуватися відповідно до програми та графіком робіт при строгому дотриманні трудової дисципліни та правил безпеки.

***Вимоги безпеки перед початком роботи***

Приступаючи до роботи необхідно:

* усвідомити методику роботи, правила її безпечного виконання;
* ретельно оглянути геодезичні прилади та інструменти, звертаючи особливу увагу на комплектність інструменту, цілісність оптики, наявність робочих і виправних гвинтів, плавність обертання гвинтів і зорової труби.

Сокири та молотки повинні бути щільно насаджені з розклиненням, а їх рукоятки мають бути без задирок і мати потовщення до вільного кінця.

Ящики для інструментів повинні мати міцно закріплені ручки та ремені, а складні рейки - справні гвинти в місцях кріплення.

Про виявлені несправності необхідно повідомити викладачеві. Виявлені несправності підлягають усуненню і тільки після цього можна ними користуватися.

Забороняється приступати до роботи при виявленні несправності обладнання.

***Вимоги безпеки під час роботи***

При проведенні робіт необхідно:

* точно дотримуватися порядку і послідовності операцій, зазначених у методичних вказівках;
* дбайливо поводитися з виданими інструментами та приладами, вимагаючи того ж від усіх осіб, з ними працюючих;
* переносити віхи, штативи та інші інструменти, що мають гострі кінці, дозво- ляється тільки тримаючи їх гострими кінцями вниз. Сокири, молотки переносяться до місця роботи і назад у брезентовому чохлі або мішку. При переходах по вулицях забороняється носити рейки на плечах. Переносити їх слід тільки в руках, вертикально та складеними при міцному закріпленні відповідних гвинтів;
* геодезичні інструменти мають бути міцно закріплені на штативах;
* при переході через дорогу слід керуватися правилами, встановленими для пішоходів. Особливої обережності слід дотримуватися при переході на перехрестях вулиць. При веденні робіт уздовж доріг і проїздів необхідно виділити сигнальника з прапорцями для застереження бригади про наближення транспорту;
* вимірювання висоти проводів ліній електропередач слід виконувати тільки аналітично.

Під час проходження практики навчальної студентам суворо забороняється:

* залишати без нагляду геодезичні прилади та інструменти. Не дозволяється залишати рейки, притулені до будівель і дерев, мірні стрічки на проїжджій частині доріг;
* не можна залишати інструмент на штативі, не закріпивши його становим гвинтом;
* проводити самостійно розбірку, ремонт або юстування обладнання;
* перекидати один одному будь-які речі;
* забороняється піднімати рейки, вішки та інші предмети до проводів ліній електропередач, до контактної мережі трамвайних або тролейбусних ліній;
* забороняється проводити роботи у смузі відчуження високовольтних ліній електропередач, електропідстанцій без узгодження з відповідними організаціями;
* польові роботи повинні бути припинені при наближенні грози. Під час грози небезпечно перебувати під деревами і притулятися до їх стовбурів, бути близько від громовідводів, високих предметів (стовпів, що стоять окремо, дерев та ін.), контактної електромережі, високовольтних ліній;
* забороняється працювати голими, а в сонячні дні - з непокритою головою. Не дозволяється працювати босоніж, лежати на сирій землі і сидіти на камінні, пити холодну воду, будучи розпаленим;
* суворо забороняється наносити пошкодження деревам, лісонасадженням, руйнувати шпаківні, мурашники, засмічувати територію;
* залишати базу практики без узгодження з керівником практики.

***Вимоги безпеки після закінчення роботи***

Привести своє робоче місце в порядок, очистити інструменти від бруду, пилу. Інструмент наприкінці робочого дня повинен бути зданий в комору геодезичних інструментів.

Повідомити керівнику практики про всі недоліки, виявлені в процесі виконання роботи.

***Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях***

При роботі на практиці навчальній можуть відбутися наступні випадки:

* отримання травми від падіння приладу, гострого предмету, при переході автодороги, під час грози і за інших обставин;
* різке погіршення самопочуття працюючого. Правила поведінки при аварійних ситуаціях:
* при погіршенні самопочуття негайно покинути робоче місце, повідомивши керівника і при необхідності звернутися до лікаря.

Про кожний нещасний випадок, що стався під час проходження навчальної геодезичної практики, потерпілий або очевидець нещасного випадку негайно сповіщає керівника практики. Останні повинні негайно організувати першу допомогу потерпілому і направити його в медичний пункт, повідомити про подію відділ охорони праці, адміністрації коледжу, зберігши до розслідування обстановку на робочому місці і стан устаткування таким, яким воно було у момент події, якщо воно не загрожує життю і здоров'ю оточуючих.

 Термінова медична допомога включає наступні заходи:

 - надання термінової першої медичної допомоги потерпілому в залежності від характеру і виду травми, нещасного випадку або раптового захворювання;

 -надання швидкої доставки потерпілого до лікувальної установи.

**1.3 Поводження з геодезичними приладами**

При отриманні приладів з геокамери необхідно звернути увагу на:

* комплектність приладу;
* цілісність оптики, стекол, рівнів;
* наявність робочих і виправних гвинтів;
* плавність обертання робочих гвинтів, зорової труби;
* якість зображення предмета, сітки ниток, роботи рівнів і відлікових систем. При виявленні несправностей при отриманні приладів або при виконанні перевірок бригадир доводить до відома викладача та інструмент передається в геокамеру для його заміни, ремонту або юстування.

Матеріальну відповідальність за втрату і поломку геодезичних приладів та обладнання, методичних посібників, господарського інвентарю несе бригада в цілому.

Після закінчення польових робіт студенти, з дозволу керівника практики, здають прилади в геокамеру. Перед здачею приладів необхідно перевірити їх комплектність, очистити від бруду, пилу, вологи і змазати.

Прилади з геокамери на ділянку робіт переносять у футлярах. При вийманні приладу з футляра потрібно запам'ятати положення, в якому він там знаходився. Перед тим, як вийняти прилад, необхідно відпустити всі закріплені гвинти, зажими. При укладанні приладів у футляр не можна докладати зусиль.

Штатив потрібно встановлювати так, щоб він забезпечував необхідну стійкість; ніжки його мають бути розставлені таким чином, щоб вони не заважали при вимірах і були висунуті настільки, щоб забезпечувалася зручність спостережень. Башмаки ніжок штатива повинні бути надійно втиснені у ґрунт. При встановленні штатива необхідно стежити за тим, щоб положення голівки штативу було горизонтальне.

Прилад, вийнятий з футляра, ставлять на штатив, і, утримуючи його в цьому положенні однією рукою, іншою рукою вгвинчують становий гвинт.

