

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни “Інженерна геодезія” для студентів напряму підготовки “Будівництво”./ Укладачі Г. С. Ратушняк, О. Д. Панкевич, – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 22 с.

Рекомендовано до видання Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України.

Укладачі: Ратушняк Георгій Сергійович
Панкевич Ольга Дмитрівна

Редактор Т. О. Старічек

Відповідальний за випуск зав.каф. Г. С. Ратушняк

Рецензенти: І. Н. Дудар, доктор технічних наук, професор

Н. М.Слободян, кандидат технічних наук, доцент

1 ТИПИ НІВЕЛІРІВ Й НІВЕЛІРНИХ РЕЙОК ТА ЇХ ОСОБЛИВОСТІ

При геометричному нівелюванні перевищення однієї точки місцевості або споруди над іншою визначають за допомогою горизонтального променя, який отримують за допомогою нівеліра та нівелірних рейок, які ставлять в цих точках.

Сучасні нівеліри класифікують за точністю, призначенням, конструктивними особливостями й мірою автоматизації окремих операцій. За точністю нівеліри бувають: високоточні, точні і технічні. За способом установлення лінії візування в робоче положення нівеліри поділяють на такі, в яких лінію візування установлюють за циліндричним рівнем, що наглухо скріплений з трубою та з самоустановною лінією візування. Серійно випускаються такі типи нівелірів: Н-05, Н-3, Н-10, Н-05К, Н-3К, Н-10КЛ. Цифра в шифрі нівеліра свідчить про допустиму середню квадратичну похибку (в міліметрах), яку отримують при нівелюванні на 1 км подвійного ходу. Літера К свідчить про наявність компенсатора, а Л – лімба горизонтального круга.

Основні метрологічні характеристики сучасних нівелірів наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Метрологічні характеристики нівелірів

Основні параметри	З циліндричним рівнем			З компенсатором		
	Н-05	Н-3	Н-10	Н-05К	Н-3К	Н-10КЛ
Допустима середня квадратична похибка на 1 км ходу, мм/км	0,5	3,0	10	0,5	3,0	10
Збільшення зорової труби, разів	40	30	20	40	30	20
Мінімальна відстань візування, м	0,5	1,5	1,0	0,5	1,5	1,0
Ціна поділки рівня на 2 мм : установочного, мін	2	5	10	2	2	5
біля труби, с	10	15	45	-	-	-
Коефіцієнт далекоміра	100	100	100	100	100	100
Діапазони роботи компенсатора, мін	-	-	-	8	15	30
Маса нівеліра, кг	5,0	2,5	1,6	5,8	2,3	2,2

Високоточні нівеліри Н-05 з оптичним мікрометром та Н-05К з компенсатором призначені для нівелювання I й II класів. Точні нівеліри Н-3 з циліндричним рівнем та Н-3К з компенсатором використовують при нівелюванні III та IV класів, інженерних розвідках й інженерно-геодезичному забезпеченні будівництва. Технічні нівеліри Н-10 та Н-10К

використовують при топографічних зйомках, інженерно-геодезичних розвідках й ремонтах на будівництві споруд.

Підприємство «Карл Цейс» випускає нівеліри Ni 002, Ni 007, Ni 025, Ni 050, Ni 030. З закордонних нівелірів, призначених для висотних розбивок, зйомки профілів місцевості, нівелювання поверхонь та виконання простих тахеометричних робіт, використовується автоматичний нівелір Ni 050. Його середня квадратична похибка 5 мм/км, зорова труба збільшує в 18 разів, діапазон роботи компенсатора $\pm 30''$, маса 1 кг.

Сучасні штрихові прецизійні та шашкові дерев'яні нівелірні рейки класифікують за точністю, конструктивними особливостями та призначенням. За точністю нівелірні рейки є високоточні, точні й технічні. За довжиною розрізняють три- та чотириметрові рейки, які можуть бути суцільними, складаними, розсувними. Поділки можуть бути з однієї або з двох сторін. Рейки можуть мати круглий рівень для встановлення їх в прямовисне положення. Сучасні рейки мають шифри: РН-05, РН-3, РН-10. Вони входять до комплекту нівелірів Н-05, Н-3 та Н-10, відповідно. Літери означають: Р – рейка, Н – нівелірна, а цифри 10; 3 та 05 вказують середню квадратичну похибку нівелювання (в міліметрах) на 1 км подвійного ходу.

