

Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет садівництва

Романчук С. В., Кирилюк В. П., Шемякін М. В.

НАВЧАЛЬНІ ПРАКТИКИ З ГЕОДЕЗІЇ

Навчальний посібник

*Рекомендовано вченою радою
Уманського національного університету садівництва*

Умань
Видавець “Сочінський М. М.”
2019

УДК 528
Р 52

Рекомендовано вченою радою

Уманського національного університету садівництва як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю 193 - «Геодезія та землеустрій» (протокол № 9 від 9 липня 2019 р.)

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор М. М. Хлапук (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне);

доктор географічних наук, професор Ю. О. Кисельов (Уманський національний університет садівництва)

Романчук С. В. та ін.

Р52 Навчальні практики з геодезії : навч. посібн. / С. В. Романчук, В. П. Кирилюк, М. В. Шем'якін. – Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2019. – 256 с.

ISBN 978-966-304-323-4

У посібнику наведені програми навчальної практики з геодезії для студентів 1 і 2 курсів освітнього рівня «Бакалавр», загальні правила організації практики, внутрішнього розпорядку, правил техніки безпеки та пожежної охорони. Наведені методичні вказівки щодо виконання перевірок геодезичних приладів, визначення місця нуля вертикального круга теодоліта, приведення його значення до нуля, визначення відстаней нитковим віддалеміром та магнітного азимута заданого напрямку.

Методично висвітлені питання побудови геодезичного чотирикутника II розряду, визначення прямокутних координат точок прямою і оберненою засічками, топографічного плану наземними способами у крупному масштабі, технічного нівелювання вздовж осі лінійної споруди і поверхні за квадратами, нівелювання IV класу. Наведені методичні вказівки з рішення окремих інженерних задач, проектування нахиленої ділянки та стадіону.

Посібник призначений для надання допомоги студентам спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» при вивченні курсу «Геодезія» і буде корисним фахівцям геодезичного та землевпорядного профілю.

УДК 528

ISBN 978-966-304-323-4

**© Романчук С. В., Кирилюк В. П.,
Шем'якін М. В., 2019**

**© Уманський національний
університет садівництва, 2019**

АЛФАВІТ

Український алфавіт

| | | | |
|------------|-------------|-------------|------------------------|
| 1. Аа – а | 9. Жж – же | 17. Мм – ем | 25. Фф – еф |
| 2. Бб – бе | 10. Зз – зе | 18. Нн – ен | 26. Хх – ха |
| 3. Вв – ве | 11. Ии – и | 19. Пп – пе | 27. Цц – це |
| 4. Гг – Ге | 12. Іі – і | 20. Оо – о | 28. Чч – ча |
| 5. Ґґ – ге | 13. Її – ї | 21. Рр – ер | 29. Шш – ша |
| 6. Дд – де | 14. Йй – й | 22. Сс – ес | 30. Щщ – ща |
| 7. Ее – е | 15. Кк – ка | 23. Тт – те | 31. Юю – ю |
| 8. Єє – є | 16. Лл – ел | 24. Уу – у | 32. Яя – я |
| | | | 33. Ъь – ъ м'який знак |

Російський алфавіт

| | | |
|---------------------|-----------------------|-------------|
| 1. Аа – а | 9. Зз – зэ | 17. Пп – пэ |
| 2. Бб – бэ | 10. Ии – и | 18. Рр – эр |
| 3. Вв – вэ | 11. Йй – и краткое | 19. Сс – эс |
| 4. Гг – гэ | 12. Кк – ка | 20. Тт – тэ |
| 5. Дд – дэ | 13. Лл – эл | 21. Уу – у |
| 6. Ее – е | 14. Мм – эм | 22. Фф – эф |
| 7. Ёё – ё | 15. Нн – эн | 23. Хх – ха |
| 8. Жж – жэ | 16. Оо – о | 24. Цц – цэ |
| 25. Чч – че | 26. Шш – ша | |
| 27. Щщ – ща | 28. Ъь – твёрдый знак | |
| 29. Ыы – ы | 30. Ьь – мягкий знак | |
| 31. Ээ – э обратное | 32. Юю – ю | |
| 33. Яя – я | | |

Латинський алфавіт

| | | |
|------------|--------------|-------------------|
| 1. Аа – а | 10. Jj – йот | 19. Ss – ес |
| 2. Bb – бе | 11. Kk – ка | 20. Tt – те |
| 3. Cc – це | 12. Ll – ель | 21. Uu – у |
| 4. Dd – де | 13. Mm – ем | 22. Vv – ве |
| 5. Ee – е | 14. Nn – ен | 23. Ww – дубль ве |
| 6. Ff – еф | 15. Oo – о | 24. Xx – ікс |
| 7. Gg – же | 16. Pp – пе | 25. Yy – ігрек |
| 8. Hh – аш | 17. Qq – ку | 26. Zz – зет |
| 9. Ii – і | 18. Rr – ер | |

Грецький алфавіт

| | | |
|-----------------|------------------|------------------|
| 1. Αα – альфа | 9. Ιι – йота | 17. Ρρ – ро |
| 2. Ββ – бета | 10. Κκ – каппа | 18. Σσ – сігма |
| 3. Γγ – гамма | 11. Λλ – лямбда | 19. Ττ – тау |
| 4. Δδ – дельта | 12. Μμ – мю | 20. Φφ – фі |
| 5. Εε – епсілон | 13. Νν – ню | 21. Χχ – хі |
| 6. Ζζ – дзета | 14. Ξξ – ксі | 22. Υυ – іпсілон |
| 7. Ηη – ета | 15. Οο – омікрон | 23. Ψψ – псі |
| 8. Θθ – тета | 16. Ππ – пі | 24. Ωω – омега |

Передмова

Посібник призначений для підготовки бакалаврів за спеціальністю 193 *«Геодезія та землеустрій»* до самостійного виконання основних наступних робіт. Будувати планове і висотне геодезичне обґрунтування, мережі II розряду, визначати прямокутні координати прямою і оберненою засічками, виконувати топографічне знімання місцевості у великому масштабі, нівелювання IV класу, проектувати нахилену земельну ділянку методом вертикального планування поверхні, рішати інженерні задачі за допомогою геодезичних приладів.

В посібнику розглянуті питання математичної обробки польових вимірювань, побудова топографічних планів і профілів, перелік питань звітності для кожного виду робіт.

Зміст посібника відповідає програмі курсу *«Геодезія»*. Матеріал систематизований і наведений згідно з вимогами діючих інструкцій.

Робота над посібником виконана колективом працівників кафедри геодезії, картографії і кадастру Уманського національного університету садівництва. Розділи написали автори: Романчук С.В. 1, 11, 12, 13, 15; Кирилюк В.П. 3, 8, 9, 14 і *«Відомості з геодезії, математики та фізики»*; Шемякін М.В. 2, 4, 5, 6, 7, 10.



ЧАСТИНА ПЕРША



**ОРГАНІЗАЦІЯ
НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ**

РОЗДІЛ 1

ОСНОВНІ ПРАВИЛА ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ ПРАКТИК

1.1. Термін і місце проведення першої навчальної практики

Студенти допускаються до проходження практики, якщо ознайомилися з основними правилами техніки безпеки і пожежної охорони та пройшли інструктаж. Кожний студент після проходження інструктажу зобов'язаний розписатися в журналі керівника практики. Студенти проходять практику на території полігону університету *протягом чотирьох тижнів.*

1.2. Правила внутрішнього розпорядку

Проходячи практику з геодезії студенти зобов'язані:

- виконувати розпорядок дня;
- протягом робочого дня знаходитись на своїх робочих місцях;
- не відлучатися з практики без дозволу керівника;
- виконувати правила техніки безпеки, санітарії і гігієни;
- дбайливо ставитись до майна і геодезичних приладів;
- підтримувати чистоту на території де проходить практика;
- приймати активну участь в усіх заходах, що проводить кафедра.

При виконанні польових геодезичних робіт не можна закріплювати точки на посівах, або виконувати лінійні вимірювання безпосередньо на них. Категорично заборонено рубати або ламати дерева та кущі. Точки знімальної мережі слід закріплювати на межах і по краях канав, доріг.

При виконанні правил санітарії і гігієни студенти зобов'язані:

- суворо дотримуватись правил санітарії і особистої гігієни;
- воду пити тільки із спеціально пристосованих для цих цілей джерел;
- не можна сидіти або лежати на вогкій землі;
- про нещасні випадки необхідно доповідати керівнику практики.

1.3. Правила техніки безпеки і пожежної охорони

1.3.1. Загальні положення

Нещасним випадком на практиці називається подія, яка пов'язана з практикою, у результаті якої трапилося погіршення стану здоров'я студента і втрата ним тимчасової або постійної працездатності. До загальних причин нещасних випадків відносяться:

➤ неправильна організація роботи і невиконання технічних вимог і норм;

➤ незнання умов дорученої роботи;

➤ недисциплінованість студентів;

➤ незнання або порушення правил техніки безпеки;

Загальними вимогами боротьби з нещасними випадками є:

➤ чітка організація праці;

➤ проведення застережних заходів;

➤ дисципліна праці;

➤ навчання працюючих безпечних способів виконання робіт і суворе дотримання встановлених правил з техніки безпеки;

➤ дотримання норми трудового законодавства;

➤ утримання приладів і устаткування в чистоті і справності;

➤ контроль зі сторони керівників, бригадирів і громадських організацій за суворим виконанням правил техніки безпеки.

Для проходження практики допускаються студенти, які пройшли інструктаж і засвоїли "Правила охорони праці і техніки безпеки."

Студенти, які не виконують правила техніки безпеки, для подальшого проходження практики не допускаються.

1.3.2. Основні правила

1. Студенти, які проходять практику з геодезії, зобов'язані виконувати правила техніки безпеки.

2. Всі види польових топографо-геодезичних робіт повинні проводитись у суворій відповідності з діючими технічними інструкціями.

3. Під час грози усі види польових робіт повинні бути призупинені.

4. Кожний студент, який помітив небезпеку, зіпсований прилад або обладнання, зобов'язаний вжити можливих заходів і терміново

доповідати про це керівнику практики чи бригадиру.

5. У населених пунктах при зніманні садиб необхідно остерігатися собак.

6. Забороняється розкладати вогнище та з ним пустувати.

7. Сокира повинна бути добре загострена, тісно насаджена на ручку і розклинена залізним розрізним клином.

8. При перенесенні приладу на штативі потрібно тримати його приблизно в прямовисному положенні.

9. Передача приладів повинна виконуватись із рук в руки. Категорично забороняється кидати сокиру, віху, шпильки, тощо та пустувати з ними. Не можна переносити штативи і віхи на плечах. Перенесення їх повинно виконуватись в опущеній руці, вістрям вниз і назад.

10. Прилад слід класти так, щоб він не міг впасти. Не можна залишати сокиру зарубану в дерево на висоті і класти прилади на підвищених незручних місцях.

11. Складні рейки повинні мати справні гвинти у місцях кріплення, для запобігання випадкових падінь верхньої частини рейки.

12. При спостереженні парасолька повинна бути добре закріплена і при сильному вітрі її необхідно утримувати.

13. Обережно відноситись до сталевих стрічки при розмотуванні і змотуванні, тому що її краї можуть порізати руки, а при створенні “вісімки” і натягу вона ламається.

14. Проїжджу частину вулиці слід переходити під прямим кутом, а не навскоси.

15. Вулиці (дороги) слід переходити після того, коли переконались у повній безпеці переходу. Спочатку потрібно подивитись наліво, а дійшовши до середини вулиці, подивитись направо.

16. При роботі на міських вулицях забороняється носити рейку на плечах. Рейку слід носити в опущеній руці.

17. На будівельних майданчиках не можна виконувати вимірювання в небезпечній зоні, тому що можна отримати травму при падінні будівельного матеріалу.

18. У період практики категорично забороняється купатися без дозволу керівника.

19. Не дозволяється пити холодну воду, коли студент сильно розігрітий.

20. Влітку під променями сонця обов'язково працювати в головному уборі.

21. Не дозволяється працювати і переходити з точки на точку босоніж.

22. При будь-яких порізах або пошкодженнях на тілі, необхідно намагатися зберігати рану у чистоті, змастити йодом, перев'язати бинтом і терміново звернутися до лікаря.

23. У випадку укусу гадюки терміново тісно перев'язати уражену частину тіла вище його приблизно на *10-15 см*, щоб не дати отруєній крові розходитись по всьому тілу, і звернутися до лікаря.

1.4. Правила догляду за геодезичними приладами

Геодезичні прилади - точні механізми. Якість їх роботи і стан залежить від дбайливого догляду за ними.

За пошкодження геодезичних приладів відповідає студент, який користувався ними.

У випадку псування або втрати приладу, винні зобов'язані до кінця практики відремонтувати його у спеціальній майстерні, або купити новий за свій рахунок. Зберігати прилади слід у спеціальних приміщеннях.

Необхідно виконувати наступні правила догляду за приладами:

1. Діставати прилад із ящика і класти його в ящик без особливих зусиль.

2. Теодоліт і нівелір потрібно брати за підставку, а кіпрегель - за колонку або ручку.

3. Поставивши прилад на штатив, потрібно негайно закріпити його становим гвинтом. Ніжки штатива повинні бути на достатній відстані одна від одної і надійно вдавнені в землю.

4. Переносити прилад необхідно у вертикальному положенні з закріпленими гвинтами, складеними ніжками штатива і закрученими "барашками".

5. Під час роботи не слід сильно закріплювати становий гвинт, закріпні гвинти і "барашки" на ніжках штатива.

6. Ніколи не потрібно залишати прилад без нагляду.

7. Потрібно оберігати прилад від вологи, пилу і променів сонця.

8. При вітрі потрібно слідкувати за закріпленням парасольки і стійкістю кіпрегеля (відходячи від мензули, слід покласти кіпрегель на планшет).

9. При роботі із сталеною стрічкою не допускати петель, "вісімок", необхідно берегти її від коліс транспорту, що рухається. Забороняється змотувати стрічку мокру, брудну попередньо не протерши її. При здачі стрічки на склад необхідно протерти її ганчіркою, змоченою гасом.

10. Рейки необхідно оберігати від вологи, стирання поділок та завжди зберігати у вертикальному положенні.

Перед здачею приладів на довгострокове зберігання необхідно:

- а) перевірити комплект приладів;
- б) старанно почистити прилади від пороху, бруду та іржі;
- в) змастити металеві частини маслом, дерев'яні частини протерти масляною ганчіркою, а потім витерти їх насухо;
- г) у ящик покласти записку, де відмітити виявлені недоліки приладу і частини які відсутні.

1.5. Формування бригад

Безпосереднє керівництво практикою в академічній групі здійснює викладач кафедри, а загальне керівництво практикою завідувач кафедрою, які призначені наказом ректора університету.

На період практики з геодезії академічну групу поділяють на бригади. Бригади формують під керівництвом керівника практики та старости групи, інколи враховують побажання самих студентів. Оптимальна кількість студентів у бригаді повинна бути 5 чоловік. Як виняток, у бригаді може бути 3 або 6 студентів. Кожну бригаду очолює бригадир, який призначається старостою групи із числа добросовісних вимогливих і успішних у навчанні студентів.

Для забезпечення потреб практики, бригадир отримує на кафедрі геодезичні прилади та відповідні приладдя. Отримані прилади бригадир розподіляє за кожним членом бригади. Студент, який отримав прилади і приладдя, увесь період практики зберігає їх у себе та несе за них відповідальність.

Таким чином бригада є першим колективом студентів спеціальності **193 «Геодезія та землеустрій»**, яка здатна виконувати інженерно-геодезичні роботи за правилами існуючих інструкцій виробництва. Завдяки студентській структурі «бригада» кожен її член розуміє логічно, що вони роблять, як створюють проект тої чи іншої споруди. Такий принцип організації практики розвиває у кожній особистості патріотизм своєї спеціальності та в цілому своєї держави.

Під час проходження навчальної практики бригадир розподіляє обов'язки за членами бригади при виконанні певного виду робіт, наведених нижче.

1.5.1. Вимірювання стальною стрічкою віддалі між сусідніми точками

Два студента розмотують з кільця стальну стрічку і укладають її за напрямом лінії між точками. Проти середини кілочка початкової точки задній студент встромляє вертикально і надійно в землю шпильку, та зачіплює за неї гачком стрічку (виріз в стрічці) і одною рукою тримає шпильку, щоб вона не зігнулась під час натягу переднім студентом. Заднього студента називають заднім *мірятьником* а переднього – переднім. Третій студент виконує запис результатів виміру в журналі. Четвертий і п'ятий студенти тримають вішки, відповідно у початковій і кінцевій точках лінії.

1.5.2. Вимірювання віддалі електронним тахеометром

Розподіл посад: спостерігач за приладом, записувач у журнал результатів виміру, третій студент тримає відбивач на задній точці, четвертий тримає відбивач на передній точці, п'ятий шукає наступні необхідні закріплені точки на місцевості.

1.5.3. Вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів

Для цього залучені: спостерігач теодолітом або електронним тахеометром, записувач результатів вимірів у журнал, обчислює кути на калькуляторі, третій студент тримає вішку на задній точці, а четвертий тримає вішку на передній точці. П'ятий студент шукає наступні необхідні точки закріплені на місцевості.

1.5.4. Технічне нівелювання точок висотного обґрунтування

Виконавцями є: спостерігач нівеліром, записувач результатів спостереження, третій студент виконує обчислення калькулятором, четвертий тримає рейку на задній точці, п'ятий тримає рейку на передній точці.

1.6. Інструкція завідувача геокамерою кафедри

1. Геодезичні прилади і приладдя (транспортир, вимірник, бланки польових журналів, відомостей, тощо) видавати бригадіру тільки **за пред'явлення ним залікової книжки**, а не студентського квитка (при нагоді, він може інформувати, що квиток загубив) і виписати йому **накладну**.

2. Залікову книжку зберігають у сейфі завідувача геокамерою до моменту здачі бригадіром всіх геодезичних приладів і приладдя, які були раніше отримані.

3. Прилади видавати тільки придатні для відповідних вимірювань.

4. Кожній бригаді видавати одну шпильку для юстування геодезичних приладів. Якщо в лабораторії заводські шпильки відсутні, то завідувач повинен їх виготовити.

5. Завідувач геокамерою до початку навчальної практики, замовляє у столярній майстерні університету виготовити, необхідну кількість дерев'яних кілочків розміром $2 \times 2 \times 15$ см, та дерев'яних молотків, якими студенти будуть забивати у землю дерев'яні кілочки (рис.1).

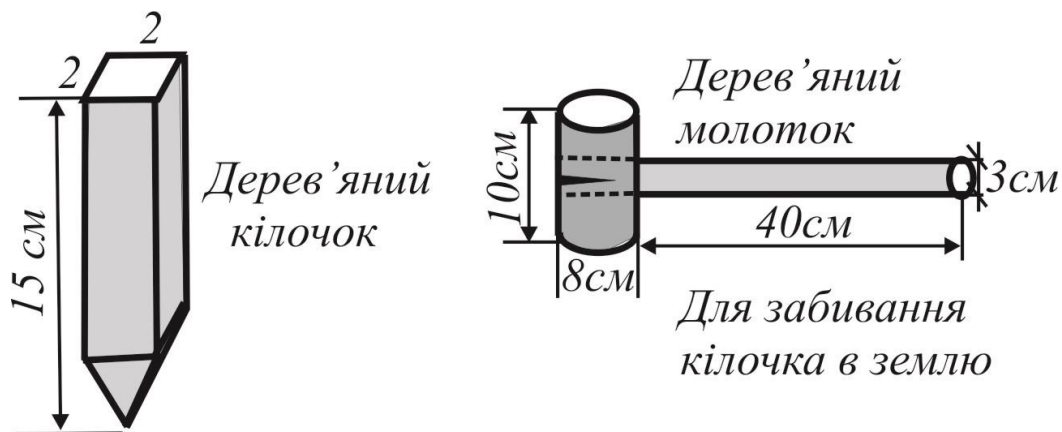


Рис. 1. Знаряддя праці

6. На термін навчальної практики з геодезії, для одної бригади потрібно 40 дерев'яних кілочків і один дерев'яний молоток.

7. Під час видачі приладів та приладдя, кожен з них перевіряють на справність.

8. При виявленні відповідних несправностей прилад замінюють, або у накладній виявлену несправність фіксують.

9. Стальну стрічку обов'язково розмотують та перевіряють її довжину і рахують кількість з'єднань, якщо вони є, що фіксують у накладній.

10. Накладну про перелік приладів і засобів підписують: особа, що видала і особа, що їх отримала.

11. Накладну складають у двох примірниках, одна з яких залишається в особи, що видала прилади, а друга видається на руки бригадиру.

12. Після закінчення навчальної практики з геодезії виконують приймання приладів, приладдя і *дерев'яних кілочків та молотка* за існуючою накладною. Часто студенти здають не всі дерев'яні кілочки і молоток. Необхідно вимагати, щоб бригадир ту кількість недостачі виготовив самотужки і повернув.

13. Якщо при здачі приладів і приладдя зауважень немає, то залікову книжку бригадиру повертають.

1.7. Накладна видачі геодезичних приладів і приладдя

Таблиця 1

| №/№ п/п | Назва приладів і приладь | № заводський | К-сть |
|------------|--------------------------|-----------------|-------|
| 1. | Теодоліт | | |
| 2. | Штатив для теодоліта | | |
| 3. | Вішки | | |
| 4. | Дерев'яні кілочки | | |
| 5. | Дерев'яний молоток | | |
| 6. | Стальна стрічка 20-м | | |
| 7. | Шпильки до стрічки | | |
| 8. | Нівелір | | |
| 9. | Штатив для нівеліра | | |
| 10. | Нівелірні рейки 2 шт. | | |
| 11. | Посібник навч. практики | | |
| 12. | Бланки журналів | | |
| 13. | Бланки відомостей | | |
| 14. | | | |
| 15. | | | |
| 16. | | | |
| 17. | | | |
| 18. | | | |

Дата _____

Видав _____ ()

Отримав бригадир _____ ()

14. Коли виникли зауваження при їх здачі, то бригадир повинен зауваження ліквідувати за свій рахунок. Якщо прилад був загублений чи зіпсований, то складається акт, де вказується відповідна сума коштів, і акт передається у бухгалтерію університету для стягнення з винувних відповідної вартості.

1.8. Інструкція старости групи на період навчальної практики

1. Надавати допомогу керівнику практики і членам групи, щодо якісного проведення навчальної практики з геодезії.

2. Кожен день отримувати відомості від бригадирів про об'єм виконання програми навчальної практики та результати присутності членів бригади на практиці, дотримання дисципліни і активності в роботі.

3. Про порушення техніки безпеки і проти–пожежної охорони, та неналежне ставлення до практики терміново доповідати керівнику практики.

4. На наступний день о 8 годині 30 хвилин на заході **«Розбір ходу навчальної практики»** доповідати керівнику навчальної практики, про хід виконання практики по бригадах із повідомленням об'ємів і висновків щодо виконання навчальної практики. Якщо зафіксовані будь-які негативні наслідки, то запропонувати їх усунути у визначений термін.

5. Староста зобов'язаний постійно мати з собою посібник «Навчальні практики з геодезії» з метою надати професійну допомогу студентам та фахову відповідь у будь-який момент керівнику практики про хід виконання програми.

1.9. Інструкція бригадира на період навчальної практики

1. Отримує геодезичні прилади і приладдя на період геодезичної практики та несе відповідальність за їх збереження і справність.

2. Прилади і приладдя розподіляє за членами бригади, які зобов'язані їх носити на місце проведення практики, та зберігати за місцем свого проживання.

3. Слідкувати, щоб відповідні студенти брали з собою на практику (гумки, олівці, журнали, відомості, калькулятор).

4. Постійно вести таблиць обліку студентів виходу на навчальну практику, який прикладають до звіту бригади з навчальної практики.

5. Забезпечувати членів бригади необхідним папером, бланками журналів та відомостей.

6. Після закінчення робіт навчальної практики з геодезії, бригадир зобов'язаний здати в геокамеру кафедри отримані прилади, приладдя та *дерев'яні кілочки і молоток*. Якщо не вистачає деякої кількості дерев'яних кілочків і молотка, то бригадир повинен їх виготовити за рахунок членів бригади самотужки і повернути у геокамеру.

Табель
обліку студентів виходу на навчальну практику

| Прізвища і ініціали членів бригади | Д н і і ч и с л а | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | п | в | с | ч | п | с | н | п | в | с | ч | п | с | н | п |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Прізвища і ініціали членів бригади | Д н і і ч и с л а | | | | | | | | | | | | | | |
| | в | с | ч | п | с | н | п | в | с | ч | п | с | н | п | в |
| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Позначення «×» - присутній; позначення «≠» - відсутній.

7. Бригадир зобов'язаний постійно носити з собою посібник «Навчальні практики з геодезії» з метою у будь-який момент, під час польових і камеральних робіт, надати теоретичну і практичну допомогу студенту, щодо виконання програми практики.

1.10. Отримання геодезичних приладів та приладдя

Для виконання інженерно-геодезичних робіт під час навчальної практики з геодезії, кожна бригада повинна отримати в геокамері кафедри наступні прилади та приладдя:

- 1) теодоліт із штативом і дві віхи;
- 2) нівелір із штативом і дві рейки;
- 3) мензулу і кіпрегель;
- 4) сталеву стрічку і 11 шпильок;
- 5) сокиру або дерев'яний молоток, транспортер геодезичний, кілочка дерев'яні;
- б) посібник «Навчальні практики з геодезії»

Окрім цього бригада повинна наперед закупити: креслярський папір *A1* - 2 аркуші, міліметровий папір довжиною *1 м*, олівці (*M* – 3 шт., *TM* - 2 шт., *2T* - 1 шт.), гумки - 5 шт., вимірник, рейсфедр, складний ніж - 1 шт., трикутник, лінійку, кронциркуль та калькулятор для обчислень за тригонометричними функціями.

1.11. Об'єми робіт навчальної практики з топографії студентів першого курсу

Кожен бакалавр за спеціальністю *193 «Геодезія та землеустрій»* зобов'язаний чітко знати і виконувати порядок польових і камеральних робіт при побудові топографічного плану місцевості. Будувати топографічний план в масштабі 1:500 з перерізом рельєфу через 0,5 метра за матеріалами нівелювання поверхні за квадратами, та виконувати проектування вертикального планування нахиленої ділянки. Будувати поздовжній і поперечний профілі вздовж осі лінійної споруди. Виконувати порядок польових і камеральних робіт під час рішення інженерних задач на місцевості

За вказаний період навчальної практики студенти зобов'язані виконати наступні завдання:

1. Завдання №1. Побудувати топографічний план земельної ділянки.

2. Завдання №2. Розробити проект вертикального планування нахиленої земельної ділянки.

3. Завдання №3. Розробити проект під'їзної автомобільної дороги.

4. Завдання №4. Інструментальне рішення інженерних задач на місцевості.

РОЗДІЛ 2 ПЕРЕВІРКИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

2.1. Геометрична схема оптико-механічного теодоліта

Для вимірювання кутів був розроблений геодезичний прилад *теодоліт* (перші дві букви – це англ. *the*). Точне походження даного слова невідоме. Вперше воно зустрічається в книзі «Пантометрія», виданої в 1571 р. англійським астрономом і геодезистом Л. Діггсом.

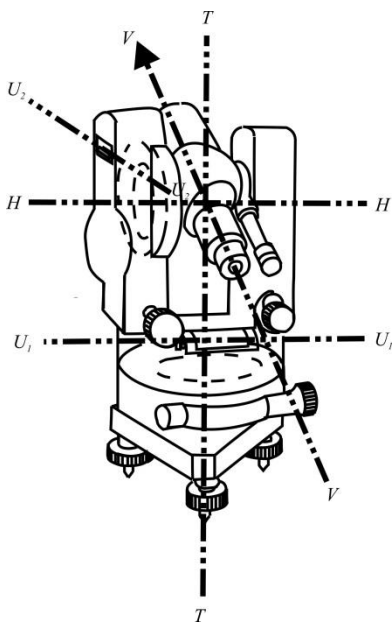


Рис.2. Геометричні
осі теодоліта

Щоб теодолітом можна було вимірювати кути з точністю, закладеною конструктором, необхідно, щоб зберігалися геометричні умови взаємодії осей теодоліта (рис. 2). Під час перевезення теодоліта будь-яким транспортом, або під час необережного його перенесення з точки на точку будь-яка вісь може зміститися, що викличе суттєві похибки при вимірах.

Такі похибки можна виявити тільки шляхом виконання стандартних перевірок, що будуть наведені нижче. На рис. 2 наведені наступні осі:

TT – вертикальна вісь теодоліта;

VV – візирна вісь зорової труби;

HH – горизонтальна вісь теодоліта;

U_1U_1 – вісь циліндричного рівня,

розташованого на горизонтальному крузі;

U_2U_2 – вісь циліндричного рівня вертикального круга.

2.2. Приведення теодоліта в робоче положення

Будь-який геодезичний прилад буде працювати з передбаченою точністю у тому випадку, якщо його елементи, виготовлені за стандартними умовами на заводі та вірно зібрані в одне ціле.

Для того, щоб привести теодоліт в робоче положення, необхідно виконати наступні дії:

а) встановити штатив на око так, щоб площина його верха була горизонтальною за рахунок зміни положення його ніжок;

б) встановити теодоліт на штатив та прикріпити його до верха штатива за допомогою **станового гвинта**;

в) відцентрувати теодоліт над точкою, закріпленою на місцевості, за допомогою виска (ниткового, механічного, оптичного);

г) навести зорову трубу теодоліта на світлий фон (біла стіна будівлі, небо) і обертанням окулярного кільця добитися чіткого зображення сітки ниток у зоровій трубці – встановити трубу на око;

д) навести зорову трубу на предмет і обертанням кремальєри добитися чіткого фокусування предмета (чітке зображення сітки ниток і предмета);

е) за допомогою піднімальних гвинтів підставки привести на середину бульбашку циліндричного рівня, розташованого на горизонтальному крузі теодоліта (рис. 3).



Рис. 3. Приведення рівня на середину

Для виконання умови (е) необхідно виконати дії, наведені нижче. Встановлюють циліндричний рівень за напрямом двох піднімальних гвинтів, в нашому випадку гвинти (1 і 2), та повертаючи їх у різні сторони, приводять бульбашку на середину. Після цього повертають теодоліт на 90° і тільки одним третім (3) піднімальним гвинтом приводять бульбашку на середину.

2.3. Перевірки теодоліта 2Т30

Перевірка – це захід встановлення придатності геодезичного приладу виконувати ним роботи за призначенням з точністю зазначеною у його паспорті. На виробництві перевірки виконують у відповідності з вимогами нормативно-технічних документів перед кожним початком польових робіт. Згідно з рис. 2 повинні виконуватись умови:

- 1) $U_2U_2 \perp TT$
- 2) $VV \perp HH$
- 3) $HH \perp TT$

2.4. Перевірка циліндричного рівня

Перед виконанням перевірок обов'язково приводять теодоліт в робоче положення.

Назва. *Перевірка циліндричного рівня.*

Умова. *Вісь циліндричного рівня повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі теодоліта.* Перевірку можна виконати двома способами.

Виконання.

1) Перший спосіб. Найпростіший спосіб перевірки зазначеної умови полягає в наступному. Циліндричний рівень геодезичного приладу встановлюють у положення *a* та при допомозі піднімальних гвинтів *1* і *2*, повертаючи їх у різні сторони, приводять бульбашку на середину (рис. 4).

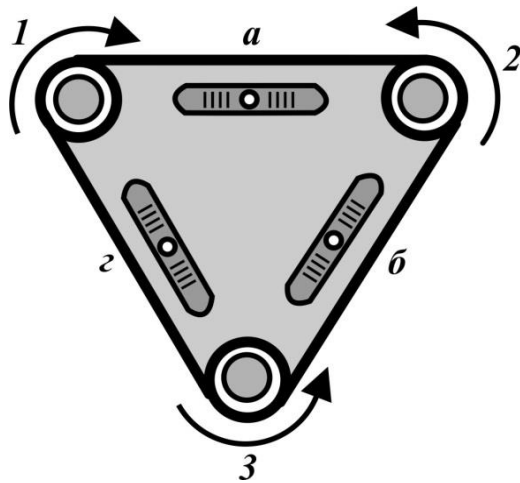


Рис. 4. Положення рівня

Після цього встановлюють циліндричний рівень в положення *б* і, повертаючи третій піднімальний гвинт, приводять бульбашку в нуль-пункт. Тепер встановлюють циліндричний рівень в положення *z*. В цьому положенні бульбашка повинна бути в нуль-пункті тому, що верх площини підставки за напрямом піднімальних гвинтів *1* і *3* знаходиться в горизонтальному положенні. Дійсно, коли приводили бульбашку в нуль-пункт у положеннях *a* і *б*, то піднімальні гвинти *1* і *3* встановилися на одній висоті тому, що вони є вершинами рівностороннього трикутника. У цьому випадку умова виконана.

2) Другий спосіб. Встановлюють циліндричний рівень (зображений суцільною лінією) за напрямом двох піднімальних гвинтів *1* і *2* (рис. 5). Повертають піднімальні гвинти в різні сторони та приводять бульбашку рівня на середину. Повертають теодоліт на 180° (положення рівня штриховою лінією) і спостерігають за бульбашкою рівня. Якщо бульбашка рівня залишилась на середині, то умова виконана.

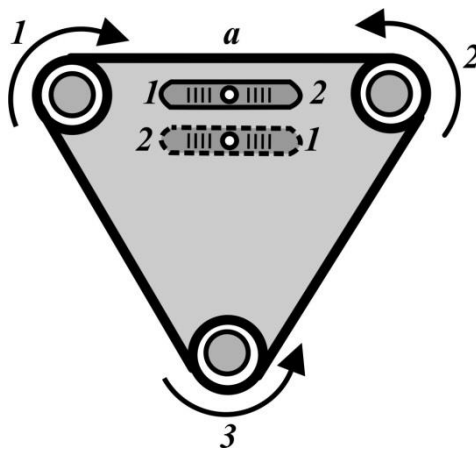


Рис. 5. Положення рівня

Допуск. Відхилення бульбашки рівня від нуля-пункту повинно бути не більше, ніж на 2 поділки циліндричного рівня.

Виправлення. Якщо бульбашка змістилася з нуля-пункту більше, ніж на 2 поділки, то за допомогою виправних гвинтів циліндричного рівня і шпильки комплексу теодоліта, бульбашку переміщують на половину відхилення до середини. Після цього перевірку виконують заново.

Якщо не можна виправити. 1) перевірити, чи закріплений становий гвинт; 2) перевірити належну роботу піднімальних гвинтів підставки теодоліта; 3) замінити циліндричний рівень на інший.

2.5. Перевірка круглого рівня

Назва. *Перевірка круглого рівня.*

Умова. *Вертикальна вісь круглого рівня повинна бути паралельною вертикальній осі прилада.*

Виконання. Приводять вертикальну вісь теодоліта в прямовисне положення за допомогою перевіреного циліндричного рівня. Якщо бульбашка круглого рівня залишилась на середині, то умова виконана (рис. 6).

Допуск. Бульбашка круглого рівня повинна знаходитись у межах кола.

Виправлення. Коли бульбашка відхилилась від нуля-пункту за межі кола, то її встановлюють у нуль-пункт за допомогою виправних гвинтів круглого рівня.

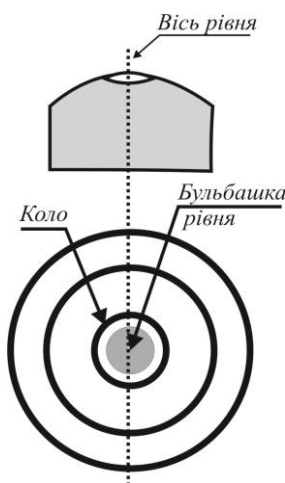


Рис. 6. Положення бульбашки

Якщо не можна виправити. 1) перевірити, чи закріплений становий гвинт; 2) перевірити належну роботу піднімальних гвинтів підставки теодоліта; 3) замінити круглий рівень на інший. 4) прилад слід віднести в майстерню по ремонту геодезичних приладів.

2.6. Перевірка сітки ниток зорової труби

Назва. *Перевірка сітки ниток зорової труби.*

Умова. *Горизонтальна нитка сітки зорової труби повинна бути перпендикулярною до вертикальній осі теодоліта.*

Виконання.

1) *Перший спосіб.* Прикріплюють теодоліт до штатива за допомогою станового гвинта і приводять його в прямовисне положення. Вибирають на місцевості чітко видимої точку та наводять на неї середню горизонтальну нитку так, щоб вона була дотичною до вибраної точки (рис. 7). Повертаючи навідний гвинт аліади горизонтального круга, слідкують, чи не сходять середня горизонтальна нитка сітки з вибраної точки. Якщо середня нитка сітки увесь час залишається дотичною до вибраної точки, то умова виконана. Коли вона сходиться з вибраної точки, то виконують виправлення.

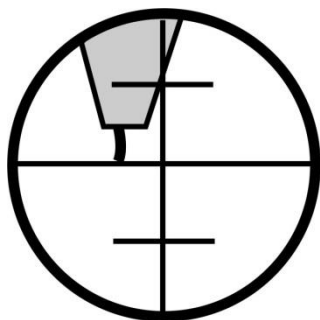


Рис. 7. Наведення на вибрану точку

2) *Другий спосіб.* Можна підвісити нитковий висок і навести зорову трубу на нитку виска. Якщо вертикальна нитка сітки ниток займе положення, наведене на рис. 8, б, то умова виконана. Якщо сітка ниток буде у положенні, наведеному на рис. 8, в, то виконують виправлення.

Допуск. Відхилення горизонтальної нитки від точки наведення при обертанні зорової труби, або відхилення вертикальної нитки сітки, наведеної на нитку виска, не повинно перевищувати подвійної товщини нитки.

Виправлення. Не змінюючи положення зорової труби, наведеної на вибрану точку чи нитку виска, відкручують ковпачок окулярної частини зорової труби і злегка відпускають закріпні гвинти окуляра, направлені вздовж зорової труби, і повертають блок сітки ниток так, щоб горизонтальна нитка не сходила з вибраної точки (рис. 8, а), або вертикальна нитка сітки (рис. 8, б) співпадала з ниткою виска. У

цьому положенні закріплюють закріпні гвинти блока сітки ниток та закручують ковпачок.

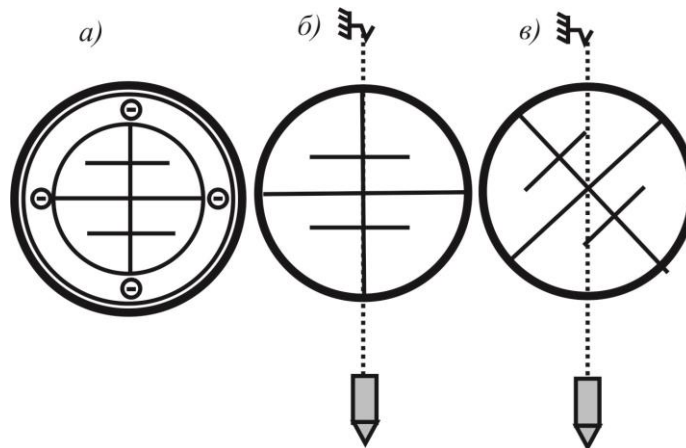


Рис. 8. Положення сітки ниток

Перевірку повторюють з метою переконання в тому, що вона виконана.

Якщо не можна виправити. Перевірити надійність закріплення закріпних гвинтів блока сітки ниток і сітки ниток. Якщо не можна виправити після таких дій, прилад відносять у геодезичну майстерню.

2.7. Визначення колімаційної похибки

Назва. *Перевірка візирної осі зорової труби*

Колімаційна площина зорової труби – вертикальна площина, що проходить через геометричну вісь обертання алідадної частини теодоліта і перпендикулярна до горизонтальної осі обертання зорової труби.

Умова. *Візирна вісь зорової труби повинна бути перпендикулярною до горизонтальної осі теодоліта.*

Виконання. Наводять зорову трубу на чітко видиму точку місцевості (громовідвід, хрест церкви, радіоантена, тощо), віддалену на декілька сот метрів від теодоліта. Знімають відлік з горизонтального круга при $КП_1$, переводять зорову трубу через zenit, повертають алідаду на 180° та знову наводять зорову трубу на ту ж саму точку. Знімають відлік при $КЛ_1$. Відкріплюють закріпний гвинт теодоліта в підставці та повертають прилад приблизно на 180° і закріплюють цей гвинт. Відкріплюють алідаду та наводять зорову трубу на вибрану точку і знімають відліки при $КП_2$ і $КЛ_2$ за вище зазначеною методикою. (У теодоліта Т30 повертають лімб на 180° ,

тому що підставка наглухо скріплена з теодолітом). Кут c між фактичним положенням візирної осі і положенням, що вона повинна займати у справному приладі, називається **колімаційною похибкою**.

Величину колімаційної похибки обчислюють за формулою

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

Допуск. Величина колімаційної похибки не повинна перевищувати $2t$ (де t – точність теодоліта)

Виправлення. Якщо величина колімаційної похибки перевищує $2t$, то виконують виправлення. Для цього знаходять правильний відлік за формулами:

$$\begin{aligned} КЛ_o &= КЛ_2 - c; \\ КП_o &= КП_2 + c. \end{aligned} \quad (2)$$

За допомогою навідного гвинта алідади горизонтального круга встановлюють обчислений правильний відлік $КЛ_o$ чи $КП_o$ на горизонтальному крузі. Внаслідок цих дій центр сітки ниток зміститься з вибраної точки в ту чи іншу сторону.

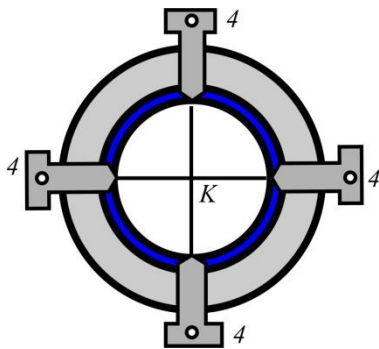


Рис. 9. Кріплення блоку сітки ниток

Для виправлення відкручують ковпачок окулярної частини труби і відпускають горизонтальні виправні гвинти 4 сітки ниток (рис. 9).

Повертаючи горизонтальні виправні гвинти 4 сітки ниток, пересувають сітку ниток до тих пір доки зображення вибраної точки не буде знаходитися точно у центрі сітки ниток.

Перевірку повторюють з метою переконання, що виправлення виконано.

2.8. Визначення не перпендикулярності горизонтальної осі теодоліта

Назва. *Перевірка горизонтальної осі теодоліта*

Умова. *Горизонтальна вісь теодоліта повинна бути перпендикулярною до вертикальної осі приладу.*

Дійсний стан приладу ми повинні знати для того, щоб переконатися, що при вимірюванні горизонтальних кутів колімаційна площина займає прямовисне положення.

Виконання. На відстані 10-20 м від встановленого теодоліта на

стіні будівлі вибирають точку M , розташовану вгорі (рис. 10). Зорову трубу наводять на точку M при $KП$, проєктують її вниз на горизонт приладу і фіксують точку m_1 . Переводять трубу через zenit при $KЛ$, знову її наводять на ту ж саму точку M , проєктують вниз і фіксують точку m_2 . Якщо точки m_1 і m_2 співпали, то умова виконана.

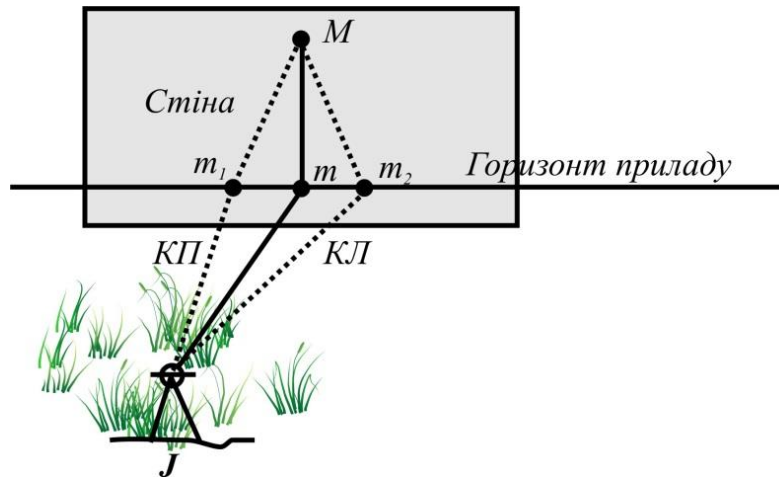


Рис. 10. Проєктування високої точки на стіні на горизонт приладу

Допуск. Віддаль між точками не повинна перевищувати подвійної товщини нитки сітки ниток.

Виправлення. Коли точки не співпадають, то потрібно виконати виправлення.

Сучасні теодоліти не мають виправних гвинтів для юстування горизонтальної осі приладу. Заводи, які випускають теодоліти, гарантують збереження зазначеної умови.

Якщо не можна виправити. Коли віддаль між точками перевищує подвійну товщину нитки сітки ниток, то потрібно теодоліт віднести у майстерню з ремонту геодезичних приладів.

РОЗДІЛ 3

ПЕРЕВІРКИ НІВЕЛІРІВ

3.1. Приведення нівеліра в робоче положення

Нівелір служить для вимірювання перевищення на місцевості між двома точками і визначення віддалі між ними за допомогою ниткового віддалеміра з відносною похибкою 1:300 (таку точність використовують тільки при рекогностуванні).

Перед тим, як приступити до роботи з нівеліром, необхідно його привести у робоче положення:

1) прикріплюють нівелір до штатива за допомогою станового гвинта;

2) встановлюють нівелір так, щоб голова штатива на око була горизонтальною, та приводять бульбашку круглого рівня нівеліра у нуль-пункт (рис. 11.);

3) наводять зорову трубу на світлий фон (стіну) і добиваються чіткого зображення сітки ниток, повертаючи окулярне кільце в ту чи іншу сторону;

4) наводять зорову трубу нівеліра на рейку, та за допомогою кремальєри встановлюють чітке її зображення.

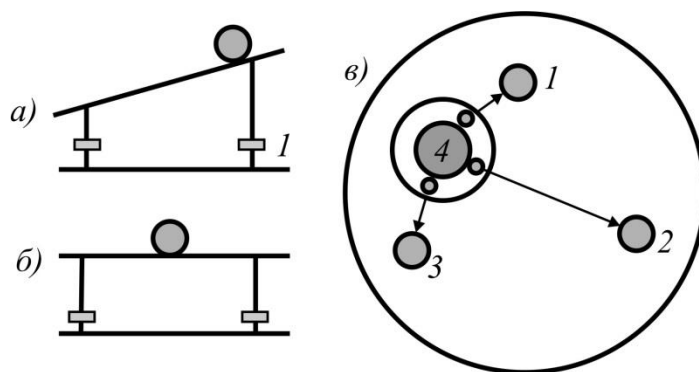


Рис. 11. Положення бульбашки круглого рівня

Бульбашку круглого рівня приводять в нуль-пункт наступним чином:

1) на рис. 11, а бульбашка круглого рівня стала напроти піднімального гвинта 1, це говорить про те, що бульбашка зайняла найвище місце, тому потрібно покрутити піднімальний гвинт проти

якого встановилася бульбашка так, щоб зменшити його висоту;

2) коли бульбашка круглого рівня буде на середині, то вона займе положення (рис. 11, б), або положення 4 (рис. 11, в).

3.2. Послідовність зняття відліків з рейки та контроль

У комплект нівеліра входить нівелір і дві нівелірні трьохметрові рейки.

Для зняття відліку з рейки необхідно:

1) навести зорову трубу нівеліра на рейку, що встановлена і зафіксована на точці місцевості, закріпленої дерев'яним кілочком, або іншим чином;

2) встановити чітке зображення рейки та зняти відлік середньої нитки з чорної її сторони a_1 , повернути рейку червоною стороною до спостерігача і зняти відлік з червоної сторони a_2 .

Оскільки на кожній станції з рейок знімають відліки середньої нитки з чорної і червоної сторін, то завдяки цьому спостерігач може себе проконтролювати, вірно прочитані відліки чи ні. Для цього потрібно знайти різницю відліків - на кожній рейці **від відліку по червоній стороні рейки потрібно відняти відлік по чорній стороні рейки**. Цю різницю також називають п'яткою рейки. **П'ятка рейки** – це початок поділок червоної сторони. Рейки виготовляють трьох типів, у яких п'ятки дорівнюють відповідно 4683, 4783, 4883. Оскільки у відліку завжди присутня допустима похибка ± 3 мм, то обчислена п'ятка рейки повинна знаходитися у межах:

$$4680 \div \mathbf{4683} \div 4686$$

$$4780 \div \mathbf{4783} \div 4786$$

$$4880 \div \mathbf{4883} \div 4886,$$

що свідчить - **відліки взяті вірно**.

Наприклад, по задній рейці п'ятка рейки становить $7215 - 2435 = 4780$; по передній - $6233 - 1449 = 4784$. Це свідчить про те, що відліки, зняті по задній і передній рейкам – вірні.

Кожен спостерігач контролює сам себе щодо вірності, відліків знятих з рейок, шляхом обчислення п'ятки рейки за формулою

$$n = a_2 - a_1 \quad (3)$$

Якщо у зоровій трубці бульбашка циліндричного рівня розділена, то це означає, що вона не встановлена на середину і відліки з рейки

будуть невірними (рис. 12, а). Для того, щоб привести половинки бульбашки у контакт, потрібно покрутити елеваційний гвинт в ту чи іншу сторону і добитися контакту половинок циліндричного рівня (рис. 12, б). Зняті відліки в цьому випадку з рейки будуть вірними.

Так відліки з рейки є невірними і становлять: $v=1229$, $c=1274$, $n=1320$ (рис. 12, а). Проте, коли половинки циліндричного рівня з'єднали за допомогою елеваційного гвинта, то отримали вірні відліки, які становлять: $v=1287$, $c=1335$, $n=1381$ (рис. 12, б).

Відлік - це чотиризначне число, яке знімають наступним чином: **кількість поділок зверху до відповідної нитки сітки і буде відліком.**

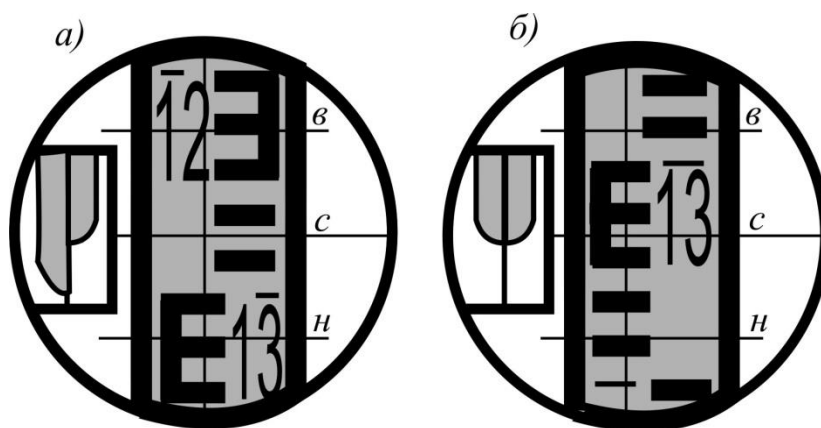


Рис. 12. Видимість рейки в зоровій трубі:

- а) бульбашка не на середині;
- б) бульбашка рівня на середині

На рис. 12, б до верхньої нитки на рейці нарахували 12 дм, сантиметрових поділок – 8 см і беремо на око 7 мм. Все додаємо і отримуємо відлік $a=1200 \text{ мм} + 80 \text{ мм} + 7 \text{ мм} = 1287 \text{ мм}$. Слід пам'ятати, що відліки з рейки знімають у міліметрах.

3.3. Перевірка плавності обертання нівеліра навколо своєї осі

Спочатку перевіряють плавність обертання закріпного, навідного і елеваційного гвинтів та кремальєри. Після цього відпускають закріпний гвинт і, не прикладаючи зусиль, повертають зорову трубу за азимутом.

Слід пам'ятати, що всі геодезичні прилади виконані із м'яких та ковких металів, тому прикладання будь-яких надмірних зусиль недопустиме. Якщо прилад не повертається при прикладанні легких зусиль, то необхідно виявити, який із закріпних гвинтів затиснутий, і відпустити його.

3.4. Перевірка круглого рівня

Назва. *Перевірка паралельності осей круглого рівня і вертикальної осі нівеліра.*

Умова. *Вісь круглого рівня повинна бути паралельна вертикальній осі нівеліра*

Виконання. Приводять нівелір у робоче положення. Для переконання у тому, що вісь круглого рівня паралельна осі обертання нівеліра, необхідно прилад повертати за азимутом і уважно дивитися на бульбашку. Якщо бульбашка круглого рівня залишається в межах малого кола, то умова виконана.

Якщо бульбашка вийшла за межі малого кола, то її встановлюють в нуль-пункт за допомогою виправних гвинтів круглого рівня.

Допуск. Бульбашка круглого рівня повинна знаходитись у середині малого кола рівня.

Виправлення. Для цього пересувають бульбашку до центру на половину дуги відхилення виправними гвинтами круглого рівня. Перевірку повторюють з метою переконання про те, що умова виконується.

Якщо не можливо виправити. Слід перевірити: надійність кріплення виправних гвинтів круглого рівня, плавність оберту піднімальних гвинтів.

3.5. Перевірка сітки ниток нівеліра

Назва. *Перевірка сітки ниток нівеліра.*

Умова. *Одна із ниток сітки повинна бути перпендикулярною до осі обертання нівеліра.*

Виконання. Встановлюють рейку на дерев'яний кілочок на відстані 20-30 м від нівеліра та наводять на неї зорову трубу (рис. 13). Навідним гвинтом плавно повертають зорову трубу за азимутом та слідкують за відліком середньої нитки.

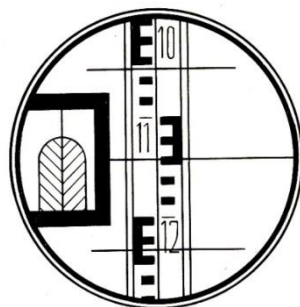


Рис. 13. Поле зору труби

Допуск. Якщо при цьому відлік по рейці горизонтальної нитки змінюється не більше 1 мм, то умова виконана. В інших випадках виконують виправлення.

Виправлення. Відкручують ковпачок в окулярній частині зорової труби. Відпускають гвинти, що скріплюють блок сітки ниток з зоровою трубою і повертають його так, щоб відлік по рейці не змінювався. Після виправлення ставлять ковпачок на місце.

Якщо не можна виконати. Перевірити надійність кріплення закріплених гвинтів блоку сітки ниток.

На рис. 14 приведений скляний круг, на якому вигравірована сітка ниток. Як бачимо, сітка ниток буває різного виду. Цей скляний круг кріпиться в блоці при допомозі гвинтів 4, який називають блоком сітки ниток. Сам блок кріпиться у зоровій трубі закріпленими гвинтами, розташованими паралельно трубці і на рисунку їх не видно.

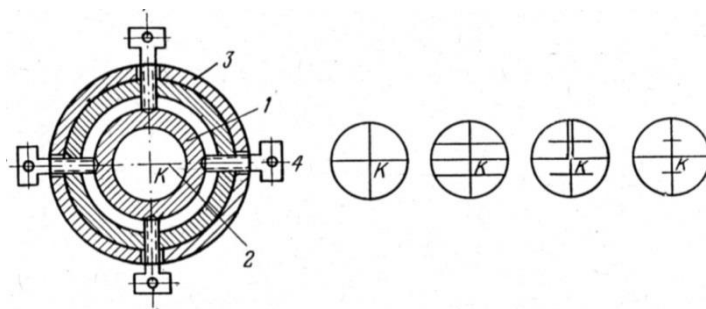


Рис. 14. Кріплення сітки

3.6. Перевірка головної умови

Назва. *Перевірка осі циліндричного рівня нівеліра.*

Умова. *Вісь циліндричного рівня повинна бути паралельною візирній осі зорової труби.*

Виконання. На місцевості закріплюють дерев'яними кілочками дві точки *A* і *B* на відстані одна від другої приблизно 70 - 80 м. Між цими точками на середині встановлюють нівелір і знімають відліки a_1 і b_1 (рис. 15, *a*).

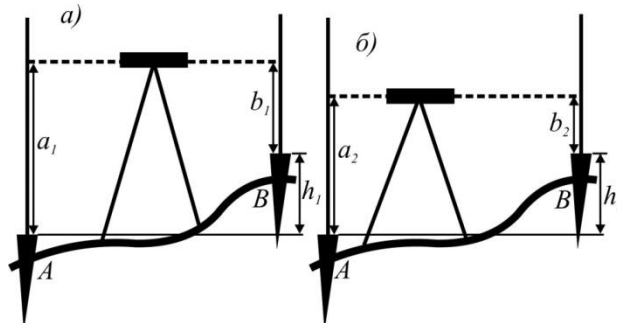


Рис. 15. Нівелювання: а) при рівності плеч; б) при нерівності плеч

Обчислюють перевищення: від відліку по задній рейці віднімають відлік передньої рейки, тобто

$$h_1 = a_1 - b_1 . \quad (4)$$

Переносять нівелір ближче до задньої рейки так, щоб відстань до неї була приблизно 5...10 м (рис. 15, б). Приводять його в робоче положення, знімають відліки по задній і передній рейках та обчислюють перевищення за формулою

$$h_2 = a_2 - b_2 . \quad (5)$$

Допуск. Обчислюють похибку за непаралельність осі циліндричного рівня та візирної осі зорової труби за формулою

$$x = h_2 - h_1 . \quad (6)$$

Якщо $x \leq 4$ мм, то умова виконана, якщо $x > 4$ мм, то виконують виправлення.