Не рекомендується надмірно затягувати закріпні гвинти. Перш ніж обертати яку-небудь частину приладу, треба переконатися, що відповідний закріпний гвинт ослаблено.

Прилад потрібно захищати від вітру, дощу і від прямих сонячних променів

(парасолькою чи чохлом). Не можна торкатися пальцями оптичних деталей.

Треба видаляти з них пил м'яким волосяним пензликом, після чого протирати деталі чистою м'якою ганчіркою.

Переносити прилад з однієї станції на іншу можна на штативі при туго затя- гнутому становому гвинті й ослаблених закріпних гвинтах. Переносити теодоліт, нівелір з рівнем на плечі слід так, щоб вертикальна вісь інструмента займа- ла приблизно прямовисне положення; при цьому необхідно дві ніжки штатива скласти разом і утримувати їх руками, а третю перекинути на спину, пересуватися плавно, без ривків чи поштовхів.

Мірні стрічки і рулетки при вимірах необхідно охороняти від можливих зламів, від переїзду через них транспортних засобів. Розмотують стрічку, не допускаючи утворення петель. Розгорнуту стрічку переносять двоє, тримаючи її за кінці.

Рейки, вішки не можна кидати; на них не можна носити речі, сідати на них; необхідно охороняти поділки шкали рейки від стирання о ґрунт.

При укладанні приладу в шухляду не припустиме застосування сили, перед перенесенням приладу у футлярі необхідно закріпити всі закріпні гвинти.

**1.4 Проведення практики навчальної**

Всі практичні роботи по геодезії необхідно виконувати, дотримуючись затвердженої програми.

В перший день слід показати студентам, як проводиться на місцевості вішення, вимірювання ліній,як треба користуватися мірною стрічкою, тримати 2 шпильки, здійснювати контроль за вимірами, вести абрис з використанням стрічки та рулетки. Потім треба показати, як виконується приведення теодоліту до робочого стану, його перевірки, вимірювання горизонтальних кутів, ведення записів в журналі.

Керівник весь час слідкує за правильним виконанням роботи. По закінченню зйомки пробного полігону проводиться камеральна обробка матеріалів, щоб студенти впевнилися в вірності своїх вимірювань і підготувались таким чином до камеральних робіт по основному полігону. Ні в якому разі не слід поспішати переходити на основний полігон, поки всі як слід не будуть підготовлені до цього на протязі першого дня практики, так як це тільки затримає роботу в наступні дні.

Не пізніше другого дня практики керівник разом з бригадирами визначає полігон для теодолітної зйомки кожній бригаді. Закріпленню і визначенню своїх опорних точок бригади треба звернути особливу увагу. На кожному сторожку треба написати номер точки та бригади.

Перед роботою на основному полігоні керівник практики повинен перевірити знання всіх по вимірюванню кутів, ліній, веденню абриса.

 Особливу увагу звернути на правильність ведення польових документів.

Цьому треба вчитися на пробному полігоні, коли всі знаходяться біля керівника і йому зручно слідкувати за роботою кожного.

Вимірюваня ліній при теодолітній зйомці треба вести в прямому і зворотньому напрямках, добиваючись допустимих розходжень двох вимірювань по відносним помилкам. В абрисі повинні бути записані результати обох вимірювань, а не тільки середнього їх значення. Необхідно привчити студентів, що абрис треба вести одночасно з вимірюванням ліній.

Необхідно привчити студентів, що при вимірюванні горизонтальних кутів не дозволяється зходити з точки, поки не відпрацьований журнал, поки не будуть одержані допустимі розходження в значенні кутів із полуприйомів.

По закінченню вимірювання кутів полігону,при можливості,треба підрахувати в той же день кутову та лінійну нев’язку. Керівник повинен проконтролювати вірність визначення нев’язок, а ще краще, якщо підрахунок нев’язок виконується в його присутності.

**1.5 Критерії оцінювання**

 **Оцінка «відмінно»** студент отримує в тому випадку коли повністю

виконав програму практики, представлений звіт про практику за структурою,

обсягом і змістом відповідає вимогам програми практики. Основні

положення звіту глибоко обґрунтовані, логічні. Висока старанність у

використанні, бездоганне зовнішнє оформлення. Захист звіту впевнений і

аргументований.

 **Оцінка «добре»** ставиться в тому випадку, коли студент повністю

виконав програму практики, звіт про практику за структурою, обсягом і

змістом відповідає вимогам. Основні положення звіту достатньо

обґрунтовані, незначне порушення послідовності. Достатня старанність у

виконанні, добре зовнішнє оформлення. Захист звіту аргументований, але з

деякими неточностями в другорядному матеріалі, які студент сам виправляє.

 **Оцінка «задовільно»** ставиться в тому випадку, коли студент повністю

виконав програму практики, звіт відповідає вимогам програми практики, але

має неточності за структурою і змістом. Основні положення змісту

недостатньо обґрунтовані з порушенням послідовності. Посередня

старанність у виконанні, зовнішнє оформлення задовільне. Захист звіту із

значними помилками, які студент сам виправляє з допомогою викладача.

 **Оцінка «незадовільно»** відсутня систематичність у роботі студента,який виконав програму практики (більше 50%), звіт відповідає вимогам програми практики, але має значні неточності за структурою і змістом.Основні положення звіту недостатньо обґрунтовані з порушенням послідовності. Посередня старанність у виконанні, зовнішнє оформлення задовільне. Захист звіту з великими помилками і прогалинами, які студент неможе виправити.

 **2 ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 «ТЕОДОЛІТНА ЗЙОМКА»**

**2.1 Вихідні дані**

 Прилади та приладдя: теодоліт, штатив, рулетка, нівелірна рейка, віха.

Масштаб плану, висоту перерізу, обсяг і терміни виконання робіт видаються керівником практики.

Теодолітне знімання застосовують як основний вид знімання (на незабудованих територіях) або в поєднанні з іншими видами для створен- ня топографічних планів місцевості із зображенням на ньому ситуації та рельєфу (згідно з інструкцією з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500, ГКНТА-2.04-02-98, див. розділ 4.1).

Знімання проводиться з пунктів планово-висотного геодезичного обґрунту- вання. При зйомці ситуації рейкові точки повинні бути на всіх поворотах контуру. Контур приймають за пряму лінію в тому випадку, якщо точки відхиляються від прямої на величину не більше подвійної точності масштабу. При зйомці рельєфу рейкові точки мають бути в усіх характерних точках та розподілені рівномірно (через 2,5–3 см на плані) по всій ділянці.