Основні метрологічні характеристики сучасних нівелірних рейок та область їх використання при виконанні геодезичних робіт наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Метрологічні характеристики та область використання нівелірних рейок

Рейка	Назва	Довжина, мм	Похибка нівелювання, мм/км	Область використання
РН-05	Рейка нівелірна одностороння	3000	0,5	Нівелювання I й II класів, геодезичний полігон
	штрихова прецизійна	1200		
РН-3	Рейка нівелірна двостороння шашкова	3000	3,0	Нівелювання III та IV класів, інженерно-геодезичні розвідки
		1500		
РН-10	Рейка нівелірна двостороння шашкова	4000	10,0	Нівелювання технічне, будівельні роботи

Рейка РН-05 одностороння, являє собою цільну раму, довжиною 3,0 або 1,2 м, на якій натягнута інварна стрічка з нанесеними двома шкалами, що зсунуті одна відносно іншої на 2,5 мм. На основній шкалі позначені півдециметрові поділки від 0 до 60, а на додатковій шкалі – від 60 до 120. Відлік по прецизійній шкалі беруть за допомогою оптичного мікрометра.

Рейка РН-3 двостороння, являє собою дерев'яний брусок шириною 8...10 см й товщиною 2...3 см, на якій нанесені шашкові сантиметрові поділки й підписані значення дециметрових поділок. На одному боці нанесені чорні й білі поділки (чорна сторона), а на другому – червоні й білі (червона сторона). На обох боках рейки поділки виконані через 10 мм. На чорній стороні відлік починається з нуля (нуль суміщають з п'яткою рейки), а на червоній стороні початковий відлік 4787 або 4687. Різниця відліків з різних боків рейки повинна бути сталою. Дециметрові підписи можуть бути прямими або оберненими.

Рейка РН-10 двостороння шашкова має конструкцію, аналогічну конструкції рейки РН-3 та, як правило, виготовляється складаною, довжиною 4м.

За результатами аналізу типів нівелірів та нівелірних рейок, їх метрологічних характеристик й областей використання вибирають нівелір та нівелірну рейку для інженерно-геодезичного забезпечення конкретного будівельно-монтажного виробництва або виконання розвідок.

2 ГЕОМЕТРИЧНА СХЕМА Й ОСНОВНІ ЧАСТИНИ НІВЕЛІРА

Кожний тип нівеліра має свої конструктивні особливості. Належачи до одного класу геодезичних приладів, всі нівеліри мають загальні основні частини: зорову трубу, рівні й установлювальні пристрої.

Обов'язковим є однакове взаємне розміщення осей (рис.1).

