

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра “Колія та колійне господарство”**

**О.С.Саяпін, Ю.В.Щербина, Є.Ф.Орел, Л.В.Єчко**

**НАВЧАЛЬНА ГЕОДЕЗИЧНА ПРАКТИКА**

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК**  
**до виконання навчальної геодезичної практики**  
**з дисциплін**

***“ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ”,***

***“ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ”***

**Харків 2009**

Саяпін О.С., Щербина Ю.В., Орел Є.Ф., Єчко Л.В.  
Навчальна геодезична практика: Методичний посібник. – Харків:  
УкрДАЗТ, 2009. – 52 с.

Методичний посібник підготовлено до видання у відповідності до програми навчальної геодезичної практики. Він є складовою навчально-методичних комплексів дисциплін “Інженерна геодезія”, “Основи геодезії”.

Посібник складається з двох розділів. У першому розділі викладаються загальні положення з організації проведення навчальної геодезичної практики, оформлення матеріалів, складання заліку, способу формування підсумкової оцінки та оцінювання результатів практики. У другому розділі розкривається зміст практики та методика виконання робіт, які її складають.

Рекомендується для студентів 1 курсу спеціальностей “Залізничні споруди, колія та колійне господарство”, “Промислове та цивільне будівництво”, “Організація перевезень і управління на залізничному транспорті” денної форми навчання.

Іл. 13, табл. 3, бібліогр.: 13 назв.

Методичний посібник розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Колія та колійне господарство” 11 березня 2008 року, протокол №7 та погоджено з методичною радою будівельного факультету.

Рецензент

проф. В.Ф.Сушков

О.С.Саяпін, Ю.В.Щербина, Є.Ф.Орел, Л.В.Єчко

НАВЧАЛЬНА ГЕОДЕЗИЧНА ПРАКТИКА

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

до виконання навчальної геодезичної практики  
з дисциплін

“ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ”,  
“ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ”

Відповідальний за випуск Орел Є.Ф.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 11.06.08 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,0. Обл.-вид.арк. 3,25.

Замовлення № Тираж 100. Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, майдан Фейєрбаха, 7

**МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ**  
**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО**  
**ТРАНСПОРТУ**

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра "Колія та колійне господарство"

**НАВЧАЛЬНА ГЕОДЕЗИЧНА ПРАКТИКА**

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК**  
**до виконання навчальної геодезичної практики**  
**з дисциплін “Інженерна геодезія”, “Основи геодезії”**  
**для студентів спеціальностей**  
**“Залізничні споруди, колія та колійне господарство”,**  
**“Промислове та цивільне будівництво”, “Організація**  
**перевезень і управління на залізничному транспорті”**  
**денної форм навчання**

Харків 2008 р.

Автори: О.С.Саяпін, Ю.В.Щербина, Є.Ф.Орел, Л.В.Єчко. Навчальна геодезична практика. Методичний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2008 –

Методичний посібник підготовлено до видання у відповідності до програми навчальної геодезичної практики. Він є складовою навчально-методичних комплексів дисциплін “Інженерна геодезія”, “Основи геодезії”.

Посібник складається з двох розділів. У першому розділі викладаються загальні положення з організації проведення навчальної геодезичної практики, оформлення матеріалів, здавання заліку, способу формування підсумкової оцінки та оцінювання результатів практики. У другому розділі розкривається зміст практики та методика виконання робіт, які її складають.

Рекомендується студентам перших курсів спеціальностей “Залізничні споруди, колія та колійне господарство”, “Промислове та цивільне будівництво”, “Організація перевезень і управління на залізничному транспорті” денної форми навчання.

Ілюстрацій – , таблиць – , бібліографій – назв.

Методичний посібник розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Колія та колійне господарство” 11 березня 2008 року протокол №7 та погоджено з методичною радою будівельного факультету.

Рецензент:  
проф. Сушков В.Ф.,

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Вступ .....   | 4  |
| Розділ 1  |    |
| Загальні положення .....  | 5  |
| 1.1 Організація практики .....  | 5  |
| 1.2 Інструменти, матеріали, вимоги до навчального полігону і бази .....             | 7  |
| 1.3 Розподіл часу та обсяги робіт. Оформлення матеріалів і організація заліку ..... | 8  |
| 1.4 Видача і прийом інструменту .....   | 10 |
| 1.5 Поводження з інструментом .....   | 11 |
| 1.6 Оцінювання результатів практики та формування підсумкової оцінки .....          | 13 |
| Розділ 2  |    |
| Зміст практики .....  | 14 |
| 2.1 Загальні вказівки .....   | 14 |
| 2.2 Прокладання теодолітно-висотного ходу .....                                     | 16 |
| 2.3 Тахеометрична зйомка .....  | 21 |
| 2.4 Геодезичні роботи на залізничній трасі .....                                    | 24 |
| 2.5 Мензуральна зйомка .....  | 31 |
| 2.6 Нівелювання поверхні по квадратах .....   | 36 |
| 2.7 Розв'язання інженерних задач .....  | 37 |
| 2.8 Детальна розбивка кругових кривих .....   | 47 |
| Список літератури .....   | 51 |
| Додаток А .....   | 52 |

## ВСТУП

Навчальна геодезична практика завершує навчальний курс “Інженерна геодезія”. Тривалість практики – 4 тижні для студентів спеціальностей ЗС, ПЦБ і 2 тижні для студентів спеціальності ОПУТ та скороченої форми ЗСс, ПЦБс. Навчальне навантаження на студента складає відповідно 4 і 2 кредити ECTS.

Навчальна геодезична практика – окремий заліковий кредит навчального курсу і оцінюється як самостійний вид навчальної діяльності студента.

Задачами практики є:

а) закріплення і поглиблення знань, отриманих під час вивчення курсу;

б) набуття практичних навичок роботи з геодезичними приладами та інструментами;

в) оволодіння технологіями провадження геодезичних і розбивних робіт.

Після проходження практики студент повинен:

- **знати** геодезичні прилади та роботу з ними, методи виконання зйомок та інженерно-геодезичних робіт, правила техніки безпеки, охорони праці та охорони навколишнього середовища під час виконання геодезичних робіт;

- **уміти** виконувати геодезичні вимірювання поздовжніх і поперечних профілів залізничної колії та топографічних планів місцевості;

- **виконувати** елементи розбивних робіт з перенесення проектів споруд в натуру.

Заліковий кредит III складається з двох модулів, які оцінюються окремо:

- проходження практики;

- захист звіту з практики.

По закінченні практики студент отримує диференційований залік.

Методичний посібник складається з двох розділів. У першому розділі викладаються загальні положення з організації проведення практики, оформлення матеріалів, оцінювання результатів практики, складання заліку та способу формування підсумкової оцінки. У другому розділі розкривається зміст практики та методика виконання робіт, які її складають.

У методичному посібнику наведені основні питання організації та проведення навчальної практики. Крім посібника, студенти повинні користуватися джерелами, які вказані у списку літератури.

## **РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **1.1 Організація практики**

1.1.1 Мета навчальної геодезичної практики полягає в ознайомленні студентів з організацією геодезичних робіт, в набутті навичок самостійного виконання польових і камеральних робіт, в закріпленні і поглибленні знань зі всіх розділів теоретичного курсу інженерної геодезії. Навчальна практика повинна будуватися якомога ближче до виробничих умов, вводити студентів у коло обов'язків інженерно-технічних працівників і показувати їм прикладне значення геодезії під час вишукувань, будівництва та експлуатації залізничних споруд.

1.1.2 До навчальної геодезичної практики допускаються студенти, які склали залік та екзамен з інженерної геодезії.

1.1.3 Навчально-виробничою одиницею на практиці є бригада у складі 7-8 осіб, яку очолює бригадир, призначений кафедрою з числа студентів, що найбільш успішно вивчили курс геодезії і мають організаційні здібності.

1.1.4 В обов'язки бригадира входить:

а) отримання інструментів і завдань на бригаду;

б) розподіл роботи серед членів бригади з урахуванням участі кожного студента у всіх видах і етапах роботи та виконання завдань у встановлений термін;

в) контроль за своєчасним виходом членів бригади на роботу і відходом з роботи;

г) контроль за дисципліною в бригаді;

д) контроль за збереженням виданих бригаді інструментів, матеріалів і завдань;

е) ведення щоденника практики.

1.1.5 Навчальну геодезичну практику кожна навчальна група (3-4 бригади) проходить під безпосереднім організаційним і методичним спостереженням керівника практики – викладача інженерної геодезії.

1.1.6 В обов'язки керівника практики входить:

а) організація практики прикріпленої групи відповідно до програми і графіка, розробленого кафедрою;

б) видача завдань та інструктаж з їх виконання;

в) контроль підготовленості студентів до виконання завдань;

г) польовий контроль самостійної роботи студентів і приймання завдань у встановлені графіком терміни;

д) виховання у студентів почуття обов'язку і відповідальності, колективізму і товарищескості, проведення виховної роботи;

е) спостереження за дисципліною в групі, збереженням інструментів, дотримання техніки безпеки і протипожежних заходів;



ж) приймання заліку з практики.

1.1.7 Практика проводиться з урахуванням навчальної програми у терміни, встановлені графіком навчального процесу академії і за графіком, затвердженим кафедрою. Програма з окремих видів геодезичних робіт і в цілому повинна бути виконана повністю у терміни, вказані графіком. Подовження терміну не допускається. Загальне керівництво практики здійснює завідуючий кафедрою особисто або через виділеного кафедрою завідуючого практикою.

1.1.8 Тривалість робочого дня на практиці для студентів встановлюється шість годин, у тому числі чотири години під керівництвом викладача і дві години самостійної роботи.

1.1.9 Студенти, які не підготовлені до робіт, порушують навчальну і трудову дисципліну або не відвідують практику без поважної причини, від проходження практики відстороняються, про що завідуючий практикою негайно повідомляє деканат або навчальний відділ.

## **1.2 Інструменти, матеріали, вимоги до навчального полігону і бази**

1.2.1 Студенти на практиці забезпечуються геодезичними інструментами, матеріалами і навчально-допоміжним обладнанням. Підручники і навчальні посібники бригади отримують у бібліотеці академії до початку практики. Потрібні студенту методичні джерела наведені у списку літератури

1.2.2 В приміщенні бази повинні бути вивішені програми практики для всіх спеціальностей, графік практики, розпорядок дня, правила поводження з інструментом і правила техніки безпеки.

1.2.3 Виконання польових і камеральних робіт, перебування студентів на території навчального полігону і

прилеглої місцевості не повинне приводити до забруднення і завдавати будь-якого збитку інтересам організацій і місцевих мешканців, а на території лісопарків – тим, хто відпочиває. Забивання колів у місцях руху пішоходів і транспорту не допускається.

1.2.4 В перший день практики студенти повинні бути ознайомлені з основними правилами техніки безпеки на топографо-геодезичних роботах і надалі перед кожною новою роботою повинен проводитися інструктаж.

