



МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ І ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТУ
Кафедра «Реконструкція та експлуатація залізниць і споруд

ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО НАВЧАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРАКТИКИ

студентів 1 (2) курсу спеціальностей 6. 100 502 “Залізничні споруди та колійне господарство” і 6.100 403 “Організація перевезень та управління на залізничному транспорті”

УДК 528.4
ББК 26.12
П 78

Чопенко Є. Ф., Артюхович Т. Д., Бідун О. М.

П 78 **Програма та методичні вказівки** до навчальної геодезичної практики студентів 1 (2) курсу спеціальностей 6.100 502 "Залізничні споруди та колійне господарство" і 6.100 403 "Організація перевезень та управління на залізничному транспорті". –К.: ДЕТУТ, 2009. – 60 с.

Програма та методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Реконструкція та експлуатація залізниць і споруд», 26 вересня 2008р. протокол №2 та узгоджено з методичною комісією факультету "Інфраструктура і рухомий склад залізничного транспорту" 30 вересня 2008 р., протокол № 2.

Укладачі: **Чопенко Є. Ф.**, канд. техн. Наук;
Артюхович Т. Д., ст. викладач;
Бідун О. М., асистент

Рецензенти: **О.П. Ісаєв**, канд. техн. наук., КНУБА,
А.Д. Возненко, канд. техн. наук, ДЕТУТ.

ПРОГРАМА

навчальної геодезичної практики для студентів спеціальностей 6.100 502 «Залізничні споруди та колійне господарство» та 6.100 403 «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті»

Передмова

В “Основах національної економічної політики України” підкреслюється, що для нормального вступу України до ринку необхідно забезпечити приплив в народне господарство країни якісно нових фахівців, які поєднують високий рівень професійної підготовки з навичками організаційної та керівної діяльності в нових умовах.

У світлі цих вимог особливе місце у навчальному процесі відводиться навчальній практиці студентів, яка є логічним продовженням процесу навчання і важливою частиною підготовки бакалаврів та інженерів.

Літня навчальна практика з геодезії для студентів першого курсу навчання направлена на оволодіння методами геодезичних вимірювань в умовах, близьких до виробничих. Програма геодезичної практики складена у відповідності з навчальною програмою курсу “Інженерна геодезія” для спеціальності 6.100 502 “Залізничні споруди та колійне господарство” (ЗСКГ). Термін проходження практики—20 шестигодинних робочих дні (120 годин) або 4 тижні для студентів стаціонару і 5 шестигодинних робочих дні (30 годин) для студентів заочної форми навчання. Для спеціальності 6.100 403 “Організація перевезень і управління на залізничному транспорті” (ОПУТ) термін проходження практики—10 шестигодинних робочих днів (60 годин) або 2 тижні, що відповідає програмі курсу “Основи геодезії”.

Безпосереднє керівництво практикою академічної групи проводить керівник практики. Виробничою одиницею є бригада на чолі з бригадиром. До складу академічної групи входить 4–5 навчальних бригад чисельністю 5–6 осіб. Формування бригад та призначення бригадира проводиться за участю керівника практики. До обов’язків бригадира входить: отримання та здача геодезичних приладів, збереження та догляд за ними, ведення щоденника, контроль за дотриманням дисципліни та правил техніки безпеки, розподіл обов’язків між членами бригади з виконання завдань з тим, щоб кожний студент виконував усі види польових та камеральних робіт.

Кожне нове завдання видається бригаді тільки після правильного виконання попереднього та задовільного оформлення відповідних польових і камеральних документів.

З першого дня практики студенти вивчають правила техніки безпеки, знання яких перевіряються керівником практики та оформляються в книзі. Чи відомості ввідного інструктажу з правил безпечного ведення топографо-геодезичних робіт.

Без вивчення правил техніки безпеки та перевірки їх знань студенти до практики не допускаються.

Студенти, що запізнились на початок практики, допускаються до її проходження в бригади тільки за розпорядженням керівника практики. Цим студентам зараховується тільки та частина практики, на якій вони працювали. Час проходження невідпрацьованої практики для кожного студента встановлюється деканатом та керівником практики.

Всі топографо-геодезичні роботи виконуються у відповідності з вимогами “Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:500 –1:5000” [7] та “Инструкции по топографо–геодезическим работам при инженерных изысканиях для промышленного, сельскохозяйственного, городского и поселкового строительства” [8].

Мета і задачі практики

Метою практики є: ознайомлення з виконанням теодолітних і тахеометричних знімачь; виконання технічного нівелювання та нівелювання площини; отримання практичних навичок роботи з теодолітами технічної точності та технічними нівелірами; закріплення, поглиблення та розширення знань з теоретичних дисциплін; ознайомлення з правилами охорони праці та навколишнього середовища.

Задачею практики є ознайомлення з основами організації польових бригад та технічних процесів крупномасштабних знімачь, організацією робочих місць у польових і камеральних умовах, оволодіння навичками роботи з теодолітом 30–секундної точності та технічним нівеліром; закріплення та поглиблення знань з дисциплін “Инженерна геодезия” та “Основи геодезії”, впровадження навичок організаційної роботи в польових бригадах.

В результаті проходження практики студенти повинні:

Знати проектування та організацію роботи з теодолітного, тахеометричного знімання, технічного нівелювання, правила охорони праці та навколишнього середовища.

Вміти поводитись з геодезичними приладами при вимірюваннях кутів, довжин ліній, перевищень і при зніманнях місцевості; виконувати найпростіші геодезичні вимірювання та їх опрацювання, оформляти плани місцевості.

Надбати навичок при виконанні горизонтального теодолітного, тахеометричного знімачь, технічного нівелювання, графічного оформлення планів, проведення організаційної роботи в польовій бригаді.

Зміст практики

Етапи робіт	Види та зміст робіт	Кількість днів		
		ЗСКГ Стац.	ЗСКГ Заочн.	ОПУТ Стац.
1	2	15	4	7
1	Вишукування	15	4	7
1.1	Робота з приладами: перевірки геодезичних приладів; вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, відстаней, перевищень.	1,0	0,5	0,5
1.2	Побудова планового обґрунтування. Закріплення пунктів теодолітного ходу. Складання схеми теодолітного ходу, вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, довжин ліній.	2,0	1,0	1,5
1.3	Побудова висотного обґрунтування: складання схеми нівелірного ходу, Прокладання нівелірного ходу по пунктах теодолітних ходів.	2,0	1,0	1,5
1.4	Знімання ситуації та рельєфу. Застосовуються всі методи горизонтальних знімань ситуації з веденням абрису, тахеометричне знімання з веденням схеми (абрису).	4,0	1,5	2
1.5	Трасування лінійної споруди. Трасування виконують на місцевості з добре вираженими зломами рельєфу на відстані 500–600 м, мінімум з трьома кутами повороту та поперечним профілем. Нівелювання виконують в прямому та оберненому напрямках.	4,0	-	2
1.6	Нівелювання поверхні по квадратах.	2	-	-
2	Розпланувальні роботи	4	-	1
2.1	Побудова на місцевості кута заданої величини.	0,1	-	0,1
2.2	Перенесення на місцевість проектною відстані.	0,1	-	0,1
2.3	Побудова проектних відміток.	0,2	-	0,2
2.4	Побудова лінії заданого нахилу: лінію будують теодолітом і нівеліром на ділянці траси лінійної споруди, виносячи в натуру частину її проектною лінії в насипі довжиною 50–60 м.	0,6	-	0,2

1	2	3	4	5
2.5	Детальне розпланування кривої. Виконують, спираючись на креслення детального розпланування від початку і від кінця кривої до її середини, використовуючи вимірвальну стрічку та рулетку методом прямокутних координат та продовжених хорд.	0,5	-	0,2
2.6	Розпланування основних осей споруди, контроль розпланування закріплених осей. Виконують за матеріалами розпланувального креслення.	0,5	-	-
2.7	Визначення висоти недосяжного предмета.	0,2	-	0,2
2.8	Знімання існуючої залізничної колії.	1,8	-	-
3	<i>Камеральні роботи</i>	5	1	2
3.1	Обчислювальне опрацювання теодолітного та нівелірного ходів з графічною побудовою пунктів обґрунтування.	1,0	0,2	0,5
3.2	Складання топографічного плану. План складають у масштабі 1:500 за матеріалами горизонтального знімання ситуації, тахеометричного знімання, нівелювання поверхні по квадратах; оформляють згідно з вимогами діючих “Умовних знаків...”[10].	2,0	0,8	1
3.3	Камеральне опрацювання матеріалів трасування, знімання існуючої залізничної колії. Виконання обчислювального опрацювання журналів нівелювання, складання поздовжніх та поперечних профілів з побудовою проектної лінії. Складання креслень: перенесення на місцевість кута заданої величини, перенесення на місцевість проектної відстані, детального винесення точки з заданою відміткою, лінії заданого ухилу, детального розпланування кривої способом прямокутних координат та продовжених хорд, винесення в натуру основних осей споруди, визначення висоти недосяжного предмета.	2,0	-	0,5
Всього днів:		20	5	10

Зміст звіту з геодезичної практики

1. Довідка про здачу справних приладів після практики.
2. Календарний графік проходження практики.
3. Матеріали перевірок: теодоліта, нівеліра, вимірювальних стрічок, рулеток, нівелірних рейок.
4. Схема теодолітного ходу.
5. Журнали вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів.
6. Журнал вимірювання ліній теодолітного ходу.
7. Відомість обчислення координат.
8. Схема нівелірного ходу.
9. Журнал нівелювання пунктів теодолітного ходу.
10. Журнал та схеми горизонтального і тахеометричного знімань.
11. План, складений за матеріалами знімань (формат А1).
12. Пікетажний журнал траси лінійної споруди.
13. Журнал нівелювання траси.
14. Поздовжній та поперечний профілі (викреслені тушшю або кульковою авторучкою).
15. Розпланувальне креслення винесення в природу кута заданої величини.
16. Розпланувальне креслення винесення в природу запроєктованої відстані.
17. Розпланувальне креслення винесення в природу точки із заданою позначкою.
18. Розпланувальне креслення винесення в природу лінії заданого ухилу.
19. Розпланувальне креслення детальної розбивки кривих способом прямокутних координат та продовжених хорд.
20. Розпланувальне креслення винесення в природу основних осей споруди.
21. Креслення визначення висоти недосяжної точки.

Методичні вказівки до навчальної геодезичної практики

1. Основні вимоги техніки безпеки та охорони навколишнього середовища

Відповідальність за дотримання правил техніки безпеки, охорони праці та протипожежної охорони покладаються на керівника практики та бригадирів.

1. У сонячні дні обов'язково працювати з покритою головою. При роботі на сонці без головного убору дія інфрачервоних променів може викликати сонячний чи тепловий удар.

2. Не дозволяється лягати чи сидати на сиру землю та траву. Це може викликати значну простуду, а інколи тяжкі захворювання.

3. Забороняється працювати та рухатись босоніж. У суху пору року використовувати легке взуття–туфлі, капці з міцною важко проколюваною підшвою.

4. Основний час робочого дня студент знаходиться на ногах, тому необхідно взуття підбирати по нозі, витримувати гігієну.

5. При роботі вздовж вулиць та доріг забороняється розташовувати прилади та працюючих на проїжджій частині дороги.

6. Студенти з поганим зором та слухом не повинні допускатись до робіт поблизу трамвайних ліній та на вулицях з інтенсивним рухом транспорту.

7. При будь-якій подрапині чи наколюванні тіла не допускається забруднення рани. Її зразу ж необхідно промити, змастити йодом та забинтувати. У випадку глибокого порізу або проколу, після надання першої допомоги, необхідно звернутися до лікаря.

8. Забороняється пити сиру воду. Окрім того, необхідно привчити себе пити тільки під час сніданку, обіду та вечері. Під час їжі та після неї необхідно пити воду або чай до повного задоволення спраги, а потім не пити до наступної їжі. Спочатку це може здатись складним, але поступово стає звичкою.

9. На місці практики необхідно дотримуватись порядку та чистоти. Сміття, відходи їжі, папір необхідно відразу ж збирати та відносити до спеціально відведених для цього місць. Вмиватися, мити ноги, взуття, посуд можна тільки в спеціально призначених для цього місцях.

10. Забороняється пити воду з різноманітних джерел, споживати немиті та незрілі фрукти та овочі. Це може спричинити кишкові захворювання. При появі симптомів кишкових захворювань необхідно зразу ж звернутися до лікаря.

11. Потерпілому від нещасного випадку або при захворюванні треба надати першу медичну допомогу на місці до прибуття лікаря чи відправки до лікувального закладу.

12. При пораненні чи подрапинах необхідно перев'язати рану. Матеріал для пов'язки повинен бути обов'язково стерильним, в крайньому випадку, можна використати чистий рушник, носовичок, сорочку.

13. Надаючи допомогу пораненому, слід, при необхідності, обережно зняти одяг та взуття, поранену кінцівку підняти, цим зменшується кровотеча. Не слід промивати рану, торкаючись до неї руками. Можна змастити шкіру йодом навколо рани, не торкаючись самої рани.

14. При значній кровотечі спочатку слід зупинити кров (притисненням, накладанням джгута), а потім перев'язати рану. Не можна залишати кінцівку, перетнуту джгутом, більше ніж на 2 години.

15. При переломі кістки необхідно накласти поверх одягу пов'язку з шиною на поранену кістку. При відсутності шин чи підручних засобів можна прибинтувати зламану руку до тіла, а ногу до ноги.

16. Не слід накладати пов'язку на місце перелому.

17. При вивихах у жодному випадку не слід пробувати робити виправлення, якщо немає відповідних навичок. Пораненій кінцівці слід забезпечити нерухомість, як при переломі, і накласти на суглоб холодний компрес.

18. При опіках першого ступеню (спостерігається тільки почервоніння та припухання шкіри) змочують обпалене місце слабким розчином перманганату калію.

19. При перших ознаках теплового чи сонячного удару (запаморочення, почервоніння обличчя) необхідно посадити потерпілого в тінь, напоїти холодною водою або чаєм, обмити холодною водою, покласти на голову та серце холодний компрес.

20. Людині, що втратила свідомість, не слід вливати до рота рідину. Якщо потерпілий не дихає, слід застосувати штучне дихання.

2. Вимоги до охорони праці

1. Перед початком практики необхідно старанно оглянути місце роботи, геодезичні прилади та інструменти, а також молоток та сокиру. Останні повинні бути щільно насаджені на міцні й абсолютно гладенькі, що мають потовщення до вільного кінця, дерев'яні рукоятки, розклинені залізним клином.

2. Ящики для геодезичних приладів повинні мати добре закріплені ручки, а рейки—справні гвинти кріплення.

3. Переносити віхи, штативи та інші інструменти, які мають гострі кінці, дозволяється тільки тримаючи їх гострими кінцями вперед.

4. При переходах вулицями забороняється носити рейки на плечах. Переносити їх необхідно тільки в руках, обов'язково складеними та міцно закріпленими гвинтами.

5. Не дозволяється залишати без догляду геодезичні прилади на штативах чи ящиках в межах дорожнього полотна.

6. Геодезичні прилади, встановлені на штативах, необхідно міцно закріплювати, придавлюючи гострі кінці ніжок в землю.

7. Не дозволяється складати рейки, віхи та штативи в козли, притуляти до дерев, стін та інших предметів.

8. При вимірюванні ліній через вулиці, необхідно виставляти студентів з прапорцями, які повинні забезпечувати безпеку роботи.

9. Забороняється кидати сокири, шпильки вимірювальних приладів, рейки, віхи. Їх необхідно передавати з рук в руки.

10. При закріпленні точок теодолітних ходів, пікетів та інших точок, кілочки необхідно забивати вривень з землею.

11. При роботі на автодорогах та в міських умовах студенти повинні дотримуватись правил вуличного руху.