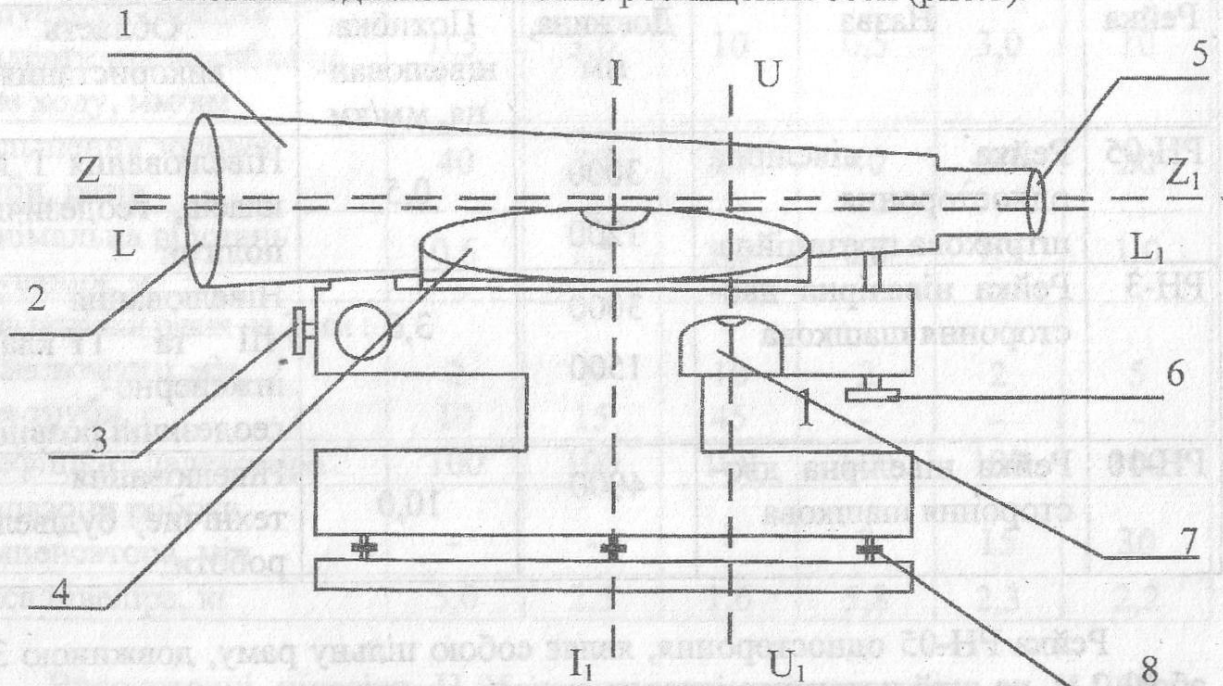


Рисунок 1 – Геометрична схема нівеліра з циліндричним рівнем:

1 – зорова труба; 2 – об'єктив; 3 – навідний гвинт; 4 – циліндричний рівень; 5 – окуляр; 6 – елевацийний гвинт; 7 – круглий рівень; 8 – підйомний гвинт; ZZ_1 – візирна вісь; LL_1 – вісь циліндричного рівня; UU_1 – основна вісь нівеліра; UU_1 – вісь круглого рівня.

Принципова схема нівеліра з циліндричним рівнем (рис.1) повинна забезпечувати виконання основних геометричних умов: вісь візування ZZ_1 та вісь циліндричного рівня HH_1 повинні бути паралельні; вісь круглого рівня UU_1 повинна бути паралельна осі обертання (основній осі) II_1 нівеліра; вісь візування ZZ_1 повинна бути перпендикулярна до основної осі нівеліра II_1 . При визначенні перевищень найбільше значення має виконання геометричних умов. Це зумовлено значною мінливістю приладу в період роботи й транспортування.

Нівелір з циліндричним рівнем включає: підставку 1, зорову трубу 5, об'єктив 4, окуляр 6, фокусувальну призму, що переміщується за допомогою ручки, циліндричний 2 та круглий 8 рівні, піднімальні гвинти 9, затискний 3, мікрометричний та елеваційний гвинти 7. Зображення кінців бульбашки циліндричного рівня системою призм передається в зорову трубу.

В інженерно-геодезичних роботах широко використовуються нівеліри, в яких лінія візування автоматично встановлюється в горизонтальне положення. Це досягається використанням компенсаторів. Компенсація кута нахилу осі візування здійснюється компенсатором з підвішеною сіткою ниток; компенсатором з поворотом променя візування, який суміщує візуальний промінь в центр ниток сітки; компенсатором з переносом променя візування паралельно своєму початковому напрямку в центр ниток сітки.

Коефіцієнт компенсації

$$K = f / S,$$

де f – фокусна відстань зорової труби;

S – відстань від точки попадання променя візування на дзеркало або призму компенсатора до центру ниток сітки.

Необхідне значення коефіцієнта компенсації досягається механічними, оптичними або оптико-механічними засобами.

Нівеліри з компенсаторами повинні задовольняти основну умову: лінія візування – горизонтальна при нахилах зорової труби інструмента не більше, ніж допустимий кут компенсації.

3 БУДОВА НІВЕЛІРА Н-3

Нівелір Н-3 – точний з циліндричним рівнем біля зорової труби та елеваційним гвинтом. Нівелір Н-3 призначений для геометричного нівелювання III класу із середньою квадратичною похибкою до ± 3 мм/км.

Загальний вигляд нівеліра наведений на рисунку 2.