### **1.3 Розподіл часу та обсяги робіт. Оформлення матеріалів і організація заліку**

1.3.1 Розподіл часу за видами робіт для студентів різних спеціальностей встановлюється графіком практики згідно з програмою практики і теоретичним курсом інженерної геодезії.

1.3.2 Обсяги окремих польових робіт, які виконуються кожним студентом, наведено в таблиці 1.1.

1.3.3 Перед виконанням на практиці відповідної роботи студент повинен спочатку за допомогою цього посібника ознайомитися із змістом роботи в цілому, а потім за навчальними і методичними джерелами, поданими у списку літератури, детально вивчити техніку і технологію виконання робіт.

1.3.4 Камеральні роботи за кожним завданням виконуються паралельно з польовими роботами. Приймання робіт викладачем проводиться після виконання кожного виду робіт.

1.3.5 Графічні роботи повинні бути оформлені згідно зі зразками, рекомендованими кафедрою, умовними топографічними знаками відповідного масштабу. Написи на кресленнях робляться нормальним шрифтом.

1.3.6 Залік з геодезичної практики одержують студенти, які успішно виконали всі завдання і склали залік. Оцінка може бути знижена у випадку псування майна або порушення навчально-трудової дисципліни.

Залік приймається індивідуально в кожного студента у присутності всієї бригади. Матеріали практики (польові журнали, схеми обчислень, креслення і щоденники) пред'являються бригадами до заліку, зброшурованими у загальній теці і підписаними керівником практики.

*Таблиця 1 – Обсяг польових робіт, які виконуються протягом навчальної геодезичної практики, з розрахунку на 1 ланку I курсу ЗС, ЗСс, ПЦБ, ПЦБс, ОПУТ, ОПУТс*

| Спеціальність  | ЗС, ПЦБ-<br>4 тижні |     | ЗСс, ПЦБс-<br>2 тижні |     | ОПУТ-<br>2 тижні |     |
|--|---------------------|-----|-----------------------|-----|------------------|-----|
|  | Кількість           | Дні | Кількість             | Дні | Кількість        | Дні |
| 1  | 2                   | 3   | 4                     | 5   | 6                | 7   |
| 1 Інструктаж з техніки безпеки. Перевірки приладів, теодолітна зйомка, точки | 8                   | 4   | 6                     | 1   | 6                | 2   |
| 1 Тахеометрична зйомка, точки  | 6                   | 2   | 4                     | 1   | -                | -   |
| 3 Геодезичні роботи на трасі, км   | 1                   | 3   | 0.8                   | 2   | 0.8              | 2   |
| 4 Нівелювання поверхні, га   | 0.8                 | 2   | 0.5                   | 1   | 0.5              | 1   |
| 5 Розв'язання інженерних задач:  |                     |     |                       |     |                  |     |
| 5.1 Розподіл кругових кривих, спосіб   | 3                   | 2   | 2                     | 1   | 2                | 1   |
| 5.2 Винесення проектної точки, точки   | 2                   | 1   | 1                     | 1   | 1                | 1   |
| 5.3 Винесення проектної лінії, м   | 100                 | 1   | 60                    | 1   | 60               | 1   |
| 5.4 Визначення висоти споруди, споруди                                       | 2                   | 1   | 2                     | 1   | 2                | 1   |

### Продовження таблиці 1.1

| 1  | 2 | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  |
|--|---|----|---|----|---|----|
| 5.5 Розподіл контуру споруди, споруди    | 2 | 2  | 1 | 1  | - | -  |
| 5.6 Зйомка стрілочного переводу, стрілка | 1 | 1  | 1 | 1  | - | -  |
| 6 Залік з практики                       | - | 1  | - | 1  | - | 1  |
| 7 Всього днів                            |   | 20 |   | 10 |   | 10 |

Примітка – Камеральні роботи включені в дні польових робіт

## 1.4 Видача і прийом інструменту

1.4.1 Інструмент і обладнання видаються на бригаду під розписку бригадира. Отриманий інструмент негайно оглядається і перевіряється, у разі його несправності бригадир повинен заявити про це старшому лаборанту, що видав інструмент.

1.4.2 При огляді інструменту потрібно звернути увагу:

- на справність мікрометричних, затискних, підйомних, виправних і станового гвинтів, а також голівки і ніжок штатива;
- на справність рівня;
- на плавність обертання кремальєри і плавність ходу рухомих частин інструменту: підйомних гвинтів, алідади вертикального і горизонтального кіл і труби;
- на справність компенсаторів в інструментах, що мають такі;
- на справність мірних стрічок, рулеток, рейок і т.п.

1.4.3 Матеріальну відповідальність за збереження отриманого бригадиром майна несе вся бригада. У разі псування інструменту та обладнання або його втрати відповідальність несе винний, а якщо він не виявлений – бригада в цілому. Про кожен випадок псування або втрати інструменту і приладдя до них бригадир докладає керівнику практики і складає акт, в якому викладає причину,

обставини і винних в псуванні або втраті. Акт здається керівникові практики, який разом зі своїм висновком подає його завідувачому практикою. Після визначення вартості ремонту або втраченого приладдя акт передається в бухгалтерію академії – для стягнення вартості з винних. У разі халатного ставлення до зберігання геодезичного майна на винних також може бути накладено дисциплінарне стягнення і знижена оцінка з практики.

1.4.4 Обмін отриманого інструменту безпосередньо між бригадами, минаючи склад, забороняється. Обмін на складі проводиться тільки за запискою керівника практики і за умови здачі отриманих раніше інструментів.

1.4.5. Інструмент, що здається на склад, оглядається лаборантом і списується з бригадира. Перед здачею інструмент повинний бути очищеним від пилу та вологи, а при кінцевій здачі – змазаний.

## **1.5 Поводження з інструментом**

1.5.1 Категорично забороняється брати інструмент до поля без футляра, а також тримати у футлярі сторонні речі.

1.5.2 Студентам категорично забороняється розбирати інструмент і взагалі проводити будь-які виправлення, окрім тих, які відносяться до перевірок інструменту.

1.5.3 Не рекомендується надмірно затягувати затискні гвинти. Мікрометреними гвинтами слід користуватися в їх середньому робочому положенні. Перш ніж обертати будь-яку частину інструмента, необхідно переконатися, що відповідний затискний гвинт ослаблений.

1.5.4 Забороняється обертати трубу за окулярний патрубок і торкатися руками виправних гвинтів сітки ниток.

1.5.5 З виправними гвинтами слід поводитися обережно.

1.5.6 Забороняється проводити чищення об'єктива і окуляра і протирати їх хусткою або ганчіркою. Наліт пилу на лінзах слід змахувати чистим пензликом.

1.5.7 Перед початком роботи підйомні гвинти повинні бути відрегульовані так, щоб обертання їх було вільне.

1.5.8 Забороняється залишати інструмент на штативі без закріплення становим гвинтом і з невдавленими в землю ніжками штатива.

1.5.9 Перенесення інструмента на штативах виконувати тільки у вертикальному положенні. У руках переносити інструмент можна, утримуючи його за підставки.

1.5.10 Для запобігання дії прямого сонячного проміння і дощу необхідно користуватися спеціальними парасольками. Від дії прямого сонячного проміння необхідно також зберігати анероїд, рівні та магнітні прилади.

1.5.11 Інструмент з лінзовим компенсатором, а також анероїд слід зберігати від поштовхів і різких рухів.

1.5.12 Сталеву стрічку дозволяється переносити у розгорнутому вигляді, утримують її кінці обов'язково два робітники бригади вимірників. Задній вимірник зобов'язаний стежити, щоб стрічка не утворювала витків.

1.5.13 Забороняється залишати стрічку у розгорненому вигляді без нагляду, особливо на дорозі.

1.5.14 Стрічку щодня після польових робіт слід протирати сухим ганчір'ям, а потім масляною ганчіркою.

1.5.15 Забороняється користуватися вішками і нівелювальними рейками не за прямим призначенням, а також класти рейки на землю боком з поділками.

1.5.16 Забороняється залишати інструмент без нагляду і допускати до нього сторонніх людей.

1.5.17 При укладанні інструмента у футляр, а також при вийманні з футляра, не прикладати силу. Перед перенесенням футляра слід закріпити всі гвинти.

## 1.6 Оцінювання результатів практики та формування підсумкової оцінки

Заліковий кредит геодезичної практики складається з двох модулів, які оцінюються окремо:

- модуль 1 – проходження практики;
- модуль 2 – захист звіту з практики.

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу, в УкрДАЗТ застосовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принципи формування оцінки за модулі 1 і 2 за 100-бальною шкалою показано у таблицях 1.2 і 1.3, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження

**Таблиця 1.2** – Оцінювання модуля 1 (проходження практики)

| Максимальна кількість балів за модуль 1       |       |       |       |                                   |  |                      |
|---|-------|-------|-------|-----------------------------------|--|----------------------|
| Поточний контроль виконання програми практики |       |       |       | Відвідування практики, дисципліна | Самостійна робота. Робота з геодезичним інструментом | Сума балів за модуль |
| Тиж.1   | Тиж.2 | Тиж.3 | Тиж.4 |                                   |  |                      |
| до 13   | до 13 | до 13 | до 13 | до 20                             | до 28  | до 100               |

**Таблиця 1.3** – Оцінювання модуля 2 (захист звіту з практики)

| Максимальна кількість балів за модуль 2 |                           |                  |                        |                      |
|---|---------------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| Виконання обчислювальних робіт          | Виконання графічних робіт | Оформлення звіту | Відповіді на запитання | Сума балів за модуль |
| до 30                                   | до 30                     | до 10            | до 30                  | до 100               |

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

Підсумкова оцінка за навчальну геодезичну практику виставляється лише за наявності оцінок обох модулів.

Підсумкова оцінка диференційованого заліку визначається як середньоарифметична оцінка двох модулів.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена керівником практики до державної шкали та шкали ECTS.

## **РОЗДІЛ 2 ЗМІСТ ПРАКТИКИ**

### **2.1 Загальні вказівки**

2.1.1 Для успішного виконання робіт на практиці необхідно:

а) перед початком робіт ретельно оглянути і перевірити інструменти;

б) бездоганно проводити відліки;

в) всі спостереження і записи робити в журналах встановленої форми, не допускаючи записів на аркушах паперу або в зошитах;

г) допоміжні обчислення і зарисовки виконувати в спеціальному зошиті, не допускаючи їх виконання на полях або у вільних графах журналів;

д) всі спостереження і обчислення контролювати в процесі виконання, а результати проведених за день робіт перевіряти в кінці дня;



е) стежити, щоб віхи і рейки встановлювалися на точках даної бригади, надійно закріпляти і позначати усі точки;

ж) не допускати будь-якої підгонки результатів спостережень або обчислень, підмальовування ситуації, виправлення цифр, стирання, а також переписування начисто журналів і перемальовування абрисів. Неправильно записані цифри слід закреслювати, а правильні – писати вище;

и) братися до нового завдання після того, як проведена ув'язка попереднього, а журнали та абриси готові для накладки на план;

к) остаточне оформлення креслень виконувати після приймання їх в олівці керівником практики.