12. Забороняється підіймати рейки, віхи та інші предмети до проводів ліній електропередач та до контактних мереж залізничних та трамвайних колій ближче ніж на 2 м.

13. При передачі відміток в котловани та траншеї, забороняється ходити вздовж бровок та встановлювати прилад під ґрунтом, що навис.

14. При виконанні робіт, пов'язаних з діючими каналізаційними чи водопровідними мережами, необхідно враховувати можливість наявності в колодязях горючих чи отруйних газів. Забороняється спуск людей до колодязя, а у випадку крайньої потреби його необхідно провітрити. Після закінчення роботи колодязі необхідно закрити кришками.

15. Прилади та інші важкі предмети повинні знаходитись на відстані не менше 1 м від відкритих колодязів.

16. Під час роботи в колодязі опускати в нього які-небудь предмети та прилади дозволяється лише на віжках після подачі працюючим умовного сигналу.

17. У випадку наближення грози роботи слід залишити.

18. Під час грози не дозволяється знаходитись під деревами та притулятися до їхніх стовбурів, знаходитись поблизу громовідводів, високих дерев, стовпів, контактної мережі високовольтних ліній та на підвищених місцях.

Керівник практики зобов'язаний до початку практики опрацювати та вивчити зі складом групи правила техніки безпеки, охорони праці та навколишнього середовища. Вивчення завершується опитуванням, результати фіксуються в протоколі, який підписується керівником та всім складом групи.

3. Підготовка робочого місця

Правильна та своєчасна підготовка робочого місця підвищує продуктивність праці та скорочує час при виконанні роботи.

Геодезичні прилади та інструменти для камерального опрацювання мають бути завжди справними. Допоміжні інструменти (кувалди, сокири, лопати) треба жорстко закріпити та надійно насадити на ручки, а сокири та лопати – нагострити.

Висота інструменту при зніманні, нівелюванні, вимірюванні кутів повинна відповідати росту спостерігача. Відлікові пристрої приладів повинні

бути добре освітленими. Помічник повинен мати лінійку для ведення абрисів та калькулятор для виконання необхідних розрахунків.

Кожен член бригади повинен знати свої обов'язки та черговість виконання всіх операцій; які прилади та спорядження він повинен готувати до роботи, утримувати їх в робочому стані.

Продуктивність праці на всіх процесах залежить в першу чергу від спостерігача, від чіткості та правильності його роботи, від максимального скорочення зайвих рухів. Спостерігач виконує всі основні операції: встановлення приладу, візування, відліки тощо.

Завдання помічника – не затримувати спостерігача і допомагати йому. Він повинен швидко і чітко проводити записи, безпомилково та швидко обчислювати.

На багатьох процесах велику роль відіграють студенти, які виконують роль робітників, наприклад, при нівелюванні та зніманні. При нівелюванні робітники повинні забезпечити рівність відстаней та відповідну висоту променя візування.

При зніманні робітники повинні вміти вибирати пікетні точки, їх має бути оптимальна кількість (кожна точка – затрати часу), але стільки, щоб ніякі потрібні деталі плану (контури та предмети місцевості) і рельєфу не були пропущені.

Польові та камеральні роботи потрібно виконувати по чергово, тому що на польових роботах метеорологічні умови (дощ, туман, вітер тощо) можуть завадити виконанню робіт чи навіть повністю виключити можливість їх проведення.

Не можна повністю закінчувати польові роботи і тільки після цього починати їхнє камеральне опрацювання. Час, коли метеорологічні умови найбільш придатні для польових робіт, повинен бути використаний максимально для них.

4. Прилади та спорядження

Для виконання завдання бригада отримує прилади та спорядження.

При отриманні приладів та спорядження необхідно виписати їхні номери, провести ретельний загальний огляд, щоб встановити їхню справність та придатність до роботи. Дефекти, знайдені при огляді, за можливістю ліквідують своїми силами.

Оптика теодоліта та нівеліра повинна бути чистою, обертання осей – вільним і плавним, зображення сітки ниток та пухирців контактного рівня – чіткими, підйомні гвинти при закріпленні теодоліта чи нівеліра на штативі не повинні мати люфтів.

Штатив повинен бути справним, башмаки ніжок – жорстко (без люфтів) скріплені з дерев'яною частиною ніжок.

П'ятки рейок повинні бути жорстко скріплені з рейками, нуль на чорній стороні рейок повинен бути суміщеним з площиною п'ятки, а на червоній

стороні з п'яткою повинні співпадати відліки 4683 чи 4783. Рейки повинні бути прямими, стріла прогину корпусу рейки відносно натягнутої нитки не повинна перевищувати 15 мм.

Стрічка (рулетка) сталева 20-ти метрова повинна бути цільною (без розривів) і мати ручки на кінцях.

Сокира повинна бути відточена та надійно закріплена на ручці.

Отримані прилади та інструменти бригадир розподіляє між членами бригади, які несуть відповідальність за справність і збереження протягом всього періоду практики.

5. Перевірки та юстирування приладів

При отриманні приладів необхідно ознайомитись з правильним укладанням їх до ящика чи футляра та вивчити способи закріплення приладу закріплювальними пристроями. При вийманні чи вкладанні приладу ящик повинен бути розташованим кришкою догори, а футляр основою донизу.

5.1. Перевірки теодолітів

1. Зовнішній огляд та перевірка взаємодії вузлів

Виконання перевірки. Перевірити комплектність; впевнитись у відсутності механічних пошкоджень, які впливають на експлуатаційні властивості, метрологічні характеристики; перевірити чистоту поля зору зорової труби, оптичного мікроскопу, робочих поверхонь кутомірних кругів, якості нанесення штрихів сітки ниток та кругів.

Перевірити плавність повертання зорової труби, аліади горизонтального круга, кремальєри, діоптрійних кілець окулярів, навідних гвинтів зорової труби і мікроскопу, підйомних гвинтів підставки; роботу закріплювальних гвинтів труби, аліади, горизонтального круга; чи утримується дзеркало в будь-якому наданому йому положенні. Перевірити роботу фокусуєчого пристрою зорової труби: впевнитись, що при повертанні рукоятки кремальєри забезпечується різке зображення предметів, розташованих на відстані 1, 2, ... 3 та більше 200 м.

При роботі рукоятками управління не треба прикладати надмірних зусиль.

2. Перевірка плавності ходу підйомних гвинтів.

Повертання підйомних гвинтів повинне бути легким, плавним, без стрибків і люфту. Хитання гвинтів не допустиме. Прилад закріплюють на штативі, наводять на якийсь добре видимий предмет, що вміщується в бісекторі. Старанно закріплюють зорову трубу. Взнявшись обома руками за корпус штативу і спостерігаючи в зорову трубу, намагаються злегка повернути штатив з приладом в одну сторону. Потім намагаються надати приладу протилежне повертання. Якщо після таких маніпуляцій зображення повертається на своє місце, тобто має місце пружна деформація, то підйомні

гвинти не потребують юстирування. Коли ж зображення не повертається, то регулюють підйомні гвинти.

3. Вісь циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга повинна бути перпендикулярною до осі обертання теодоліта.

Виконання перевірки. Встановлюють теодоліт в робоче положення. Вісь циліндричного рівня встановлюють за напрямком двох підйомних гвинтів. Повертаючи їх в протилежних напрямках, повітряний пухирець рівня приводять на середину ампули (в нуль–пункт). Потім алідадна частина теодоліта повертається на 180°. Якщо пухирець рівня після обертання зміститься від нуль–пункту більше, ніж на одну поділку, то це буде вказувати на те, що вісь рівня не перпендикулярна до вертикальної осі і необхідно виконувати юстирування.

Юстирування. Якщо відхилення повітряного пухирця рівня перевищує одну поділку, половину відхилення виправити підйомним гвинтом підставки, а другу половину юстирувальним гвинтом.

4. Вертикальна нитка сітки ниток повинна бути вертикальною, а горизонтальна – горизонтальною.

Виконання перевірки. Закріпити теодоліт на штативі і привести вертикальну вісь у вертикальне положення. Навести зорову трубу на візирну ціль, сумістити зображення цілі з лівим кінцем горизонтального штриха сітки ниток і, повертаючи колонку навідним гвинтом по азимуту, прослідкувати, чи не сходить зображення цілі з правого кінця штриха сітки ниток. Якщо воно сходить більше ніж на три ширини штриха, виконати юстирування і повторити перевірку.

Юстирування. Для виправлення нахилу сітки ниток, відгвинтити захисний ковпачок, ослабити чотири кріпильних гвинти окуляру і повернути його так, щоб вертикальна нитка сітки ниток розташувалась паралельно до нитки виска, вільно підвішеного на відстані 5 – 6 м від теодоліту. Після юстирування сітки закріпити окуляр і нагвинтити ковпачок.

5. Візирна вісь зорової труби повинна бути перпендикулярною до осі обертання труби (колімаційна похибка).

Виконання перевірки. На місцевості вибирають віддалену точку, яку добре видно, і наводять на неї зорову трубу при **КЛ**. Знімають відлік з горизонтального круга **КЛ₁**. Після цього відкріплюють закріплювальні гвинти алідади горизонтального круга та зорової труби, переводять трубу через зеніт і, при **КП**, наводять її на ту ж саму точку, що і при **КЛ₁**. З горизонтального круга знімають відлік **КП₁**. Для теодолітів Т30 і 2Т30П повторюють наведення на цю ж точку і знімають відліки **КЛ₂** і **КП₂**. При цьому горизонтальний круг відкріплюють у підставці і обертають його приблизно на 180°. За отриманими відліками з горизонтального круга обчислюють колімаційну похибку за формулою:

$$c = \frac{(КЛ_1 - КП_1 \pm 180^\circ) + (КЛ_2 - КП_2 \pm 180^\circ)}{4}. \quad (1)$$

Якщо $c \leq l'$, то умова виконана. В іншому випадку виконують юстирування.

Юстирування. Зняти ковпачок, який закриває доступ до юстирувальних гвинтів сітки ниток. Навести зорову трубу на віддалену візирну ціль і зняти відліки КЛ (чи КП) з горизонтального круга. Обчислити виправлені показники за формулами:

$$KL_{\text{випр.}} = KL - c \quad \text{чи} \quad KP_{\text{випр.}} = KP + c \quad (2)$$

і встановити їх на горизонтальному крузі. Перемістити юстирувальними гвинтами сітку ниток до суміщення її перехрестя із зображенням точки, що спостерігається.

6. При горизонтальному положенні зорової труби відлік з вертикального круга теодоліта повинен бути рівним нулю (або близьким до нуля) (визначення місця нуля вертикального круга теодоліта).

Виконання перевірки. Значення місця нуля вертикального круга визначають візуванням на віддалену ціль при двох положеннях теодоліта і зняттям відповідно показників КЛ та КП з вертикального круга. Перед наведенням потрібно перевірити положення пухирця рівня при алідаді горизонтального круга і у випадку відхилення вивести його в середнє положення підйомними гвинтами.

Місце нуля визначити за формулами:

Теодоліт 2Т30П: $MO = 0.5(KL + KP).$ (3)

Теодоліт Т30: $MO = 0.5(KL + KP + 180^\circ).$ (4)

Значення, менші за 90° , необхідно збільшити на 360° .

Повторити визначення МО та обчислити його середнє арифметичне значення.

Якщо середнє арифметичне значення місця нуля більше l' , провести юстирування і повторити перевірку.

Юстирування. Навести зорову трубу на віддалену візирну ціль і зняти відліки КЛ (чи КП) з вертикального круга. Визначити виправлені показники для вертикального круга за формулами:

$$KL_{\text{випр.}} = KL - MO \quad \text{чи} \quad KP_{\text{випр.}} = MO - KP \quad (5)$$

і встановити їх на вертикальному крузі. Перемістити юстирувальними гвинтами сітку ниток до збігання її перехрестя із зображенням точки, що спостерігається. При цьому слідкують за положенням пухирця рівня і, у випадку відхилення, виводять його в середнє положення підйомними гвинтами підставки.

7. Горизонтальна вісь обертання зорової труби повинна бути перпендикулярна до вертикальної осі обертання приладу.

Виконання перевірки. Встановити теодоліт на штативі на відстані 2–3 м від стіни споруди; вибрати і відмітити на стіні точку під кутом 25° – 35° до горизонту; навести на вибрану точку зорову трубу; привести зорову трубу в горизонтальний стан і зробити на стіні позначку так, щоб зображення точки точно збігалось з серединою бісектора сітки ниток; повернути алідаду на 180° і знову навести зорову трубу на верхню точку; нахилити зорову трубу донизу і визначити відхилення відміченої позначки відносно середини бісектора сітки ниток в долях ширини бісектора; повторити перевірку і визначити середнє арифметичне значення відхилення нижньої точки з двох визначень.

Різниця між значеннями відхилень не повинна перевищувати 0,5 ширини бісектора. При середньому відхиленні нижньої точки більше, ніж на ширину бісектора (що відповідає нахилу горизонтальної осі, рівному $30''$), рекомендують виправити його в майстерні.

8. Оптична вісь коліматорного візира повинна бути паралельною візирній осі зорової труби.

Виконання перевірки. Навести зорову трубу коліматорним візиром на віддалену точку предмета і оцінити відхилення зображення точки предмета відносно перехрестя сітки ниток зорової труби. Якщо зображення точки відхилено від перехрестя зорової труби більше, ніж на 0,25 поля зору, необхідно провести юстирування і повторити перевірку.

Юстирування. Легенько вигвинтити чотири гвинти, які скріплюють візир з горизонтальною віссю, навести зорову трубу на точку предмета і повернути візир по азимуту до збігання його вертикальної нитки з точкою предмета. При закріпленні візира послідовність загвинчування гвинтів регулюють так, щоб горизонтальна нитка сітки візира також збігалася з візирною ціллю.

5.2. Перевірки нівелірів

1. Вісь круглого рівня повинна бути паралельною вертикальній осі нівеліра.

Виконання перевірки. Підйомними гвинтами приводять повітряний пухирець круглого рівня в нуль-пункт. Якщо після обертання верхньої частини нівеліра на 180° пухирець залишиться в нуль-пункті, умову виконано, якщо ні – то діючи виправними гвинтами рівня, переміщують пухирець по напрямку до нуль-пункту на половину дуги відхилення.

2. Вертикальна нитка сітки ниток повинна бути паралельна вертикальній осі нівеліра.

Виконання перевірки. Центр сітки ниток труби наводять на шнур виска, підвішеного за 25 ... 30 м від нівеліра. Якщо при цьому вертикальна нитка збігається зі шнуром, то умову виконано. В протилежному випадку повертають сітку ниток в потрібну сторону, попередньо відкріпивши гвинти, які скріплюють сітку з корпусом труби.

3. Візирна вісь зорової труби повинна бути паралельна осі циліндричного рівня. (Перевірка головної геометричної умови). Для нівеліра з

компенсатором кутів нахилу ця умова формулюється так: **Візирна вісь зорової труби нівеліра повинна бути горизонтальною.**

Виконання перевірки. Цю умову перевіряють дворазовим нівелюванням одного і того ж відрізка довжиною 50 – 80 м. Нівелюванням способом “вперед”, при встановленні нівеліра спочатку в точці А, а потім в точці В, двічі визначають перевищення $h = BC$. Якщо візирна вісь не паралельна осі циліндричного рівня, то відліки по рейці b_1 і b_2 ,будуть помилкові на величину x . З рис.1 видно, що

$$h = i_1 + x - b_1 \quad i \quad h = b_2 - x - i_2,$$

$$\text{звідки } i_1 + x - b_1 = b_2 - x - i_2 \quad \text{або}$$

$$x = 0,5(b_1 + b_2) - 0,5(i_1 + i_2).$$

Значення x не повинне бути більшим ± 4 мм. В протилежному випадку на другій станції з допомогою елеваційного гвинта середню нитку встановлюють на відлік по рейці $b = b_2 - x$ і вертикальними виправними гвинтами циліндричного рівня точно суміщають зображення половинок кінців рівня, видимих в полі зору труби. Для контролю відрізок AB нівелюють повторно.