Одержані результати аналізують. Якщо нівелір знаходиться на середині між рейками, то відліки будуть мати однакові похибки. При обчисленні різниці цих відліків похибки знищуються і перевищення буде дійсним. Коли нівелір знаходиться ближче до однієї з рейок, то відлік на ній буде мати малу похибку, а якщо нівелір знаходиться від рейки на більшій віддалі, то і похибка відліку по далекій рейці буде великою. На цій основі вважають, що відлік b_2 відрізняється від справжнього на похибку x . Безпомилковий відлік b_0 обчислюють за формулою

$$b_0 = b_2 + x . \quad (7)$$

Виправлення. За допомогою елеваційного гвинта середню нитку сітки встановлюють на відлік b_0 . В цьому випадку бульбашка циліндричного рівня зійде з нуля-пункту. Повертають виправні гвинти циліндричного рівня так, щоб його бульбашка стала в нуля-пункт. Перевірку повторюють з метою переконання про те, що умова виконана.

Якщо не можна виправити. Слід перевірити надійність роботи виправних гвинтів циліндричного рівня та піднімальних гвинтів.

3.7. Перевірки нівелірів з компенсаторами

Перевірки круглого рівня і правильності установки сітки ниток нівелірів з компенсаторами виконують так, як і нівелірів Н-3 з циліндричним рівнем.

Перед тим, як виконати перевірку 3, необхідно дослідити, чи правильно працює компенсатор. Для цього нівелір приводять в робоче положення і на відстані 80 м за напрямом одного із піднімальних гвинтів встановлюють рейку на забитий в землю дерев'яний кілочок. Поворотом піднімального гвинта спочатку в одну сторону, а потім в другу нахиляють трубу нівеліра на робочий кут $\pm 15'$ нахилу і беруть відліки по рейці. Якщо умова виконується, то відліки отримані при всіх нахилах зорової труби повинні бути однаковими. Коли відліки різні, то виправлення приладу виконують в спеціалізованих майстернях.

Перед тим, як розпочати роботи нівеліром з компенсатором, повинні бути виконані наступні перевірки.

3.8. Перевірка паралельності осей круглого рівня і вертикальної осі нівеліра

Назва. *Перевірка паралельності осей круглого рівня і вертикальної осі нівеліра.*

Умова. *Вісь круглого рівня повинна бути паралельна вертикальній осі нівеліра*

Виконання; Допуск; Виправлення та Якщо не можна виправити, виконується за методикою так як нівеліра Н-3.

3.9. Перевірка сітки ниток нівеліра з компенсатором

Назва. *Перевірка сітки ниток нівеліра.*

Умова. *Одна із ниток сітки повинна бути перпендикулярною до осі обертання нівеліра.*

Виконання; Допуск; Виправлення та Якщо не можна виправити, виконується за методикою так як нівеліра Н-3.

3.10. Перевірка міри компенсації кутів нахилу осі нівеліра

Назва. *Компенсація кутів нахилу осі нівеліра*

Умова. *Компенсація кутів нахилу осі нівеліра повинна бути повною в межах робочих кутів компенсатора.*

Виконання. В польових умовах нівелірами *H - 3K* і *H - 10K* на станції вимірюють перевищення між двома точками при довжині віддалі *50 м* до кожної (рис. 16).

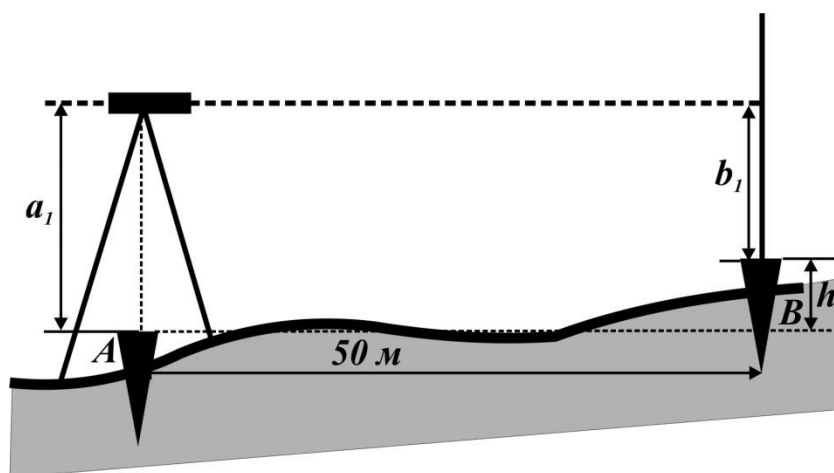


Рис. 16. Визначення перевищення







На місцевості позначають станцію нівеліра і від неї вимірюють віддаль по *50 м* до кожної точки, між якими будуть визначати перевищення. Кінці таких віддалей закріплюють дерев'яними кілочками. Нерівність плеч не повинна перевищувати *1 м*. Визначають перевищення між точками згідно методики, наведеної нижче.

Перевищення визначають п'ять разів в залежності від положення бульбашки круглого рівня, показаного в табл.1. Перевищення обчислюють за формулою

$$h_1 = a_1 - b_1. \quad (8)$$

де a_1 і b_1 - відліки відповідно по задній і передній рейках в *мм*, коли нахил осі труби відсутній.

**Порядок спостереження при визначенні
похибки компенсації**

| Послідовність вимірювання перевищень | Положення бульбашки круглого рівня | |
|---|---|---|
| 1. Нахил відсутній $\nu = 0^0$ |  | Об'єктив |
| 2. Нахил осі до об'єктива (при наведенні на задню рейку) на кут плюс ν |  |  |
| 3. Нахил осі до окуляра (при наведенні на передню рейку) на кут мінус ν |  | |
| 4. Нахил осі вправо (поперечний нахил) на кут плюс ν |  | |
| 5. Нахил осі вліво (поперечний нахил) на кут мінус ν |  | |
| | Окуляр | |
| | | $h_1 = a_1 - b_1$ $h_2 = a_2 - b_2$ $h_3 = a_3 - b_3$ $h_4 = a_4 - b_4$ $h_5 = a_5 - b_5$ |

Знаходять середнє значення перевищення із положень 2 - 5, за формулою

$$h_{cp} = (h_2 + h_3 + h_4 + h_5) / 4; \quad (9)$$

а потім різницю

$$\Delta h = h_{cp} - h_1; \quad (10)$$

де h_1 – перевищення, одержане тоді коли бульбашка круглого рівня була в нуль-пункті.

Допуск. Якщо різниця $\Delta h \leq 5$ мм, то умова виконана.

Виправлення. Якщо $\Delta h > 5$ мм, то нівелір відносять в оптичну майстерню для юстування.

3.11. Перевірка головної геометричної умови нівеліра з компенсаторами

Назва. Головна умова нівеліра з компенсатором.

Умова. Лінія візування повинна бути горизонтальною при нахилах осі нівеліра в границях робочих кутів компенсатора ($\pm 15'$).

Виконання. Цю перевірку виконують так само, як і для нівеліра

Н-3 з циліндричним рівнем.

Допуск. Якщо величина $x \leq 4$ мм, то умова виконана.

Виправлення. Для виправлення потрібно знати вірний відлік b_0 , який обчислюють за формулою (7). Після цього, в окулярній частині зорової труби знімають ковпачок і при допомозі шпильки, обертаючи верхній та нижній виправні гвинти сітки ниток, встановлюють середню нитку сітки на вірний відлік. Перевірку повторюють з метою переконання про те, що умова виконана.



**ЧАСТИНА
ДРУГА**



**НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА
З ТОПОГРАФІЇ**

**ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З ТОПОГРАФІЇ**

| № з/п | Назва дії виконання | Дні |
|---|--|---------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Вивчити правила внутрішнього розпорядку, правила техніки безпеки і пожежної охорони, отримати прилади та освоїти правила догляду за геодезичними приладами. Сформувати бригади. Виконати перевірки геодезичних приладів. | 2 дні |
| <u>Завдання 1. Побудувати топографічний план земельної ділянки</u> | | 10 днів |
| 2 | Виконати рекогностування для тахеометричного знімання місцевості у масштабі 1:2000 з перерізом рельєфу через 0,5 метра | |
| 3 | Закріпити точки теодолітного ходу, планового геодезичного обґрунтування на площі 12 га. | |
| 4 | Скласти схему планового геодезичного обґрунтування | |
| 5 | Виміряти сталюю стрічкою довжини сторін у теодолітному ході | |
| 6 | Виміряти горизонтальні і вертикальні кути в теодолітному ході | |
| 7 | Визначити дирекційний кут або азимут будь-якої початкової лінії | |
| 8 | Обчислити прямокутні координати точок мережі | |
| 9 | Скласти схему технічного нівелювання точок планової основи з прив'язкою до реперів | |
| 10 | Виконати технічне нівелювання точок планового геодезичного обґрунтування та вичислити їх висоти | |
| 11 | Виконати горизонтальне знімання об'єктів та ситуації відомими способами теодолітним зніманням | |
| 12 | Виконати знімання рельєфу тахеометричним методом у масштабі 1:2000 з перерізом рельєфу через 0,5 метра | |
| 13 | Побудувати топографічний план у масштабі 1:2000 з перерізом рельєфу через 0,5 метра | |

| 1 | 2 | 3 |
|----|--|-------|
| | Завдання 2. Скласти проект вертикального планування горизонтальної ділянки | 4 дні |
| 14 | Виконати рекогносцирування місцевості для нівелювання поверхні за квадратами | |
| 15 | Скласти схему нівелювання поверхні за квадратами з сторонами 20×20 м на площі 1 га | |
| 16 | Сітку квадратів прив'язати до пунктів старших класів у плановому і висотному положенні | |
| 17 | Обчислити прямокутні координати точок ходу прив'язки | |
| 18 | Виконати технічне нівелювання сітки квадратів | |
| 19 | Вичислити висоти вершин квадратів сітки | |
| 20 | Побудувати топографічний план у масштабі $1:500$ з перерізом рельєфу через $0,25$ метра | |
| 21 | Скласти картограму земляних робіт ділянки | |
| | Завдання 3. Скласти проект під'їзної автомобільної дороги | 4 дні |
| 22 | Виконати рекогносцирування місцевості для будівництва автомобільної дороги | |
| 23 | Закріпити вісь автомобільної дороги на місцевості | |
| 24 | Скласти схему прив'язки осі автомобільної дороги | |
| 25 | Виміряти горизонтальні кути у точках закріплення осі автомобільної дороги | |
| 26 | Обчислити прямокутні координати точок осі автомобільної дороги | |
| 27 | Скласти креслення виносу осі автомобільної дороги в натуру | |
| 28 | Скласти схему технічного нівелювання осі автодороги | |
| 29 | Технічне нівелювання за віссю автомобільної дороги і обчислити висоти точок | |
| 30 | Скласти поздовжній профіль за віссю автомобільної дороги у масштабах: горизонтальному $1:1000$, вертикальному $1:100$ | |
| 31 | Скласти поперечний профіль | |

| Завдання 4. Виконати інструментальне рішення інженерних задач на місцевості | | 4 дні | | | | | |
|--|---|--------------|-------------------------|---|----|----|----|
| 32 | Кожна бригада групи зобов'язана рішення п'ять (5) інженерних задач на місцевості за допомогою геодезичних приладів. Зміст і методичні вказівки рішення інженерних задач наведені у розділі 11. Номери задач для кожної бригади приведені у табл. 3. | | | | | | |
| 33 | Розподіл задач за бригадами | | | | | | |
| | № з/п | Назва бригад | Номери інженерних задач | | | | |
| | 1 | Бригада №1 | 1 | 5 | 9 | 13 | 17 |
| | 2 | Бригада №2 | 2 | 6 | 10 | 14 | 18 |
| | 3 | Бригада №3 | 3 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| | 4 | Бригада №4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 1 |

Всього: 24 дні, або 24×6 годин=144 годин

РОЗДІЛ 4

ПОБУДОВА ПЛАНОВОГО ГЕОДЕЗИЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ

Завдання 1

Побудувати топографічний план земельної ділянки

Загальні відомості

Топографічне знімання місцевості - геодезичні вимірювання на місцевості з метою нанесення на план необхідної існуючої ситуації. Для побудови топографічних планів великих масштабів знімання на місцевості виконується роздільно, тобто окремо знімають ситуацію і окремо рельєф. Якщо на місцевості знімають тільки контури, то таке знімання називають *ситуаційним або горизонтальним*. Знімання ситуації виконують за допомогою теодоліта, мірної сталевий стрічки або віддалеміра, екліметра, екера і бусолі. Перед зніманням на території будують відповідним методом планову і висотну геодезичну знімальну мережу. Із точок знімальної геодезичної мережі виконують знімання ситуації наступними способами: полярним, перпендикулярів, кутової засічки, лінійної засічки і створної засічки.

Тахеометричне знімання місцевості використовують для створення топографічних карт і планів. *Карта*, як модель, відображає не самі об'єкти (системи-оригінали), а уявлення про них (логічні їх моделі), що складаються внаслідок сприйняття і логічної обробки інформації.

На сучасному етапі розвитку суспільства топографічні карти створюють спеціалізовані дистанційно-фотограмметричним методом. Відділи геодезичних вишукувань проектних установ створюють топографічні плани у великих масштабах. Такі плани є вихідним матеріалом для складання проектів будь-яких об'єктів та споруд. Для складання таких планів використовують теодоліти 2Т30 і 2Т5 та всі види електронних тахеометрів. При використанні теодолітів 2Т30 і 2Т5 довжини ліній від станції до рельєфної точки вимірюють нитковим віддалеміром або електронною рулеткою. Знімання предметів, контурів і рельєфу місцевості виконується переважно полярним способом. Інколи, у окремих випадках (до недоступних

предметів), використовують спосіб кутової засічки. Висоти рельєфних точок визначають тригонометричним нівелюванням. Вертикальні і горизонтальні (полярні) кути вимірюють теодолітом при одному будь-якому положенні вертикального круга теодоліту.

Передбачається побудувати топографічний план у масштабі 1:2000 із перерізом рельєфу через 0,5 метра площею 6 га. На побудову такого плану відводиться 10 днів.

Порядок послідовності виконання робіт наведений наступних параграфах.

4.1. Рекогностування місцевості та закріплення точок знімальної мережі

Планове знімальне обґрунтування будується у вигляді замкнених або розімкнутих теодолітних ходів, триангуляції, чотирикутників без діагоналей, прямими і оберненими засічками, полюсним методом і засічками в різних їх сполученнях. Перед початком польових робіт знімальні мережі проектують на дрібномасштабних картах або безпосередньо у полі на місцевості.

Під час рекогностування уточнюють місця закріплення точок знімальних мереж на місцевості. Точки закріплюють у таких місцях, щоб з них було добре видно сусідні точки згідно з вибраним методом побудови мережі. Наприклад, у теодолітних ходах обов'язково повинна бути видимість на задню і передню точки. Відстань між точками не повинна бути більшою 350 м або меншою 20 м. Слідкують, щоб були сприятливі умови для лінійних вимірювань. Крім того, потрібні відповідні умови для встановлення теодоліта і відкритий кругозір для виконання знімання. Пункти знімальної мережі закріплюють дерев'яними кілочками, металевими стрижнями, дерев'яними, залізобетонними стовпами, металевими трубами тощо. Після закріплення точок на місцевості складають кінцеву схему знімальної мережі, та виконують лінійні і кутові вимірювання.

4.2. Закріплення точок теодолітних ходів планового геодезичного обґрунтування

Теодолітним ходом називається побудований на місцевості зімкнутий або розімкнутий багатокутник, у якому виміряні всі сторони і горизонтальні кути між ними (рис.17 і 18).

Точки теодолітних ходів розташовують у місцях з хорошим оглядом навколишньої території, зручних для вимірювання на них кутів та віддалей між ними. Це дозволить у подальшому використати точки ходу для знімання місцевості та рішення ряду других задач.

Безпосереднє призначення теодолітних ходів на виробництві є різноманітним. Їх використовують як планову геодезичну основу для виконання теодолітного і топографічного знімання місцевості у будь-якому масштабі; для рішення різноманітних інженерно-геодезичних задач.

У залежності від призначення планового обґрунтування точки теодолітних ходів на місцевості закріплюють тимчасовими (дерев'яними кілочками, металевими стрижнями), та постійними (дерев'яними і залізобетонними стовпами та металевими трубами).

4.3. Складання схеми точок теодолітних ходів планового геодезичного обґрунтування

Під час виконання рекогностування закріплюють точки теодолітних ходів планового геодезичного обґрунтування та складають схему. Теодолітні ходи бувають замкнуті (рис. 17) і розімкнуті (рис. 18).

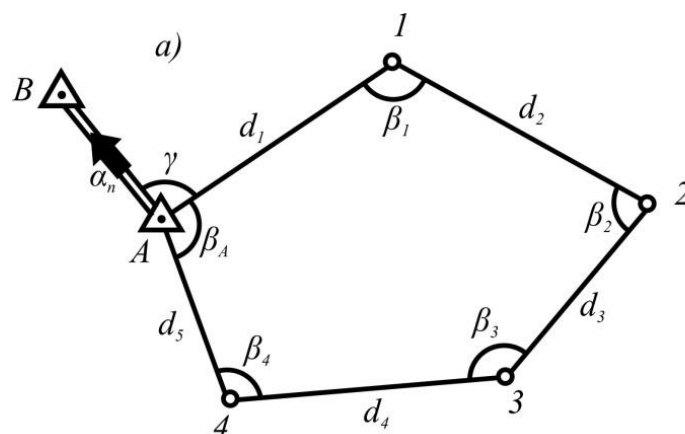


Рис. 17. Схема зімкнутого теодолітного ходу

Хід, прокладений в середині фігури зімкнутого ходу, називається **діагональним**. Точка теодолітного ходу, в якій сходяться три і більше ходів, називається **вузловою**.

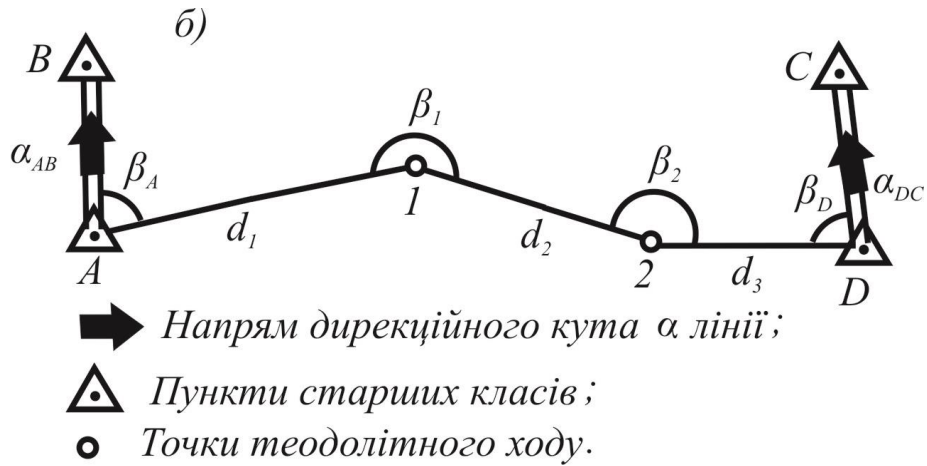


Рис. 18. Розімкнутий теодолітний хід

4.4. Вимірювання віддалі між точками у теодолітному ході

У теодолітних ходах сторони вимірюють сталевною стрічкою, світловіддалеміром або електронним тахеометром. Сторони теодолітних ходів бажано витримувати приблизно однакової довжини, середня довжина сторони повинна становити 200 - 250 м, максимальна – 400 м, мінімальна - 50 м. Необхідно уникати коротких сторін (менше 100 м), що допускаються в окремих випадках, у безвихідній ситуації.

Вимірювання довжин ліній сталевною 20-метровою стрічкою або рулеткою відбувається при умові, що вона вкладається послідовно від початкового до кінцевого пункту. Цю роботу виконують два чоловіки. Один з них називається переднім, а другий - заднім міряльником.

Порядок вимірювань наступний. Задній міряльник встромлює в землю шпильку в початковій точці A лінії AB , стає на коліно, та притримує початок стрічки і зачіпляє її вирізом за шпильку. Передній міряльник бере інші десять шпильок і іде вперед по лінії AB , тримаючи другий кінець стрічки. Задній продовжує тримати правою рукою початок стрічки, а рухами лівої руки направляє переднього по створу лінії. Передній, дивлячись на сигнали заднього, стає у створі лінії AB , утримає стрічку і слідкує за тим, щоб вона лягла прямо, не зачіплюючись за траву, і з силою $98,07H$ (10 кг с) натягує її. Нарешті стрічка лежить у створі лінії AB . По сигналу заднього міряльника "Є!" передній вставляє шпильку у виріз стрічки проти штриха і встромлює її в землю, потім бере ручку стрічки і іде вперед. Задній виймає шпильку в точці A , бере за ручку стрічки і йде за переднім.

Підійшовши до шпильки, яку тільки що устроїв передній, командує: "Стій!". Прикладає стрічку вирізом до шпильки і знову направляє переднього мірника по створу лінії AB .

Таким чином прокладається одна стрічка за другою вздовж лінії до тих пір, доки всі одинадцять шпильок не будуть у заднього мірального. Потім він передає десять шпильок передньому міральному. Не важко здогадатися, що це відбувається через кожні 200 м. Коли вся лінія виміряна, задній міральник підходить до точки B , причому ще до цього передній міральник повинен протягнути стрічку мимо точки B , потім вернутися, прикласти до точки стрічку і подивитися, або як говорять "взяти відлік" на стрічці з точністю до сантиметра. Після цього рахують кількість шпильок у заднього мірального (без шпильки, що встромлена в землю).

Нехай довжина виміряного відрізка становить 6 м 56 см, а у руці заднього мірального дві шпильки і мінявся він шпильками з переднім тільки один раз. Вираховуємо довжину всієї лінії AB : 200 м (одна передача шпильок) + 40 м (дві шпильки в руках заднього мірника) + $6,56$ м (залишок на останній стрічці) дорівнює $246,56$ м.

Тепер нам зрозуміло, чому для роботи потрібно мати не десять, а одинадцять шпильок. Одна шпилька завжди устромлена в землю для зберігання безперервного вимірювання, а десятьма шпильками підраховують прокладені стрічки. Причому цей рахунок чисто автоматичний. Необхідно рахувати тільки передачі і задньому міральному не забувати витягувати шпильки. Якщо акуратно дотримуватися цих вимог, то не буде помилок при визначенні відстаней.

Лінії мірною стрічкою вимірюються в залежності від рельєфу місцевості з відносною похибкою від $1:1000$ до $1:3000$. Відносну похибку вираховують за формулою

$$f_{\text{від}} = \frac{1}{d_n / (d_n - d_{\text{об}})}, \quad (11)$$

де d_n і $d_{\text{об}}$ - виміряні відстані відповідно прямо і обернено. Наприклад: $d_n = 246,56$ м; $d_{\text{об}} = 246,63$ м.

$$f_{\text{від}} = \frac{1}{246,56 / (246,56 - 246,63)} = \frac{1}{352}.$$

Примітка: Базиси мікротріангуляції в заміні теодолітних ходів вимірюють з точністю, відносна похибка яких не повинна бути меншою $f_{\text{від}} = 1/3000$.

4.5. Вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів

Перед тим, як приступити до вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів, необхідно теодоліт привести в робоче положення. Робочим вважають положення, коли теодоліт центрований над точкою вершини кута і вісь обертання теодоліта займає прямовисне положення. Для цього потрібно виконати наступні дії:

а) виконати центрування за допомогою ниткового або оптичного виска;

б) встановити ніжки штатива так, щоб площина його головки була приблизно горизонтальною, а висок знаходився над точкою;

в) за допомогою станових гвинтів бульбашку циліндричного рівня горизонтального круга приводять у нуль-пункт;

г) на декілька обертів відпускають становий гвинт і теодоліт пересувають на головці штатива так, щоб вістря ниткового виска або хрест оптичного виска співпали з центром, відміченим на точці;

д) після цього закріплюють становий гвинт теодоліта.

Приведення осі обертання теодоліта в прямовисне положення виконується за допомогою циліндричного рівня на алідаді горизонтального круга.

Для цього потрібно виконати наступні дії:

а) циліндричний рівень встановлюють за напрямком двох піднімальних гвинтів і, повертаючи піднімальні гвинти в різні сторони, приводять бульбашку рівня на середину;

б) повертають рівень за напрямком третього піднімального гвинта і ним приводять бульбашку на середину;

в) дана операція виконується декілька разів для того, щоб бульбашка рівня при обертанні алідадного круга не відхилялась від середини більше ніж на одну поділку.

Точка, в якій встановлений теодоліт для виконання вимірювань, називається *станцією*. Зображення сітки ниток повинно відповідати зору спостерігача. Для цього дивляться в зорову трубу і обертають окулярне кільце в ту чи іншу сторону до появи в полі зору досить чіткого зображення сітки ниток.

Після цього приступають до вимірювання горизонтальних кутів. Коли теодоліт встановлено на станції, то за розташуванням кута, який слід виміряти, визначають де права точка даного кута і де ліва точка.

Як правило, зорову трубу при $KП$ наводять наближено на праву точку B (рис. 19, *a*). За допомогою мікрометричного гвинта алідади горизонтального круга і мікрометричного гвинта зорової труби, наводять хрест сітки точно на точку (рис. 19, *б*).

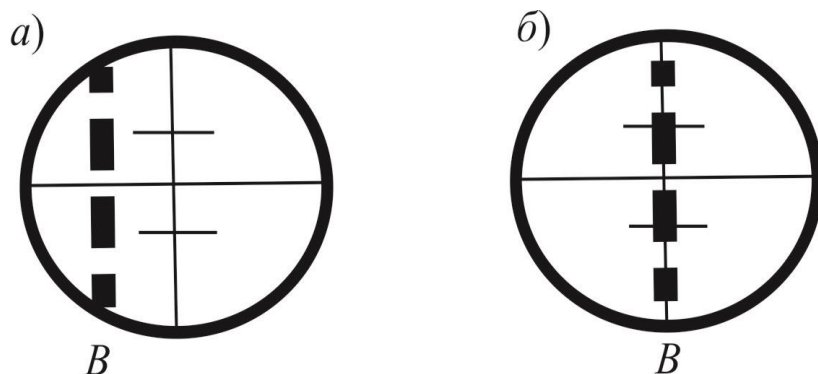


Рис. 19. Наведення зорової труби:
a) наближене; *б*) точно

Якщо точка закріплена кілочком або стовпом і видно в зоровій трубці тільки її верх, то хрест сітки ниток наводять на верх цієї точки. Коли у точці встановлюють віху для спостережень, то хрест сітки ниток наводять на нижню її частину, тому що вона буде найближчою до центру самої точки (рис. 19, *б*).

Знімають відлік на горизонтальному крузі $KП_{II}$. Потім відкріплюють закріпний гвинт алідади горизонтального круга і наводять трубу на ліву точку C і знімають відлік $KП_{I}$ (рис. 20, *a*). Результати всіх спостережень при кутових вимірюваннях, записують у журнал табл. 3.

Вираховують кут за формулою

$$\beta_1 = KП_{II} - KП_{I} \quad (12)$$

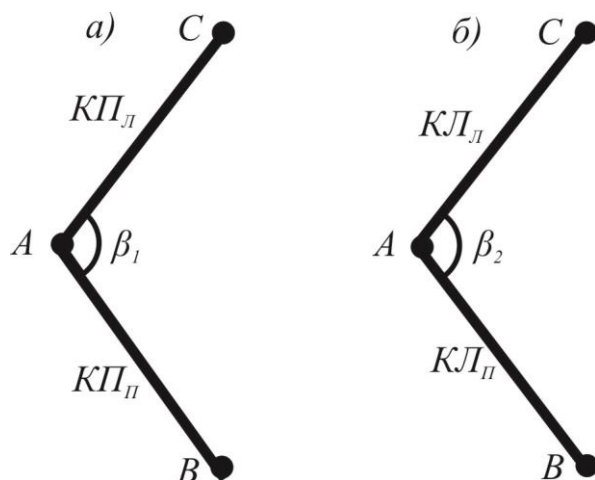
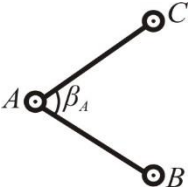


Рис. 20. Вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів *a*) півприйом при $KП$; *б*) півприйом при $KЛ$.

**Журнал вимірювання горизонтальних
кутів способом прийомів**

| Абрис | Станції | Точки візування | Відліки, ° ' , | Кути, ° ' , | Середній кут ° ' , |
|---|---------|--------------------|------------------------|----------------|--------------------------|
|  | A | B | <i>КП</i> 18°34',5 | 74°15',5 | 74°15 |
| | | C | 304°19',0 | | |
| | | B | <i>КЛ</i> 198°35',0 | 74°14',5 | |
| | | C | 124°20',5 | | |

Примітка: Слід пам'ятати, що кут обчислюють за правилом: від відліку на праву точку $КП_{П}$ відняти відлік на ліву точку $КП_{Л}$. Якщо $КП_{П} < КП_{Л}$, то потрібно до $КП_{П}$ додати 360° і від суми $(КП_{П} + 360^{\circ})$ відняти відлік $КП_{Л}$. Після цього переводять трубу "через зеніт", тобто відкріплюють закріпний гвинт труби і повертають її у вертикальній площині на 180° . Це положення називають *КЛ*. У цьому положенні другий раз вимірюють кут. Наводять трубу на точку B і знімають відлік $КЛ_{П}$, а потім наводять на точку C і знімають відлік $КЛ_{Л}$ (рис. 20, б).

Обчислюють кут за формулою

$$\beta_2 = КП_{П} - КП_{Л} \quad (13)$$

Якщо $\beta_1 - \beta_2 \leq 1'$, то за кінцеве значення кута приймають середнє значення.

$$\beta_A = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \quad (14)$$

Після цього переносять теодоліт на другу точку і вимірюють кут у такій же послідовності і т.д.

4.6. Вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів

Цей спосіб застосовується тоді, коли на точці потрібно спостерігати три і більше напрямів. У вершині кутів встановлюють теодоліт і приводять його в робоче положення. На горизонтальному крузі встановлюють відлік приблизно $0^{\circ}02'$ чи $0^{\circ}01'$. Відкріплюють лімб і наводять зорову трубу при KL на початкову точку, наприклад B . Закріплюють лімб і беруть відлік по горизонтальному крузі a_b . (рис. 21).

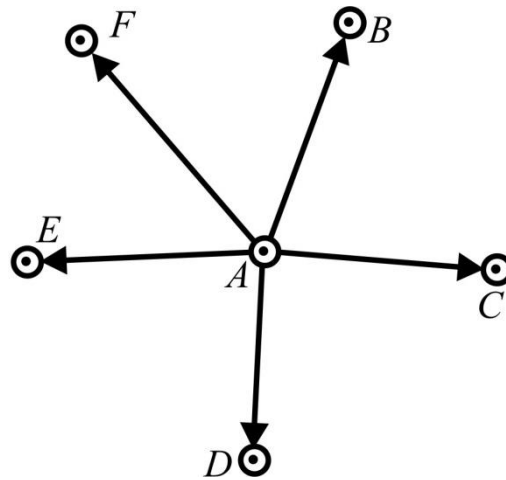


Рис. 21. Схема вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів

Відкріплюють закріпний гвинт аліади горизонтального круга і зорову трубу наводять на точку C і знімають відлік a_c . Аналогічно по черзі наводять трубу на решту точок за ходом годинникової стрілки і беруть відповідно відліки a_d , a_e , a_f і знову відлік на точку B - a_b . Цей відлік називають **замиканням горизонту**.

Результати спостережень записують у журнал вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів (табл. 4).

Переводять трубу через зеніт і при $KП$ наводять на точку B , беруть відлік і записують його в журнал. Після цього спостерігають по черзі точки

проти годинникової стрілки, тобто, F , E , D , C і B . Обчислюють колімаційну похибку. Якщо колімаційні похибки відрізняються між собою не більше $\pm 1'$, то вираховують середнє значення із відліків KL і $KП$, але градуси залишають ті які є при KL .

Середнє значення беруть тільки із мінут і їх десятих. Для того щоб отримати приведені напрями, то вираховують постійне число як

середнє значення відліків на початкову точку B і відліку при замиканні горизонту на цю саму точку B . В нашому випадку це середнє число рівне $0,75'$, яке записують вище відліку на точку B і підкреслюють його. Від кожного середнього відліку віднімають це постійне число і отримують приведені напрями. За цими приведеними напрями обчислюють будь-які горизонтальні кути, тобто, від правого напрямку віднімають відлік лівого напрямку.

4.7. Урівнювання і обчислювання прямокутних координат точок в теодолітних ходах

Результати польових матеріалів наділені випадковими похибками, а тому в камеральних умовах виконують ув'язку горизонтальних кутів. Щоб існувала геометрична фігура, необхідно в ній мати суму виміряних кутів рівну теоретичній. Тому у виміряні кути вводять поправки з оберненим знаком, це робиться для того, щоб сума кутів дорівнювала теоретичній сумі і такий процес називають ув'язкою кутів.

Журнал
вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів

| Станція | Точки візування | Відліки по ГК | | $C = \frac{(KL - KP + 180)}{2}$ (колімація) , ° | Середнє значення відліків при <i>KL</i> | Приведений напрямок при <i>KL</i> , ° |
|---------|--------------------|------------------|------------------|---|--|---|
| | | <i>KL</i> , ° | <i>KP</i> , ° | | | |
| A | B | 0°01,0 | 180°00' | + 0,5' | $\frac{0°00,75}{0°00,5}$ | 0°00,0' |
| | C | 64°54,5' | 244°55,5' | - 0,5' | 64°55,0' | 64°54,25 |
| | D | 126°18,0' | 306°19,0' | - 0,5' | 126°18,5' | 126°17,75 |
| | E | 192°39,5' | 12°40,5' | - 0,5' | 192°40,0' | 192°39,25 |
| | F | 297°22,0' | 117°21,0' | + 0,5' | 297°21,5' | 297°20,75 |
| | B | 0°01,5' | 180°00,5' | + 0,5' | 0°01,0' | 0°00, 0' |

Ув'язку виміряних горизонтальних кутів теодолітного ходу виконують наступним чином.

1. Знаходять суму виміряних кутів за формулою

$$\sum \beta_{\text{вим}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \dots + \beta_n. \quad (15)$$

2. Обчислюють теоретичну суму:

а) для зімкнутого полігону за формулою

$$\sum \beta_m = 180^\circ \times (n - 2), \quad (16)$$

б) для розімкнутого ходу за формулою

$$\begin{aligned} \sum \beta_m = \alpha_n - \alpha_k + 180^\circ \times n, & \text{ для правих кутів} \\ \sum \beta_m = \alpha_k + \alpha_n + 180^\circ \times n, & \text{ для лівих кутів,} \end{aligned} \quad (17)$$

де n - кількість кутів у теодолітному ході.

3. Обчислюють кутову нев'язку за формулою

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{вим}} - \sum \beta_m. \quad (18)$$

4. Обчислюють допустиму нев'язку за формулами

а) при вимірюванні кутів теодолітом *ТТ-4*

$$\partial \text{он} f_\beta = 0,5' \times \sqrt{n}; \quad (19)$$

б) при вимірюванні кутів теодолітом *Т-30*

$$\partial \text{он} f_\beta = 1' \times \sqrt{n}; \quad (20)$$

в) при вимірюванні кутів теодолітом *ТОМ*

$$\partial \text{он} f_\beta = 1,5' \times \sqrt{n}, \quad (21)$$

де n – кількість кутів в теодолітному ході.

Кутову нев'язку розподіляють порівну на всі виміряні кути. Поправку в кожний кут обчислюють за формулою

$$v_\beta = -\frac{f_\beta}{n}, \quad (22)$$

Обчислену поправку заокруглюють до $0,1'$, додають до виміряних кутів із своїм знаком та отримують виправлені кути. Наприклад, $f_\beta = -$

0,5', $n = 3$. Поправку розподіляють в будь-які два кути по $+0,2'$ і в один кут $+0,1'$. Контроль: $+0,2'+0,2'+0,1'=+0,5'$.

Контроль обчислення поправок - їх сума повинна дорівнювати нев'язці з оберненим знаком. Сума виправлених кутів повинна дорівнювати теоретичній сумі.

4.8. Визначення початкового дирекційного кута напрямку

В нашій країні введена у практику зручна система плоских прямокутних координат Гаусса-Крюгера, що використовується для знімання і картографування територій будь-яких розмірів за площею та будівництва об'єктів народного господарства. При виконанні таких робіт використовують кути для орієнтування, що називають **дирекційними кутами і позначають грецькою буквою α** . Відомо, що на земній кулі створено 60 шестиградусних зон, і для кожної зони прийнята своя система плоских прямокутних координат. Якщо орієнтування виконують відносно осьового меридіана зони то визначають дирекційний кут (рис. 22).

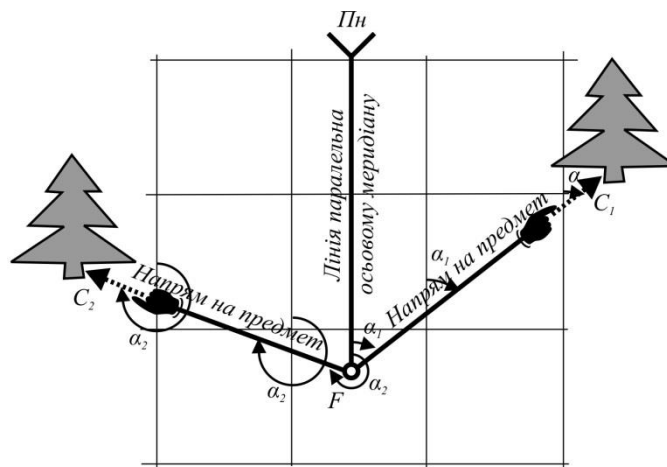


Рис. 22. Відрахування дирекційних кутів від осьового меридіану

Дирекційним кутом називається горизонтальний кут, який відраховується від північного напрямку осьового меридіана або лінії, паралельної йому, за ходом годинникової стрілки до напрямку на предмет і змінюється від 0° до 360° .

Якщо на місцевості існують геодезичні пункти старших класів і ви до них прив'яжете свою планову систему, то початковий дирекційний кут можна взяти в обласній або районній архітектурі.

Коли вам відомі прямокутні координати двох сусідніх пунктів, то визначають початковий дирекційний кут шляхом рішення оберненої геодезичної задачі.

4.9. Рішення оберненої геодезичної задачі

Задача. Відомі прямокутні координати x_A, y_A і x_B, y_B точок A і B . Потрібно визначити горизонтальне прокладення d_{AB} і дирекційний кут α_{AB} лінії AB . Тобто відомі прямокутні координати x_A, y_A, x_B, y_B точок A і B . Потрібно визначити d_{AB} і α_{AB} (рис. 23).

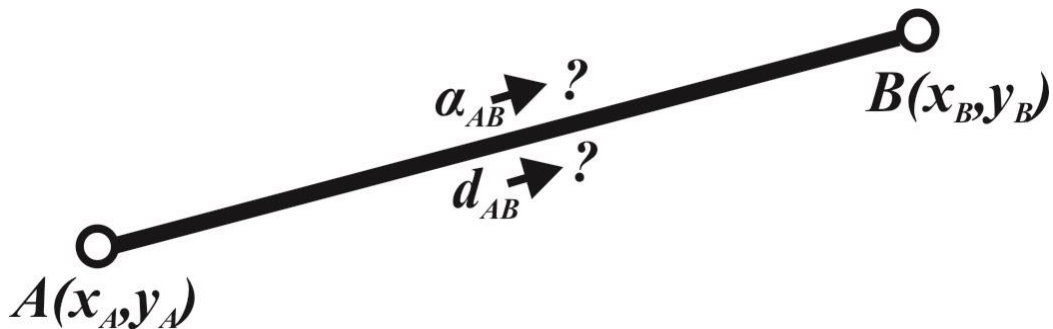


Рис. 23. Елементи оберненої геодезичної задачі

Під час рішення оберненої геодезичної задачі ми отримуємо румб r (рис. 24), а за відомим румбом обчислюють дирекційний кут α .

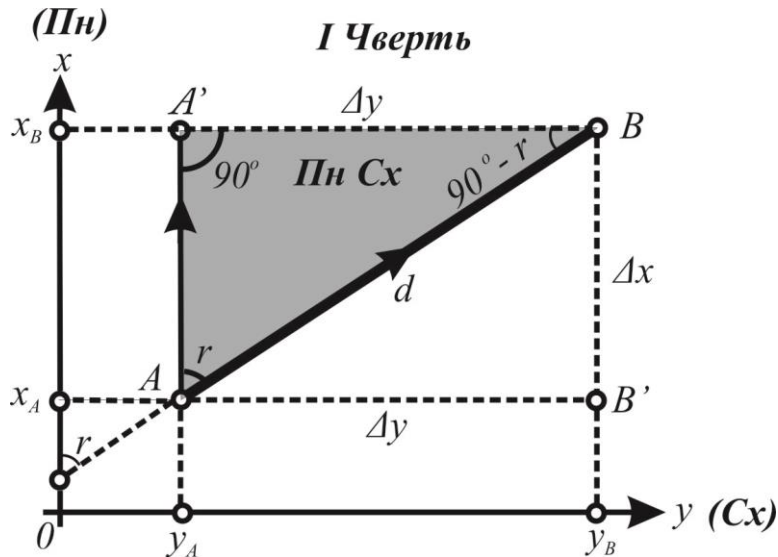


Рис. 24. Геометричний зміст оберненої геодезичної задачі

Дирекційні кути за своєю величиною можуть бути від 0° до 360° . Все залежить від того, в якій четверті знаходиться дирекційний кут α . Дирекційні кути ліній теодолітного ходу можуть знаходитися в будь-якій четверті, яких існує чотири. Від величини дирекційного кута залежить відповідний знак $\cos\alpha$ чи $\sin\alpha$.

Спроекуємо точки A і B на осі координат та отримаємо прямокутні координати точок $A(x_A, y_A)$ і $B(x_B, y_B)$ (рис. 24).

Із рис. 24 видно, що прирости прямокутних координат можна визначити за формулою (23).

$$\begin{aligned}\Delta x_{AB} &= x_B - x_A \\ \Delta y_{AB} &= y_B - y_A\end{aligned}\tag{23}$$

Примітка. В багатьох підручниках та посібниках з геодезії приводиться наступна формула обчислення дирекційного кута

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}.\tag{24}$$

У дійсності за цією формулою дирекційного кута обчислити не можливо, тому що це формула для обчислення румба.

У 1976 р. ректорату Українського інституту водного господарства надійшла рекламація від меліоративного управління, в якій вказувалося, що випускник меліоративного факультету при виносі проекту магістрального каналу в натуру допустив помилку і спрямував канал в протилежну сторону на 180° . У результаті екскаваторник прокопав канал довжиною 2000 м. Під час Другої світової війни артилеристи інколи помилялись, і із гармат стріляли по своїх. За часів самостійної України під час бойових стрільб військовими на полігоні, ракета вцілила в дев'ятиповерховий будинок у Броварах та пройшла до другого поверху і не розірвалась. Поблизу м. Миколаєва під час бойових стрільб танкістів, снаряд влучив у клас де танкісти готовились до них. У результаті загинуло два танкіста. Все це говорить про те, що підготовлені дані для виносу проекту в натуру і стрільб - **дирекційні кути** були невірні.

При обчисленні дирекційних кутів за схемою, висвітленою нижче, такі помилки не будуть траплятися. Перевірено автором.

Відомо, що прирости прямокутних координат обчислюють за формулою

$$\begin{aligned}\Delta x &= d \times \cos \alpha \\ \Delta y &= d \times \sin \alpha\end{aligned}\tag{25}$$

Оскільки прирости координат обчислюють за формулою (25), то знак приростів залежить від тригонометричних функцій $\sin\varphi$ або $\cos\varphi$. У кожній чверті тригонометричного круга ці функції мають різні знаки і приведені на рис. 25.

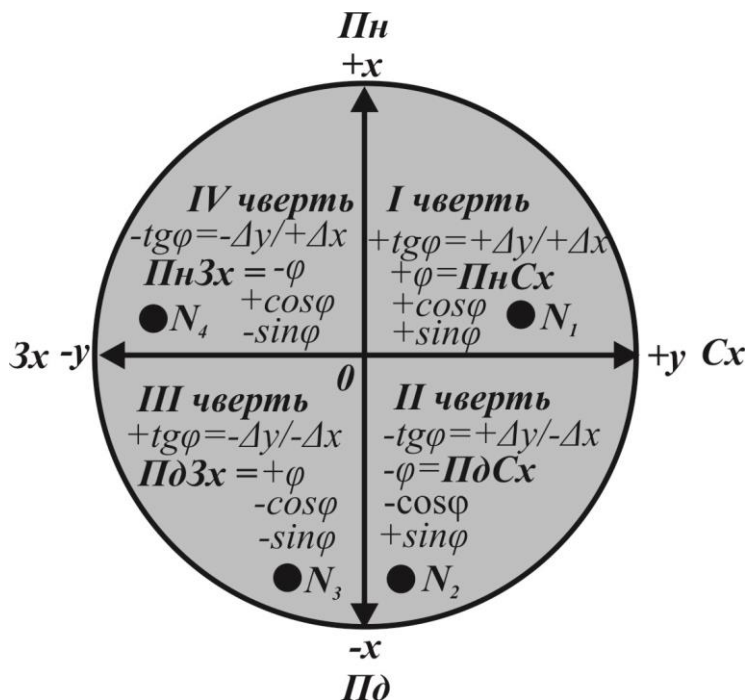


Рис. 25. Розташування чвертей на тригонометричному колі

Слід пам'ятати, що в природі від'ємних кутів не буває. Якщо визначають результат оберненої тригонометричної функції (*arc*), то біля його ставлять отриманий знак функції, тому що він впливає на результати подальших обчислень. Наприклад $tg(123^{\circ}25') = -1,515620$. $Arc(tg-1,515620) = -56^{\circ}35'$. Для того щоб отримати початкову величину градусів $\alpha = 123^{\circ}25'$ потрібно визначити, в якій чверті знаходиться точка. У нашому випадку точка N_2 знаходиться в другій чверті, тому до 180° потрібно додати $(-56^{\circ}35')$, тобто $\alpha = 180^{\circ} + (-56^{\circ}35') = 123^{\circ}25'$.

Аналізуючи рис. 25 приходимо до висновку, що знак $tg\varphi$ залежить від знаків приростів координат Δx і Δy , та отриманий кут завжди буде гострим величиною від 0° до 90° у кожній чверті. Ці кути називають румбами. **Румб – це горизонтальний кут, який відлічується від північного або південного напрямку осьового меридіана та осі абсцис x і позначається малою латинською буквою r .** Румб у кожній чверті має свою назву, що залежить від того, в якій чверті він знаходиться. У першій чверті – «північний схід»

(ПнСх), в другій чверті – «південний схід» (ПдСх), в третій чверті – «південний захід» (ПдЗх), в четвертій чверті – «північний захід» (ПнЗх).

Наприклад:

$$\begin{aligned} \text{ПнСд: } & 76^{\circ}34' \\ \text{ПдСх: } & 26^{\circ}25' \\ \text{ПдЗх: } & 38^{\circ}16' \\ \text{ПнЗх: } & 20^{\circ}47' \end{aligned}$$

Перед тим, як визначити дирекційний кут лінії, спочатку потрібно визначити її румб за формулами

$$\text{tgr} = \frac{\Delta y}{\Delta x}, \quad r = \text{arc}\left(\text{tg} \frac{\Delta y}{\Delta x}\right) \quad (26)$$

Для того, щоб отримати дирекційний кут розташованої точки в будь-якій чверті, потрібно використати формули (27)

$\alpha = r$, якщо прирости мають знаки: $+\Delta y / +\Delta x$;

$\alpha = 180^{\circ} + r$, якщо прирости мають знаки: $+\Delta y / -\Delta x$; (27)

$\alpha = 180^{\circ} + r$, якщо прирости мають знаки: $-\Delta y / -\Delta x$;

$\alpha = 360^{\circ} + r$, якщо прирости мають знаки: $-\Delta y / +\Delta x$.

При побудові топографічного плану малої земельної ділянки, яка не обов'язково повинна бути прив'язана до пунктів старших класів, орієнтування виконують за допомогою *магнітного азимута*.

За формулою (26) обчислюють румб лінії, а за формулою (27) дирекційні кути цих ліній.

Якщо використати формулу (26), то віддаль між точками A і B можна обчислити за формулою

$$d = \frac{\Delta x}{\cos r} = \frac{\Delta y}{\sin r}, \quad (28)$$

або за формулою $d = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$. (29)

4.10. Вимірювання магнітного азимуту сторони

На виробництві трапляються випадки, коли відсутній дирекційний кут будь-якої лінії і об'єкт не потребує прив'язки до державних пунктів. У таких випадках доцільним є вимірювання магнітного азимуту.

Магнітний азимут вимірюють теодолітом на місцевості. Для цього встановлюють теодоліт у точці планового геодезичного

$$\begin{aligned}
\alpha_{A-1} &= \alpha_n + \gamma \\
\alpha_{1-2} &= \alpha_{A-1} \pm 180^\circ - \beta_1 \\
\alpha_{2-3} &= \alpha_{1-2} \pm 180^\circ - \beta_2 \\
\alpha_{3-4} &= \alpha_{2-3} \pm 180^\circ - \beta_3 \\
&\dots\dots\dots \\
\alpha_{4-A} &= \alpha_{3-4} \pm 180^\circ - \beta_4 \\
\text{Контроль:} \\
\alpha_{1-2} &= \alpha_{4-A} \pm 180^\circ - \beta_A.
\end{aligned}
\tag{31}$$

Контролем обчислення дирекційних кутів сторін замкнутого теодолитного ходу буде *отримання дирекційного кута першої сторони у кінці обчислень.*

Відомість обчислення прямокутних координат точок зімкнутого теодолітного ходу

| №№ точок | Виміряні кути | Дирекційні кути | Горизонт. проклад. | Прирости координат | | Координати | |
|-------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|------------|--------|
| | | | | Δx | Δy | x | y |
| A | - | | | | | 350,00 | 350,00 |
| 1 | +0,2' 120°16,5' | 15°43,0' | 138,12 | -0,05 +132,96 | 0,00 +37,41 | 482,91 | 387,41 |
| 2 | +0,2 112 35,0 | 75 26,3 | 135,50 | -0,05 +34,06 | 0,00 +131,15 | 516,92 | 518,56 |
| 3 | +0,2 111 18,0 | 142 51,1 | 129,22 | -0,05 -103,00 | 0,00 +78,03 | 413,87 | 596,59 |
| 4 | +0,2 107 04,5 | 211 32,9 | 129,05 | -0,05 -109,96 | 0,00 -67,54 | 303,86 | 529,05 |
| A | +0,2 88 45,0 | 284 28,2 | 184,91 | -0,07 +46,21 | -0,01 -179,04 | 350,00 | 350,00 |
| | | 15°43,0' | $P=716,80$ | $f_x=+0,27$ | $f_y=+0,$ | | |

$$\sum \beta_{вим} = 539^{\circ}59,0'; \quad P = 716,80; \quad f_{абс} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,27^2 + 0,01^2} = 0,27$$

$$\sum \beta_m = 540^{\circ}00,0'; \quad f_{\beta} = -1'; \quad f_{\beta, доп} = 1' \times \sqrt{n} = 1' \sqrt{5} = 2,2'; \quad f_{від} = \frac{1}{P / f_{абс}} = \frac{1}{716,80 / 0,27} = \frac{1}{2655};$$

Таблиця 6

Відомість обчислення прямокутних координат точок розімкненого теодолітного ходу

| №№ точок | Виміряні кути | Дирекційні кути | Горизонт. проклад. | Прирости координат | | Координати | |
|-------------|------------------|--------------------|--|------------------------|------------------------|------------|--------|
| | | | | Δx | Δy | x | y |
| В | | 264°17,0' | | | | | |
| А | -0,2 138°57,2 | | | | | 867,34 | 979,39 |
| 1 | -0,3 195 20,3 | 223 14,0 | 176,40 | -0,02 -128,52 | -0,03 -120,83 | 738,80 | 858,53 |
| 2 | -0,2 176 14,2 | 238 34,0 | 186,01 | -0,03 -97,00 | -0,03 -158,71 | 641,77 | 699,79 |
| Д | -0,2 158 42,2 | 234 48,0 | 201,60 | -0,03 -116,34 | -0,05 -164,64 | 525,40 | 535,32 |
| С | | 213 30,0 | $\sum \Delta_e =$ $\sum \Delta_T =$ | -341,86 -341,94 | -444,18 -444,07 | | |
| | | | | $f_{\Delta x} = +0,08$ | $f_{\Delta y} = -0,11$ | | |

$$\sum \beta_{вим} = 669^{\circ}13,9'; \quad P = 563,89; \quad f_{a\bar{o}c} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} = \sqrt{0,08^2 + 0,11^2} = 0,14;$$

$$\sum \beta_m = 669^{\circ}13,0'; \quad f_{\beta} = +0,9'; \quad f_{\epsilon i \bar{o}} = \frac{1}{P / f_{a\bar{o}c}} = \frac{1}{563,89 / 0,14} = \frac{1}{4027}; \quad f_{\epsilon i \bar{o}} \partial o n = \frac{1}{2000}.$$

РОЗДІЛ 5

ПОБУДОВА ВИСОТНОГО ОБГРУНТУВАННЯ

5.1. Рекогностування місцевості для побудови висотної знімальної мережі та складання схеми

Геодезичною висотною основою топографічних зніманих в масштабах $1:5000$, $1:2000$, $1:1000$ і $1:500$ служать репери і марки державної і відомчої нівелірних мереж 1, 2, 3 і 4 класів, геодезичної мережі згущення 1 і 2 розрядів і точки знімального обґрунтування, висоти яких визначені геометричним нівелюванням.

Перед початком топографічного знімання певної місцевості, виконують рекогностування. Встановлюють наявність точок планової і висотної мереж. Якщо відсутні пункти планової і висотної мереж, то будують знімальні мережі відомими методами. Одночасно з рекогностуванням складають схему висотної мережі. При топографічному зніманні в крупному масштабі точки планової геодезичної мережі включають у висотну мережу.

При наявності точок з відомими висотами будують замкнуті або розімкнуті нівелірні ходи. Перед початком нівелювання складають схему нівелірних ходів.

Висотою будь-якої точки називається вертикальна віддаль від рівневої поверхні до верха точки, закріпленої на місцевості. Рівневу поверхню кожна країна вибирає свою, її пов'язують з найближчим до країни морем чи океаном.

Нівелювання поділяють на дві групи. До першої групи відносять державне нівелювання I, II, III і IV класів, що виконується нівеліром і горизонтальним променем. До другої групи відносять технічне нівелювання, що також виконується нівеліром і горизонтальним променем. Кожне нівелювання виконується з точністю, передбаченою Інструкцією.

Для забезпечення загального будівництва різноманітних споруд достатньо застосовувати технічне нівелювання, допустима гранична похибка якого не повинна перевищувати в нівелірному ході $f_{\text{дон}} = 50 \text{ мм} \sqrt{L}$, де L – довжина ходу в км.

5.2. Польові роботи при технічному нівелюванні

Встановлюють нівелір між двома точками, що закріплені на місцевості. Початкова із них точка A обов'язково повинна мати відому висоту (рис. 26). Якщо рухатись від точки A до точки C , то точку A називають задньою, а точку B передньою, або точки A і B називають *зв'язуючими* (рис. 26). Для того, щоб визначити висоти закріплених на місцевості точок, між ними прокладають нівелірний хід технічної точності. Нівелювання починають від точки, висота якої відома, і спостереження на кожній станції виконують за програмою:

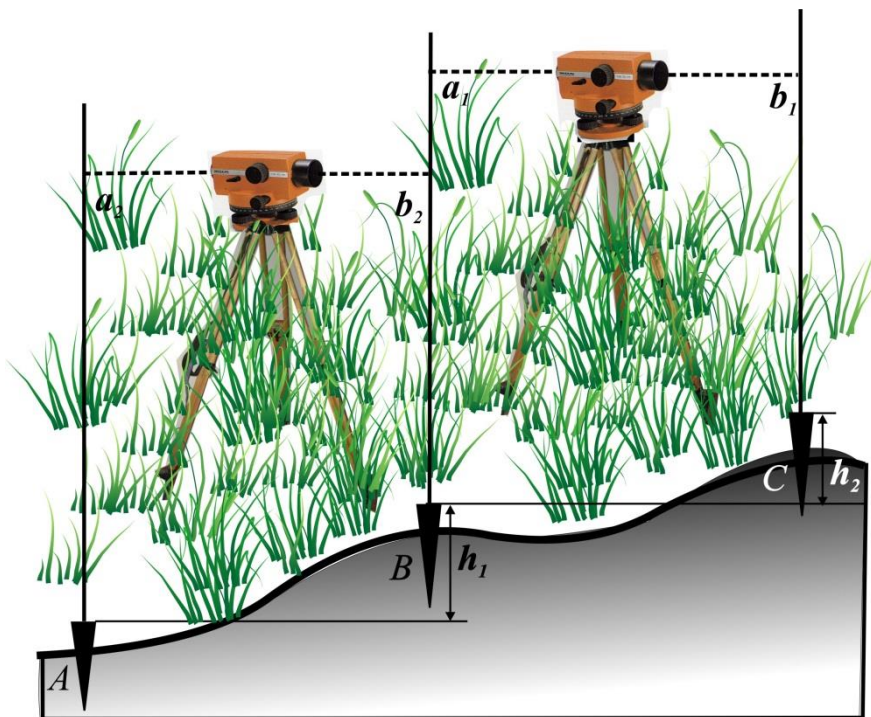


Рис. 26. Технічне нівелювання

- 1) відлік з чорної сторони задньої рейки;
- 2) відлік з чорної сторони передньої рейки;
- 3) відлік з червоної сторони передньої рейки;
- 4) відлік з червоної сторони задньої рейки.