2.1.2 Видача завдання та інструктаж щодо його виконання проводяться керівником практики у присутності всіх студентів групи (або бригади). Потім студенти, які засвоїли польові роботи за даним завданням, але не більше 2 осіб з кожної бригади, можуть приступати до камеральних робіт.

2.1.3 Виконання кожного завдання на практиці повинне бути побудовано на основі сучасної технології провадження топографо-геодезичних робіт з використанням новітніх геодезичних інструментів. Всякі відступи, що спричиняються відсутністю необхідних топографічних умов, відсутністю або нестачею інструментів, повинні бути строго мотивовані і доведені до відома студентів.

2.1.4 Студенти, що пропустили будь-який вид робіт з поважної причини, повинні виконати цю роботу в позаурочний час.

2.1.5 Кожна виконана бригадою робота повинна мати прив'язку в плані і за висотою до опорних пунктів, які указані керівником практики.

2.1.6 З метою контролю польових робіт за вказівкою керівника прокладаються контрольні ходи в полі. Дані про контрольні виміри додаються до звіту з практики.

## **2.2 Прокладання теодолітно-висотного ходу**

### **Теодолітна зйомка**

До складу роботи входить:

- а) рекогносцировка місцевості;
- б) прокладання теодолітно-висотного ходу;
- в) зйомка місцевості;
- г) горизонтальна і вертикальна прив'язка ходу;
- д) обробка результатів вимірювань;
- е) графічні роботи.

2.2.1 Під час рекогносцировки місцевості вибирається ділянка, яка підлягає зйомці, визначається положення і закріплення вершин кутів ходу і точок, які підлягають прив'язці.

2.2.2 Центрувати теодоліт над точкою слід з точністю 5 мм. Візування проводити на низ віхи, яка встановлюється попереду або позаду кілка по напрямку візування.

2.2.3 Кути повороту вимірюються теодолітом (повним прийомом) при двох положеннях вертикального круга з перестановкою лімба між напівприйомами на кут близько  $90^\circ$ .

2.2.4 Результати вимірювання кута заносяться в польовий журнал. Не знімаючи теодоліта, на станції обчислюють кути з кожного напівприйому, розбіжність між якими не повинна перевищувати подвійної точності верньєра або відлікового мікроскопа.

2.2.5 Сторони ходу вимірюють в прямому і зворотному напрямках сталевую 20-метровою стрічкою з точністю 1:2000 або далекомірними насадками з точністю не нижче 1:1000. Результати вимірювань записуються в польовий журнал.

Одна із сторін ходу вибирається таким чином, щоб довжина її визначалася, як неприступна відстань одним з таких способів:

- далекомірами;
- паралактичним методом;
- рішенням трикутника.

2.2.6 Кути нахилу між станціями вимірюються в прямому і зворотному напрямках при двох положеннях вертикального круга (КП і КЛ). Результати заносяться в польовий журнал. При вимірюванні вертикальних кутів середню нитку сітки рекомендується наводити на відлік на рейці, відповідній висоті інструмента.

2.2.7 Зйомка місцевості проводиться одночасно з прокладанням теодолітно-висотного ходу способами прямокутних і полярних координат, засічок та ін., залежно від місцевих умов. Під час зйомки ситуації ведеться абрис.

2.2.8 Горизонтальна й вертикальна прив'язка ходу має на меті:

- а) отримання дирекційного кута однієї з його сторін;
- б) отримання прямокутних координат однієї з його вершин;
- в) отримання відмітки однієї з його вершин.

2.2.9 Обробка результатів польових вимірювань проводиться в такій послідовності:

- а) визначається кутова нев'язка для замкнутого ходу:

$$f_{\beta} = \sum_1^n \beta - 180^{\circ}(n-2); \quad (2.1)$$

для розімкненого ходу, що спирається на опорній стороні:

$$f_{\beta} = \sum_1^n \beta - [180^{\circ}n \pm (\alpha_n - \alpha_1)], \quad (2.2)$$

де  $\beta$  - виміряні кути;

$\alpha_n$  - дирекційний кут кінцевої опірної сторони;

$\alpha_1$  - дирекційний кут початкової сторони;

$n$  - число кутів.

Знак “плюс” (+) відповідає правим по ходу кутам, знак “мінус” (-) – лівим.

б) допустима кутова нев'язка визначається за формулою:

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = 1,5t' \sqrt{n}, \quad (2.3)$$

де  $t$  - точність верньєра або відлікового мікроскопа;

$n$  - число кутів.

Ув'язка виміряних кутів проводиться шляхом внесення рівних поправок до всіх кутів. Поправки мають знак зворотний до знаку нев'язки.

При невеликій нев'язці і великому числі кутів поправки можуть бути внесені тільки до кутів з короткими сторонами;

в) за ув'язаними кутами ходу обчислюють дирекційні кути сторін за формулами:

для правих кутів

$$a_k = a_{k-1} + 180^{\circ} - \beta_k; \quad (2.4)$$

для лівих кутів:

$$a_k = a_{k-1} - 180^{\circ} + \beta_k, \quad (2.5)$$

де  $a_k$  - послідовний дирекційний кут;

$a_{k-1}$  - попередній дирекційний кут;  
 $\beta_k$  - правий за рухом горизонтальний кут.

Контролем служить рівність обчислених і відомих значень дирекційних кутів;

г) прирости координат

$$\Delta x = d \cdot \cos a, \quad (2.6)$$

$$\Delta y = d \cdot \sin a, \quad (2.7)$$

де  $d$  - горизонтальне прокладення лінії;

д) визначають нев'язку в приростах координат:

для замкнутого ходу

$$f_x = \sum_1^n \Delta x; \quad f_y = \sum_1^n \Delta y; \quad (2.8)$$

для розімкненого ходу

$$f_x = \sum_1^{n-1} \Delta x - (x_n - x_1), \quad (2.9)$$

$$f_y = \sum_1^{n-1} \Delta y - (y_n - y_1), \quad (2.10)$$

де  $x_1, y_1$  - координати початкової вершини полігона діагонального ходу;

$x_n, y_n$  - координати кінцевої вершини полігона діагонального ходу;

загальна (абсолютна лінійна) нев'язка дорівнює

$$f_{\text{доп}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}; \quad (2.11)$$

е) допустима нев'язка визначається за формулою

$$f_{\text{доп}} = \frac{1}{2000} P, \quad (2.12)$$

де

$$P = \sum_1^m d, \quad (2.13)$$

де  $P$  - периметр теодолітного ходу;

ж) ув'язку приростів координат проводять внесенням поправок зі знаком, зворотним до знаку нев'язки, пропорційно до довжин сторін;

к) за виправленими приростами координат обчислюють координати точок ходу за формулами

$$X_k = X_{k-1} + \Delta x, \quad (2.14)$$

$$Y_k = Y_{k-1} + \Delta y, \quad (2.15)$$

де  $X_{k-1}, Y_{k-1}$  - координати попередньої точки;

л) перевищення для точок ходу

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i - v, \quad (2.16)$$

де  $\nu$  - кут нахилу;

$i$  - висота інструмента;

$v$  - висота точки візування;

$d$  - горизонтальне прокладення;

м) обчислення нев'язки перевищення для замкнутого ходу

$$f_h = \sum_1^n h_{cp}, \quad (2.17)$$

де  $h_{cp}$  - середнє арифметичне прямого і зворотного перевищення.

Для розімкнутого ходу

$$f_h = \sum_1^{n-1} h_{cp} - (H_n - H_0), \quad (2.18)$$

де  $H_n$  і  $H_0$  - відмітки кінцевого і початкового реперів.

Допустима нев'язка перевищень визначається за формулою

$$f_{\text{длоп}} = \frac{0.04P}{100\sqrt{n}}, \quad (2.19)$$

де  $P$  – периметр;  
 $n$  – кількість станцій.

Розподіл нев'язки – ув'язка перевищень проводиться зі знаком зворотним до нев'язки пропорційно довжинам сторін;

н) обчислюють відмітки вершин теодолітно-висотного ходу за ув'язаними перевищеннями за формулою

$$H_k = H_{k-1} + h_k. \quad (2.20)$$

2.2.10 За координатами вершин обчислюють площу полігона. Для контролю цю ж площу визначають планіметром.

2.2.11 Графічні роботи складаються з нанесення плану в масштабі. Вершини теодолітно-висотного ходу наносять за координатами. Ситуацію наносять за абрисами і зображають встановленими умовними знаками.

2.2.12 Розбивку координатної сітки на плані роблять лінійкою Дробишева або штангенциркулем.

2.2.13 Матеріали, що підлягають задачі:

- а) журнали теодолітної зйомки з абрисами;
- б) відомість обчислень координат вершин полігона;
- в) схеми ув'язки кутів і перевищень;
- г) план теодолітної зйомки.

### **2.3 Тахеометрична зйомка**

Тахеометрична зйомка виконується на основі теодолітно-висотного ходу.

До складу роботи входять:

- а) зйомка місцевості;
- б) обробка результатів вимірювань;
- в) графічні роботи.

2.3.1 Зйомку місцевості виконують теодолітом-тахеометром способом полярних координат. Полярні кути вимірюють за орієнтованим лімбом при одному положенні вертикального круга. Орієнтування лімба роблять або на наступну, або на попередню станцію. При зйомці рельєфу рейку необхідно ставити на характерні точки місцевості. Густота рейкових точок повинна бути такою, щоб відстань між ними була не більше 2 см на плані.

Відстань до точок, що знімаються, визначають нитяним далекоміром за тахеометричними рейками.

2.3.2 Візирну вісь труби при вимірюванні вертикальних кутів звичайно наводять на висоту інструмента, відзначену на рейці стрічкою. Для полегшення обчислення різниці відліків за далекомірними нитками при визначенні далекомірних відстаней верхня горизонтальна нитка наводиться на найближче ціле число дециметрів або 1 м.

2.3.3 Перед зйомкою повинні бути проведені перевірки тахеометра, визначено МО вертикального круга, виміряна висота інструмента.

2.3.4 Результати вимірювань заносяться в журнал тахеометричної зйомки. Під час зйомки ведеться схематичне креслення місцевості, яка знімається, – кроки. На кроки схематично наносять станції, рейкові точки і місцеві предмети. Контури ситуації зображуються пунктиром. Всі назви надписуються горизонтально, стрілками показують напрям скатів, іноді рельєф показують схематично горизонталями. Кроки ведуть окремо для кожної станції.