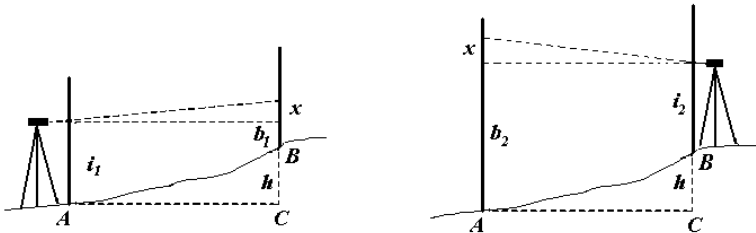


Рис. 1. Перевірка головної умови нівеліра

5.3. Компарування приладів для лінійних вимірювань

Будь-який робочий прилад для лінійних вимірювань перед використанням на місцевості порівнюють з еталоном – компарують. За еталони приймають відрізки ліній на місцевості чи в лабораторії, довжини яких відомі з високою точністю. Польовий компаратор – це лінія на рівній місцевості, кінці якої закріплені в бетоні металевими центрами.

Довжину l – мірного приладу (стрічки, рулетки) можна вираховувати за рівнянням, яке в загальному вигляді таке:

$$l = l_0 + \Delta l_k + \Delta l_t, \quad (6)$$

де l_0 – номінальна довжина стрічки при нормальній температурі ($t = 20^\circ C$), Δl_k – поправка за компарування, Δl_t – поправка за температуру.

Робочою стрічкою вимірюють довжину компаратора l . Різниця між дійсною довжиною l та результатом вимірювання робочою стрічкою l_0 відповідає значенню поправки Δl_k за компарування стрічки. Поправка Δl_k за компарування вважається додатною, якщо робоча довжина стрічки довша від еталонної, і від'ємною – в протилежному випадку.

Поправка за температуру визначається за формулою:

$$\Delta l_t = \alpha(t - t_0)l, \quad (7)$$

де $\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт лінійного розширення сталі,

t_0 – температура компарування.

Рівняння вимірювального приладу може мати, наприклад, такий вигляд:

$$l_{20} = 20 + 3,8 \quad \text{при} \quad t = 20^\circ \text{C}, \quad (8)$$

що значить – вимірювальний прилад довжиною 20 м при температурі $+20^\circ\text{C}$ має поправку до кінцевого штриха $+3,8$ мм.

Щоб визначити номінальну довжину вимірювального приладу, спочатку визначають величину поправки за температуру. Нехай вимагається узнати повну поправку при температурі -6°C . Тоді для вимірювального приладу довжиною 20 м, поправка буде:

$$\Delta l_t = \alpha(t - t_0)l = 12,5 \cdot 10^{-6}(-6^\circ - 20^\circ) \cdot 20 \text{ м} = -6,5 \text{ мм},$$

а загальна довжина стрічки становить

$$l = 2000 + 3,8 - 6,5 = 1997,3 = 19,973 \text{ м}.$$

6. Побудова планового обґрунтування

6.1. Рекогносцирування місцевості, вибір та закріплення теодолітно – нівелірних ходів

Для знімання місцевості ділянки в якості знімальної основи прокладають систему теодолітно-нівелірних ходів. Під час рекогносцирування намічають найбільш доцільний напрямок та положення цих ходів, уточнюють межі ділянки, вибирають методи знімання ситуації. Основний хід (замкнутий) намічають поблизу межі ділянки, а діагональний – посередині неї. Кожний хід слід прокладати з таким розрахунком, щоб забезпечити найбільшу зручність та максимальну видимість при зніманні контурів і предметів місцевості та найменші затрати праці. Обов'язковою умовою вибору точок теодолітних ходів є забезпечення доброї видимості для якісного вимірювання горизонтальних

кутів та довжин ліній, останні при зніманні в масштабі 1:500 повинні бути не більші 100 м і не менші 20 м.

Точки знімальної основи закріплюють тимчасовими знаками—металевими штирями, трубками та костиллями, дерев'яними стовпами та кілками, а також цвяхами, вбитими в пеньки, стовпи та асфальт. Кілки забивають врівень із землею, біля них ставлять сторожки, на яких пишуть порядкові номери точок. Цвяхи забивають на рівні з асфальтом, а точки на асфальті відмічають фарбою. Точки нумерують арабськими цифрами за ходом годинникової стрілки.

Закріплені точки наносять на схему теодолітних ходів, яку викреслюють у довільному масштабі в робочому зошиті. Одночасно ведеться прив'язування точок до місцевих предметів та оформляються абрис.

6.2. Вимірювання відстаней

Відстані між пунктами теодолітного ходу вимірюються однією стрічкою в прямому та оберненому напрямках чи двома стрічками в одному напрямку. При цьому стрічку необхідно розташовувати точно в створі вертикальної площини, яка проходить через два пункти теодолітного ходу. Стрічку необхідно натягувати з однаковою силою для кожного укладання. Кінці стрічки фіксуються з допомогою шпильок, які входять до комплексу. Розходження між результатами прямого та оберненого вимірювань не повинне перевищувати 1:2000, тобто

$$\frac{L_{np.} - L_{об.}}{L_{сеп.}} \leq \frac{1}{2000}, \quad (9)$$

що складає 5 см при вимірюванні ліній довжиною 100 м. Дані вимірювань фіксують у журналі вимірювання відстаней (табл. 2).

При вимірюванні ліній теодолітного ходу вводиться поправка за компарування, якщо довжина вимірювального приладу відрізняється від нормальної більше ніж на 1:10000, тобто якщо $\Delta l_k > 2_{мм}$ для двадцятиметрової стрічки.

Поправка за нахил лінії L до горизонту вводиться у вимірювання, якщо кут нахилу ν більше $1,5^\circ$. Кут нахилу місцевості визначається за допомогою вертикального круга теодоліта. У цьому випадку горизонтальне прокладення d визначається за формулою:

$$d = L \cdot \cos \nu. \quad (10)$$

Якщо відомі перевищення h між пунктами теодолітного ходу, то поправка за нахил лінії ΔL_h може бути підрахована за формулою:

$$\Delta L_h = - \frac{h^2}{2L}. \quad (11)$$

У випадках, коли різниця температури повітря при компаруванні стрічки та вимірюванні ліній перевищує 8°C, в довжини ліній вводиться поправка за температуру ΔL_t .

Вимірювання виконують два оператори в такому порядку:

1. Передній вимірювач бере в ліву руку 5 шпильок та ручку кінця стрічки (рулетки) і протягує стрічку вповодж лінії.

2. Задній вимірювач, встромивши шпильку у виріз стрічки, суміщає штрих стрічки з початком лінії і дає вказівки передньому вимірювачу для вкладання її в створі лінії, що вимірюється.

3. Передній вимірювач, впевнившись, що стрічка не перекручена, натягує та укладає її на землю і, витягнувши правою рукою шпильку, встромляє її в землю через виріз в кінці стрічки. Якщо земля дуже тверда (асфальт), то положення кінця стрічки (штрих) відмічають олівцем чи шпилькою, яку вкладають поряд. Після цього обидва вимірювачі проходять вперед, тримаючись у створі лінії.

Таблиця 2

Журнал вимірювання відстаней

Стрічка ЛЗ - 20 № 2041, $\Delta L_k = +3,8$ мм, $t = -6^\circ$ С, погода хмарно

Лінія	Прям о, обернено, (м)	Серед не $L_{сер.}$	ΔL	$\frac{\Delta L}{L}$	Кут нахилу ν ; перевищення h	$L \cdot \cos \nu$, $\Delta L_h = -\frac{h^2}{2L}$	ΔL_k	ΔL_t	Горизонтальне проклад. d
1 - 2	100,54 100,50	100,52	0,04	$\frac{1}{2513}$	6°11,5'	99,91	0,19	-0,33	99,77
1 - 2	100,54 100,50	100,52	0,04	$\frac{1}{2513}$	11,07	-0,61	0,19	-0,33	99,77

4. Дійшовши до шпильки, задній вимірювач подає команду “стоп”. Вирізом стрічки захвачує шпильку і, наступивши на ручку стрічки ногою, знову виставляє переднього вимірювача, вирівнюючи стрічку в створі лінії.

5. Після команди переднього вимірювача “готов”, задній вимірювач виймає із землі шпильку і обидва рухаються вперед.

6. Використавши всі п'ять шпильок, передній вимірювач зупиняється і подає команду про зупинку задньому вимірювачу, укладає та натягує стрічку в шостий раз і наступає на стрічку двома ногами так, щоб виріз стрічки був у нього між ступнями.

7. Задній вимірювач виймає останню шпильку і йде до переднього вимірювача. Одну шпильку він втикає через виріз стрічки, а останні передає передньому вимірювачеві, після чого робить відмітку в журналі.

8. Біля кінця вимірюваної лінії передній вимірювач протягує стрічку за віху так, щоб задній міг сумістити її початок з останньою встромленою шпилькою. Потім, залишивши кінець стрічки, вертається до віхи і, натягнувши стрічку, відраховує залишок з точністю до сантиметра.

При камеральному опрацюванні перевіряються записи та обчислення в журналах вимірювань, виписуються середні значення ліній. Обчислені в журналі вимірювання горизонтальні прокладання заносять до схеми теодолітного ходу (рис. 2), складеної при рекогносцируванні, і використовуються в подальшому для обчислення координат пунктів теодолітного ходу.

6.3. Вимірювання горизонтальних кутів

Вимірюючи горизонтальні кути, необхідно встановити, про які з них (праві чи ліві) оператор хоче мати інформацію. Для цього на схемі теодолітного ходу, складеній під час рекогносцирування, вказують напрямок обходження точок, черговість вимірювання кутів на них. Якщо необхідно виміряти праві кути, то дотримуються наступного правила:

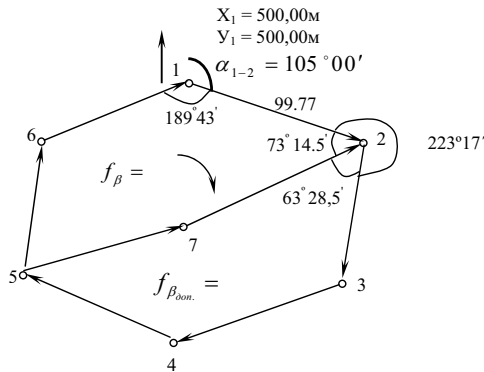


Рис.2 . Схема розташування пунктів теодолітного ходу

Щоб виміряти правий кут, необхідно: при положенні вертикального круга теодоліта КЛ спочатку візувати на задню точку і зняти відлік з горизонтального круга, а потім—на передню. Різниця відліків задній мінус передній – дасть значення *правого* виміряного кута. Якщо значення відліку на задню точку менше, ніж на передню, його необхідно збільшити на 360° . При положенні вертикального круга КП, вимірювання повторюють в тій же послідовності.

Дані про відліки, згідно зі схемою теодолітного ходу, заносять до журналу вимірювання горизонтальних кутів (табл. 3). Два напрямки вимірюються способом прийомів (станція 1, табл.3). Для трьох напрямків застосовують спосіб кругових прийомів (станція 2, табл. 3).

Візування ведуть на ціль, позначену віхою, чи шпилькою від вимірювальної стрічки, наводячи центр сітки ниток якомога ближче до землі.

Середні значення виміряних кутів заносяться до схеми теодолітного ходу і в подальшому використовуються для обчислення координат. Допустима нев'язка виміряних кутів не повинна перевищувати величини:

$$f_{\rho} \leq 1' \sqrt{n}, \quad (12)$$

де n – число виміряних кутів.

6.4. Вимірювання вертикальних кутів

Вимірювання вертикальних кутів необхідне для ліній теодолітного ходу, розташованих до горизонту під кутом, більшим $1,5^{\circ}$, для того, щоб ввести в подальшому поправку до виміряної лінії за кут нахилу.

Таблиця 3

Журнал вимірювання горизонтальних кутів

Теодоліт 2Т30П, № 48967 Спостерігач Вербицький Погода сонячно

№ станції	Позиція круга	Об'єкт візуван.	Відліки		Кути		Середні кути	
			°	'	°	'	°	'
1	кЛ	6	57	35	189	43	189	43
		2	227	52				
	кП	6	237	35	189	43		
		2	47	52				
2	кЛ	1	22	41	73	14		
		7	309	27				
		3	245	58	223	17		
		1	22	41				
2	кП	1	202	41	73	15	73	14,5
		7	129	26				
		3	65	58	63	28		
		1	202	41				

Кути, розташовані вище лінії горизонту, будуть додатні, а кути, розташовані нижче лінії горизонту, – від'ємні. Вимірювання вертикальних кутів ведеться при двох положеннях вертикального круга теодоліта. Запис ведеться в журналі вимірювання вертикальних кутів (табл. 4).

При вимірюванні вертикальних кутів візування здійснюють на чорну сторону нівелірної рейки на відлік, який відповідає висоті візирної осі теодоліта. Повітряний пухирець при алідаді горизонтального круга в момент

зняття відліку повинен бути точно в нуль-пункті. Для визначення висоти візирної осі поряд з теодолітом ставлять нівелірну рейку і з точністю до сантиметра визначають висоту візирної осі i , заносючи її до журналу.

Вертикальний кут для кожної лінії вимірюється в прямому і оберненому напрямках. Розходження в значеннях вертикального кута не повинне перевищувати $1'$. Середнє значення вертикального кута заноситься до журналу вимірювання відстаней теодолітного ходу.

Таблиця 4

Журнал вимірювання вертикальних кутів

Теодоліт 2Т30П Спостерігач Вербицький Дата 13.02 $i = 1,45\text{м}$

№ станції	Об'єкт візування	Висота наведення, i	Круг	Відліки		МО		Вертик. кут, ν		Середнє	
				°	'	°	'	°	'	°	'
1	2	1.45	КЛ	6	12	0	0,5	6	11,5	6	11,5
			КП	-6	11	0	0,5	6	11,5		

Теодоліт Т30: $МО = 0,5(КЛ + КП + 180^\circ)$; $\nu = КЛ - МО$; $\nu = МО - КП - 180^\circ$; $\nu = 0,5(МО - КП - 180^\circ)$.
Значення, менші за 90° , необхідно збільшити на 360° .

Теодоліт 2Т30П: $МО = 0,5(КЛ + КП)$; $\nu = КЛ - МО$; $\nu = МО - КП$; $\nu = 0,5(КЛ - КП)$.

7. Побудова висотного обґрунтування

При визначенні відміток пунктів теодолітного ходу виконують наступні види робіт:

1. Виконання технічного нівелювання по точках теодолітного ходу. Прокладання прив'язувального нівелірного ходу (при необхідності).

2. Опрацювання журналу нівелювання, складання схеми нівелірних ходів.

3. Зрівноважування результатів вимірювань, обчислення відміток, складання каталогу висот точок знімальної основи.

Побудову висотного обґрунтування починають зі складання схеми нівелірного ходу (рис. 3), яка в довільному масштабі будується на папері формату А4. На схемі вказуються з'єднані між собою кривою лінією пункти теодолітного ходу та напрямки їх обходу. В подальшому схему використовують для того, щоб знати порядок взяття відліків при нівелюванні на станції.

Нівелювання проводять із середини, але це не значить, що нівелір ставиться обов'язково у створі точок, що нівелюються. Важливо лише зберегти

приблизну рівність відстаней від нівеліра до цих точок. При перевищеннях, які більші ніж довжина нівелірної рейки, вибирають “Х”-ві точки на стабільних місцевих предметах. При цьому необхідно слідкувати, щоб відлік по рейці був не менший ніж 0200. Нумерація “Х”-вих точок у журналі наскрізна по всьому ходу.