Таку програму необхідно виконувати тому, що вона дозволяє виявити похибку за осідання штатива або точки, на якій встановлена рейка, і вчасно вжити відповідних заходів.

Результати спостережень на кожній станції записують у журнал технічного нівелювання (табл. 7). Зняті відліки з чорної і червоної сторін кожної рейки контролюють обчисленням п'ятки рейки. **П'ятка**

рейки - це число, з якого починаються поділки червоної сторони рейки.

Від вибраного нівеліра *H-3* чи *H-10* залежить точність нівелірного ходу, тому що цифри *3* і *10* означають величину середньої квадратичної похибки визначення перевищення на станції, тобто *3* і *10 мм*.

На станції визначають перевищення два рази, і їх знаходять за формулами

$$\begin{aligned} h_1 &= a_1 - b_1; \\ h_2 &= a_2 - b_2, \end{aligned} \quad (32)$$

де a_1 – відлік по чорній стороні задньої рейки;
 b_1 – відлік по чорній стороні передньої рейки;
 a_2 – відлік по червоній стороні задньої рейки;
 b_2 – відлік по червоній стороні передньої рейки.

Якщо $h_1 - h_2 \leq 5 \text{ мм}$, то обчислюють середнє перевищення за формулою

$$h_{cp} = (h_1 + h_2)/2. \quad (33)$$

Якщо $h_1 - h_2 > 5 \text{ мм}$, то нівелювання повторюють.

Такі дії виконують на кожній станції, а результати записують в журнал (табл. 7).

Після приїзду бригади нівелювання на базу дислокації приступають до перевірки результатів польових вимірювань.

Нівелірні ходи обов'язково спираються на ґрунтові репери, стінні марки і стінні репери, вони бувають зімкнуті і розімкнуті (рис. 27 і рис. 28). **Репер** – геодезичний знак, висота якого відома у вибраній системі висот. Марку і стінний репер закладають у стіни кам'яних будівель.

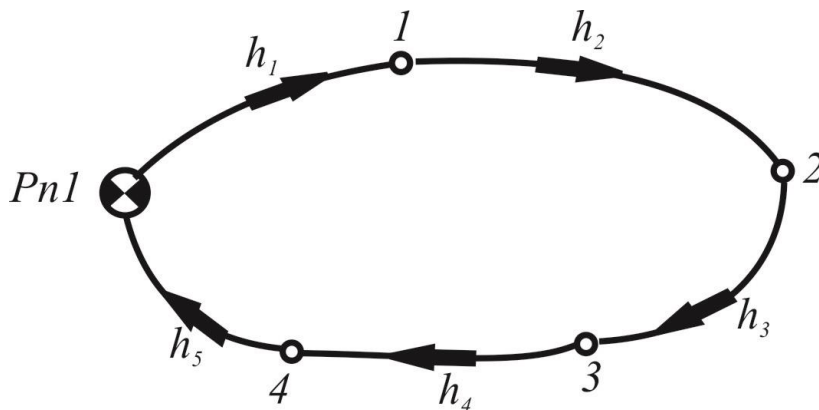


Рис. 27. Зімкнутий нівелірний хід

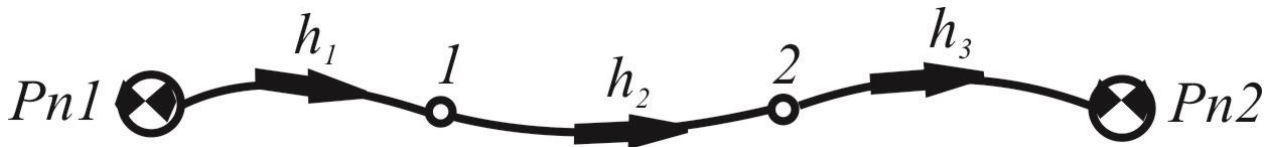


Рис. 28. Розімкнутий нівелірний хід

5.3. Методика камеральної обробки результатів технічного нівелювання

Урівнювання нівелірного ходу виконують у такій послідовності.

1) Знаходять суму виміряних перевищень за формулою

$$\Sigma h_{\text{вим}} = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n, \quad (34)$$

де $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ – перевищення між зв'язуючими точками.

2) Обчислюють теоретичну суму перевищень:

а) зімкнутого нівелірного ходу за формулою

$$\Sigma h_{\text{теор.}} = 0. \quad (35)$$

б) розімкнутого нівелірного ходу за формулою

$$\Sigma h_{\text{теор.}} = H_k - H_n, \quad (36)$$

де H_k і H_n – відомі висоти кінцевої та початкової точок нівелірного ходу;

3) Нев'язку в нівелірному ході обчислюють за формулою

$$f_h = \Sigma h_{\text{вир.}} - \Sigma h_{\text{теор.}} \quad (37)$$

4) Допустиму невязку в ході вираховують за формулою

$$\text{дон } f_h = 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (38)$$

де L - довжина нівелірного ходу в кілометрах.

Якщо $\text{дон } f_h \leq f_h$, то невязку f_h розподіляють порівно на всі перевищення станцій з оберненим знаком. Поправку слід округлити до цілих міліметрів. Наприклад: у нівелірному ході використано 11 станцій. Невязка дорівнює +13 мм, яку слід розподілити так: на 9 перевищень по (-1) мм, а на два перевищення по (-2) мм.

Контроль: сума поправок повинна дорівнювати невязці з протилежним знаком.

Висоти точок обчислюють послідовно, тобто

$$H_1 = H_n + h_1;$$

$$\begin{aligned} H_2 &= H_1 + h_2; \\ H_3 &= H_2 + h_3; \end{aligned} \quad (39)$$

.....

$$H_k = H_n + h_n;$$

де h_i - виправлене перевищення.

5.4. Приклад зрівнювання розімкнутого нівелірного ходу технічного нівелювання

Результати польових вимірювань розімкнутого нівелірного ходу (рис. 29) представлені в журналі технічного нівелювання (табл. 7).

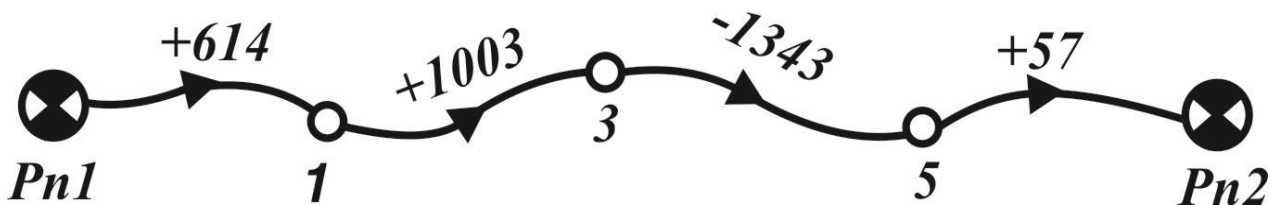


Рис. 29. Розімкнутий нівелірний хід

Приступають до зрівнювання вимірних результатів. Знаходять суму вимірних перевищень за формулою (34), теоретичну суму перевищень за формулою (35 або 36) і нев'язку перевищень за формулою (37). Нев'язка перевищень розраховується наступним чином: **від суми вимірних перевищень віднімають теоретичну суму перевищень, тобто за формулою (37).**

Якщо $f_h \leq \text{дор}f_h$, то нев'язку розподіляють на всі перевищення з оберненим знаком. Для цього знаходять поправки для кожного перевищення. Поправка дорівнює нев'язці, поділеній на кількість станцій (штативів). Контролем є те, що сума поправок дорівнює нев'язці з оберненим знаком.

У журналі технічного нівелювання розімкнутого ходу (табл. 7) наведені форма журналу і результати запису та обчислення польових вимірювань у технологічній послідовності

Нижче розглянемо декілька задач на конкретному прикладі зрівнювання ходів технічного нівелювання. Після урівнювання і кінцевого обчислення польових результатів нівелірний журнал має вид (табл. 8).

Журнал технічного нівелювання розімкнутого ходу

| № станції | № точок нівелювання | Відліки по рейці | | Обчислені і виправлені перевищення, мм | | | Горизонт приладу, м | Висоти точок, м |
|-----------|---------------------|------------------|----------|--|---------|------------|---------------------|-----------------|
| | | задній | передній | обчислені | середні | виправлені | | |
| 1 | Рп1 | 1109 | | +613 | | | | 145,456 |
| | | 5893 | 0496 | +615 | +614 | | | |
| | 1 | 4784 | 5278 | | | | | |
| | | | 4782 | | | | | |
| 2 | 1 | 1480 | | | +1003 | | | |
| | | 6262 | 0477 | +1003 | | | | |
| | 3 | 4782 | 5259 | +1003 | | | | |
| | | | 4782 | | | | | |
| 3 | 3 | 0446 | | -1342 | | | | |
| | | 5228 | 1788 | | -1343 | | | |
| | 5 | 4782 | 6572 | -1344 | | | | |
| | | | 4784 | | | | | |
| 4 | 5 | 0970 | | + 58 | | | | |
| | | 5751 | 0912 | | + 57 | | | |
| | Рп2 | 4781 | 5695 | + 56 | | | | 145,756 |
| | | | 4783 | | | | | |

Посторінковий контроль: $\sum Z=27139$; $\sum П=26477$; $2\sum h_{вим}=+662$; $\sum h_{вим}=+331$;

$2\sum h_{вим}=\sum Z - \sum П=27139-26477=+662$ мм

1. Сума обчислених перевищень $\sum h_{вим}=+331$ мм;

2. Теоретична сума перевищень $\sum h_{теор}=H_{Pn2}-H_{Pn1}=145,756-145,456=+300$ мм;

3. Нев'язка в нівелірному ході $f_h=\sum h_{вим}-\sum h_{теор}=+31$ мм;

4. Допустима невязка $доп f_h=50$ мм $\sqrt{L}=47$ мм.

Журнал технічного нівелювання розімкнутого ходу

| № станції | № точок нівелювання | Відліки по рейці | | Обчислені і виправлені перевищення, мм | | | Горизонт приладу, м | Висоти точок, м |
|-----------|---------------------|------------------|----------|--|---------|------------|---------------------|-----------------|
| | | задній | передній | вирахувані | середні | виправлені | | |
| 1 | Рп1 | 1109 | | | -7 | | 146,565 | 145,456 |
| | | 5893 | 0496 | +613 | +614 | +607 | | |
| | 1 | 4784 | 5278 | +615 | | | | 146,063 |
| | | | 4782 | | | | | |
| 2 | 1 | 1480 | | | -8 | | 147,543 | 146,063 |
| | | 6262 | 0477 | + 1003 | +1003 | + 995 | | |
| | 3 | 4782 | 5259 | + 1003 | | | | 147,058 |
| | | | 4782 | | | | | |
| 3 | 3 | 0446 | | | | | 147,504 | 147,058 |
| | | 5228 | 1788 | -1342 | -8 | | | |
| | 5 | 4782 | 6572 | | -1343 | -1351 | | 145,707 |
| | | | 4784 | -1344 | | | | |
| 4 | 5 | 0970 | | | | | 146,677 | 145,707 |
| | | 5751 | 0912 | + 58 | -8 | | | |
| | Рп2 | 4781 | 5695 | | + 57 | + 49 | | 145,756 |
| | | | 4783 | + 56 | | | | |

Посторінковий контроль: $\Sigma Z=27139$; $\Sigma П=26477$; $2\Sigma h_{вим}=+662$; $\Sigma h_{вим}=+331$ мм

1. Сума обчислених перевищень $2\Sigma h_{вим}=\Sigma Z - \Sigma П=+662$ мм
2. Теоретична сума перевищень $\Sigma h_{теор}=H_{Pn2} - H_{Pn1} = +300$ мм
3. Нев'язка в нівелірному ході $f_h=\Sigma h_{вим}-\Sigma h_{теор}= +31$ мм
4. Допустима невязка $\partial_{доп} f_h = 50\text{мм}\sqrt{L} = 47$ мм.

5.5. Приклад складання відомості висот точок зімкнутого нівелірного ходу технічного нівелювання

Маємо зімкнутий нівелірний хід, який опирається на репер $Pn1$, висота якого відома (рис. 30). Урівнювання зімкнутого нівелірного ходу виконують точно так, як і розімкнутого ходу.

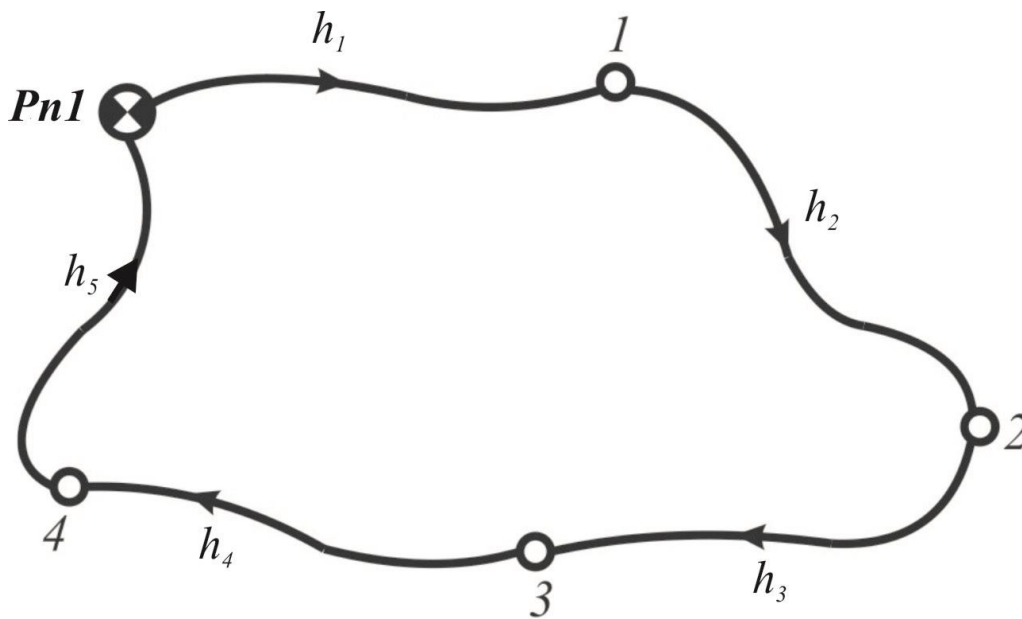


Рис. 30. Замкнутий нівелірний хід

Іноколи приходится складати відомість висот нівелірного ходу технічного нівелювання. Форма відомості приведена в табл. 9.

Відомість обчислення висот точок технічного нівелювання

| Номери точок | Виміряні перевищення, мм | К-сть штативів | Поправки, мм | Виправлені перевищення | Висоти точок, м |
|--------------|--------------------------|----------------|--------------|------------------------|-----------------|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> |
| <i>Pn1</i> | +2106 | 2 | -4 | +2102 | 68,020 |
| <i>1</i> | +1310 | 1 | -2 | +1308 | 70,122 |
| <i>2</i> | +101 | 1 | -2 | +99 | 71,430 |
| <i>3</i> | -1002 | 1 | -2 | 1004 | 71,529 |
| <i>4</i> | -2500 | 3 | -5 | 2505 | 70,525 |
| <i>Pn</i> | | | | | 68,020 |

$$\sum h_{вим} = +15 \quad n=8 \quad \sum v = -15 \quad \sum h_m = 0$$

При складанні відомості виписують наступні відомі дані: у першу колонку номери точок нівелірного ходу, у другу - сумарне перевищення між сусідніми точками ходу, у третю – кількість станцій (штативів) між сусідніми точками ходу, у четверту - обчислені поправки на сумарне перевищення між сусідніми точками хода, у п'яту – виправлене сумарне перевищення між сусідніми точками ходу, у шосту – обчислені висоти точок нівелірного ходу.

Контролем обчислень є повторне отримання висоти вихідного репера в кінці обчисленого ходу.

РОЗДІЛ 6

ТЕОДОЛІТНЕ ЗНІМАННЯ ОБ'ЄКТІВ І СИТУАЦІЇ

6.1. Теодолітне знімання місцевості

Теодолітне знімання є одним із методів горизонтального знімання місцевості. У результаті такого знімання отримують контурну карту (план) місцевості. Теодолітне знімання існуючих споруд і ситуації на місцевості виконується з точок планового геодезичного обґрунтування, та ліній між точками цього обґрунтування. Знімання ситуації (контурів і предметів) місцевості при теодолітному зніманні полягає у прив'язці, шляхом тих чи інших вимірювань, ситуації до сторін і точок планового геодезичного знімального обґрунтування.

При теодолітному зніманні ситуації, контурів і предметів використовують наступні способи: полярний, перпендикулярів, кутової засічки, лінійної засічки та створної засічки.

6.2. Полярний спосіб

Полярний спосіб знімання місцевості полягає в тому, що будь-які точки на місцевості визначаються полярними координатами, використовується він для знімання відкритих контурів і характерних точок місцевості. У полярній системі координат положення точки визначають відносно раніше прийнятої полярної осі. Один із її кінців називається полюсом системи. На рис. 31 за полюс прийнята точка 8, а за полярну вісь напрям 8-9. У результаті вимірювання відповідних елементів отримують полярні координати точки. Полярними координатами будь-якої точки є полярний кут φ і горизонтальне прокладення d до цієї точки.

Точка 8, над якою встановлюють теодоліт, називається *станцією*. Оскільки на станції приходиться вимірювати велику кількість горизонтальних кутів, то в цьому випадку доцільно орієнтувати лімб, тобто, нуль на лімбі слід розташовувати за напрямком 8-9 і у цьому положенні зафіксувати його закріпним гвинтом лімба горизонтального круга (рис. 31).

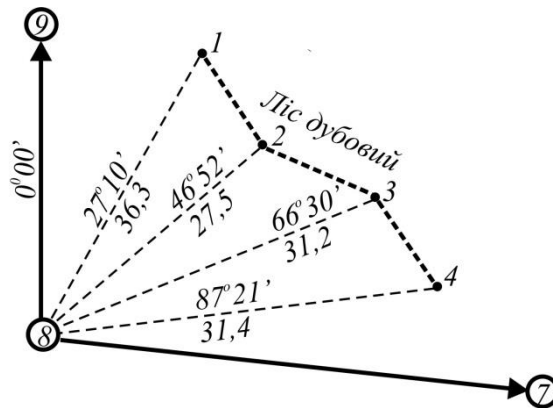


Рис. 31. Абрис способу полярних координат

Орієнтування теодоліта, встановленого над точкою 8, виконують у такій послідовності. Відкріплюють закріпний гвинт алідади горизонтального круга і встановлюють на ньому відлік $0^{\circ}00'$. Закріплюють закріпний гвинт алідади, відкріплюють закріпний гвинт лімба та наводять зорову трубу теодоліта на точку 9. Закріплюють закріпний гвинт лімба і відкріплюють закріпний гвинт алідади. З таким положенням горизонтального круга теодоліт називають орієнтованим на точку 9.

При орієнтованому теодоліті відліки, зняті з горизонтального круга на будь-яку точку місцевості, будуть відповідати полярним кутам φ_i між напрямом на точку 9 і відповідною точкою місцевості. Довжину радіуса-вектора вимірюють сталеву стрічкою або сталеву рулеткою. Якщо не вимагається технічна точність вимірів (при рекогностуванні, дрібномасштабному зніманні місцевості і т. інше), то використовують нитковий віддалемір теодоліта. При цьому довжини радіусів-векторів не повинні перевищувати величин, наведених у табл. 10.

Таблиця 10

Допустимі величини радіусів-векторів, м

| Масштаб знімання | Віддаль до контуру ситуації, при вимірюваннях, м | | | | | |
|------------------|--|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| | сталеву стрічкою | | нитковим віддалеміром | | оптичним віддалеміром | |
| | твердих | нетвердих | твердих | нетвердих | твердих | нетвердих |
| 1:500 | 120 | 150 | 40 | 50 | 80 | 120 |
| 1:1000 | 180 | 200 | 60 | 100 | 120 | 180 |
| 1:2000 | 250 | 300 | 100 | 120 | 180 | 250 |

6.3. Спосіб перпендикулярів

Спосіб перпендикулярів використовують при горизонтальному зніманні контурів, що розташовані вздовж сторін існуючого планового геодезичного обґрунтування (рис. 32).

У нашому випадку поблизу сторони d_{5-1} протікає річка Сож, яку потрібно зняти. Для цього в точці 5 встановлюють перпендикуляр до лінії 5-1 і заміряють віддаль сталевією стрічкою до берега річки. У нашому випадку вона дорівнює $14,9$ м, що показують на абрисі. Після цього на лінії d_{5-1} від точки 5 міряють віддаль до характерної точки повороту річки. У нашому випадку ця віддаль дорівнює 60 м. У цій точці встановлюють перпендикуляр і за ним міряють віддаль до річки, що дорівнює $7,3$ м і т. д. Результати вимірювань записують в абрис, який складають до початку вимірювань за формулювання взаємного розташування річки та сторони геодезичного обґрунтування, приведеного на рис. 32.

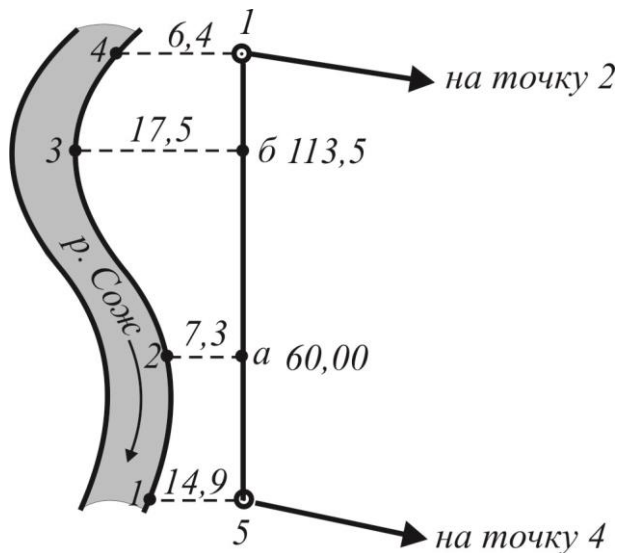


Рис. 32. Абрис знімання способом перпендикулярів

6.4. Спосіб кутової засічки

Спосіб кутової засічки (біполярних координат) застосовують в основному при зніманні точок споруд чи ситуації, якщо перешкоди заважають безпосередньому вимірюванню довжин ліній. (рис. 33). Цей спосіб використовують для знімання точок (окремих дерев, опор ліній електропередач, кутових ліній зв'язку, тощо), що розташовані на значній віддалі від сторін геодезичного обґрунтування.

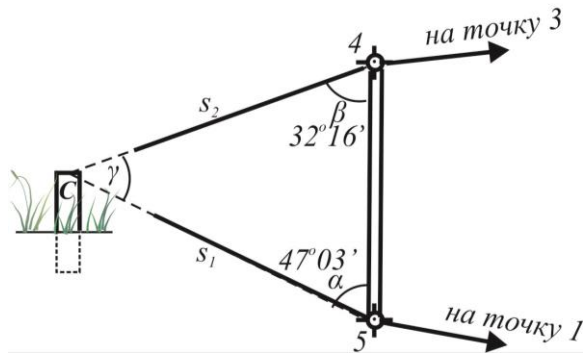


Рис. 33. Абрис знімання способом кутової засічки

Положення окремого дерева визначається шляхом вимірювання горизонтальних кутів α і β в точках відповідно 5 і 4 сторони d_{5-4} планового обґрунтування. Для рішення задач технічної точності кути вимірюють теодолітом 2Т30. Якщо потрібно надійно проконтролювати виміри, то вимірюють горизонтальний кут в точці С.

6.5. Спосіб лінійної засічки

Спосіб лінійної засічки використовують у тих випадках, коли точки споруд чи ситуації знаходяться поблизу точок та ліній планового геодезичного обґрунтування, тобто, віддалі не перевищують довжини мірного приладу (стрічки, рулетки) (рис.34).

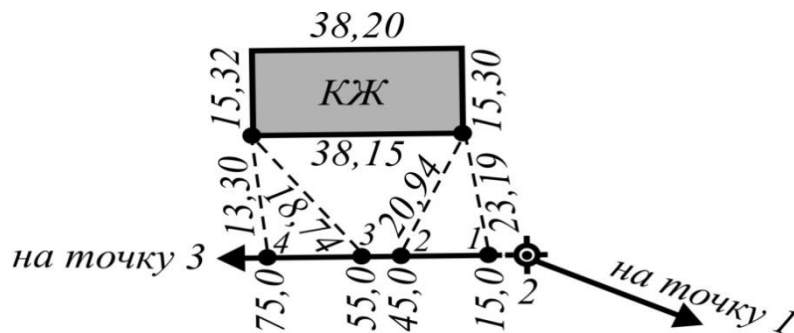


Рис. 34. Абрис знімання контуру будинку способом лінійної засічки

Для того щоб зафіксувати на місцевості ближній кут існуючої будівлі, потрібно відкласти віддаль d_{2-1} на стороні d_{2-3} . У нашому випадку ця віддаль дорівнює $15,0$ м. Фіксують її точкою і від неї заміряють віддаль до кута будівлі, що дорівнює $23,19$ м. Після цього від точки 1 на лінії d_{2-3} продовжують міряти і фіксують точку 2 на відстані 45 м. Фіксують точку і від неї міряють віддаль до того ж самого кута будівлі, що й у першому випадку. Ця віддаль дорівнює

20,94 м. Таким чином, кут будівлі надійно визначений і на плані його легко зафіксувати.

6.6. Спосіб створеної засічки

Таким способом отримують точки перетином двох променів теодолітів, встановлених у різних точках закріплених на місцевості, коли безпосереднє вимірювання до необхідної точки неможливе, або вимірювання віддалі по створу заданим теодолітом.

На місцевості існують точки A і B . Необхідно зняти на місцевості точку C , що знаходиться в створі лінії AB . Для цього вимірюють віддаль d від точки A до точки C (рис. 35).

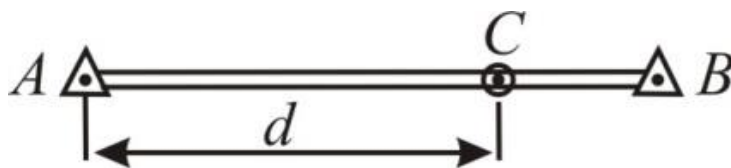


Рис. 35. Створна засічка

Встановлюють теодоліт у точці A наводять зорову трубу на точку B і за напрямом AB за допомогою сталеві стрічки вимірюють віддаль d до точки C .

Використовуючи вищенаведені способи знімання характерних точок і ситуації, отримаємо загальний абрис на територію місцевості, наведений на рис. 36.

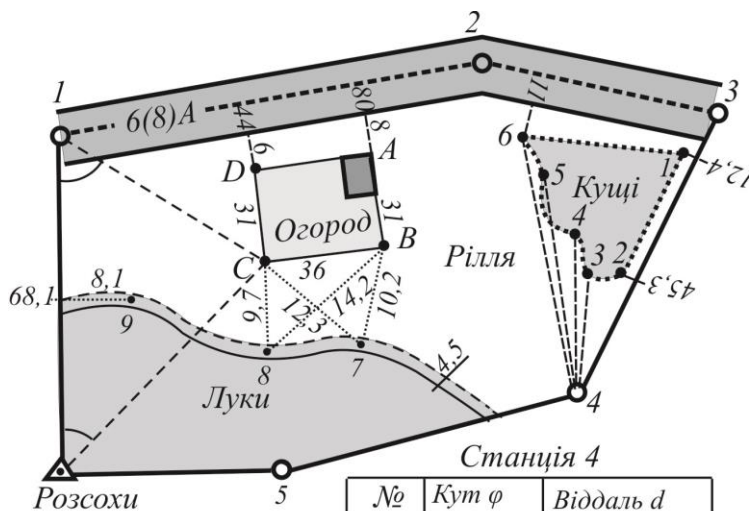


Рис. 36. Загальний абрис при застосуванні способів знімання

РОЗДІЛ 7

ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ МІСЦЕВОСТІ ТА СКЛАДАННЯ ПЛАНУ

7.1. Побудова горизонтального плану

План теодолітного знімання будують на основі абрису, складеного під час виконання польових робіт (рис. 31, 32, 33, 34, 35). В камеральних умовах при побудові горизонтального плану наносять характерні точки ситуації місцевості за допомогою вище перерахованих способів, та отримують загальний абрис (рис. 36). При побудові плану дотримуються наступної послідовності виконання робіт.

На креслярському аркуші паперу певного розміру, або планшеті на алюмінійовій основі будують сітку прямокутних координат. Сітка координат будується за встановленими стандартними розмірами квадратів 10×10 см. Побудову координатної сітки найкраще виконувати за допомогою спеціального приладу – координатографа, або шаблона. Шаблон представляє собою алюмінієвий лист розміром 60×60 см і товщиною 1 мм, на якому у вершинах квадратів 10×10 см просвердлені отвори діаметром 0,5 мм. Для користування таким шаблоном, достатньо його покласти на креслярський аркуш паперу, чи планшет і загостреним олівцем у кожній вершині квадрату намітити точку. Прибравши шаблон, проводять лінію за допомогою лінійки між нанесеними олівцем мітками. Часто для розмічування сітки квадратів користуються лінійкою Дробишева (рис. 37).

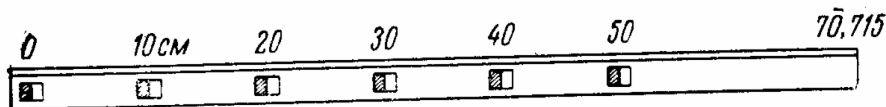


Рис. 37. Лінійка Дробишева

За допомогою цієї лінійки будують сітку дециметрових квадратів (5×5 або 3×4 квадратів). Скошені краї отворів лінійки мають різні форми: перший зліва отвір – пряму лінію, а в інших – дуги радіусів, послідовно 10, 20, 30, 40, 50 см, і кінець лінійки - 70,715 см. Цей кінцевий розмір відповідає довжині діагоналі квадрата розміром 50×50 см. Щоб побудувати сітку квадратів загальним розміром 50×50 см, лінійку кладуть на аркуш креслярського паперу або планшет так,

щоб в нижній частині вона була паралельна (на око) нижньому зрізу аркуша або планшета. Гостро заточеним олівцем в отворах по скошених краях проводять дуги на аркуші чи планшеті, за винятком початкового. У початковому отворі проти штриха, нанесеного на скошеному краю намічають точку A (рис. 38).

Після цього повертають лінійку наліво, приблизно на 90° , суміщають штрих початкового отвору з точкою A та проводять дуги в інших отворах, відповідно $6, 7, 8, 9$ і 10 .

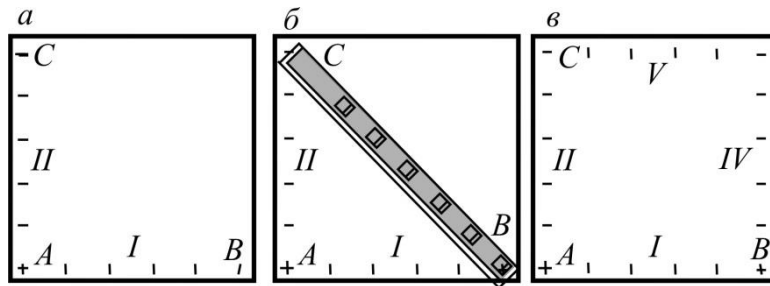


Рис. 38. Побудова сітки прямокутних координат

Знаходять середину дуги 10 і намічають точку B . Штрих початкового отвору суміщають з точкою B , а лінійку направляють вздовж діагоналі на другу точки 5 і вздовж скошеного краю кінця лінійки ($70,715$ см) прокреслюють дугу. Точку перетину дуг позначають C , у результаті отримують прямокутний трикутник ABC . Аналогічно отримують точку D . З'єднавши точки A, B, D, C лінією товщиною $0,1$ мм, отримують основний квадрат планшета. З'єднують протилежні дуги лініями товщиною $0,1$ мм і отримують сітку прямокутних координат.

Побудовану сітку прямокутних координат контролюють, виміряючи діагоналі кожного квадрату за допомогою вимірника. Розходження можливе в межах $0,3$ мм, порівнюючи з істинним розміром.

Координатну сітку підписують з чотирьох сторін, згідно з вибраним масштабом плану. Для планів масштабів $1:500, 1:1000, 1:2000$ і $1:5000$ координатну сітку підписують кратно числам в метрах чи кілометрах. Координатну сітку підписують в метрах для масштабів $1:500$ і $1:1000$, і в кілометрах для масштабів $1:2000$ і $1:5000$.

Розміри планшетів залежать від масштабу плану. Кожен планшет відповідного масштабу має свої розміри рамки і на ньому зображується певна площа земельної ділянки, що приведено в табл. 10.

Розміри рамок планшетів та їх площі

| Масштаби | Розміри, <i>см</i> | Площа земельної ділянки на планшеті | |
|----------|-----------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | <i>км²</i> | <i>га</i> |
| 1:5000 | 40 × 40 | 4 | 400,00 |
| 1:2000 | 50 × 50 | 1 | 100,00 |
| 1:1000 | 50 × 50 | 0,25 | 25,00 |
| 1:500 | 50 × 50 | 0,0625 | 6,25 |

У відповідному масштабі точки планового геодезичного обґрунтування за відомими прямокутними координатами наносять на план. На плані точку оформляють згідно з умовними знаками для відповідного масштабу. Зліва підписують номер або назву точки. Користуючись абрисом, складеним у польових умовах, на планшет наносять ситуацію, споруди, границі угідь і т. ін. Місцеві предмети і характерні точки контурів наносять у відповідності з результатами і способами знімання місцевості.

Точки, визначені полярними координатами, на план наносять графічним способом. Горизонтальні кути між орієнтирним напрямом і точкою місцевості відкладають за допомогою геодезичного транспортира з точністю $15'$, а горизонтальні прокладення між станцією і точкою місцевості відкладають за напрямом (станція і мітка відкладеного кута транспортиром) за допомогою вимірника і лінійки з поперечним масштабом з точністю $0,1$ мм масштабу плану. Точки, зняті способом перпендикулярів, наносять на план за допомогою вимірника і лінійки з поперечним масштабом. Оскільки способи знімання характерних точок місцевості поєднують кутові і лінійні вимірювання, то при побудові плану теодолітного знімання в основному використовують геодезичний транспортер на якому вигравіювана лінійка поперечного масштабу, і вимірник.

Після нанесення на план точок обґрунтування і ситуації приступають до його кінцевого оформлення. Всі підписи і цифри на плані розташовують горизонтально (рис. 39).

Зображення споруд та іншої ситуації викреслюють тільки до внутрішньої рамки планшету. Зарамочне оформлення планшету виконується згідно з існуючими умовними знаками і додатку взірця оформлення планшету, прикладеного до умовних знаків (Див. Розділ «Відомості з геодезії, математики і фізики»).

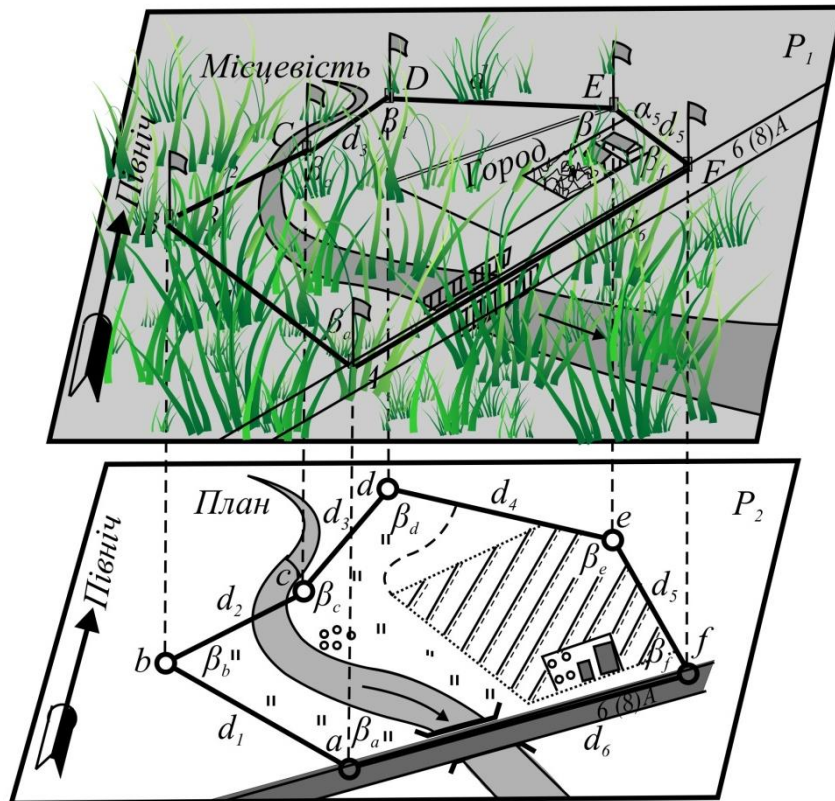


Рис. 39. Суть горизонтального знімання

7.2. Технологія виконання польових робіт при тахеометричному зніманні місцевості

Виконавець, перед виїздом у поле, повинен уявити чіткий технологічний процес виконання польових геодезичних робіт. Тахеометричний спосіб знімання місцевості є швидким і потребує великої уваги до його виконання. Безпосереднє знімання виконується з точок планового і висотного геодезичного обґрунтування.

При приїзді на місце призначення встановлюють теодоліт над будь-якою точкою згаданого обґрунтування (в нашому випадку над точкою 3) рис. 40, приводять його в робоче положення, вимірюють висоту теодоліта і орієнтують його. **Орієнтування теодоліта:** для цього суміщають нульовий штрих шкали мікроскопа з нульовим штрихом лімба та закріплюють закріпний гвинт алідади горизонтального круга. Відкріплюють закріпний гвинт лімба, і зорову трубу теодоліта наводять на точку 4 та закріплюють його. У цьому положенні вважають, що теодоліт орієнтований на точку 4 (рис. 40).

Для продовження роботи слід звільнити закріпний гвинт алідади, та виконати необхідні виміри. Наводять зорову трубу на рейку,

встановлену в характерній точці P рельєфу, та знімають відлік з горизонтального круга за допомогою шкалового мікроскопу з точністю до $10'$, який становить у нашому випадку $41^{\circ}50,0'$, та відлік вертикального круга з точністю до $1'$.

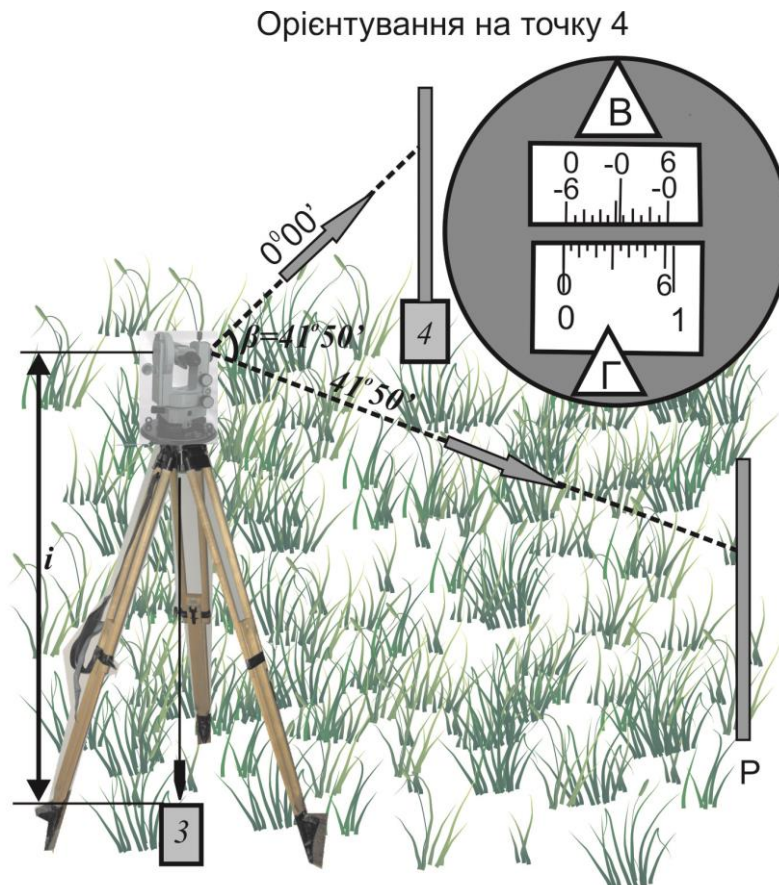


Рис. 40. Робота з теодолітом на станції 3

Нитковим віддалеміром вимірюють віддаль від станції 3 до рейкової точки P , яка становить $34,7$ м. Таким чином, у кожен характерну точку рельєфу встановлюють рейку на поверхню землі та виконують відповідні виміри, які заносять у тахеометричний журнал. Такі точки називаються рейковими (пикетами) і на місцевості їх не закріплюють.

Кінцеві результати на кожній станції обчислюють у камеральних умовах. Оскільки в польових умовах визначають нахилена віддаль від станції до рейкової точки, а при побудові топографічного плану користуються горизонтальним прокладенням, то таку віддаль обчислюють за формулою

$$d = D \cos^2 \nu, \quad (40)$$

де D – нахилена віддаль від станції до рейкової точки; ν – вертикальний кут нахилу віддалі D .

Перевищення між станцією і рейковою точкою обчислюють за формулою

$$h = \frac{1}{2} D \times \sin 2\nu + i - \nu, \quad (41)$$

де i – висота приладу; ν - висота наведення середньої нитки сітки ниток зорової труби.

Якщо користуватись горизонтальним прокладенням $d = D \cos^2 \nu$, то формула для вичислення перевищення буде

$$h = d \operatorname{tg} \nu + i - \nu \quad (42)$$

Висоту рейкової точки обчислюють за формулою:

$$H_p = H_c + h \quad (43)$$

Виконавець повинен провести інструктаж працівнику, який буде встановлювати рейку. Під час проведення інструктажу необхідно наголосити, що рейку слід встановлювати в характерних місцях рельєфу, а на рівнині і схилах з однаковим нахилом, рейку встановлюють на приблизній віддалі між сусідніми точками, щоб на плані вона становила 2 см. Окрім цього потрібно встановлювати рейку в характерних місцях границь угідь. Все це робиться для того, щоб вірно зобразити рельєф та ситуацію місцевості.

Згідно з існуючими інструкціями, при зніманні місцевості максимальні віддалі від станції до рейкових точок і між сусідніми пікетами не повинні перевищувати величин, наведених в табл. 11.

Таблиця 11

Максимальні віддалі при тахеометричному зніманні місцевості

| Масштаб знімання | Пере різ h , м | Між пікетами | Від приладу до рейки | |
|------------------|------------------|--------------|----------------------|-----------------|
| | | | рельєфу | чітких контурів |
| 1:5000 | 0,5 | 60 | 250 | 150 |
| | 1,0 | 80 | 300 | 150 |
| | 2,0 | 100 | 350 | 150 |
| | 5,0 | 120 | 350 | 150 |
| 1:2000 | 0,5 | 40 | 200 | 100 |
| | 1,0 | 50 | 250 | 100 |
| | 2,0 | 60 | 250 | 100 |
| 1:1000 | 0,5 | 20 | 150 | 80 |
| | 1,0 | 30 | 200 | 80 |
| 1:500 | 0,5 | 15 | 100 | 60 |
| | 1,0 | 20 | 150 | 60 |

Примітка. Віддаль від приладу до контурів з нечіткими границями допускається збільшувати в 1,5 рази.

7.3. Складання абрису

Під час знімання місцевості на кожній станції складають графічний документ, який називається **абрис** (рис. 41). Абрис – це схематичне креслення, яке складається від руки в довільному масштабі. На абрис наносять тахеометричну станцію, попередню і наступну станцію ходу, розташування всіх рейкових точок, та умовними знаками існуючі предмети, контури з відповідними написами (рілля, тощо) і рельєф місцевості.

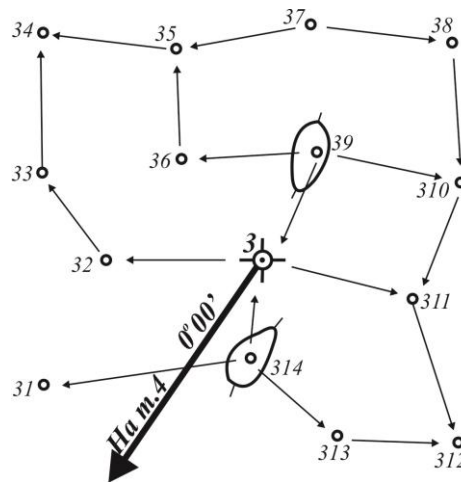


Рис. 41. Абрис на станції 3

Форми рельєфу на абрисі схематично показують відповідними горизонталями і стрілками напрям схилу (за якими можна інтерполювати горизонталі на плані), а штрихами основні скелетні лінії рельєфу (водорозділ і водозливи). Також показують назви населених пунктів, річок і водоймищ, ширину річок, доріг, тощо. Абрис є основним документом при створенні топографічного плану. Отримані результати записують в польовий тахеометричний журнал (табл. 12).

У першій колонці записують номер пікету, що складається з номера станції 3 та порядкового номера точки. Після закінчення польових робіт, на станції зорову трубу наводять на точку орієнтування теодоліту та записують контрольний відлік з ГК, який не повинен перевищувати $\pm 5'$ відліків знятих на початку орієнтування і при завершенні робіт. Нумерація пікетів на всіх станціях виконується в наростаючому порядку.

Журнал**Тахеометричного знімання місцевості**

Дата 22.08.2016 Станція 3. Орієнтування на 4. Спостерігач Куч В.А. $MO = -0^{\circ}02'$; $\nu = Л-МО$; $H_3 = 171,22$ м; відліки з ВК записувач Вовколан М.П. при КЛ; $i = 1,12$ м; Масштаб знімання 1:1000.

| №№ точок | Віддаль | | Відліки | | α | $h, м$ | Висоти $H, м$ |
|-------------|---------|-------|---------|---------|------------|--------|------------------|
| | D | d | $ГК$ | $К(КЛ)$ | | | |
| 31 | 65,00 | 65,00 | 13°33' | -0°52' | - 0°50' | -0,94 | 172,50 |
| 32 | 34,70 | 34,6 | 41 50 | -1 29 | -1 27 | -0,88 | 172,56 |
| 33 | 64,00 | 64,00 | 64 00 | -1 19 | -1 17 | -1,44 | 172,00 |
| 34 | 83,50 | 83,50 | 81 10 | -1 10 | -1 08 | -1,66 | 171,78 |
| 35 | 65,00 | 65,00 | 94 00 | -1 05 | -1 03 | -1,19 | 172,25 |
| 36 | 36,10 | 36,10 | 94 00 | -1 00 | -0 58 | -0,61 | 172,83 |
| 37 | 60,00 | 60,00 | 122 10 | -0 46 | -0 44 | -0,76 | 172,68 |
| 38 | 60,00 | 60,00 | 150 10 | -0 04 | -0 02 | -0,04 | 173,40 |
| 39 | 26,00 | 26,00 | 150 00 | +0 28 | +0 30 | +0,23 | 173,67 |
| 310 | 44,50 | 44,50 | 191 10 | -0 56 | -0 54 | -0,70 | 172,74 |
| 311 | 38,00 | 38,00 | 222 30 | -1 31 | -1 29 | -0,98 | 172,46 |
| 312 | 48,56 | 48,50 | 254 30 | -2 04 | -2 02 | -1,72 | 171,72 |
| 313 | 33,50 | 33,50 | 290 40 | -1 09 | -1 07 | -0,63 | 172,81 |
| 314 | 28,00 | 28,00 | 335 00 | +0 18 | +0 20 | +0,16 | 173,60 |

Після того, як виконали обчислення в тахеометричному журналі, приступають до побудови топографічного плану.

7.4. Побудова топографічного плану

Побудову топографічного плану на креслярському папері починають з того, що за допомогою лінійки Дробишева або шаблону, наносять сітку прямокутних координат (рис. 42).

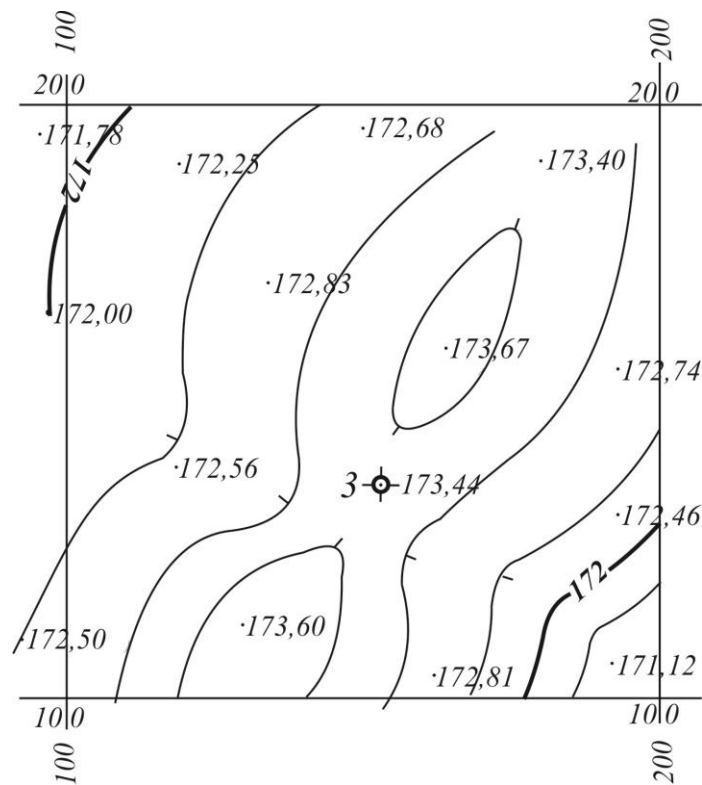
У залежності від масштабу плану, сітку підписують: для масштабів 1:500 і 1:1000 в метрах і кратними відповідно 50 і 100 м, а для масштабів 1:2000 і 1:5000 в кілометрах і кратними відповідно 0,2 і 0,5 км. Наносять на план точки планового і висотного геодезичного обґрунтування за їх відомими прямокутними координатами. Точки на плані зображують умовними знаками. Ліворуч від точки підписують її номер або назву, а праворуч – її висоту. Висоту підписують до двох знаків після коми.

Рейкові точки (пикети) наносять на план за їх полярними координатами (горизонтальний кут і віддаль), за допомогою

геодезичного транспортира і лінійки з поперечним масштабом.

1:1000

Суцільні горизонталі проведені через 0,5 метра



План

Склад ст. І к.
гр. ІІ-зм
Савчук М.А.

Рис. 42. Топографічний план місцевості

Місце нанесеної точки на плані фіксують уколом голки вимірника, та в цій точці гострим кінчиком олівця наносять його слід, для того, щоб швидко можна було її віднайти на плані. Нумери точок не підписують, а праворуч від неї пишуть її висоту, з точністю до двох знаків після коми.

Після того, як нанесені на план рейкові точки, за ними наносять границі угідь, умовними знаками викреслюють всю територію відповідного угіддя. Тобто, вся існуюча ситуація наноситься відповідними умовними знаками. Завершальним моментом побудови плану є викреслення форм рельєфу проведенням горизонталей. Якщо будують плани в будь-якому масштабі з перерізом рельєфу через 0,5 і 2,5 м, то кожену четверту горизонталь проводять потовщеною лінією, коли плани складають з перерізом рельєфу через 1, 2, і 5 м, то кожену п'яту горизонталь.

Внизу під планом посередині підписують числовий масштаб, наприклад «**1:1000**», а нижче пишуть посередині під числовим масштабом «**Суцільні горизонталі проведені через 0,5 метра**». У правому куті плану пишуть прізвище та ініціали виконавця.

Складений топографічний план за матеріалами тахеометричного знімання детально корегують. Краще виконувати польове корегування – окомірне співставлення плану з місцевістю; при цьому доцільно, для визначення якості плану, виконати рулеткою ряд контрольних промірів і безпосередньо тахеометром визначити деяке число рейкових точок.

Звіт кожного завдання складають на аркушах паперу формату А-5 та підшивають. Звіт починається з титульного аркуша. Другим аркушем починається зміст завдання.

Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет садівництва

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

З В І Т
навчальної практики з топографії
Завдання №1

Бригада № 2, гр.

| Керівник практики | № з/п | Прізвища і ініціали | Бали |
|---------------------------------|-------|---------------------|------|
| | бр.1 | | |
| (наукова ступінь, звання) | 2 | | |
| | 3. | | |
| (прізвище, ім'я та по батькові) | 4 | | |
| | 5 | | |

м. Умань 20__ р.

З м і с т

| | |
|--|--|
| Вступ..... | |
| 1. Загальні відомості..... | |
| 2. Схеми точок теодолітних ходів планового геодезичного обґрунтування..... | |
| 3. Журнал вимірювання віддалі між точками в теодолітному ході..... | |
| 4. Журнал вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів..... | |
| 5. Визначення початкового дирекційного кута напрямку..... | |
| 6. Рішення оберненої геодезичної задачі | |
| 7. Вимірювання магнітного азимута..... | |
| 8. Відомості обчислення прямокутних координат точок теодолітного ходу..... | |
| 9. Схема висотного обґрунтування..... | |
| 10. Журнал технічного нівелювання за віссю лінійної споруди..... | |
| 11. Відомість висот точок висотного обґрунтування..... | |
| 12. Абриси способів горизонтального знімання ситуації..... | |
| 13. Журнал тахеометричного знімання місцевості..... | |
| 14. Топографічний план місцевості..... | |
| | |
| | |

РОЗДІЛ 8

СКЛАДАННЯ ТОПОГРАФІЧНОГО ПЛАНУ ЗА МАТЕРІАЛАМИ НІВЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ ЗА КВАДРАТАМИ

ЗАВДАННЯ 2

СКЛАДАННЯ ПРОЕКТУ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ НАХИЛЕНОЇ ДІЛЯНКИ

Загальні положення

Нівелювання поверхні за квадратами на місцевості виконується з метою отримання великомасштабного топографічного плану ділянки місцевості. При зніманні слабо вираженого рельєфу необхідно дотримуватися високої точності його зображення. Така точність досягається нівелюванням поверхні за квадратами геометричним нівелюванням технічної точності.

Перед тим, як розпочати роботи з нівелювання поверхні технічної точності, будують планове і висотне геодезичне обґрунтування будь-яким відомим способом. Безпосереднє знімання земної поверхні виконують наступними способами: нівелювання за квадратами, нівелювання за паралельними лініями і нівелювання полігонів. Після закінчення польових робіт приступають до камеральних робіт: у результаті обчислюють висоти точок за вимірами, отриманими в польових умовах. Отримані точки за відомими вихідними даними наносять у масштабі на план. За обчисленими висотами точок виконують інтерполювання та проводять горизонталі, які характеризують рельєф місцевості.

Нівелювання поверхні, як правило, виконують на будівельних майданчиках майбутніх промислових споруд, міст, аеродромів, при проектуванні осушувальних і зрошувальних систем.

Передбачається побудувати топографічний план у масштабі 1:500 з перерізом рельєфу через 0,5 метра способом нівелювання поверхні за квадратами. Розробити проект вертикального планування нахиленої земельної ділянки, площа якої становить 2 га. На побудову плану і розробку проекту відводиться чотири днів (4 днів).

Порядок послідовності виконання робіт приведений в наступних нижче параграфах.

8.1. Рекогностування місцевості та закріплення точок ділянки

Виїжджають у поле та вибирають ділянку площею 2 га місцевості, на якій будуть проектувати нахилену площину. Ділянка може мати наступні розміри: $100 \times 200 \text{ м} = 2 \text{ га}$; $120 \times 160 \text{ м} = 1,92 \text{ га}$; або $140 \times 140 \text{ м} = 1,96 \text{ га}$. На рис. 43 вибрана ділянка для нівелювання за квадратами.



Рис. 43. Схема розмічування ділянки

При детальному огляді ділянки на око намічають місця точок її закріплення на місцевості. У подальшому вибирають напрям однієї лінії, як правило самої довшої. У нашому випадку вибрана лінія CD . Закріплюють точку C та від неї відміряють необхідну віддаль і закріплюють

точку D дерев'яним кілочком. У точці C встановлюють теодоліт і від лінії CD відкладають горизонтальний кут рівний 90° та відміряють горизонтальне прокладення d_{CB} і закріплюють точку B . Переставляють теодоліт у точку D і візують зорову трубу на точку C та відкладають горизонтальний кут 90° . За напрямом зорової труби відміряють необхідну віддаль d_{DA} та закріплюють точку A . Закріплення ділянки на місцевості повинно виконуватись з точністю ± 10 см. Вище наведена технологія закріплення повністю відповідає вимогам. Точки ділянки A , B , C , D у плановому і висотному положенні прив'язують до пунктів старших класів.

8.2. Складання схеми теодолітного ходу планового геодезичного обґрунтування

Теодолітний хід, який прокладають за точками закріплення земельної ділянки, прив'язують до точок планового геодезичного обґрунтування створеного в розділі 4. Ходи можуть бути зімкнутими або розімкнутими. Виконання польових робіт і обчислення прямокутних координат виконують за методикою, розглянутою в розділі 4. Нами прийнята схема розімкнутого теодолітного ходу і представлена (рис. 44).