Теодолітна (кутомірна) зйомка виконується з метою одержання плану ділянки з зображенням ситуації.

 Теодолітна зйомка виконується на основі планового зйомочного обґрунтування, створеного на місцевості у вигляді теодолітних ходів.

В залежності від розмірів ділянок, їх форми теодолітні ходи можуть утворювати один, або декілька полігонів. Сторони полігону служать опорою для зйомки контурів місцевості.

 Основними інструментами, якими проводять теодолітну зйомку є теодоліт, мірна стрічка або рулетка, екліметр, еккер. Прив’язка контурів угідь виконується способами прямокутних координат, полярних координат, кутових та лінійних засічок, способом створів.

 Основним польовим документом теодолітної зйомки є журнал вимірювання кутів і журнал вимірювання ліній, ведеться також абрис.

 Метою обробки результатів польових вимірювань при прокладанні теодолітних ходів є одержання координат їх вершин. Вихідними даними для одержання координат є виміряні в вершинах ходів горизонтальні кути, горизонтальні положення сторін ходів і данні прив'язки зйомочного обґрунтування до пунктів державної або місцевої планової сітки.

 Метою графічної обробки результатів теодолітної зйомки є одержання контурного плану місцевості.

 Графічна обробка включає : побудову координатної сітки ; нанесення на неї теодолітних ходів за координатами їх вершин ; побудову контурів угідь місцевості за даними абрису зйомки ; оформлення плану відповідно діючих умовних топографічних знаків.

### 2.2 Повірки тa юстування теодоліта

Взаємне розміщення частин теодоліта повинно відповідати певним геометричним умовам, які випливають з принципу вимірювання горизонтального кута. Наявність цих умов встановлюють, виконуючи пepeвipки приладу. Якщо виявиться, що та чи інша геометрична умова не виконується, прилад юстують.Теодоліт має задовольняти наступним геометричним умовам.

1.Вісь циліндричного рівня *UU* алідаді горизонтального круга повинна бути перпендикулярна до осі обертання ZZ теодоліта (рис. 1.1).

***Порядок виконання повірки***. Встановлюють вісь рівня паралельно до лінії, що з'єднує будь-які два підіймальні гвинти, i, обертаючи їx в протилежні боки, переміщають бульбашку рівня на середину шкали ампули (в нуль-пункт);

Повертають алідаду на 180°. Якщо бульбашка залишилася на середині або відхилилася не більше ніж на одну поділку шкали рівня, то умова виконується, якщо ні – виконують юстування.

***Порядок юстирування****.* Для цього вертикальними виправними гвинтами рівня перемішують бульбашку в напрямку до середини шкали на половину дуги відхилення. Підйомними гвинтами, за напрямком яких розташований рівень, виводять бульбашку на середину. Для контролю знову повертають верхню частину теодоліта на 180°. Перевірку повторюють до виконання умови.

1. Візирна вісь зорової труби *VV* повинна бути перпендикулярна горизонтальній осі обертання труби *НН* (рис. .1). Якщо вказана умова не

виконується, тоді візирна вісь і вісь обертання труби *НН* складають деякий кут *С*, який називають колімаційною похибкою.

***Порядок виконання повірки****.* Підйомними гвинтами встановлюють вісь обертання теодоліта прямовисно, закріплюють лімб і, для положення вертикального круга відносно зорової труби праворуч (*КП*), наводять перехрестя сітки ниток зорової труби на віддалену точку. Беруть відлік *КП* на шкалі горизонтального круга. Потім переводять трубу через зеніт для положення вертикального круга відносно зорової труби ліворуч (*КЛ*), візують на ту ж точку та беруть відлік *КЛ*. Колімаційну похибку *С* обчислюють за формулою:

*С*  *КП*  *КЛ*

 2

Якщо *С* не перевищує подвійної точності теодоліта (для 2Т5К – 0,2′; для ТЗО, 2Т30М, 2Т30П – 1′), тоді умова виконана. В іншому випадку роблять юстирування.

***Порядок юстировки.*** Обчислюють правильний відлік за формулами:

 *КЛ*   *КЛ*  *С*,

*КП*  *КП*  *С*.

 Юстирування виконують при будь-якому положенні вертикального круга відносно зорової труби. Навідним гвинтом алідади встановлюють правильний відлік на горизонтальному крузі. При цьому вертикальна нитка сітки зміститься з точки візування. Необхідно знову навести вертикальну нитку сітки на цю ж точку за допомогою виправних гвинтів сітки ниток. Для

цього відгвинчують ковпачок на зорової труби, що закриває виправні гвинти сітки ниток, послаблюють вертикальні гвинти і обертаючи горизонтальні виправні гвинти сітки ниток, наводять центр сітки ниток на вибрану точку.

3. Горизонтальна вісь обертання труби НН повинна бути перпендикулярна до вертикальної осі обертання теодоліта ZZ

***Порядок виконання повірки***. Теодоліт встановлюють на відстані приблизно 20 – 30 м від стіни будівлі. Зорову трубу наводять при крузі праворуч та ліворуч на високо розташовану точку *В* на стіні.

Далі трубу опускають вниз до горизонтального положення i фіксують проекцію центра сітки ниток на стіні. Якщо при двох положеннях круга проекції точки *В* збігались в точці *b*, то *Вb* – прямовисна лінія, i відповідно, колімаційна площина прямовисна.

Якщо умова не виконується, то проекція при одному крузі буде в точці *b*, а при другому – в точці *b*1. Середнє положення *b*0 буде правильним. Поділивши відрізок *bb*1 на дві piвні частини, знаходять точку *b*0. Наводять центр сітки ниток на цю точку і повертають трубу об’єктивом вгору до рівня точки *В* . При цьому центр сітки ниток збігається з точкою *В*. Отже, вісь обертання труби є горизонтальною, або відстань між проекціями *b* і *b*1 не більше ширини бісектора сітки ниток, то нахил oci обертання труби становить 30".

***Порядок юстирування*.** Виправляють недолік в оптичних майстернях.

1.Горизонтальна нитка сітки ниток зорової труби повинна бути перпендикулярна до вертикальної осі обертання теодоліта *ZZ*.

***Порядок виконання повірки***. *Перший спосіб.* Приводять вісь обертання теодоліта в прямовисне положення та середню горизонтальну нитку сітки наводять на добре видиму точку місцевості. Обертанням навідного гвинта алідади горизонтального круга повертають теодоліт навколо вертикальної осі. Нитка при цьому не повинна зміщуватися з точки. Якщо зображення точки зміститься з нитки сітки більш ніж на подвійну її товщину, тоді виконують виправлення.