2.3.5 Обробка результатів вимірювань складається із обчислень:



а) місця нуля

$$MO = \frac{KP + KL}{2}, \quad (2.21)$$

де КП - відлік за вертикальним кругом (правий);  
КЛ – відлік за вертикальним кругом (лівий);

б) кута нахилу за однією із формул

$$v = KP - MO, \quad (2.22)$$

$$v = MO - KL, \quad (2.23)$$

$$v = \frac{KP - KL}{2}. \quad (2.24)$$

Для оптичного теодоліта з основним положенням «круг ліво» (4Т-30П) ці формули матимуть вигляд

$$MO = \frac{KL + (KP \pm 180^\circ)}{2}, \quad (2.25)$$

$$v = \frac{KL - (KP \pm 180^\circ)}{2}, \quad (2.26)$$

$$v = KL - MO, \quad (2.27)$$

$$a = MO - (KP \pm 180^\circ); \quad (2.28)$$

в) перевищення  $h$  і горизонтального положення  $d$ , за формулами

$$d = C h \cos^2 v, \quad (2.29)$$

$$h = d \cdot \operatorname{tg} v + i - v, \quad (2.30)$$

де С - коефіцієнт далекоміра;  
п - число поділок на рейці за далекоміром;  
і - висота інструмента;  
v - висота точки візування;

г) відміток рейкових точок за формулою

$$H_k = H_{CT} + h_k . \quad (2.31)$$

2.3.6 Графічні роботи складаються з виконання плану тахеометричної зйомки в масштабі на підставі заздалегідь нанесеного за координатами теодолітно-висотного ходу. Перетин рельєфу приймається 0,5-1 м залежно від рельєфу місцевості. Інтерполяцію горизонталей проводять відомими способами.

Горизонталі наносяться коричневим кольором завтовшки 0,1 мм. Потовщені горизонталі 0,25 мм товщиною підписуються.

2.3.7. Матеріали, які підлягають до здачі:

- а) журнал тахеометричної зйомки;
- б) абриси;
- в) план тахеометричної зйомки;
- г) схема ув'язки перевищень ходу.

## **2.4 Геодезичні роботи на залізничній трасі**

2.4.1 Геодезичні роботи на залізничній трасі такі:

а) прокладка магістрального ходу з вимірюванням кутів повороту, розбиттям пікетажу, розбиттям кривих в головних точках, розбиттям поперечників і зйомкою смуги уздовж траси не менше 20 м в кожний бок;

б) прив'язка до реперів або марок на початку або у кінці траси;

в) нівелювання траси у два нівеліри в одному напрямку або одним в прямому і зворотному напрямках;

г) обробка результатів вимірювань;

д) графічні роботи.

2.4.2 Прокладка магістрального ходу починається з рекогносцировки місцевості. Керівник задає кожній бригаді початкову точку траси, її напрям і репери на початку і кінці

ходу. Під час рекогносцировки бригади вибирають місця вершин кутів повороту, перетинів водотоків, доріг та ін., а також намічають поперечники і з'ясовують, де й які місцеві предмети слід зняти. Попутно керівник указує величину керівного ухилу, найменшого радіусу і прямої вставки між суміжними кривими та інші технічні умови, яких потрібно дотримуватися при трасуванні.

2.4.3 В початковій точці траси встановлюється віха, а над першою вершиною кута повороту теодоліт і провішується перша пряма. Пікетажист і вимірювальник приступають до розбиття пікетажа. Трасувальники біля теодоліта виміряють перший кут повороту й, заповзівшись радіусом, визначають елементи кривої, які вписуються з таблиць на сторожок. Потім визначається відлік для бісектриси і забивається кілочок бісектриси (або СК). Далі теодоліт переносять на наступну вершину кута повороту, де повторюються всі дії, а на попередній встановлюється віха.

2.4.4 Вимірювання кута повороту виконують в такій послідовності:

- а) вимірюється кут, що лежить праворуч по ходу траси, одним повним прийомом;
- б) обчислюється кут повороту праворуч за формулою

$$a_n = 180^\circ - \beta_n, \text{ якщо } \beta_n < 180^\circ; \quad (2.32)$$

кут повороту ліворуч за формулою

$$a_n = \beta_n - 180^\circ, \text{ якщо } \beta_n > 180^\circ; \quad (2.33)$$

в) отримані кути повороту контролюють за румбами старого і нового напрямку. Отримані по бусолі кути не повинні відрізнятися від кутів, виміряних теодолітом, більш ніж на  $\pm 30'$ .

2.4.5 Розбиття пікетажу ведеться через 100 м. Крім того, плюсовими точками позначаються всі точки перелому профілю, а також такі точки, як вісь дороги, точка перетину з повітряною або підземною спорудою і т.д. Кожна бригада

позначає свої кілочки так, щоб їх не можна було сплутати з іншими. Сторожки ставляться тільки в тих місцях, де немає руху людей і транспорту. Рухом стрічки керує пікетажист. Стрічка не знімається до того часу, доти пікетажист не закінчить зарисовку і замір ситуації на даній ділянці траси. Крім того, потрібно дотримуватися таких правил:

а) не можна знімати задній кінець стрічки зі шпильки, перш ніж передній не буде закріплений шпилькою;

б) забивати точку на новому пікеті можна тільки після того, як буде укладена одна стрічка і дальній її кінець закріплений шпилькою;

в) відразу ж після забивання чергового пікету потрібно зробити напис на кілочку, який приготовано для наступного пікету;

г) поділки на мірній стрічці повинні зростати від заднього вимірювальника до переднього;

д) напрям стрічки по створу визначає задній вимірювальник. Він же на кожному пікеті передає передньому 5 шпильок. При нахилі місцевості більше  $2^\circ$  слід до виміряних відстаней вводити поправки за нахил. Звичайно в практиці залізничних вишукувань кути нахилу не вимірюють, а відкладають довжину стрічки уступами і одержують, таким чином, безпосередньо горизонтальне прокладення.

2.4.6 Бічні проміри від магістралі для зйомки подробиць роблять стрічкою. Перпендикуляри відкладають екером. В місцях, де контури ситуації виражені нечітко, ситуація знімається окомірно.

2.4.7 Вставка кривої в пікетаж. Отримавши від трасувальників елементи кривої, пікетажист визначає початок і кінець кривої і враховує домірювання в пікетажі. Визначення і контроль НК і КК ведеться за формулами

$$НК = ВУ - Т, \quad (2.34)$$

$$КК = НК + К, \quad (2.35)$$

$$KK = BU + T - D, \quad (2.36)$$

де  $T$  - величина тангенса кривої;  
 $K$  - довжина кривої;  
 $D$  - величина доміра.

Для розбиття точок НК і КК на місцевості від вершини кута повороту відміряють назад довжину тангенса і забивають кілочок НК. Потім стрічку повертають у вершину кута повороту. Відкладають за напрямком другого тангенса залишок стрічки. Потім відкладають величину домірювання і початок стрічки переносять в отриману точку і продовжують пікетаж. Коли стрічка буде на ділянці обчисленого раніше КК, у відповідній точці забивають кілочок.

2.4.8 За наявності на тангенсах пікетажних або плюсових точок їх необхідно винести на криву. Для цього визначають відстань до цих точок від початку або від кінця кривої і потім за таблицями для розбивки кривих – відповідні величини  $U$  і  $(K-X)$ . Відклавши у бік НК (або КК) величину  $(K-X)$ , з отриманої точки ставлять перпендикуляр до тангенса у бік кривої і на ньому відкладають  $U$ . В отриману точку переносять відповідний пікет.

2.4.9 При розбивці пікетажа і зйомці ситуації ведеться пікетажна книжка, в яку заносять:

- а) всі закріплені на місцевості пікети і плюси, і точки поперечників;
- б) вершини кутів повороту;
- в) румби напрямків траси;
- г) ситуацію у смузі не менше 20 м в кожний бік;
- д) всі репери, марки та інші знаки опорної геодезичної мережі.

В пікетажній книжці обов'язково повинні бути відзначені:

- а) тип дороги, звідки і куди вона йде;

- б) назва водотоку та напрям його течії;
- в) відстань до найближчих будівель і населених пунктів;
- г) розміри будівель, що знаходяться не далі 20 м від траси;
- д) точки перетину траси з дорогами і т.д.
- е) яри, обриви та ін. повинні бути показані умовними знаками;
- ж) опис реперів і знаків опорної геодезичної мережі.

Масштаб пікетажної книжки приблизно 1:200.

Напрямок повороту траси вказується стрілкою. Поруч пишуться усі елементи кривої і пікети початку і кінця кривої.

2.4.10 Поперечники на трасі розбиваються за допомогою екера або теодоліта. Точки поперечників закріплюються сторожками, на яких пишуться букви П (праворуч) або Л (ліворуч) і відстань від осі траси.

2.4.11 Під час нівелювання інструмент встановлюється приблизно на середину між зв'язуючими точками і так, щоб підйомні гвинти розташовувалися в напрямі на рейку.

2.4.12 Порядок роботи на станції з двосторонніми рейками:

- а) відлік за чорним боком задньої рейки  $a_u$ ;
- б) відлік за чорним боком передньої рейки  $b_u$ ;
- в) відлік за червоним боком передньої рейки  $b_k$ ;
- г) відлік за червоним боком задньої рейки  $a_k$ ;
- д) контроль обчислень

$$h_u = a_u - e_u \quad \text{і} \quad h_k = a_k - e_k \quad (2.37)$$

$h_u \cong h_k$  з розбіжністю не більш 5 мм плюс різниця нулів рейок;

е) відліки за чорним боком рейки на всіх проміжних точках (пересувається задній реєчник: закінчивши роботу на даній станції, він переходить на передню зв'язуючу точку наступної станції).

2.4.13 Перед кожним відліком по рейці потрібно бульбашку рівня приводити на середину за допомогою підйомного гвинта (2Н-3Л).

2.4.14 Якщо рейки не забезпечені рівнями, то їх при узятті відліків на висоті більше 1 м від землі необхідно похитувати, і брати якнайменший відлік, відповідний вертикальному положенню рейки.

2.4.15 Якщо траса проходить по крутому ухилу і одна з рейок не видна в трубу, то на місцевості вибирається додаткова зв'язуюча точка (ікс-точка). Ікс-точка на профіль не наноситься, тому вона може бути узята в стороні від траси, відстань до неї не вимірюється. Проте вона повинна бути стійкою на період узяття відліків з двох сусідніх станцій, тому може бути позначена тимчасовим колом, пнем, каменем і т.п.

2.4.16 Нівелювання поперечників ведеться попутно з нівелюванням магістралі. При цьому спочатку нівелюється точка, яка лежить на осі траси (вона може бути і зв'язуючою і проміжною), а потім вся решта точок поперечника.

2.4.17. Обробка журналу нівелювання полягає в:

- а) обчислення середніх перевищень,
- б) виконання посторінкової перевірки (виконується в полі). Кожна сторінка журналу повинна закінчуватися записом відліків на передню рейку, а починатися записом відліків на задню рейку тієї ж зв'язуючої точки;
- в) обчислення нев'язки нівелірного ходу;
- г) визначення граничної допустимої нев'язки;
- д) розподіл отриманої нев'язки;
- е) обчислення відміток.