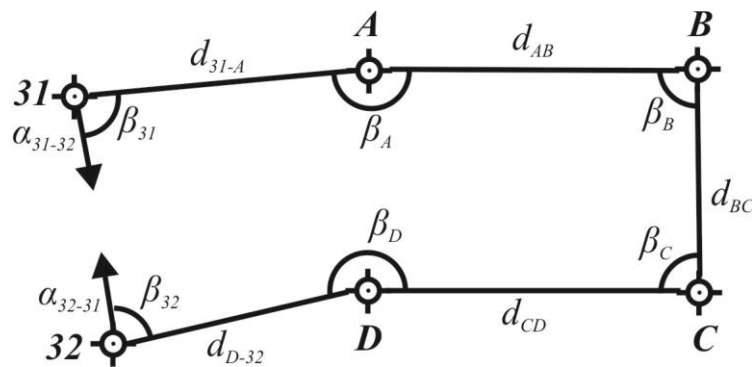


Рис. 44. Схема прив'язки розімкнутого теодолітного ходу

Вимірювання довжин між точками, горизонтальних і вертикальних кутів, зрівнювання і обчислювання прямокутних координат точок та складання каталогу прямокутних координат точок земельної ділянки виконується за методикою, наведеною у розділі 4.

8.3. Побудова сітки прямокутних координат

На креслярському аркуші паперу викреслюють горизонтальну лінію товщиною $0,2$ мм та намічають на ній точку O (рис. 45).

За правилами законів геометрії опускають на цю точку перпендикуляр, який фіксують лінією товщиною $0,2$ мм. Від цих ліній за допомогою лінійки поперечного масштабу і вимірника відкладають довжини рівні 10 см, та фіксують загостреним кінчиком олівця точки, через які проводять лінії координатної сітки.

Для топографічних планів масштабів $1:500$ і $1:1000$ сітку прямокутних координат підписують у метрах та підписані цифри розташовують згідно з існуючими умовними знаками, так як наведено на рис. 45.

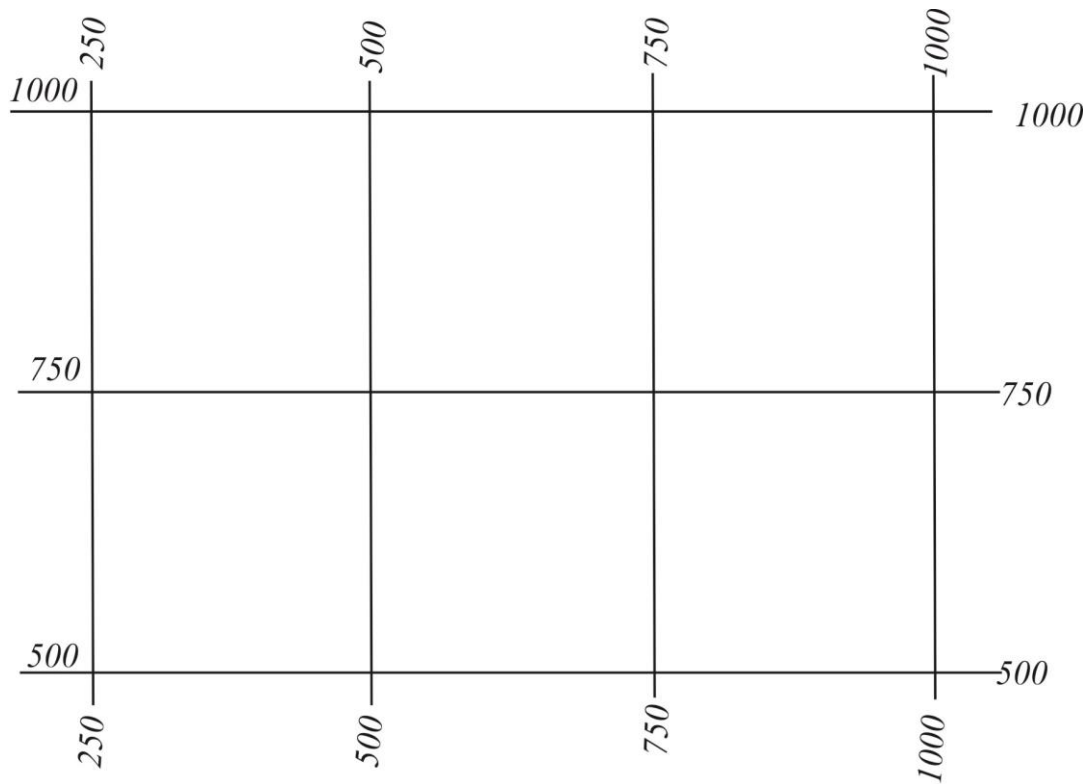


Рис. 45. Взірець сітки прямокутних координат

Побудову сітки контролюють шляхом вимірювання вимірником діагоналі квадрату. Встановлений розхил вимірника прикладають до другої діагоналі. Якщо різниця вимірів не перевищує $0,3$ мм, то сітка задовольняє вимогам. В інших випадках побудову сітки переробляють.

8.4. Складання схеми точок висотного геодезичного обґрунтування

Оскільки точки висотного обґрунтування співпадають з точками планового геодезичного обґрунтування, то схема має вигляд наведений на рис. 46.

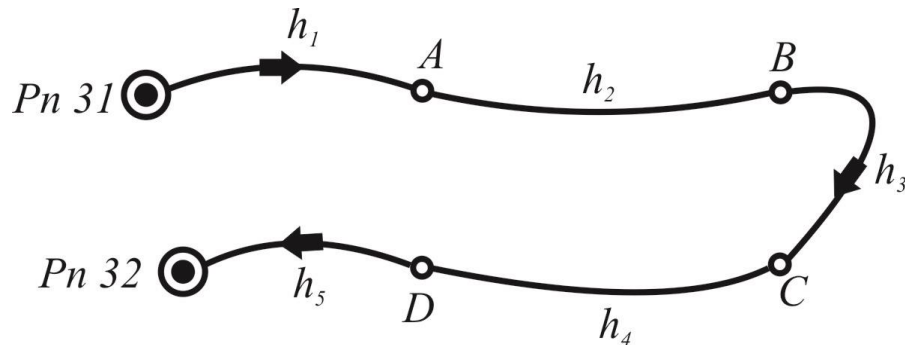


Рис. 46. Схема технічного нівелювання точок висотного обґрунтування

Виконання технічного нівелювання, урівнювання і обчислення висот, та складання каталогу висот точок висотного геодезичного обґрунтування виконують, так як у розділі 4.

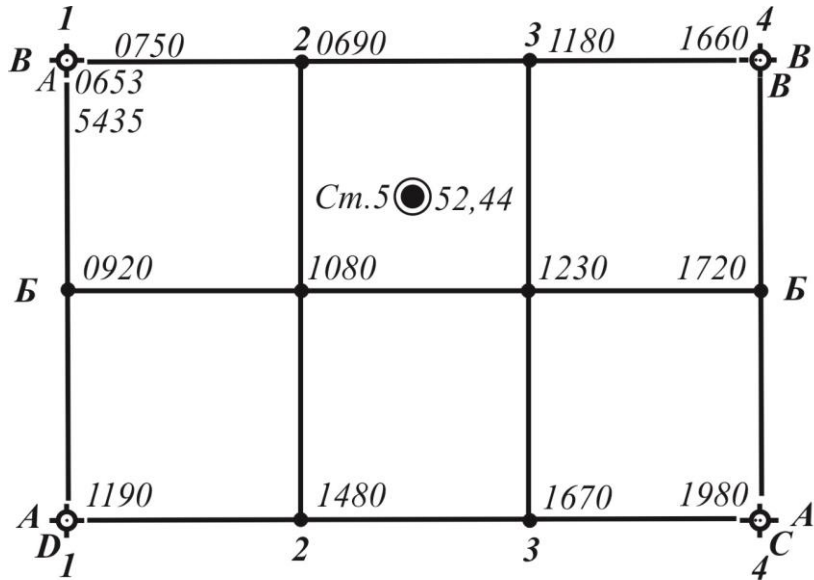
8.5. Розмічування сітки квадратів зі сторонами 20×20 м земельної ділянки

Нівелювання поверхні на сьогоднішній день є самим точним методом отримання топографічного плану у висотному положенні на відкритій місцевості із слабо вираженим рельєфом. На місцевості будують мережу квадратів, довжини сторін яких приймає виконавець особисто з метою забезпечення технічної точності. Щоб отримати топографічний план необхідної точності, довжини сторін приймають відповідно 10, 20, 40 і 50 м. У кожній вершині квадрата забивають дерев'яний кілочок врівень із землею. Поряд з цим кілочком забивають другий кілочок, що виступає над поверхнею землі на 15-20 см, на ньому пишуть номер точки Його називають сторожком.

Сітку квадратів будують на території квадрату $ABCD$ за допомогою стальної стрічки і віх, за якими провішують напрям.

8.6. Технічне нівелювання вершин квадратів та обчислення їх висот

Для прикладу розглянемо земельну ділянку, на якій потрібно запроектувати нахилену ділянку проектними горизонталями. Ділянка закріплена точками $ABCD$ і наведена на рис. 47.



*Журнал-схему
побудував ст. І
гр. ІІ-ЗМ Білюк*

Рис. 47. Журнал-схема нівелювання поверхні

На аркуші креслярського паперу викреслюємо «Журнал-схему нівелювання поверхні за квадратами». Число квадратів повинно відповідати числу квадратів закріплених на місцевості.

Встановлюємо нівелір так, щоб було видно рейку в будь-якій вершині квадрату та приводимо його в робоче положення. Рейку встановлюють на верх точки, висота якої відома і знімають відліки з чорної та червоної сторін. У нашому випадку відповідні відліки 0653 і 5435. Цей процес називають прив'язкою нівеліра до точки з відомою висотою.

Після цього приступають до нівелювання поверхні за квадратами. По черзі встановлюють рейку в кожній вершині квадрату на землю, та знімають відлік з чорної сторони з точністю до цілих сантиметрів. Зняті відліки записують у журнал-схему. Якщо на місцевості існують об'єкти, контури ситуації та характерні місця зміни рельєфу місцевості, то такі визначні точки теж нівелюють.

По закінченню нівелювання приступають до обчислення висот точок вершин квадратів та характерних точок рельєфу місцевості. Висоти вершин квадратів і характерних точок рельєфу обчислюють через горизонт приладу (*ГП - висота візирного променя нівеліра*) (рис. 48).

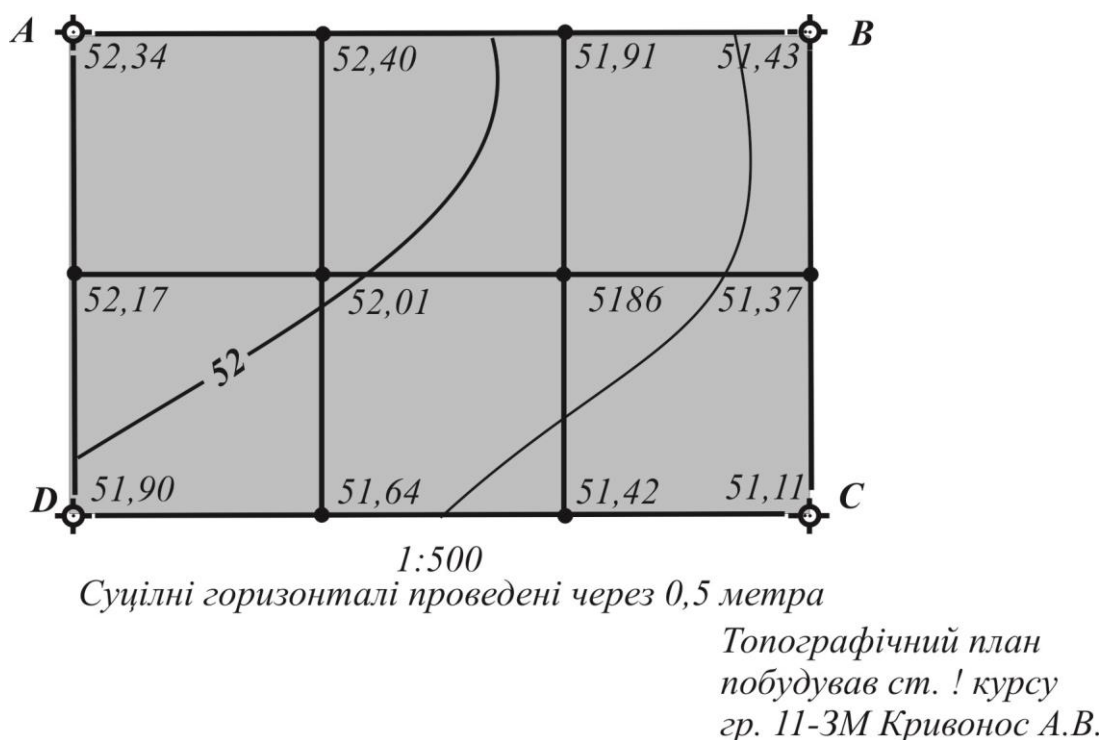


Рис. 48. Топографічний план земельної ділянки

Горизонт приладу обчислюють за формулою

$$ГП = H_{A1} + a, \quad (44)$$

де a – відлік з чорної сторони рейки, встановленої в точці $A1$. Висоти вершин квадратів і характерних точок рельєфу обчислюють за формулою

$$H_i = ГП - b_i, \quad (45)$$

де b_i - відлік з рейки, коли вона встановлена на землю у вершині квадрата чи характерній точці рельєфу. Обчислені висоти вершин квадратів та характерних точок рельєфу місцевості розташовують на креслярському папері згідно з існуючими правилами.

РОЗДІЛ 9

ПРОЕКТУВАННЯ НАХИЛЕНОЇ ДІЛЯНКИ

9.1. Існуючі методи вертикального проектування земельної ділянки

Існує три основних методи складання проектів вертикального планування: проектних висот, поздовжніх і поперечних профілів, проектних горизонталей.

Метод проектних висот застосовують при розробці схеми вертикального планування території у висотному положенні. Проектні висоти і нанесені ухили характеризують плановий рельєф і визначають організацію поверхневого стоку дощових і талих вод (рис. 49).

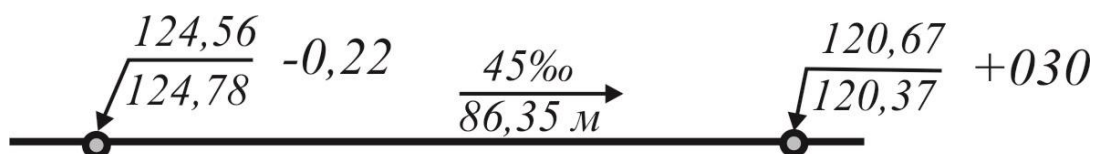


Рис. 49. Спосіб проектних висот

Біля кожної точки підписують висоти: у чисельнику проектні висоти, у знаменнику висоти поверхні землі. У нашому випадку 124,56 - проектна висота, 124,78 – висота поверхні землі, -0,22 робоча висота. Знак робочої висоти означає, що потрібно зробити: зрізати ґрунт при "-" і підсипати при "+" у цій точці. На середині лінії вказують напрям пониження місцевості. У чисельнику записують промілі - 45‰, а у знаменнику віддаль – 86,35 м між точками.

У схемі вертикального планування проектні висоти наносять по осях вулиць і доріг у точках їх перетину, а також у місцях позначених переломів (зміни ухилів) поздовжніх профілів. Визначають проектні висоти на перетині вулиць, перетині доріг, біля штучних споруд, у місцях підсипання або зрізання ґрунту.

Метод поздовжніх і поперечних профілів застосовують, головним чином, при проектуванні лінійних споруд: залізних доріг, трамвайних шляхів, підземних мереж, тощо. (рис. 50).

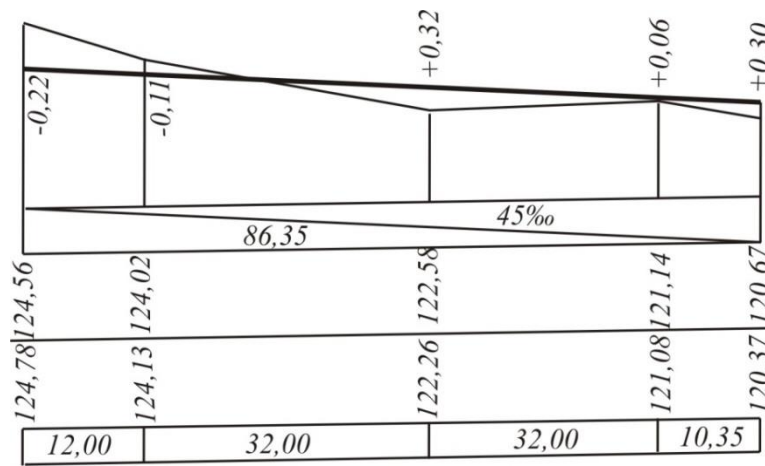


Рис. 50. Складання профілю за напрямом

Система проектних профілів дає достатньо повне уявлення про намічені проектні рішення і можливість точного здійснення їх у натурі.

Профілі представляють умовні розрізи існуючої і проектної поверхні. Умовність полягає у наступному:

1. Передбачається, що між точками з відомими висотами рельєф виражається прямолінійною ділянкою.

2. Для більш наглядного зображення рельєфу масштаби розрізів спотворюються.

Для поздовжніх профілів спотворення у більшості випадків приймають як 1:10, тобто вертикальний масштаб у 10 раз більший за горизонтальний.

Метод проектних горизонталей вигідно відрізняється від методу профілів більшою наочністю, ясністю сполучення проектного рельєфу із розміщенням споруд, можливістю охопту всієї проектної території (рис. 51). Завдяки цьому метод проектних горизонталей отримав переважне поширення при розробці проектів вертикального планування площин мікрорайонів, зелених масивів, тощо. Суть цього методу полягає в тому, що на топографічний план місцевості наносять горизонталі, що відображають проектний рельєф місцевості.

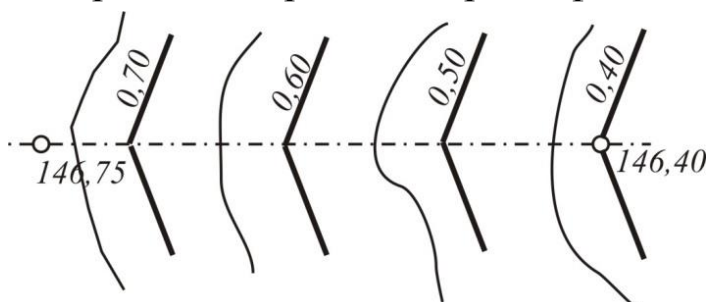


Рис. 51. Метод проектних горизонталей

9.2. Складання проекту кварталу

При розробці проектів вертикального планування кварталів вирішують наступні питання:

1. Відведення поверхневих вод з території на проїзди.
2. Отримання зручних підходів і під'їздів до запроектованих будівель.
3. Економічне розташування ґрунту, добутого із котлованів при будівництві споруд і при вертикальному плануванні ділянки.
4. Забезпечення вимог технологічних процесів при використанні проектною територією.

Під час проектування нахиленої ділянки звертають велику увагу на висоти закріплених її точок. Для рішення поставлених задач проектування спочатку призначають проектні висоти в цих точках. Призначення проектних точок виконують на основі отриманих результатів під час проведення всебічного аналізу, з метою отримання вище перерахованих питань.

За проектними висотами і віддальми між сусідніми точками обчислюють проектні ухили за формулою

$$i = \frac{H_k - H_n}{d}, \quad (46)$$

де H_k і H_n – проектні висоти кінцевої і початкової точок; d – віддаль між сусідніми точками.

У результаті проектування нахиленої площини обґрунтовують її поздовжній i_x і поперечний i_y ухили та висоту H_0 вихідної точки. Проектну висоту будь-якої вершини квадрата, розташованої на віддаль d_x і d_y від вихідної точки, обчислюють за формулою

$$H_{np} = H_0 + i_x d_x + i_y d_y. \quad (47)$$

Приклад. Щоб обчислити проектну висоту вершини квадрату H_{b4} , потрібно використати формулу (47), тобто, $H_{b4} = H_0 + 40i_x + 60i_y$, оскільки сторони квадрату дорівнюють 20 м (рис. 52). Таким чином обчислюють проектні висоти в кожній вершині квадрату.

Для більшої оглядності проекту, доцільно проектувати нахилену земельну ділянку горизонталями з перерізом проектного рельєфу через 0,1 м на рівнинній місцевості і 0,5 метра на пересічній місцевості. За відомими проектними висотами точок закріплення

кварталу і віддальми між ними обчислюють проектні ухили за формулою (47).

Проект, виконаний проектними горизонталями земельної ділянки, представлений на рисунку 53.

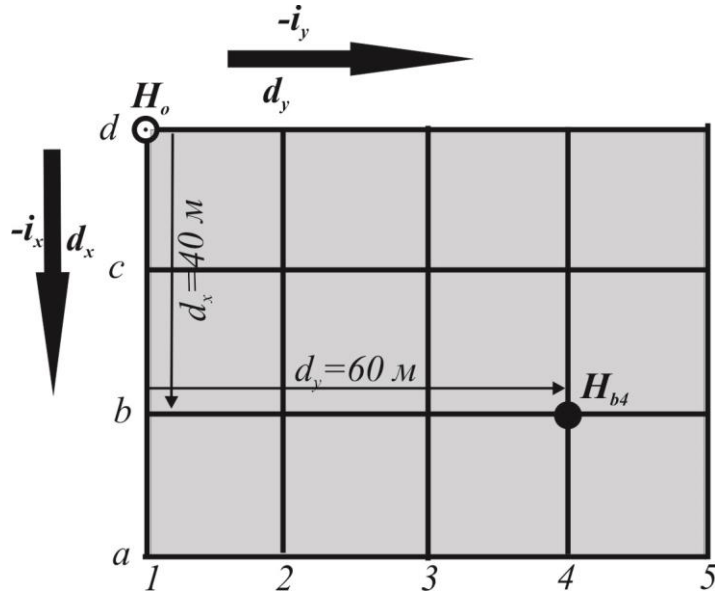


Рис. 52. Нахилена земельна ділянка

Проектна горизонталь – це пряма лінія, що з'єднує точки з однаковими висотами. Нами прийняте рішення, що проектні горизонталі будемо проводити через 0,1 метра. Проектування починають від точки, проектна висота якої відома. У нашому випадку така висота відома точки *A* і становить 52,55 м. (рис. 53). Нижче цієї точки повинна пройти горизонталь з висотою 52,50 м, тобто нижче по висоті на 0,05 м. Для цього потрібно обчислити віддаль на плані від точки *A* до горизонталі 52,50 м за формулою

$$d_2 = \frac{0,05}{iM} = \frac{0,05}{0,0175 \times 500} = 0,0057 \text{ м},$$

Цю віддаль виражають у міліметрах, що дорівнює $5,7$ мм і в масштабі відкладають на плані від точки A за напрямом AD , та отримують точку a . Розраховують віддаль від точки A до горизонталі $52,50$ м за напрямом AB , за формулою

$$d_2 = \frac{0,05}{iM} = \frac{0,05}{0,02 \times 500} = 0,005 \text{ м},$$

що в міліметрах становить 5 мм. Відкладають 5 мм у масштабі на плані і отримують точку b . Точки a і b з'єднують суцільною лінією, що буде проектною горизонталлю з висотою $52,50$ м. У подальшому потрібно провести проектні горизонталі з перерізом рельєфу через $0,1$ метра.

Для цього обчислюють віддаль між горизонталями на плані за формулою

$$d_2 = \frac{h}{iM} = \frac{0,1}{0,0175 \times 500} = 0,0114 \text{ м}. \quad (48)$$

Виражаємо в міліметрах, що становить $11,4$ мм.

Зазначену величину відкладають від точки a за напрямом AD , та отримують точку f .

Обчислюють віддаль від точки b до горизонталі $52,40$ м за напрямом AB , використовуючи формулу

$$d_2 = \frac{h}{iM} = \frac{0,1}{0,02 \times 500} = 0,0100 \text{ м}. \quad (49)$$

Ця віддаль у міліметрах буде становити 10 мм, яку відкладають від точки b , та отримують точку k . Сполучають точки f і k суцільною лінією та отримують проектну горизонталь з висотою $52,40$ м. Оскільки переріз рельєфу в подальшому постійний і дорівнює $0,1$ м, то віддалі між горизонталями, що обчислені за формулами (48) і (49), будуть теж постійними.

Якщо ці віддалі відкласти і за отриманими точками провести суцільні лінії, то ми отримаємо систему проектних горизонталей, що покривають усю територію кварталу. Кожна п'ята горизонталь і кратна $0,5$ метра, проводять потовщеною і підписують повністю її висоту $52,00$ м. Всі інші горизонталі підписують тільки з десятими і сотими метра, тобто $10, 20, 30, 40, 52,00$ м, $90, 80, 70, 60, 51, 50$ м.

Контролем проведення проектних горизонталей є співпадання проектної висоти, обчисленої у вершині квадрату за формулою (47), з визначеною висотою за проектними горизонталями.

Коли відомі висоти поверхні землі і проектні висоти у вершинах квадратів, то обчислюють робочі висоти за формулою

$$h_{\text{поб}} = H_o - H_3, \quad (50)$$

де H_o – проектна висота вершини квадрату; H_3 – висота поверхні землі у вершині квадрату (рис. 53).

На основі створення такого проекту необхідно обчислити об'єми земляних робіт, щоб у подальшому скласти кошторис вартості робіт і залучити відповідні механізми, для його розробки і планування. Для цього складають картограму земляних робіт.

9.3. Побудова лінії нульових робіт

Оскільки на проекті вказані робочі висоти у кожній вершині квадрату, то за цими даними і відомою стороною квадрату можна провести лінію нульових робіт. Для того, щоб провести таку лінію, необхідно знати віддаль від вершини квадрату до лінії нульових робіт. Щоб побудувати картограму земляних робіт, необхідно на кресленні нанести лінію нульових робіт. Для цього на сторонах квадратів з робочими висотами, що мають різні знаки «+» і «-» (де насип переходить у виїмку), знаходять місця точок нульових робіт. Це місце, де не потрібно знімати або насипати ґрунт. Місце розташування точки нульових робіт визначають, відклавши віддаль від вершини квадрату до неї.

Таку віддаль розраховують за формулою:

$$d_x = a \times \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|}, \quad (51)$$

де a – довжина сторони квадрату; h_1 і h_2 – робочі висоти із знаками, відповідно «+» і «-», у формулу підставляють по модулю (рис. 54).

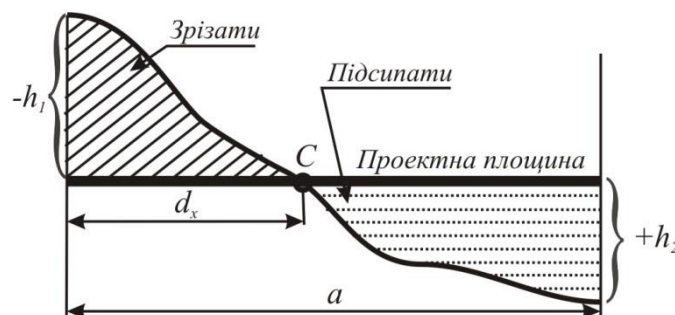


Рис. 54. Точка нульових робіт C на стороні квадрату

Отриману віддаль d_x слід відкласти від тієї вершини квадрату, робоча висота якої у формулі (37) проставлена у чисельнику.

У кожному квадраті через сусідні точки нульових робіт проводять пряму лінію. Така лінія ділить проектну ділянку на дві частини. В одній частині ділянки робочі висоти мають знак «+», що означає - на території потрібно ґрунт підсипати, а в другій – знак «-» – потрібно ґрунт зрізати. Квадрати $a1$, $b1$ і $a3$ називають повними, а квадрати $a2$, $b2$ і $b3$ – неповними квадратами (рис. 55).

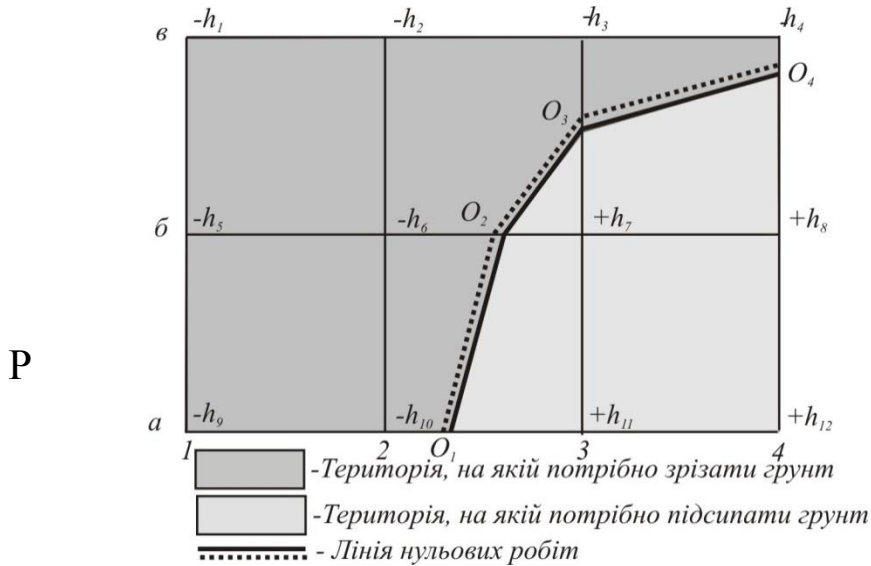


Рис. 55. Побудова лінії нульових робіт

Для складання кошторису на будівельні роботи ділянки вертикального планування необхідно знати об'єм землі, що потрібно перемістити згідно з розробленим проектом. Пересування об'єму земляних мас є одним із основних показників характеристики якості проекту вертикального планування. На рис. 55 представлений проект вертикального планування місцевості, де вказані границі територій зрізання та підсипання ґрунту, передбаченого проектом.

Виконавець, розглядаючи приведений на рис. 55 проект вертикального планування місцевості, повинен уявити собі кожен квадрат у вигляді, представленому на рис. 56.

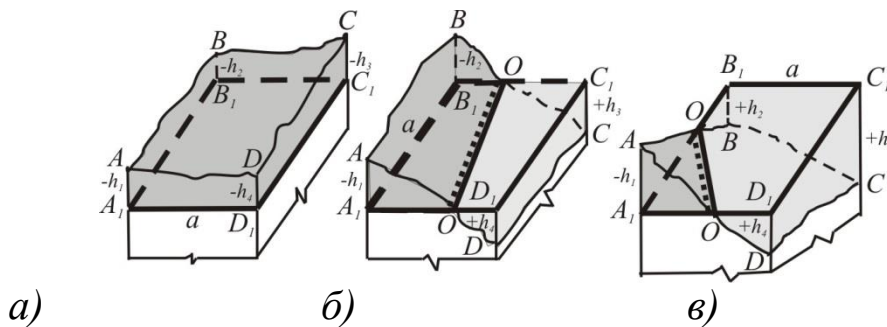


Рис. 56. Вид призм квадратів:

а) чотирихгранна призма повного квадрату, робочі висоти мають один знак; б) трьохгранні призми неповного квадрату, робочі висоти мають різні знаки; в) трьохгранна піраміда і п'ятигранна зрізана призма неповного квадрату, робочі висоти мають різні знаки.

9.4. Обчислення об'ємів земляних робіт

Об'єми земляних робіт обчислюють у кожному повному і неповному квадраті. У кожній фігурі викреслюють коло діаметром $8 \div 10$ мм і у середині записують об'єм із своїм знаком (рис. 57).

Обчислювати об'єм земляних робіт кожної геометричної фігури доцільно за формулами В.І. Стрельчевського (*Н.Г. Видуев, В.П. Грибовский. Геодезическое проектирование вертикальной планировки. Издательство «Недра»*), М. 1964, с. 252.

$$V_n = \frac{a^2}{400} \times \frac{\sum h_n^2}{|\sum h_n| + |\sum h_в|}, \quad (52)$$

$$V_в = \frac{a^2}{400} \times \frac{\sum h_в^2}{|\sum h_n| + |\sum h_в|},$$

де h_n і $h_в$ – робочі висоти у вершинах квадратів, виражені в сантиметрах, відповідно насипу і виїмки; $a=20$ м – довжина сторони квадрату. Якщо робочі висоти, виражені в сантиметрах, підставити у формулу, то об'єми будуть виражені в метрах кубічних. Тому ці формули є зручними при обчисленні об'ємів будь-якої геометричної фігури.

Нижче наведений приклад обчислення об'ємів земляних робіт за вищенаведеними формулами (рис. 57).

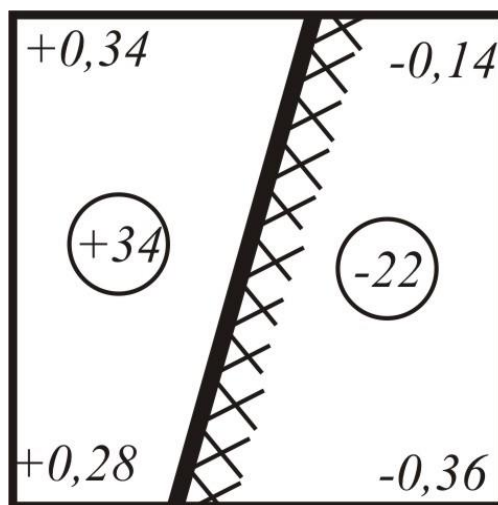


Рис. 57. Робочі висоти вершин квадратів

9.5. Складання картограми земляних робіт

Для запису числового значення об'ємів складають відомість, у якій записують окремо насип і виїмку. Основою картограми земляних робіт є креслення, на якому нанесена сітка квадратів, у кожній вершині обчислена робоча висота у числовому вигляді та об'єм земляних робіт кожної геометричної фігури, що розташований у колі або еліпсі (рис. 58).

Обчислені об'єми земляних робіт у кожній фігурі сумують по стовпцях у відповідну строчку, а потім по строчках, та отримують загальний об'єм земляних робіт (рис. 58). За отриманим загальним об'ємом земляних робіт вибирають відповідні механізми для його розробки та складають кошторис з вартістю цих робіт.

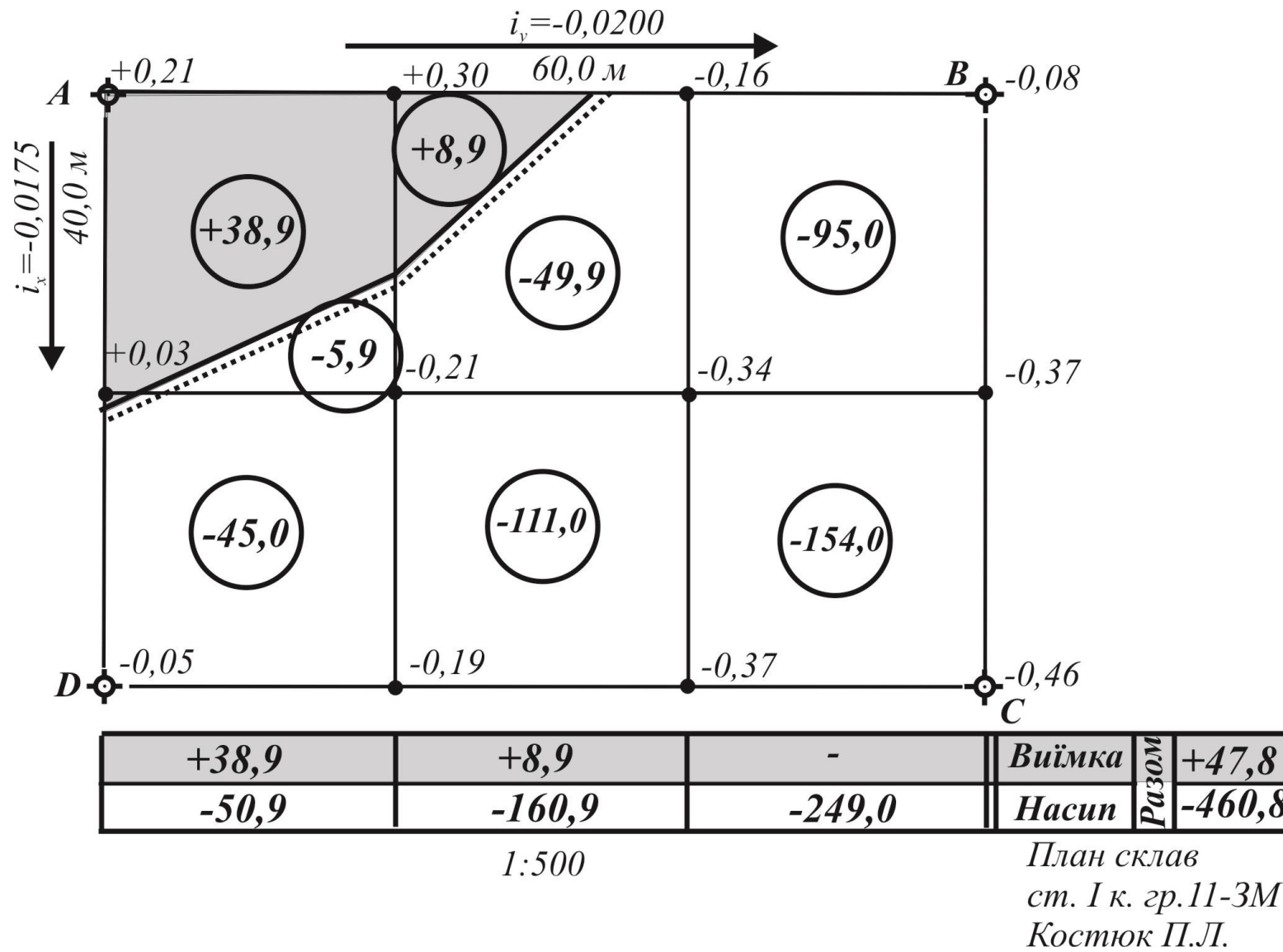


Рис. 58. Картограма земляних робіт

Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет садівництва

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №2

Бригада №_____, гр._____

| Керівник практики | № з/п | Прізвища і ініціали | Бали |
|---------------------------------|-------|---------------------|------|
| _____ | бр.1 | | |
| (наукова ступінь, звання) | 2 | | |
| _____ | 3 | | |
| (прізвище, ім'я та по батькові) | 4 | | |
| | 5. | | |

м. Умань 20__ р.

РОЗДІЛ 10

ПОБУДОВА ПОЗДОВЖНЬОГО І ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФІЛІВ ТА ПРОЕКТУВАННЯ НА НИХ ЗАВДАННЯ 3

ПРОЕКТ ПІДІЗНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Загальні відомості

Лінійними називають інженерні споруди, що мають значну довжину і займають вузьку смугу земельної ділянки. До таких споруд відносяться залізні і автомобільні дороги, лінії підземних магістралей, тощо. Для складання креслень проекту такої споруди необхідно мати висоти точок на земній поверхні вздовж осі майбутньої споруди в границях вузької смуги. Інакше кажучи, потрібно мати поздовжній і поперечний профілі вздовж осі споруди та горизонтальний план смуги.

Передбачається виконати трасування автомобільної дороги довжиною 1,5 км на місцевості. Побудувати на міліметровому папері профіль у масштабах: горизонтальний 1:2000 поперечний 1:200. Поперечний профіль побудувати на будь-якому пікеті з характерним рельєфом місцевості. На профілі навести поперечний розріз проїжджої частини дороги шириною 6 м і тротуари з обох сторін дороги шириною по 2 м. На розробку даного проекту відводиться чотири дні (4 дні).

Порядок послідовності виконання робіт при веденій в нижче наступних параграфах.

10.1. Рекогностування і закріплення осі лінійної споруди на місцевості

Рекогностування (від лат. *recognosco* – оглядати, або обдивлятися) - оглядання і обстеження місцевості з метою уточнення проекту виконання геодезичних робіт. Уточняють місцезнаходження

точок геодезичного обґрунтування, перевіряють взаємну видимість між сусідніми точками і умови для проведення вимірювань.

Одночасно з рекогностуванням на місцевості закріплюють вздовж осі споруди початок *ПТ*, кінець *КТ* і кути повороту *ВК* траси. Punkти тривалого зберігання закріплюють дерев'яними, залізобетонними стовпами, чи металевими трубами, а тимчасового зберігання - дерев'яними кілочками металевими стрижнями. Якщо прямі між кутами повороту траси перевищують 500 м, то у створі закріплюють додаткові проміжні точки через кожні 500 м.

10.2. Складання схеми осі лінійної споруди

Схему починають складати від репера *Рn 1*, до якого прив'язують вісь траси *T*. На схемі показують точки початку траси *ПТ*, створні точки, вершини кутів повороту *ВК-1*, початок кривої *ПК*, середина кривої *СК* та кінець кривої *КК*, місця поперечників, кінець траси *КТ* і репер *Рn 2*, до якого прив'язують вісь траси (рис. 59).

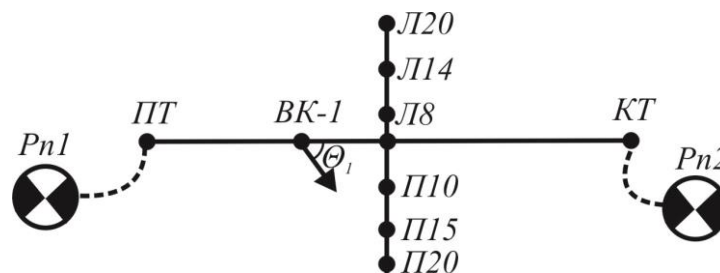


Рис. 59. Схема осі лінійної споруди

10.3. Вимірювання кутів повороту осі лінійної споруди

Після закріплення осі споруди приступають до вимірювання горизонтальних кутів повороту траси. Кути вимірюють способом прийомів з точністю до 1' (рис. 60).

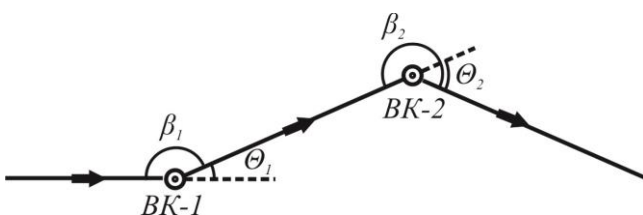


Рис. 60. Вимірювання горизонтальних кутів по осі лінійної споруди

Праві кути по ходу. Встановлюють теодоліт у вершині кута і зорову трубу наводять на задню точку, та знімають відлік на лімбі горизонтального круга a_1 . Відкріпляють алідаду горизонтального круга і наводять зорову трубу на передню точку та знімають відлік a_2 . Обчислюють горизонтальний кут β_{Π} за формулою

$$\beta_{\Pi} = a_1 - a_2 \quad . \quad (53)$$

Ліві кути по ходу. Для визначення цих кутів достатньо виконати спостереження за вище описаною програмою, а обчислення горизонтального кута $\beta_{\mathcal{L}}$ виконують за формулою:

$$\beta_{\mathcal{L}} = a_2 - a_1 . \quad (54)$$

Кути повороту осі споруди θ_1 і θ_2 (рис. 60) визначають за формулою

$$\begin{aligned} \theta_1 &= 180^{\circ} - \beta_1 \\ \theta_2 &= \beta_2 - 180^{\circ} \end{aligned} \quad (55)$$

тобто, якщо горизонтальний кут β_1 менший 180° , то кут повороту $\theta_1 = 180^{\circ} - \beta_1$, а якщо - більший

$$180^{\circ}, \text{ то } \theta_2 = \beta_2 - 180^{\circ}.$$

10.4. Елементи кругової кривої і закріплення основних її точок на місцевості

У більшості випадків будівництво лінійних споруд виконують по круговій кривій, що сполучає прямі відрізки осі споруди (рис. 61). Тому на місцевості закріплюють основні точки кривої: це початок кривої (*ПК*), середину кривої (*СК*) і кінець кривої (*КК*). Для того щоб закріпити ці точки, необхідно визначити елементи кривої. Розглядаючи (рис. 61) видно, що основними елементами кривої є: кут повороту осі споруди θ_1 , радіус R , тангенс T , крива K , бісектриса B і домір D .

На практиці кут повороту осі споруди θ_1 завжди визначають за формулою (55), а радіус R приймають для кожної кривої свій, згідно з існуючими нормативними документами, або відповідними пропозиціями (рис. 61).

Всі інші елементи визначають згідно з нижче наведеними формулами. Розглядаючи трикутник OAB (рис. 61) і застосовуючи теорему синусів.

10.5. Розмічування пікетажу по осі лінійної споруди

По осі лінійної споруди через *100 м* закріплюють точки дерев'яними кілочками, які називають *пікетами*. Дії, що виконуються при закріпленні пікетів, називаються *розмічуванням пікетажу*.

Пікетаж - від *фр.* слова *piquetage* - вибір точок на місцевості для встановлення рейок і закріплення їх кілочками при нівелюванні. Пікет - точка на осі споруди, що призначена для закріплення заданого інтервалу. На практиці найчастіше таким інтервалом є *100 м* і дуже рідко *40, 20 і 10 м*.

Розмічування пікетажу виконують за допомогою сталеві мірної 20-ти метрової стрічки. Нумерацію пікетажних точок починають від початку осі споруди. Нульовий пікет співпадає з початком осі лінійної споруди і позначається *ПК-0*. Сам пікет закріплюють дерев'яним кілочком перерізом *2x2 см*, який забивають врівень з землею. На відстані *5-10 см* від пікету забивають другий кілочок висотою *15-20 см*. На цьому кілочку олівцем підписують *ПК-0* і називають його *сторожком*. Після цього протягують стрічку вперед по осі споруди і від *ПК-0* відкладають віддаль рівну *100 м*. Забивають один кілочок врівень із землею як пікет, а другий як сторожок, на якому підписують *ПК-1*. При зустрічі характерних місць рельєфу, ситуації чи споруд, закріплюють точки, які називають *плюсовими* і позначають *+45,67 м*. Це число відповідає віддалі в метрах від цього пікета до характерної точки.

Для виявлення характеристики рельєфу місцевості в межах смуги у напрямку перпендикулярному до осі лінійної споруди на місцевості розмічають поперечники. Перпендикулярність поперечників витримують за допомогою екера або на око. Віддалі між поперечниками по осі споруди і довжини самих поперечників призначаються головним інженером проекту, який складає технічне завдання, що у свою чергу пов'язане з характером споруди. На кожному поперечнику, вправо і вліво від осі споруди, в характерних місцях рельєфу закріплюють точки, що називають плюсовими (рис. 62).

Позначення точки складається із початкової літери відповідної сторони при русі по осі споруди вперед, наприклад, вправо "*П*" або вліво "*Л*", та віддалі по перпендикуляра від осі до характерної точки рельєфу.

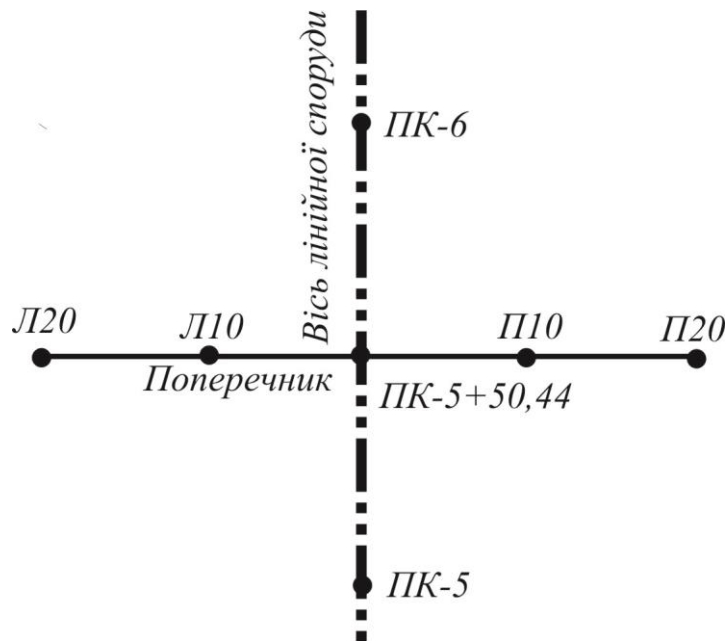


Рис. 62. Поперечник на осі лінійної споруди

Якщо маємо позначення плюсової точки П10 чи Л20, то це значить, що перша характерна точка рельєфу на поперечнику знаходиться від осі споруди на перпендикулярі 10 м праворуч, а друга - 20 м ліворуч.

Місце знаходження поперечника характеризується пікетажним значенням. Наприклад, на (рис. 62) поперечник має значення ПК-5+50,44. Це значить, що поперечник знаходиться від початку лінійної споруди (по її осі) на віддалі 550,44 м. На місцевості поперечники розмічають у місцях на осі лінійної споруди, де за напрямом поперечника спостерігають однаковий нахил. Якщо нахили більше 11° , то поперечники розмічають на всіх пікетних і плюсових точках.

Таким чином закріплюють пікети по всій осі лінійної споруди.

10.6. Загальні розрахунки основних точок пікетажу

Пікетажне значення кожної вершини кута повороту та кінця споруди визначають за формулою

$$BK.1 = d_1 = ПК - N + k_1; \quad (61)$$

$$BK.2 = BK.1 + d_2 - D_1 = ПК - N + k_2;$$

$$BK.3 = BK.2 + d_3 - D_2 = ПК - N + k_3;$$

.....

$$KT = BK.(n-1) + d_n - D_{(n-1)} = ПК - N + k_n;$$

де $BK.1, BK.2, BK.3, \dots, BK(n-1)$ – вершини кутів повороту лінійної споруди; d_1, d_2, \dots, d_n – довжини прямих ланок лінійної споруди; $D_1, D_2, \dots, D_{(n-1)}$ – доміри у відповідних вершинах кута повороту траси; N – кількість цілих сотень метрів; $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ – відрізки в метрах з точністю до $0,01$ м від відповідного пікету до вершини кута повороту лінійної споруди; KT – кінець траси.

Виконують розрахунок пікетажних значень основних точок кривої за формулою

$$\begin{aligned} PK &= BK_i - T = PK - N + k_j; \\ CK &= PK + K / 2 = PK - N + k_j; \\ KK &= CK + K / 2 = PK - N + k_j, \end{aligned} \quad (62)$$

де $i = 1, 2, 3, \dots, n$ – номер вершини кута повороту лінійної споруди; k_j – відрізки в метрах з точністю до $0,01$ м від відповідного пікету.

Контроль обчислень виконують за формулою

$$KK = BK + T - D = PK - N + k_j. \quad (63)$$

Розходження можуть бути не більше $0,01$ м за рахунок заокруглень числа.

10.7. Заповнення пікетажного журналу в польових умовах

Одночасно з розмічуванням пікетажу на місцевості заповнюють пікетажний журнал (рис. 63). У журналі показують вісь лінійної споруди у вигляді прямої лінії посередині сторінки, на якій у довільному масштабі наносять всі пікетні і плюсові точки, кути повороту споруди від осі. Запис у пікетажному журналі виконують знизу вверху, щоб права і ліва сторони сторінки відповідали правій та лівій сторонам лінійної споруди по ходу. Кути повороту показують стрілками, направленими праворуч чи ліворуч від осі лінійної споруди у залежності від того, в яку сторону повертає лінійна споруда

Визначені основні елементи кривої R, T, K, B, D записують у пікетажний журнал. За цими елементами розраховують пікетажні значення вершин кутів повороту траси та її кінець, а також пікетажні значення основних точок кривої. Розрахунки кожної кругової кривої контролюють, що гарантує вірність обчислень (рис. 63).

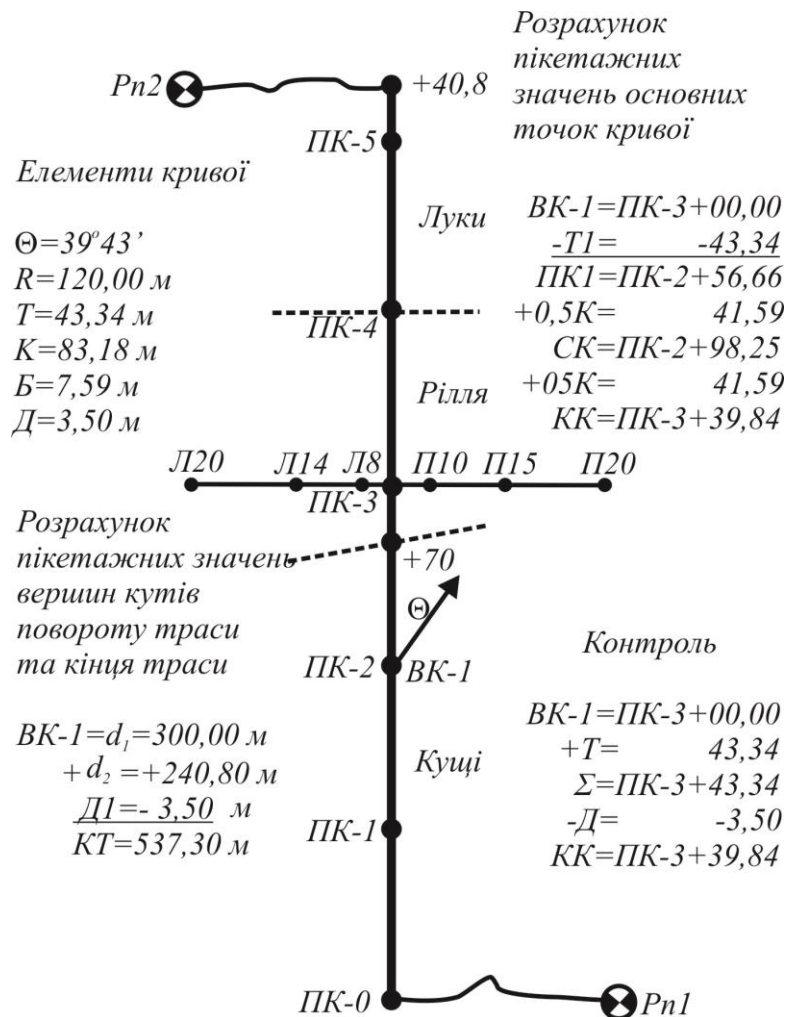


Рис. 63. Пікетажний журнал по осі лінійної споруди

10.8. Закріплення основних точок кривої на місцевості

Коли відоме числове значення елементів кривої і пікетажні значення головних точок кривої, то приступають до перенесення у природу головних точок кривої.

Встановлюють теодоліт у вершині кута BK , візують на будь-яку задню точку, закріплену на осі лінійної споруди, за напрямом зорової труби відкладають віддаль, рівну T , та закріплюють на місцевості точку, що має назву початок кривої PK .

Оскільки кут повороту осі лінійної споруди дорівнює $\Theta = 39^{\circ}43,0'$, то обчислюють горизонтальний кут β за формулою

$$\beta = 180^{\circ} - \Theta = 180^{\circ} - 39^{\circ}43,0' = 140^{\circ}17,0'.$$

Встановлюють теодоліт у вершину кута BK , і зорову трубу наводять на точку PK та відкладають горизонтальний кут

$\beta/2=70^{\circ}08,5'$ і за напрямом зорової труби відкладають віддаль ($B=7,59$ м) та фіксують точку, що лежить на кривій. Закріплюють її і називають серединою кривої $СК$. Після цього наводять зорову трубу на будь-яку передню точку, закріплену на осі лінійної споруди за ходом. За напрямом труби відкладають віддаль, рівну T і фіксують точку, яку називають кінцем кривої ($КК$) (рис. 64).

Оскільки будівництво лінійної споруди виконують вздовж кривої K , а не за ламаною $ПК- BK- KK$, то довжина кривої буде меншою ламаної на величину доміра D . Для того, щоб вести пікетаж вздовж кривої, а не за ламаною, необхідно врахувати величину доміра D (формула 56). У цьому випадку вимірювання пікетажу виконують до BK і визначають її пікетажне значення. У нашому випадку воно відповідає $ПК-3+00,00$ (рис. 64).

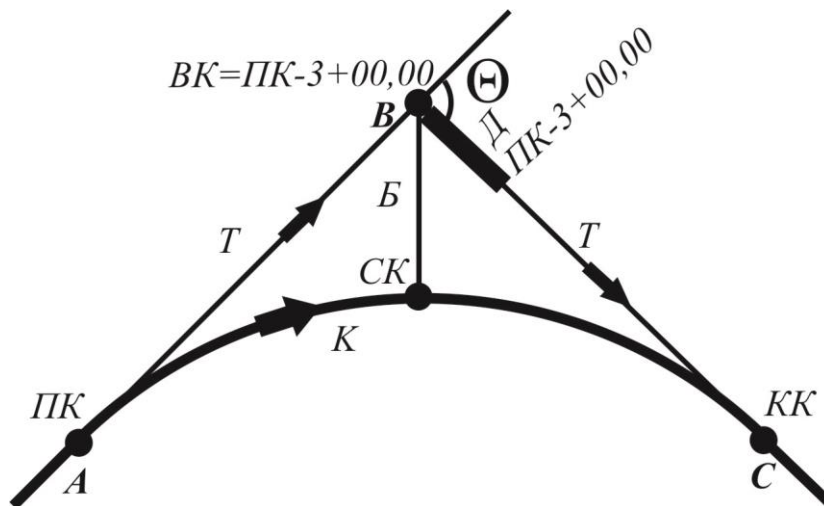


Рис. 64. Врахування домірю в довжину лінійної споруди у вершині кута

У вершині кута встановлюють теодоліт та зорову трубу візують на будь-яку передню точку, закріплену на осі траси. За напрямом труби від BK відкладають D і продовжують рахунок пікетажу не від початку D , а з його кінця. Від нього відкладають тангенс T , та фіксують точку кінець кривої $КК$. Доходять до наступної вершини кута і за вище наведеною методикою виконують перенесення її в натуру. Таким чином, дійшовши до кінця лінійної споруди, отримують її загальну довжину KT .