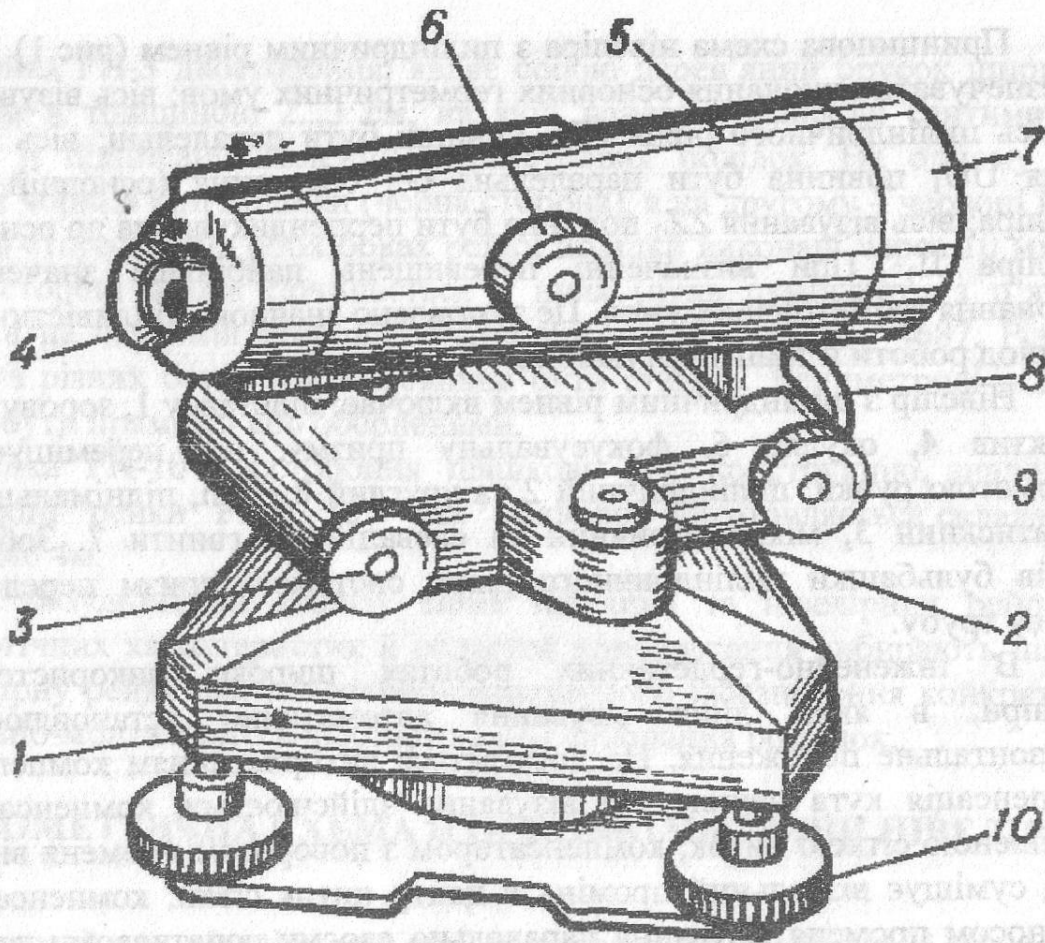


Рисунок 2 – Будова нівеліра: 1 – підставка-триніжка; 2 – круглий рівень; 3 – елеваційний гвинт; 4 – окуляр; 5 – зорова труба; 6 – фокусна ручка; 7 – об’єктив; 8 – затискний гвинт; 9 – навідний гвинт; 10 – піднімальні гвинти

Нівелір складається з верхньої та нижньої частини.

Нижня частина виконана у вигляді підставки-триніжки 1 з трьома піднімальними гвинтами 10 та пружної пластини.

Верхня частина включає: зорову трубу 5 з циліндричним рівнем, навідний 9, затискний 8 і елеваційний 3 гвинти, фокусну ручку 6 та круглий рівень 2.

Для грубого наведення приладу на рейку на корпусі зорової труби є пристрій для візування (мушка). Точне наведення на рейку виконують гвинтом 9 при закріпленому гвинті 8.

В корпусі зорової труби встановлений: об’єктив 7, окуляр 4 й сітка ниток з частиною призмового пристрою циліндричного рівня. З лівої сторони труби розміщені циліндричний рівень й призмовий пристрій, що передає зображення кінців бульбашки в поле зору труби. В корпусі труби з боку окуляра є чотири виправних гвинти для юстування циліндричного рівня. Юстувальні гвинти закриті кришкою.