2.4.18 Якщо відомі відмітки реперів на початку та в кінці траси, то нев'язка визначається за формулою

$$f_h = \sum h_{cp} - (H_{рпк} - H_{рп0}), \quad (2.38)$$

де  $\sum h_{cp}$  - сума середніх перевищень ходу;  
 $H_{рпк}, H_{рп0}$  - відмітки реперів в кінці і на початку ходу.

Якщо ця нев'язка менше допустимої (що приймається для невеликих ходів за IV класом нівелювання)

$$f_{доп} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (2.39)$$

де  $L$  - довжина ходу в кілометрах,  
то її розподіляють на всі станції ходу порівну із зворотним знаком, округляючи при цьому перевищення до 1 мм.

2.4.19 За виправленими перевищеннями обчислюють відмітки зв'язуючих точок, а потім відмітки проміжних точок відповідно до горизонтів інструмента

$$H_n = H_{n-1} + h_{ув}, \quad (2.40)$$

$$H_c = H_i - c, \quad (2.41)$$

де  $H_n$  - відмітка подальшої зв'язуючої точки;  
 $H_{n-1}$  - відмітка попередньої зв'язуючої точки;  
 $h_{ув}$  - ув'язане перевищення;  
 $H_i$  - горизонт інструмента;  
 $c$  - відлік по рейці на точку С.

2.4.20 Якщо нівелювання виконується двома нівелірами і прив'язка до реперів не проводиться, то відмітки зв'язуючих точок слід визначати в полі. При цьому перший нівелір нівелює всі точки ходу, включаючи і поперечники, а другий тільки зв'язуючі. Рух обох нівелірів поруч забороняється.

В цьому випадку нев'язка визначається за формулою

$$f_h = H_{п\text{ осн}} - H_{п\text{ контр}}, \quad (2.42)$$

де  $H_{п\text{ осн}} - H_{п\text{ контр}}$  — відмітки кінцевої точки, які отримані основним і контрольним нівелірами.



Нев'язка повинна бути менше

$$f_{\text{доп}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} . \quad (2.43)$$

Якщо нев'язка менше допустимої, то визначається середня відмітка останньої точки ходу  $H_{cp} = \frac{(H_{\text{посн}} - H_{\text{пконтр}})}{2}$ , а до всіх відміток основного ходу вноситься поправка

$$\delta = - \frac{(H_{\text{посн}} - H_{cp})K}{N} \quad (2.44)$$

де: N - число станцій ходу;  
K - порядковий номер станції.

2.4.21 За виконаною роботі подаються такі матеріали:

- а) пікетажна книжка;
- б) кутомірний журнал;
- в) розрахунок кривих;
- г) журнали нівелювання з ув'язкою;
- д) план траси в масштабі;
- е) поздовжній профіль в масштабі;
- ж) поперечні профілі в масштабі.

## 2.5 Мензульна зйомка

2.5.1 До початку робіт мензульної зйомки виконуються всі перевірки мензули і кіпрегеля, визначається коефіцієнт далекоміра і місце нуля (МО) вертикального круга. При визначенні МО у кіпрегеля КБ-1 на ціль наводиться видимий перетин вертикального штриха сітки з початковою окружністю, а у кіпрегеля КА-2 – видимий перетин вертикальної грані призми з початковою окружністю.

Визначається МО звичайним чином, але треба пам'ятати, що у кіпрегелей-автоматів МО повинне бути близьким до 90°. Тому, проводячи обчислення МО або

вертикального кута нахилу за звичайними формулами, треба завжди від більшого відліку віднімати  $180^\circ$ . Місце нуля виправляють, якщо воно відрізняється від  $90^\circ$  (для КБ від  $0^\circ$ ) більше, ніж на полуторну точність відлікового мікроскопа.

2.5.2 За день до мензульної зйомки проводиться наклеювання паперу на планшет. Щоб папір не утворював складок, його розгладжують від середини до країв через аркуш чистого паперу. Ватманський папір покривається зверху аркушем малювального паперу (сорочка), який приклеюється до країв нижньої поверхні планшета. На середині планшета наноситься олівцем рамка ділянки місцевості, що знімається.

2.5.3 Польові роботи з мензульної зйомки виконують в такий послідовності:

- а) оглядають ділянку зйомки і пункти опорної мережі;
- б) намічають місця точок робочого обґрунтування, закріплюють їх кілочками, відзначають сторожками і ставлять віхи;
- в) розбивають геометричну мережу або мензульні ходи (або те й інше) й одержують на планшеті робоче обґрунтування – горизонтальне і висотне;
- г) проводять зйомку подробиць.

2.5.4 Базис, довжиною близько  $0,06 \cdot M$ , де  $M$  – знаменник масштабу, розташовують в середині ділянки, на місцевості, найзручнішій для вимірювань, і так, щоб з її кінців можна було бачити найбільшу кількість точок геометричної мережі. Точність вимірювання базису повинна бути не менше 1:2000. Поправка за нахил лінії до горизонту вводится при куті нахилу більше  $2^\circ$ .

2.5.5 Пункти геометричної мережі вибирають з таким розрахунком, щоб кожний з них засікався трьома засічками, які створюють кути при точці, що засікається, не менше  $30^\circ$  і не більш  $150^\circ$ , і щоб з них добре була видна місцевість навколо. Відстань між пунктами геометричної мережі

повинна бути не більше 150-200 м для масштабу зйомки 1:2000.

2.5.6 На пунктах робочого обґрунтування мензулу центрують (за допомогою вилки), нівелюють і орієнтують. Точність центрування для масштабу 1:2000 дорівнює  $\pm 5$  см. Орієнтування першої точки базису робиться за орієнтир-бусолем, а на всіх наступних за найбільш віддаленими точками. Потім визначаються напрями на всі видимі точки геометричної мережі і вимірюються вертикальні кути відповідно до схеми висотного визначення пунктів.

2.5.7 Напрями на точки геометричної мережі проводять за рамку і нумерують. Всі напрями слід проводити при «куті ліво» (КЛ). Вертикальні кути виміряють при обох кругах і для контролю обчислюють МО. Результативимірювань – відліки КП і КЛ, висоту віх і горизонтальні відстані  $d$  до точки візування, висоту інструменту  $i$  записують в журнал і тут же на точці стоянки обчислюють МО, вертикальний кут  $\nu$  і перевищення.

2.5.8 Потрійна засічка вважається задовільною, якщо сторони трикутника мають похибки не більше 0,2-0,3 мм, а найбільш віддаленої точки – не більше 0,5 мм.

2.5.9 Розбіжності між прямими і зворотними перевищеннями допускаються не більше 4 см на 100 м горизонтальної відстані. За остаточне перевищення приймається середнє із зміряних прямого і зворотного із знаком прямого перевищення. Алгебраїчна сума середніх перевищень дає практичну нев'язку в перевищеннях, яка не повинна перевищувати гранично допустиму.

$$f_{h\text{ доп}} = \pm 0.04 \frac{P}{100\sqrt{n}}, \quad (2.45)$$

де:  $P$  - периметр ходу, м;  
 $n$  - число сторін ходу.

Допустима нев'язка в перевищеннях розподіляється із зворотним знаком пропорційно відстаням між пунктами геометричної мережі. Сума пов'язаних перевищень повинна дорівнювати нулю. За пов'язаними перевищеннями визначаються відмітки всіх точок геометричної мережі.

2.5.10 Після того, як визначено планове положення точок геометричної мережі і обчислені їх висоти, можна проводити зйомку подробиць (контурів і рельєфу місцевості). Рекомендується спочатку виконувати зйомку з точок місцевості, навкруги яких подробиць менше і вони менш складні. При зйомці подробиць з першої точки геометричної мережі повинні бути присутні всі члени бригади.

2.5.11 Зйомку проводять полярним способом і починають її з контурів. Віддалені точки рекомендується наносити прямими засічками. Вертикальні кути виміряють при одному крузі, а на відстані – далекоміром. Всі вимірювання заносяться в польовий журнал, причому для контурних точок в графі приміток записують, що даною точкою знято (дорога, болото і т.п.). Горизонтальні прокладення і перевищення обчислюють за тахеометричними таблицями.

2.5.12 На планшеті навкруги точки стояння зрізається верхній папір, наколота точка геометричної мережі обводиться кружком, праворуч вписується її номер, а під ним відмітка з відомості ув'язки висот.

2.5.13 Висотні точки обов'язково беруться на вершинах, вододілах, на різких перегінах скатів, в тальвегах, біля подошви висот, на дні ям та ін. Візирну вісь труби наводять звичайно на висоту інструменту, для чого останню відзначають на рейці стрічкою або ганчірочкою яскравого кольору. Отримана точка наколюється, обводиться кружком і надписується: в чисельнику номер за журналом, в знаменнику висота з округленням до 0,1 м. Число висотних точок, що знімаються, залежить від характеру рельєфу. При

спокійному рельєфі висотні точки повинні бути розташовані через 2-3 см плану.

2.5.14 Коли необхідне число точок буде знято, інтерполюють горизонталі через 1 м або 0,5 м (за вказівкою керівника, залежно від складності рельєфу) і позначають контури ситуації. Горизонталі через споруди не проводяться.

Горизонталі і контури проводять в полі, не сходячи з точки і не порушуючи орієнтування планшета. Проведення горизонталей починається з найбільш виражених частин рельєфу.

2.5.15 В процесі роботи, з метою збереження надписаних на планшеті висот точок, складається так звана калька висот. На кальку наноситься рамка ділянки, що знімається, і всі точки геометричної мережі з їх висотами. По мірі виконання зйомки в кінці дня на кальку наносяться рейкові точки.

2.5.16 Якщо окремі місця ділянки, що знімається, виявляються закритими для зйомки з опорних пунктів або неприступні через великі відстані від пунктів геометричної мережі, виникає необхідність згущування мережі опорних пунктів додатковими, так званими перехідними точками. Положення перехідних точок на планшеті може бути визначено способом засічок, рішенням задачі Потенота або прокладенням мензульного ходу. Висота перехідної точки визначається тригонометричним нівелюванням.

2.5.17 Остаточна планшет мензульної зйомки оформляється в камеральних умовах. Умовні знаки і кольори застосовуються відповідно до офіційних видань.

2.5.18 Здачі підлягають такі матеріали:

- а) планшет мензульної зйомки;
- б) калька висот;
- в) журнал мензульної зйомки;
- г) схема висотної зйомки.

## 2.6 Нівелювання поверхні по квадратах

До складу роботи входить:

- а) розбиття квадратів;
- б) нівелювання вершин квадратів і плюсових точок;
- в) обробка результатів нівелювання;
- г) графічні роботи.

2.6.1 Розбиття квадратів зі сторонами 20 м проводиться за допомогою екера або теодоліта. Вершини кутів закріплюються кілочками. Одночасно з розбиттям квадратів складають схематичне креслення – абрис. Нумерація вершин квадратів зазвичай координатна.