*Другий спосіб*. На відстані 5 – 10 м від теодоліта підвішують висок і наводять вертикальну нитку сітки на нитку виска. Якщо вертикальна нитка та нитка виску не збігаються, роблять виправлення.

***Порядок юстирування***. Знімають ковпачок, який прикриває виправні гвинти, послабляють три закріпних гвинта окуляра та повертають його разом з сіткою до виконання поставленої умови, після чого знову закріплюють окуляр.

1. Місце нуля (*МО*) вертикального круга має дорівнювати нулю або бути близьким до нуля. Місцем нуля називають відлік на вертикальному крузі для горизонтального положення візирної осі зорової труби.

***Порядок виконання повірки***. Встановлюють вертикальну вісь обертання теодоліта в прямовисне положення, підйомними гвинтами приводять бульбашку рівня горизонтального круга в нуль-пункт. Для вертикального круга розташованого зліва, наводять перехрестя сітки ниток зорової труби на віддалену точку місцевості, що розташована вище горизонту. При цьому стежать, щоб бульбашка рівня на горизонтальному крузі при наведенні на точку була на середині. Беруть відлік на вертикальному крузі *КЛ*. Переводять трубу через зеніт і для вертикального круга *КП* в тому ж порядку з дотриманням указаних вище вимог, беруть відлік *КП.*



**2.3 Вимірювання горизонтальних кутів**



 При положенні КЛ візують на точку А. Обертанням мікрометричного гвинта лімба за годинниковою стрілкою суміщають перехрестя сітки ниток з центром

віхи (причому наведення робиться на нижню частину віхи). Беруть відлік U КЛ з

горизонтального круга і записують у журнал (табл. 3.1).

Відкріпивши алідаду так само обертанням теодоліта за ходом годинникової стрілки візують на точку В і беруть відлік U КЛ . Записують у журнал. Це стано-

вить перший напівприйом.

 Перевертають зорову трубу теодоліта через зеніт, зміщують відлік за лімбом горизонтального круга на 1°- 2° обертанням мікрометричного гвинта алідади та виконують такі самі дії при положенні КП у зворотньому порядку від точки В

 до точки А, обертаючи теодоліт проти ходу годинникової стрілки. Беруть відлі-

ки U КП і U КП у другому напівприйомі. Загалом це становить один прийом.

**Таблиця 1.1 – Журнал вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів**

Дата: *18.08.2010* Погода: *ясна* Видимість: *добра*

Теодоліт: *2Т30М* № *05067* Спостерігач: *Іванов І.І.* Помічник: *Петров П.П.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Точка | Положення ВК | Відлік за шкалою гори- зонтального круга***UКЛ*** і ***UКП*,** °**΄** | Горизонтальний кут |
| стояння | візування | Виміряний***βКЛ*** і ***βКП*,** °**΄** | Середній***βсер*,** ° |
| О | А | КЛ | 0° 02΄ | 68° 13΄ | 68°12,5΄ |
| В | 68°15΄ |
| А | КП | 180°05΄ | 68°12΄ |
| В | 248°17΄ |

**2.4 Вимірювання довжин ліній мірною стрічкою**

Вимір лінії *АВ* роблять два мірники: задній і передній. В точці *А* встановлюють теодоліт і візують на віху у точці *В*. Закріплюють лімб і алідаду горизонтального круга.

Задній вимірювач прикладає нульовий штрих мірної стрічки до центра початкової точки *А*, а передній вимірювач кінець стрічки укладає у створі візирної осі зорової труби теодоліта. Стрічку натягують і передній вимірювач шпилькою фіксує її кінцеву поділку. Далі задній вимірювач переходить до закріпленої шпильки й аналогічно виконується укладання стрічки у другому прольоті і т.д.

Наприкінці лінії між останньою шпилькою і кінцевою точкою *В* вимірюють залишок *r* стрічкою з точністю до 1 см (рис.3.6). Довжину *D* лінії обчислюють за формулою (3.9):

(3.9)

де: *l0* - номінальна довжина стрічки; *n* - число повних відкладень стрічки; *r* – залишок.



Рис. 1.1 - Вимірювання довжин ліній мірною стрічкою

**2.5 Камеральна обробка результатів вимірювань**

Камеральні роботи при теодолитної зйомки складаються з обчислювань та графічних побудов. В результаті обчислень визначають планові координати вершин теодолітних ходів; кінцевою метою графічних побудов є отримання ситуаційного плану місцевості.

Камеральна обробка результатів польових вимірювань полягає в наступному:

– перевіряють обчислення в польовому журналі;

– складають схему знімальної мережі;

– обчислюють координати точок знімальної мережі.

Перевірка обчислень в польовому журналі. Повторно виконують усі обчислення, зроблені в полі, і виводять середні значення виміряних кутів (з округленням до 0,1′ ) і довжин сторін (до 0,01 м).

Складання схеми знімальної основи. Складають схему (за виміряними горизонтальними кутами та довжинами сторін), орієнтовану по сторонах світу в довільному масштабі на аркуші А4. У вершин підписують середні значення горизонтальних кутів, а біля кожної сторони – її горизонтальну довжину. На схему наносять також пункти геодезичної мережі, до яких здійснювалася прив'язка теодолітних ходів, координати початкових пунктів і дирекційні кути початкових сторін.

 Основними матеріалами польових робіт є журнал вимірювання горизонтальних кутів і довжин ліній та абрис.

 Вимірювання горизонтальних кутів виконувалось теодолітом 2Т30 ; вимірювання ліній двадцятиметровою стрічкою або рулеткою.

**Обчислення матеріалів замкненого теодолітного ходу**

1. Ув»язування вимірянних горизонтальних кутів.

Опрацювання відомості координат починають з визначення кутової нев'язки f β для чого підсумовують виміряні праві кути і отримують практичну суму ∑ βпр. Теоретична сума кутів замкненого теодолітного ходу дорівнює :

∑ βт = 180 ( n – 2 ) ,

де n – число сторін ходу.

Різниця між практичною і теоретичною сумою кутів називають кутовою нев’язкою, яка визначається по формулі :

f β = ∑ βпр – ∑ βт

Кутова нев'язка не повинна бути більше допустимої , яка визначається за формулою :

f β доп ≤ 1,5 t √ п

 де t – точність відліку теодоліту ; п- число виміряних кутів.

