

ЛЕКЦІЯ 10. ВИМІРЮВАННЯ ДОВЖИН ЛІНІЙ НА МІСЦЕВОСТІ

6.3. Визначення відстані до недосяжних об'єктів

Під час вимірювання відстаней мірними стрічками або рулетками подекуди доводиться долати яри, річки, густі зарості кущів, болота і т. д. За таких умов безпосередньо виміряти відстань на місцевості неможливо, і її визначають геометричним способом. З точки А вимірюють стрічкою лінії $AM = b_1$ і $AN = b_2$, які називають базисами, та кути γ_1 , γ_2 і β_1 і β_2 (рис. 34).

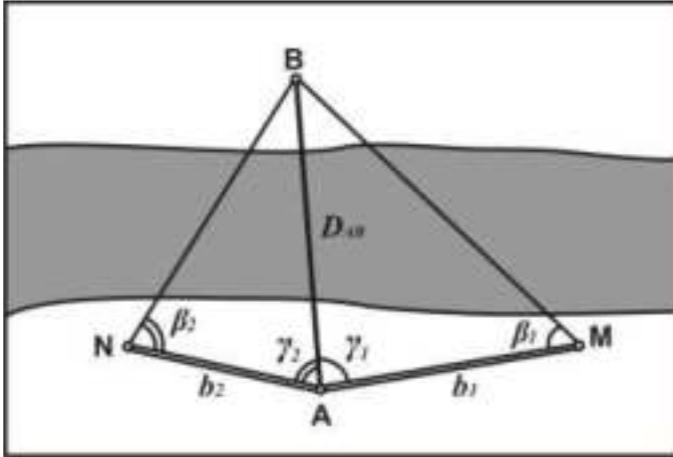


Рис. 34. Геометричні побудови для визначення відстані

Базиси за можливості вибирають з таким розрахунком, щоби протилежні їм кути були не меншими 30° і не більшими 150° . Довжину сторони D_{AB} знаходять за теоремою синусів:

$$\begin{aligned} D'_{AB} &= b_1 \cdot \sin \beta_1 / \sin(\beta_1 + \gamma_1); \\ D''_{AB} &= b_2 \cdot \sin \beta_2 / \sin(\beta_2 + \gamma_2). \end{aligned} \quad (6.6)$$

За кінцевий результат беруть середнє арифметичне цих величин.

6.4. Вимірювання відстаней посереднім способом

Для вимірювання відстаней посереднім способом використовують віддалеміри, які дають змогу швидко знаходити відстані з достатньою точністю і без попередньої підготовки лінії на місцевості. Однак такі прилади не пристосовані для відкладення проектної віддалі (розмірів) на місцевості. Віддалеміри бувають оптичні й електрофізичні.

Оптичні віддалеміри – геодезичні прилади, за допомогою яких визначають горизонтальні та похилі відстані через відомі геометричні співвідношення. Їхнє застосування особливо ефективне під час виконання геодезичних робіт у пересіченій, заболоченій чи

залісненій місцевості, де використання механічних приладів ускладнене або взагалі неможливе.

В основі принципу вимірювання відстаней за допомогою оптичного віддалеміра лежить залежність між сторонами паралактичного трикутника, у якому відомі базис b та паралактичний кут β – кут при вершині трикутника, значення якого менше 1° (рис. 35). Конструкцією оптичних віддалемірів передбачено, що одна з величин (кут β або базис b) є сталою, а друга змінна і підлягає вимірюванню. У зв'язку з цим вони бувають двох типів: а) з постійним паралактичним кутом і змінним базисом; б) з постійним базисом і змінним кутом.

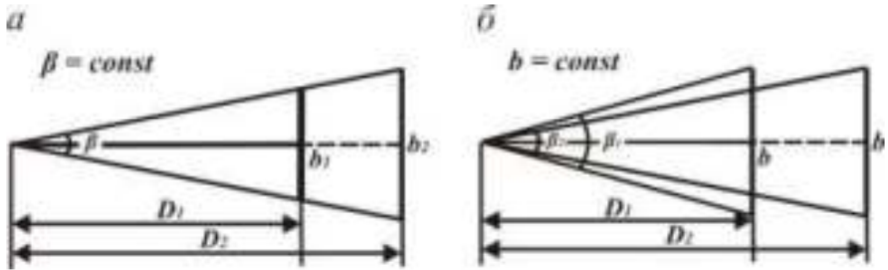


Рис. 35. Принцип роботи оптичного віддалеміра:
 а – з постійним паралактичним кутом; б – з постійним базисом

Найпоширенішими є віддалеміри першого типу, постійний кут у яких утворюють промені візування, що проходять через віддалемірні риски та вузлову точку об'єктива зорової труби геодезичного приладу. Як віддалемірні використовують дві горизонтальні риски x та y , розташовані симетрично щодо перехрестя головних ниток у зорових трубах геодезичних приладів (теодолітів, нівелірів) (рис. 36). У комплект ниткового віддалеміра, крім труби зі сіткою ниток, входить рейка із сантиметровими поділками. Рейку встановлюють вертикально над точкою, до якої вимірюють віддаль.