Вертикальну вісь приладу в прямовисне положення виводять, обертаючи в різні сторони три піднімальні гвинти триніжники. При цьому стежать за положенням бульбашки круглого рівня 2, що має бути в нуль-пункті. Круглий рівень 2 має три виправних гвинти.

Щоб надати осі візування горизонтального положення використовують циліндричний рівень. Візирна вісь займає горизонтальне положення, якщо зображення кінців бульбашки циліндричного рівня сполучаються в полі зору труби, це досягається обертанням елеваційного гвинта (рис 3). В полі зору труби одночасно видно бульбашку рівня 1, нівелірну рейку 2, сітку ниток 3.

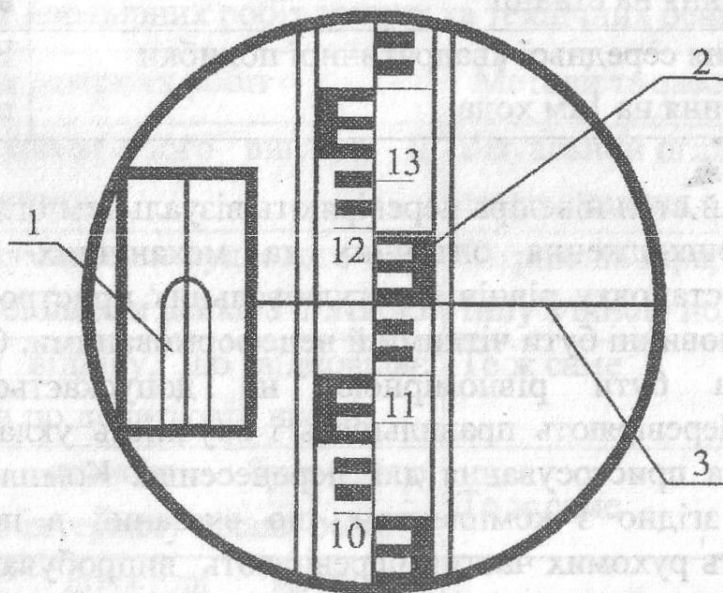


Рисунок 3 – Поле зору зорової труби нівеліра Н – 3: 1 – бульбашка рівня; 2 – нівелірна рейка; 3 – сітка ниток. Відлік по рейці 1249.

В комплект нівеліра Н-3 входить також штатив з становим гвинтом, футляр, запасний інструмент та приладдя.

4 ПІДГОТОВКА НІВЕЛІРА І НІВЕЛІРНИХ РЕЙОК ДО РОБОТИ

Нівеліри повинні задовольняти необхідні оптико-механічні та геометричні умови. Нівеліри характеризуються комплексом метрологічних характеристик і підлягають перевірці і метрологічній атестації.

Перелік перевірних робіт для нівелірів при метрологічному контролі й використуванні при цьому методи і засоби подані в таблиці 3.

Таблиця 3 – Зміст перевірних робіт точних та технічних нівелірів

Зміст перевірних робіт	Методи і засоби перевірок
1 Перевірка зовнішнього технічного стану і комплектності	Візуальний огляд
2 Оцінка роботоздатності	Опробовування
3 Перевірка головної геометричної умови	Польовий базис
4 Перевірка роботи компенсатора	Автоколіматор
5 Визначення середньої квадратичної похибки перевищення на станції	Польовий висотний полігон
6 Визначення середньої квадратичної похибки перевищення на 1 км хода	Висотний полігон

Зовнішній стан нівеліра перевіряють візуальним оглядом. При цьому виявляють пошкодження оптичних та механічних частин нівеліра. Перевіряють установку рівнів й регулювальних пристроїв. Зображення в зоровій трубці повинні бути чіткими й недеформованими. Освітленість поля зору повинна бути рівномірною, не допускається перекошення зображення. Перевіряють правильність і зручність укладання нівеліра в ящик, замки та пристосування для перенесення. Комплектність нівеліра контролюють згідно з комплектом, що вказаний в паспорті нівеліра. Роботоздатність рухомих частин перевіряють випробуванням. При цьому виявляють й усувають в рухомих частинах люфти, неплавність ходу та помітні деформації. Перевіряють роботоздатність мікрометричного гвинта труби, елеваційного гвинта та пристрою для фокусування. Перевіряють витрати окуляра та регулювальних пристроїв.