 Якщо f β≤ f β доп , кутову нев’язку розподіляють порівну на всі виміряні кути, вводячи поправки в них із знаками, протилежними знаку нев'язки. Сума поправок за абсолютним значенням повинна дорівнювати кутовій нев'язці. Після введення поправок отримують виправлені кути. Сума виправлених кутів повинна дорівнювати теоретичній сумі кутів ходу.

***Наприклад :***

***Сума виміряних кутів дорівнює 359º59,5'. Теоретична сума кутів дорівнює :***

***∑ βт = 180 ( 4– 2 ) = 360 º. Кутова нев’язка f β = 359º59,5' - 360 º = - 0º0,5'.***

***Допустима нев’язка f β доп =1,5\* 0,5 √ 4 = 1,5 '.***

 ***1,5 ' > 0,5' В даному випадку нев’язка менше допустимої, отже її можна ввести з протилежним знаком в ті кути, де є десяти частині хвилини, щоб їх позбутись для полегшення подальших підрахунків.***

2.Вирахування дирекційних кутів сторін теодолітного ходу та переведення їх у румби.

Дирекційні кути теодолітного ходу визначаємо за формулою напрямок послідуючої лінії дорівнює напрямку попередньої лінії + 180 – правий по ходу горизонтальний кут , наприклад :

 α 2-3 = α 1-2 + 180 – β2 ; α 3-4 = α 2-3 + 180 – β3 ; α n = α n-1 + 180 – β n

***Наприклад :***

***Початковий дирекційний кут відповідно вихідних даних дорівнює α****=****94º11'. Визначаємо дирекційні кути послідуючих ліній :***

***α 2-3 = α 1-2 + 180 º – β2= 94º11'+180 º- 92º02'= 182º09';***

***α 3-4 = α 2-3 + 180 – β3= 182º09'+180 º- 89º44'=272º25';***

***α 4-1 = α 3-4 + 180 – β4= 272º25'+180 º- 81º20'=371º05'=11º05' ;***

***Для контролю визначаємо початковий дирекцій ний кут :***

***α 1-2 = α 4-1 + 180 – β1= 11º05'+180 º- 96º54'=94º11'.***

Переводимо визначені дирекційні кути в румби по відповідним формулам.

***Наприклад :***

***α 1-2=94º11' ; r= ПдСх:85º49';***

***α 2-3= 182º09'; r= ПдЗх:02º09';***

***α 3-4=272º25'; r= ПнЗх:87º35';***

***α 4-1=11º05'; r= ПнСх:11º05'***

1. Визначення приростків координат

В геодезії принята система плоских прямокутних координат. За ось X (абсциса) принята пряма, яка співпадає з направленням меридіана, за ось Y (ордината) лінія перпендикулярна до меридіану.

Пряма геодезична задача –це визначення координати точки В, якщо відомі координати точки А , горизонтальне проложення d та дирекційний кут α.

Так координати точки В визначаємо за формулами :

 Хв= Ха + Δx ; Δx = d\*cosr

 Yв= Yа + Δy ; Δy= d\*sinr

В залежності від назви румба приростки координат мають різні знаки :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  Назва румбів |  Пн Сх |  ПдСх |  ПдЗх |  ПнЗх |
|  Дирекційні кути Знак Δ X Знак Δ Y |  0-90 + + |  90-180 - + |  180-270 - - |  270-360 + - |

***Наприклад :***

***Δx1-2 = d\*cos r=-107,42; Δx2-3 = d\*cos r=-150,23; Δx3-4 = d\*cos r=133,71;***

***Δy1-2 = d\*sin r=139,12; Δy2-3 = d\*sin r=-115,90; Δy3-4 = d\*sin r=126,40.***

1. Ув’язування приростків координат

Алгебраїчна сума приростків координат в замкненому ході теоретично повинна дорівнювати нулю, але практично виникає похибка.

Визначаємо абсолютну лінійну нев’язку за формулою :

 fp= √ (∑Δx)² + (∑Δy)²

Вираховують також відносну нев’язку за формулою :

 n= f/P = 1/P: f

де Р- периметр полігону.

 ***Наприлад :***

***В даному полігоні нев’язки в приростках координат дорівнюють:***

 ***f Δx = 0,56,***

***f Δy = 0,32, Р = 711,08 м.***

***Абсолютна нев’язка дорівнює : fp= √ (∑Δx)² + (∑Δy)² = √ (0,32 ) ² +( 0,56) ² = 0,64 м;***

 ***Відносна нев’язка дорівнює : n= f/P = 1/P: f = 1/ 1111.***

***Якщо відносна нев’язка не перевищує 1/1000- 1/2000 то вона допустима.***

***В нашому випадку 1/1111< 1/1000, то вона допустима****.*

Допустиму нев’язку розподіляють за приростками координат, вводячи в обчисленні значення приростків поправки пропорційно довжинам сторін :

 δΔxn= fx/ Р \* dn ; δΔyn= fy/ Р \* dn

де Р – периметр в сотнях метрів ;

 dn – горизонтальне положення в сотнях метрів.

Поправки обчислюють з точністю до 1 см , в сумі вони повинні дорівнювати нев’язки в приростках, але бути протилежними за знаками.

***Наприклад :***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Сторони******ходу*** | ***Горизон.******проложення,******d(сотні м)*** | ***fx/ Р*** | ***fy/ Р*** | ***Поправки*** |
| ***по X*** | ***по Y*** |
| ***1-2*** | ***1,76*** | ***0,0788*** | ***0,045*** | ***0,14*** | ***0,08*** |
| ***2-3*** | ***1,90*** | ***0,0788*** | ***0,045*** | ***0,15*** | ***0,08*** |
| ***3-4*** | ***1,89*** | ***0,0788*** | ***0,045*** | ***0,14*** | ***0,08*** |
| ***4-1*** | ***1,62*** | ***0,0788*** | ***0,045*** | ***0,13*** | ***0,08*** |
|  | ***Р= 7,11*** |  |  | ***0,56*** | ***0,32*** |

***fx/ Р= 0,56/7,11=0,0788;***

 ***fy/ Р= 0,32/7,11 = 0,045.***

Виправлені приростки визначають, як суму визначенних приростків і поправок з урахуванням знаку. Якщо виправлення виконано правильно, то виправлені приросткі в сумі будуть дорівнювати нулю, тобто :

 ∑Δxn= 0 ; ∑Δyn=0.