Нівелювання проводиться по двох сторонах рейки при одному горизонті. При цьому повинні враховуватись такі вимоги:

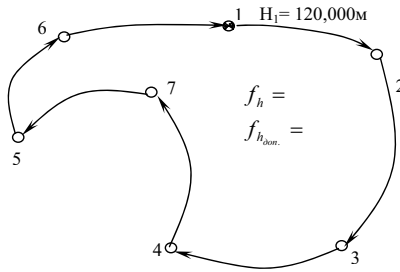


Рис. 3. Схема нівелірного ходу

а) розходження між значеннями перевищень, отриманих на станції, не повинне бути більшим 5 мм;

б) відстані від приладу до рейок повинні бути, по можливості, рівними і не перевищувати 150 м;

в) нев'язка ходу або замкненого полігону не повинна перевищувати величини:

$$f_h = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (13)$$

де L – периметр полігону чи довжина ходу в кілометрах.

Середнє перевищення між точками знімальної основи записують до журналу з точністю до 0,001 м.

Зрівноважені перевищення та відмітки точок вписують до каталогу висот і показують на схемі.

“Висячі” нівелірні ходи нівелюють у прямому та оберненому напрямках. Одночасно з нівелюванням точок знімальної основи нівелюються обручі колодязів підземних комунікацій, відмостки та пороги входів до приміщень.

Відліки по рейках при нівелюванні виконуються в такій послідовності:

- 1) відлік по чорній стороні задньої рейки (1);
- 2) відлік по чорній стороні передньої рейки (2);
- 3) відлік по червоній стороні передньої рейки (3);
- 4) відлік по червоній стороні задньої рейки (4).

Результати нівелювання записують до журналу (табл.5). Цифри в дужках показують порядок записів та обчислень.

Одним із важливих джерел похибок при технічному нівелюванні є недбале утримання нівелірних рейок. Тому при нівелюванні рейку необхідно тримати, дотримуючись наступних правил:

- а) ставити рейку на землю обережно, не вдаряючи, щоб не змінити її висоту;
- б) тримати рейку в прямовисному стані двома руками перед собою;
- в) не змінювати положення рейки до закінчення спостережень на даній точці.

Таблиця 5

Журнал технічного нівелювання

Дата 16.06.2008 Погода хмарно Виконавець ст. Вербицький В.А.

№ станції	№ пунктів, реперів, проміжних пунктів	Відліки по рейці			Перевищення		Горизонт приладу	Відмітки <i>H</i>
		задні	проміжні	передні	з відліків ±	середні ±		
<i>Хід від н.м.х. 1 до н.м.х. 2</i>								
1	<i>н.м.х. 1</i>	0898 (1)		1909 (2)	-1011(5)		120,898	120,000
	x_1	5581 (4)		6590 (3)	-1009(6)	-1010 (7)		118,990
	+ 20		1579 (8)					119,319
2	x_1	0853		2505	-1652			
	<i>н.м.х. 2</i>	5536		7190	-1654	-1653		117,337

8. Горизонтальне знімання контурів

Горизонтальне знімання контурів і предметів місцевості застосовують для того, щоб визначити їхнє розташування відносно точок знімальної основи.

Основними методами знімання є: спосіб перпендикулярів, лінійних та кутових засічок, полярний. При зніманні необхідно вести зарисовку в абрисі всіх контурів і предметів місцевості, обмірювання всіх контурів споруд. Усі обміри ведуться в спеціальному альбомі (абрисі), рис. 4.

При веденні абрису слід дотримуватись таких правил:

1. Знімальний хід наносять одною чи двома паралельними лініями, які розташовані на відстані 1 – 2 см.

2. Зарисовки в абрисі проводять простим олівцем. Всю ситуацію, що знімається, наносять жирнішими лініями, а тоншими – всі допоміжні лінії.

3. Всі контури та предмети місцевості зарисовують у довільному масштабі, дотримуючись візуально сприйнятих форм та умовних позначків.

4. Цифри записують чітко, щоб вони легко читались, прямі лінії викреслюють під лінійку, криві – старанно від руки. На кінцях ситуації роблять пояснювальні написи.

5. При веденні абрису роблять зарисовки виносок окремих деталей, які необхідно робити так, щоб при складанні плану не виникало сумнівів, до якого місця відноситься винесена деталь.

7. При загальному обмірюванні з проміжними відліками (обмірювання споруд) його взагалі починають з нуля, від точки, що знята надійно.

8.1. Метод перпендикулярів

Вимірювальну стрічку чи рулетку вкладають по лінії теодолітного ходу між створними точками, які намічають теодолітом через 20 – 50 метрів. Потім зі знімальної точки опускають перпендикуляр, сталюю рулеткою вимірюють його довжину, а по стрічці роблять відлік, який визначає відстань основи перпендикуляра від початкової точки ходу. Довжина перпендикуляра не повинна перевищувати 4 м, а при застосуванні екера їхню довжину можна збільшити до 20 м. Перпендикуляри, що перевищують 4 м, підкріплюють засічками, при цьому відрізок по стрічці між засічками і довжини відрізків засічки повинні складати рівносторонній трикутник. Для уточнення відліку по стрічці необхідно рулеткою над стрічкою описати дугу та взяти найменший відлік, який визначає і довжину перпендикуляра і його основи.

Слід враховувати, що досить короткі перпендикуляри створюють велику незручність при складанні планів, тому що довжину, меншу 1 мм, відкладати вимірювачем складно.

Знімання ситуації способом перпендикулярів дозволяє викреслювати координати кутів будинків та інших твердих контурів.

8.2. Спосіб лінійної засічки

При цьому способі стрічку також вкладають у створі знімальної лінії і від двох точок (цілих метрів стрічки, щоб спростити складання плану) вимірюють рулеткою відстані до контурів, які знімаються.

Довжини ліній засічок повинні бути рівні відстаням між точками, з яких проводиться засічка. Довжини засічок вимірюються сталюю рулеткою. Для більшої надійності слід робити третій контрольний вимір.

8.3. Полярний спосіб

На точці теодолітного ходу чи на створній точці лінії встановлюють теодоліт, яким вимірюють кут від лінії теодолітного ходу до точки, яка знімається, а відстань вимірюють стрічкою чи рулеткою. Допускаються такі відстані до контурів ситуації: при вимірюванні стрічкою – 120 м до твердих і 150 м – до нетвердих контурів; при вимірюванні нитковим віддалеміром – $40 \div 80$ м.

Кути вимірюються при одному положенні вертикального круга. При вимірюванні напрямків на точку ситуації суміщають нулі лімба та аліади і наводять трубу на суміжну точку теодолітного ходу. Цей напрямок приймається за початковий. Відліки по лімбі, які відповідають кутам від початкового напрямку до точки контуру, записують до абрису. В кінці знімання

з даної точки знову проводять наведення на початковий напрямок. Відлік не повинен відрізнятись від нуля більше, ніж на 2', в протилежному випадку вимірювання слід повторити.

Викреслювання контурів дозволяється проводити за допомогою транспортира, якщо відстані до твердих контурів не перевищують 30 м. При більших відстанях точки накладають по координатах.

9. Тахеометричне знімання

При тахеометричному зніманні виконують наступні роботи:

- 1) уточнюють “місце нуля” вертикального круга теодоліта;
- 2) виконують тахеометричне знімання в заданому масштабі;
- 3) виконують опрацювання журналів вимірювання та складають план тахеометричного знімання.

Тахеометричне знімання виконується на ділянці, де закріплені пункти теодолітного ходу (станції). До початку вимірювань на станції роблять огляд навколишньої місцевості, вибирають контурні і висотні точки (пікети) так, щоб між станціями не залишалось не знятих “закритих” ділянок.

Для знімання цих “закритих” ділянок закріплюються “провисаючі” точки, які визначаються з точок теодолітного ходу. Відстані до „провисаючих” точок вимірюють стрічкою з контролем по нитковому віддалеміру. На план ці точки виносяться за координатами. Позначки „провисаючих” точок визначають вимірюваннями вертикального кута повним прийомом у прямому та оберненому напрямках. Розходження між прямим та оберненим перевищеннями повинні бути меншими 0,05L см, де L – відстань у метрах.

Центрування теодоліта виконують з похибкою 1,5–2 см. Лімба орієнтують на один з сусідніх пунктів теодолітного ходу (бажано на більш віддалений). При цьому контролюється позначки орієнтирної точки та відстань до неї. Обчислена позначка не повинна відрізнятись від нівелірної більше, ніж на 0,05L см. Після знімання та через кожні 25 – 30 пікетів перевіряють орієнтування приладу наведенням на орієнтирну точку. Контрольний відлік не повинен відрізнятись від нуля більше ніж на 2'.

В межах заданої ділянки місцевості повинні бути знятими всі об'єкти ситуації, які викреслюються в заданому масштабі плану. При виборі контурних точок враховують вигини об'єктів, що знімаються, якщо в масштабі плану вони менші 0,5 мм, то спрямляються; ділянки сільськогосподарських угідь і контури рослинного покриття площею до 10 мм² на плані не знімаються; щодо ділянок, які не мають господарського значення, цей мінімум збільшують до 25 мм².

При зніманні рельєфу висотні пікети повинні розташовуватись на характерних точках і лініях рельєфу місцевості (вершина гори, дно улоговини, сідловини, водорозділи, тальвеги, перегин схилів, підшва пагорба, урізи водойм та інші точки, які визначають форми рельєфу).

Крім точок, які характеризують рельєф місцевості, необхідно визначати відмітки гребель, мостів, вершин та підшов насипів, шлюзів, перетину доріг,

каналів та канав, біля колодязів, біля будов і в інших характерних місцях. Пікетні точки вибирають з таким розрахунком, щоб ними можна було скористатись і для зображення контурів місцевості: межі ярів, городів, садів, боліт, берегів річок, відвалів тощо.

В горбистій та гористій місцевостях знімання рельєфу бажано проводити знизу доверху, від рівня води, з підшви схилів. Закінчувати знімання слід на вершинах схилів та на водороздільних лініях. Всі дані спостережень на пікетні точки (відліки з віддалемірних ниток, відлік з горизонтального круга, відлік з вертикального круга, висота наведення середньої нитки) заносяться в журнал тахеометричного знімання. В графі “опис” відмічають характерні точки рельєфу та назви контурів, біля яких була поставлена рейка. Максимальна відстань між пікетними точками при зніманні в масштабі 1:500 допускається не більше 10 м, максимальна відстань від приладу до рейки при зніманні рельєфу – 100 м, при зніманні твердих контурів – 60 м, при зніманні нетвердих контурів – 80 м.

Для контролю та щоб запобігти пропусканню при зніманні, необхідно з кожної станції визначати декілька пікетів на суміжних ділянках, знятих з інших станцій.

Паралельно в журналі тахеометричного знімання ведеться схема знімання на станції (абрис) з наближеним дотриманням масштабу. На абрисі показуються: опорні геодезичні пункти, пікети, об'єкти ситуації, характерні точки і лінії рельєфу місцевості, напрямки схилів місцевості й, в необхідних випадках, схематичні горизонталі.

Біля пунктів основи та пікетів виписуються їх номери, причому нумерація пікетів ведеться суцільна в межах всієї території, що знімається.

Контури, що заповнюються умовними позначками, замінюються пояснювальними підписами (рілля, луки і т. ін.). На абрисі вказують назви населених пунктів, рік, водойм, ширину рік, доріг та інші відомості, необхідні при складанні плану. На абрис наносяться напрямки на пункт, по якому орієнтується прилад, крім того, даються напрямки на один – два суміжних пункти. Всі контури, які мають прямолінійні межі наносяться під лінійку. Нумерація точок в журналі повинна строго відповідати абрису. Ведення абрису є найвідповідальнішою частиною тахеометричного знімання. Він повинен відображати повну картину місцевості, що знімається.

На вибір точки постановки рейки для знімання рельєфу та ситуації необхідно звертати найсерйознішу увагу. Найчастіше тахеометричне знімання виконують, вимірюючи кути нахилу з наведенням візирної осі труби на відлік рейки, розташований на висоті, що дорівнює висоті приладу.

У журналі тахеометричного знімання (табл. 5) з пункту теодолітного ходу 1 знято чотири пікети, з них три – контурно-висотні, розташовані по межі лісу, по осі дороги, інші – висотні.

Полярні відстані D вимірювались при вертикальному крузі, розташованому ліворуч зорової труби (КЛ), при наведенні середньої нитки на висоту приладу, відмічену на рейці.

У процесі опрацювання журналу обчислювались горизонтальні прокладення d (графі 7) за формулою:

$$d = D \cos^2 \nu, \quad (14)$$

де ν – кут нахилу візирної осі (графі 6) обчислювався за формулами:

$$\nu = \angle KЛ - \angle MO \quad \text{чи} \quad \nu = \angle MO - \angle КП. \quad (15)$$

В графі 3 наведено висоту l наведення візирної осі на нівелірну рейку (там, де записи відсутні, вона дорівнює висоті приладу i на даній станції).

Перевищення h (графі 8) – обчислювались за формулою:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu. \quad (16)$$

Відмітка кожної точки H_i обчислювалась у графі 9 за формулою:

$$H_i = H_{cm} + i - l \pm h \quad (17)$$

з округленням до сотих метра.

Аналогічно обчислюють відмітки всіх пікетних точок на кожній станції.

10. Складання топографічного плану

При тахеометричному зніманні план складається камеральним шляхом за результатами польових вимірювань полярних координат та відміток точок, що знімаються, абрисів. Складання топографічного плану за результатами тахеометричного знімання виконується одразу ж після польових вимірювань і включає в себе наступні види робіт:

- а) перевірка журналів, обчислення горизонтальних прокладень, перевищень, відміток та пікетів;
- б) побудова координатної сітки;
- в) нанесення точок теодолітних ходів за координатами;
- г) викреслювання пікетів за даними тахеометричних журналів, виписування номерів та відміток пікетів.

Користуючись абрисами, на плані викреслюють контури ситуації, межі угідь (ліс, рілля, город тощо). Горизонталі проводяться шляхом інтерполювання між суміжними точками з допомогою палетки чи на око. Викреслювання горизонталей робиться у повній відповідності з абрисами, починаючи з нанесення вершин, сідловин, ям, хребтів, улоговин, обривів, перегинів рельєфу. Після цього проводяться горизонталі біля хребтів, улоговин, перегинів схилів. На побудованому таким чином каркасі проведення всіх інших горизонталей значно полегшується. Горизонталі проводяться плавними лініями, з'єднуючи точки з однойменними відмітками. Через зображення полотна доріг, будов, споруд, скель, обривів річок горизонталі не проводяться. В необхідних випадках, коли форми рельєфу не можуть бути достатньо чітко виражені

Журнал тахеометричного знімання

Таблиця 6

Ст. № 1 $H_1 = 583,00$ $i = 1,40$ $MO = 0^{\circ}00'$ КЛ

№ рейкових точок	Відстань $D = n \times k$	Висота наведення l		Відліки з горизонтально ного кругу	Відліки з вертикально ного кругу	Куты ду $v = \text{КЛ} - \text{МО}$	Горизонтальне прокладення $d = D \cos^2 v$	Перевищення $h = d \cdot \text{tg} v$	Відмітки $H = H_{\text{ст}} + i - l \pm h$	Схема знімання на станції (абрис)			
		°	'								°	'	°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
п.т.	247	1,4	0	+0	24	+0	24	246,9	1,73		584,7		
1	102	1,4	138	00	00	+0	17	+0	17		101,9	+0,50	583,5
2	140		98	00	00	-0	30						
3	93		72	00	00	-0	43						
4	82		13	30	30	-0	27						
Ст. № 2 $H_2 =$ $MO = 0^{\circ}00'$ КЛ													
п.т.		1,3	0	00	00	-0	10						
5	70		115	30	30	-0	49						
6			66	00	00	-0	46						
7	106		30	00	00	+0	19						
Ст. № 3 $H_3 =$ $i = 1,44$ MO													
п.т.	187	1,4	0	00	00	-1	43						
8	96		122	00	00	+1	30						
9	84	2,0	36	00	00	-1	42						
10	108		0	00	00	-2	49						

горизонталями, додатково проводяться напівгоризонталі. Для легшого “читання” рельєфу проводять бергштрихи, які вказують напрямок схилу.