10.9. Перенесення пікета на криву

Якщо повний пікет знаходиться на тангенсі кривої, то його переносять на кругову криву для того, щоб не було спотворення висот. Висоту пікета слід визначити, коли пікетна точка знаходиться на кривій лінійної споруди. Все це робиться тому, що профіль лінійної споруди будують також вздовж лінії кривої. Винесення пікетів з тангенсів на криву виконують двома методами: **метод прямокутних координат** і **метод полярних координат**. Очевидно нам потрібно закріпити цей пікет на кривій у такому місці, щоб віддаль x від нього до початку кривої була рівною віддалі від початку кривої до пікета на тангенсі (рис. 65).

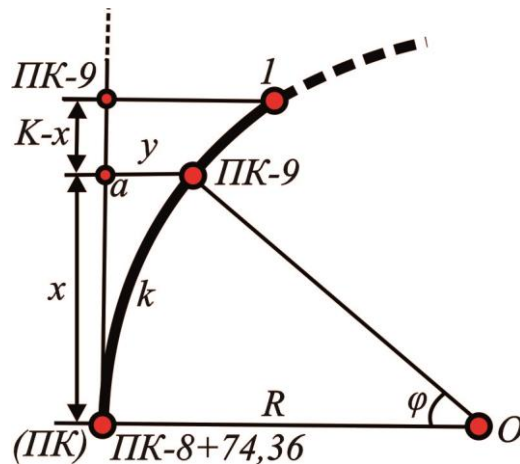


Рис. 65. Перенесення пікета на криву

Технологія перенесення пікета на криву наступна. Приймають довжину частини кривої k від початку кривої PK до $PK-9$ (рис. 65). Довжину кривої обчислюють, наприклад

$$k = PK-9 - (PK-8 + 74,36) = 25,64 \text{ м.}$$

Центральний кут φ потрібно розрахувати. Для розрахунків за вісь абсцис x приймають тангенс T , а вісь ординат y - радіус R з початком координат у точці початок кривої (PK) . Призначають довжину частини кривої k і розраховують величину кута φ , що опирається на частину кривої k за формулою

$$\varphi = \frac{180^\circ \times k}{\pi R}, \quad (61)$$

де $\pi = 3,14\dots$

За кутом φ і відомим радіусом R обчислюють прямокутні координати $PK-9$ на кривій за формулою (52)

$$x_1 = R \sin \varphi; \quad y_1 = 2R \sin^2 \varphi / 2. \quad (62)$$

Якщо у точці *ПК-9* встановити перпендикуляр у сторону кривої, то на перетині його з кривою отримаємо точку *1*. Тоді довжина кривої від початку кривої *ПК* до точки *1* буде значно більшою від обчисленої (в нашому випадку $k=25,64m$). Для того, щоб довжина кривої відповідала віддалі від початку кривої *ПК* до *ПК-9*, необхідно від *ПК-9* відкласти назад за напрямом до початку кривої *ПК* величину $(k-x)$ і в отриманій точці *a* встановити перпендикуляр та за ним відкласти віддаль y і закріпити точку. Ця точка має назву *ПК-9* і розташована на лінії кривої.

Під час нівелювання визначають висоту *ПК-9* Складений профіль буде відповідати висотам точок, розташованим на осі лінійної споруди.

10.10. Технічне нівелювання по осі лінійної споруди

Для того, щоб визначити висоти закріплених точок на осі лінійної споруди (пікетів, плюсових, основних точок кривої, пікетів, винесених на криву, точок на поперечниках), через них прокладають нівелірний хід технічної точності. Нівелювання починають від точки, висота якої відома. Спостереження виконують за програмою:

1. відлік з чорної сторони задньої рейки;
2. відлік з чорної сторони передньої рейки;
3. відлік з червоної сторони передньої рейки;
4. відлік з червоної сторони задньої рейки;
5. відлік з чорної сторони рейки на проміжній точці.

Результати спостережень на кожній станції записують у журнал технічного нівелювання (табл. 14). Зняті відліки з чорної і червоної сторін кожної рейки контролюють шляхом обчислення п'ятки рейки. Якщо технічне нівелювання виконують нівеліром, то п'ятку рейки обчислюють за правилом: від відліку червоної сторони рейки відняти відлік чорної сторони рейки.

На заводі рейки виготовляють із п'ятками 4683, 4783, 4883. Якщо при нівелюванні нівеліром *H-3* отримали п'ятку відповідної рейки в межах 4680-4686, 4780-4786, 4880-4886, і при нівелюванні нівеліром *H-10* отримали п'ятку відповідної рейки в межах 4673-4693, 4773-4793, 4873-4893, то вважають, що відліки, взяті з рейок, вірні. При порушенні цієї умови необхідно нівелювання переробити.

У залежності від вибраного нівеліра $H-3$ чи $H-10$ залежить точність нівелірного ходу, тому що цифри 3 і 10 означають, що це середня квадратична похибка визначення перевищення на станції, тобто 3 і 10 мм.

На станції визначають перевищення та середнє перевищення. У полі на кожній станції за відліками задньої і передньої рейок виконують обчислення їх п'яток та порівнюють з допуском. Якщо п'ятки знаходяться у межах допуску, то приступають до обчислення середнього перевищення. Відліки проміжних точок залишають для обчислень пізніше (дивись табл. 14).

Коли закінчили нівелювання в полі, то приїжджають на базу дислокації і там виконують урівнювання нівелірного ходу. За визначеними поправками у перевищення обчислюють виправлені перевищення нівелірного ходу, а за виправленими перевищеннями – висоти зв'язуючих точок (дивись табл. 15).

Журнал технічного нівелювання вздовж осі траси

| №/№ станцій | №/№ точок | Відліки з рейок | | | Перевищення, мм | | | Гориз. прил., м | Висоти точок, м |
|-------------|-----------|-----------------|----------|-----------|-----------------|--------|------------|-----------------|-----------------|
| | | задній | передній | проміжній | обчислене | серене | виправлене | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Рп1 | 1109 | | | +613 | | | | 145,456 |
| | ПК1 | 5893 | 0496 | | | +614 | | | |
| | | 4784 | 5278 | | +615 | | | | |
| | | | 4782 | | | | | | |
| | ПК0 | | | 1670 | | | | | |
| 2 | ПК1 | 1480 | | | +1003 | | | | |
| | К3 | 6262 | 0477 | | | +1003 | | | |
| | | 4782 | 5259 | | +1003 | | | | |
| | | | 4782 | | | | | | |
| | ПК2 | | | 0830 | | | | | |
| | +70 | | | 1980 | | | | | |
| 3 | ПК3 | 0446 | | | -1342 | | | | |
| | ПК5 | 5228 | 1788 | | | -1343 | | | |
| | | 4782 | 6572 | | -1344 | | | | |
| | | | 4784 | | | | | | |
| | П10 | | | 1040 | | | | | |
| | П15 | | | 1630 | | | | | |
| | П20 | | | 2690 | | | | | |
| | Л8 | | | 1690 | | | | | |
| | Л14 | | | 2930 | | | | | |
| | Л20 | | | 1150 | | | | | |
| | ПК4 | | | 2070 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|-------|------|------|------|-----|-----|--|--|---------|
| 4 | ПК5 | 0970 | | | +58 | | | | |
| | Рп2 | 5751 | 0912 | | | +57 | | | 145,756 |
| | | 4781 | 5695 | | +56 | | | | |
| | | | 4789 | | | | | | |
| | +40,8 | | | 1960 | | | | | |

Посторінковий контроль:

$$\sum Z = \underline{\hspace{2cm}}; \quad \sum \Pi = \underline{\hspace{2cm}}; \quad \sum h = \underline{\hspace{2cm}} \quad \sum h_{cp} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\sum Z - \sum \Pi = \underline{\hspace{2cm}};$$

1. Сума обчислених перевищень $\sum h_{cp} = \underline{\hspace{2cm}}$.

2. Теоретична сума перевищень $\sum h_T = \underline{\hspace{2cm}}$.

3. Нев'язка в нівелірному ході $f_h = \sum h_{cp} - \sum h_T = \underline{\hspace{2cm}}$.

4. Допустима невязка $\text{доп} f_h = 50 \text{ мм} \times \sqrt{L} = \underline{\hspace{2cm}}$.

Примітка: $L = KT = \underline{\hspace{2cm}}$

Щоб обчислити висоти проміжних точок, спочатку визначають горизонт приладу ($\Gamma\Pi$), потім безпосередньо їх висоти.

Після цього виконують посторінковий контроль і оцінку точності нівелірного ходу (дивись табл. 15).

Журнал технічного нівелювання вздовж осі траси

| №/№ станц. | №/№ точки | Відліки з рейок | | | Перевищення, мм | | | Горизонт приладу, м | Висоти точок, м |
|------------|-----------|-----------------|----------|-----------|-----------------|--------|------------|---------------------|-----------------|
| | | задній | передній | проміжний | обчислене | серене | виправлене | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Рп1 | 1109 | | | +613 | -7 | | 146,565 | 145,456 |
| | ПК1 | 5893 | 0496 | | | +614 | +607 | | 146,063 |
| | | 4784 | 5278 | | +615 | | | | |
| | | | 4782 | | | | | | |
| | ПК0 | | | 1670 | | | | | 144,895 |
| 2 | ПК1 | 1480 | | | +1003 | -8 | | 147,543 | 146,063 |
| | К3 | 6262 | 0477 | | | +1003 | +995 | | 147,058 |
| | | 4782 | 5259 | | +1003 | | | | |
| | П | | 4782 | | | | | | |
| | ПК2 | | | 0830 | | | | | 146,713 |
| | +70 | | | 1980 | | | | | 145,563 |
| 3 | ПК3 | 0446 | | | -1342 | -8 | | 147,504 | 147,058 |
| | ПК5 | 5228 | 1788 | | | -1343 | -1351 | | 145,707 |
| | | 4782 | 6572 | | -1344 | | | | |
| | | | 4784 | | | | | | |
| | П10 | | | 1040 | | | | | 146,464 |
| | П15 | | | 1630 | | | | | 145,874 |
| | П20 | | | 2690 | | | | | 144,814 |
| | Л8 | | | 1690 | | | | | 145,814 |
| | Л14 | | | 2930 | | | | | 144,574 |
| Л20 | | | 1150 | | | | | 146,354 | |
| | ПК4 | | | 2070 | | | | | 145,434 |
| 4 | ПК5 | 0970 | | | +58 | -8 | | 146,677 | 145,707 |
| | Рп2 | 5751 | 0912 | | | +57 | +49 | | 145,756 |
| | | 4781 | 5695 | | +56 | | | | |
| | | | 4789 | | | | | | |
| | +40,8 | | | 1960 | | | | | 144,714 |

Посторінковий контроль:

$$\sum Z = 27139; \quad \sum П = 26477; \quad \sum Z - \sum П = +662;$$

$$2 \sum h_{cp} = +662 \text{ мм}; \quad \sum h_{cp} = +331 \text{ мм};$$

1. Сума обчислених перевищень

$$\sum h_{cp} = +331 \text{ мм};$$

2. Теоретична сума перевищень $\sum h_{T-} = +300 \text{ мм};$

3. Нев'язка в нівелірному ході

$$f_h = \sum h_{cp} - \sum h_{T-} = +31 \text{ мм};$$

4. Допустима невязка $\Delta_{\text{доп}} f_h = 50 \text{ мм} \times \sqrt{L} = \Delta_{\text{доп}} f_h = 50 \text{ мм} \times \sqrt{0,54081} = +37$

мм.

Примітка: $L = KT = 540,81 \text{ м} = 0,6 \text{ км}$, тобто округляють в більшу сторону.

10.11. Камеральна обробка журналу технічного нівелювання

Камеральну обробку журналу починають з перевірки відліків, взятих з рейки, визначених перевищень та середніх перевищень. Після цього виконують посторінковий контроль та знаходять суму обчислених перевищень за формулою (34), теоретичну суму перевищень за формулою (35) або (36), невязку в нівелірному ході за формулою (37) і допустиму невязку за формулою (38). Якщо одержана невязка допустима, то її розподіляють порівну на кожне перевищення із знаком, оберненим знаку невязки. Висоти зв'язуючих точок обчислюють шляхом почергового додавання виправлених перевищень до початкової відомої висоти, за формулою (39).

Обчислення висот проміжних точок виконують у такій послідовності: спочатку визначають горизонт приладу на кожній станції за формулою

$$ГП = H_{Pn} + a, \quad (66)$$

де H_{Pn} – відома висота репера, або пікета; a – відлік з чорної сторони рейки, встановленої на репері чи пікеті.

Висоту проміжної точки обчислюють через горизонт приладу за формулою

$$H_{np} = ГП - b, \quad (67)$$

де b – відлік з чорної сторони рейки на проміжній точці.

Усі результати згаданих обчислень заносять у журнал технічного нівелювання - табл. 13. Повністю оформлений журнал з табл. 13 має вигляд, наведений у табл. 14.

10.12. Побудова поздовжнього і поперечного профілів лінійної споруди

Поздовжнім профілем називається переріз земної поверхні вертикальною площиною вздовж осі лінійної споруди, зображений у певному масштабі.

Поздовжній профіль характеризує величину поздовжніх нахилів прямолінійних ланок місцевості на осьовій лінії споруди. Зображення профілів місцевості є одним з основних документів, на основі яких проектують дороги, мости, аеродроми, промислові та цивільні будинки тощо.

На місцевості рельєф змінюється частіше всього спокійно, переходи від підвищень до понижень рельєфу займають значну віддаль.

Різниці висот точок поверхні землі малі у порівнянні із горизонтальними довжинами між ними, тому поздовжні профілі будують у різних горизонтальних і вертикальних масштабах. У зв'язку з цим профіль не буде подібний натурі. Рельєф місцевості на ньому буде більш різким, будуть краще видимі перегини, підвищення та пониження.

Профіль можна побудувати на будь-якому аркуші паперу, але краще на міліметровому. Практично для побудови поздовжнього профілю застосовують два масштаби. Загальноприйняті наступні масштаби:

горизонтальний - $1:500$, $1:1000$, $1:2000$, $1:5000$ і $1:10000$;

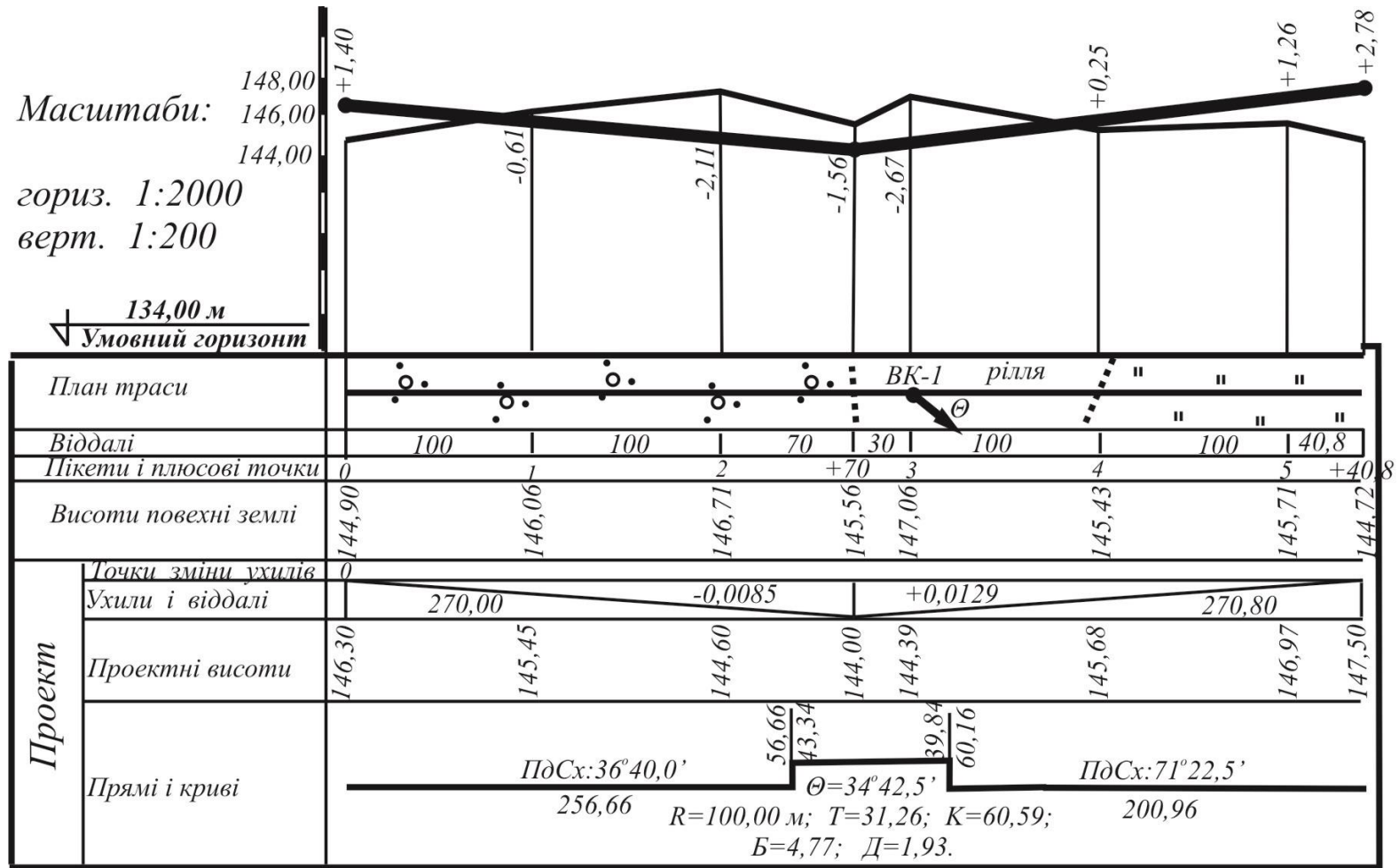
вертикальний – $1:50$, $1:100$, $1:200$, $1:500$, $1:1000$, тобто у 10 разів більший горизонтального.

Перед тим, як будувати профіль будь-якої лінійної споруди, беруть до уваги, що загальну її довжину уже визначено. На цій основі заготовляють необхідну довжину паперу, відповідно до прийнятого горизонтального масштабу. Журнал технічного нівелювання вздовж осі споруди і пікетажний журнал - основні документи для побудови поздовжнього і поперечного профілів. Профіль є основою для проектування на ньому лінійної споруди і обчислення об'ємів земляних мас. На аркуші міліметрового паперу викреслюють поздовжній профіль.

1. Визначають розміри міліметрового паперу наступним чином. Виписавши із пікетажного журналу довжину траси, за відомим горизонтальним масштабом визначають довжину міліметрового

паперу. Ширина паперу залежить від найменшої і найбільшої висот траси та від прийнятого вертикального масштабу профілю (рис. 66).

2. Відраховують *13 см* знизу уверх, та проводять горизонтальну лінію, яку підписують «**Умовний горизонт**». Відкладають *2 см* від лінії умовного горизонту вниз, проводять паралельну лінію. У створеній графі пишуть «**План траси**» та проводять посередині лінію товщиною *0,7 мм* від початку до кінця траси. На осі траси наносять стрілки повороту траси і границі існуючої ситуації, простір якої заповнюють умовними знаками.



Профіль склав
ст. І к. гр. ЗВК-1
Смульський А.А.

Рис. 66. Поздовжній профіль від ПК-0 до ПК-5+40,8

3. Відкладають вниз віддаль 5 мм , проводять паралельну лінію. В отриманій графі пишуть «**Віддалі**» і з пікетажного журналу виписують віддалі між пікетами та до плюсових точок, які відкладають у горизонтальному масштабі. У нанесених точках початку і кінця віддалей між пікетними і плюсовими точками проводять у графі вертикальні лінії. Посередині між ними записують цифрами відповідну довжину.

4. Відкладають вниз віддаль 5 мм . В утвореній графі пишуть «**Пікети і плюсові точки**». У графі підписують цифрами номери пікетів і віддалі до плюсових точок.

5. Відкладають вниз віддаль 15 мм . В утвореній графі підписують «**Висоти поверхні землі**». Навпроти кожного пікету і плюсової точки підписують висоту. Висоти вибирають із журналу технічного нівелювання, заокруглюючи значення до сантиметрів.

6. Від початку креслення ліворуч відступають 8 см і проводять вертикальну лінію, на якій вище умовного горизонту будують шкалу висот з поділками через 1 см і підписують її згідно з вертикальним масштабом. Найменшу висоту заокруглюють до кратної кількості метрів в 1 см вертикального масштабу. Найменша висота повинна бути вище умовного горизонту на 5 см . У пікетних і плюсових точках вище умовного горизонту проводять вертикальні лінії до відповідної висоти точки. Верхні кінці вертикальних ліній з'єднують під лінійку, та отримують профільну лінію товщиною $0,3\text{ мм}$. Побудова профілю закінчена.

7. За допомогою лінійки наносять на профіль проектну лінію товщиною $0,7\text{ мм}$. Проектна лінія має точки, у яких змінюється ухил, а тому від нижньої лінії «**Висоти поверхні землі**» відкладають вниз віддаль 5 мм . В утвореній графі пишуть «**Точки зміни ухилів**». У цій графі пишуть назви пікетів або плюсових точок, у яких відбулася зміна ухилу.

8. Відкладають вниз віддаль 10 мм , проводять паралельну лінію і в утвореній графі пишуть «**Ухили і віддалі**». У точках зміни ухилу в цій графі проводять вертикальні лінії. В утворених прямокутниках проводять діагоналі за напрямом зниження або підвищення проектною лінії. Над діагоналлю записують величину ухилу із своїм знаком, та з точністю до чотирьох знаків після коми ($0,0001$), а нижче діагоналі записують віддаль між точками зміни ухилу з точністю до двох знаків після коми ($0,01$).

9. Відкладають вниз віддаль 15 мм . В утвореній графі пишуть «**Проектні висоти**». У точках зміни ухилу проектні висоти знімають графічно, шляхом проектування відповідної точки на шкалу профілю. Зняті з шкали висоти записують у графу «**Проектні висоти**». Обчислюють проектний ухил між відповідними точками за формулою:

$$i = \frac{H_n - H_k}{d}, \quad (68)$$

де H_n і H_k – проектні висоти початку і кінця проектної лінії одного ухилу; d – віддаль між цими точками. Проектні висоти всіх інших точок, розташованих між початковою і кінцевою точками проектної лінії, обчислюють за формулою:

$$H_i = H_o + d_o i, \quad (69)$$

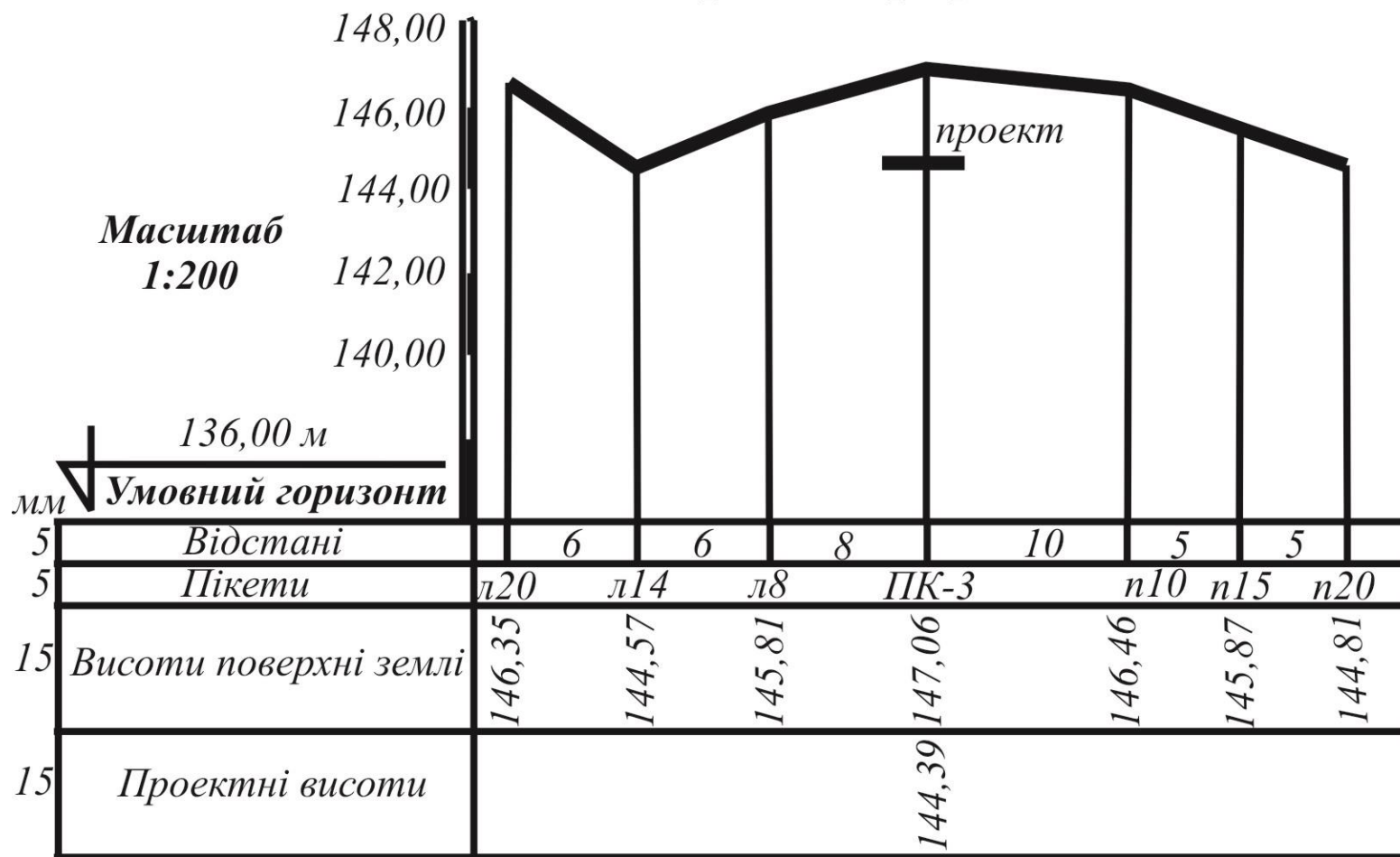
де H_o – відома проектна висота; d_o – віддаль від точки, проектна висота якої відома, до точки, висоту якої необхідно обчислити; i – проектний ухил на даній ділянці.

10. Відкладають вниз віддаль 30 мм , проводять паралельну лінію і в утвореній графі пишуть «**Прямі і криві**». На середині графі проводять м'яким олівцем тоненьку лінію, від початку траси до кінця. Користуючись пікетажним журналом, з'ясовують віддаль, що відповідає початку кривої (*ПК*) та наносять на цій лінії точку, що буде відповідати (*ПК*). Після цього з'ясовують віддаль, що відповідає кінцю кривої (*КК*), та наносять точку на лінію. Таким чином наносять точки початку і кінця всіх кривих.

У залежності від вказаного стрілкою напрямку повороту траси у графі «**План траси**», від точки (*ПК*) до точки (*КК*) викреслюють криві, а в залишених місцях цієї лінії під лінійку проводять прямі, товщиною $0,7 \text{ мм}$. У точках (*ПК*) і (*КК*) встановлюють перпендикуляри, відносно яких праворуч і ліворуч пишуть віддалі до найближчих пікетів з точністю до $0,01 \text{ м}$. На прямих ділянках зверху пишуть румб, а знизу віддаль. Навпроти кривих виписують всі їх елементи.

Поперечний профіль складають так, як і поздовжній, тільки масштаби – горизонтальний і вертикальний – однакові (рис. 67). Практично масштаби для поперечного профілю призначають такими, яким прийнятий вертикальний масштаб для поздовжнього профілю. Це дає змогу проектувати на ньому земляні та інші споруди, а також визначати об'єми земляних мас.

Поперечний профіль на ПК-3



Профіль склав
ст. Ік. гр.Б-11
Кирильцев М.П.

Рис. 67. Поперечний профіль на ПК-3

10.13. Проектування за профілем

Лінія, що визначає положення осі проектної споруди у просторі, називається проектною. Основною особливістю проектною лінії є дотримання граничних ухилів і балансів земляних мас. При цьому необхідно дотримуватись умови, за якою об'єми земляних мас у виїмках і насипах були б приблизно рівновеликими і чергувались. Детальне проектування за профілем представлене на поздовжньому профілі.

10.14. Детальне розмічування на місцевості кругової кривої

При будівництві лінійної споруди лінію кривої на місцевості закріплюють дерев'яними кілочками, на віддаль один від одного 5-20 м. Віддаль між кілочками на лінії кривої може бути будь-якою. Коли віддалі між кілочками різні, то створюються відповідні незручності, тому що кожній довжині частини кривої відповідає певний центральний кут, на який спирається дуга (частина кривої). Через що на практиці призначають довжину частини кривої та обчислюють один центральний кут, на який спирається дуга.

Методів детального розмічування лінії кривої існує багато. Найбільш поширеними є наступні:

- а) метод прямокутних координат;*
- б) метод продовження хорд;*
- в) метод кутів.*

10.15. Метод прямокутних координат

Метод прямокутних координат використовують як один з самих точних способів детального розмічування кривої. Особливо доцільно його використовувати, коли задають однакові частини кривої. Тоді достатньо виконати розрахунки один раз, щоб розрахувати прямокутні координати точок, розташованих на кривій, на однаковій віддалі одна від одної (рис. 68). Для розрахунків за вісь абсцис x приймають тангенс T , а вісь ординат y - радіус R з початком координат у точці початок кривої (ПК). Призначають довжину частини кривої k і розраховують величину кута φ , який опирається на частину кривої k . за формулою:

$$\varphi = \frac{180^\circ \times k}{\pi R}, \quad (70)$$

де $\pi=3,14\dots$

Прямокутні координати точок обчислюють за формулами:

$$\begin{aligned} x_1 &= R \sin \varphi; & y_1 &= 2R \sin^2 \varphi / 2; \\ x_2 &= R \sin 2 \varphi; & y_2 &= 2R \sin^2 \varphi; \\ x_3 &= R \sin 3 \varphi; & y_3 &= 2R \sin^2 3 \varphi / 2; \end{aligned} \quad (71)$$

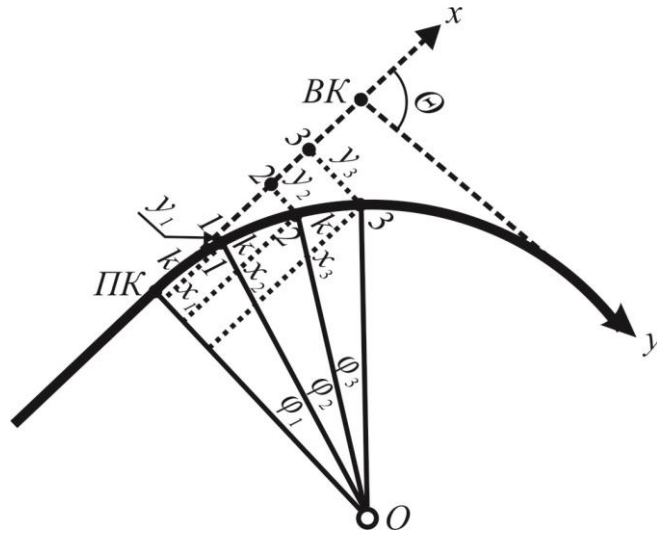


Рис. 68. Метод прямокутних координат

У польових умовах лінію кругової кривої закріплюють наступним чином. Від початку координат - точки *ПК* вздовж тангенса *T* відкладають абсцису x_1 і отримують точку 1_0 . У цій точці будують перпендикуляр в сторону кривої одним з вибраних методів (екером, теодолітом). За ним відкладають ординату y_1 та отримують точку 1 , що буде лежати на лінії кривої. Після цього від початку кривої вздовж тангенса відкладають абсцису x_2 отримують точку 2_0 , у якій будують перпендикуляр у сторону кривої. Відкладають на ньому ординату y_2 і отримують точку 2 і т. д.

Детальне розмічування однієї половини кривої виконують, коли за початок прямокутних координат прийнята точка початок кривої *ПК*. Другу половину кривої розмічають, коли за початок прямокутних координат прийнятий кінець кривої *КК*. Якщо подивитись на закріплені на місцевості точки, то побачимо, як проходить лінія кривої, що є основою для виконання подальшого розмічування лінійної споруди. Саму криву на місцевості

закріплюють дерев'яними кілочками на лінії кривої через 5-20 м, в залежності від технічних вимог будівництва криволінійних споруд.

Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет садівництва

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №3

Бригада № _____ гр

| Керівник практики | № з/п | Прізвища і ініціали | Бали |
|---------------------------------|-------|---------------------|------|
| _____ | бр.1 | | |
| (наукова ступінь, звання) | 2 | | |
| _____ | 3 | | |
| (прізвище, ім'я та по батькові) | 4 | | |
| | 5 | | |

м. Умань 200__ р.

РОЗДІЛ 11

ІНЖЕНЕРНІ ЗАДАЧІ

ЗАВДАННЯ 4

РІШЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

Загальні відомості

Завдяки виробничій необхідності часто виникає питання вирішення проектних інженерних задач на об'єктах будівництва різноманітних споруд. Такі задачі вимагають певної точності для застосування відповідної технології, а тому їх вирішують за допомогою використання геодезичних приладів.

Теоретичні матеріали щодо виконання інженерних задач наведені в розділі 10. Виконавцям потрібно ознайомитись з теоретичним матеріалом відповідної задачі та для звітності подати наступні документи:

1. Схеми планового і висотного визначення характерних точок відповідної задачі;
2. Задані або виміряні горизонтальні кути в необхідних місцях схеми задачі;
3. Додаткові креслення для пояснень забезпечення відповідної технології роботи обладнання;
4. Схеми прив'язки відповідних конструкцій до об'єкту будівництва.

Порядок послідовності виконання робіт приведений нижче в наступних параграфах.

Задача 1. Побудувати проектний кут на місцевості з технічною точністю

Вихідні дані. На місцевості закріплені два геодезичні пункти А і В. Потрібно побудувати у точці А проектний горизонтальний кут β , розташований праворуч від напрямку АВ. Для цього

встановлюють теодоліт 2Т30 в точці A , наводять зорову трубу на точку B та знімають відлік з горизонтального круга при $КП_B$ (рис. 69).

Обчислюють вірний відлік на лімбі, коли зорова труба буде наведена на точку c , а кут відповідатиме заданому (проектному) β , за формулою

$$КП_c = КП_B + \beta, \quad (72)$$

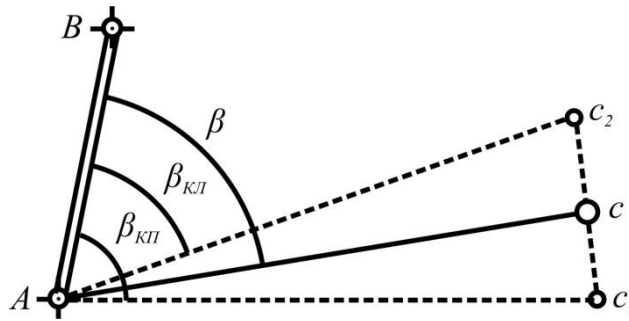


Рис. 69. Побудова проектного кута на місцевості

якщо точка c розташована праворуч від напрямку AB . Коли точка c розташована ліворуч від напрямку AB , то відлік обчислюють за формулою

$$КП_c = КП_B - \beta. \quad (73)$$

Відкріплюють закріпний гвинт алідади горизонтального круга і на лімбі встановлюють обчислений відлік $КП_c$. У цьому випадку зорова труба буде наведена в сторону розташування точки c_1 . На певній віддалі вздовж зазначеного напрямку встановлюють віху, бажано товщиною до 1 см.

Переводять зорову трубу через zenit, наводять її знову на точку B та знімають відлік при $КЛ_B$. Обчислюють відлік на лімбі при $КЛ$ на точку c за формулою:

$$КЛ_c = КЛ_B \pm \beta. \quad (74)$$

У формулі знак «+» застосовують тоді, коли точка c розташована праворуч від напрямку AB , і знак «-», коли точка c розташована ліворуч від напрямку AB . Відкріплюють закріпний гвинт алідади горизонтального круга і на лімбі встановлюють обчислений відлік $КЛ_c$. У такому випадку зорова труба буде направлена в сторону розташування c_2 , яку фіксують віхою на певній віддалі. Рулеткою з міліметровими поділками вимірюють віддаль між точками c_1 і c_2 , ділять її на 2 і отримують точку c , яку фіксують дерев'яним кілочком. Горизонтальний кут між напрямками Ac і AB буде дорівнювати проектному куту β .

Середину між точками знаходять у тому випадку, коли $KП-КЛ \leq 2c$ (c -колімаційна похибка теодоліта). При порушенні цієї умови потрібно все переробити.

Задача 2. Побудувати проектний відрізок на місцевості

Вихідні дані. На місцевості відомий напрям, закріплений точками A і M . Потрібно побудувати проектний відрізок довжиною 26,67 м.

На місцевості з центром у точці A встановлюють нульовий штрих сталевий стрічки, та за напрямом на точку M відкладають проектну віддаль і фіксують на поверхні землі точку B_1 (рис. 70). Для контролю цей відрізок відкладають другий раз і закріплюють точку B_2 . За кінцеве значення проектної віддалі приймають середнє

$$AB = \frac{AB_1 + AB_2}{2}. \quad (75)$$

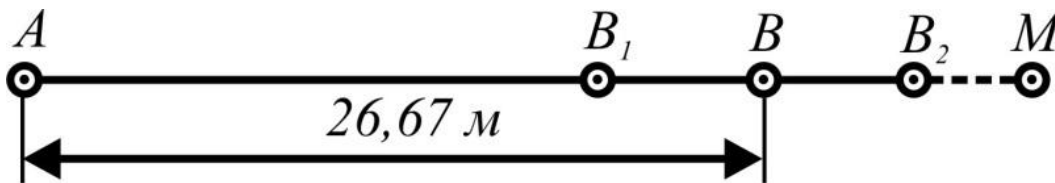


Рис. 70. Побудова проектного відрізка

Точку B на місцевості фіксують дерев'яним кілочком.

Якщо місцевість має ухил ν не більше 2° , то поправка за нахил лінії до горизонтальної площини буде виражатися у міліметрах і на кінцевий результат робіт технічної точності не вплине. Тому при ухилах $\nu \leq 2^\circ$ її не обчислюють. Коли ухил більше 2° , то знаходять довжину відрізка на нахилений площині за формулою

$$D = \frac{d}{\cos \nu}, \quad (76)$$

де d – проектна віддаль; ν – кут нахилу вимірюваної лінії D .

Для того, щоб переконатися у тому, що виміри AB_1 і AB_2 , задовольняють технічну точність, потрібно обчислити відносну похибку за формулою

$$f_{\text{від}} = \frac{1}{AB_1 / \Delta AB}, \quad (77)$$

З точки B_1 приблизно за напрямом на майбутню точку C_1 , виміряють віддаль $16,00$ м та прокреслюють на поверхні землі дугу 4. Переносять початок стрічки у точку A , виміряють віддаль $20,00$ м за напрямом на майбутню точку C_1 та прокреслюють на поверхні землі дугу 3. Перетин дуг відповідає точці C_1 . Точку C_1 фіксують дерев'яним кілочком.

Якщо відкласти віддалі $4,00$ м від сторони B_1C_1 і $0,75$ м від сторони C_1D_1 , то отримаємо прямокутник із заданими параметрами $8,00 \times 15,25$ м.

Задача 4. Винесення точки з відомою проектною висотою на місцевість

Вихідні дані. Відомо висота репера і висота проектної точки. Винести на місцевість точку, висота якої дорівнює проектній.

На будівництві цю задачу вирішують досить часто за допомогою нівеліра і рейки. Встановлюють нівелір між репером, висота якого відома і місцем, де потрібно побудувати точку з відомою проектною висотою (рис. 72).

Приводять нівелір у робоче положення, рейку встановлюють на репер $Pn1$ і знімають відлік з рейки a . Визначають горизонт приладу за формулою:

$$ГП = H_{Pn1} + a. \quad (78)$$

Оскільки задана проектна висота, то можна обчислити відлік, який повинен бути на рейці у точці A , коли її низ відповідає проектній висоті, за формулою

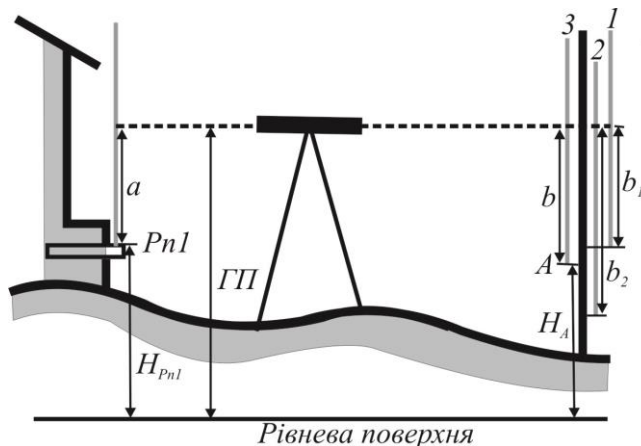


Рис. 72. Винесення точки з проектною висотою

$$b = ГП - H_A, \quad (79)$$

У місці, де потрібно мати точку з проектною висотою, встановлюють рейку в положення 1 і знімають відлік b_1 . У нашому випадку відлік b_1 менший відліку b . Працівнику з рейкою подають команду, щоб він дещо опустив рейку нижче, в положення 2, та знімають відлік b_2 . Цей відлік виявився більшим від відліка b . Подають команду - підняти рейку дещо вище. Якщо у цьому випадку відлік у положенні рейки 3 відрізняється від обчисленого b не більше 3 мм, то вважають, що низ рейки відповідає проектній висоті. У цьому випадку олівцем прокреслюють лінію впритул до п'ятки рейки, що відповідає висоті точки A . Рискю, нанесену олівцем, закріплюють олійною фарбою, що буде відповідати заданій висоті H_A точки A .

Задача 5. Побудувати лінію заданого ухилу на місцевості

Вихідні дані. Відомі проектні висоти точок A і B та проектний ухил лінії AB . Побудувати на місцевості лінію AB з проектним ухилом.

При будівництві трубопроводів, доріг та інших лінійних споруд на місцевості будують лінії заданого ухилу. Такі лінії можна побудувати наступними способами.

Перший спосіб. На місцевість виносять проектні точки A і B з відомими висотами, що належать проектній лінії із заданим ухилом (рис. 73, а). У точках A і B закріплюють вертикально візирки однакової довжини a .

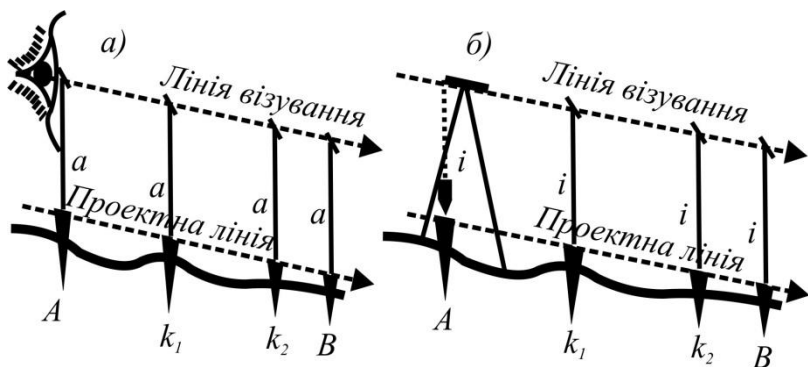


Рис. 73. Побудова проектної лінії із заданим ухилом:
а) неозброєним оком;
б) за допомогою приладу

Один працівник стає у точку A , другий працівник бере третю візирку довжиною a і встановлює її у створі проектної лінії у потрібному місці. Перший працівник своїм оком утворює візирну лінію, що є дотичною до верха візирок у точках A і B та одночасно спостерігає за положенням третьої візирки, встановленої у точці k_1 . У залежності від

положення третьої візирки, подає команду працівнику, відповідно, підняти візирку верх, чи опустити вниз. Спостерігач добивається, щоб верх третьої візирки торкався візирної лінії. При досягненні такого положення, на земній поверхні фіксують точку k_1 так, щоб її верх фіксував проектну висоту. Після цього працівник з третьою візиркою переходить у наступне місце та описаним вище способом закріплюють точку k_2 .

Другий спосіб. Проектну лінію із заданим ухилом можна побудувати наступним чином. У точці A встановлюють нівелір або теодоліт, приводять його у робоче положення і заміряють висоту приладу i (рис. 73, б). У точці B встановлюють візирку висотою i та наводять на її верх зорову трубу геодезичного приладу (створюють візирну лінію). Для наведення нівеліра на кінцеву точку користуються піднімальним гвинтом, а теодоліта – нахилом труби навідним гвинтом. Третю візирку висотою i встановлюють у необхідному місці і за методикою, описаною в першому способі, закріплюють проміжні точки k_1 і k_2 .

Третій спосіб. Можна досягти такого ж результату, якщо виміряти сталеною стрічкою, або світловіддалеміром віддалі між сусідніми точками. Оскільки ухил відомий, то обчислюють проектні висоти проміжних точок за формулою:

$$H_{k_1} = H_A + d_1 i; \quad H_{k_2} = H_{k_1} + d_2 i; \quad (80)$$

Контроль: $H_B = H_{k_2} + d_3 i. \quad (81)$

Проектні висоти виносять на місцевість відомим способом.

Задача 6. Визначити віддаль до недоступної споруди

Вихідні дані. На місцевості відомі місця початкової і кінцевої точок та відповідної перешкоди. Визначити віддаль до недоступної точки 5.

На місцевості існують точки: початкова 4 і кінцева 5. Від точки 4 будують два базиса a_1 і a_2 . Спостерігач вибирає місця для їх розташування, теодолітом вимірює горизонтальні кути α_1 , α_2 , β_1 і β_2 змодельованої геометричної фігури (рис. 74).

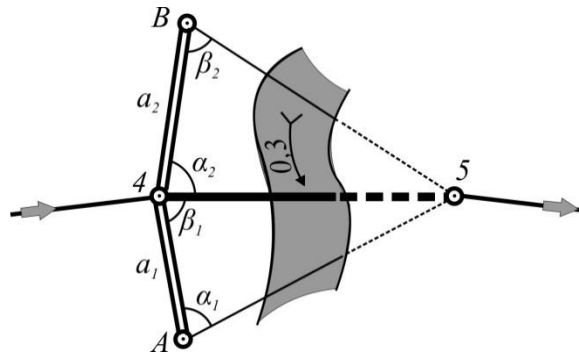


Рис. 74. Визначення віддалі через перешкоду

Недоступну віддаль $d_{4.5}$ визначають за формулами теореми синусів. Згідно з теоремою синусів отримаємо

$$\frac{a_1}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} = \frac{d_{4-5}}{\sin \alpha_1}, \text{ звідки } d_{4-5} = \frac{a_1 \sin \alpha_1}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)}, \quad (82)$$

$$\frac{a_2}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)} = \frac{d_{4-5}}{\sin \beta_2}, \text{ звідки } d_{4-5} = \frac{a_2 \sin \beta_2}{\sin(\alpha_2 + \beta_2)}. \quad (83)$$

Якщо різниця віддалей, обчислених за формулами (68) і (69), не перевищує $\pm 0,03$ м, то за кінцеву віддаль приймають середнє значення.

Задача 7. Передати висоту на дно котловану

Вихідні дані. Відомі абсолютна висота репера і проектна висота точки на дні котловану. Передати від репера (P_n) висоту на точку, розташовану на дні котловану. Встановлюють нівелір між репером і краєм котловану. Знімають відлік a_1 з рейки, що встановлена на репері (рис. 75). Після цього знімають відлік b_1 з рулетки, підвешеної до пристрою і опущеної на дно котловану. До кінця рулетки прикріплений тягар вагою 5–10 кг. Кінець рулетки з тягарем занурюють у посудину, заповнену сумішшю води і дерев'яної тирси. Переносять нівелір у котлован, встановлюють його між опущеною рулеткою і місцем розташування точки А. Знімають відлік a_2 з рулетки та обчислюють $\Gamma\Pi_2$ за формулою

$$\Gamma\Pi_1 = H_{P_n} + a_1 - (b_1 - a_2). \quad (84)$$

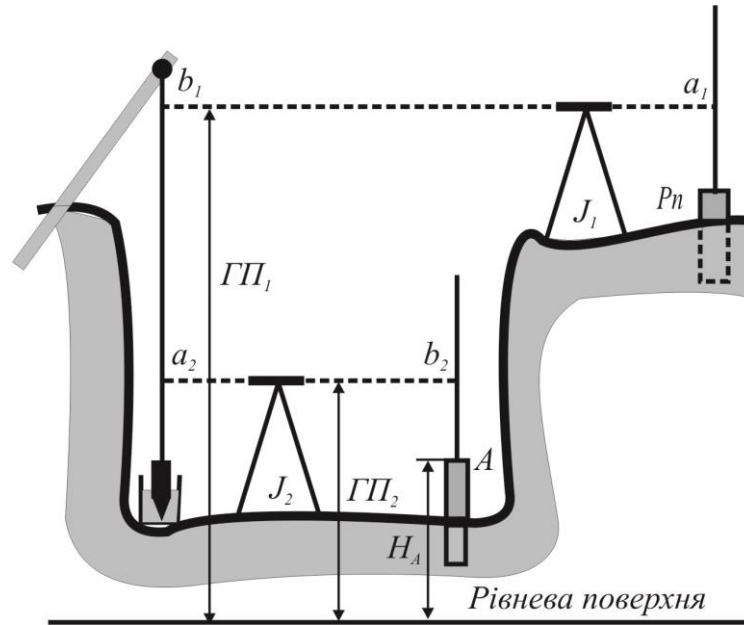


Рис. 75. Передача висоти в котлован

Обчислюють відлік на рейці, коли її низ (п'ятка) буде відповідати проектній висоті точки A у котловані

$$b_2 = ГП_2 - H_A. \quad (85)$$

Згідно з розглянутою методикою, при рішенні задачі 4, закріплюють точку A з проектною висотою.

Відлік b_2 можна обчислити за формулою

$$b_2 = H_{Pn} + a_1 - (b_1 - a_2) - H_A. \quad (86)$$

Задача 8. Передача висоти на вищій частині споруди

Вихідні дані. Відомі абсолютна висота точки A , що розташована на дні котловану та проектна висота репера (Pn). Передати абсолютну висоту від точки A , розташованої на дні котловану, на репер (Pn).

Передача висоти на вищій частині споруди є оберненою до розглянутої задачі 7. Задачу 8 виконують за методикою задачі 7 (рис. 75). Тільки починають від точки A , розташованої на дні котловану, висота якої відома, а потрібно побудувати на місцевості Pn і передати на нього відому висоту. У цьому випадку нівелір встановлюють у

точці J_2 і знімають відліки b_2 і a_2 . Знаходять горизонт приладу $ГП_2$ за формулою

$$ГП_2 = H_A + b_2. \quad (87)$$

Переставляють нівелір у точку J_1 і знімають відлік на рулетці b_1 . Визначають горизонт приладу $ГП_1$ за формулою

$$ГП_1 = ГП_2 + (a_2 - b_1). \quad (88)$$

Обчислюють відлік a_1 , при якому низ рейки буде відповідати заданій висоті репера за формулою

$$a_1 = ГП_1 - H_{Pn}. \quad (89)$$

Репер Pn закріплюють так, щоб його верх відповідав заданій (проектній) висоті.

Задача 9. Побудувати лінію затоплення на місцевості

Вихідні дані. Відомі висоти нормального підпорного рівня (НПР) водосховища і Pn . Побудувати на місцевості лінію НПР.

При будівництві водосховищ виникає необхідність позначення на місцевості лінії вода-берег, що утвориться при заповненні водосховища водою (рис. 76). Цю лінію називають лінією затоплення, або **нормальний підпорний рівень (НПР)**. Задача зводиться до побудови на місцевості лінії, що сполучає точки з однаковими висотами.

Встановлюють нівелір між репером і місцем позначення рівня води на місцевості. Встановлюють рейку на репер, знімають відлік a . Обчислюють горизонт приладу за формулою

$$ГП = H_{Pn} + a. \quad (90)$$

Обчислюють відлік b , який повинен бути, щоб низ рейки відповідав висоті $НПР$, для цього використовують формулу:

$$b = ГП - H_{НПР}. \quad (91)$$

Встановлюють рейку у точку 1, знімають відлік b_1 , який за своєю величиною більший обчисленого. Подають команду працівнику з рейкою, щоб він підійшов дещо вище за рельєфом у точку 2, та знімають відлік b_2 . Другий відлік теж виявився більшим за обчислений. Тому подається команда знову переставити рейку дещо вище, у точку 3. При знятті відліку з рейки в точці 3 різниця між цим відліком і обчисленим за формулою (77) не перевищує 3 мм, тому вважають, що лінії затоплення винесли вірно.

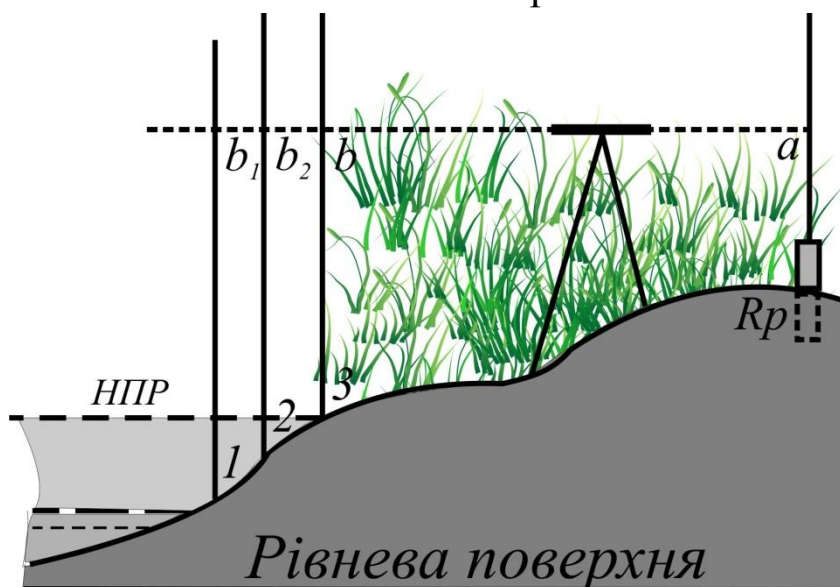


Рис. 76. Перенесення в натуру НПР

Слід пам'ятати, що точки закріплюють через 100 м дерев'яними кілочками, а інколи і дерев'яними стовпами. Через 1 км закладають ґрунтові репери. У населених пунктах лінію затоплення закріплюють через 50 м дерев'яними кілочками, які навколо окопують канавкою та прив'язують їх до місцевих предметів.

Задача 10. Визначити висоту будь-якої споруди

Вихідні дані. Над існуючою автодорогою проходить лінія електропередач. Визначити висоту від поверхні автодороги до електропроводів.

Встановлюють теодоліт у точці А та приводять його у робоче положення. Визначають MO за формулою

$$MO = \frac{KL + KP}{2}, \quad (92)$$

де KL і KP – відліки з вертикального круга, відповідно, при крузі ліво і при крузі право. Після цього вимірюють висоту приладу i та віддаль

d між точками A і B (рис. 77). B - проєкція точки B_1 найближчої до покриття автодороги на перпендикулярі. У подальшому наводять зорову трубу на точку B , розташовану на автодорозі, прямовисно під лінією електропроводу, та знімають відлік, наприклад KL_1 . Після цього наводять зорову трубу на електропровід у найнижчій точці його провисання і знімають з вертикального круга відлік KL_2 . За отриманими відліками обчислюють кути нахилу за формулами

$$\begin{aligned} v_1 &= KL_1 - MO \\ v_2 &= KL_2 - MO. \end{aligned} \quad (93)$$

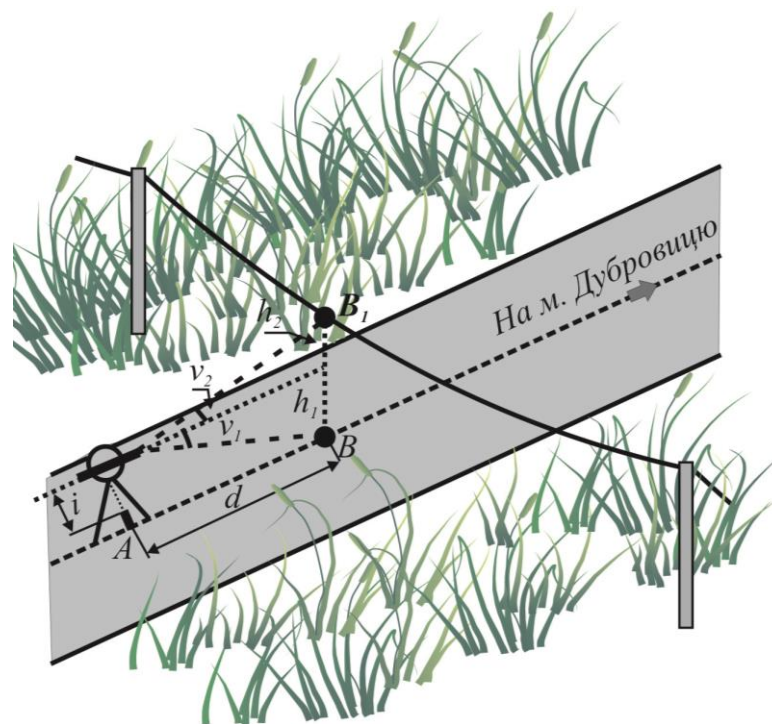


Рис. 77. Визначення перевищення від поверхні автодороги до електричних дровів

Обчислюють перевищення за формулами

$$h_1 = d \times \operatorname{tg} v_1; \quad h_2 = d \times \operatorname{tg} v_2. \quad (94)$$

Висоту від автодороги до електропроводів обчислюють за формулою

$$H_{np} = h_1 + h_2. \quad (95)$$

Задача 11. Розмічування основних осей споруди

це задовольняє технічну точність вимірів і точки на місцевості фіксують відповідними геодезичними знаками.