 ***Наприклад :***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Сторони******ходу*** | ***Приростки обчисл.*** | ***Поправки*** | ***Приростки виправл*** |
| ***Δx*** | ***Δy*** | ***Δx*** | ***Δy*** | ***Δx*** | ***Δy*** |
| ***1-2*** | ***-107,42*** | ***139,12*** | ***-0,14*** | ***-0,08*** | ***-107,56*** | ***139,04*** |
| ***2-3*** | ***-150,23*** | ***-115,90*** | ***-0,15*** | ***-0,08*** | ***-150,38*** | ***-115,98*** |
| ***3-4*** | ***133,71*** | ***126,40*** | ***-0,14*** | ***-0,08*** | ***133,57*** | ***-126,48*** |
| ***4-1*** | ***124,50*** | ***103,50*** | ***-0,13*** | ***-0,08*** | ***124,37*** | ***103,42*** |
|  | ***0,56*** | ***0,32*** | ***-0,56*** | ***-0,32*** | ***0*** | ***0*** |

 ***Δx1-2 = -107,42-0,14 = -107,56***

***Δy1-2 = 139,12-0,08 = 139,04***

***Аналогічно визначаємо інші виправлені приростки координат.***

 Координати точок вершин теодолітного ходу визначаємо за правилом : координата послідуючої точки дорівнює координаті попередньої точки плюс відповідний приросток координат між цими точками.

 Xn= Xn-1 + Δxn ; Yn= Yn-1 + Δyn ;

де Xn-1, Yn-1- координати попередньої точки ;

 Δxn, Δyn – виправлені приростки координат.

 В даній роботі обчислення координат точок теодолітного ходу ведеться в довільній системі прямокутних координат з відомими вихідними координатами точки 1 :

 X1= 1000 м ; Y1 =1000 м.

 ***Наприклад :***

 ***X2= 1000 + ( -107,56) = 892,44; Y2 =1000 + 139,04 = 1139,04 ;***

 ***X3=892,44+ (-150,38) = 742,06; Y3 = 1139,04+(- 115,98) = 1023,06.***

Обчислення координат точок замкненого ходу контролюється отриманням координат вихідної точки .

***Наприклад :***

***X1=875,63+124,37=1000 ; Y1 =896,58+ 103,42=1000.***

**2.6 Побудова точок теодолітного ходу за координатами**

 На аркуші паперу формату А3 олівцем будують прямокутну сітку квадратів зі сторонами 10 см. Побудову зручно робити за допомогою лінійки Дробишева, принцип якої оснований на властивості прямокутного трикутника, що виражається теоремою Піфагора. Вона має шість вирізів і скошене ребро. В кожному вирізі є скошений край –дуга коло з радіусом 10,20,30,40,50 см з центром на початковій рисці першого віконця.

 Щоб побудувати сітку розміром 30х40 см, роблять так : вздовж нижнього краю аркуша по скошеному ребру лінійки олівцем проводять пряму лінію. Потім у вирізах з 0,10,20,30,40 см рисками по скошених краях, пересікаючи лінію, проводять дуги.

 Повертаючи лінійку на 90º до проведеної лінії по побудованій раніше лінії проводять дуги в трьох віконцях радіусом 10,20,30 см. Потім знову прикладають лінійку до цієї ж горизонтальної лінії і повертають так, щоб скошений край п’ятого вирізу пересік дугу кола з радіусом 30 см центром на крайньому лівому штрисі горизонтальної лінії. Точка перетину дуг створює вершину прямокутного трикутника.

 Аналогічним методом лінійної засічки , тими ж радіусами 30 і 50 см знаходять четверту вершину сітки квадратів. З’єднавши олівцем вершини сітки квадратів за допомогою лінійки Дробишева, відмічають на отриманих лініях десятисантиметрові відрізки.

 З’єднавши відмічені протилежні крайні сторони, отримують сітку квадратів. Для контролю прикладають скошений край лінійки до вершин крайніх сторін сітки так, щоб він проходив через всі вершини по діагоналі. Відхилення не повинно перевищувати 0,2 мм.

 У випадку відсутності лінійки Дробишева можна скористатися звичайною лінійкою довжиною 50 см, застосовуючи такий же метод побудови.

 Координатну сітку оцифровують сотнями метрів, виходячи з прийнятого масштабу і координат точок. Оцифровують так, щоб ділянка розмістилась приблизно посередині координатної сітки.

 Точність побудови координат контролюють. Для цього вимірювачем, на масштабній лінійці відкладають горизонтальне проложення ліній теодолітного ходу і порівнюють його з відстанню, отриманой на плані.

 Після побудови усі допоміжні лінії витирають гумкою, з’єднують сусідні точки теодолітного ходу тонкими лініями для подальшого нанесення ситуації. Пункти теодолітного ходу оформлюють відповідно вимог «Умовних знаків…»

**2.7 Побудова точок теодолітного ходу за координатами**

 На аркуші паперу формату А3 олівцем будують прямокутну сітку квадратів зі сторонами 10 см. Побудову зручно робити за допомогою лінійки Дробишева, принцип якої оснований на властивості прямокутного трикутника, що виражається теоремою Піфагора. Вона має шість вирізів і скошене ребро. В кожному вирізі є скошений край –дуга коло з радіусом 10,20,30,40,50 см з центром на початковій рисці першого віконця.

 Щоб побудувати сітку розміром 30х40 см, роблять так : вздовж нижнього краю аркуша по скошеному ребру лінійки олівцем проводять пряму лінію. Потім у вирізах з 0,10,20,30,40 см рисками по скошених краях, пересікаючи лінію, проводять дуги.

 Повертаючи лінійку на 90º до проведеної лінії по побудованій раніше лінії проводять дуги в трьох віконцях радіусом 10,20,30 см. Потім знову прикладають лінійку до цієї ж горизонтальної лінії і повертають так, щоб скошений край п’ятого вирізу пересік дугу кола з радіусом 30 см центром на крайньому лівому штрисі горизонтальної лінії. Точка перетину дуг створює вершину прямокутного трикутника.

 Аналогічним методом лінійної засічки , тими ж радіусами 30 і 50 см знаходять четверту вершину сітки квадратів. З’єднавши олівцем вершини сітки квадратів за допомогою лінійки Дробишева, відмічають на отриманих лініях десятисантиметрові відрізки.

 З’єднавши відмічені протилежні крайні сторони, отримують сітку квадратів. Для контролю прикладають скошений край лінійки до вершин крайніх сторін сітки так, щоб він проходив через всі вершини по діагоналі. Відхилення не повинно перевищувати 0,2 мм.

 У випадку відсутності лінійки Дробишева можна скористатися звичайною лінійкою довжиною 50 см, застосовуючи такий же метод побудови.

 Координатну сітку оцифровують сотнями метрів, виходячи з прийнятого масштабу і координат точок. Оцифровують так, щоб ділянка розмістилась приблизно посередині координатної сітки.