Викреслені олівцем плани тахеометричного знімання обов’язково коректуються в полі, а в сумнівних місцях, якщо це необхідно, – інструментально.

10.1. Нанесення рейкових точок на план

Рейкові точки (пікети) наносять на план (аркуш паперу формату А1) в точній відповідності з журналом знімання та абрисами. План викреслюється олівцем в умовних знаках. Переріз рельєфу 0,5 м.

При побудові використовують транспортир, циркуль-вимірник і масштабну лінійку. Для нанесення на план результатів знімання, транспортир укладають так, щоб центр його співпав з пунктом теодолітного ходу на плані, а нульовий діаметр – з напрямком лінії, на яку проводилось орієнтування нуля лімба теодоліта. Відкладають горизонтальні кути, виміряні при зніманні пікетів і записані до графі 4 журналу тахеометричного знімання, роблячи олівцем помітки біля відповідних частин шкали транспортира та підписуючи номери пікетів. Послідовно накладаючи ребро лінійки, з’єднують пункти теодолітного ходу та зроблені помітки і відкладають вздовж ребра лінійки відстані за допомогою вимірника та масштабної лінійки в масштабі плану. Висотні пікети викреслюють на плані точками діаметром 0,4 мм. Праворуч від точки проводять горизонтальну лінію, над нею випишують номер пікету, а під лінією – позначку останнього, округлену до сантиметрів.

Аналогічно будують інші рейкові точки, позначаючи кожен дробом, у чисельнику якого – номер точки, у знаменнику – позначка.

Для виключення грубих помилок положення побудованих точок на плані звіряють з їх зображенням на схемі знімання. Показані на схемі напрямки однорідних схилів повинні відповідати відміткам рейкових точок. Якщо це не так, помилку було допущено або при обчисленні відмітки точки, або при її побудові на плані.

Роботу виконують послідовно, тільки після нанесення всього знятого на одній станції, можна переходити до наступної.

Збіг відповідних контурів та однойменних горизонталей, які наносяться за результатами вимірювань з двох сусідніх станцій, дозволяє судити про якість знімання.

10.2. Побудова горизонталей

Одночасно з накладанням пікетів наносять вододіли, тальвеги та напрямки схилів, за якими повинне проводитись інтерполювання для проведення горизонталей.

Горизонталі відображають рельєф місцевості та є плавними кривими лініями, що проходять через точки з однаковими відмітками.

Інтерполюванням називається визначення на плані положення точок, висоти яких кратні прийнятій висоті перетину рельєфу. Інтерполюють тільки ті лінії, точки яких знаходяться на однорідному схилі.

З багатьох способів визначення положення горизонталей на лініях схилів найпростішим є графічний. Для застосування графічного способу виготовляють палетку (рис. 5). На кальці (або іншому прозорому матеріалі) тушшю проводять тонкі паралельні лінії, які лежать на довільній, але однаковій відстані. Відмітки ліній повинні бути кратні висоті перетину рельєфу.

Лінії палетки, показані на рис. 5, підписані через 0,5 м, починаючи з відмітки 578,5 і закінчуючи 583, для того, щоб охопити відмітки всіх нівельованих точок.

Для інтерполяції по лінії, наприклад, А–Б палетку накладають на план так, щоб одна з точок, наприклад, А, яку видно через кальку, зайняла положення відповідно своїй відмітці 581,74 (рис. 5) між лініями 581,5 та 582. Проколовши обережно кальку в цій точці і утримуючи голку, повертають навколо неї палетку так, щоб друга точка Б розмістилась між точками 582 і 582,5 і зайняла положення відповідно своїй відмітці 582,39. Закріпивши в цьому положенні кальку, переколюють голкою вимірника на план точку a_1 перетин лінії 582 палетки з лінією А – Б плану. Через дану точку і пройде горизонталь з відміткою 582 м. Аналогічно виконують інтерполяцію по інших лініях.

У випадку, якщо при вибраній відстані між лініями на кальці розмістити її на плані відповідно відміткам точок А і Б неможливо, слід взяти іншу кальку з меншими відстанями між паралельними лініями. При достатньому досвіді інтерполювання горизонталі проводять на око.

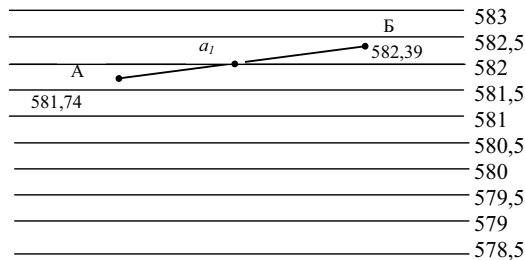


Рис. 5. Визначення виходу горизонталей з допомогою палетки

При викреслюванні горизонталей через намічені інтерполюванням точки враховують, що: 1) перегини горизонталей повинні знаходитись на скелетних лініях рельєфу; 2) горизонталі, в загальному, повинні відповідати абрисам таких об'єктів ситуації, як озера, болота і т. ін.;

3) горизонталі перериваються при пересіченні зі штучними спорудами (сплановані площадки, будівлі, вулиці, майдани, дороги, зображені двома лініями); при відстанях між горизонталями більше 2 см обов'язково проводяться напівгоризонталі; 4) окремі вершини і улоговини, які не виражаються основними горизонталями і напівгоризонталями, зображаються допоміжними горизонталями з довільною висотою перерізу.

Розглянемо побудову горизонталей на окремій ділянці плану (рис.6) при висоті перетину рельєфу $h = 0,5$ м.

Спочатку знаходять вихід горизонталі з відміткою 585 по лінії тальвегу 8–9, позначаючи даний вихід точкою a . Потім, інтерполюючи по лініях однорідних схилів 3–9, 11–9, 3–2, отримують виходи цієї ж горизонталі з відміткою 585, позначаючи їх точками, відповідно a_1 , a_2 , a_3 . Точками b , b_1 позначають виходи горизонталі з відміткою 584,5 м.

З'єднуючи точки з однаковими відмітками плавними лініями, отримують горизонталі. Аналогічно будують горизонталі на інших ділянках. За допомогою олівця та гумки старанно відпрацьовують положення горизонталей, послідовно переходячи від однієї ділянки до іншої, і надають їм природного плавного закінченого вигляду.

Горизонталі на плані викреслюють олівцем товщиною 0,2 мм, потовщені – товщиною 0,4 мм. Топографічний план ділянки зйомки викреслюють олівцем і оформлюють згідно з “Умовними знаками ...” [10] на креслярському папері формату А1.

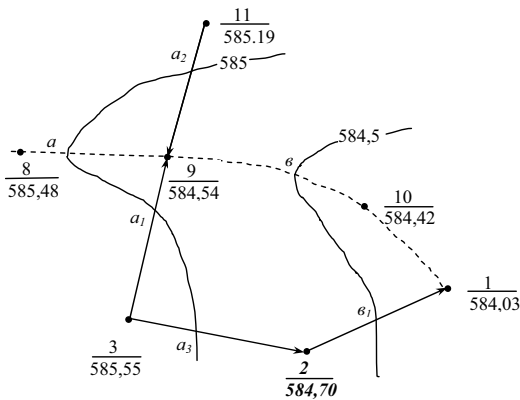


Рис. 6. Побудова горизонталей

11. Вишукування трас лінійних споруд

Геодезичні роботи при вишукуванні трас лінійних споруд виконують у наступній послідовності:

- 1) рекогносцирування і закріплення кутів повороту траси та створних точок;
- 2) прокладання магістрального теодолітного ходу. Прив'язування траси до пунктів знімальної основи;
- 3) розбивка пікетажу вповодж траси, ведення пікетажного журналу;
- 4) нівелювання точок траси;
- 5) опрацювання результатів вимірювань. Складання поздовжнього та поперечних профілів.

Довжина траси складає біля 1,5 км з 5–6 точками поворотів. При рекогносцируванні намагаються так розташувати трасу майбутньої лінійної споруди, щоб забезпечити найкоротшу її довжину між кінцевими пунктами, при найменшому об'ємі земляних та будівельних робіт.

На місцевості закріплюються кути поворотів траси і на довгих (більш 500 м) сторонах–створні точки. Кути повороту траси вимірюються технічним теодолітом. Лінії вимірюють за допомогою вимірювальної стрічки в одному напрямку з відсною похибкою приблизно 1:1000–1:2000. Вводяться поправки за компарування, температуру та нахил лінії.

Початкова та кінцева точки траси прив'язуються до пунктів знімальної основи. Допустимі нев'язки в магістральному ході підраховуються за формулами:

$$f_{\beta_{\text{дон}}} = 1' \sqrt{n}; \quad \frac{f_L}{L} \leq \frac{1}{1000}. \quad (18)$$

Розбивка пікетажу виконується шляхом ділення траси на відрізки по 100 м. Пікетні точки закріплюються кілочком зі сторожком. На сторожках записують номери пікетів. Для детальнішого відображення профілю місцевості та контурів, які пересікає траса, додатково фіксуються сторожками плюсові точки. Плюсові точки – це характерні точки перегину рельєфу чи контурні точки. Відстані до плюсових точок відміряють від молодшого пікету. Пікетаж розбивають з урахуванням довжини траси за рахунок кругових кривих. Контроль вимірювання ліній при прокладанні магістрального ходу $\sum L$ та при розбивці пікетажу здійснюється за формулами:

$$\sum L - (PK_{\text{кін.}} - PK_{\text{поч.}}) - \sum D = \Delta L; \quad \frac{\Delta L}{L} \leq \frac{1}{500} \div \frac{1}{1000}, \quad (19)$$

де $\sum D$ – сума домірів всіх кругових кривих по трасі.

При розплануванні пікетажу ведеться пікетажний журнал, який є основою для складання плану траси.

Пікетажний журнал ведеться на аркушах міліметрового паперу. Викреслювання ситуації ведеться приблизно, в масштабі 1:2000. Поперечні профілі викреслюють для косогірних ділянок на пікетах. Довжини поперечних профілів 20–40 м.

Основні елементи кругової кривої визначаються в полі за допомогою таблиць [14] чи калькулятора за формулами:

$$\begin{aligned}
 T &= R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \\
 K &= \frac{\pi R \alpha^\circ}{180^\circ}; \\
 D &= 2T - K; \\
 B &= R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right),
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

використовуючи виміряне значення кута повороту траси α і задавшись радіусом R . Пікетажне значення основних точок траси, отримане з точністю 0,01 м, вказує на відстань цієї точки від початку траси.

Довжина першої прямолінійної ділянки траси визначиться як різниця пікетажних значень початку першої кругової кривої (П Кр.) та початку траси (ПК 0), а інших – як різниця пікетажних значень початку наступної кривої і кінця попередньої.

Дирекційні кути напрямків траси визначаються за формулою

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n \pm \varphi, \tag{21}$$

де α_n – дирекційний кут попередньої прямолінійної ділянки траси;

φ – величина правого чи лівого кута повороту траси.

Нівелювання по ходу ведуть методом “із середини”, встановлюючи рівність відстаней на око. Відстань від приладу до рейки може бути 100 – 150 м. Зв’язуючі точки (пікети) нівелюються по обох сторонах рейок. Всі інші точки по трасі, включаючи і поперечники, нівелюються як проміжні, тобто тільки по чорній стороні рейки.

Порядок роботи на станції наступний: задній чорний; передній чорний; передній червоний; задній червоний. Потім задній рейочник послідовно встановлює рейку на всі поперечні та плюсові точки. Помічник спостерігача слідкує за відповідністю відліку по рейці та назвою плюсової точки.

Камеральне опрацювання результатів вимірювань полягає в перевірці польових журналів “у другу руку”, зрівноваженні теодолітного ходу, визначенні нев’язок та зрівноважуванні нівелірного ходу, побудові поздовжнього та поперечних профілів траси.

11.1. Побудова поздовжнього та поперечного профілів

Поздовжній профіль викреслюють на міліметровому папері формату А3, поперечні – А4. При цьому червоним кольором викреслюють: проектну лінію бровки земляного полотна, вісь траси в графі “План траси”, напрямки ухилів у графі “Ухили”, графу “Прямі і криві”. Червоним кольором показують також: робочі та проектні відмітки бровки земляного полотна, позначення в графах “Ухили”, “Прямі і криві”, а також позначення кілометрів по трасі та лінію між графами “Проектні відмітки” та “Ухили”. Синім кольором позначають відстані

та відмітки точок нульових робіт, робочі відмітки 0,00, перпендикуляри з точок нульових робіт на лінію умовного горизонту.

Побудову профілю починають з проведення лінії умовного горизонту та викреслювання профільної сітки.

Відмітка лінії умовного горизонту повинна бути кратною 10 м і такою, щоб найнижча точка профілю проходила від лінії умовного горизонту не ближче ніж за 4 см. Цю відмітку записують зліва від початкової точки (ПК 0) лінії умовного горизонту.

Графи профільної сітки записують у такій послідовності:

1. У графі “Відстані”, використовуючи пікетажну книжку та журнал нівелювання, будують шкалу відстаней, відкладаючи на ній пікети та плюсові точки. Під шкалою підписують номери пікетів, а на шкалі біля плюсових точок – відстані до найближчих пікетів чи плюсових точок. Сума відстаней, вписаних у шкалу в межах одного пікету, повинна дорівнювати 100 м.

2. У графу “Відмітки землі” з журналу нівелювання виписують вправлені відмітки пікетів та плюсових точок з точністю до сантиметра.

3. За відмітками землі наколюють поздовжній профіль у вертикальному масштабі 1:200. У відповідності до вибраної відмітки лінії умовного горизонту, ліворуч від ПК 0 підписують шкалу висот і будують профіль траси, з’єднуючи вершини відкладених від лінії умовного горизонту відрізків ламаною лінією.

4. Заповнюють графу “План траси”, використовуючи дані пікетажного журналу.

5. У графі “Прямі і криві” за розрахунковими даними, використовуючи пікетажні значення головних точок кривих, прямими відрізками зображають прямі ділянки траси, а дугами, повернутими донизу чи догори, – криві. Якщо траса повертає праворуч, то дуга викреслюється випуклістю догори, коли ж ліворуч, – то випуклістю донизу. У точках ПК та КК кожної кривої проводять перпендикуляри, вповдовж яких пишуть відстані до найближчих пікетів. Сума цих відстаней повинна дорівнювати 100 м. Над і під дугами, які зображають на профілі криві, підписують значення основних елементів кривих α , R , K , B , D . Над прямими відрізками підписують довжини прямих ділянок, а нижче – їхні румби.

6. У графі “Кілометри” червоними колами діаметром 5 мм позначають цілі кілометри траси. Під колами підписують число, яке відповідає відстані в кілометрах від початку траси.

7. Проектну лінію на поздовжньому профілі необхідно побудувати, забезпечивши найбільш характерну умову, приблизний баланс земляних робіт.

8. Поперечні профілі будують у масштабі 1:200 для горизонтальних і вертикальних відстаней, користуючись обчисленнями, виконаними в журналі технічного нівелювання.

12. Інженерно–геодезичні задачі

12.1. Побудова кута заданої величини

Побудова на місцевості запроєктованого кута $ABC = B$ від вихідного напрямку BA проводиться так:

12.1.1. Встановлюють теодоліт у точці B , наводять візирну вісь на віху в точці A і беруть відлік l по горизонтальному колу.

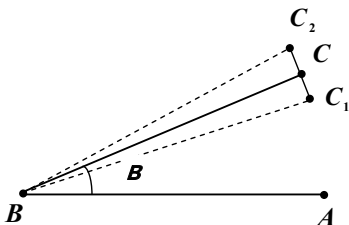


Рис. 7. Побудова на місцевості кута заданої величини

12.1.2. Обчислюють необхідний відлік n на точку C .

$$n = l \pm B, \quad (22)$$

якщо кут B відкладається праворуч від вихідного напрямку BA , то B береться зі знаком “+”, якщо ліворуч, – тоді зі знаком “-”.