2) Можна в точках 1 і 2 відкласти горизонтальні кути, рівні 90° . На сторонах, перпендикулярних до осі А – А, відкласти віддалі 12 м і проконтролювати виміром діагоналей. Якщо виміряна віддаль між точками 3 і 4 не перевищує $d/4000$ (де d - виміряна віддаль) мм, то робота виконана вірно і задовольняє технічну точність вимірів.

Задача 12. Закріплення умовної висоти нуля споруди на місцевості

Вихідні дані. Відоме місце де слід закріпити на місцевості умовну висоту нуля будівництва споруди. За умовну висоту $\pm 0,000$ м споруди визначена абсолютна висота 134,540 м. Побудувати на місцевості знак, що відповідає умовній висоті $\pm 0,000$ м (рис.79). За умовну висоту, рівну $\pm 0,000$ м будь-якої споруди (великої чи малої) приймають рівень чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній висоті (проставляють цифрами висоту).

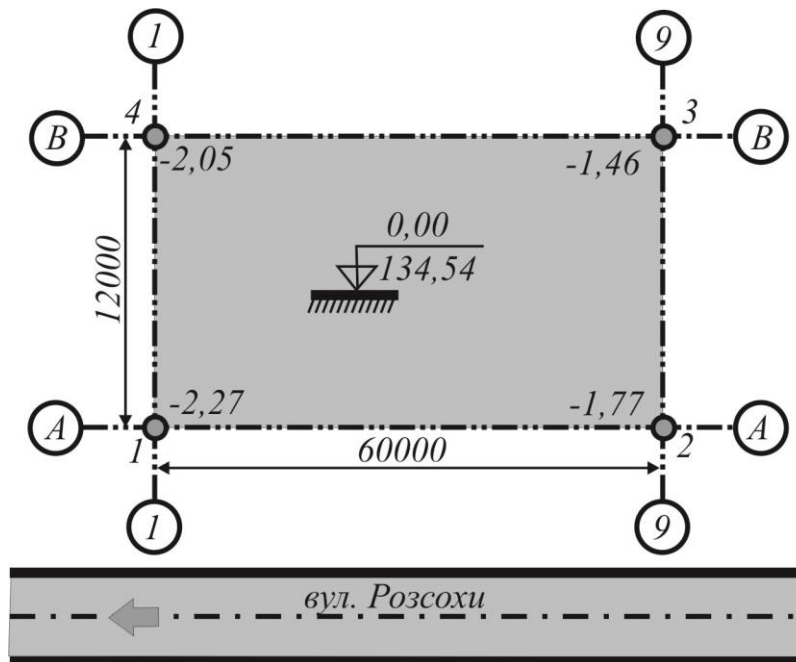


Рис. 79. Закріплення умовної висоти 0,000 м

У призначеному місці закопують дерев'яний стовп та за методикою, розглянутою у задачі 4, виносять на закріплений стовп абсолютну висоту 134,540 м. Цей стовп за нанесеною олівцем лінією обрізують і олійною фарбою пишуть $\pm 0,000$ м.

**Задача 13. Визначити глибину
копання під фундамент споруди**

Вихідні дані. На місцевості позначена споруда основними осями А-А, В-В, 1-1 і 9-9 (рис. 80) та наведений фрагмент робочого креслення, на якому нанесена умовна висота низу фундаменту (рис. 81).

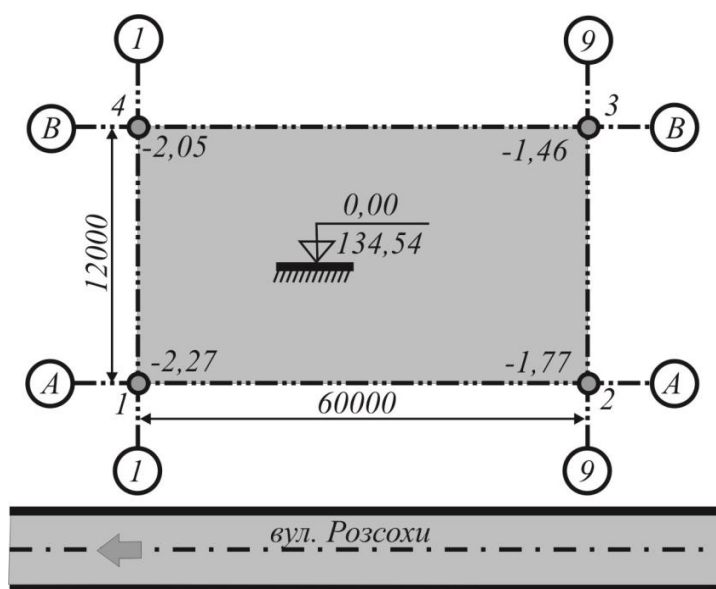


Рис. 80. Схема визначення глибини копання для закладки фундаменту

У чотирьох кутах прямокутника поверхні землі визначити глибину копання котловану для побудови фундаменту та скласти схему глибини його копання.

Встановлюють нівелір між репером з умовною висотою 0,00 м і спорудою, закріпленою основними осями (рис. 71). Приводять прилад у робоче положення та встановлюють рейку на репер з висотою $H_{0,000}$ і знімають відлік $a=1100$.

Обчислюють ГП за формулою

$$ГП = H_{0,000} + a = H_{0,000} + 1,10 = +1,10 \text{ м} \quad (97)$$

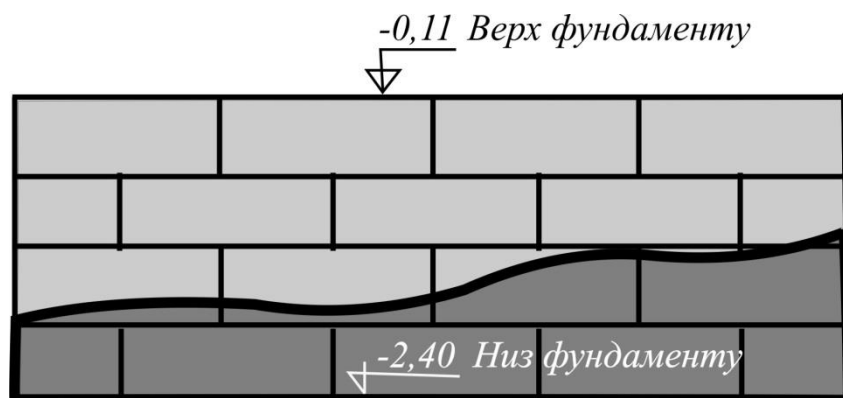


Рис. 81. Фундамент проектної споруди

По черзі встановлюють рейку в точках 1, 4, 2 і 3. Та знімають відліки відповідно $b_1=1230$, $b_4=1450$, $b_2=1730$ і $b_3=2040$. Обчислюють умовні висоти поверхні землі за формулою

$$H_i = ГП - b_i. \quad (98)$$

Так,

$$\begin{aligned} H_1 &= ГП - b_1 = +1,10 - 1,23 = -0,13 \text{ м.} \\ H_4 &= ГП - b_4 = +1,10 - 1,45 = -0,35 \text{ м} \\ H_2 &= ГП - b_2 = +1,10 - 1,73 = -0,63 \text{ м} \\ H_3 &= ГП - b_3 = +1,10 - 2,04 = -0,94 \text{ м.} \end{aligned}$$

Обчислюють глибину копання котловану в окремих точках для будівництва фундаменту за формулою

$$h_i = H_o - H_i, \quad (99)$$

Так:

$$\begin{aligned} h_1 &= -2,40 - (-0,13) = -2,27 \text{ м} \\ h_4 &= -2,40 - (-0,35) = -2,05 \text{ м} \\ h_2 &= -2,40 - (-0,63) = -1,77 \text{ м} \\ h_3 &= -2,40 - (-0,94) = -1,46 \text{ м.} \end{aligned}$$

За отриманими результатами формули (99) складають схему глибини копання котловану (рис. 80).

Задача 14. Перенесення основних і проміжних осей на обгородження, та їх закріплення

Вихідні дані. На місцевості викопаний котлован для будівництва споруди, за його периметром побудоване обгородження. Перенести основні осі на обгородження та виконати розмічування проміжних осей та їх закріплення.

Обгородження створюють з закопаних дерев'яних стовпів, до яких цв'ягами прибивають обрізну дошку вздовж периметра котловану. Верх дошки обгородження в будь-якому місці повинен знаходитися на однаковій абсолютній висоті (рис. 82). За допомогою теодоліта точки основних осей, закріплених на поверхні землі, переносять на верх дошки обгородження. Фіксацію осей на дошці виконують проведенням риски простим олівцем. Після виконання контролю перенесених осей у дошку забивають цв'ях, так, щоб його головка виступала на 5 мм, до нього прив'язують осьовий дріт товщиною 1 мм, що показує існування осі на місцевості.

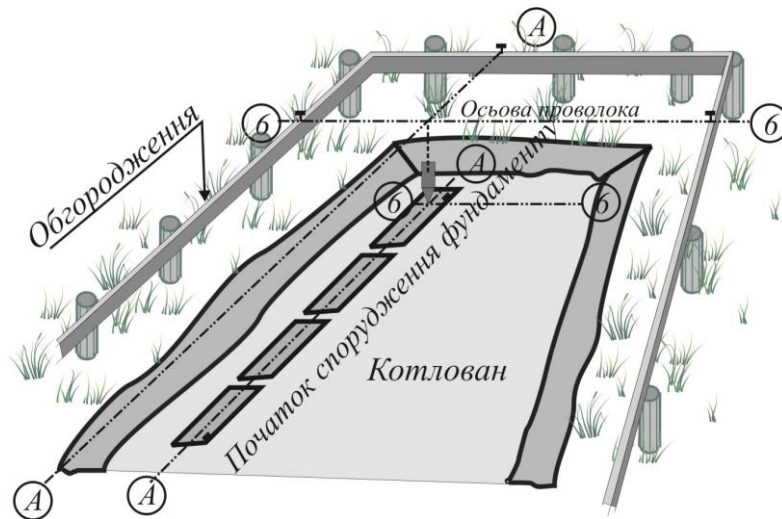


Рис. 82. Закріплення осей на обгородженні

Після винесення основних осей на обгородження приступають до нанесення на нього проміжних осей (рис. 83). Для цього користуються робочими кресленнями споруди, де підписані позначення і віддалі між осями. Розмітку проміжних осей виконують від основних, виміряючи віддалі між осями рулеткою (бажано довжиною 50 м) з міліметровими поділками. Хоча віддаль між осями становить 6 м, проте відкладати потрібно 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42 і 48 м. Така методика ліквідує наростання похибок за фіксацію нуля рулетки. У нашому випадку фіксацію виконують один раз.

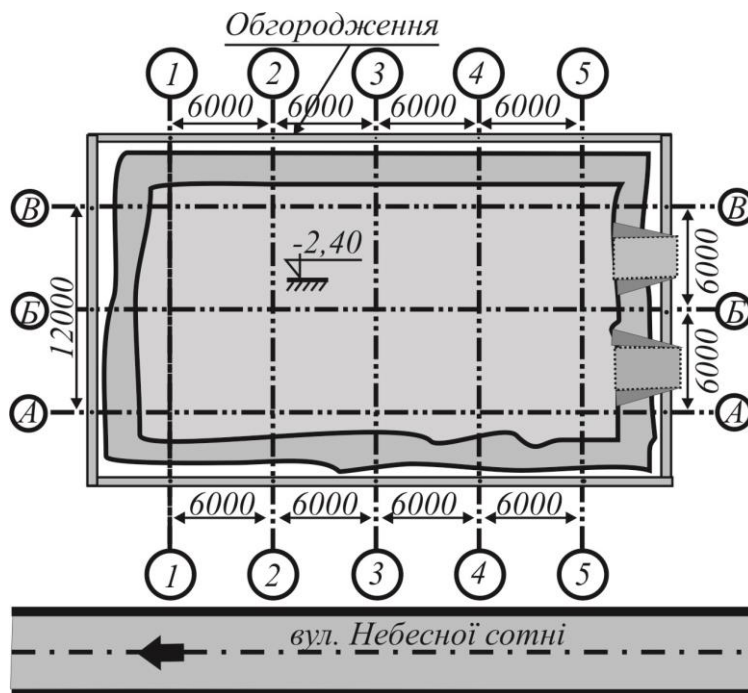


Рис. 83. Закріплення основних і проміжних осей на обгородженні

Задача 15. Установка колон в фундаменти (стакани) підчас монтажу

Вихідні дані. На місцевості побудовані фундаменти (стакани) під кожену колону споруди та відомий тип колон. Виконати монтаж і вивірку колон, користуючись при цьому теодолітом (рис. 84).

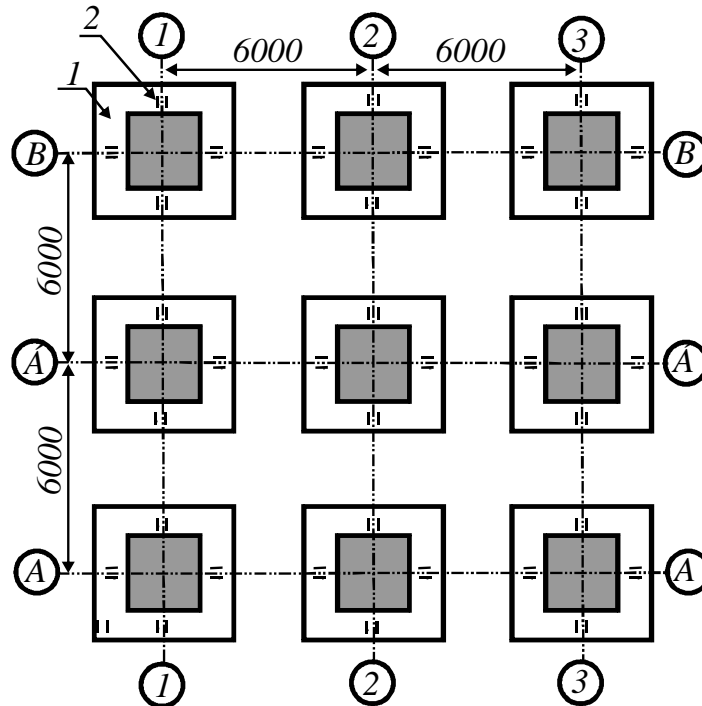


Рис. 84. План фундаментів (стаканів) під колони:
1 – фундамент (стакан);
2 – осі нанесені олійною фарбою.

Вивчають розташування фундаментів (стаканів) під колони. Згідно з обстеженням стаканів встановлено, що у плані на них нанесені осі олійною фарбою у вигляді двох паралельних штрихів, ширина кожного із них становить 6-7 мм. Вказані штрихи нанесені так, що осі проходять між цими штрихами. Віддалі між стаканами дорівнюють 6 м.

Спочатку обстежують колону (рис. 85, а), тобто з'ясовують, чи нанесені на колоні осі і горизонтальна риска, що повинна відповідати висоті 0,00 м споруди. Якщо вказані елементи відсутні, то їх наносять самі монтажники.

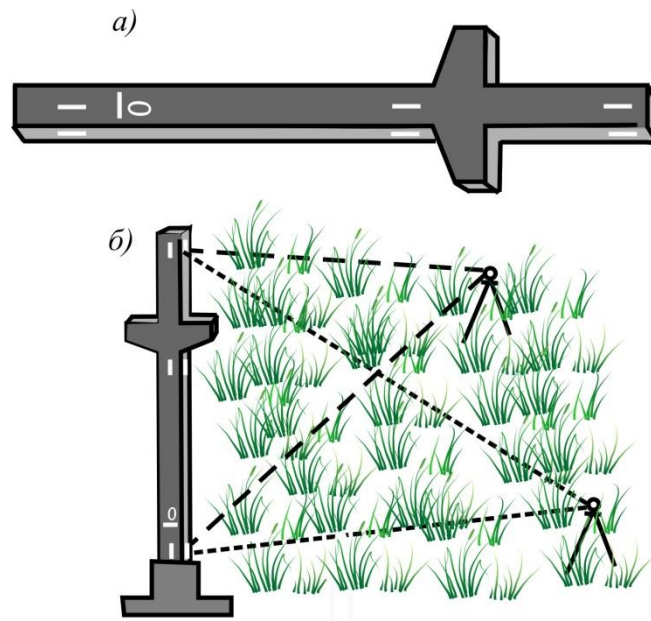


Рис. 85. Монтаж і вивірка колони:
 а) підготовка колони для її встановлення і вивірки;
 б) вивірка колони за допомогою теодоліта

Потім приступають до монтажу колони, використовуючи при цьому (найкраще) два теодоліти (рис. 85, б).

Піднімають колону вертикально відповідним краном, вставляють її у фундамент (стакан) і домагаються наближеної вертикальності, використовуючи при цьому нитковий висок. Колону в стакані фіксують із чотирьох сторін металевими клинами. Після цього встановлюють два теодоліти на відповідних осях, зорові труби наводять на осьову риску верха колони і проєктують її зоровою трубою на низ колони. Якщо вертикальна нитка сітки ниток співпадає з нанесеним осьовим штрихом внизу колони, то колона встановлена вертикально. Якщо співпадання не відбулося, то виконують *рихтування* (з німецької – *richtig* - правильно).

Рихтування колони. Дещо звільняють металевий клин, розташований з тієї сторони, в яку потрібно пересунути або нахилити колону, а клин, розташований з протилежної сторони, кувалдою забивають глибше у стакан. Такі дії виконують акуратно, з відчуттям зміни положення колони на десять долі міліметра, до тих пір, доки колона не буде встановлена вертикально.

Задача 16. Детальне розмічування поперечного перерізу автомобільної дороги і магістрального каналу меліоративної системи

Вихідні дані. На місцевості запроектована автомобільна дорога або магістральний канал меліоративної системи.

Потрібно виконати на місцевості детальне розмічування їх елементів згідно з робочим кресленням.

Для виконання земляних робіт у дорожньому або меліоративному будівництві розмічують поперечники перпендикулярно до осі споруди. На поперечнику дерев'яними кілочками фіксують вісь споруди, бровки і підшови насипу, або виїмки (рис. 86, 87). У точках B_o , O_o і C_o встановлюють візирки до висоти вище проектної на величину очікуваного осідання насипу.

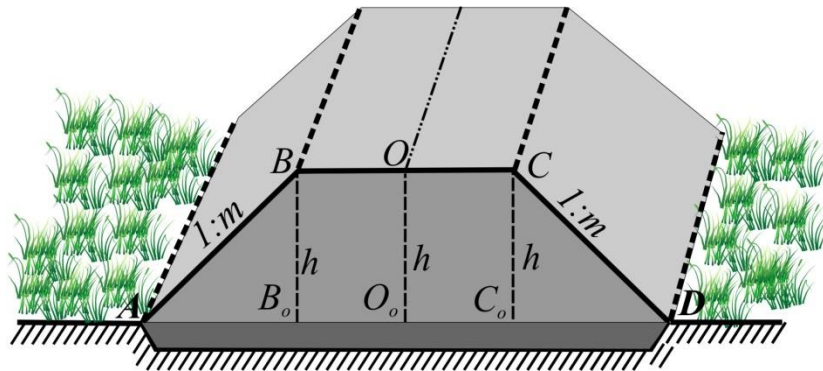


Рис. 86. Поперечник насипу автодороги

У випадках глибоких виїмок на кілочку пишуть робочу висоту з від'ємним знаком (глибину виїмки), якщо виїмка мала, то кілочок забивають у заглибленні до проектної висоти його верха (рис. 87). Проектними даними для розмічування насипу або виїмки служать: d_{BC} – ширина дна полотна дороги або каналу, h – висота насипу, або глибина виїмки, $1:m$ – ухил укосу (відношення висоти h до закладення d). Для закріплення на поперечнику точок B_o і C_o проєкцій бровок B і C відміряють від осі O_o віддаль $d_{BC}/2$, що дорівнює половині ширині дорожнього полотна (каналу).

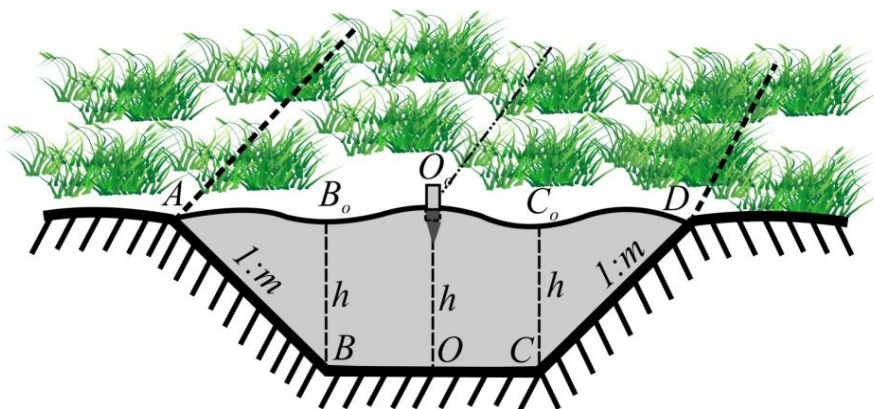


Рис. 87. Поперечник виїмки каналу

Щоб закріпити на місцевості точки A і D (точки підшов укосів), відміряють від осі автодороги (каналу) віддаль, обчислену за формулою

$$d_{AD} = \frac{d_{BC}}{2} + hm. \quad (100)$$

Формула (100) використовується, коли такі поперечники створюють на рівнині. У випадку, коли місцевість нахилена, то використовують інші формули.

Задача 17. Детальне розмічування на місцевості земляної греблі

Вихідні дані. На рисунку (рис. 88) наведено проект земляної греблі. Потрібно виконати розрахунки розмічувальних елементів греблі та скласти розмічувальне креслення.

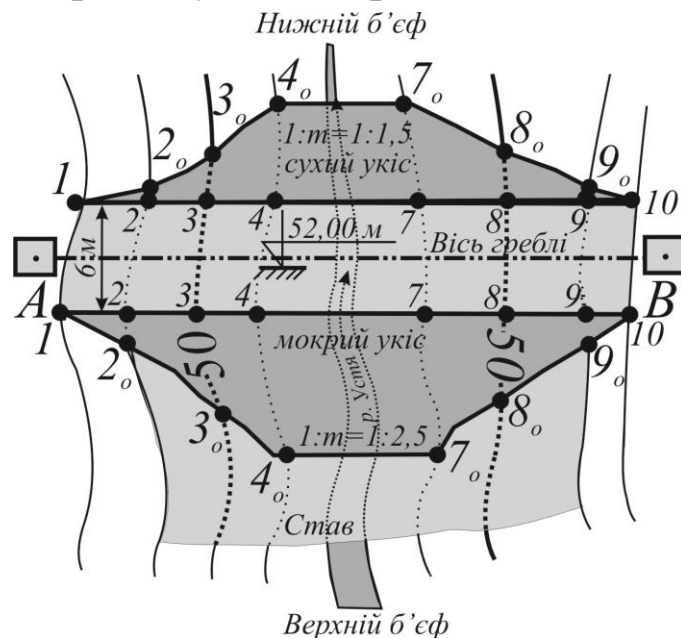


Рис. 88. Проект на топографічному плані земляної греблі

Обчислюють перевищення між висотою верха греблі і висотами горизонталей у точках $1, 2, 3...10$ сухого і мокрого укосів за формулою

$$h = N_{грб} - N_{гор} \quad (101)$$

де $N_{грб}$ – висота верха греблі; $N_{гор}$ – висота горизонталі у відповідній точці.

Укіс греблі, що розташований зі сторони притоку води називають **мокрим укосом**, а територію - **верхнім б'єфом**. Протилежний укіс називають **сухим укосом**, а територію – **нижнім б'єфом**

Обчислюють закладення сухого і мокрого укосів у точках 1, 2, 3...10 за формулою:

$$d_{зк} = h \times m, \quad (102)$$

де h – перевищення між висотою верха греблі і висотами горизонталей у відповідних точках 1, 2, 3...10; $m=1,5$ для сухого укосу і $m=2,5$ для мокрого укосу.

Результати розмічувальних елементів наведено у табл. 16.

На розмічувальне креслення виписують лінійні і кутові величини у числових значеннях. Побудованим розмічувальним кресленням користуються при перенесенні греблі в натуру на місцевості (рис. 89). У польових умовах перпендикуляри у відповідних точках будують екером або теодолітом, їх закінчення фіксують точками 1, 2_о, 3_о...10.

Таблиця 16

Результати обчислених елементів

| Для сухого укосу | | | Для мокрого укосу | | |
|------------------|---------------------|--------|-------------------|---------------------|--------|
| №№ точок | висота горизонт. | $d, м$ | №№ точок | висота горизонт. | $d, м$ |
| 1 | 52 м | 0 | 0 | 52 м | 0 |
| 2 | 51 м | 1,5 | 2 | 51 м | 2,5 |
| 3 | 50 м | 3,0 | 3 | 50 м | 5,0 |
| 4 | 49 м | 4,5 | 4 | 49 м | 7,5 |
| 7 | 49 м | 4,5 | 7 | 49 м | 7,5 |
| 8 | 50 м | 3,0 | 8 | 50 м | 5,0 |
| 9 | 51 м | 1,5 | 9 | 51 м | 2,5 |
| 10 | 52 м | 0 | 10 | 52 м | 0 |

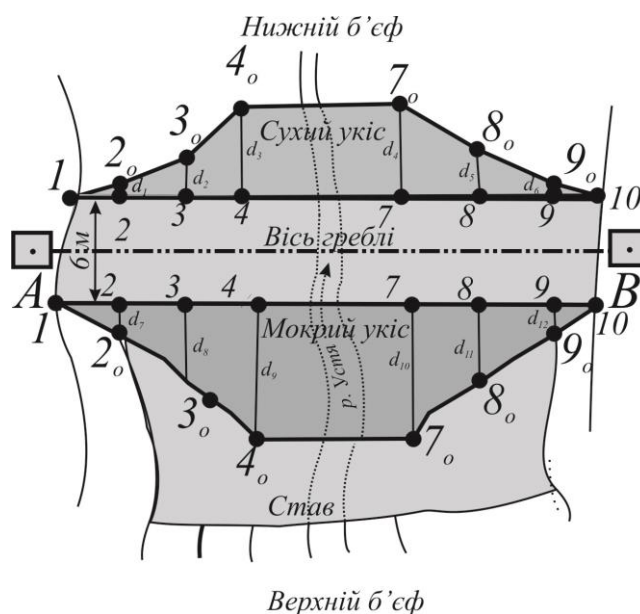


Рис. 89. Розмічувальне креслення сухого і мокрого укосів

Задача 18. Детальне розмічування кругової кривої

Вихідні дані. Радіус $R=150,00$ м кругової кривої прийнятий її частини $k=10,00$ м. На місцевості в указаному місці виконати детальне розмічування кругової кривої способом прямокутних координат (рис. 90).

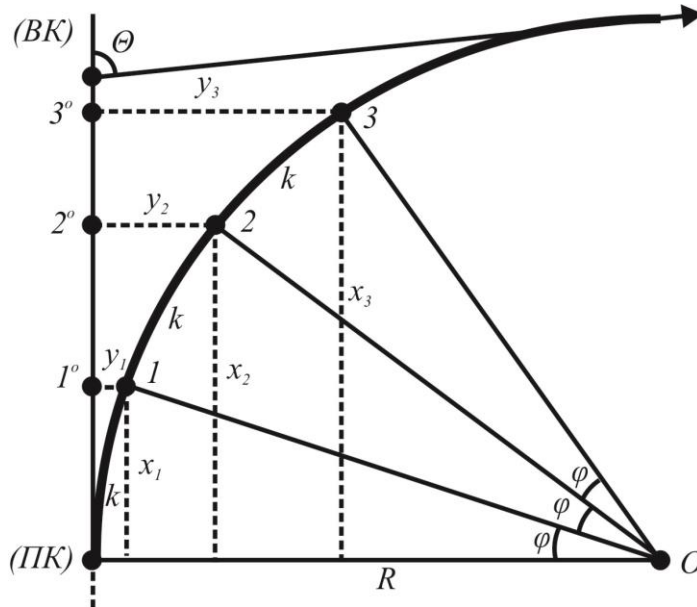


Рис. 90. Детальне розмічування кругової кривої

Для розрахунків за вісь абсцис x приймають тангенс T , а вісь ординат – радіус R з початком координат у точці початок кривої - $ПК$. Призначають довжину частини кривої k , на яку опирається величина кута φ і розраховують його за формулою

$$\varphi = \frac{180^\circ \times k}{\pi R}, \quad (103)$$

де $\pi=3,14\dots$

Прямокутні координати точок обчислюють за формулами

$$\begin{aligned} X_1 &= R \sin \varphi; & Y_1 &= 2R \sin^2 \varphi / 2; \\ X_2 &= R \sin 2\varphi; & Y_2 &= 2R \sin^2 \varphi; & (104) \\ X_3 &= R \sin 3\varphi; & Y_3 &= 2R \sin^2 3\varphi / 2; \end{aligned}$$

У польових умовах лінію кругової кривої закріплюють наступним чином. Від початку координат - точки $ПК$ вздовж тангенса T відкладають абсцису x_1 і отримують точку 1_0 . У цій точці будують перпендикуляр в сторону кривої одним з вибраних методів (екером, теодолітом). За ним відкладають ординату y_1 та отримують точку 1 , що буде лежати на лінії кривої. Після цього від початку кривої

вдоль тангенса відкладають абсцису x , отримують точку 2_o , у якій будують перпендикуляр в сторону кривої, відкладають на ньому ординату y_2 і отримують точку 2 і т. д.

Детальне розмічування однієї половини кривої виконують від початку прямокутних координат - точки початок кривої $ПК$. Другу половину кривої розмічають, коли за початок прямокутних координат прийнятий кінець кривої - $КК$. Якщо подивитись на закріплені на місцевості точки, то ми побачимо, як проходить лінія кривої, що є основою для виконання подальшого розмічування лінійної споруди.

Задача 19. Проектування вертикального планування горизонтальної ділянки із збереженням балансу земляних робіт

Вихідні дані. *Топографічний план для складання проекту взяти з рис. 91. Скласти проект вертикального планування та картограму земляних робіт.*

На креслярському папері у масштабі будують сітку квадратів із відповідною до топографічного плану їх кількістю (рис. 92). У вершинах квадратів підписують висоти поверхні землі, вибрані з топографічного плану. На основі цих висот обчислюють проектну висоту горизонтальної ділянки за формулою:

$$H_o = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4n}, \quad (105)$$

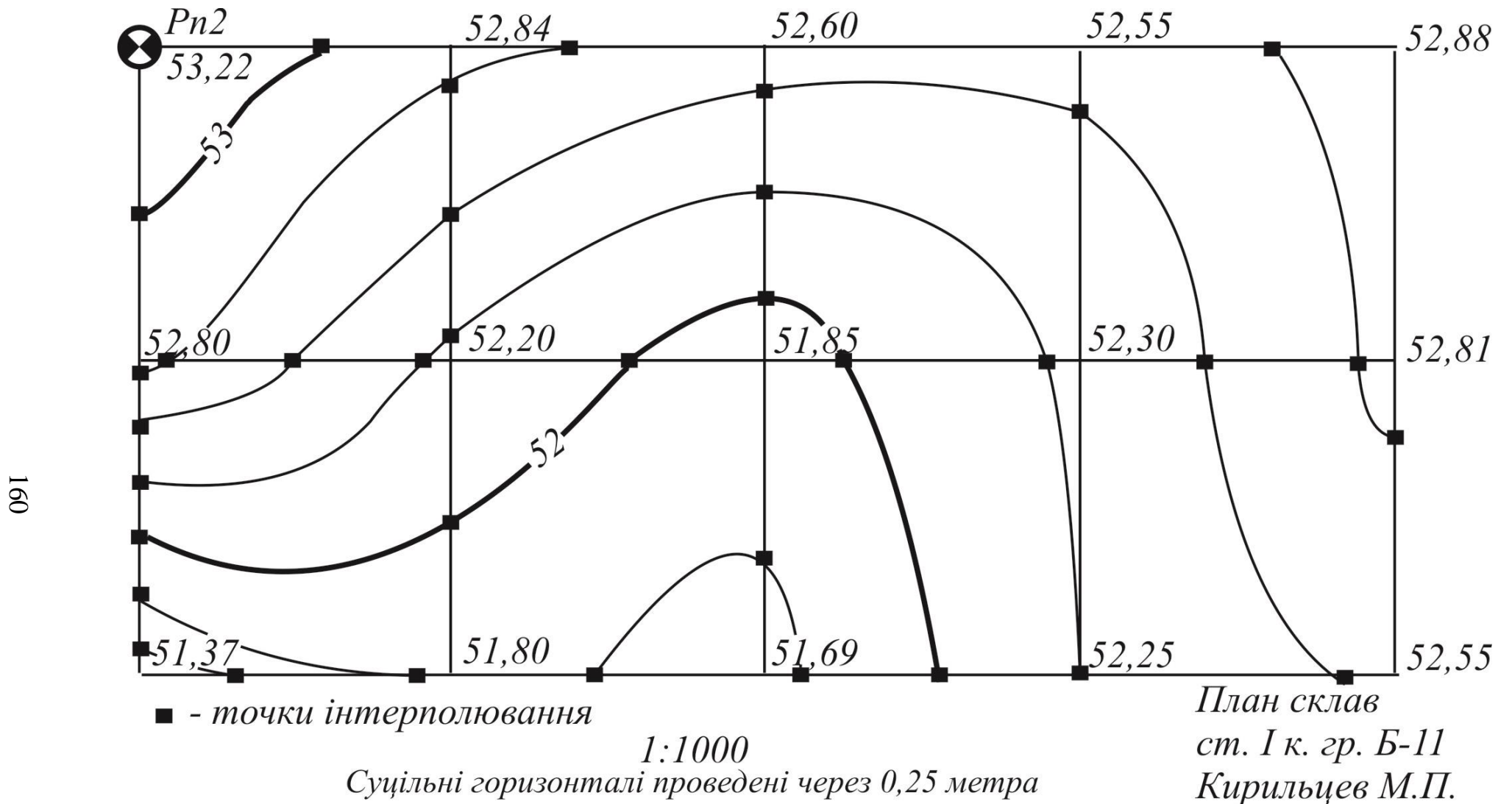


Рис. 91. Топографічний план

| | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 53,22 +0,90 | 52,84 +0,52 | 52,60 +0,28 | 52,55 +0,23 | 52,88 +0,56 |
| 52,80 +0,48 | 52,20 -0,12 | 51,85 -0,47 | 52,30 -0,02 | 52,81 +0,49 |
| 51,37 -0,95 | 51,80 -0,52 | 51,69 -0,63 | 52,25 -0,07 | 52,55 +0,23 |

1:1000

$H_0 = 52,32$ м - проектна висота горизонтальної ділянки;

$-0,52$ - робоча висота
 $51,80$ - висота поверхні землі;

План склав
 ст. І к. гр. Б-11
 Кирильцев М.П.

Рис. 92. Проект вертикального планування горизонтальної ділянки

де $H_1, H_2, \text{ і } H_4$ – висоти поверхні землі вершин квадратів відповідно, що належать до одного, двох і чотирьох квадратів; n – кількість квадратів.

Для складання картограми земляних робіт на креслярському папері виготовляють сітку квадратів подібно до виготовленого проекту вертикального планування горизонтальної ділянки. У вершини квадратів виписують висоти поверхні землі та робочі висоти (рис. 93).

Робочі висоти обчислюють за формулою:

$$h_i = H_o - H_i, \quad (106)$$

де H_o і H_i - висоти, відповідно проектна і поверхні землі. У результаті отриманих робочих висот із своїм знаком, знак «+» відповідає підсипанню, а знак «-» - зніманню ґрунту. Оскільки проектна площа в деяких точках перетинається з поверхнею землі, такі точки називають нульовими і віддаль від їх розташування до вершини квадрата визначають за формулою

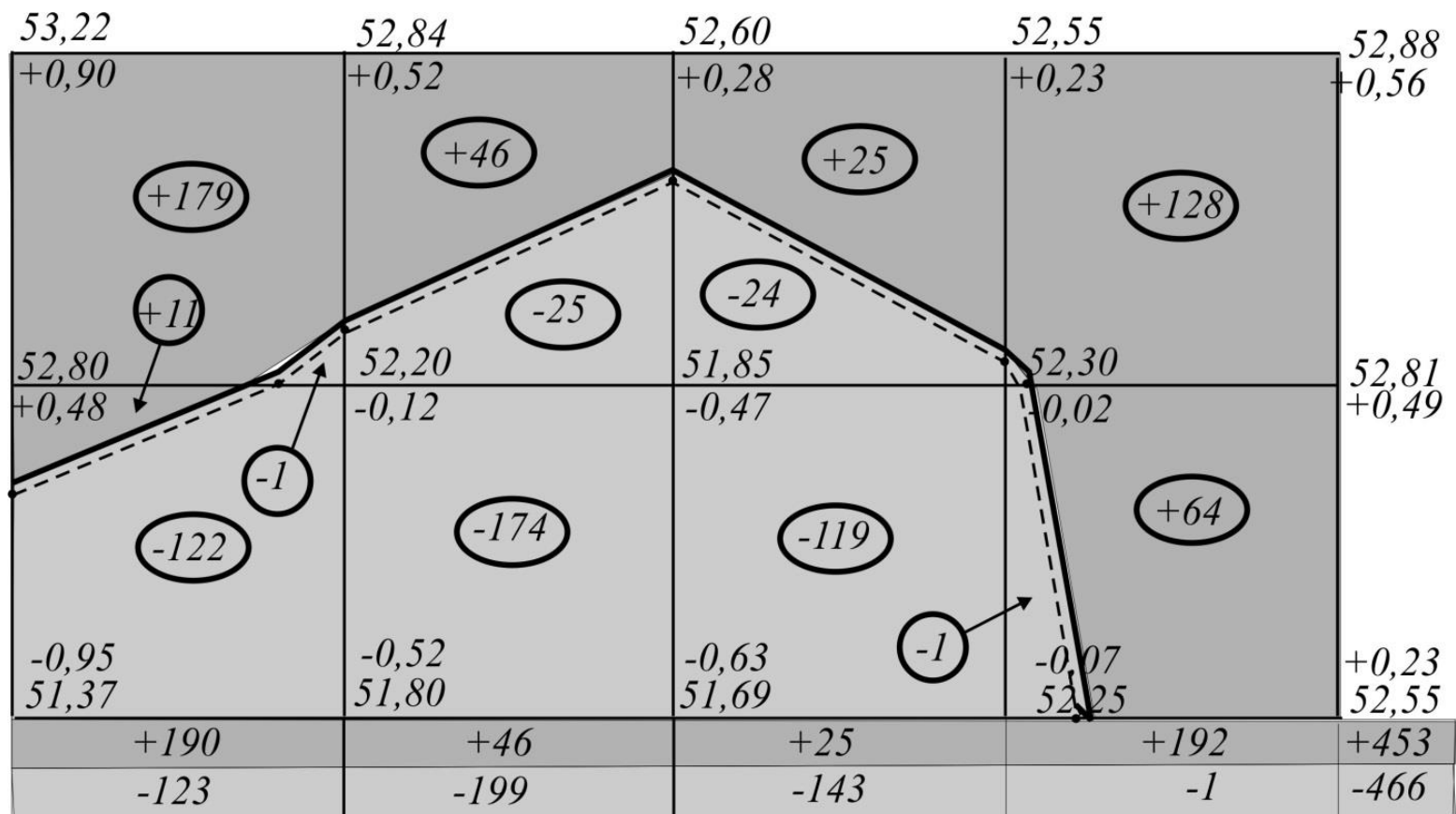
$$d_x = a \times \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|}, \quad (107)$$

де a – довжина сторони квадрата; h_1 і h_2 – робочі висоти, відповідно із своїм знаком. У формулі (109) робочі висоти беруть за модулем. Якщо відкласти віддалі d_x , то отримаємо точки нульових робіт, і при їх сполученні прямою - лінію нульових робіт. Ця лінія ділить територію на дві частини. З одної сторони лінії ґрунт потрібно підсипати, а з іншої - зрізати. Таким чином отримали геометричні фігури, об'єми земляних робіт яких потрібно визначити за формулою (94).

$$V_n = \frac{a^2}{400} \times \frac{\sum h_n}{|\sum h_n| + |\sum h_g|} = \frac{20^2}{400} \times \frac{62^2}{62 + 50} = +34 \text{ м}^3 \quad (108)$$

$$V_g = \frac{a^2}{400} \times \frac{\sum h_g}{|\sum h_n| + |\sum h_g|} = \frac{20^2}{400} \times \frac{50^2}{62 + 50} = -22 \text{ м}^3$$

На картограмі об'єми сумують по вертикальним і горизонтальним квадратам та отримують загальний об'єм земляних робіт, який використовують при складанні кошторису (рис. 93).



1:1000

План склав
ст. І к. гр. Б-11
Кирильцев М.П.

Рис. 93. Картограма земляних робіт

Завдання №4.
Інструментальне рішення
інженерних задач на місцевості:
 4 дні

Кожна бригада групи зобов'язана рішення п'ять (5) інженерних задач на місцевості за допомогою геодезичних приладів. Зміст і методичні вказівки рішення інженерних задач приведені в розділі 11. Номера задач для кожної бригади приведені в табл. 6.

Таблиця 17

Розподіл задач за бригадами

| № з/п | Назва бригад | Номери інженерних задач | | | | |
|-------|--------------|-------------------------|---|----|----|----|
| | | 1 | 5 | 9 | 13 | 17 |
| 1 | Бригада №1 | 1 | 5 | 9 | 13 | 17 |
| 2 | Бригада №2 | 2 | 6 | 10 | 14 | 18 |
| 3 | Бригада №3 | 3 | 7 | 11 | 15 | 19 |
| 4 | Бригада №4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 1 |

Міністерство освіти і науки України
 Уманський національний університет садівництва

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

З В І Т
навчальної практики з топографії
Завдання №4
 Бригада № ____, гр. _____

м. Умань 20__ р.

З м і с т

| | |
|--|--|
| Задачі навести лише ті, що передбачені для бригади | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |



**ЧАСТИНА
ТРЕТЯ**



**НАВЧАЛЬНА
ПРАКТИКА
З ГЕОДЕЗІЇ**

ПРОГРАМА

НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З ГЕОДЕЗІЇ

| № з/п | Назва дії виконання | Дні |
|--|--|--------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Вивчити правила внутрішнього розпорядку, правила техніки безпеки і пожежної охорони, отримати прилади та освоїти правила догляду за геодезичними приладами. Сформувати бригади. Виконати перевірки геодезичних приладів. | 2 дні |
| Завдання 1. Побудувати планове геодезичне обґрунтування II-го розряду способом геодезичного чотирикутника | | 6 днів |
| 2 | Виконати рекогностування місцевості для побудови планового геодезичного обґрунтування II-го розряду способом геодезичного чотирикутника. | |
| 3 | Закріпити точки планового геодезичного обґрунтування II-го розряду геодезичного чотирикутника | |
| 4 | Скласти схему планового геодезичного обґрунтування геодезичного чотирикутника. | |
| 5 | Виміряти базис у геодезичному чотирикутнику | |
| 6 | Виміряти горизонтальні кути у геодезичному чотирикутнику способом кругових прийомів теодолітом Т-5. | |
| 7 | Виконати урівнювання геодезичного чотирикутника | |
| 8 | Обчислити прямокутні координати точок геодезичного чотирикутника | |
| 9 | Скласти каталог прямокутних координат точок геодезичного чотирикутника | |
| Завдання 2. Визначення прямокутних координат двох додаткових пунктів засічками на місцевості | | 6 днів |
| 10 | Рекогностування місцевості з метою вибору двох додаткових пунктів, для визначення прямокутних координат засічками | |
| 11 | Виконати польові роботи для визначення | |

| | | |
|--|---|--------|
| | додаatkового пункту P прямою засічкою | |
| 12 | Обчислити прямокутні координати додаткового пункту P за формулами Юнга | |
| 13 | Виконати польові роботи для визначення додаткового пункту P оберненою засічкою | |
| 14 | Обчислити прямокутні координати додаткового пункту P за приведеними формулами в посібнику для оберненої засічки | |
| 15 | Виконати оцінку точності прямої і оберненої засічок | |
| 16 | Виконати польові роботи щодо знесення прямокутних координат з вершини пункту | |
| 17 | Обчислити прямокутні координати знесеного пункту | |
| Завдання 3. Побудувати висотне геодезичне обґрунтування нівелюванням IV класу | | 4 днів |
| 18 | Рекогностування місцевості для нівелювання IV класу з прив'язкою до пунктів старших класів | |
| 19 | Виконати польові роботи нівелювання IV класу | |
| 20 | Виконати камеральні роботи польових матеріалів нівелювання IV класу | |
| 21 | Скласти каталог висот точок нівелювання IV класу | |
| Завдання 4. Скласти проект стадіону Уманського національного університету садівництва | | 6 днів |
| 22 | Виконати рекогностування місцевості для проектування стадіону уманського університету | |
| 23 | Закріпити точки тахеометричного ходу | |
| 24 | Тахеометричне знімання місцевості в масштабі 1:1000 з перерізом рельєфу через 0,5 метра | |
| 25 | Скласти топографічний план в масштабі 1:1000 з перерізом рельєфу через 0,5 метра | |
| 26 | Скласти проект стадіону уманського університету | |

Всього: 24 дні, або 24×6 годин=144 годин

РОЗДІЛ 12

ПОБУДУВА ГЕОДЕЗИЧНОГО ЧОТИРИКУТНИКА НА МІСЦЕВОСТІ

ЗАВДАННЯ 1

ПОБУДУВАТИ ПЛАНОВЕ ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ІІ-ГО РОЗРЯДУ СПОСОБОМ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЧОТИРИКУТНИКА

Загальні відомості

Передбачається побудувати планове геодезичне обґрунтування ІІ-го розряду методом геодезичного чотирикутника. Чотирикутник, в якому виконані вимірювання кутів за напрямками діагоналей та його сторін, називається *геодезичним чотирикутником*. Число кутів у такому чотирикутнику дорівнює 8. Щоб отримати з відповідною точністю прямокутні координати пунктів у такому чотирикутнику необхідно виміряти один будь-який базис з відносною похибкою не більшою 1:20 000 та горизонтальні кути з похибкою не більшою $m_{\beta}=0,1'$. При вимірюванні базиса і горизонтальних кутів суворо дотримуватись вимог інструкції.

Для звіту прикладають усі польові і камеральні матеріали. Виготовляють відповідні креслення, що вважаються завершальним етапом засвоєння матеріалу не тільки теоретично але і практично.

Порядок послідовності виконання робіт наведений у наступних параграфах нижче.

12.1. Рекогностування та закріплення пунктів геодезичного чотирикутника на місцевості

Під час рекогностування виконують детальний огляд місцевості з метою кінцевого вибору місця закріплення пунктів планового геодезичного обґрунтування фігури геодезичного чотирикутника. Слідкують, щоб не було перешкод підчас вимірів кутів і віддалей між

пунктами. Не слід пункти закріплювати на проїжджій частині дороги, або пішохідній стежці (рис. 94).

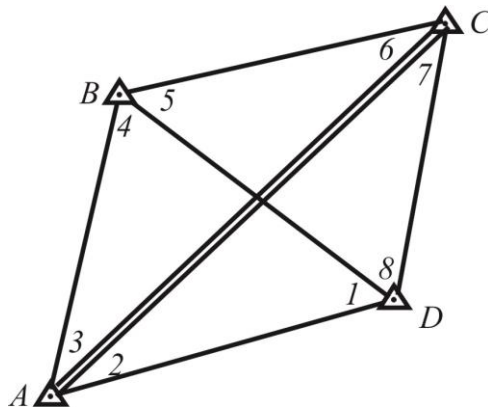


Рис. 94. Схема геодезичного чотирикутника

Спочатку місця пунктів закріплюють тимчасовими дерев'яними кілочками. У подальшому, якщо це потрібно, то замість дерев'яних кілочків встановлюють постійні знаки. Постійними знаками вважають дерев'яні і бетонні стовпи та металеві труби. На закріплених знаках пишуть його номер та виконують зовнішнє оформлення у вигляді викопаної канавки у вигляді круга або квадрата.

12.2. Складання абрисів точок геодезичного чотирикутника

На всі пункти геодезичного чотирикутника складають абриси за стандартною формою (рис. 95).

Абрис складають у трьох примірниках і прикладають його до технічного звіту, що виготовляють теж у трьох примірниках. Один примірник подають у обласний відділ архітектури, другий у районний відділ архітектури, третій залишають в архіві установи, яка звітується.

Цими звітами користуються майбутні виконавці, що виконують інші роботи, але потрібно використати пункти старших класів для прив'язки робочих мереж ними побудованих. Коли виконавцю установи потрібно отримати вихідні дані, для виготовлення топографо-геодезичних матеріалів у державній системі координат, то звертаються у відділ архітектури за вихідними даними.

Абрис пункту геодезичного чотирикутника

Пункт № _____ Клас, розряд: _____ Тип центру: _____
Об'єкт: _____

| | |
|--|--|
| | Опис місцеположення _____ _____ _____ _____ _____ |
| | Технічний стан _____ _____ _____ _____ |
| | Видимість на суміжні пункти _____ _____ |

Рік закладки (обстеж.): _____
Склав: _____

Креслив: _____
Перевірив: _____

Рис. 95. Абрис пункту геодезичного чотирикутника

12.3. Вимірювання довжин ліній і базисів

Лінії в полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів вимірюють світловіддалемірами, електронними тахеометрами та іншими приладами, що забезпечують необхідну точність вимірювання. Вимоги наведені в табл. 17. При вимірюванні ліній світловіддалемірами та електронними тахеометрами в полігонометрії 4 класу слід виконувати три прийоми, 1 і 2 розрядів - два прийоми. Під прийомом у цих випадках розуміють одне наведення на відбивач і три відліки по табло.

Таблиця 17

Граничні довжини сторін

| Показники | 4-й клас | 1-й розряд | 2-й розряд |
|---|----------|------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Гранична довжина ходу, км: | | | |
| окремого | 14,0 | 7,0 | 4,0 |
| між вихідною і вузловою точками | 9,0 | 5,0 | 3,0 |
| між вузловими точками | 7,0 | 4,0 | 2,0 |
| Граничний периметр полігону, км | 40 | 20 | 12 |
| Довжини сторін ходу, км: | | | |
| найбільша | 3,00 | 0,80 | 0,50 |
| найменша | 0,25 | 0,12 | 0,08 |
| середня | 0,50 | 0,30 | 0,20 |
| Кількість сторін у ході, не більше | 15 | 15 | 15 |
| Відносна помилка ходу не більше | 1:25000 | 1:10000 | 1:5000 |
| Середня квадратична помилка виміряного кута (за нев'язками у ходах і в полігонах), не більше, сек | 3 | 5 | 10 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------------|---------------|---------------|
| Кутова нев'язка ходу або полігона, де n - кількість кутів у ході не більше, m''_p | $5 \sqrt{n}$ | $10 \sqrt{n}$ | $20 \sqrt{n}$ |
| Середня квадратична помилка вимірювання довжини сторони, см: | | | |
| до 500 м | 1 | 1 | 1 |
| від 500 до 1000 м | 2 | 2 | - |
| понад 1000 м | 1:40000 | - | - |

Примітки:

1. При вимірюванні сторін полігонометрії слід уникати переходу від дуже коротких сторін до найдовших.

2. Як виняток, у ходах полігонометрії 1 розряду довжиною до 1 км і в ходах полігонометрії 2 розряду довжиною до 0,5 км допускається абсолютна лінійна нев'язка 10 см.

3. Кількість кутових і лінійних нев'язок, близьких до граничних, не повинна перевищувати 10%.

Коливання результатів вимірювань у прийомах не повинні бути більшими $3m$, де m - середня квадратична помилка вимірювання віддалі, що взята з паспорта приладу. Порядок роботи під час вимірювання ліній конкретним типом приладу наведено в інструкції з експлуатації.

12.4. Вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів

Вимірювання кутів на пунктах II-го розряду виконують способом вимірювання окремого кута або способом кругових прийомів за трьохштативною системою оптичними приладами не нижче 5-секундної точності. Спосіб кругових прийомів застосовують, коли кількість напрямів на пункті більше двох (табл. 18.) Центрування приладу та візирних марок виконують з точністю 1 мм. Перед початком робіт, але не рідше одного разу за рік, прилади перевіряють і досліджують за програмою, що викладена у додатку 13 Інструкції (Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000,

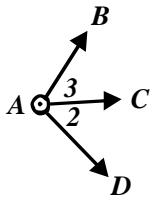
1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98)). Як виняток, у ходах полігонометрії 1 розряду довжиною до 1 км і у ходах полігонометрії 2 розряду довжиною до 0,5 км допускається абсолютна лінійна нев'язка 10 см.

Кількість кутових і лінійних нев'язок, близьких до граничних, не повинна перевищувати 10%.

Таблиця 18

Вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів

Теодоліт _____ № _____ Погода _____ Спостерігач _____
 Дата _____ Видимість _____ Записувач _____

| Абрис | № пункту | № прийому | Назва напрямку | Круг | Відліки з лімба | Відліки з мікрометра | | $(a_1+a_2)/2$ | $2c=КЛ-КП$ | $\frac{КЛ + КП}{2}$ | Значення кутів | |
|--|----------|-----------|----------------|------|-----------------|----------------------|-------|---------------|------------|---------------------|----------------|-----------|
| | | | | | | a_1 | a_2 | | | | | |
|  | А | 1 | В | КЛ | 00°00' | 39" | 40 | 40 | +4 | 00°00' 36" | 00°00'00" | |
| | | | | КП | 180 00 | 36 | 35 | 36 | | 00°00'38" | | |
| | | | С | КЛ | 70 02" | 40 | 36 | 38 | +4 | 70 02 36 | | 70 02 00 |
| | | | | КП | 250 02 | 35 | 33 | 34 | | | | |
| | | | D | КЛ | 112 41 | 32 | 32 | 32 | +3 | 112 41 31 | | 112 40 55 |
| | | | | КП | 292 41 | 30 | 28 | 29 | | | | |
| | | | В | КЛ | 00 00 | 38 | 36 | 37 | +4 | 00 00 35 | | 00 00 00 |
| | | | | КП | 180 00 | 34 | 32 | 33 | | | | |

Кількість прийомів, у залежності від розряду мережі і точності приладу, що застосовується, наведено в табл. 19.

Таблиця 19

Кількість прийомів при вимірюванні кутів

| Прилади і їх точність | Кількість прийомів | | |
|-----------------------|------------------------|-----------|-----------|
| | полігонометрія 4 класу | 1 розряду | 2 розряду |
| 1" | 4 | - | - |
| 2" | 6 | 2 | 2 |
| 5" | - | 3 | 2 |

Примітка: При переході від одного прийому до другого лімба 180° переставляють на кут $(+сг \times n)$, де n – кількість прийомів, $сг = 10'$ чи $5'$

Результати вимірювання окремих кутів або напрямів на пунктах полігонометрії мають бути у межах допусків, наведених у табл. 20.

За наявності у групі вимірювань кутів у окремих прийомах, результати яких не відповідають установленим допускам, вимірювання повторюють при тих же положеннях лімба. Повторні вимірювання виконують після закінчення спостережень за основною програмою. Якщо середнє значення кута (напрям), що одержане з основного і повторного вимірювань, задовольняє установлені допуски, то його приймають до подальшої обробки. У протилежному випадку основний прийом вилучають і в обробку приймають повторний

Таблиця 20

Допуски окремих кутів або напрямів

| Елементи вимірювання | Допуски при вимірюванні кутів приладами з точністю | | |
|---|--|----|------|
| | 1" | 2" | 5" |
| Розходження між значеннями одного і того самого кута, що отримані з двох напівприймів | 6" | 8" | 0,2' |

| | | | |
|--|----|----|------|
| Коливання значення кута, що отримане з різних прийомів | 5" | 8" | 0,2' |
| Розходження між результатами спостережень початку і в кінці напівприйому | 6" | 8" | 0,2' |
| Коливання значень напрямів, що приведені до спільного нуля, в окремих прийомах | 5" | 8" | 0,2' |

12.5. Обчислення прямокутних координат точок геодезичного чотирикутника

Методик обчислення прямокутних координат існує декілька. Ми зупинимося на одній із них.

Оскільки до мереж I і II розрядів вимоги щодо точності нижчі, ніж до державних триангуляцій, то до них можна застосовувати спрощений метод урівнювання. Потрібно урівняти геодезичний чотирикутник та обчислити прямокутні координати точок його вершин.

Приклад. Вихідні дані

1. Схема мережі геодезичного чотирикутника

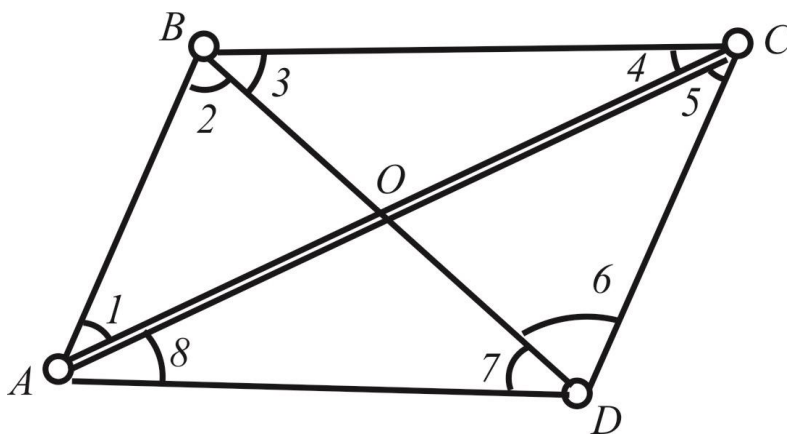


Рис. 96. Мережа геодезичного чотирикутника

Геодезичним чотирикутником називається чотирикутник з довільними сторонами і двома діагоналями, у якому виміряні всі кути при вершинах. У такому чотирикутнику можна написати наступні умови, що називають умовними рівняннями фігур:

$$1 + 2 + 3 + 4 = 180^\circ; \quad (109)$$

$$5 + 6 + 7 + 8 = 180^\circ; \quad (110)$$

$$1 + 2 + 7 + 8 = 180^\circ; \quad (111)$$

$$3 + 4 + 5 + 6 = 180^\circ; \quad (112)$$

$$1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 = 360^\circ. \quad (113)$$

Якщо додати рівняння (109) і (110) то отримаємо рівняння (113) та при додаванні рівняння (111) і (112) теж отримаємо рівняння (113).