 Точність побудови координат контролюють. Для цього вимірювачем, на масштабній лінійці відкладають горизонтальне проложення ліній теодолітного ходу і порівнюють його з відстанню, отриманой на плані.

 Після побудови усі допоміжні лінії витирають гумкою, з’єднують сусідні точки теодолітного ходу тонкими лініями для подальшого нанесення ситуації. Пункти теодолітного ходу оформлюють відповідно вимог «Умовних знаків…»

**2.8 Побудова ситуації**

 Побудова на плані характерних точок ситуації ведеться від точок та сторін теодолітного ходу. Побудову проводять з абрису ( схематичне креслення ситуації), складеного під час виконання польових робіт.

 Побудова ситуації на плані зводиться до відкладання величин виміряних під час горизонтальної зйомки, що виконується різними способами.

 Ситуацію наносять тонкими лініями. Лінії, що з’єднують пункти теодолітного ходу та використані для побудови ситуації стирають гумкою. Вимірювання, виконанні для зйомки точок абрису на план не переносять.

 План оформлюють умовними знаками для топографічних планів.

3 ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 «НІВЕЛЮВАННЯ»

**3.1 Способи геометричного нівелювання**

Розглянемо суть геометричного нівелювання та принцип геометричного нівелювання iз середини, коли нівелір встановлено приблизно на однакових відстанях від рейок. Припустимо, потрібно визначити перевищення h між точками А та Б (рис. 3.1). Нехай рівнева поверхня початку відліку є рівневою поверхнею океану, а поверхні, що проходять через точки A i Б на поверхні Землі, – рівневими поверхнями цих точок. Оскільки віддаль між точками A i Б, які нівелюють, не білыпа за 300 м, то ці piвневi поверхні можна замінити горизонтальними, паралельними лініями. Встановимо в точках А та, Б у прямовисне положення рейки та, за змогою, на однаковій віддалі від них нiвeлip.



Рис.3.1 Принцип геометричного нівелювання iз середини

Наведемо трубу нівеліра на рейки, встановлені у точках A i Б, i відлічимо чорні шкали цих рейок (відліки a i в відповідно). Але відрізки а та (в + h) паралельні та pівнi між собою. Звідси перевищення між точками А та Б становить h = a – в . (9.24) Точка Б, перевищення якої над точкою А визначають, називається передньою, а точка А, відносно якої знаходять перевищення точки Б, називається задньою. Taкi caмi назви мають встановлені в цих точках рейки. На підставі формули (9.24) можна зробити висновок, що перевищення дорівнює різниці відліків задньої та передньої рейок. Перевищення буде додатним, якщо а> в (тобто передня точка вища від задньої) i від'ємним, якщо а

Під час виконання геометричного нівелювання вперед (рис. 9.37) нівелір встановлюють так, щоб окуляр зорової труби розмістився над задньою точкою А, а над передньою точкою Б встановлюють рейку. Привівши нівелip в робоче положення, відлічують чорну шкалу передньої рейки (відлік в) та вимірюють рулеткою або за допомогою рейки висоту візирного променя над точкою А (тобто віддаль i від точки А до центра окуляра) очевидно, що h = i - в . (9.28) Як побачимо далі, нівелювання iз середини має значні переваги над нівелюванням вперед.



Рис.3.2 Принцип геометричного нівелювання вперед

На практиці точки, між якими потрібно визначити перевищення, розміщені на великих віддалях. Тоді для передавання перевищення роблять не одну станцію, а декілька, інколи десятки станцій. Таке нівелювання називають складне (послідовне) (рис.3.3). Під час прокладання нівелірного ходу нівелювання виконують методом iз середини. Розглянемо принцип геометричного нівелювання у ході з трьох станцій. Нехай висоти точок A i Б відомі з геометричного нівелювання вищого класу.



Рис.3.3 Послідовність прокладання нівелірного ходу

Для прокладання нівелірного ходу між цими точками нівелір встановлюють на станції I приблизно на однакових віддалях від рейок, що встановлені в точках А i 1. Рейку в точці А називають задньою, а в точці 1 – передньою. Після цього зчитують відліки а1 в1 із задньої i передньої рейок на станцй I. Потім задню рейку переносять в точку 2, а нівелір встановлюють на станції II, посередині між точками 1 i 2. Отже, рейка, що була на станцй I задньою, буде на станцй II передньою, а передня – задньою. Зчитують відліки рейок а2, i в2. Потім задню рейку з точки 1 переносять в точку Б, а нівелір на станцію III i зчитують відліки а3, в3 iз задньої i передньої рейок. Тобто, виконуючи послідовне нівелювання, прокладають нівелірний xiд. Точки, що були задніми та передніми (тобто точки 1 i 2) під час прокладання нівелірного ходу, називаються зв'язувальними, оскільки вони зв'язують передавання висот.

**3.2. Перевірки нівеліра**

1. Вісь круглого рівні повинна бути паралельна вісі обертання нівеліра.

Виконання: За допомогою трьох під»ємних гвинтів приводимо кульку круглого рівня на середину. Відкрипивши  закріплювальні гвинти перевертаємо робочу частину нівеліру на 180º, кулька повинна залишатись на середині. Після виправлення перевірку повторюємо.

1. Вертикальна нитка сітки ниток повинна бути паралельна вісі обертання нівеліра.

Виконання: 1 спосіб. На відстані 20-30 м від нівеліра підвішують відвіс, наводять на нього центр сітки ниток. Вертикальна нитка по всій довжині повинна співпадати з ниткою відвісу.

2 спосіб. Беруть відлік по рейці спочатку одним кінцем горизонтальної нитки сітки ниток, а потім другим кінцем. Відліки повинні бути однакові.

1. Вісь циліндричного рівня повинна бути паралельна візирній вісі труби.

Виконання : ця умова перевіряється подвійним нівелюванням. Для цього на місцевості з невеликим ухилом вибирають лінію довжиною 50-70 м і закріплюють її в т.А та В. В т.А встановлюють нівелір в т.В – рейку. Вимірюють висоту приладу і1 та беруть відлік по рейці b, обчислюють перевищення: h1 = і1 – b.     Міняють місцями нівелір та рейку, тобто в т.А – рейка , в т.В- нівелір. Вимірюють висоту приладу  і2, беруть відлік по рейці а і визначають перевищення: h2 = і2 – а.    Перевищення повинні бути однакові тільки з протилежним знаком, якщо ні визначають похибку, яка не повинна перевищувати ±4 мм; X = і2 + і1/2 – а + b/2

Якщо похибка X не буде перевищувати ±4 мм, умову виконано, якщо перевищує проводять юстування. Для цього находять вірний відлік по рейці :

    а1 = а – X і обертом елеваційного гвинта встановлюють середню нитку на вірний відлік а1 при цьому кулька циліндричного рівня сходить з середини.За допомогою виправних гвинтів приводять кульку на середину. Після юстування перевірку повторюють.

