

ЛЕКЦІЯ 12. ВИМІРЮВАННЯ ПЕРЕВИЩЕНЬ

Перевищення використовують для обчислення висот точок на поверхні Землі. Знання абсолютної висоти потрібне для вирішення наукових задач, пов'язаних із вимірюванням вертикальних рухів земної кори, при будівництві й експлуатації споруд, для відображення рельєфу на планах і картах. *Сукупність вимірювань на місцевості, в результаті яких визначають перевищення між точками місцевості з подальшим обчисленням їхніх висот щодо прийнятої вихідної поверхні, називають висотною зйомкою, або нівелюванням.*

Залежно від завдань і вимог до точності робіт, особливостей місцевості, метеорологічних умов застосовують різні види нівелювання:

- *геометричне* – перевищення визначають за горизонтальним променем візування нівеліра;
- *тригонометричне* – перевищення знаходять з вимірювань за похилим променем візування з використанням тригонометричних функцій;
- *барометричне*, в основу якого покладена залежність між значенням атмосферного тиску в певній точці місцевості й висотою цієї точки;
- *гідростатичне* – ґрунтується на властивості вільної поверхні рідини у з'єднаних посудинах встановлюватися на одному рівні, незалежно від виду і маси рідини та перерізу посудин;
- *автоматичне* – виконують за допомогою спеціального приладу (профілографа), який викреслює профіль пройденого шляху і дає змогу визначити відмітки окремих точок. Такий метод широко використовують під час перевірки стану профілю залізничних колій;
- *аерорадіонівелювання* – перевищення між точками визначають за результатами вимірювань висоти польоту радіовисотоміром або лазерним висотоміром;
- *супутникове* – визначення висот точок за допомогою супутникових радіонавігаційних систем.

Розглянемо детальніше ті види нівелювання, які найчастіше застосовують під час топографо-геодезичних робіт.

8.1. Геометричне нівелювання

З відомих методів нівелювання найбільш точним та поширеним під час геодезичних робіт є геометричне нівелювання. Суть геометричного нівелювання полягає у вимірюванні відстані

від певної рівневої поверхні до точок на фізичній поверхні Землі (рис. 48).



Рис. 48. Принципова схема геометричного нівелювання

Оскільки обмежені ділянки рівневої поверхні приймають за горизонтальну площину, то систему таких рівневих поверхонь можна схематично зобразити у вигляді горизонтальних паралельних прямих, а перевищення – перпендикулярним до них відрізком (рис. 48). Перевищення h визначають як різницю відрізків a і b , тобто відстаней від точок А і В на фізичній поверхні землі до умовної рівневої поверхні, яка проходить над цими точками.

Вимірявши різницю висот h , розраховують абсолютну висоту H_B точки В, що є сумою висоти H_A вихідної точки А та перевищення. Під час вимірювань на місцевості немає змоги прив'язуватися до головної рівневої поверхні (рівня моря), тому заздалегідь на великих територіях створюють державну висотну мережу. Якщо на місцевості немає пунктів з відомою абсолютною висотою, то висоти точок визначають від умовного рівня і називають їх умовними (відносними).

На практиці положення умовної рівневої поверхні задають горизонтальним променем наведення геодезичного приладу – *нівеліра*, а довжину відрізків a і b визначають за допомогою нівелірних рейок, які встановлюють вертикально в точках А і В. *Нівелір* – геодезичний прилад, призначений для побудови у просторі горизонтального променя (niveler у перекладі з фр. означає “вирівнювати”). Різниця довжини відрізків рейок від землі до візирного променя дає шукане перевищення, тобто

$$h = a - b. \quad (8.1)$$

Рейку, встановлену в початковій точці з відомою висотою, називають *задньою*, а рейку, що стоїть спереду за ходом,

передньою. Тому кажуть, що під час геометричного нівелювання перевищення між двома точками дорівнює різниці між відліками на задній і передній рейках. Точки встановлення інструменту називаються *станціями*, точки встановлення рейок – *пікетами*. Пікети позначають на місцевості кілками, забитими врівень із поверхнею ґрунту, і сторожками.