2.6.2 Нівелювання проводиться замкнутим ходом, зв'язуючі точки суміщають з вершинами квадратів. Рейки встановлюють на кілочки, забиті на рівні з поверхнею землі. Відліки за рейками, встановленими у зв'язуючих точках, проводять за чорним і червоним боками. Решта вершин нівелюється як проміжні точки. Рейки при цьому встановлюються на землю біля кілочка.

2.6.3 Обробка результатів нівелювання включає:

- а) обчислення нев'язки нівелірного ходу, мм, за формулою

$$f_h = \sum h_{cp}, \quad (2.46)$$

де  $h_{cp}$  - середнє перевищення за чорним і червоним боками рейки;

- б) обчислення допустимої нев'язки, мм, за формулою

$$f_{дон} = \pm 10 \cdot \sqrt{n}, \quad (2.47)$$

де  $n$  - число станцій;

- в) розподіл нев'язки перевищень із зворотним знаком;
- г) обчислення відміток зв'язуючих точок за пов'язаними перевищеннями за формулою

$$H_n = H_{n-1} + h_{n-1}; \quad (2.48)$$

- д) обчислення відміток проміжних точок за горизонтом інструменту

$$H_c = H_i - c, \quad (2.49)$$

$$H_i = H_a + a, \quad (2.50)$$

- де  $a$  - відлік за рейкою на зв'язуючі точки;
- $c$  - те саме на проміжну точку;
- $H_i$  - горизонт інструменту.

2.6.4 Графічні роботи включають складання сітки квадратів в масштабі 1:500, вписування відміток вершин квадратів, інтерполяцію горизонталей з висотою перетину рельєфу через 0,25-0,5 м.

2.6.5 Матеріали, що підлягають здачі:

- а) схема квадратів;
- б) журнал нівелювання;
- в) план нівелювання по квадратах в горизонталях.

## 2.7 Розв'язання інженерних задач

До складу роботи входить:

- а) побудова на місцевості горизонтального кута заданої величини;
- б) перенесення на місцевість проектної відстані;
- в) перенесення на місцевість точки із заданою відміткою;
- г) винесення в природу лінії заданого ухилу;
- д) визначення висоти споруд;
- е) перенесення в природу кутів будівель.

### 2.7.1 Побудова на місцевості горизонтального кута заданої величини

Побудова кута зазвичай проводиться в такому порядку:

а) встановивши теодоліт в точці В (рисунок 2.1), суміщають нулі верньєра і лімба. Обертанням лімба, при закріпленій алідаді, наводять візирну вісь на точку А;

б) закріплюють лімб і, відчіплюючи алідаду, відкладають на лімбі заданий кут  $\beta$ . Це положення фіксують на місцевості шпилькою (вішкою) в точці  $C_1$ ;

в) трубу переводять через зеніт і знову наводять візирну вісь на точку А (сумістивши нулі лімба і верньєра, або узявши відлік по верньєру);

г) повторюють дії, описані в пункті «б» і фіксують положення в точці  $C_2$ ;

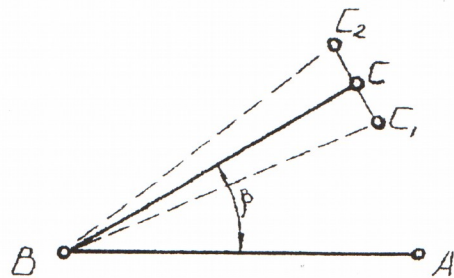


Рисунок 2.1

д) остаточне положення точки закріплюється в середині відрізка  $C_1 C_2$ , тобто в точці С. Положення точок  $C_1$  і  $C_2$  в основному залежить від величини колімаційної помилки.

Для більш точної побудови кута вимірюють отриманий кут АВС способом прийомів і порівнюють отриману величину з заданою

$$\beta_{np} - \beta_{вим} = \Delta\beta \quad (2.51)$$

Позитивна величина додається до кута АВС (рисунок 2.2), негативна віднімається за допомогою відкладання на місцевості відрізка  $CC_1$



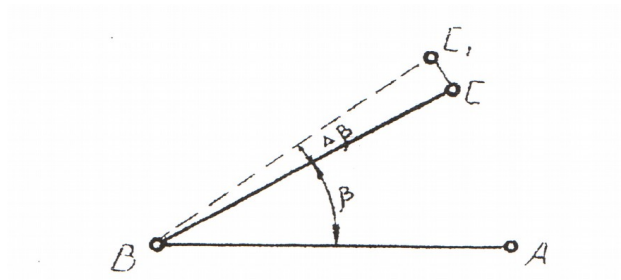


Рисунок 2.2

$$CC_1 = S \frac{\Delta\beta}{\rho''}, \quad (2.52)$$

де  $S$  - довжина лінії  $BC$ ;

$\rho''$  - радіан в секундах -  $206265''$ .

### 2.7.2 Перенесення на місцевість проектної відстані

Для перенесення в натуру заданої горизонтальної відстані необхідно враховувати поправки за кут нахилу, температуру і компарування:

а) поправка за кут нахилу (рисунок 2.3) вноситься із знаком «плюс» і визначається за однією з формул

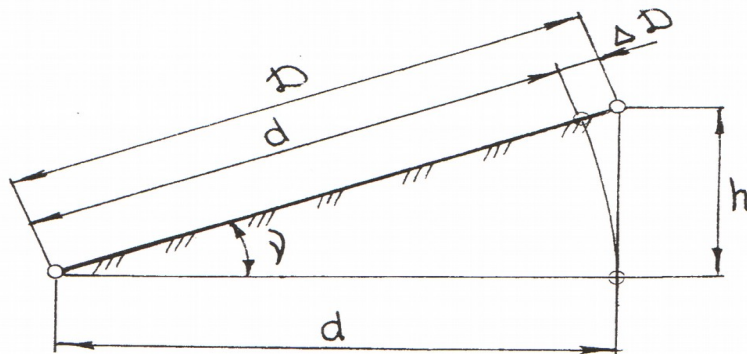


Рисунок 2.3

$$\Delta D_h = \frac{h^2}{2D}, \quad (2.53)$$

$$\Delta D_h = 2D \sin^2 \frac{\nu}{2}, \quad (2.54)$$

де  $\Delta D_h$  - поправка за нахил лінії;

$h$  – перевищення;

$\nu$  - кут нахилу;

$D$  - довжина лінії;

б) поправка за температуру обчислюється за формулою

$$\Delta D_t = 0.0000125(t - t_0)D, \quad (2.55)$$

де  $t$  - температура вимірювання;

$t_0$  - температура компарування;

$D$  - довжина вимірюваного відрізка в метрах;

в) поправка за компарування визначається за формулою

$$\Delta D_k = \pm q \frac{D}{l}, \quad (2.56)$$

де  $q$  - поправка за компарування на довжину мірного приладу;

$D$  - довжина відрізка, що вимірюється в метрах;

$l$  - довжина мірного приладу в метрах.

Поправку за компарування беруть із знаком «плюс», якщо довжина мірного приладу більше номінального; із знаком «мінус», якщо довжина мірного приладу менше номінального значення;

г) довжину, що відкладається,  $D$ , визначаємо за формулою

$$D = d + \Delta D_h \pm \Delta D_t \mp \Delta D_k. \quad (2.57)$$

Перенесення проектної відстані виконують таким чином:

- 1) відкладають отриману відстань  $D$  і забивають кіл в кінці лінії;
- 2) якомога точніше виміряють отриману відстань  $D$ , вводячи в нього поправки тепер уже із зворотними знаками;

- 3) обчислюють різницю  $\Delta D = D - D'$ . Якщо знак «плюс» (+), зміщують точку D по ходу лінії, якщо знак «мінус» (-), у зворотний бік.

### 2.7.3 Перенесення на місцевість точки із заданою відміткою

Нівелір встановлюється між репером і точкою, на яку вноситься задана проектна відмітка (рисунок 2.4). По рейці, встановленій на репері, беруть відлік "a" і визначають горизонт інструменту.

$$H_i = H_R + a, \quad (2.58)$$

де  $H_i$  - горизонт інструменту;  
 $H_R$  - відмітка репера;  
 $a$  - відлік по рейці на репері.

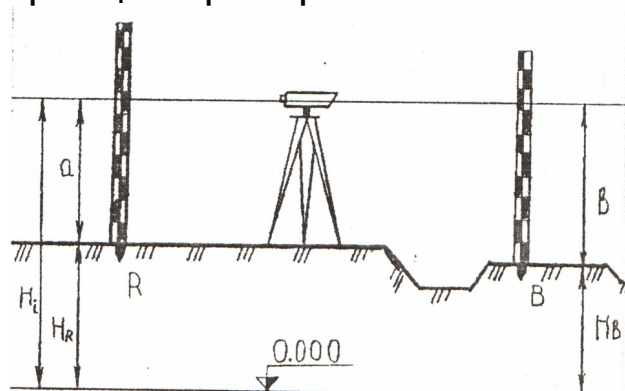


Рисунок 2.4

Далі визначають відлік b, який повинен бути на іншій рейці, яка знаходиться на точці з відомою відміткою.

$$b = H_i - H_B, \quad (2.59)$$

де  $H_B$  - проектна відмітка.

Кіл забивають у ґрунт до тих пір, доки відлік по рейці не буде дорівнювати визначеному.

Якщо кіл забитий у землю нижче, ніж необхідно, то виривати його не треба, а треба забити поряд кіл і осаджувати його у землю легкими ударами до отримання необхідного відліку.

## 2.7.4 Визначення висоти споруд

1 випадок. Низ споруди доступний (рисунок 2.5).

Встановлюють теодоліт-тахеометр у зручній для спостереження точці. Виміряють горизонтальну відстань від інструменту до споруди ( $d$ ). Потім при КП і КЛ виміряють вертикальний кут  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$ . Тоді висота споруди  $H$  визначиться за обчисленими  $h_1$  і  $h_2$ .

$$h_1 = d \cdot \operatorname{tga}_1 \quad (2.60)$$

$$h_2 = d \cdot \operatorname{tga}_2 \quad (2.61)$$

Висота споруди для випадку (рисунок 2.5) буде дорівнювати

$$H = h_1 + h_2, \quad (2.62)$$

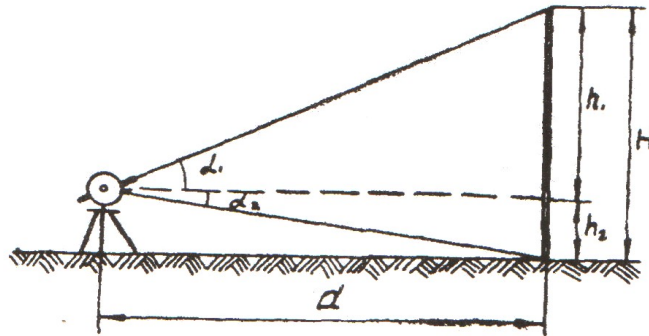


Рисунок 2.5

а для випадку на рисунку 2.6

$$H = h_1 - h_2. \quad (2.63)$$

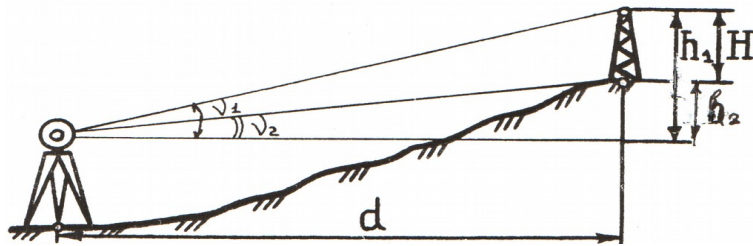


Рисунок 2.6

2 випадок. Фундамент споруди недоступний (рисунок 2.7).