**3.3 Камеральна обробка вимірювань**

 Складання повздовжнього профілю включає:

1. Перевірку польових журналів.

2. Вирівнювання нівелірних ходів.

 3. Складання відомостей прямих та кривих і плану траси.

4. Побудова поздовжнього профілю та проектування на ньому.

5. Побудова поперечних перерізів. 50 Дані на профілях розміщують в окремих рядках, які називають сіткою профілю. Існують стандарти складання профілю для різних лінійних споруд.



Лінію умовного горизонту вибирають в залежності від найменшої відмітки профілю та від проектування лінійної споруди.

Профіль траси будують на міліметровому папері здебільшого в масштабах: горизонтальний – 1:2000, вертикальний – 1:200. Спочатку олівцем викреслюють сітку профілю за розмірамиПоздовжній профіль викреслюють такій послідовності:

1. Викреслюють сітку профілю і у графі 4 позначають положення пікетів та плюсових точок вертикальними рисками. Номери пікетів вписують у графу 5 за їх зростанням.

2. Висоти пікетних та проміжних точок виписують із журналу нівелювання, заокруглюють їхнє значення до сантиметрів і вписують у графу 3 (вертикально).

3. Верхню лінію графи 1 приймають за лінію умовного горизонту. Висоту умовного горизонту вибирають такою, щоб найнижча точка профілю була розташована вище лінії умовного горизонту на 4-6 см. Від умовного горизонту в масштабі 1:200 відкладають висоти*H*1пікетних і плюсових точок. Відмічають їх точками та прокреслюють від них перпендикуляри до лінії умовного горизонту. Усі нанесені точки послідовно з’єднують, в результаті отримують лінію профілю поверхні землі.

Нанесення проєктної лінії

Проектна лінія – така лінія на поздовжньому профілі, яка показує яким повинен бути профіль після виконання будівництва. При нанесенні проектної лінії слід керуватися вимогами технічного завдання на проектування лінійної споруди, в яких, як правило, задані такі умови:

– ухили на окремих ділянках траси не повинні перевищувати допустимих значень, а точки зміни ухилів мають збігатися з пікетними або плюсовими точками профілю;

– об'єми земляних робіт на окремих ділянках траси повинні бути приблизно однакові, тобто необхідно, щоб виконувався баланс земляних робіт, а загальний їхній об'єм на трасі відповідав умові:

 *V*насипу≈*V*виїмки*≈*min

– між спусками та підйомами на трасі необхідно проектувати горизонтальні ділянки, довжина яких не менша 100 м.

На поздовжній профіль наносять проектну лінію, яка відповідає положенню майбутньої споруди і задовольняє наступним умовам:

1) об’єм земляних робіт при побудові споруди повинен бути мінімальним;

2) проектна лінія не повинна перевищувати максимальний ухил;

3) об’єми земляних робіт по насипах і виїмках повинні бути приблизно рівними, тобто, щоб грунт із виїмки можна було використати для сусіднього насипу.

Проектна лінія наноситься на профіль червоним кольором. Вона може складатись з декількох відрізків, на кожному з яких ухил є постійним.

Проектну лінію на поперечний профіль наносять після завершення викреслювання поздовжнього профілю, оскільки для проектування поперечного профілю необхідні проектні висоти з осі лінійної споруди. Послідовність побудови поперечного профілю залежить від характеру проектної споруди.

 Побудова проектної лінії поперечного профілю  виконується в наступній послідовності:

1) з рядка „Проектні висоти” поздовжнього профілю виписуємо запроектовану висоту спільної точки поздовжнього і поперечного профілю,

2) задавшись шириною смуг руху (по 6 м) та ухилом від центру до краю дороги (-0,02) обчислюємо висоти крайніх точок дорожнього полотна;

3) вздовж дорожнього полотна проектуємо канави для стічних вод – за заданими шириною та глибиною обчислюємо проектні висоти;

4) в заданому вертикальному масштабі відкладаємо обчислені проектні висоти від умовного горизонту та сполучаємо їх ламаною лінією.

 Нівелювання вершин квадратів

Для отримання висот вершин квадратів виконують їх нівелювання. Для висотного обґрунтування на одну з вершин квадратів передають висоту найближчого репера. Для нівелювання вершин квадратів намічують станцію так , щоб з неї можна було нівелювати найбільшу кількість вершин квадратів. Максимальна відстань від нівеліра до точки не повинна перевищувати 130 м. Нівелір приводять в робоче положення . Всі точки сітки квадратів нівелюють для чого рейку послідовно встановлюють на землю біля кожної точки. Нівелювання виконують тільки з чорного боку рейки. Всі відліки вносять в журнал нівелювання. Позначки землі в кожній точці сітки вираховують через горизонт приладу:

ГП= Н R  + bR  звідки  Н і= ГП- bі

    Горизонт приладу залишається постійним , якщо місце встановлення нівеліра не змінюється.

     Обробку журналу нівелювання починають з ув’язки перевищень опорного ходу . Якщо висотна нев»язка допустима вираховують виправлені перевищення. По виправленим перевищенням обчислюють висоти точок опорного ходу і висоти точок сітки квадратів через горизонт приладу.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Горлачук В.В., Семенчук І.М., Анисенко О.В., Мацко П.В. Геодезія. Навч. посіб., Київ. Олді+, 2019. 252 с.

2. Кузьмін В.І., Білятинський О.А. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві. Навчальний посібник, К.: Вища школа, 2006. 278 с.

3. Ващенко, В. І. Топографо-геодезичний практикум : навч посібник / В. І. Ващенко, В. О. Літинський, С. С. Перій. Львів, 2018. 428 с.

4. Кузьмін В.І., Білятинський О.А. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві. Навч. посіб., К.: Вища школа,2006. 278 с.

5. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. К.: Міністерство екології та природних ресурсів, 2001.

 Додаток 1

Міністерство освіти і науки України

 Класичний фаховий коледж СумДУ

 ЗВІТ

 з практики навчальної

(теодолітна зйомка, нівелювання)

спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій”

 Розробив студент 821(823)групи

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (ПІБ) (підпис)

 Перевірив викладач

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (ПІБ) (підпис)

 Конотоп 2023