Розрізняють два способи геометричного нівелювання: *від середини* і *вперед*. Під час нівелювання від середини нівелір встановлюють на однакових відстанях між точками А і В, а в самих точках встановлюють нівелірні рейки (рис. 49). Послідовно візують на рейки і беруть відліки: *a* – на задній рейці; *b* – на передній рейці. Як видно з рис. 49, перевищення точки В над точкою А дорівнює різниці між відліками на задній і передній рейках. Визначають його за формулою (8.1).

Перевищення буде додатним, якщо $a > b$, і від'ємним, якщо $a < b$. Тоді

$$H_B = H_A \pm h. \quad (8.2)$$

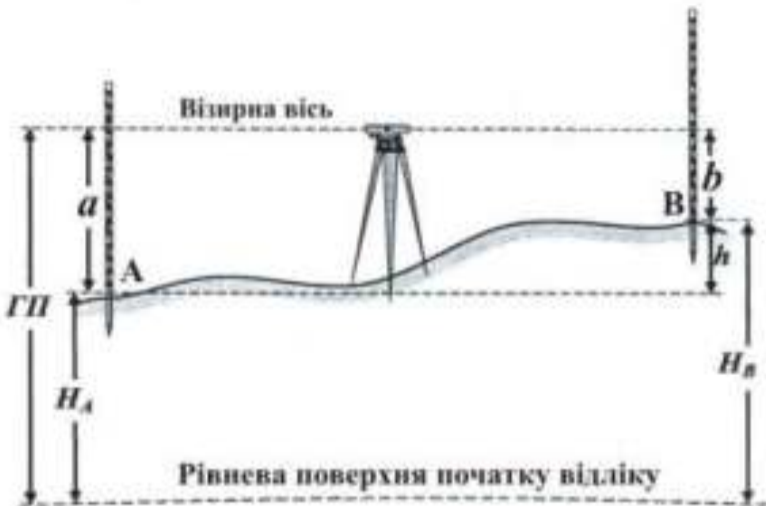


Рис. 49. Геометричне нівелювання способом від середини

Величина $H_A + a = H_B + b = ГП$, де $ГП$ – горизонт приладу. Звідси

$$H_B = ГП - b. \quad (8.3)$$

Визначення висот точок за допомогою горизонту приладу зручно виконувати тоді, коли з однієї станції (точки стояння нівеліра) беруть відліки по рейках на кількох точках.

Під час нівелювання способом уперед нівелір встановлюють у точці А, відмітка якої H_A відома. У точці В прямовисно встановлюють рейку (рис. 50).

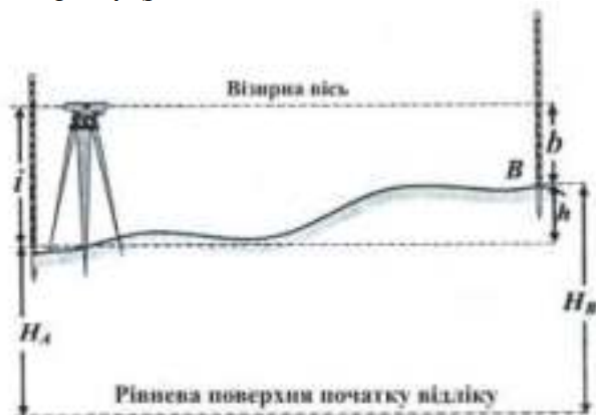


Рис. 50. Геометричне нівелювання способом уперед

За допомогою рулетки або рейки вимірюють висоту нівеліра i (від поверхні ґрунту до осі зорової труби). Беруть відлік b по рейці. Перевищення між точками розраховують як різницю висоти інструмента й відліку по рейці

$$h = i - b. \quad (8.4)$$

Висота передньої точки В буде дорівнювати:

$$H_B = H_A + h = H_A + i - b. \quad (8.5)$$

Величина $H_A + i$ – горизонт приладу. Тоді

$$H_B = \text{ГП} - b. \quad (8.6)$$

Спосіб нівелювання від середини має значні переваги над нівелюванням уперед, оскільки збільшується відстань між пікетами і компенсуються помилки відліків, які виникають через імовірне відхилення осі нівеліра від горизонтального положення.