12.1.3. Повертанням аліади відкладають на лімбі підрахований відлік n і за цим напрямком виставляють віху (C_1).

12.1.4. Дії повторюють при другому положенні вертикального

круга (отримують точку (C_2)).

12.1.5. Остаточне положення точки C закріплюється посередині відрізка $C_1 C_2$ (рис. 7).

12.2. Перенесення на місцевість запроєктованої відстані

Для перенесення на місцевість заданої горизонтальної відстані d необхідно враховувати поправки за кут нахилу на місцевості, температуру та компарування.

12.2.1. Поправка за кут нахилу вноситься зі знаком плюс і визначається за однією із формул:

$$DL_n = \frac{h^2}{2L}; \quad (23)$$

$$DL_n = 2L \sin^2 \frac{H}{2},$$

де ΔL_h – поправка за нахил лінії;
 h – перевищення;
 H – кут нахилу;
 L – довжина лінії;
 d – горизонтальна (проектна) відстань.

12.2.2. Поправка за температуру обчислюється за формулою:

$$\Delta L_t = \alpha(t - t_0) L, \quad (24)$$

де $\alpha = 0,000012$ – коефіцієнт лінійного розширення сталі;

t – температура вимірювального приладу під час вимірювань;

$t_0 = 20^\circ \text{C}$ – температура вимірювального приладу під час

компарування.

Поправка ΔL_t вноситься зі своїм знаком.

12.2.3. Поправка за компарування визначається за формулою:

$$\Delta L_k = \pm \Delta l_k \frac{L}{l}, \quad (25)$$

де Δl_k – поправка за компарування на довжину вимірювального приладу;

L – довжина відрізка, що вимірюється, в метрах;

l – довжина вимірювального приладу в метрах.

Поправку за компарування беруть із знаком “плюс”, якщо довжина вимірювального приладу більша за номінальне значення, та із знаком “мінус”, якщо довжина вимірювального приладу менша від номінального значення.

12.2.4 Довжину лінії, що відкладається, визначають за формулою:

$$L = d + \Delta L_h + \Delta L_t + \Delta L_k. \quad (26)$$

Перенесення на місцевість проектної відстані (рис. 8) виконують

так:

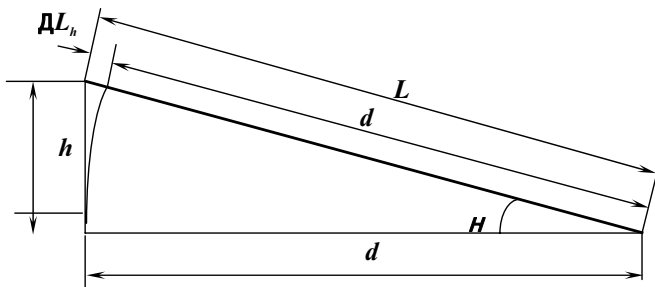


Рис. 8. Перенесення на місцевість проектної відстані

- відкладають довжину лінії, обчислену за формулою (26), і забивають кілок в кінці лінії;
- якнайточніше вимірюють отриману відстань L^1 , вводячи до неї поправки тепер уже з оберненими знаками;
- підраховують різницю $\Delta L = L - L^1$; при знаку “+” зміщують точку L по ходу лінії; при знаку “-“ – в протилежну сторону.

12.3. Побудова проектних позначок

Передача відміток на перекриття та в котлован проводиться геометричним нівелюванням. Для контролю робота виконується двічі з перестановкою приладу, розходження у відмітках при геометричному нівелюванні допускається до 10 мм.

Задача: Побудувати точку В з позначкою на 800 мм нижче (вище), ніж позначка пункту теодолітного ходу А.

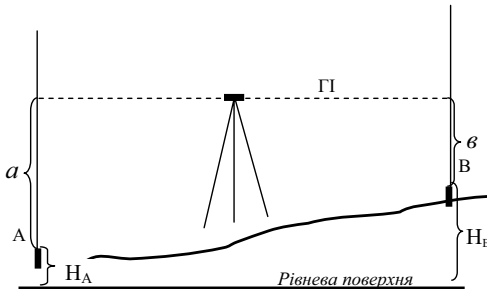


Рис. 9. Побудова проектних позначок

Якщо необхідно встановити на деякій відстані від вихідного пункту А так, щоб відстань до нього відповідала відстані до точки В з точністю ± 5 м. На вихідний пункт встановлюється нівелірна рейка і по чорній стороні з точністю до 1 мм береться відлік a (рис. 9). Після цього підраховується горизонт інструменту за формулою:

$$PI = H_A + a, \quad (27)$$

де: H_A – відмітка пункту теодолітного ходу А.
Тоді відлік у точці В визначається за формулою:

$$b = PI - H_B. \quad (28)$$

Дивлячись у зорову трубу нівеліра, наведеного на точку В, по чорній стороні рейки знаходять обчислений відлік b і суміщають його з горизонтальною ниткою сітки ниток, слідкуючи, щоб повітряний пухирець рівня знаходився в нуль-пункті. При цьому низ нівелірної рейки вкаже

положення шуканої відмітки, яке необхідно закріпити, забиваючи в землю дерев'яний кілок.

Для контролю знаходять перевищення між точками А та В. Якщо воно не перевищує ± 10 мм від заданого, то задачу виконано.

12.4. Побудова лінії заданого нахилу

Побудову лінії заданого нахилу виконують теодолітом або з допомогою нівеліра. На ділянці траси лінійної споруди довжиною 50–60 м виносять в натуру частину її проектної лінії в насапу з інтервалом 5–10 м.

Задача: Побудувати відрізок траси лінійної споруди довжиною 50 м з нахилом $i = \pm(10 + n) \%$, де n – номер бригади.

Для побудови з використанням нівеліра, необхідно (рис. 10):

а) по осі траси лінійної споруди (земляне полотно залізниці, трубопровід тощо) розбити на однакові секції d довжиною 5–10 м відрізок, горизонтальне прокладання якого дорівнює 50 м;

б) на відстані 2–3 м від початкового кілка, по створу розбитої лінії, встановити нівелір, а на вихідну точку А – нівелірну рейку. По чорній стороні рейки взяти відлік a , стежачи щоб повітряний пухирець циліндричного рівня знаходився в нуль-пункті;

в) підрахувати перевищення h на наступний кілок за формулою

$$h = id; \quad (29)$$

г) встановити рейку в наступній точці і по чорній стороні рейки відшукати відлік $b = (a \pm h)$, сумістивши його з

горизонтальною ниткою сітки ниток нівеліра;

д) під п'ятку рейки забити кілок, який зафіксує висоту точки, що відповідає запроєктованій позначці.

Виконуючи аналогічні дії на наступних точках, отримують лінію із заданим ухилом.

Для контролю проводять вимірювання перевищень між побудованими точками. Якщо вони не відрізняються від проектних більше ніж на 5 мм, вважають, що задача виконана. В протилежному випадку розбивку необхідно провести знову.

2. Для побудови з використанням теодоліта за формулою:

$$v = \arctg v = i \quad (30)$$

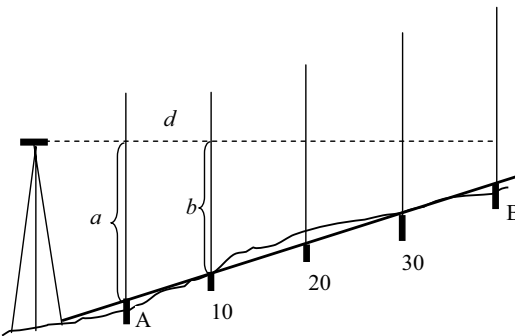


Рис. 10. Побудова лінії заданого ухилу

знаходять величину вертикального кута ν проектної лінії.

Встановивши теодоліт над вихідною точкою проектного відрізка, вимірюють висоту візирної осі теодоліта в даному місці і фіксують її на нівелірній рейці. За формулами:

$$KL = \nu + MO \quad \text{чи} \quad KP = MO - \nu \quad (31)$$

обчислюють відлік, який необхідно встановити по вертикальному кругу теодоліта.

Орієнтують візирну вісь зорової труби теодоліта в створі проектної лінії, встановлюють розрахований раніше відлік по вертикальному кругу, слідкуючи, щоб повітряний пухирець рівня знаходився точно в нуль-пункті.

Керуючи помічником, який на відстані 5–10 м від теодоліта переміщає рейку, та дивлячись у зорову трубу, знаходять на ній відлік висоти візирної осі теодоліта.

Під п'ятку рейки забивають кілок, який зафіксує точку, встановлену в проектне положення. Побудовані таким способом точки і будуть відображати лінію із запроєктованим ухилом.

12.5. Детальне розпланування кривої

Розпланування кругової кривої виконується, опираючись на креслення детального розпланування, від початку та від кінця кривої до її середини по трасі лінійної споруди, з відстанню, рівною 5 м. Використовують два способи (спосіб прямокутних координат і спосіб подовжених хорд). Радіус кругової кривої приймають рівним 100–300 м, розпланування виконують за допомогою вимірювальної стрічки та рулетки.

Задача: Для кругової кривої з кутом повороту α та радіусом R зробити детальне розпланування з інтервалом $a=5$ м способом прямокутних координат та подовжених хорд.

а) Спосіб прямокутних координат

Для виконання поставленої задачі підраховують основні елементи кругової кривої за формулами:

$$\begin{aligned} T &= R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \\ K &= \frac{\pi R \alpha^\circ}{180^\circ}; \\ D &= 2T - K; \\ B &= R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right), \end{aligned} \quad (32)$$

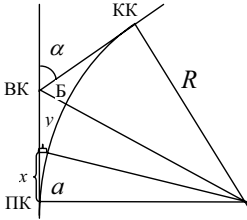
де α – вимірюється під час прокладання траси залізниці;

R – задається умовами проектування чи викладачем.

Для детального розпланування способом прямокутних координат підраховують величину кута φ , який спирається на дугу, рівну відстані розпланування довжиною a , за формулою:

$$\varphi = \frac{180 \cdot a}{\pi \cdot R} \quad (33)$$

Потім знаходять координати точок, які відповідають положенню траси із заданою відстанню проектування, за формулами (34):



$$\begin{aligned} x_1 &= R \cdot \sin \varphi; & y_1 &= 2R \cdot \sin^2 \frac{\varphi}{2}; \\ x_2 &= R \cdot \sin 2\varphi; & y_2 &= 2R \cdot \sin^2 2 \frac{\varphi}{2}; \\ & \dots & & \dots \\ x_n &= R \cdot \sin n\varphi; & y_n &= 2R \cdot \sin^2 n \frac{\varphi}{2}. \end{aligned} \quad (34)$$

Результати обчислень фіксують у вигляді таблиці 3.

Рис.11. Детальне розпланування способом прямокутних координат

Таблиця 7

Елементи детального розпланування кривої

a_i	x_i	$(a-x)_i$	y_i
5	4,99	0,01	0,15

Детальне розпланування ведеться від початку та від кінця кругової кривої до її середини, побудованої за бісектрисою B . За вісь X -ів – беруть лінії $PK - BK$ та $KK - BK$ (рис. 11). Вісь Y -ів – будується по перпендикуляру до осі X -ів у сторону кругової кривої.

б) Спосіб подовжених хорд

Розпланування ведуть без теодоліта. За радіусом R та довжиною хорди a за формулами:

$$y = \frac{a^2}{2R}; \quad p = 2y = \frac{a^2}{R} \quad (35)$$

знаходять відрізки крайнє y та проміжне p переміщення (рис. 12).

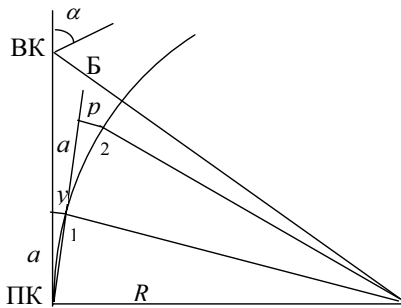


Рис. 12. Розпланування способом подовжених хорд

ведуть від початку (кінця) кривої до її середини, закріпленої шляхом побудови бісектриси кута.

Закріпивши точку ПК на продовженні створу ПК – ВК, відкладають довжину хорди a та відрізок y в сторону розташування кривої і засікають точку 1. Через точку 1, натягують рулетку і на відстані $2a$ відкладають відрізок p , фіксуючи точку кривої 2. Початок рулетки переносять у точку 1 і прокладають її через точку 2, де знову на відстані $2a$ відкладають відрізок p і будують точку 3. Побудову

12.6. Розпланування основних осей споруди

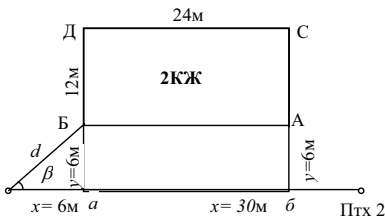
Розпланування основних осей споруди виконують за матеріалами розпланувального креслення. Аналітична підготовка розпланування осей споруди включає обчислення розпланувальних кутів та відстаней між точками, координати яких визначені на топографічному плані, побудованому раніше. Винесення в натуру обчислених кутів здійснюється при двох положеннях круга теодоліта, відстані вимірюють з точністю до 1 см.

Задача: Розпланувати основні осі споруди розміром 12×24 м відносно лінії теодолітного ходу птх 1 - птх 2 способом прямокутних координат, прийнявши, що ($x_A = 6$ м; $y_A = 6$ м; $x_B = 30$ м; $y_B = 6$ м), та способом полярних координат.

Для розв'язання поставленої задачі (рис. 13) за вісь X береться напрямок птх 1 – птх 2. Перпендикулярний до нього напрямок вважатимемо за вісь Y .

Використовуючи спосіб створної засічки, від птх 1 за напрямком п.т.х. 2 відкладемо відстань $x = 6$ м, отримаємо точку a . Потім від птх 1 відкладемо відстань $x = 30$ м, отримаємо точку b . Від них, в напрямку майбутньої забудови, під прямим кутом відкладемо відстань $y = 6$ м. Отримані точки кутів споруди А та Б закріплюємо на місцевості дерев'яними чи металевими кілками.

З точки А по напрямку АБ контролюємо правильність отримання довжини більшої сторони будівлі.



Птх 1

Рис. 13. Розпланування осей споруди

відстань СД, яка повинна бути рівною 24 м.

Спосіб полярних координат вимагає попередніх підрахунків розпланувальних кутів та полярних відстаней. Розпланувальний кут β та відстань d отримують шляхом розв'язання оберненої геодезичної задачі:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_{1B} &= \frac{y_B - y_1}{x_B - x_1}; \\ d &= \frac{y_B - y_1}{\sin \alpha_{1-B}} = \frac{x_B - x_1}{\cos \alpha_{1-B}}; \\ \beta &= \alpha_{1-2} - \alpha_{1-B}, \end{aligned} \quad (36)$$

де x_B, y_B – координати кута Б будівлі, м; x_1, y_1 – координати пункту теодолітного ходу птх 1; α_{1-2} – дирекційний кут лінії теодолітного ходу птх 1 – птх 2; α_{1-B} – дирекційний кут лінії 1 – Б.

Для розпланування інших кутів будівлі діють аналогічно.

12.7. Визначення висоти недосяжного предмета

Задача: Визначити висоту дротів лінії електропередач, що знаходиться під напругою.

Висоту підвишування проводів ліній електричних передач (ЛЕП) визначають тригонометричним нівелюванням. Відстані від теодоліта до проводу визначають за допомогою ниткового віддалеміра та нівелірної рейки. Вертикальний кут вимірюється повним прийомом.

Особливу увагу при виконанні цієї задачі слід звернути на дотримання техніки безпеки.