На цій основі робимо висновок, що із п'яти рівнянь тільки три незалежні, а інші два рівняння будуть наслідком цих трьох. Із п'яти рівнянь вибираємо три з урахуванням вище наведеного висновку.

У геодезичному чотирикутнику виникає полюсна умова (рівняння). За полюс можна прийняти будь-яку його вершину. Якщо за полюс вибрані відповідні точки A, B, C, D і O та складені полюсні рівняння відношенням сторін, яке дорівнює відношенню синусів протилежних кутів, що наведено у рівняннях (99)–(103).

Таблиця 21

Вихідні прямокутні координати, дирекційні кути та сторони

| Пункти | Координати | | Дирекційний кут, α | Сторона, S |
|--------|------------|--------|---------------------------|--------------|
| | x | y | | |
| A | 6250 | 7384 | | |
| | 445,84 | 236,37 | | |
| | | | 58°16'20'' | 692,82 |
| C | 6250 | 7384 | | |
| | 810,18 | 825,65 | | |

$$A \quad \frac{AB}{AC} \times \frac{AC}{AD} \times \frac{AD}{AB} = 1; \quad \frac{\sin 4 \sin(6+7) \sin 2}{\sin(2+3) \sin 5 \sin 7} = 1; \quad (114)$$

$$B \quad \frac{BC}{BD} \times \frac{BD}{BA} \times \frac{BA}{BC} = 1; \quad \frac{\sin 6 \sin(1+8) \sin 4}{\sin(4+5) \sin 7 \sin 1} = 1; \quad (115)$$

$$C \quad \frac{CD}{CA} \times \frac{CA}{CB} \times \frac{CB}{CD} = 1; \quad \frac{\sin 3 \sin(6+7) \sin 1}{\sin(2+3) \sin 8 \sin 6} = 1; \quad (116)$$

$$D \quad \frac{DA}{DB} \times \frac{DB}{DC} \times \frac{DC}{DA} = 1; \quad \frac{\sin 2 \sin(4+5) \sin 8}{\sin(1+8) \sin 3 \sin 5} = 1. \quad (117)$$

Найпростіше складати полюсне рівняння, коли за полюс прийнята точка O перетин діагоналей (рис. 96). Таке рівняння має наступний вид.

$$O \quad \frac{OA}{OB} \times \frac{OB}{OC} \times \frac{OC}{OD} \times \frac{OD}{OA} = 1; \quad \frac{\sin 2 \sin 4 \sin 6 \sin 8}{\sin 1 \sin 3 \sin 5 \sin 7} = 1. \quad (118)$$

Проте із наведених полюсних рівнянь достатньо використати лиш одне будь-яке з них. У своєму прикладі ми використовуємо полюсне рівняння (118).

Підчас урівнювання мережі за умови фігур потрібно обчислити первинні і вторинні поправки, які слід додати до вимірних кутів та отримати виправлені кути (табл. 22).

Первинну поправку в кожен кут трикутника геодезичного чотирикутника обчислюють за формулою

$$v' = -1/4 \times w_i + u \quad (119)$$

де w_i – кутова нев'язка у відповідному трикутнику.

$$w_3 = (3 + 4 + 5 + 6) - 180^\circ = -6. \quad (120)$$

$$w_4 = (1 + 2 + 7 + 8) - 180^\circ = +3. \quad (121)$$

$$u = 1/8 \times (w_3 + w_4). \quad (122)$$

Контроль обчислених первинних поправок виконують за правилом: якщо їх просумувати в кожному трикутнику то сума повинна дорівнювати величині нев'язки з оберненим знаком.

Щоб визначити вторинну поправку ми вирішили використати полюсне рівняння (118). Його рішення представлено в табл. 23.

Коли обчислили вторинну поправку (табл. 23), тоді повертаються до заповнення табл. 23, відповідно стовпців: «Вторинні поправки», «Сума поправок», «Виправлені кути за v' і v'' ». Після цього приступають до рішення трикутників (табл. 24).

У мережах II-го розряду синуси кутів необхідно обчислювати до 6-го знаку після коми, а вторинну поправку з точністю до двох знаків після коми.

Обчислення поправок і урівнювання кутів

| № куті в | Виміряні кути | Первинні поправки | | 180ек.кутів за v' | Вторинні поправки, v'' | Сума поправок | Виправлені кути за v' і v'' |
|----------------|------------------|-------------------------------|-------|------------------------|-----------------------------|------------------|------------------------------------|
| | | формула | v' | | | | |
| 1 | 30°04'55' , | $-\frac{1}{4} \times w_1 + u$ | -2,5 | 52,5 | +1,4 | -1,1 | 30°04'53,9'' |
| 2 | 63 09 59 | $-\frac{1}{4} \times w_1 + u$ | -2,5 | 56,5 | -1,4 | -3,9 | 63 09 55,1 |
| 3 | 62 51 06 | $-\frac{1}{4} \times w_1 - u$ | -0,5 | 05,5 | +1,4 | +0,9 | 62 51 06,9 |
| 4 | 23 54 06 | $-\frac{1}{4} \times w_1 - u$ | -0,5 | 05,5 | -1,4 | -1,9 | 23 54 04,1 |
| Σ_1 | 180 00 06 | | | | | | 180 00 00 |
| w_1 | +6'' | | -6 | | 0 | -6 | |
| 5 | 30 01 30 | $-\frac{1}{4} \times w_2 - u$ | +3,35 | 30,5 | +1,4 | +4,75 | 30 01 35 |
| 6 | 63 13 12 | $-\frac{1}{4} \times w_2 - u$ | +3,35 | 12,5 | -1,4 | +1,95 | 63 13 14 |
| 7 | 53 09 15 | $-\frac{1}{4} \times w_2 + u$ | +1,15 | 19,0 | +1,4 | +2,55 | 53 09 17 |
| 8 | 33 35 54 | $-\frac{1}{4} \times w_2 + u$ | +1,15 | 58,0 | -1,4 | +0,25 | 33 35 54 |
| Σ_1 | 179 59 51 | | | | | | 180 00 00 |
| w_2 | -9'' | | +9 | | 0 | +9 | |

180

12.6. Обчислення первинних поправок в кути геодезичного чотирикутника

У геодезичному чотирикутнику мережі II-го розряду первинну поправку у кути трикутників обчислюють:

а) для кутів 1 і 2 за формулою $-\frac{1}{4}w_1 + u$;

б) для кутів 3 і 4 за формулою $-\frac{1}{4}w_1 - u$;

в) для кутів 7 і 8 за формулою $-\frac{1}{4}w_2 + u$;

г) для кутів 5 і 6 за формулою $-\frac{1}{4}w_2 - u$,

$$\text{де } u = \frac{1}{8}(w_3 + w_4).$$

Нев'язки у третьому і четвертому трикутниках обчислюють за формулою

$$w_3 = 3 + 4 + 5 + 6 - 180^\circ;$$

$$w_4 = 1 + 2 + 7 + 8 - 180^\circ.$$

Контроль обчислення первинних поправок виконують наступним чином. Сума поправок повинна дорівнювати нев'язці з оберненим знаком.

Вторинну поправку обчислюють за формулою

$$u_o = -\frac{W_{\text{пол}}}{\Delta_1 + \Delta_2},$$

де Δ_1 і Δ_2 – зміна сінуса зв'язуючого кута на $1''$.

У геодезичному чотирикутнику визначають допустимість вільного члена полюсної умови, що не повинен перевищувати

$$\text{доп.} W_{\text{пол}} = 2 \sqrt{\left(\frac{m_a}{a} \times 10^5\right)^2 + \left(\frac{m_b}{b} \times 10^5\right)^2 + m_\beta^2 \left(\frac{10^5}{\rho}\right)^3 \sum (\Delta_A^2 + \Delta_B^2)} \quad (123)$$

де $\frac{m_a}{a}$ і $\frac{m_b}{b}$ – відносні похибки відповідно початкового і кінцевого базисів мережі. У геодезичному чотирикутнику початковим і кінцевим базисами є сторона a ; m_β – середня квадратична похибка

вимірювання горизонтальних кутів; $\Delta_A^2 = ctg^2 A_i$ – кутів чисельника рівняння (118) і $\Delta_B^2 = ctg^2 B_i$ – кутів знаменника рівняння (118).

Вільний член полюсної умови за формулою (117) доцільно обчислювати в табл. 23.

Якщо в геодезичному чотирикутнику за полюс прийняти перетин діагоналей, тоді вільний член обчислюють точно так, як у центральній системі.

Коли в геодезичному чотирикутнику виконуються всі незалежні умови фігур, то це ще не забезпечуються вимоги полюсної умови, щоб діагональ BD пройшла через точку D . У випадку його невиконання ми будемо мати в графічному уявленні трикутник похибок $D_1D_2D_3$ (рис. 97). Цей трикутник перетворюється в точку D , коли умова (118) виконується.

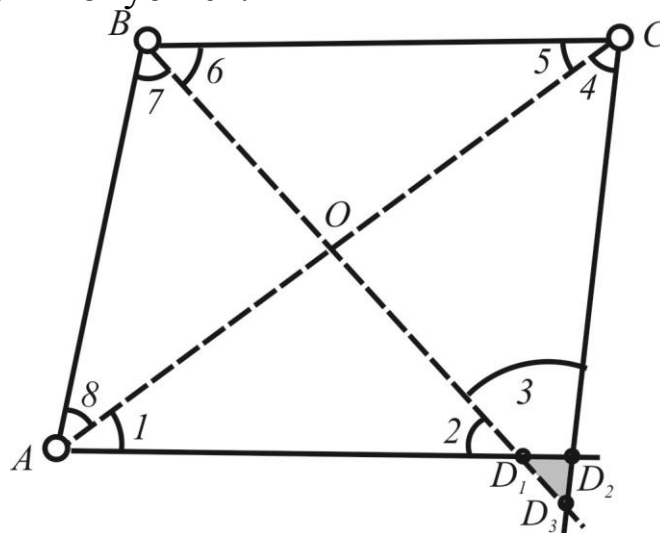


Рис. 97. Геодезичний чотирикутник

12.7. Обчислення вільного члена полюсної умови

Спочатку складають полюсну умову, а потім виконують обчислення вільного члену рівняння. Результати обчислень заносять у табл. 25. Після виправлення горизонтальних зв'язуючих кутів за вторинну поправку, приступають до рішення трикутників табл. 26

Обчислення вільного члена полюсного рівняння

| Ч и с е л ь н и к | | | З н а м е н н и к | | | | | |
|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|---------|-----------------|--------------|------------|-----------------------|
| № кутів | виправлені кути | синуси кутів | Δ_1 | № кутів | виправлені кути | синуси кутів | Δ_2 | $\Delta_1 + \Delta_2$ |
| 1 | 30°04'52,4' | 0,501227 | 0,82 | 2 | 63 09 56,4 | 0,892315 | 0,24 | 1,06 |
| 3 | 62 51 05,6 | 0,889827 | 0,24 | 4 | 23 54 05,6 | 0,405166 | 1,08 | 1,32 |
| 5 | 30 01 31,15 | 0,500383 | 0,83 | 6 | 63 13 13,15 | 0,892746 | 0,24 | 1,07 |
| 7 | 53 09 18,35 | 0,800262 | 0,36 | 8 | 33 35 57,35 | 0,553381 | 0,72 | 1,08 |

$$A = 0,1785972$$

$$2,25$$

$$B = 0,1786090$$

$$2,28$$

$$4,53$$

$$W_{пол} = \left(\frac{A}{B} - 1 \right) \times 10^5 = \left(\frac{0,1785972}{0,1786090} - 1 \right) \times 10^5 = -6,6 \text{ одн. 5-го знаку}$$

$$\Delta_1 = \left(\frac{ctg A_i \times 10^5}{\rho} \right) \quad \Delta_2 = \left(\frac{ctg B_i \times 10^5}{\rho} \right) \quad v'' = -\frac{w_{пол}}{(\Delta_1 + \Delta_2)} = -\frac{-6,6}{4,53} = +1,4'' \quad \text{— вторинна поправка.}$$

Рішення трикутників

| № трик. | № кутів | Урівняні кути | Синуси кутів | Довжини сторін |
|---------|------------|--|-----------------------------------|----------------|
| | | | (1) : (2) = (3) | |
| | | | (3) × (4) = (5); (3) × (6) = (7); | |
| | 1 | 30°04'53,9 | 0,501233 (4) | 429,34 (5) |
| 1 | 2+3 | 126 01 02, | 0,808840 (2) | 692,82 (1) |
| | 4 | 23 54 04,1 | 0,405160 (6) | 347,04 (7) |
| | Σ_1 | 180 00 00 | | |
| | 5 | 30 01 35 | 0,500399 | 386,97 |
| 2 | 6+7 | 116 22 31 | 0,895901 | 692,82 |
| | 8 | 33 35 54 | 0,553367 | 427,93 |
| | Σ_2 | 180 00 00 | | |
| | 3 | 62 51 07 | 0,889830 | 427,93 |
| 3 | 4+5 | 53 55 39 | 0,808272 | 388,71 |
| | 6 | 63 13 14 | 0,892748 | 429,34 |
| | Σ_3 | 180 00 00 | | |
| | | - Відома сторона трикутника | | |
| | | - Контроль обчислень. Неспівпадання може бути 1 см. | | |

У табл. 26 показані цифри у дужках, що означають порядок математичних дій для обчислення довжин ліній у трикутнику. Розглядають схему геодезичного чотирикутника і з'ясовують, навпроти якого кута розташована відома сторона та записують її у табл. 26 навпроти відповідного кута. Подальші математичні дії виконують згідно з проставленими порядками дій. Для обчислення сторін в іншому трикутнику знову знаходять відому сторону і записують її навпроти відповідного кута, та продовжують математичні дії. Контролем буде співпадання обчислених ліній у першому і останньому трикутниках. У нашому випадку лінія навпроти кута *б* співпала з лінією навпроти кута *1*. Це свідчить про те, що лінії які розташовані навпроти зв'язуючих кутів обчислені вірно. Лінії, що розташовані навпроти проміжних кутів не контролюються. При обчисленні прямокутних координат цей недолік виправляють, але великою ціною.

Результати обчислення прямокутних координат точок геодезичного чотирикутника розташовують у табл. 27.

Обчислення прямокутних координат точок геодезичного чотирикутника

| Позначення | A | C | A | C |
|------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | B | | D | |
| α° | 58°16'20" | 238 16 20 | 58°16'20" | 238 16 20 |
| кут | -30 04 53,9 | +23 54 04,1 | +33 35 54 | -30 01 35 |
| α | 28 11 26,1 | 262 10 24,1 | 91 52 14 | 208 14 45 |
| $x_{серед}$ | 6250751,72 | | 6250433,21 | |
| x | 6250751,72 | 6250751,72 | 6250433,21 | 6250433,21 |
| x_o | 6250445,84 | 6250810,18 | 6250445,84 | 6250810,18 |
| Δx | +305,87 | -58,46 | -12,63 | -340,89 |
| $\cos\alpha$ | +0,881381 | -0,136176 | -0,032642 | -0,880925 |
| s | 347,04 | 429,34 | 386,97 | 427,93 |
| $\sin\alpha$ | 0,472406 | -0,990685 | +0,999467 | -0,473256 |
| Δy | +163,94 | -425,34 | +386,76 | -202,52 |
| y_o | 738236,37 | 7384825,65 | 7384825,65 | 7384825,65 |
| y | 7384400,31 | 7384400,31 | 7384623,13 | 7384623,13 |
| $y_{серед}$ | 7384400,31 | | 7384623,13 | |

Каталог прямокутних координат

| № точок | Дирекційні кути | Сторони, <i>м</i> | Прямокутні координати | |
|------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------|
| | | | <i>x</i> | <i>y</i> |
| <i>A</i> | 28 11 26,1 | 347,04 | 6250445,84 | 7384236,37 |
| | | | <i>B</i> | 82 10 24,1 |
| <i>C</i> | 208 14 45 | 427,93 | | |
| | | | <i>D</i> | 271 52 14 |
| | | | | |

Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет садівництва

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №1

Бригада №, ___ гр. _____

| Керівник практики | № з/п | Прізвища і ініціали | Бали |
|------------------------------------|----------|------------------------|------|
| _____ | бр.1 | | |
| (наукова ступінь, звання) | 2 | | |
| _____ | 3 | | |
| (прізвище, ім'я та по батькові) | 4 | | |
| | 5 | | |

м. Умань 200 ___ р.

РОЗДІЛ 13

ВИЗНАЧИННЯ ПРЯМОКУТНИХ КООРДИНАТ ДВОХ ДОДАТКОВИХ ПУНКТІВ ЗАСІЧКАМИ НА МІСЦЕВОСТІ

Завдання 2. Визначення прямокутних координат двох додаткових пунктів засічками на місцевості

Загальні питання

Передбачається визначити прямокутні координати одного додаткового пункту *прямою засічкою*, а другого – *оберненою засічкою* та знести прямокутні координати з вершини на землю одного пункту. Для визначення прямокутних координат двох додаткових пунктів і знесення координат одного пункту з вершини на землю, відведено три дні (3 дні).

Порядок послідовності виконання робіт наведено у наступних параграфах нижче.

13.1. Рекогностування та закріплення точок прямої та оберненої засічок на місцевості

Під час рекогностування виконують детальний огляд місцевості, з метою кінцевого вибору місця для закріплення точки, прямокутні координати якої слід визначити *прямою засічкою*. Слідкують, щоб не було перешкод під час вимірів кутів. Не слід точки закріплювати у місцях виникнення відповідних перешкод. Якщо на місцевості відома одна сторона AB і прилеглі до неї кути в точках A і B , то прямокутні координати третьої точки M можна вирахувати способом *прямої засічки*. Коли на місцевості закріплені чотири точки і відомі їх прямокутні координати, то прямокутні координати додаткової точки можна визначити способом *оберненої засічки*.

13.2. Обчислення прямокутних координат Точок, визначених методами засічок

Пряма засічка. При прямій засічці на точках A , B , C , закріплених на місцевості, вимірюють горизонтальні кути α_1 , β_1 , α_2 і β_2 , між

напрямами на суміжну вихідну точку і на визначувану точку P (рис. 98). Прямокутні координати точки P визначають прямою засічкою, якщо відомий базис AB і виміряні горизонтальні кути α_1 і β_1 . Контроль обчислення результатів виконують шляхом рішення засічки з базису BC та виміряні горизонтальні кути α_2 і β_2 на місцевості. При обчисленні прямокутних координат доцільно користуватися формулами Юнга.

Формули Юнга

$$x_P = x_A + \frac{(x_B - x_A) \operatorname{ctg} \alpha_1 + (y_B - y_A)}{\operatorname{ctg} \alpha_1 + \operatorname{ctg} \beta_1}$$

$$y_P = y_A + \frac{(y_B - y_A) \operatorname{ctg} \alpha_1 - (x_B - x_A)}{\operatorname{ctg} \alpha_1 + \operatorname{ctg} \beta_1}$$
(124)

Контроль

$$x_P = x_C - \frac{(x_C - x_B) \operatorname{ctg} \alpha_2 + (y_C - y_B)}{\operatorname{ctg} \alpha_2 + \operatorname{ctg} \beta_2}$$

$$y_P = y_C + \frac{(y_C - y_B) \operatorname{ctg} \alpha_2 - (x_C - x_B)}{\operatorname{ctg} \alpha_2 + \operatorname{ctg} \beta_2}$$
(125)

У випадку рішення засічки з двох базисів, за кінцевий результат прямокутних координат приймають середнє вагове. Вагою вважають $\sin^2 \gamma$, тобто кут засічки у точці P . Для надійного визначення прямокутних координат бажано, щоб кути засічки були не менше 30° і не більше 150° .

13.3. Приклад вирахування прямокутних координат точки P прямою засічкою

Якщо підготувати цифрові елементи для розрахунку прямокутних координат засікаємої точки прямою засічкою, то арифметичні дії виконують калькулятором без запису проміжних результатів.

Вихідні дані

а) схема прямої засічки (рис. 98);

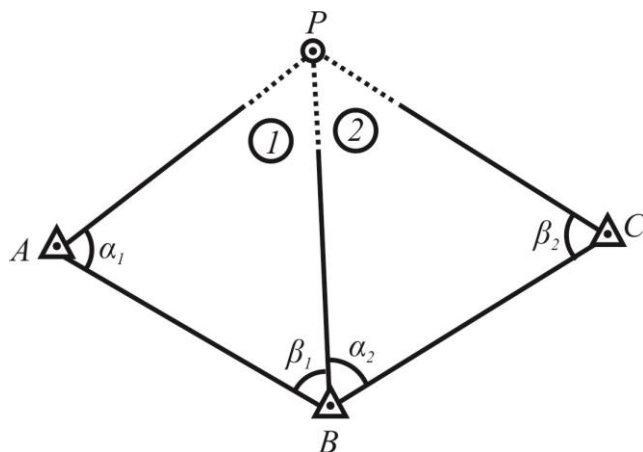


Рис. 98. Пряма засічка

б) прямокутні координати існуючих точок та горизонтальні кути;
Таблиця 28

Прямокутні координати точок і кути

| № з/п | Координати | | Кути |
|-------|----------------|---------------|----------------------------|
| | x | y | |
| 1 | $x_A=20456,65$ | $y_A=2238,02$ | $\alpha_1=28^{\circ}19,5'$ |
| 2 | $x_B=20622,37$ | $y_B=2649,60$ | $\beta_1=30^{\circ}18,5'$ |
| 3 | $x_C=20911,51$ | $y_C=2333,25$ | $\alpha_2=34^{\circ}03,0'$ |
| 4 | | | $\beta_2=31^{\circ}36,5'$ |

в) цифрові елементи для формул Юнга.

Таблиця 29

Цифрові елементи для формул Юнга

| № з/п | Різниця | Результат | Котангенси | Результат |
|-------|-------------|-----------|--------------------------|-----------|
| 1 | (x_B-x_A) | +165,72 | $ctg\alpha_1$ | +1,855262 |
| 2 | (y_B-y_A) | +411,58 | $ctg\beta_1$ | +1,710724 |
| 3 | (x_C-x_B) | +289,14 | $ctg\alpha_1+ctg\beta_1$ | +3,565986 |
| 4 | (y_C-y_B) | -316,35 | $ctg\alpha_2$ | +1,479774 |
| 5 | | | $ctg\beta_2$ | +1,624947 |
| 6 | | | $ctg\alpha_2+ctg\beta_2$ | +3,104721 |

Обчислення прямокутних координат без запису додаткових результатів

$$x_P = x_A + \frac{(x_B - x_A)ctg\alpha_1 + (y_B - y_A)}{ctg\alpha_1 + ctg\beta_1} = \mathbf{20658,29}$$

$$y_P = y_A + \frac{(y_B - y_A) \operatorname{ctg} \alpha_1 - (x_B - x_A)}{\operatorname{ctg} \alpha_1 + \operatorname{ctg} \beta_1} = 2405,68$$

Контроль

$$x_P = x_C - \frac{(x_C - x_B) \operatorname{ctg} \beta_2 + (y_C - y_B)}{\operatorname{ctg} \alpha_2 + \operatorname{ctg} \beta_2} = 20658,29$$

$$y_P = y_C + \frac{(y_C - y_B) \operatorname{ctg} \beta_2 - (x_C - x_B)}{\operatorname{ctg} \alpha_2 + \operatorname{ctg} \beta_2} = 2405,69$$

Обернена засічка. Оберненою засічкою називають задачу, в результаті якої визначають прямокутні координати точки, якщо виміряти горизонтальні кути на ній (рис. 99). Цю задачу називають задачею Потенота. При визначенні прямокутних координат точки P повинно бути виміряно не менше чотирьох напрямів на вихідні точки, тому що при меншій кількості напрямів положення точки визначається безконтрольно. Кути засічки β допускають не менше 30° і не більше 150° . Обернену засічку рішають за наступними формулами.

2. Формули основні

$$\operatorname{tg} \alpha_{1-P} = \frac{(y_B - y_A) \operatorname{ctg} \beta_1 + (y_A - y_C) \operatorname{ctg} \beta_2 + x_C - x_B}{(x_B - x_A) \operatorname{ctg} \beta_1 + (x_A - x_C) \operatorname{ctg} \beta_2 + y_B - y_C}$$

$$\alpha_{B-P} = \alpha_{A-P} + \beta_1; \quad \alpha_{C-P} = \alpha_{A-P} + \beta_2; \quad \alpha_{D-P} = \alpha_{A-P} + \beta_3. \quad (126)$$

$$x_P = \frac{x_A \operatorname{tg} \alpha_{A-P} - x_B \operatorname{tg} \alpha_{B-P} + y_B - y_A}{\operatorname{tg} \alpha_{A-P} - \operatorname{tg} \alpha_{B-P}}$$

$$y_P = (x_P - x_A) \operatorname{tg} \alpha_{A-P} + y_A = (x_P - x_B) \operatorname{tg} \alpha_{B-P} + y_B$$

Контроль.

$$x_P = \frac{x_C \operatorname{tg} \alpha_{C-P} - x_D \operatorname{tg} \alpha_{D-P} + y_D - y_C}{\operatorname{tg} \alpha_{C-P} - \operatorname{tg} \alpha_{D-P}}$$

(127)

$$y_P = (x_P - x_B) \operatorname{tg} \alpha_{B-P} + y_B = (x_P - x_D) \operatorname{tg} \alpha_{D-P} + y_D$$

Точність визначення точки оберненою засічкою залежить від розташування самої точки відносно вихідних пунктів. Перед обчисленням оберненої засічки потрібно з усіх можливих комбінацій напрямів вибрати такі, що забезпечують найбільш точне визначення

прямокутних координат точки. Для забезпечення точності визначення точки потрібно виключити ті комбінації розташування точок, що знаходяться поблизу круга, який проходить через вихідні точки. Найбільшу точність обернена засічка забезпечує при положенні точки, що визначається, у середині трикутника, утвореного вихідними точками (при цьому ця точка не повинна знаходитися поблизу вихідної).

Обчислення прямокутних координат точки оберненою засічкою виконують двічі із двох комбінацій (у кожній комбінації для обчислення використовують два вимірних кути між напрямками на вихідні точки). Якщо з двох комбінацій кінцеве значення прямокутних координат не перевищує $0,03$ м, то приймають середнє.

Коли підготовлені цифрові елементи для розрахунку прямокутних координат визначення точки оберненою засічкою, то арифметичні дії виконують калькулятором без запису проміжних результатів. Нижче наведений прилад є економічно обґрунтованим.

13.4. Приклад визначити прямокутних координат точки P оберненою засічкою

Вихідні дані

а) схема визначення прямокутних координат точки P оберненою засічкою;

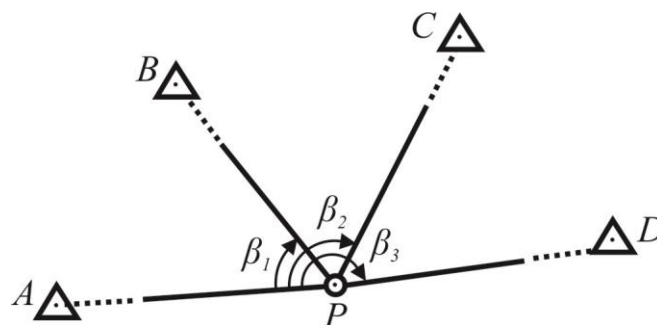


Рис. 99. Схема оберненої засічки

б) прямокутні координати існуючих точок на місцевості та вимірні горизонтальні кути.

Прямокутні координати і горизонтальні кути

| Координати | | Кути | $\text{ctg}\beta_i$ |
|---------------------|----------------|----------------------------|---------------------|
| $x_A=82881,6$ | $y_A=395972,4$ | $\alpha=61^{\circ}16'30''$ | $+1,824647$ |
| $x_B=85990,6$ | $y_B=400047,6$ | $\beta=136^{\circ}09'10''$ | $-0,960549$ |
| $x_C=80883,1$ | $y_C=398184,8$ | | |
| $x_D=80204,0$ | $y_D=394651,0$ | | |
| $(y_B-y_A)=+4075,2$ | | $(y_A-y_C)=-2212,4$ | |
| $(x_B-x_A)=+3109,0$ | | $(x_A-x_C)=+1998,5$ | |

Дирекційний кут напрямку AP обчислюють за формулою

$$\text{tg } \alpha_{AP} = \frac{(y_B - y_A)\text{ctg } \alpha + (y_A - y_C)\text{ctg } \beta + x_C - x_B}{(x_B - x_A)\text{ctg } \alpha + (x_A - x_C)\text{ctg } \beta + y_B - y_C} = +0,792992$$

Безпосередньо кут обчислюють за формулою

$$\alpha_{AP} = \text{arc tg } (+0,792992) = 38^{\circ}24'51''$$

Дирекційні кути наступних напрямів обчислюють за формулами

$$\alpha_{BP} = \alpha_{AP} + \alpha = 99^{\circ}41'21''; \quad \alpha_{CP} = \alpha_{AP} + \beta = 174^{\circ}34'01'';$$

$$\alpha_{DP} = \alpha_{AP} + \gamma = 289^{\circ}14'56''$$

Таблиця 31

Числові значення елементів формул

| Різниця координат | | Tg дирекційних кутів | |
|-------------------|-----------|--------------------------|-------------|
| позначення | результат | позначення | результат |
| $x_P - x_A$ | $-3977,3$ | $\text{tg } \alpha_{AP}$ | $+0,792993$ |
| $x_P - x_B$ | $-7086,3$ | $\text{tg } \alpha_{BP}$ | $-5,856909$ |
| $x_P - x_C$ | $-1978,8$ | $\text{tg } \alpha_{CP}$ | $-0,095110$ |
| $x_P - x_D$ | $-1299,7$ | $\text{tg } \alpha_{DP}$ | $-2,863739$ |

Якщо підставити числові значення із табл. 31 у формули, то отримаємо кінцевий результат без запису проміжних величин.

$$x_P = \frac{x_A \text{tg } \alpha_{AP} - x_B \text{tg } \alpha_{BP} + y_B - y_A}{\text{tg } \alpha_{AP} - \text{tg } \alpha_{BP}} = 78904,30 \text{ м};$$

$$y_P = (x_P - x_A)\text{tg } \alpha_{AP} + y_A = (x_P - x_B)\text{tg } \alpha_{BP} + y_B = 398373,0 \text{ м}.$$

Контроль

$$x_P = \frac{x_C \operatorname{tg} \alpha_{CP} - x_D \operatorname{tg} \alpha_{DP} + y_D - y_C}{\operatorname{tg} \alpha_{CP} - \operatorname{tg} \alpha_{DP}} = 78904,30 \text{ м};$$

$$y_P = (x_P - x_C) \operatorname{tg} \alpha_{CP} + y_C = (x_P - x_D) \operatorname{tg} \alpha_{DP} + y_D = 398373,0 \text{ м}$$

13.5. Оцінка точності засічок

Середня квадратична похибка M положення точки F визначена **прямою** засічкою з одного варіанту обчислюється за формулою

$$M = \frac{m_\beta}{\rho' \sin \gamma} \sqrt{s_a^2 + s_b^2}, \quad (128)$$

де m_β – середня квадратична похибка вимірювання кута, виражена в минутах; $\rho' = 3438$; γ – кут засічки; s_a, s_b – віддаль від вихідних точок A і B до визначеної точки F , виражена в кілометрах з сотими долями (рис. 100, *a*).

Коли положення точки P , визначено **оберненою** засічкою, то її середню квадратичну похибку M визначають за формулою

$$M = \frac{m_\beta \times s_d}{\rho' \sin(B + C + \gamma)} \sqrt{\frac{s_b^2}{a} + \frac{s_a^2}{b} + \frac{s_c^2}{c}}, \quad (129)$$

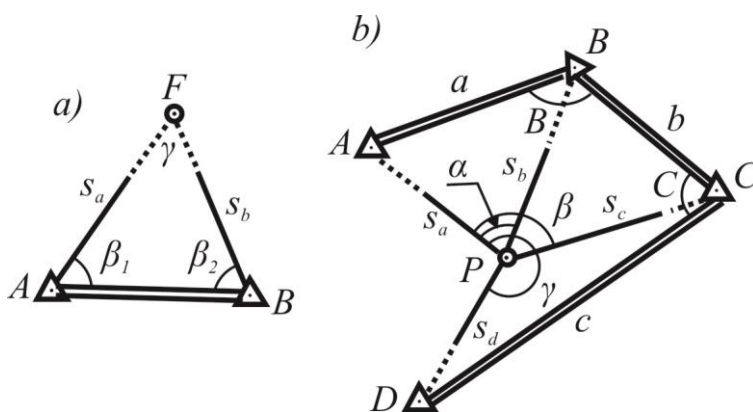


Рис. 100. Засічки:
 а) пряма; б) обернена

де m_β – середня квадратична похибка вимірювання кута, виражена в минутах;
 $\rho' = 3438$; s_a, s_b, s_c, s_d –

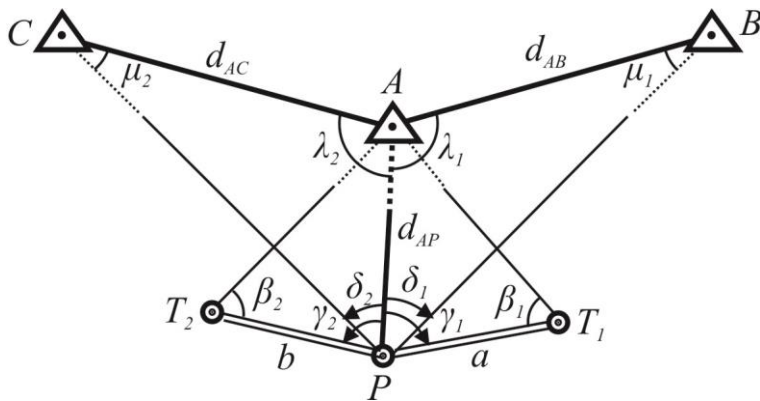
віддалі від вихідних точок A, B, C, D до визначеної точки P , виражені в кілометрах з сотими долями; a, b і c – довжини твердих сторін, виражені також в кілометрах з сотими долями; B і C – кути в точках B і C між двома твердими сторонами; γ – кут при точці визначення (рис. 100, *б*).

Якщо отримані з двох комбінацій середні квадратичні похибки M_1 і M_2 положення точки P , то за кінцеве значення приймають середню квадратичну похибку обчислену за формулою

$$M = \sqrt{M_1^2 + M_2^2} \quad (130)$$

13.6. Знесення прямокутних координат з вершини пункта

Знесення прямокутних координат з вершини існуючого на місцевості пункта A в точку P можна виконати, коли віддаль d_{AP} невелика і встановити прилад у точці A з будь-яких причин неможливо. (рис. 101). Для цього необхідно, щоб з точки P було видно пункт A , та хоча б будь-який пункт B чи C мережі старших класів.



Для обчислення прямокутних координат точки $P(x_P, y_P)$ необхідно знати віддаль d_{AP} і дирекційний кут α_{AP} , тоді

$$\begin{aligned} x_P - x_A + d_{AP} \cos \alpha_{AP} \\ y_P - y_A + d_{AP} \sin \alpha_{AP} \end{aligned} \quad (131)$$

Рис. 101. Знесення прямокутних координат з вершини пункту

Віддаль d_{AP} обчислюють на основі теореми синусів трикутників T_1AP і T_2AP , у яких виміряні бази a і b та кути β_1, γ_1 і β_2, γ_2 .

$$d_{AP} = \frac{a \sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \gamma_1)} = \frac{b \sin \beta_2}{\sin(\beta_2 + \gamma_2)} \quad (132)$$

Щоб визначити дирекційний кут α_{AP} , необхідно виміряти в точці P кути δ_1 і δ_2 між напрямками A і B та A і C . Використовуючи теорему синусів для трикутників PAB і PAC , отримаємо

$$\sin \mu_1 = \frac{d_{AP} \sin \delta_1}{d_{AB}} \quad \sin \mu_2 = \frac{d_{AP} \sin \delta_2}{d_{AC}}, \quad (133)$$

тоді

$$\lambda_1 = 180^\circ - (\delta_1 + \mu_1) \quad \lambda_2 = 180^\circ - (\delta_2 + \mu_2). \quad (134)$$

Значення дирекційного кута дорівнює

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} + \lambda_1 \quad \text{Контроль} \quad \alpha_{AP} = \alpha_{AC} - \lambda_2. \quad (135)$$

Значення d_{AB} , d_{AC} і α_{AB} , α_{AC} вираховують шляхом рішення оберненої геодезичної задачі за відомими прямокутними координатами пунктів A і B та A і C .

Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет садівництва

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №3

Бригада № *гр.*

| Керівник практики | № з/п | Прізвища і ініціали | Бали |
|---------------------------------|-------|---------------------|------|
| _____ | бр.1 | | |
| (наукова ступінь, звання) | 2 | | |
| _____ | 3 | | |
| (прізвище, ім'я та по батькові) | 4 | | |
| | 5 | | |

м. Умань 200__ р.

РОЗДІЛ 14

ПОБУДОВА ВИСОТНОГО ГЕОДЕЗИЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ НІВЕЛЮВАННЯМ IV КЛАСУ

ЗАВДАННЯ 3

ПОБУДУВАТИ ВИСОТНЕ ГЕОДЕЗИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НІВЕЛЮВАННЯМ IV КЛАСУ

Нівелювання IV класу виконати за точками планового геодезичного обґрунтування геодезичного чотирикутника з прив'язкою до реперів старшого класу. На побудову висотного обґрунтування відведено чотири дні (4 дні).

Порядок послідовності виконання робіт наведений у наступних параграфах нижче.

14.1. Вивчення території з метою нівелювання IV класу

Оскільки передбачається визначення висот точок нівелюванням IV класу планового геодезичного обґрунтування, побудованого геодезичним чотирикутником, то потрібно з'ясувати місце розташування реперів, до яких необхідно виконати прив'язку ходу та намітити маршрут нівелювання. У процесі вивчення території складають схему прокладання нівелірного ходу з прив'язкою його до пунктів старших класів (рис. 102).

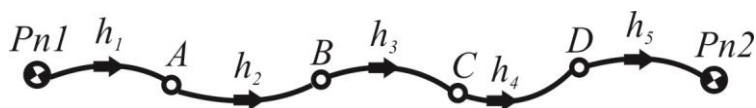


Рис. 102. Нівелірний хід IV класу нівелювання

14.2. Вимоги Інструкції щодо нівелювання IV класу

Перед початком польових робіт виконують польові перевірки та дослідження нівелірів і компарування рейок.

Нівелювання IV класу виконують нівелірами, що мають збільшення труби не менш $25\times$, ціну поділки рівня не більше $25''$ (контактного - не більше $30''$) на 2 мм та нівелірами з самоустановлювальною лінією візування (НЗКЛ, Ni-025) та їм рівноточними. При нівелюванні IV класу ходи прокладають у одному напрямку. Довжина нівелірного ходу не повинна перевищувати 8 км на забудованій території і 12 км на незабудованій.

Для нівелювання IV класу застосовують триметрові двосторонні рейки з шашковою шкалою. Відліки по чорних та червоних сторонах рейок знімають по середній нитці. Для визначення віддалі від нівеліра до рейки знімають відлік по віддалемірній нитці по чорній стороні рейки.

Порядок спостережень на станції такий:

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

Розходження значень перевищення на станції, що визначені по чорній та червоній сторонах рейок, допускається до 5 мм. Нерівність відстаней від нівеліра до рейок на станції допускається до 5 м, а накопичення їх у секції - до 10 м.

Нормальна довжина променя візування 100 м. Якщо нівелювання виконують нівеліром, труба якого має збільшення не менше $30\times$, то при відсутності коливань зображень дозволяється збільшувати довжину візирного променя до 150 м. Висота променя над підстильною поверхнею повинна бути не менше 0,2 м.

Нев'язки в ходах між вихідними пунктами та в полігонах повинні бути не більше $f_h = 20\text{мм}\sqrt{L}$ при кількості станцій менше 15 на 1 км ходу і $f_h = 5\text{мм}\sqrt{n}$ на місцевості із значними кутами нахилу, коли кількість станцій більше 15 - $f_h = 15\text{мм}\sqrt{L}$, де L - довжина ходу (полігону) в км; n - кількість станцій у ході (полігоні).

14.3. Польові роботи нівелювання IV класу

Під час нівелювання рейки встановлюють на закріпленні точки або башмаки, які кожен реєчник носить з собою. Перед початком роботи спостерігач домовляється з реєчником про сигнали, якими можна користуватись. Голосно кричати не прийнято, тому що на відкритій території звукові хвилі псуються навколишнім шумом і

виконавець не може розібрати, що було сказано. Всі команди передають тільки сигналами.

У журналі (табл. 31) наведений порядок зняття відліків з рейки на станції. Послідовність позначена цифрами, взятими у круглі дужки.

- (1) – задній, верхній нитці чорної сторони;
- (2) – задній, середній нитці чорної сторони;
- (3) – передній, верхній нитці чорної сторони;
- (4) – передній, середній нитці чорної сторони;
- (5) – передній, середній нитці червоної сторони;
- (6) – задній, середній нитці червоної сторони;
- (7) – різниця, (2) – (1) задньої рейки;
- (8) – різниця, (4) – (3) передньої рейки;
- (9) – п'ятка задньої рейки (6) – (2);
- (10) – п'ятка передньої рейки (5) – (4);
- (11) – перевищення (2) – (4) чорної сторони;
- (12) – перевищення (6) – (5) червоної сторони;
- (13) – середнє перевищення;
- (14) – різниця п'яток рейок;
- (15) – сума $\sum(2)+\sum(6)$;
- (16) – сума $\sum(4)+\sum(5)$;
- (17) – сума перевищень $\sum(11)+\sum(12)$;
- (18) – сума середніх перевищень;
- (19) – контроль (19)=(15)-(16)=(17);
- (20) – $(20)=\frac{1}{2}(17)=(18)$;
- (21) – суми по секціям $\sum(21)=\sum(7)+\sum(8)$;

Для отримання довжини секції виконують розрахунки

$$l_{\text{км}} = \frac{\sum(21)2K}{1000000},$$

де K - коефіцієнт віддалеміра.

Журнал нівелювання IV класу

Хід від Pn 606 до Pn217 Початок: 7 год. 20 хв. Кінець: 8 год. 10 хв. Погода: ясно, слабкий вітер

| № станцій № рейок | Віддалі до зад. і перед. рейок | Відліки | | Перевищення, мм | Середнє перевищ., мм |
|----------------------|-----------------------------------|----------|----------|--------------------|-------------------------|
| | | задній | передній | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Pn 606 | 375 (7) | 1185 (1) | 1058 (3) | | |
| — | <u>372 (8)</u> | 1560 (2) | 1430 (4) | +130 (11) | +130 (13) |
| 2-1 | <u>+3/0</u> | 6247 (6) | 6217 (5) | +30 (12) | |
| | | 4687 (9) | 4787)10 | +100 (14) | |
| 2 | 260 | 1005 | 1209 | -207 | -207 |
| — | <u>263</u> | 1265 | 1472 | -107 | |
| 1-2 | <u>-3/0</u> | 6052 | 6159 | -100 | |
| | | 4787 | 4687 | | |
| 3 | 311 | 617 | 798 | -183 | -183 |
| — | <u>313</u> | 928 | 1111 | -283 | |
| 2-1 | <u>-2/-2</u> | 5615 | 5648 | +100 | |
| | | 4687 | 4767 | | |
| 4 | 267 | 704 | 1003 | -298 | -299 |
| — | 266 | 971 | 1268 | -200 | |
| 1-2 | | 5758 | 5958 | -98 | |
| | | 4787 | 4689 | | |
| 5 | 190 | 657 | 894 | -238 | -238 |
| — | 191 | 847 | 1085 | -338 | |
| 2-1 | | 5534 | 5872 | +100 | |
| | | 4687 | 4787 | | |

Продовження табл. 32

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------|-----------|---|---------------------|-------------------------|-----------|
| 6 | 350 | 874 | 810 | +66 | |
| — | 348 | 1224 | 1158 | +168 | +67 |
| 1-2 | | 6011 | 5843 | -102 | |
| | | 4787 | 4685 | | |
| Посто- рінковий контроль | 3506 (21) | 42012 (15) <u>-43472</u> (16) <u>-1460 (19)</u> | <u>43472</u> 16) | -1460 (17) -730 (20) | -730 (18) |

**Відомість перевищень
і висот точок нівелювання ІV класу**

| № точок | Віддаль, км | Віддаль від початкової точки, км | К-сть штівів | Перевищення, м | Висоти точок, м |
|------------------------|----------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|
| <i>P_n 1</i> | | 0,000 | | | 251,768 |
| | 0,075 | | 1 | +1 | |
| 1 | | 0,075 | | +0,130 | 251,899 |
| | 0,052 | | 1 | +1 | |
| 2 | | 0,127 | | -0,207 | 251,693 |
| | 0,062 | | 1 | +1 | |
| 3 | | 0,189 | | -0,183 | 251,511 |
| | 0,054 | | 1 | +1 | |
| 4 | | 0,243 | | -0,299 | 251,213 |
| | 0,038 | | 1 | +1 | |
| 5 | | 0,281 | | -0,238 | 250,976 |
| | 0,070 | | 1 | +1 | |
| 6 | | 0,351 | | +0,067 | 251,044 |
| ... | | ... | | | ... |
| ... | | | | | |

- 1). Сума вимірних перевищень $\sum h_{вим.} = +2,973 \text{ м}$
- 2). Сума теорет. перевищень $\sum h_m = P_{n1} - P_{n2} = +2,989$
- 3). Нев'язка $fh = \sum h_{вим.} - \sum h_m = +2,973 - (+2,989) = -16$
- 4). Допустима невязка $fh_{дон} = 20 \text{ мм} \sqrt{L} = 56 \text{ мм}$
де $L = 8 \text{ км}$

**Каталог висот точок нівелювання
IV класу**

| № точок | Абрис Закріплення точки | Перевищення | Висоти точок |
|------------|-------------------------------|-------------|-----------------|
| <i>A</i> | | | |
| <i>B</i> | | | |
| <i>C</i> | | | |
| <i>D</i> | | | |
| | | | |
| | | | |

Бригадир 2-ї
бригади *гр.21-3М*
Каталог склав

Котюк В.П.
Витушінський П.К.

Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет садівництва

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №3

Бригада №__ гр. _____

| Керівник практики | № з/п | Прізвища і ініціали | Бали |
|---------------------------------|-------|---------------------|------|
| _____ | бр.1 | | |
| (наукова ступінь, звання) | 2 | | |
| _____ | 3 | | |
| (прізвище, ім'я та по батькові) | 4 | | |
| | 5. | | |

м. Умань 200__ р.

РОЗДІЛ 15

ТОПОГРАФІЧНЕ ЗНІМАННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ СТАДІОНУ УМАНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ САДІВНИЦТВА

Завдання 4

Скласти проект стадіону уманського університету садівництва

Вступ

Топографічне знімання місцевості виконати тахеометричним способом за вимогами знімання у масштабі 1:500 з перерізом рельєфу через 0,5 метра. Об'єм знімання території 200×100 м становить 2 га. Знімання місцевості виконати з пунктів планового і висотного обґрунтування геодезичного чотирикутника. Відомо, що топографічне знімання місцевості виконують для проектування споруд. У нашому випадку потрібно запроектувати стадіон для Уманського національного університету садівництва. На побудову топографічного плану і проектування стадіону відведено один тиждень (7 днів).

Порядок послідовності виконання робіт наведений у наступних параграфах нижче.

15.1. Вимоги Інструкції щодо тахеометричного знімання місцевості

Тахеометричне знімання застосовують для створення планів невеликих ділянок як основний вид знімання або у поєднанні з іншими видами, коли:

- виконання стереотопографічного або мензульного знімання економічно недоцільне або технічно неможливе;
- виконується тільки знімання рельєфу на забудованій території;
- виконується знімання вузьких смуг (високовольтні лінії, траси різноманітних інженерних мереж, тощо).

Тахеометричне знімання виконують електронними, авторедукційними, номограмними тахеометрами, оптичними

теодолітами із встановленими на них світловіддалемірами або світловіддалемірними насадками і, як виняток, теодолітами. Крім зазначених приладів, для тахеометричного знімання використовують цифрові термінали даних типу GRE 4а, що дають змогу реєструвати числову та текстову інформацію і виконувати кодування предметів місцевості в польових умовах, а також різноманітні графопобудовники, які після відповідної обробки матеріалів за допомогою програмно-технологічних комплексів типу «Топоград» дають змогу автоматизовано отримувати топографічні плани в цифровому і графічному вигляді.

При роботі з тахеометрами застосовують спеціальні рейки та спеціальні віхи для віддалемірних відбивачів.

При тахеометричному зніманні щільність пунктів знімальної основи повинна забезпечувати можливість прокладання тахеометричних ходів, що відповідали б технічним вимогам:

- із застосуванням оптичних тахеометрів та теодолітів, що наведені в табл. 35;

Таблиця 35

| Масштаб знімання | Максимальні величини | | |
|------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| | довжина ходу, м | довжина ліній, м | кількість ліній |
| 1:5000 | 1200 | 300 | 6 |
| 1:2000 | 600 | 200 | 5 |
| 1:1000 | 300 | 150 | 3 |
| 1:500 | 200 | 100 | 2 |

Примітка. При зніманні в масштабі 1:500 лінії в тахеометричних ходах вимірюють металевую рулеткою або стрічкою.

- із застосуванням електронних тахеометрів та оптичних теодолітів з світловіддалемірними насадками, що наведені в табл. 36.

Таблиця 36

| Масштаб знімання | Максимальні величини | | |
|------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| | довжина ходу, м | довжина ліній, м | кількість ліній |
| 1:5000 | 10 000 | 1000 | 50 |
| 1:2000 | 5000 | 700 | 30 |
| 1:1000 | 3000 | 500 | 25 |
| 1:500 | 2000 | 350 | 20 |

При виконанні тахеометричного знімання потрібно контролювати стабільність орієнтування приладу, результати перевірки записують у журнал або реєструють у терміналі цифрових даних електронних тахеометрів. Зміна значення орієнтирного напрямку за період знімання на станції допускається не більше 1,5' при зніманні оптичними тахеометрами та теодолітами і 20" при зніманні електронними тахеометрами та оптичними теодолітами із світловіддалемірними насадками. Розходження між контрольними висотами, що одержані з різних станцій, не повинні перевищувати 20 мм.

З метою контролю і щоб уникнути пропусків (вікон) при тахеометричному зніманні, необхідно визначати з кожної станції декілька пікетів, що визначені із сусідніх станцій.

Перевищення при зніманні рівнинних ділянок рекомендується визначати горизонтальним променем. Горизонтальність візирної осі забезпечується встановленням по вертикальному колу відліку, що дорівнює місцю нуля.

Виміряні на станції віддалі до пікетних точок записують у польовий журнал або реєструють у терміналі даних електронних тахеометрів. При вимірюванні ліній стрічкою створ лінії задають теодолітом.

Паралельно із записами у польовому журналі при виконанні знімання оптичними приладами на кожній станції ведуть абрис.

Абриси оформлюють умовними знаками (з пояснювальними написами), приблизно дотримуючись масштабу знімання, на окремих для кожної станції аркушах, що орієнтовані по ходу і на яких показують напрям орієнтування лімба. В абрисах показують структурні лінії рельєфу (тальвеги, вододіли, перегини схилів, тощо.) і схематично рельєф (горизонталями).

При виконанні знімання з використанням електронних тахеометрів та польових комп'ютерів з необхідним програмним забезпеченням створюють безпосередньо в полі електронний план місцевості ("режим розумного знімання").

Пікетні точки повинні бути без прогалин і рівномірно покривати територію знімання. Для забезпечення цієї вимоги детально оглядають місцевість, що підлягає зніманню з кожної станції і порівнюють дані огляду з абрисами суміжних точок.

При зніманні полярним і графоаналітичним способами максимальні віддалі від приладу до контурів не повинні перевищувати величин, що наведені у табл. 37.

Таблиця 37

| Масштаби знімання | При вимірюванні рулеткою або оптичним віддалеміром | |
|-------------------|---|----------|
| | 1:2000 | 250 |
| 1:1000 | 180 | 200 |
| 1:500 | 120 | 150 |
| Масштаби знімання | При вимірюванні віддалі до контурів нитковим віддалеміром | |
| | чітких | нечітких |
| 1:2000 | 100 | 150 |
| 1:1000 | 60 | 100 |
| 1:500 | - | 80 |

15.2. Польові роботи при тахеометричному зніманні місцевості

При тахеометричному зніманні місцевості у масштабі 1:500 віддалі між сусідніми рейковими точками повинні знаходитись у межах 10–15 метрів (рис. 103).

Кожний реєчник визначає віддаль 10–15 м між рейковими точками самостійно будь-яким способом. Якщо від точки 1 до точки 2 вище зазначена віддаль становить 10–15 м, то рейку слід переставити у точку 3 тому, що вона буде оптимальним місцем узагальнення рельєфу у висотному положенні. Оскільки знімання місцевості виконують у масштабі 1:500 з перерізом рельєфу через 0,5 метра, то середня похибка узагальнення рельєфу не повинна перевищувати $\frac{1}{3}h$, тобто 0,17 м. *AB* – оптимальна лінія узагальнення рельєфу (рис. 103).

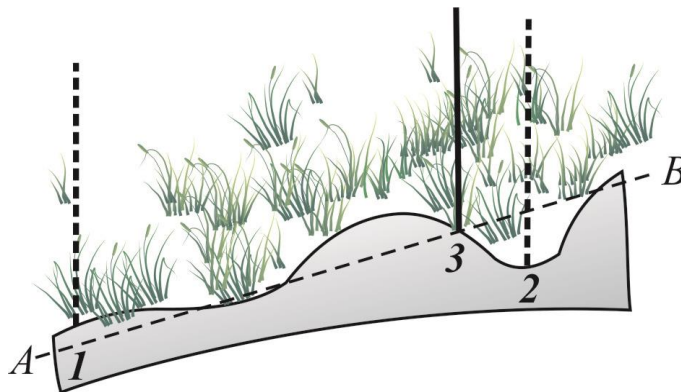


Рис. 103. Вибір місця для встановлення рейки

15.3. Побудова топографічного плану

Для побудови топографічного плану у великому масштабі з перерізом рельєфу через $0,5$ метра можна виконувати знімання місцевості будь-яким способом. У нашому випадку рекомендується технологія тахеометричного знімання місцевості наведена в розділі 7, та параграфах 7.2, 7.3, 7.4.

15.4. Проектування стадіону Уманського національного університету садівництва

За своїми розмірами стадіони бувають від $90-20$ м за довжиною і від $45-90$ м за шириною. Середня довжина стадіону прийнята 105 м і ширина – 68 м. Навколо стадіону за кругом мають бути доріжки, довжиною 400 м, ширина кожної із них повинна становити $1,22$ м. Їх може бути до 6 шт. Проект стадіону має вид (рис. 104).

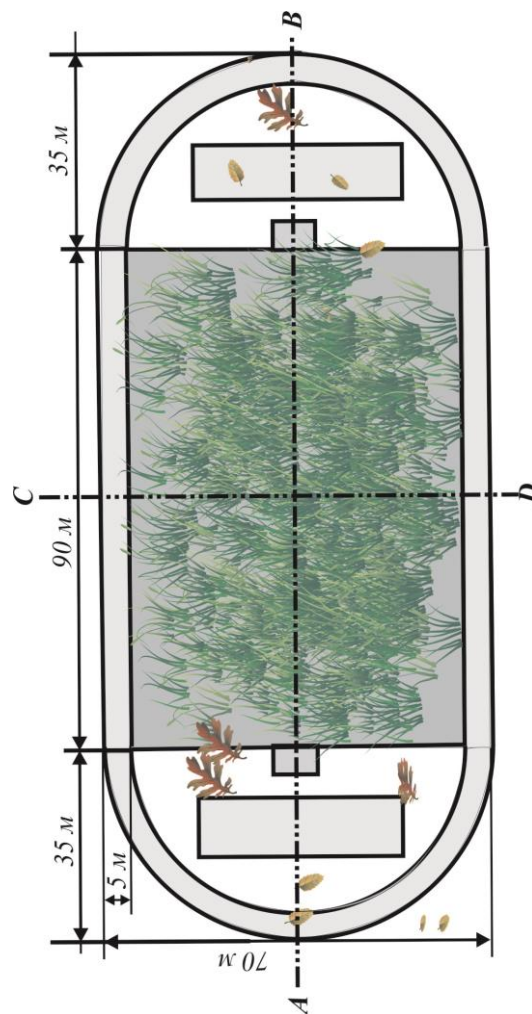


Рис. 104. Проект стадіону
Уманського національного університету садівництва

На основі існуючих розмірів стадіону нам запропоновано виконати проектування стадіону **довжиною 90 м і шириною 60 м.**

Для цього розглядають топографічний план у масштабі 1:500 з перерізом рельєфу через 0,5 метра, що виготовлений за матеріалами тахеометричного знімання місцевості та олівцем проводять осі *AB* і *CD* (рис. 104). За наведеними розмірами на креслені розмічують контур стадіону від нанесених осей у відповідному масштабі.