Геометричне нівелювання, незалежно від способу його виконання, може бути *простим* і *послідовним*. Якщо визначають перевищення між двома точками місцевості одним встановленням нівеліра (з однієї станції), то таке нівелювання називають простим. Якщо нівелювання виконують з метою передачі відміток на значні відстані або з метою побудови профілю місцевості, то його здійснюють з кількох станцій і називають послідовним, або складним.

Під час послідовного нівелювання лінію АВ розбивають на частини, кожна з яких нівелюють з окремих станцій (рис. 51). Після встановлення нівеліра на станції І беруть відліки a_1 і b_1 на задній та передній рейках і визначають перевищення точки 1 щодо точки А.

Потім задню рейку з точки А переносять у точку 2, встановлюють нівелір на станцію II і, взявши відліки по рейках a_2 і b_2 , знаходять перевищення h_2 . Такий порядок роботи і на решті станцій. Під час послідовного нівелювання прокладають *нівелірний хід*, у якому точки 1, 2, 3 є спільними для двох суміжних станцій, і їх називають *сполучними*.

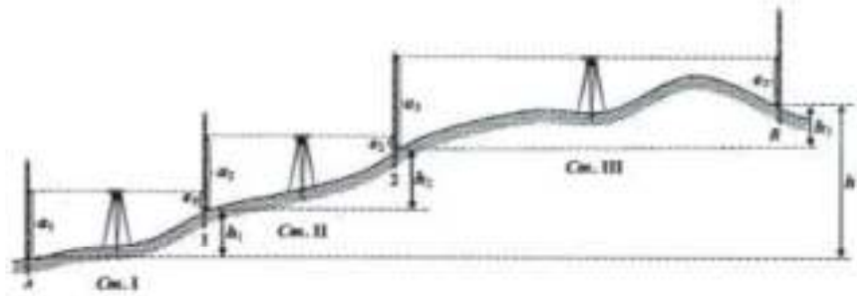


Рис. 51. Послідовність прокладання нівелірної ходи

Точки встановлення рейок, які розміщені між сполучними точками, називають *проміжними*; вони слугують переважно для знаходження відміток характерних точок рельєфу. Окремі перевищення між точками визначають за формулою (8.1): $h_1 = a_1 - b_1$; $h_2 = a_2 - b_2$; $h_n = a_n - b_n$.

Загальне перевищення між точками А і В дорівнюватиме алгебраїчній сумі перевищень

$$h = \sum_{i=1}^n h_i = \sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^n b_i. \quad (8.7)$$

Після визначення перевищень між сполучними точками можна послідовно обчислити їхні відмітки: $H_1 = H_A + h_1$; $H_2 = H_1 + h_2$; $H_B = H_{n-1} + h_n$.

Для контролю нівелірні ходи роблять замкнутими, і тоді сума перевищень має дорівнювати 0 ($\sum h = 0$). Якщо хід розімкнутий, то нівелювання слід робити у прямому і зворотному напрямках. Сума перевищень прямого ходу має дорівнювати сумі перевищень зворотного ходу, але з протилежним знаком

$$\sum h_{пр} = -\sum h_{зв}. \quad (8.8)$$

Нівелювання на станції оптичним нівеліром виконують у такому порядку. Рейки встановлюють на точках, розташованих на відстані 100–200 м (на рівній місцевості). Посередині між рейками встановлюють нівелір. Відмітки по рейках беруть послідовно: 1) по чорній стороні задньої рейки; 2) по чорній стороні передньої рейки; 3) по червоній стороні передньої рейки; 4) по червоній стороні задньої рейки. Усі польові виміри та розрахунки записують у журнал встановленої форми.