Розв'язування задачі. Для виконання задачі теодоліт встановлюють в точці А (рис. 14) на відстані, яка наближено в два рази більша, ніж невідома висота. За допомогою нівелірної рейки визначають висоту до візирної осі теодоліта.

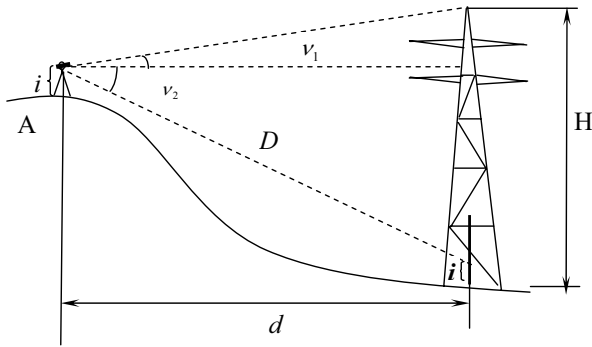


Рис. 14. Визначення висоти недосяжного предмета

Повітряний пухирець циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга приводять в нуль-пункт, візирну вісь направляють на точку, висоту якої визначають i , знявши відлік з вертикального круга, вимірюють вертикальний кут v_1 .

Нівелірну рейку встановлюють в точці перетину площини, створеної візирною віссю теодоліта та

сторону проводу ЛЕП, висоту якого визначають.

Наводять горизонтальну нитку зорової труби теодоліта на відлік i по чорній стороні рейки, який відповідає висоті візирної осі теодоліта, і знімають відлік з вертикального круга, вимірюючи вертикальний кут v_2 .

За допомогою ниткового віддалеміра визначають відстань D до рейки. Результати вимірювань записують до журналу вимірювання вертикальних кутів.

За результатами вимірювань обчислюють невідому відстань за формулами, які зрозумілі з рис. 14:

$$H = d \cdot (\operatorname{tg} v_1 - \operatorname{tg} v_2) + i; \quad (37)$$

$$d = D \cdot \cos^2 v_2. \quad (38)$$

Для контролю висоту визначають двічі, переставивши теодоліт в нове положення. Розходження вимірних висот не повинне перевищувати 1/1000 від висоти.

12.8. Знімання елементів колійної ситуації на станції

Задача: Здійснити знімання залізничних колій, стрілок та інших елементів колійної ситуації.

Розв'язування задачі. Основним методом знімання станційних колій – є знімання поперечників. Поперечники довжиною 40–50 м розмічають екером перпендикулярно до основної магістралі, яка прокладається паралельно до головної колії. При довжині більше 50 м поперечники розмічають теодолітом, при цьому їхній напрямок може пересікати станційні колії під прямим кутом,

або під довільним в залежності від напрямку станційних колій відносно головної.

Під час вимірювань по поперечнику ведуть абрис, на якому відображають відстані від початку поперечника до робочих кантів рейок усіх колій, які пересікаються (рис. 15) і далі до – брівок підшви, баластного шару, земляного полотна, канава, а також до ліній зв'язку, фідерних ліній контактної мережі, огорож, будинків і таке інше. Точки, розташовані поза поперечниками, можна знімати перпендикулярами від поперечників, розмічуючи їх екером, із вимірюваннями рулеткою.

Із елементів колійного розвитку, найточніше необхідно визначити положення стрілочних переводів. По кожному переводу необхідно визначити: номер стрілочного переводу, марку хрестовини, сторонність переводу, тип рейок, рід баласту, спосіб управління і основні розміри, тобто відстань від центру переводу до стиків рамної рейки, початку гостряків, хвоста хрестовини, стиків рейок за ним і до граничного стовпчика.

При обмірюванні стрілочного переводу спочатку визначають марку хрестовини. Її знаходять безпосереднім обмірюванням, визначивши відстань від кінця сердечника до місця, де його ширина становить 0,2 м. Наприклад, якщо відстань дорівнює 1,8 м то марка хрестовини буде 1/9, якщо 2,2 то – 1/11 і таке інше. Відстань від математичного центра хрестовини до центра переводу при розташуванні його на прямій – величина постійна і вказана у таблиці 8.

До початку знімання положення стрілочного переводу його обмірюють, для визначення всіх указаних вище даних. Спочатку визначають марку хрестовини, а потім ведуть обмірювання, починаючи від кореня хрестовини. Тут вимірюють відстані між робочими кантами рейок.

По ній, знаючи марку, розраховують відстань до математичного центра хрестовини, а також за таблицею 8 знаходять відстань до центра переводу.

Таблиця 8

Елементи стрілочних переводів

Марка хрестовини	Відстань від математичного центра хрестовини до центру переводу, м	Марка хрестовини	Відстань від математичного центра хрестовини до центру переводу, м
1/15	22,85	1\9,51	14,54
1/12	18,16	1/9	13,76
1/11,8	17,96	1/8	12,24
1/11	16,80	1/6	9,24

Поперечник на ПК 1 + 60 ліворуч

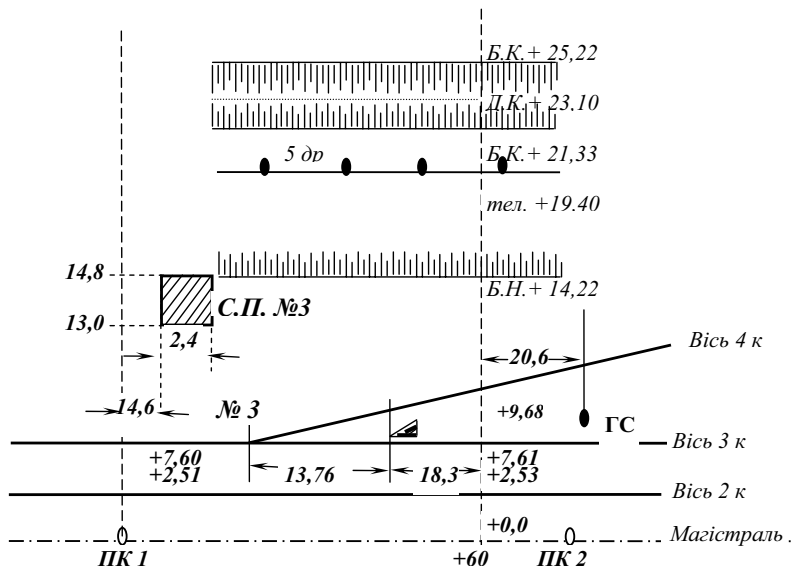


Рис. 15. Абрис поперечника при зніманні станції

Після цього, здійснюючи вимірювання по рейці прямої колії, від кореня хрестовини відкладають відстань до її математичного центру і відмічають його червоною фарбою на шийці рейки. Продовжуючи вимірювання, відмічають фарбою на шийці рейки положення центра переводу. В подальшому визначають відстань до гостряків і стиків рамної рейки. Всі результати вимірювань записують до пікетажної книжки. Центр переводу виносять на вісь колії і закріплюють кілком у баласті або цвяхом на шпалі, і позначають літерами „Ц. П.”

Якщо стрілочний перевід лежить не на прямій колії, то положення його центра приходиться визначати побудовою на місцевості, фіксувати його кілком і потім визначати положення цього кілка відносно знімальної мережі. Для побудови центру переводу необхідно знайти точку перетину двох прямих, побудованих встановленням на місцевості чотирьох віх або шпильок, показаних на рисунку 16 хрестиками: двох на осі основної колії у межах рамних рейок (на рисунку 1 і 2) і двох – у межах хрестовини на відхилений колії (3 і 4).

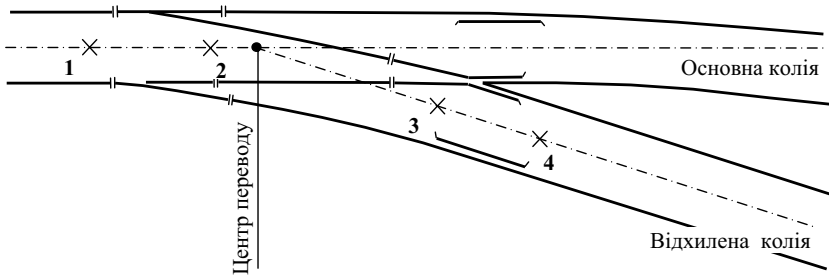


Рис. 16. Визначення центру стрілочного переводу

Окрім положення і розмірів центрів переводів, необхідно з такою ж точністю знімати центри стовпів сигналізації, контактної мережі, освітлення і зв'язку (останні – якщо вони стоять між коліями). Також необхідно знімати положення гідроколонок, пожежних і повітряних кранів, кочегарних ям і змивних майданчиків, вагонних ваг, габаритних рам, вугільних естакад, подавачів піску, поворотних кругів. Знімаються пасажирські і вантажні платформи, підйомні крани, пакгаузи, багажні комори, пожежні сараї, локомотивні депо і майстерні. Крім того, необхідно знімати пішохідні містки, шляхопроводи, мости, труби, водовідвідні лотки і канали, переїзди, тротуари. Всі будівлі за звичай знімають по зовнішньому контуру вище цоколя; якщо до них входять колії, то знімають ворота і положення колій всередині будівель.

Ситуацію і рельєф поза коліями можна знімати тахеометром, стаючи на точки магістралі або поперечників. Будівлі, які підлягають знесенню, обмірюють рулетками, а в абрисі вказують матеріал і стан будинку. Для всіх будинків вказують поверховість, матеріал стін і покрівель та призначення будівель.

13. Ведення польової документації

До польових документів належать матеріали перевірок та дослідження приладів, журнали вимірювання та інше.

Для кожного виду робіт існують журнали встановленої форми, які підлягають суворій звітності та збереженню. Сторінки журналів повинні бути пронумеровані.

Польові журнали повинні бути оригінальними, заповненими старанно та чітко. Чіткість ведення записів та зарисовок в оригінальних журналах досягається наступним шляхом:

1) цифри пишуться розбірливо, красиво; не можна писати швидкописом, потрібно відпрацювати почерк чи користуватись відомими шрифтами;

2) числа в стовпчиках необхідно записувати так, щоб цифри відповідних розрядів були під цифрами тих же розрядів у записаному вище числі;

3) всі результати вимірювань, проведені з однаковою точністю, пишуться з однаковим числом знаків;

4) значення мінут та секунд завжди записують двозначним числом.

Особливі вимоги пред'являються до оригінальності документів.

Всі польові записи – стосується це перевірок, досліджень чи польових вимірювань – повинні виконуватись зразу ж начисто. Записи на окремих листках проміжних дій з наступним внесенням чи переписуванням до журналу чи бланку – суворо заборонені.

Не можна в польовій документації робити підчистки (гумкою чи лезом), виправлення цифр, писати цифру по цифрі.

Вимоги до записування відліків та обчислень різні. Якщо відлік записано помилково, то виправлень не повинно бути, навіть якщо це описка помічника. Прийом, в якому знайдено описку, закреслюють акуратно під лінійку і вказують причину викреслювання. Якщо помилка обчислення, то неправильні результати дозволяється закреслити під лінійку однією лінією, а вірні результати записати на вільному місці або нижче закреслених.

В польових журналах записують відомості про прилади, геодезичні знаки та центри, формули, за якими проводились обчислення, викреслюються схеми ходів, записують вихідні дані та всі результати польових вимірювань. Записи проводять простим олівцем. Олівець повинен бути підібраним по твердості графіту у відповідності з погодою, щоб записи були чіткими і не дряпали папір. В спекотні та сухі дні можна використовувати олівці Т і ТМ, а в холодні та вологі – ТМ, М і 2М.

13.1. Опрацювання та оформлення матеріалів

Польові виміри ще не дають закінчених результатів координат та відміток точок чи готового польового матеріалу. Крім того, не дивлячись на достатньо велике число проміжних контролів (на штативи, в прийомі, між прийомами тощо), кінцеву оцінку виконаної роботи проводять тільки за результатами порівняння вимірювань з підсумковими допусками, якість вимірюваних кутів, ліній та перевищень в теодолітно-нівелірних ходах визначається за нев'язками ходів чи полігонів.

Задача попереднього опрацювання полягає в тому, щоб ввести у вимірювання відповідні поправки (за довжину стрічок, отриману при компаруванні, за кути нахилу тощо), виконати обчислення для отримання координат та висот і зробити оцінку точності проведених вимірювань.

Попередні обчислення проводять тільки чорнилом. Всі обчислення зі всіма проміжними результатами повинні бути записані у відповідних місцях.

Поряд з опрацюванням матеріалів їх оформлюють, систематизують, викреслюють схеми ходів, польовий оригінал, кальку висот.

14. Оформлення звіту про практику

Кожна бригада складає звіт про виконані роботи під час літньої геодезичної практики. *Складання звіту починають з першого дня практики і продовжують протягом всього періоду.* Заключне оформлення звіту проводиться в останній день практики. Кожен документ повинен бути підписаний виконавцем із заповненням дати виконання. У звіті, в залежності від програми практики, необхідно навести такі документи:

1. Довідка про здачу справних приладів після практики.
2. Календарний графік проходження практики.
3. Матеріали перевірок: теодоліта, нівеліра, вимірювальних стрічок, рулеток, нівелірних рейок.
4. Схема теодолітного ходу.
5. Журнали вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів.
6. Журнал вимірювання ліній теодолітного ходу.
7. Відомість обчислення координат.
8. Схема нівелірного ходу.
9. Журнал нівелювання пунктів теодолітного ходу.
10. Журнал та схеми горизонтального та тахеометричного знімачь.
11. План, складений за матеріалами знімачь (формат A1).
12. Пікетажний журнал траси лінійної споруди.
13. Журнал нівелювання траси.
14. Поздовжній та поперечний профілі (викреслені тушшю або кульковою авторучкою).
15. Розпланувальне креслення винесення в природу заданого кута.
16. Розпланувальне креслення винесення в природу відстані.
17. Розпланувальне креслення винесення в природу точки з заданою відміткою.
18. Розпланувальне креслення винесення в природу лінії заданого ухилу.
19. Розпланувальне креслення детальної розбивки кривих способом прямокутних координат та подовжених хорд.
20. Розпланувальне креслення винесення в природу осей споруди.
21. Креслення визначення висоти недосяжної точки.

15. Питання для підготовки до заліку з геодезичної практики

1. Що називається відміткою точки?
2. Яка відмінність абсолютної відмітки точки від умовної?
3. Що називають планом? Картою? Профілем?
4. Що називається геодезичним зніманням?
5. Дайте класифікацію геодезичних знімачь.

6. Що називається горизонтальним прокладенням лінії? Як обчислити горизонтальне прокладення лінії?
7. Що називається граничною точністю масштабу?
8. Визначити граничну точність масштабу для чисельного 1:2000.
9. Що називається контурними умовними знаками?
10. Що таке позамасштабні умовні знаки?
11. Що розуміють під ситуацією?
12. Що називається рельєфом місцевості, і які його основні форми?
13. Назвіть елементи схилу.
14. Що таке ухил лінії?
15. Що називається горизонталлю?
16. Яке призначення бергштрихів?
17. Сформулюйте правило викреслювання та підписування горизонталей?
18. Що називається закладенням? Про що свідчать більше чи менше закладення між горизонталлями?
19. Які способи позначення точок на місцевості ви знаєте?
20. Що таке репер?
21. Назвіть способи провішування ліній.
22. Як проводиться провішування ліній через перепоны (яр, підвищення)?
23. Які існують прилади для вимірювання ліній?
24. Яка точність вимірювання ліній вимірювальною стрічкою?
25. З якою метою необхідно визначити горизонтальні прокладення ліній, та який порядок їх визначення?
26. Коли і як проводиться безпосереднє вимірювання горизонтальних прокладень ліній?
25. В чому полягає сутність орієнтування ліній?
26. Що називають азимутом лінії?
27. Межі вимірювання азимута лінії?
28. Що називається румбом лінії?
29. Межі визначення румба лінії?
30. Що називається дирекційним кутом?
31. Визначити румб лінії, якщо дирекційний кут її дорівнює: 210° ; 150° ; 75° ; 320° .
32. Назвіть основні частини теодолітів 2Т30, 2Т5К, перерахуйте їхні приналежності.
33. Що називається візирною віссю труби?
34. Які гвинти має теодоліт?
35. Які перевірки необхідно виконати у теодоліта?
36. Які операції виконуються при встановленні теодоліта в робочий стан?
37. Які способи вимірювання горизонтального кута існують?
38. Як вимірюється кут повним прийомом?
39. Які розходження допустимі в значеннях величини вимірюваного кута в двох напівприйомах?
40. Які похибки впливають на точність вимірювання кута?