Для визначення висоти споруди  $CO = H$  спочатку виміряють базис  $AB = d$ .

На кінцях базису в точках  $A$  і  $B$  виміряють горизонтальні кути  $\beta_1$  і  $\beta_2$  та вертикальні кути  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$ ;  $\alpha'_1$  і  $\alpha'_2$ .

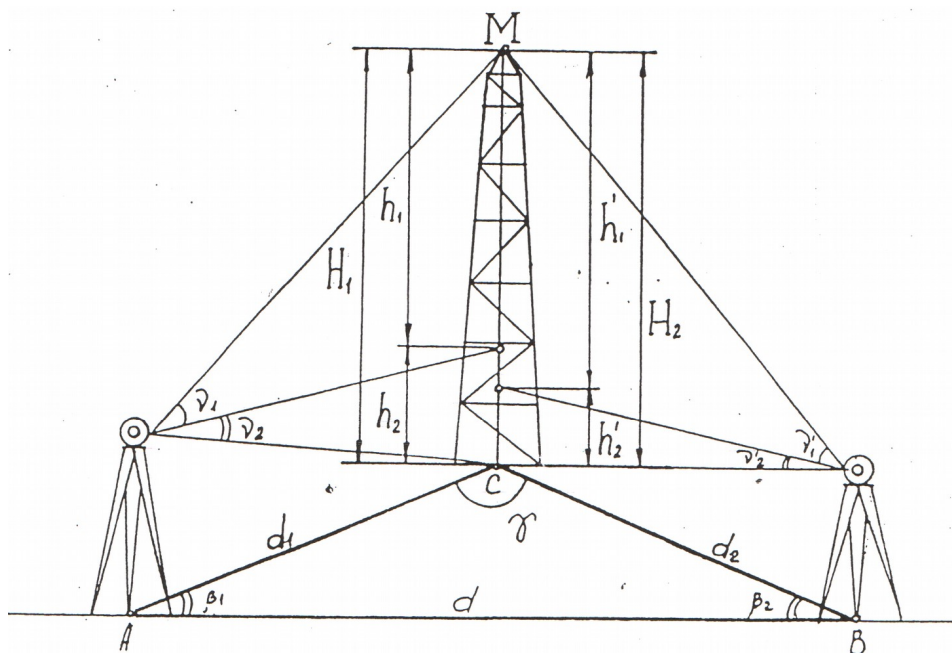


Рисунок 2.7

Обчислення проводять за формулами

$$d_1 = d \frac{\sin \beta_2}{\sin[180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)]}, \quad (2.64)$$

$$d_2 = d \frac{\sin \beta_1}{\sin[180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)]}, \quad (2.65)$$

$$h_1 = d_1 \operatorname{tg} \nu_1; \quad h_2 = d_1 \cdot \operatorname{tg} \nu_2, \quad (2.66)$$

$$h'_1 = d_2 \operatorname{tg} \nu'_1; \quad h'_1 = d_2 \cdot \operatorname{tg} \nu'_2, \quad (2.67)$$

$$H_1 = h_1 + h_2, \quad (2.68)$$

$$H'_1 = h'_1 + h'_2, \quad (2.69)$$

$$H = \frac{H_1 + H'_1}{2}. \quad (2.70)$$

Для визначення висоти потрібно робити два вимірювання. При нев'язці між ними менш допустимої (0,04 на кожні 100 м відстані до предмету) за дійсне приймається середнє. Обчислення слід виконувати до зняття теодоліта з точки.

### **2.7.5 Перенесення в натуру кутів будівель**

Перенесення в натуру основних осей будівель і головних точок проводиться частіше за все від пунктів будівельної координатної сітки (рисунок 2.8). Відмірюється значення  $A-m$ , в точці  $m$  встановлюється теодоліт і будується прямий кут. Від точки  $m$  відкладається відстань  $m-4$  і  $4-1$ . В точці  $n$  також будується прямий кут за допомогою теодоліта і відкладається відстань  $n-3$  і  $3-2$ . Для контролю правильності побудови кутів будівлі 1, 2, 3, 4, виміряємо відстань  $1-2$ , або діагоналі прямокутника. В навчальних умовах розбіжність теоретичних і фактичних довжин діагоналей не повинна перевищувати 1:3000.

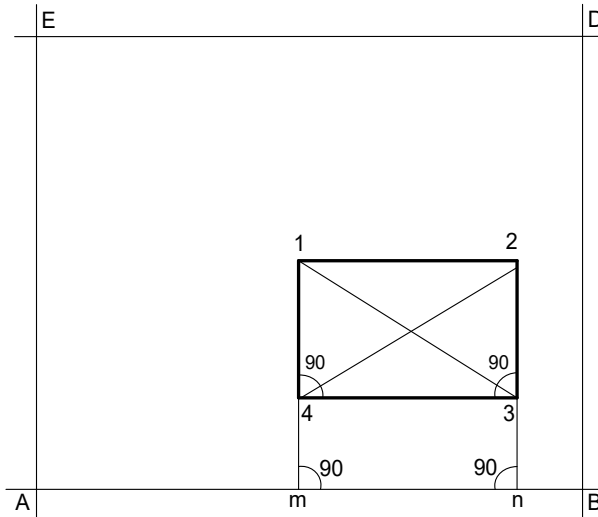


Рисунок 2.8

### 2.7.6 Винесення лінії проектного нахилу

Між точками А і Д необхідно розбити відрізок, ухил якого заданий проектом.

а) за допомогою нівеліра (рисунок 2.9):  
встановлюємо нівелір між точками А і Д і вимірюємо горизонтальне прокладення від точки А до точок В, С і Д ( $d_1, d_2, d_3$ ).

Відліки по рейці в кожній точці будуть дорівнювати

$$b_1 = a - h_1; b_2 = a - h_2; b_3 = a - h_3 \quad (2.71)$$

або

$$b_1 = a - id_1; b_2 = a - id_2; b_3 = a - id_3 \quad (2.72)$$

Забивають кілки в точках В, С, Д, таким чином отримують відліки по рейках рівними;

б) за допомогою теодоліта (рисунок 2.10):  
встановлюють теодоліт в точці А, вимірюють висоту інструмента  $I$  і відмічають її на рейці. Відомо, що ухил  $i$  визначається як

$$i = \frac{h}{d} = \operatorname{tg} \nu. \quad (2.73)$$

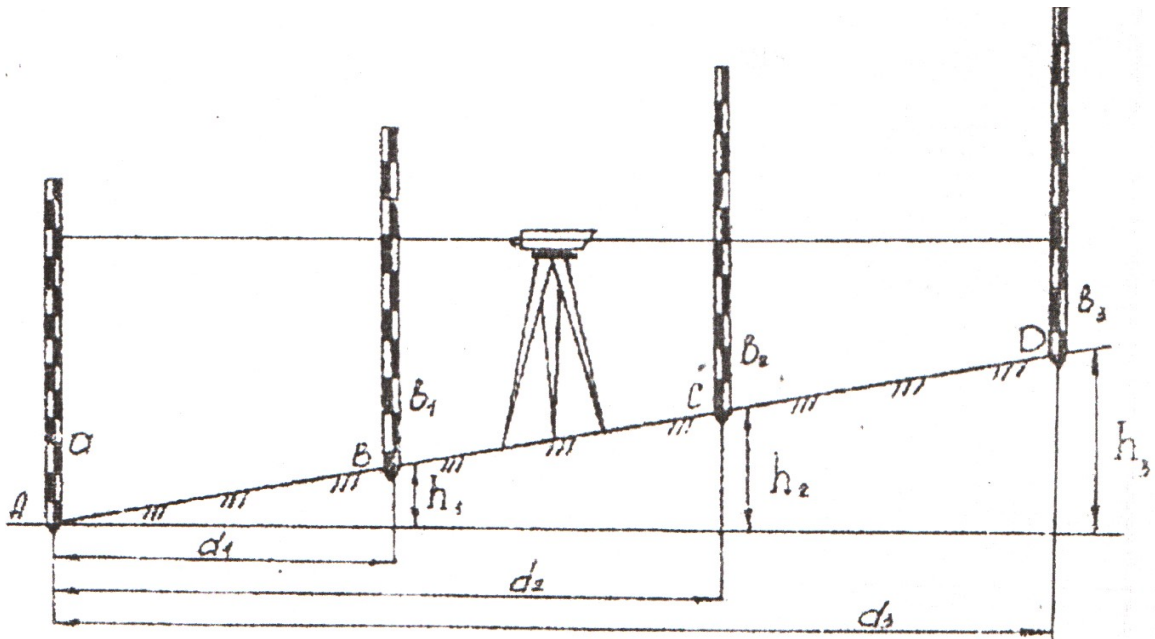


Рисунок 2.9 – Винесення лінії проектного нахилу нівеліром

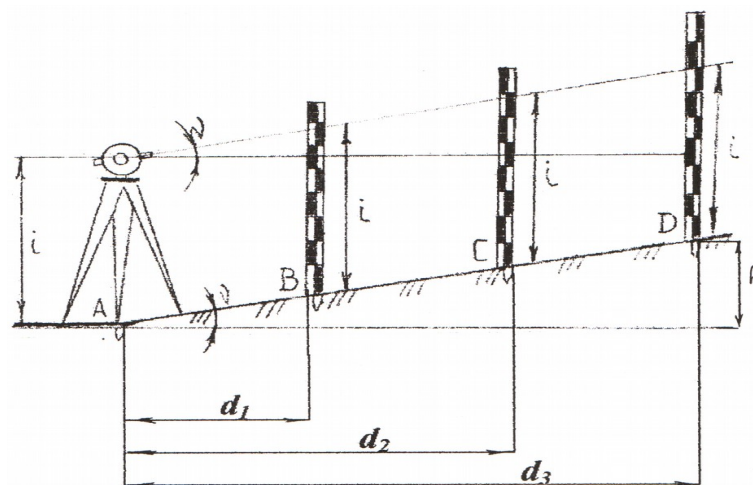


Рисунок 2.10 – Винесення лінії проектного нахилу теодолітом

За заданим нахилу  $i$  знаходять значення кута нахилу  $\nu$  (за формулою 2.73), який встановлюється на вертикальному колі теодоліта. Кілки в точках В, С, Д



встановлюють таким чином, щоб середня нитка сітки сумістилася з відліком по рейці, який дорівнює  $I$ .