Нехай у точці А встановлено прилад, а в точці В – рейку зі сантиметровими поділками (рис. 36). Промені від ока проходять через окуляр і сітку ниток паралельно візирній осі зорової труби до об'єктива, де заломлюються і далі перетинаються у передньому фокусі об'єктива F , утворюючи постійний кут β . Проектуючись на рейку, ці промені обмежують відрізок MN , який відповідає базису b . Позначивши відстань від осі обертання приладу до центру об'єктива величиною g , фокусну відстань об'єктива – f і відстань

від переднього фокуса до рейки як q , шукану віддаль D знайдемо за формулою:

$$D = q + g + f. \quad (6.7)$$

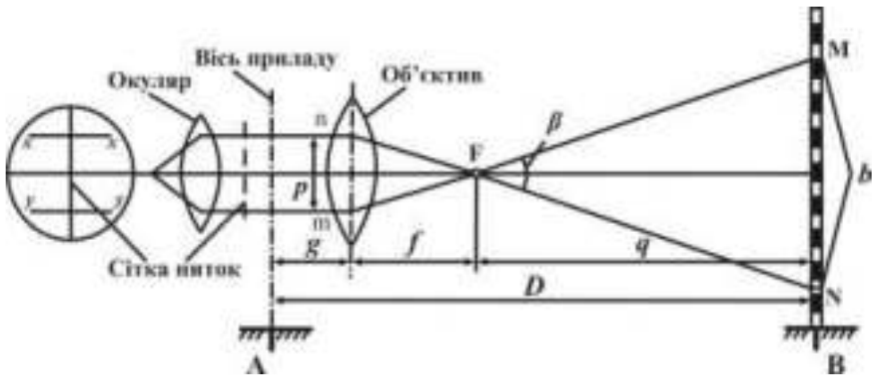


Рис. 36. Схема визначення відстані оптичним віддалеміром

Із подібності трикутників FMN і Fmn видно, що $q / b = f / p$, звідки $q = f / p \cdot b$, де p – віддаль між віддалемірними рисками. Якщо відношення f/p позначити через k і взяти до уваги, що $g + f$ є постійною величиною приладу c , то

$$D = k \cdot b + c. \quad (6.8)$$

Оскільки f і p мають сталі значення, то величина k також стала для даного приладу, і називають її *коефіцієнтом ниткового віддалеміра*. Для зручності обчислення відстаней величини f і p у приладах підібрані таким чином, щоб $k = 100$. Величина c у зорових трубах із зовнішнім фокусуванням сягає 0,6 м, тому її необхідно враховувати під час великомасштабних зйомок (1:500; 1:1000; 1:2000). Для труб із внутрішнім фокусуванням вона здебільшого не перевищує 4 см, і нею можна знехтувати. У цьому разі

$$D = k \cdot b = 100 \cdot b. \quad (6.9)$$

Під час вимірювання відстаней нитковим віддалеміром величину змінного базису знаходять як різницю відліків на рейці, взятих по верхній xx і нижній yy віддалемірних нитках (рис. 37). Для того, щоб промінь візування проходив паралельно місцевості, велику горизонтальну нитку зорової труби наводять на висоту, рівну висоті приладу i , яку вимірюють за допомогою рейки або рулетки. Точність вимірювання відстаней оптичним віддалеміром порівняно невелика, що зумовлено впливом на результати вимірювання несприятливих зовнішніх умов, неточністю відліків по рейці, великою товщиною рисок тощо.

Електрофізичні віддалеміри. До цієї групи приладів належать світло-, радіо- та лазерні віддалеміри, які працюють за принципом вимірювання часу проходження електромагнітними хвилями відстаней від генератора випромінювання до відбивача і назад. Комплект віддалеміра складається із передавально-приймального пристрою, встановленого на першій точці, і відбивача хвиль, розміщеного на кінцевій точці.

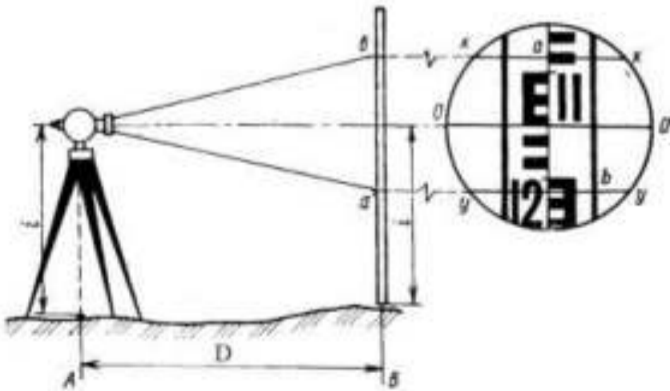


Рис. 37. Оптичний віддалемір і поле зору його труби

Якщо позначити швидкість поширення електромагнітних хвиль через v , а час проходження ними прямої та зворотної відстані через t , то отримаємо формулу для знаходження відстані:

$$D = vt/2 \quad (6.10)$$

Швидкість поширення електромагнітних хвиль у вакуумі дорівнює 299 792 456 м/с, а в повітрі може бути визначена з урахуванням показника заломлення повітря, який залежить від температури, тиску і вологості середовища. Тому

$$D = ct/2 \cdot n, \quad (6.11)$$

де c – швидкість поширення електромагнітних хвиль у вакуумі; n – показник заломлення повітря, залежний від довжини хвилі та стану атмосфери.