Саме поле стадіону проектують і будують не горизонтальним, а дещо сферичним у вигляді вертикальної кривої. Підвищення у центрі поля не повинно перевищувати 0,25 м. Якщо поле стадіону буде горизонтальним, то на ному будуть стояти міні калюжі, після кожного дощу, або танення снігу. Тому стараються побудувати поле так, як наведено на рис. 105.

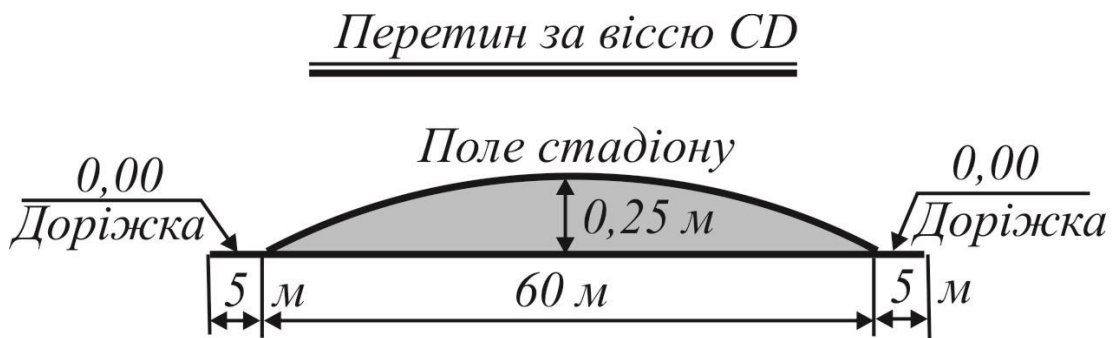


Рис. 105. Поперечний перетин поля

Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет садівництва

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №4

Бригада № _____ гр.

| Керівник практики | № з/п | Прізвища і ініціали | Бали |
|---------------------------------|-------|---------------------|------|
| _____ | бр.1 | | |
| (наукова ступінь, звання) | 2 | | |
| _____ | 3 | | |
| (прізвище, ім'я та по батькові) | 4 | | |
| | 5 | | |

м. Умань 200__ р.

Література

1. Асур В.П., Кутузов М.Н., Муравин М.М. Высшая геодезия «Недра», 1971. – 382 с.
2. Видуев Н.Г. и др. Основы геодезических разбивочных работ. К. Госстройиздат УССР, 1960. – 470 с.
3. Видуев Н.Г., Гржибовский В.П. Геодезическое проектирование вертикальной планировки. Издательство М. «Недра», 1963. – 250 с.
4. Гиршберг М.А. Геодезия. М. «Недра», 1967. – 384 с.
5. Голубкін В.М. т. ін. Геодезія. К. “Вища школа”, 1970. – 440 с.
6. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 К. 1999.-156 с.
7. Лебедев Н.Н. Инженерная геодезия. Часть V. Геодезиздат, 1960.-182 с
8. Левчук Г.П. Курс инженерной геодезии. М. «Недра», 1970. – 412 с.
9. Лукерьян А.А., Гощицкий В.Н. Уравновешивание геодезических величин. К. «Будівельник», 1968. – 212 с.
10. Новоселов С.И. Специальный курс тригонометрии. Советская наука, 1957 492 с.
11. Остапчук С.М., Романчук С.В. Камеральні геодезичні роботи. Рівне, 1994. – 128 с.
12. Ратушняк Г.С. Инженерна геодезія. К. “Вища школа”, 1992. – 262 с.
13. Романчук С.В. Практикум з інженерної геодезії. Рівне, 2004. – 139 с.
14. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія. Умань. 2008. - 292 с.
15. Тартачинський Р.М . Основы инженерной геодезии. Львів, 1999. – 182 с.
16. Трёмбачев А.Ф. Государственные топографические съёмки. К. «Вища школа», 1972. 198 с.
17. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. К., 2002. -146 с.
18. Хренов Л.С. и др. Руководство по вычислениям аналитических сетей. М. Издательство геодезической литературы, 1962. – 247 с.

ВІДОМОСТІ З ГЕОДЕЗІЇ, МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ

Інженери у своїй практичній діяльності часто звертаються до довідників з геодезії, математики та фізики з метою вирішення тої чи іншої проблеми. Такі довідники не завжди є у будь-який момент, а тому виникла необхідність характерні відомості з вище згаданих предметів помістити окремо. Такий захід дає можливість оперативно користуватися стандартними державними даними, що сприяє дотримуватись необхідної точності та продуктивності праці виконавця.

Технічні характеристики геодезичних приладів

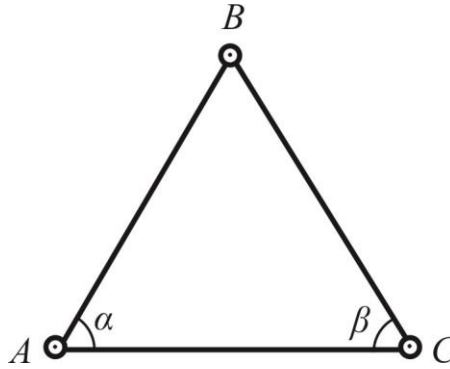
Таблиця 1

| Марка нівеліра | Збільшення зорової труби | Найменша віддаль візування, <i>м</i> | Ціна поділки рівня (сек. на 2 мм) | | Ціна поділки барабана, мм | Ср. кв. похибка на 1км ходу, м |
|-------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | | | при трубі " | круглого" | | |
| Н-2 | 40 | 2,0 | 10 | 5 | 0,05 | 1 |
| НС-2 | 40 | 2,0 | - | 5 | - | 1 |
| Н-3 | 30 | 2,0 | 15 | 5 | - | 4 |
| НС-3 | 30 | 2,0 | - | 5 | - | 4 |
| НС-4 | 30 | 2,0 | - | 10 | - | 8 |
| НТ | 20 | 1,5 | 45 | 10 | - | 15 |
| НТС | 20 | 1,5 | - | 10 | - | 15 |
| НЛС | 20 | 2,0 | - | 10 | - | 30 |
| Koni-007 | 31,5 | 2,2 | - | 8 | 0,05 | 2 |
| Koni- | 20 | 1,5 | - | 8 | - | 2-3 |
| 025 | 16,18 | 0,8 | - | 20 | - | 5-10 |
| Koni- | 28,32 | 5,0 | - | 8 | - | 2 |
| 050 | | | | | | |
| Ni-B3 | | | | | | |

Теодоліти

| Марка теодо- літа | Збільше- ння зорової труби | Ср. кв. похибка кута, одного прийому | | Ціна поділки рівня (сек. на 2 мм дуги) | | Ціна поділки накладного рівня " |
|-------------------------|-------------------------------------|--|----------|---|---------------------|------------------------------------|
| | | ГК, " | ВК, " | на алідаді ГК, " | на алідаді ВК, " | |
| T05 | 62,5; | 0,5 | - | 6-7 | 10 | 4 |
| T1 | 50,37 | 1 | 2 | 7 | 12 | 5 |
| OT-02 | 30; 40 | 1 | 2 | 6-7 | 10-12 | - |
| OT-02м | 40; 30; | 1 | 2 | 6-7 | 10-12 | - |
| T2 | 24 | 2 | 3 | 15 | 15 | 10 |
| T5 | 40; 30 | 5 | 10 | 30 | - | - |
| T30 | 25 | 30 | 40 | 45 | - | - |
| Theo-010 | 27 | 2 | 3-2 | 20 | 20 | 10 |
| Theo 020 | 20 | 4 | 5 | 30 | - | - |
| | 31-25 | | | | | |

Формули Юнга



$$X_B = X_A + \frac{(X_C - X_A) \operatorname{ctg} \alpha + (Y_C - Y_A)}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

$$Y_B = Y_A + \frac{(Y_C - Y_A) \operatorname{ctg} \alpha - (X_C - X_A)}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

Контроль

$$X_B = X_C - \frac{(X_C - X_A) \operatorname{ctg} \beta - (Y_C - Y_A)}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

$$Y_B = Y_C - \frac{(Y_C - Y_A) \operatorname{ctg} \beta + (X_C - X_A)}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$$

Сталі величини

1. Відношення довжини кола до діаметра. $\pi=3,1415926536$
 $\pi^2=9,8696044011$
2. Число градусів у радіані..... $\rho^0=57,2957795131$
3. Число мінут у радіані..... $\rho'=3437,74677078$
4. Число секунд у радіані..... $\rho''=206264,806247$
5. Радіус земної кулі, поверхня якої дорівнює поверхні еліпса ,
 км..... $R=6371,116$
 $\rho^\circ=360/2\pi; \rho'=60 \cdot 360/2\pi; \rho''=60 \cdot 360 \cdot 60/2\pi;$
 $\sin l' = 1/\rho'$.

Температурні коефіцієнти

Сталь загартована $\alpha=0,0000125;$
 Сталь $\alpha=0,0000111;$
 Інвар $\alpha=0,000004.$

Алгебраїчні тотожності

1. $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$; 3. $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$;
 2. $(a + b)^2 = (a + b)(a + b)$; 4. $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$.

Рішення квадратного рівняння загального виду

$$ax^2 + bx + c; \quad x = (b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}) / 2a.$$

$$a^2 - b^2 = (a - b)(a + b); \quad (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2;$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2;$$

Тригонометричні функції

$$\operatorname{tga} = \sin \alpha / \cos \alpha; \operatorname{ctga} = \cos \alpha / \sin \alpha; \operatorname{seca} = 1 / \cos \alpha$$

$$\operatorname{coseca} = 1 / \sin \alpha; \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1.$$

Функції суми і різниці кутів

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta;$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta \mp \sin \alpha \cdot \sin \beta;$$

| A | sinA | cosA | tgA | ctgA | secA | cosecA |
|-----|------|------|------|------|------|--------|
| 0° | 0 | 1 | 0 | ∞ | 1 | ∞ |
| 30° | 1/2 | √3/2 | 1/√3 | √3 | 2/√3 | 2 |
| 45° | √2/2 | √2/2 | 1 | 1 | √2 | √2 |
| 60° | √3/2 | 1/2 | √3 | 1/√3 | 2 | 2/√3 |
| 90° | 1 | 0 | ∞ | 0 | ∞ | 1 |

Формули приведення

| Функції | -α | 90° - α | 90° + α | 180° - α |
|---------|-------|---------|---------|----------|
| sin | -sinα | +cosα | +cosα | +sinα |
| cos | +cosα | +sinα | -sinα | -cosα |
| tg | -tgα | +ctgα | -ctgα | -tgα |
| ctg | -ctgα | +tgα | -tgα | -ctgα |

| Функції | 180° + α | 270° - α | 270° + α | 360° - α | 360° + α |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| sin | -sinα | -cosα | -cosα | -sinα | +sinα |
| cos | -cosα | -sinα | +sinα | +cosα | +cosα |
| tg | +tgα | +ctgα | -ctgα | -tgα | +tgα |
| ctg | +ctgα | +tgα | -tgα | -ctgα | +ctgα |

Міри ліній

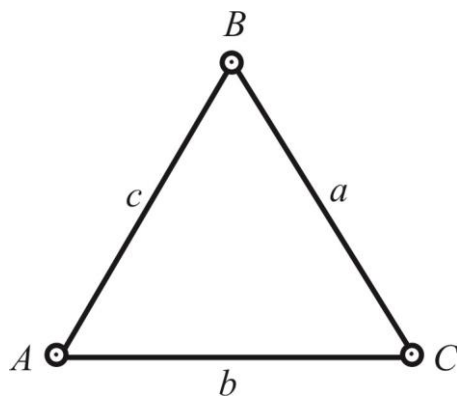
1. Міліметр (мм) = 1000 мікронів = 0,001 метра

2. Сантиметр (см) = 10 міліметрів = 0,01 метра
3. Дециметр (дм) = 10 сантиметрів = 0,1 метра
4. Метр (м) = 100 сантиметрів = 10 дециметрів
5. Кілометр (км) = 10 гектометрів = 1000 м

Міри площ

1. Квадратний міліметр $мм^2$ = 0,000001 $м^2$
2. Квадратний сантиметр (кв. см або $см^2$). = 0,0001 $м^2$
3. Квадратний дециметр (кв. дм або $дм^2$).. = 0,01 $м^2$
4. Квадратний метр (кв. м або $м^2$)..... = 100 $дм^2$
5. Ар (а) = 100 $м^2$
6. Гектар (га) = 100 ар = 10000 $м^2$
7. Квадратний кілометр (кв. км або $км^2$).... = 100 га

Рішення довільного трикутника



$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R; \quad a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \times \cos A;$$

(теорема синусів), (теорема косінусів).

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(A+B)}{\operatorname{tg} \frac{1}{2}(A-B)} \quad (\text{теорема тангенсів})$$

Площі фігур

Площа трикутника

$$P = a \times h / 2; \quad P = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} ;$$

$$P = (ab \times \sin C) / 2, \quad P = (0,5a^2 \times \sin B \times \sin C) / \sin(B+C);$$

$$P = a^2 / 2(\operatorname{ctg} B + \operatorname{ctg} C), \quad \text{де } a, b \text{ і } c \text{ – сторони трикутника;}$$

p – півпериметр трикутника; h – висота.

Площа прямокутника $P = ab$.

Площа паралелограма $P = ah$; $P = ab \sin C$.

Площа ромба $P = d_1 d_2 / 2$; $P = a^2 \sin A$, де d – діагоналі.

Площа трапеції $P = (a+b)h / 2$; $P = ah - [h^2(\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B)] / 2$,

де a і b – основи; h – висота трапеції.

Площа круга $P = \pi R^2 = \pi D^2 / 4$. Довжина кола $L = 2 \pi R$.

де - R – радіус; D – діаметр.



**ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ГЕОДЕЗІЇ,
КАРТОГРАФІЇ ТА КАДАСТРУ ПРИ КАБІНЕТІ МІНІСТРІВ
УКРАЇНИ**

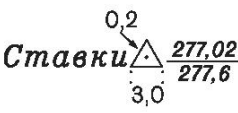
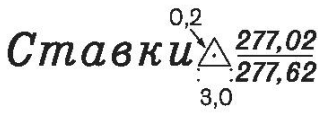
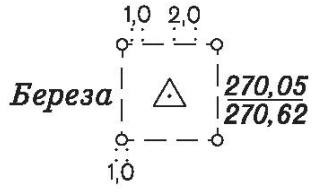
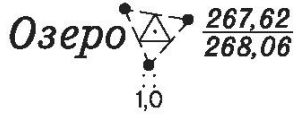



Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 - визначає порядок створення топографічних планів у масштабах 1:500 - 1:5000 для потреб картографування щодо їх змісту і точності.

Інструкція передбачає застосування діючих "Умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500" з урахуванням доповнень і пояснень Укргеодезкартографії щодо особливостей їх застосування.

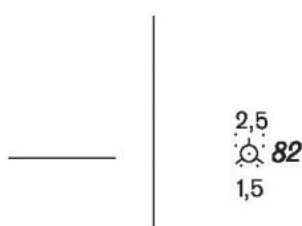

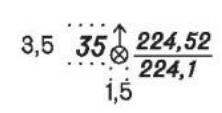
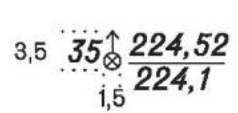
УМОВНІ ЗНАКИ





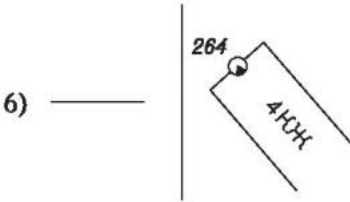
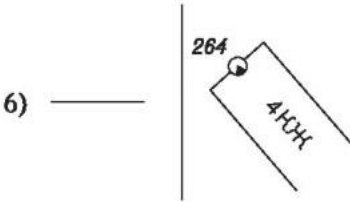
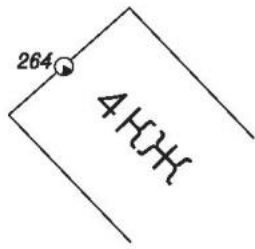
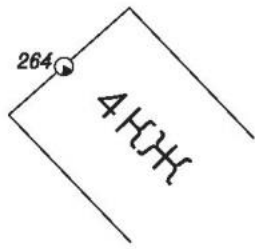

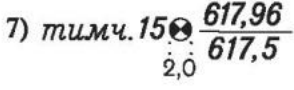
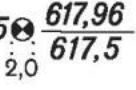

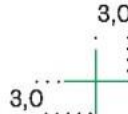
ГЕОДЕЗИЧНІ ПУНКТИ

Таблиця 1

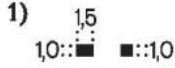
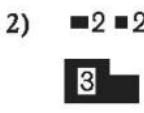


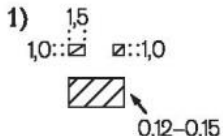
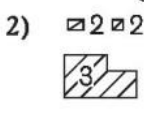
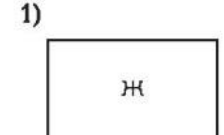
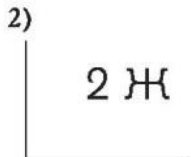
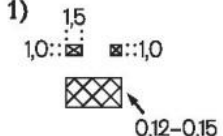
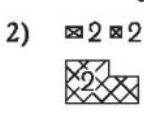
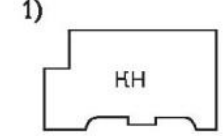
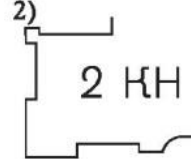
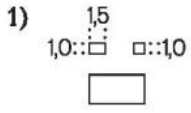
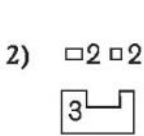
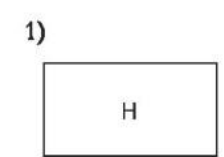
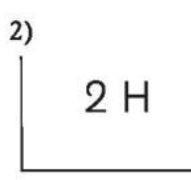


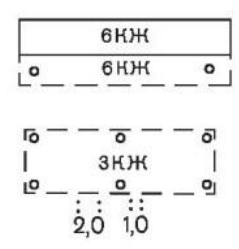
| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|---|---|--|--|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 1 | <p>Пункти державної геодезичної мережі (в чисельнику дробу — позначка центру, в знаменнику — позначка землі; ліворуч від знака — назва пункту) (* [21-24])</p> |  <p style="text-align: center;"><i>Славки</i> $\frac{277,02}{277,6}$</p> |  <p style="text-align: center;"><i>Славки</i> $\frac{277,02}{277,62}$</p>  <p style="text-align: center;"><i>Берега</i> $\frac{270,05}{270,62}$</p>  <p style="text-align: center;"><i>Озеро</i> $\frac{267,62}{268,06}$</p> |
| 2 | <p>Пункти державної геодезичної мережі [21-25]:</p> <p>1) на курганах (цифри ліворуч - висоти курганів в метрах)</p> <p>2) на скелях останцях (цифри ліворуч - висоти останців у метрах)</p> <p>3) на будівлях (цифри та букви - характеристики будівель)</p> | <p>1) <i>Ватра</i> $\frac{173,61}{173,9}$ 0,8</p> <p><i>Берег</i> $\frac{277,58}{277,9}$ 2,1</p> <p>2) <i>Скеля</i> $\frac{650,60}{2,9}$</p> <p><i>Дійсний</i> $\frac{1202,91}{1202,62}$ 8,8</p> <p>3)   Мис</p> | <p>1) <i>Берег</i> $\frac{277,58}{277,92}$ 2,1</p> <p>2) <i>Дійсний</i> $\frac{1202,91}{1202,62}$ 8,8</p> <p>3)  Мис</p> |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|---|--|------------------|----------------|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 3 | Пункти геодезичних мереж згущення та їх номери [21, 26-30] | | |
| 4 | Пункти геодезичних мереж згущення [21, 26-30]: 1) на курганах (цифри знизу — висоти курганів у метрах) 2) на скелях-останцях (варіанти підписів: біля лівого верхнього знака в чисельнику дробу — номер пункту, в знаменнику — позначка центру; біля решти в чисельнику дробу — позначка центру, в знаменнику — позначка землі, внизу — висота останця в метрах, ліворуч — номер пункту) | 1) 2) | 1) 2) |
| * | 3) у стінах будівель | 3) | 3) |
| 5 | Точки планових зйомочних мереж [21, 31-33]: 1) тривалого закріплення на місцевості | 1) | 1) |
| * | 2) тимчасового закріплення на місцевості | 2) | 2) |
| * | 3) у стінах будівель | 3) | 3) |
| * | 4) на кутах капітальних будівель (координовані кути) | 4) | 4) |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|--------|---|--|--|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 6 | Пункти орієнтирні [34] | 1,5 \odot <i>ор.п.</i> | 1,5 \odot <i>ор.п.</i> |
| 7 | Знаки межові - межові стовпи [35] | 1,5 \odot | 1,5 \odot |
| 8 * | Стовпи закріплення проєкту планування та їх номери [36] |  |  |
| 9 * | Пункти закріплення розмічувальних мереж для будівництва, поперечників і осей будинків та споруд [37] |  |  |
| 10 | Знаки нівелірні [38-43]: 1) репери фундаментальні (в чисельнику дроби — позначка головки, в знаменнику — позначка землі; ліворуч — номер знака) 2) репери ґрунтові 3) репери ґрунтові координовані * 4) репери ґрунтові будівельні, тривалого закріплення | 1) $\phi 28 \odot \frac{324,28}{325,3}$ 2,0 2) $7 \odot \frac{349,80}{350,2}$ 2,0 3) $219 \odot \frac{159,72}{160,1}$ к. 4) $\text{буд. 2} \odot \frac{214,94}{215,3}$ | 1) $\phi 28 \odot \frac{324,28}{325,3}$ 2,0 2) $7 \odot \frac{349,80}{350,2}$ 2,0 3) $219 \odot \frac{159,72}{160,1}$ крд. 4) $\text{буд. 2} \odot \frac{214,94}{215,3}$ |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|----|--|---|--|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| | 5) репери та марки скельні (в чисельни- ку дроби — номер знака, в знаменнику — позначка головки репера або центру марки) |  <p>5) </p> |  <p>5) </p> |
| * | 6) репери та марки стінні |  <p>6) </p> |  <p>6) </p> |
| * | 7) репери тимчасові |  |  <p>7) тимч. 15 </p> |
| 11 | Перетин ліній коорди- натної сітки [44] |  |  |

БУДІВЛІ, БУДИНКИ ТА ЇХ ЧАСТИНИ Таблиця 5

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|----|--|--|---|
| | | 1:5 000 | 1:2 000, 1:1 000, 1:500 |
| 12 | Будівлі житлові вогнестійкі (цегляні, кам'яні, бетонні, шлакоблочні тощо) [45-54]: 1) одноповерхові 2) багатоповерхові (цифри — кількість поверхів, букви — матеріал спорудження та призначення будівлі) | 1)  2)  | 1)  2)  |
| 13 | Будівлі житлові невогнестійкі (дерев'яні, саманні, глинобитні) [45-54]: 1) одноповерхові 2) багатоповерхові | 1)  2)  | 1)  2)  |
| 14 | Будівлі нежитлові вогнестійкі [45-54]: 1) одноповерхові 2) багатоповерхові | 1)  2)  | 1)  2)  |
| 15 | Будівлі нежитлові невогнестійкі [45-54]: 1) одноповерхові 2) багатоповерхові | 1)  2)  | 1)  2)  |
| 16 | Будівлі з різноповерховими частинами [52-54] |  |  |
| 17 | Будинки з колонами замість частини або всього першого поверху [55] | — |  |

Таблиця 6

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | | |
|----|---|----------------------|--------------|---------------|
| | | 1:5000 | 1:2000 | 1:1000, 1:500 |
| 18 | Будинки, що будуються [56] | 1,0: буд. | | |
| 19 | Будинки зруйновані та напівзруйновані [57] | 1,8: руїна руїна | | |
| 20 | Вимощення будинків (букви — матеріал покриття) та номери будинків [58-59]. * Позначки висот: підлоги першого поверху (усередині контуру будівлі), вимощення, землі або тротуару на куті будинку [60] | — | | |
| 21 | В'їзди під арками [61] | | | |
| 22 | В'їзди на другий поверх (позначки висот внизу і наверху) [62] | — | | |
| 23 | Ганки закриті [63-65]: 1) кам'яні 2) дерев'яні | — — | 1) 2) | 1) 2) |
| 24 | Ганки відкриті, сходи наверх [63-65] | — | | |

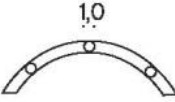
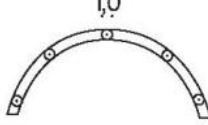






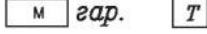
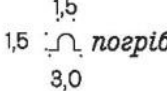


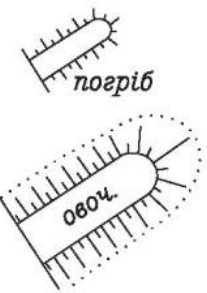
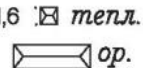

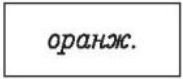


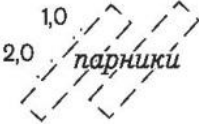





Таблиця 7

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | | |
|---------|--|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | 1:5000 | 1:2000 | 1:1 000, 1:500 |
| 25 | Входи відкриті в підземні частини будівель [63-65] | | | |
| 26 | Входи закриті в підземні частини будівель [63-65] | | | |
| 27 | Входи на станції метрополітену [66] | | | |
| 28 | Вентилятори і запасні виходи метро та інших підземних споруд [67]: 1) наземні 2) підземні (грати вентиляційних шахт) | <p>1) </p> <p>2) </p> | <p>1) </p> <p>2) </p> | <p>1) </p> <p>2) </p> |
| 29 | Наземні частини підземних споруд [68] | | | |
| 30 | Нависаючі частини будинків, які не мають опор (вітрини, виступи тощо) [69] | | | |
| 31 | Переходи між будинками та галереї для транспортерів надземні (повітряні) [70] | <p></p> <p></p> | <p></p> <p></p> | <p></p> <p></p> |
| 32 * | Ніші та лоджії [71] | | | |

Таблиця 8



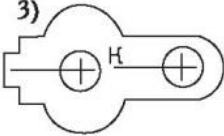
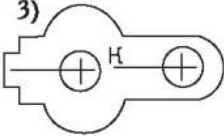
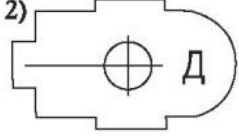

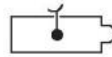
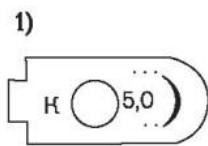


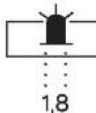

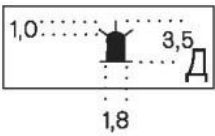
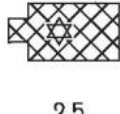
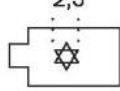

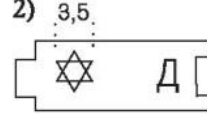
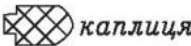
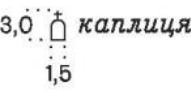

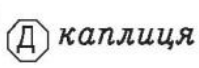
| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | | |
|---------|--|--------------|---------|----------------|
| | | 1:5 000 | 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 33 | Балкони на стовпах і такі, що опираються на землю [72] | | | |
| 34 | Веранди та тераси [73] | | | |
| 35 | Навіси та перекриття між будинками [74] | | | |
| 36 | Навіси для автомобільних ваг [75] | | | |
| 37 | 1) Навіси на стовпах [74,76] | | | |
| | 2) Навіси на підкосах та навіси-козирки [74,76] | | | |
| 38 * | Павільйони, альтанки [77] | | | |
| 39 * | Ілюмінатори [78-79] | | | |
| 40 * | Приямки (приямники) [78] | | | |

Таблиця 9

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | | |
|----|--|--|---|--|
| | | 1:5000 | 1:2000 | 1:1 000, 1:500 |
| 41 | Колони [80] |  |  |  |
| 42 | Драбини пожежні, які спираються на землю [81] |  |  |  |
| 43 | Гаражі індивідуальні, туа- лети та інші малі споруди [82-84] |  |  |  |
| 44 | Погреби (льохи) та овочесховища [85] |   |  |  |
| 45 | Оранжереї, теплиці [86] |  |  |  |
| 46 | Парники [87] |  |  |  |
| 47 | 1) Інформаційні та рек- ламні стенди [88] 2) Тумби афішні постійні |   | 1)  | 1)  2)  |

ОБ'ЄКТИ КУЛЬТОВОГО, КУЛЬТУРНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Таблиця 10

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | | |
|----|---|---|--|--|
| | | 1:5000 | 1:2000 | 1:1000, 1:500 |
| 48 | Церкви, костьоли, кірхи з куполами або без них [89,90]: 1) кам'яні 2) дерев'яні 3) з двома куполами однакової висоти | 1)  2)  3)  | 3)  | 2)  |
| 49 | Мечеті [89,91]: 1) кам'яні 2) дерев'яні | 1)  2)  | 1)  | 2)  <i>мінарет</i> |
| 50 | Буддійські монастирі, храми, пагоди [92]: 1) кам'яні 2) дерев'яні | 1)  2)  | 1)  | 2)  |
| 51 | Синагоги [89]: 1) кам'яні 2) дерев'яні | 1)  2)  | 1)  | 2)  |
| 52 | Каплиці [89,93]: 1) кам'яні 2) дерев'яні | 1)  <i>каплиця</i> 2)  <i>каплиця</i> | 1)  <i>каплиця</i> | 2)  <i>каплиця</i> |



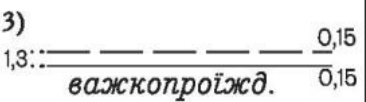
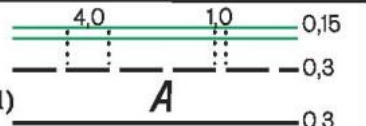

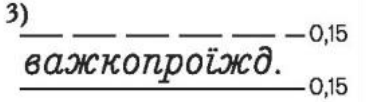


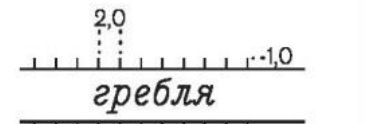
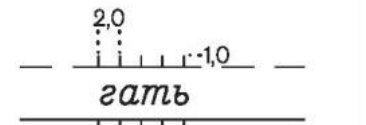
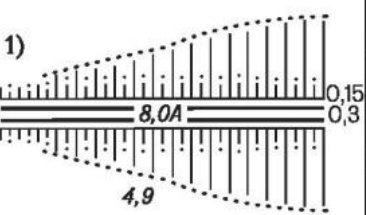
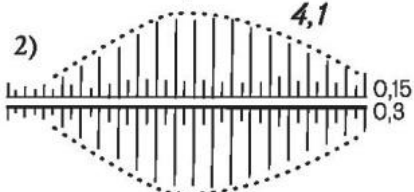
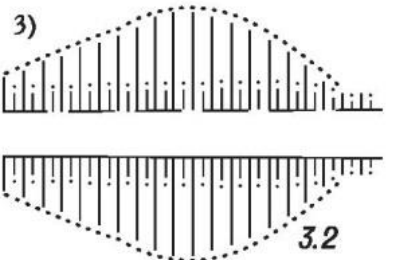
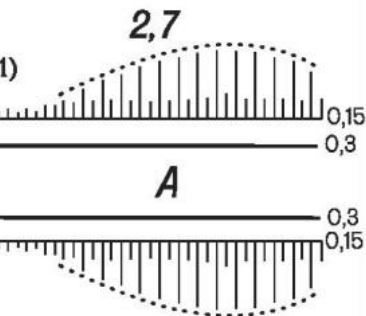
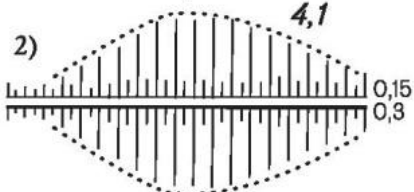
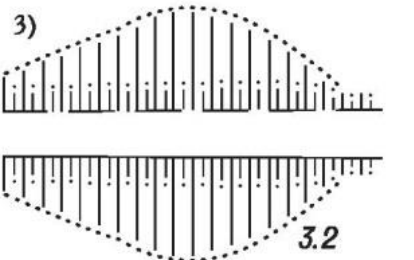
*) При зображенні спортивних споруд потрібно керуватись п.103 пояснень до умовних знаків.

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|----------|---|------------------|----------------|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 151 | Кінці колій (тупики) [226]: | | |
| | 1) без упорів | | |
| | 2) з упорами | | |
| | 3) з упорами та баластною призмою | | |
| 152 * | 1) Стрілки перевідні на залізницях та трамвайних коліях [227,228] | | |
| | 2) Знаки кілометрового пікетажу [227] | | |
| | 3) Позначка висоти головки рейки [229] | | |
| 153 | Круги поворотні [230] | | |

АВТОМОБІЛЬНІ ТА ГРУНТОВІ ДОРОГИ, СТЕЖКИ

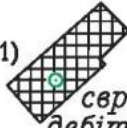
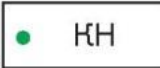

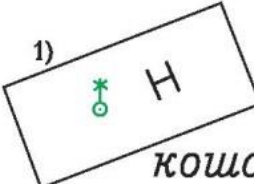
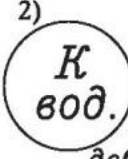
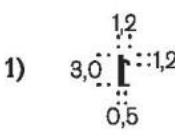
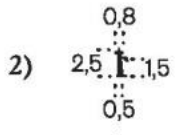
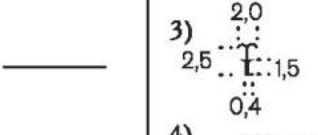
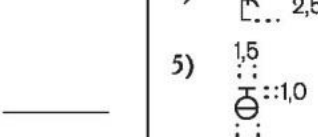
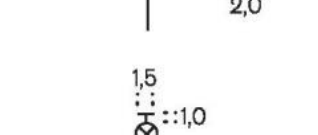
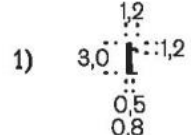
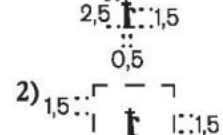
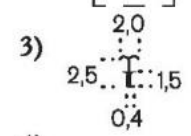
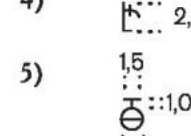
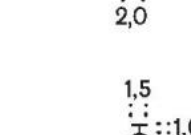
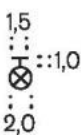
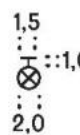



Таблиця 38

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|-----|---|------------------|----------------|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 166 | <p>Автомагістралі (автостради) та їх характеристики: ширина проїжджої частини в метрах та кількість проїжджих смуг, загальна ширина дорожнього полотна в метрах, матеріал покриття [239-244]</p> | | |
| 167 | <p>Автомобільні дороги з удосконаленим покриттям (удосконалені шосе) та їх характеристики: ширина проїжджої частини в метрах, загальна ширина дорожнього полотна, матеріал покриття. Обладнані з'їзди з доріг. Межі зміни покриття [239-243,245]</p> | | |
| 168 | <p>Автомобільні дороги з покриттям (шосе) та їх характеристики: ширина проїжджої частини в метрах, загальна ширина дорожнього полотна, матеріал покриття [239-243,246,247]</p> <p>Примикання доріг нижчих класів без обладнаних з'їздів.</p> | | |
| 169 | <p>Проїжджі частини вулиць та тротуари [248-250]:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) проїжджі частини вулиць з бортовим каменем 2) проїжджі частини вулиць без бортового каменя 3) тротуари на вулицях та пішохідні доріжки з твердим покриттям (в парках, на кладовищах тощо) 4) тротуари на вулицях та пішохідні доріжки без покриття <p>Буквені індекси — матеріал покриття, цифри — позначки висот: в чисельнику — на бортовому камені, в знаменнику — біля бортового каменя</p> | | |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|-----|---|--|---|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 175 | <p>Ділянки важкопроїжджі [260]:</p> <p>1) автомобільних доріг з покриттям</p> <p>2) автомобільних доріг без покриття</p> <p>3) путівців</p> | <p>1) </p> <p>2) </p> <p>3) </p> | <p>1) </p> <p>2) </p> <p>3) </p> |
| 176 | <p>Ділянки доріг з фашинами, гатями, греблями [261]</p> | <p></p> <p></p> | <p></p> <p></p> |
| 177 | <p>Дороги на насипах та дамбах (цифри — висота насипів у метрах) [262,263]:</p> <p>1) автомобільні дороги з покриттям; укоси від краю узбіччя</p> <p>2) автомобільні дороги без покриття; укоси від краю проїжджої частини;</p> <p>3) путівці; укоси від краю проїжджої частини</p> | <p>1) </p> <p>2) </p> <p>3) </p> | <p>1) </p> <p>2) </p> <p>3) </p> |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|-----|--|--|---|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| | 4) пугівці; укоси від краю дамби | <p>4)</p> <p>2,4</p> | <p>4) 3,1</p> |
| 178 | Дороги у виїмках (цифри — глибина виїмок у метрах) [262,263] | <p>4,4</p> <p>1,3</p> <p>3,1</p> <p>1,3</p> | <p>2,5</p> |
| 179 | Номери автомобільних доріг [264] | <p>3,5</p> | <p>3,5</p> |
| 180 | Зупинки автобусів та тролейбусів поза населеними пунктами та стоянки автотранспорту [265]: | <p>1)</p> <p>2,5</p> <p>3,5</p> <p>1,0</p> <p>2)</p> <p>1,6</p> <p>3)</p> <p>P</p> | <p>1)</p> <p>2,5</p> <p>3,5</p> <p>1,0</p> <p>2)</p> <p>3)</p> <p>P</p> |
| 181 | Пости і будки регулювальників руху [266] | <p>n. ДАІ</p> <p>2,5</p> <p>П</p> <p>1,0</p> | <p>n. ДАІ</p> <p>2,5</p> |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|------|--|------------------|----------------|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 271 | Знаки берегової сигналізації постійні [383] | | |
| 272 | Станції водні (відкриті купальні, човнові причали тощо) [384] | | |
| 273 | Пляжі обладнані [385] | | |
| 274 | Колодязі та їх характеристики (в чисельнику дробу — позначки землі біля колодязя, в знаменнику — глибина до рівня води і до дна в метрах, праворуч — наповнюваність, місяці, коли колодязь має воду) [386-389] | | |
| 274* | Колодязь з корбою на стовпах [386-389] | | |
| 275 | Колодязі та свердловини з ручним насосом [386-389,391] | | |
| 276 | Колодязі з журавлем [386-389,392] | | |
| 277 | Колодязі та свердловини з вітряним двигуном [386-389,392] | | |
| 278* | Колодязі та свердловини з механічним підйомом води [386-389,393] | | |
| 279* | Колодязі та свердловини артезіанські [386-389,393] | | |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|-----|---|--|--|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 281 | <p>1) Колодязі та свердловини в будівлях [386-389,394]</p> <p>2) Колодязі та свердловини суміщені з водонапірними баштами і водопідйомними пристроями або водокачками [386-389,394,395]</p> | <p>1)  сврд. дебіт. 5000 л/г</p> <p>арт сврд.  КН дебіт 3000 л/год.</p> <p>2)  вод. вдкч. сврд. дебіт 5000 л/год</p> | <p>1)  кошара</p> <p>2)  вод. вдкч. арт.к. дебіт 3500 л/год</p> |
| 282 | <p>1) Колодязі сухі та засипані [386-389,396]</p> <p>2) Свердловини недіючі або покинуті [386-389,397]</p> | <p>1) 1,2::○ К(сух.) $\frac{90,3}{10}$</p> <p>2) 1,2::○ сврд.(недіюч.)</p> | <p>1) 1,2::○ К (засип.)</p> <p>2) 1,2::○ сврд. (покин.)</p> |
| 283 | <p>Колонки [398]:</p> <p>1) гідравлічні (водоналивні залізничні тощо)</p> <p>2) водорозбірні</p> <p>3) питні</p> <p>4) індивідуальні поливальні</p> <p>5) гідранти (пожежні, поливальні тощо)</p> | <p>1)  1,2 3,0::1,2 0,5</p> <p>2)  0,8 2,5::1,5 0,5</p> <p>3)  2,0 2,5::1,5 0,4</p> <p>4)  2,5</p> <p>5)  1,5 2,0::1,0 2,0</p> | <p>1)  1,2 3,0::1,2 0,5 0,8</p> <p>2)  2,5::1,5 0,5 1,5::1,5</p> <p>3)  2,0 2,5::1,5 0,4</p> <p>4)  2,5</p> <p>5)  1,5 2,0::1,0 2,0</p> |
| 284 | Вузли підключення дощувальних машин [399] |  1,5 2,0::1,0 2,0 |  1,5 2,0::1,0 2,0 |
| 285 | Будки водорозбірні [400] |  1,5  |  |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ |
|-----|--|----------------------------------|
| | | 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 |
| 307 | <p>Горизонталі [424-433]:</p> <p>1) горизонталі потовщені через заданий інтервал основного перерізу)</p> <p>2) горизонталі основні</p> <p>3) горизонталі додаткові (напівгоризонталі — на половині висоти основного перерізу)</p> <p>4) горизонталі допоміжні (на довільній висоті)</p> <p>5) горизонталі для зображення нависаючих схилів</p> <p>6) покажчики напрямку схилів (бергштрихи)</p> <p>7) підписи горизонталей</p> | |
| 308 | <p>Позначки висотні [434]:</p> <p>1) вище нуля Кронштадтського фута</p> <p>2) нижче нуля Кронштадтського фута</p> | |
| 309 | <p>Перевали, їх висотні позначки і місяці дії [435]</p> | |
| 310 | <p>Обриви земляні (цифри — глибини в метрах) [436]</p> | |

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|--|---|------------------|----------------|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 338 | Поросль лісу (окрема цифра або чисельник дробу — середня висота в метрах, знаменник — середня товщина стовбурів в метрах) [470] | | |
| 339 | 1) Лісопосадки молоді (цифра — середня висота в метрах) [465,471] | | |
| | 2) Розсадники лісових і декоративних порід [472] | | |
| 340 | Просіки в лісі [473]: | | |
| | 1) шириною 5 мм і більше в масштабі плану | | |
| | 2) шириною від 1 до 5 мм в масштабі плану | | |
| 3) шириною від 0,5 до 1мм в масштабі плану (цифра — ширина в метрах) | | | |

КОРДОНИ ТА МЕЖІ

Таблиця 103

| № | НАЗВА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ | УМОВНІ ЗНАКИ | |
|-----|--|------------------|----------------|
| | | 1:5 000, 1:2 000 | 1:1 000, 1:500 |
| 404 | Кордони державні, прикордонні знаки та їх номери, копці [537-541] | | |
| 405 | Межі автономних республік, областей та межові знаки [537-542] | | |
| 406 | Межі районів [537-543] | | |
| 407 | Межі міських земель [537,539,540,543] | | |
| 408 | Межі земель селищних та сільських рад [537,539,540,543] | | |
| 409 | Межі землекористувань та землеволодінь [537,539,540,543] | | |
| 410 | Межі державних заповідників [537,539,540,544] | | |
| 411 | Межі державних заказників, природних національних парків та пам'яток природи [537,539,540,544] | | |

ЗМІСТ

| | |
|----------------|---|
| Алфавіт..... | 3 |
| Передмова..... | 5 |

ЧАСТИНА ПЕРША ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРАКТИК

РОЗДІЛ 1.

| | |
|--|----------|
| Основні правила щодо організації навчальних практик..... | 7 |
| 1.1. Термін і місце проведення першої навчальної практики..... | 7 |
| 1.2. Правила внутрішнього розпорядку..... | 7 |
| 1.3. Правила техніки безпеки і пожежної охорони..... | 8 |
| 1.3.1. Загальні положення..... | 8 |
| 1.3.2. Основні правила..... | 8 |
| 1.4. Правила догляду за геодезичними приладами..... | 10 |
| 1.5. Формування бригад..... | 11 |
| 1.5.1. Вимірювання стальною стрічкою віддалі між сусідніми точками..... | 12 |
| 1.5.2. Вимірювання віддалі електронним тахеометром..... | 12 |
| 1.5.3. Вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів теодолітом або електронним тахеометром..... | 12 |
| 1.5.4. Технічне нівелювання точок висотного обґрунтування..... | 12 |
| 1.6. Інструкція завідувача лабораторії кафедри..... | 13 |
| 1.7. Накладна..... | 14 |
| 1.8. Інструкція старости групи на період навчальної практики..... | 15 |
| 1.9. Інструкція бригадира на період навчальної практики..... | 15 |
| Табель обліку студентів виходу на навчальну практику..... | 17 |
| 1.10. Отримання геодезичних приладів та приладдя..... | 18 |
| 1.11. Об'єми робіт навчальної практики з топографії студентів першого курсу..... | 18 |

| | |
|--|-----------|
| РОЗДІЛ 2. Перевірки геодезичних приладів..... | 20 |
| 2.1. Геометрична схема оптико-механічного теодоліта..... | 20 |
| 2.2. Приведення теодоліта в робоче положення..... | 21 |
| 2.3. Перевірки теодоліта 2Т30..... | 21 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4. Перевірка циліндричного рівня..... | 21 |
| 2.5. Перевірка круглого рівня..... | 23 |
| 2.6. Перевірка сітки ниток зорової труби..... | 24 |
| 2.7. Визначення колімаційної похибки..... | 25 |
| 2.8. Визначення не перпендикулярності горизонтальної осі теодоліта..... | 26 |
| РОЗДІЛ 3. Перевірки нівелірів..... | 28 |
| 3.1. Приведення нівеліра в робоче положення..... | 28 |
| 3.2. Послідовність зняття відліків з рейки та контроль | 29 |
| 3.3. Перевірка плавності обертання нівеліра навколо своєї осі..... | 30 |
| 3.4. Перевірка круглого рівня..... | 31 |
| 3.5. Перевірка сітки ниток нівеліра..... | 31 |
| 3.6. Перевірка головної умови..... | 32 |
| 3.7. Перевірки нівелірів з компенсаторами..... | 34 |
| 3.8. Перевірка паралельності осей круглого рівня і вертикальної осі нівеліра..... | 34 |
| 3.9. Перевірка сітки ниток нівеліра з компенсатором..... | 34 |
| 3.10. Перевірка міри компенсації кутів нахилу осі нівеліра..... | 35 |
| 3.11. Перевірка головної геометричної умови нівеліра з компенсаторами..... | 36 |

ЧАСТИНА ДРУГА НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА З ТОПОГРАФІЇ

| | |
|---|-----------|
| Програма навчальної практики з топографії | 42 |
| РОЗДІЛ 4. Побудова планового геодезичного обґрунтування..... | 42 |
| Завдання 1. Побудувати топографічний план земельної ділянки..... | 42 |
| Загальні відомості..... | 42 |
| 4.1. Рекогностування місцевості та закріплення точок знімальної мережі..... | 43 |
| 4.2. Закріплення точок теодолітних ходів планового геодезичного обґрунтування..... | 43 |
| 4.3. Складання схеми точок теодолітних ходів планового геодезичного обґрунтування..... | 44 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4. Вимірювання віддалі між точками в теодолітному ході..... | 45 |
| 4.5. Вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів..... | 47 |
| 4.6. Вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів..... | 50 |
| 4.7. Урівнювання і обчислювання прямокутних координат точок в теодолітних ходах..... | 51 |
| 4.8. Визначення початкового дирекційного кута на пряму..... | 54 |
| 4.9. Рішення оберненої геодезичної задачі..... | 55 |
| 4.10. Вимірювання магнітного азимуту сторони..... | 58 |
| 4.11. Обчислення дирекційних кутів..... | 59 |
| РОЗДІЛ 5. Побудова висотного обґрунтування..... | 63 |
| 5.1 Рекогностування місцевості для побудови висотної знімальної мережі та складання схеми..... | 63 |
| 5.2. Польові роботи при технічному нівелюванні..... | 64 |
| 5.3. Методика камеральної обробки результатів технічного нівелювання..... | 66 |
| 5.4. Приклад зрівнювання розімкненого нівелірного ходу технічного нівелювання..... | 67 |
| 5.5. Приклад складання відомості висот точок зімкненого нівелірного ходу технічного нівелювання..... | 70 |
| РОЗДІЛ 6. Теодолітне знімання об'єктів і ситуації..... | 73 |
| 6.1. Теодолітне знімання місцевості..... | 73 |
| 6.2. Полярний спосіб..... | 73 |
| 6.3. Спосіб перпендикулярів..... | 75 |
| 6.4. Спосіб кутової засічки..... | 75 |
| 6.5. Спосіб лінійної засічки..... | 76 |
| 6.6. Спосіб створеної засічки..... | 77 |
| РОЗДІЛ 7. Тахеометричне знімання та складання плану..... | 78 |
| 7.1. Побудова горизонтального плану..... | 81 |
| 7.2. Технологія виконання польових робіт при тахеометричному зніманні місцевості..... | 84 |
| 7.3. Складання абрису..... | 85 |
| 7.4. Побудова топографічного плану | 85 |

З В І Т
навчальної практики з топографії
Завдання №1

Зміст..... 89

РОЗДІЛ 8. Складання топографічного плану за матеріалами нівелювання поверхні за квадратами..... 90

ЗАВДАННЯ 2

Складання проекту вертикального планування нахиленої ділянки

Загальні положення..... 90

8.1. Рекогностування місцевості та закріплення точок ділянки..... 91

8.2. Складання схеми теодолітного ходу планового геодезичного обґрунтування..... 92

8.3. Побудова сітки прямокутних координат..... 92

8.4. Складання схеми точок висотного геодезичного обґрунтування..... 94

8.5. Розмічування сітки квадратів з сторонами 20×20 м земельної ділянки..... 94

8.6. Технічне нівелювання вершин квадратів та обчислення їх висот..... 95

РОЗДІЛ 9. Проектування нахиленої ділянки..... 97

9.1. Існуючі методи вертикального проектування земельної ділянки 97

9.2. Складання проекту кварталу 99

9.3. Побудова лінії нульових робіт..... 103

9.4. Обчислення об'ємів земляних робіт..... 105

9.5. Складання картограми земляних робіт..... 106

З В І Т
навчальної практики з топографії
Завдання №2

Зміст..... 110

РОЗДІЛ 10. Побудова поздовжнього і поперечного профілів та проектування на них..... 111

ЗАВДАННЯ 3

Проект під'їзної автомобільної дороги

| | |
|---|-----|
| Загальні відомості..... | 111 |
| 10.1. Рекогностування і закріплення осі лінійної споруди на місцевості..... | 110 |
| 10.2. Складання схеми осі лінійної споруди..... | 111 |
| 10.3. Вимірювання кутів повороту осі лінійної споруди..... | 111 |
| 10.4. Елементи кругової кривої і закріплення основних її точок на місцевості..... | 112 |
| 10.5. Розмічування пікетажу по осі лінійної споруди..... | 114 |
| 10.6. Загальні розрахунки основних точок пікетажу..... | 115 |
| 10.7. Заповнення пікетажного журналу в польових умовах..... | 116 |
| 10.8. Закріплення основних точок кривої на місцевості..... | 117 |
| 10.9. Перенесення пікета на криву..... | 119 |
| 10.10. Технічне нівелювання по осі лінійної споруди..... | 120 |
| 10.11. Камеральна обробка журналу технічного нівелювання... .. | 125 |
| 10.12. Побудова поздовжнього і поперечного профілів лінійної споруди..... | 126 |
| 10.13. Проектування за профілем..... | 132 |
| 10.14. Детальне розмічування на місцевості кругової кривої..... | 132 |
| 10.15. Метод прямокутних координат..... | 132 |

З В І Т
навчальної практики з топографії
Завдання №3

| | |
|---|------------|
| Зміст..... | 134 |
| РОЗДІЛ 11. Інженерні задачі..... | 136 |

ЗАВДАННЯ 4
Рішення задач за допомогою
геодезичних приладів

| | |
|--|-----|
| Загальні відомості..... | 136 |
| Задача 1. Побудувати проектний кут на місцевості з технічною точністю..... | 136 |
| Задача 2. Побудувати проектний відрізок на місцевості..... | 138 |
| Задача 3. Побудувати прямий кут на місцевості за допомогою сталеві стрічки..... | 139 |
| Задача 4. Винесення точки з відомою проектною висотою на місцевість..... | 140 |
| Задача 5. Побудувати лінію заданого | |

| | |
|--|-----|
| ухилу на місцевості..... | 141 |
| Задача 6. Визначити віддаль до недоступної споруди..... | 142 |
| Задача 7. Передати висоту на дно котловану..... | 143 |
| Задача 8. Передача висоти на вищі частини споруди..... | 144 |
| Задача 9. Побудувати лінію затоплення на місцевості..... | 145 |
| Задача 10. Визначити висоту будь-якої споруди..... | 146 |
| Задача 11. Розмічування основних осей споруди..... | 147 |
| Задача 12. Закріплення умовної висоти нуля споруди на місцевості..... | 149 |
| Задача 13. Визначити глибину копання під фундамент споруди..... | 150 |
| Задача 14. Перенесення основних і проміжних осей на обгородження, та їх закріплення..... | 151 |
| Задача 15. Установка колон у фундаменти (стакани) під час монтажу..... | 153 |
| Задача 16. Детальне розмічування поперечного перерізу автомобільної дороги і магістрального каналу меліоративної системи..... | 154 |
| Задача 17. Детальне розмічування на місцевості земляної греблі..... | 156 |
| Задача 18. Детальне розмічування кругової кривої..... | 158 |
| Задача 19. Проектування вертикального планування горизонтальної ділянки із збереженням балансу земляних робіт..... | 159 |

З В І Т

навчальної практики з топографії

Завдання №4

| | |
|------------|-----|
| Зміст..... | 165 |
|------------|-----|

ЧАСТИНА ТРЕТЯ

НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА З ГЕОДЕЗІЇ

ПРОГРАМА

НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З ГЕОДЕЗІЇ

| | |
|---|-----|
| РОЗДІЛ 12. Побудова геодезичного чотирикутника на місцевості..... | 166 |
|---|-----|

Завдання 1

Побудувати планове геодезичне обґрунтування II-го розряду способом геодезичного чотирикутника

| | |
|--|-----|
| Загальні відомості..... | 169 |
| 12.1. Рекогностування та закріплення пунктів геодезичного чотирикутника на місцевості..... | 170 |
| 12.2. Складання абрисів точок геодезичного чотирикутника..... | 172 |
| 12.3. Вимірювання довжин ліній і базисів..... | 172 |
| 12.4. Вимірювання горизонтальних кутів способом кругових прийомів..... | 173 |
| 12.5. Обчислення прямокутних координат точок геодезичного чотирикутника..... | 177 |
| 12.6. Обчислення первинних поправок в кути геодезичного чотирикутника..... | 181 |
| 12.7. Обчислення вільного члена полюсної умови..... | 182 |

З В І Т

навчальної практики з геодезії

Завдання №1

| | |
|------------|-----|
| Зміст..... | 188 |
|------------|-----|

| | |
|---|------------|
| РОЗДІЛ 13. Визначення прямокутних координат двох додаткових пунктів засічками на місцевості..... | 189 |
|---|------------|

Завдання 2

Визначення прямокутних координат двох додаткових пунктів засічками на місцевості

| | |
|---|-----|
| Загальні питання..... | 189 |
| 13.1. Рекогностування та закріплення точок прямої та оберненої засічок на місцевості..... | 189 |
| 13.2. Обчислення прямокутних координат точок визначених методами засічок..... | 189 |
| 13.3. Приклад вирахування прямокутних координат точки P прямою засічкою..... | 190 |
| 13.4. Приклад визначити прямокутних координат точки P оберненою засічкою..... | 194 |
| 13.5. Оцінка точності засічок..... | 195 |
| 13.6. Знесення прямокутних координат з вершини пункту..... | 196 |

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №2

Зміст..... 199

РОЗДІЛ 14. Побудова висотного геодезичного обґрунтування нівелюванням IV класу..... 200

Завдання 3

Побудувати висотне геодезичне обґрунтування нівелюванням IV класу 200

14.1. Вивчення території з метою нівелювання IV класу..... 200

14.2. Вимоги Інструкції щодо нівелювання IV класу..... 200

14.3. Польові роботи нівелювання IV класу..... 201

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №3

Зміст..... 208

РОЗДІЛ 15. Топографічне знімання земельної ділянки для проектування стадіону уманського університету..... 209

Завдання 4

Скласти проект стадіону Уманського національного університету садівництва 209

Вступ..... 209

15.1. Вимоги Інструкції щодо тахеометричного знімання місцевості..... 209

15.2. Польові роботи при тахеометричному зніманні місцевості..... 212

15.3. Побудова топографічного плану..... 213

15.4. Проектування стадіону уманського університету..... 213

З В І Т
навчальної практики з геодезії
Завдання №4

Зміст..... 216

Література..... 217

**ВІДОМОСТІ З ГЕОДЕЗІЇ,
МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ**

Зміст..... 218

Навчальне видання

НАВЧАЛЬНІ ПРАКТИКИ З ГЕОДЕЗІЇ

Навчальний посібник

Підписано до друку 06.08.19 р.
Формат 60x84/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 14.76. Тираж 300 прим.
Замовлення № 1870

Видавець і виготівник “Сочінський М. М.”
20300, м. Умань, вул. Тищика, 18/19; вул. Садова, 2
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи
ДК № 2521 від 08.06.2006.
тел. (04744) 4-64-88, 3-51-33, (067) 104-64-88
vizavi-print.jimdo.com
e-mail: vizavi008@gmail.com