### **2.7.7 Матеріали, що підлягають до задачі**

- а) розрахунки виконання робіт;
- б) схема виконання робіт з вказівкою основних елементів

## **2.8 Детальна розбивка кругових кривих**

Детальна розбивка кругових кривих проводиться такими способами:

- а) прямокутних координат;
- б) кутів;
- в) продовжених хорд.

Вихідні дані для детальної розбивки:

- $a$  - кут повороту;
- $R$  - радіус кривої;
- $BU$  - пікетажне значення вершини кута повороту, яке задається.

За відомими формулами знаходимо значення основних елементів кривої:  $T$  - тангенс,  $K$  - крива,  $D$  - домір,  $B$  - бісектриса, а також необхідні дані для детальної розбивки.

### **2.8.1 Спосіб прямокутних координат** (рисунок 2.11)

Розбиття кривої цим способом ведуть інтервалами через 20 м. Для кожного інтервалу кривої в таблицях дається ордината  $Y$ , а замість абсциси  $X$  – різниця між довжиною кривої і абсциси  $(K-X)$ . За вісь  $X$  береться лінія тангенса від початку кривої до вершини кута повороту, а за вісь  $Y$  – радіус кривої від початку кривої до її центру. Від початку кривої лінія тангенса розбивається на відрізки по 20 м. Потім назад – до початку кривої відкладається величина  $(K-X)$ , і з цієї точки відкладають величину  $Y$  – по перпендикуляру до осі  $X$ . Розбивку кривої ведуть від

початку і від кінця до її середини. Абсциси  $X$  і ординати  $Y$  відкладають за допомогою стрічки або рулетки. Ординати будують екером. Обидві половини кривої повинні зімкнутися в одній точці – середині кривої (СК), що є контролем правильності робіт.

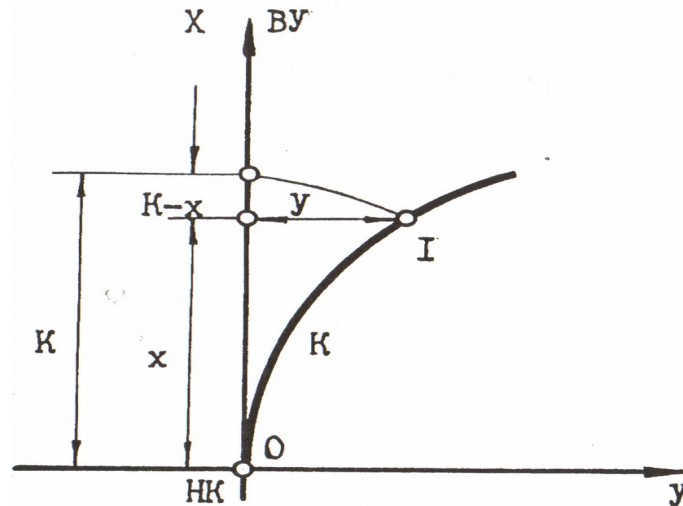


Рисунок 2.11

### 2.8.2 Спосіб кутів

У точці початку кривої НК встановлюють теодоліт. Орієнтують лімб нулем на вершину кута ВУ. Потім, відпустивши алідаду, ставлять її в положення відліку  $\frac{\varphi}{2}$  (рисунок 2.12).

По напрямку візирної осі відкладають хорду «а» (10 або 20 м), одержують першу точку кругової кривої.

Потім, встановивши на лімбі відлік  $\varphi$  хордою «а» від першої точки до точки, яка одержана в створі візирної осі, отримують наступну точку кругової кривої і так далі  $\left(\frac{3}{2}\varphi, 2\varphi\right)$

Виконуючи аналогічну розбивку від кінця кривої, одержують іншу половину кривої.

Значення кутів обчислюють за формулами

$$\sin \varphi = \frac{a}{2R}, \quad (2.74)$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{2R}. \quad (2.75)$$

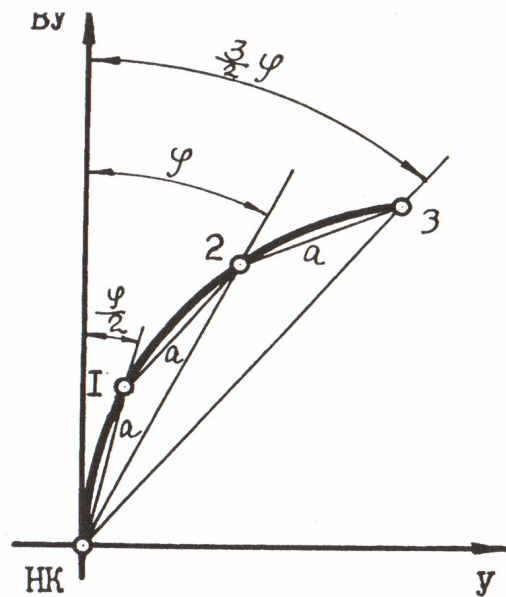


Рисунок 2.12

### 2.8.3 Спосіб продовжених хорд (рисунок 2.13)

Для визначення положення першої точки стрічку натягують від початку кривої НК у напрямі до вершини кута ВУ і відкладають хорду  $a=20$  м. Таким чином отримують точку А. Потім натягнуту стрічку відводять у бік кривої, поки двадцятиметрова стрічка не відійде від свого первинного положення на величину крайнього переміщення, рівного  $\frac{P}{2}$ , внаслідок чого одержуємо точку 1. Після цього шпильку з початку кривої переносять в точку 1.

Після цього стрічку направляють по довжині хорди НК-1. У точці В відзначають 20 м.

Потім стрічку відводять у бік кривої на величину переміщення  $P$ , яке вимірюється рулеткою. Одержуємо точку 2. Точки 3, 4 розбиваються аналогічно точці 2.

Розбивку ведуть від початку й кінця кривої до середини. Величину переміщення  $P$  визначають за формулою

$$P = \frac{a^2}{R} .$$

(2.76)

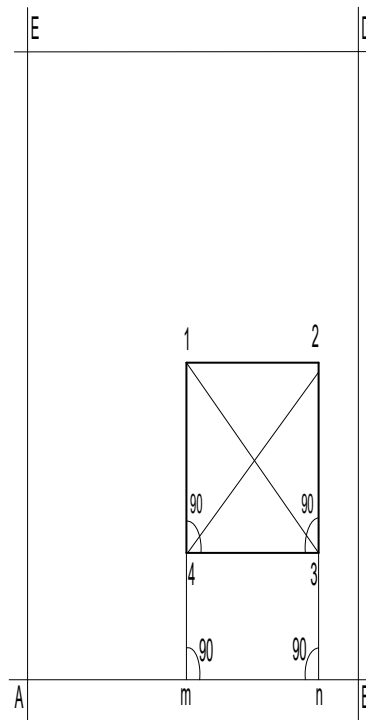
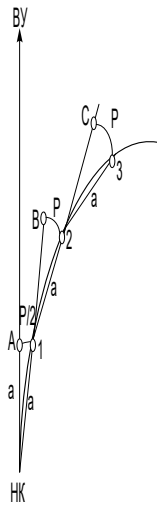


Рисунок 2.13

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Геодезія /Під ред. С.Г. Могильного і О.П. Войтенко. – Чернігів, 2002. – Ч. 1. – 408 с.
- 2 Геодезія /Під ред. С.Г. Могильного і О.П. Войтенко. – Чернігів, 2002. – Ч. 2. – 410 с.
- 3 Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 2000. – 464 с.
- 4 Бронштейн Г.С., Власов В.Д., Зайцева Н.С. Инженерная геодезия /Под ред. С.И. Матвеева. – М.: УМК МПС России, 1999. – 455 с.
- 5 Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999. – 300 с.
- 6 Условные знаки для топографических планов масштабов: 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М.: Недра, 1981. – 487 с.
- 7 Лабораторный практикум по инженерной геодезии: Учеб. для ВУЗов / В.Ф. Лукьянов и др. – М.: Недра, 1990. – 344 с.
- 8 Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М.: Недра, 1982. – 289 с.
- 9 Инструкция по топографическим работам при инженерных изысканиях для промышленного, сельскохозяйственного, городского и поселкового строительства. СА 212-73.
- 10 СНиП 1.02.07.87 Инженерные изыскания для строительства. – М.: Госстрой, ГУГК, 1988.
- 11 СНиП 1.02.07.87 Инженерные изыскания для строительства. – М.: Госстрой, ГУГК, 1988.
- 12 Програма навчальної геодезичної практики. – Харків: УкрДАЗТ, 2007.

13 Звіт з навчальної геодезичної практики. – Харків: УкрДАЗТ, 2007.

## Додаток А

### *Матеріали, що здаються до заліку з навчальної геодезичної практики*

| Найменування роботи                              | ЗС,<br>ПЦ<br>Б | ЗСС,<br>ПЦБ<br>С | ОПУТ,<br>ОПУТ<br>С |
|--|----------------|------------------|--------------------|
| 1 Теодолітні роботи                              | +              | +                | +                  |
| 1.1 Журнали, абриси                              | +              | +                | +                  |
| 1.2 Відомість обчислення координат               | +              | +                | +                  |
| 1.3 План теодолітної зйомки                      | +              | +                | +                  |
| 2 Тахеометричні роботи                           | +              | -                | -                  |
| 3 Нівелірні роботи                               | +              | +                | +                  |
| 3.1 Журнали, схеми                               | +              | +                | +                  |
| 3.2 Поздовжній та поперечний профілі             | +              | +                | +                  |
| 3.3 Нівелювання по квадратах                     | +              | +                | +                  |
| 4 Розмічувальні роботи                           | -              | +                | +                  |
| 4.1 Побудова кута заданої величини               | +              | +                | +                  |
| 4.2 Перенесення проектної відстані               | +              | +                | +                  |
| 4.3 Винесення проектної відмітки                 | +              | +                | +                  |
| 4.4 Винесення лінії проектного нахилу нівеліром  | +              | +                | +                  |
| 4.5 Винесення лінії проектного нахилу теодолітом | +              | +                | +                  |
| 4.6 Визначення висоти доступної споруди          | +              | +                | +                  |
| 4.7 Визначення висоти недоступної споруди        | +              | -                | -                  |
| 4.8 Розбивка контуру споруд                      | +              | +                | +                  |
| 4.9 Передача відмітки на дно котловану           | +              | +                | -                  |
| 4.10 Передача відмітки на високі частини споруди | +              | +                | -                  |
| 4.11 Кругова крива                               | +              | +                | +                  |
| 4.12 Крива з перехідними кривими                 | +              | -                | -                  |

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| 4.13 Розбивка залізничних кривих способом прямокутних координат | + | - | -  |
| 4.14 Розбивка залізничних кривих способом поздовжніх хорд       | + | - | -- |
| 4.15 Розбивка залізничних кривих способом кутів                 | + | - | -  |