6.5. Визначення горизонтальних проєкцій ліній місцевості

Під час вимірювання відстані мірними стрічками, рулетками й оптичними віддалемірами між двома точками місцевості знаходять зазвичай її значення на похилій поверхні (рис. 39). Однак для складання карт і планів треба знати *горизонтальне прокладення лінії*, яке відповідає довжині проєкції лінії місцевості на горизонтальну площину. Горизонтальне прокладення лінії d завжди менше відстані D на поверхні Землі на величину ΔD (рис. 39).

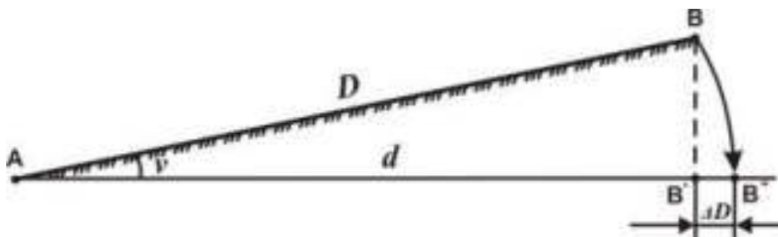


Рис. 39. Поправка за нахил лінії

Цю величину називають поправкою за нахил лінії місцевості до горизонту і розраховують за формулою

$$\Delta D = D - d = D - D \cos v = 2 D \sin^2(v/2). \quad (6.14)$$

Для різних відстаней і кутів нахилу місцевості складено таблиці цієї поправки. Якщо кут нахилу малий (до 2°), то і поправка незначна. Поправку за нахил враховують у тих випадках, коли у масштабі зйомки вона перевищує графічну точність. Наприклад, поправку значенням 1 м треба враховувати для зйомки масштабу більше 1:10 000 (у цьому масштабі вона виразиться величиною 0,1 мм).

Під час топографічних робіт горизонтальне прокладення лінії часто розраховують із прямокутного трикутника ABV' за формулою

$$d = D \cdot \cos v. \quad (6.15)$$

Якщо на різних частинах лінії кути нахилу неоднакові, то слід вимірювати довжину окремих відрізків цієї лінії і кути нахилу цих відрізків. За формулою (6.14) знаходять горизонтальні проекції кожного з відрізків, а потім їх на суму, яка і буде горизонтальною проекцією всієї лінії. Якщо нахили місцевості незначні, то горизонтальні проекції лінії можна отримати безпосередньо за допомогою стрічки. Для цього стрічку утримують горизонтально, піднімаючи початок або кінець стрічки над землею і проектуючи його за допомогою виски (або вертикально встановленої віхи) на землю.

Для визначення горизонтального прокладення за вимірами оптичного віддалеміра також треба мати кут схилу. Якщо фізична поверхня похила, то візирний промінь приладу не буде перпендикулярним до рейки, встановленої вертикально у точці В (рис. 40).

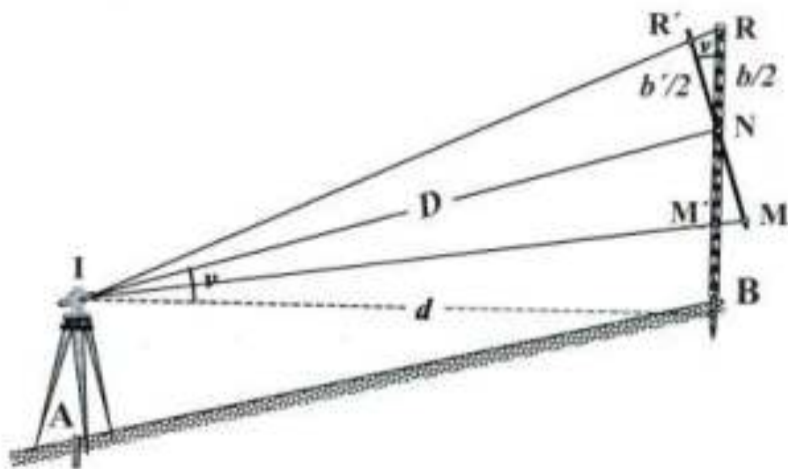


Рис. 40. Визначення горизонтального прокладення лінії за похилого променя візування оптичного віддалеміра