- 41.Що називається опорною мережею, які опорні мережі застосовуються при теодолітних зніманнях?
- 42.Як визначається кутова нев'язка в замкненому полігоні?
- 43.Способи знімання ситуації?
- 44.Як визначають дирекційні кути сторін теодолітного ходу, коли виміряні праві кути?
- 45.Як визначають приростки координат?
- 46.Як визначається лінійна нев'язка в полігоні та діагональному ході?
- 47.Як визначаються абсолютна, відносна та допустима лінійні нев'язки?
- 48.Коли і за яким принципом розподіляються лінійні нев'язки?
- 49.Як визначається теоретична сума кутів у полігоні та діагональному ході?
- 50.Як визначається теоретична сума приростків координат у теодолітному ході?
- 51.Як визначається площа полігону?
- 52.Що називається трасою?
- 53.Що являє собою траса в плані?
- 54.Які геодезичні операції виконуються при прокладанні траси на місцевості?
- 55.Що називається пікетом та плюсовою точкою, та як вони закріплюються на місцевості?
- 56.Що називається кутом повороту траси, та як він закріплюється на місцевості?
- 57.Який документ ведеться при вимірюванні кутів?
- 58.Як вимірюються азимути наступного напрямку за азимутом попереднього та кутом повороту траси?
- 59.Як обчислюються румби нових напрямків траси?
- 60.Які види кривих існують на трасі?
- 61.Що називають круговою кривою?
- 62.Назвіть елементи кругової кривої.
- 63.Що називають головними точками кругової кривої? Як обчислюється їхнє пікетажне положення?
- 64.Які існують способи детального розпланування кругової кривої?
- 65.Який документ ведеться при вимірюванні траси і розбивці пікетажу?
- 66.Як закріплюються на місцевості точки: кут повороту, початок траси, кінець траси?
- 67.Що означає термін “рубаний пікет”?
- 68.Як обчислюються прямі вставки?
- 69.Як обчислюються відстані між вершинами кутів повертання траси?
- 70.Як проводиться контроль правильності обчислення прямих вставок, відстаней між вершинами, дирекційних кутів?
- 71.Як визначається кутова нев'язка в кутах траси за кутами повороту?
- 72.Що називається геометричним нівелюванням?
- 73.Які існують способи геометричного нівелювання?
- 74.Як встановлюється нівелір у робочий стан?

75. Порядок взяття відліків по рейці.
76. Які існують методи обчислення відміток точок?
77. Як і з якою метою проводиться сторінковий контроль у журналі нівелювання?
78. Як визначається величина допустимої висотної нев'язки при геометричному нівелюванні?
79. В якому випадку і за яким принципом розподіляється висотна нев'язка при технічному нівелюванні?
80. Що називається горизонтом приладу, як він визначається?
81. Як визначається нев'язка при геометричному нівелюванні?
82. Назвіть методи польового контролю нівелювання.
83. Як проводиться нівелювання майданчика по квадратах?
84. В яких масштабах складається поздовжній профіль?
85. Чим пояснюється необхідність застосування декількох масштабів?
86. Як визначається ухил проектної лінії на профілі траси?
87. Як обчислюються проектні відмітки на поздовжньому профілі?
88. Що називається тахеометричним зніманням? Його сутність.
89. Що називається місцем нуля вертикального круга?
90. Яка послідовність опрацювання журналу тахеометричного знімання?
91. Який порядок складання плану тахеометричного знімання?
92. Як обчислюються відмітки рейкових точок?
93. Що є геодезичною основою при перенесенні в натуру проекта споруди?
94. Що є геодезичною основою при перенесенні в натуру проекта залізниці?
95. Яким приладом і як проводиться винесення точки із заданою відміткою?
96. Яким приладом і як може виконуватись винесення лінії із заданим ухилом?
97. Якими приладами і як може виконуватись визначення висоти недосяжного предмета?

16. Теми робіт студентського наукового товариства

З метою активізації та подальшого розвитку науково-технічної творчості майбутніх спеціалістів і поглиблення їхньої теоретичної та практичної підготовки проводиться конкурс на кращу роботу серед студентів.

На конкурс подаються закінчені науково-дослідні та проектно-конструкторські роботи студентів, якими є самостійно проведені дослідження з актуальних проблем, вміщують елементи новизни та оригінальності, що попередньо не були представлені для участі в конкурсах.

Обсяг роботи не повинен перевищувати 35–50 сторінок машинописного тексту. Додані до робіт креслення та ілюстрації повинні бути скомпановані в розмірі формату 210×297 мм. Приблизна тематика таких робіт подана нижче.

16.1. Науково-дослідницькі теми

1. Аналіз точності паралактичного методу вимірювання відстаней.
2. Дослідження методів вимірювань на польовому компараторі.
3. Дослідження точності вимірювання відстаней різноманітними методами.
4. Визначення відстаней теодолітом 2Т2 по горизонтальній рейці.
5. Порівняння точності вимірювання відстаней по вертикальній та горизонтальній рейці теодолітами 2Т5К та 2Т2.
6. Вимірювання відстаней віддалемірами.
7. Дослідження коефіцієнта віддалеміра теодоліта 2Т30П на польовому компараторі.
8. Порівняння способу повторень та способу прийомів при вимірюванні горизонтальних кутів теодолітом 2Т30П.
9. Застосування способу повторень при вимірюванні горизонтальних кутів.
10. Аналіз способів перевірок головної умови нівелірів нових конструкцій.
11. Дослідження можливостей перевірки головної умови нівеліра прискореним способом.
12. Дослідження гідростатичного нівеліра.
13. Дослідження впливу фокусування труби на точність визначення перевищень.
14. Порівняльна оцінка точності нівелювання траси нівеліром НЗК та теодолітом 2Т5К та 2Т30.
15. Номограмний кіпрегель КН та його застосування.
16. Порівняння точності визначення перевищень кіпрегелем і теодолітами 2Т5К та 2Т30П.
17. Порівняльна оцінка точності детального розпланування горизонтальних кривих методом прямокутних координат та кутів (засічок).
18. Методи передачі відміток через водяні простори та їх точність.
19. Про необхідну і достатню точності геодезичних вимірювань при розбивних роботах.
20. Аналіз точності розпланування споруд при використанні різноманітних геодезичних приладів та інструментів.
21. Вибір оптимальної довжини базису при визначенні висоти споруди.
22. Способи створення геодезичної основи для виносу інженерної споруди в натуру.
23. Раціональні способи розпланування споруд від пунктів та сторін будівельної сітки.
24. Дослідження переваг розпланування точок від сторін будівельної сітки в порівнянні з розплануванням від пунктів опорної мережі довільної форми.
25. Порівняльний аналіз методів визначення положення проміжних точок при гідрометричних роботах.

16.2. Реферативні теми

26. Історія розвитку геодезичних робіт в Україні.
27. Геодезична служба країни.
28. Історія розвитку картографічних робіт в Росії.
29. Ф.Н. Красовський і його роль в обґрунтуванні системи державних координат 1942 р.
30. В.В. Вітовський – батько російської топографії.
31. Державна планова мережа України.
32. Геодезія і оборона країни.
33. Визначення форми і розмірів Землі.
34. Історія календаря і хронології.
35. Історія виникнення одиниць лінійних і кутових вимірювань.
36. Історія питання про встановлення нуля висот в СРСР.
37. Методи орієнтування ліній на місцевості.
38. Математичні моделі місцевості.
39. Порівняння методів орієнтування ліній в просторі.
40. Методи визначення координат точок на зональні поверхні.
41. Аналіз визначення площ механічним методом та методом Савича.
42. Аналіз визначення площ різноманітними методами.
43. Основні напрямки та перспективи геодезичного приладобудування.
44. Будова, перевірки та робота з теодолітом 2Т5К.
45. Будова і перевірки теодоліта 2Т2.
46. Кодові, лазерні та скануючі теодоліти.
47. Порівняння методів обчислення приростків координат.
48. Нівеліри з компенсаторами та їх застосування в залізничному транспорті.
49. Історія розвитку нівелірів з компенсаторами.
50. Швидкісне нівелювання при вишукуваннях і будівництві залізниць.
51. Гідростатичні нівеліри та особливості їх застосування.
52. Застосування лазерного променя в геодезії.
53. Застосування лазерного променя при виконанні нівелірних робіт.
54. Застосування лазерного променя при нівелюванні підземних комунікацій.
55. Стационарні гідростатичні системи для контролю висотного положення інженерних споруд.
56. Визначення елементів кривої за допомогою програмуючих мікрокалькуляторів (ПМ) МК – 54 та МК – 61.
57. Розрахунок детального розпланування кривих за допомогою ПМ.
58. Автоматизація нівелірних робіт.
59. Графоаналітична інтерполяція горизонталей з допомогою ПМ.
60. Аналіз методів визначення та виправлення “МО” вертикального круга.
61. Геодезія і діяльність інженера – будівельника.
62. Знімання підкранових колій із застосуванням лазерного візира.

63. Геодезичний контроль вертикальності споруд за допомогою зеніт-приладів.

64. Гідрометричні роботи при вишукуванні мостових переходів.

65. Лазерні автоматичні прилади для планово-висотного контролю положення будівельних машин і механізмів.

66. Методи вимірювання деформацій залізничної колії в плані і по висоті.

67. Обернена геодезична задача та її застосування при геодезичній підготовці проекту споруди.

68. Геодезичні роботи, які виконуються при будівництві малих і середніх мостів.

69. Геодезичні роботи при монтажі будівельних конструкцій.

70. Застосування лазерного нівеліра в транспортному будівництві.

Список рекомендованої літератури

1. *Геодезія*. Частина перша /За загальною редакцією професора, д.т.н. Могильного С.Г. і професора, д.т.н. Войтенка С.П. - Чернігів: КП "Видавництво "Чернігівські обереги", 2002. – 408с.
2. *Клюшин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д.* Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 2000. – 464 с.
3. *Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш.* Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999. – 300 с.
4. *Хренов Л.С. и др.* Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1985.
5. *Лукиянов В.Ф. и др.* Лабораторный практикум по инженерной геодезии. Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1990. – 334с.
6. *Визгин А.А., Ганьшин В.Н., Коугия В.А., Купчинов И.И.* Инженерная геодезия / Под общей ред. проф. Л.С. Хренова. – М.: Высшая школа, 1985. – 352 с.
7. *Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000; 1:2000; 1:1000; 1:500.* – М.: Недра, 1982. – 152 с.
8. *СН-212-73* Инструкция по топографо-геодезическим работам при инженерных изысканиях для промышленного, сельскохозяйственного, городского и поселкового строительства. – М.: Стройиздат, 1975.
9. *СНиП 1.02.07.87.* Инженерные изыскания для строительства. – М.: Госстрой, ГУГК, 1988. – 103 с.
10. *Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 / ГУГК.* – М.: Недра, 1989.- 286 с.
11. *Основні положення створення державної геодезичної мережі України.* Затверджено постановою Кабінету Міністрів України 8 червня 1998, № 844. – Укргеодезкартографія, 1998. – 29 с.
12. *Правила по технике безопасности на топографических работах (ПТБ).* – М: Недра, 1991.- 302 с.
13. *Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов.* – М: Недра, 1990. – 167 с..
14. *Власов Д.И., Логвинов В.Н.* Таблицы для разбивки кривых на железных дорогах. – М.: Транспорт, 1968. –429 с.
15. *Робота з приладами: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. / Уклад.: Є.Ф.Чопенко, С.Д.Крячок, Т.Д.Артюхович.* – К.: КУЕТТ, 2004. – 52 с.
16. *Складання топографічного плану: Методичні вказівки та завдання до виконання РГР і контрольної роботи №1./ Уклад.: А.Д. Возненко, Є.Ф.Чопенко.* – К.: КУЕТТ, 2001. – 25 с.
17. *Побудова поздовжнього та поперечних профілів залізниці: Методичні вказівки до практичних занять та виконання контрольної роботи №2. /Уклад. Є.Ф.Чопенко, Т.Д.Артюхович* – К.: КУЕТТ, 2006. – 36 с.

З М І С Т

Програма навчальної геодезичної практики.....	3
Передмова.....	3
Мета і задачі практики.....	4
Зміст практики.....	5
Зміст звіту з геодезичної практики.....	7
Методичні вказівки до навчальної геодезичної практики.....	8
1. Основні вимоги техніки безпеки та охорони навколишнього середовища.....	8
2. Вимоги до охорони праці.....	9
3. Підготовка робочого місця.....	10
4. Прилади та спорядження.....	11
5. Перевірки та юстирування приладів.....	12
5.1. Перевірки теодолітів.....	12
5.2. Перевірки нівелірів.....	15
5.3. Компарування приладів для лінійних вимірювань.....	16
6. Побудова планового обґрунтування.....	17
6.1. Реконструювання місцевості, вибір та закріплення теодолітно – нівелірних ходів.....	17
6.2. Вимірювання.....	18
6.3. Вимірювання горизонтальних кутів.....	20
6.4. Вимірювання вертикальних кутів.....	21
7. Побудова висотного обґрунтування.....	22
8. Горизонтальне знімання контурів.....	24
8.1. Метод перпендикулярів.....	26
8.2. Спосіб лінійної засічки.....	26
8.3. Полярний спосіб.....	26
9. Тахеометричне знімання.....	27
10. Складання топографічного плану.....	29
10.1. Нанесення рейкових точок на план.....	31
10.2. Побудова горизонталей.....	31
11. Вишукування трас лінійних споруд.....	33
11.1. Побудова поздовжнього та поперечних профілів.....	35
12. Інженерно – геодезичні задачі.....	37
12.1. Побудова кута заданої величини.....	37
12.2. Перенесення на місцевість запроєктованої відстані.....	37
12.3. Побудова проектних позначок.....	39
12.4. Побудова лінії заданого ухилу.....	40
12.5. Детальне розпланування кривої.....	41
12.6. Розпланування основних осей споруди.....	43
12.7. Визначення висоти недосяжного предмета.....	44
12.8. Знімання елементів колійної ситуації на станції.....	45
13. Ведення польової документації.....	48
13.1. Опрацювання та оформлення матеріалів.....	49

14. Оформлення звіту про практику.....	50
15. Питання для підготовки до заліку з геодезичної практики.....	50
16. Теми робіт студентського наукового товариства.....	53
16.1. Науково – дослідницькі теми	54
16.2. Реферативні теми.....	55
Список рекомендованої літератури.....	57

Навчально – методичне видання

**Чопенко Євген Федорович
Артюхович Тетяна Дмитрівна
Бідун Олександр Миколайович**

**ПРОГРАМА
ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО НАВЧАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРАКТИКИ**

студентів 1 (2) курсу спеціальностей 6. 100 502 “Залізничні споруди та колійне господарство” та 6.100 403 “Організація перевезень та управління на залізничному транспорті”

Відповідальний за випуск: *М.І. Карпов*, канд. техн. наук.
Редактор: *Ю.В. Задерновська*

Підп. до друку 24.03.2009. Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк на ризографі. Зам. 217-08 наклад 300 пр.

Надруковано у Редакційно–видавничому центрі ДЕГУТ
Свідоцтво про реєстрацію від 27.12.2007 р. Серія ДК № 3079
03049, Київ-49, вул. М. Лукашевича, 19