Особливу увагу при оцінці роботоздатності звертають на таке:

- піднімальні та мікрометричні гвинти повинні мати плавний хід, без стрибків, зривів й заїдань;
- обертання нівеліра навколо осі повинно бути легким й плавним;
- положення нівеліра на штативі повинно бути стійким.

Хід піднімальних гвинтів регулюють за допомогою регулювальних гайок з спеціальними отворами під шпильки. Коли дуже тугий або вільний хід піднімальних гвинтів, їх викручують до тих пір, поки не стане видно отвори регулювальних гайок. В ці отвори вставляють шпильку й крутять гайку в ту чи іншу сторону, добиваючись плавного ходу гвинта. Становий гвинт під час регулювання ходу піднімальних гвинтів не повинен бути занадто туго затягнутим. Коли занадто тугий або занадто вільний хід навісного або елеваційного гвинтів, то в отвір, що знаходиться на регулювальній гайці, то вставляють шпильку й обертанням цієї гайки

досягають потрібного ходу гвинтів. Коли туго обертання труби на вертикальній осі, необхідно її змастити.

При огляді штатива звертають увагу на цупкість скріплення його окремих частин. Ніжки штатива повинні порівняно туго обертатися в шарнірному з'єднанні з головною частиною.

Остаточний висновок про придатність нівеліра для виконання робіт потрібної точності роблять після виконання перевірок та відповідних їм регулювань.

Нівелірні рейки характеризуються комплексом метрологічних характеристик й підлягають перевірці. Зміст перевірних робіт та засоби перевірок нівелірних рейок подані в таблиці 4.

Таблиця 4 – Зміст перевірних робіт точних та технічних рейок

Зміст перевірних робіт	Методи та засоби перевірки
1 Перевірка зовнішнього вигляду й технічного стану	Візуальний огляд, випробування
2 Перевірка суміщення нульового відліку основної шкали рейки з п'яткою	Штрихова міра, довжина II типу з ціною поділки 0,2 мм
3 Визначення відліку, що відповідає п'ятці рейки по додатковій шкалі	Те ж саме
4 Перевірка довжин будь-якого найменшого інтервалу шкали рейки	Те ж саме
5 Визначення довжини метрових інтервалів та середньої довжини метра пари рейок	Те ж саме

При виконанні випробувань визначають:

- надійність кріплення на корпусі рівня, ручок, металевої скоби п'ятки;
- роботоздатність фіксатора, що утримує складану рейку в робочому положенні;
- роботоздатність замків та засувок, що скріплюють частини складаної рейки в складеному положенні;
- прилягання частин складаної рейки в робочому і складеному положенні.

При встановленні нівеліра кінці ніжок штатива втискають в ґрунт й підтягують ослаблені гвинти, що скріплюють рухомі частини штатива. Нівелір ставлять на штатив так, щоб наконечники піднімальних гвинтів зайшли в пази головки штатива. Потім закручують рівномірно становий гвинт, щоб не затрудняти хід піднімальних гвинтів.

Приведення нівеліра в робоче положення включає: фокусування зорової труби, приведення осі обертання нівеліра в прямовисне положення та горизонтування зорової труби.

Фокусування зорової труби – отримання в полі зору труби чіткого зображення сітки ниток та відліків по нівелірній рейці. Чітке зображення нівелірної рейки отримують обертанням ручки фокусування. Для отримання чіткого зображення сітки ниток наводять зорову трубу на освітлений предмет. Обертанням окулярної трубочки добиваються чіткого зображення сітки ниток.

Вісь обертання нівеліра повинна займати прямовисне положення при розміщенні бульбашки круглого рівня в нуль-пункті. З цією метою крутять піднімальні гвинти в різні сторони і добиваються переміщення бульбашки круглого рівня в нуль-пункт.

Нівелір вважається відгоризонтованим, якщо зображення кінців бульбашки циліндричного рівня сполучаються в полі зору труби. Зображення кінців бульбашки циліндричного рівня сполучають за допомогою елеваційного гвинта.

Для грубого наведення нівеліра на рейку на корпусі зорової труби є мушка. Точне наведення на рейку виконують навідним гвинтом при затиснутому закріплювальному гвинті.

5 ПЕРЕВІРКИ ТА ЮСТУВАННЯ НІВЕЛІРА З ЦИЛІНДРИЧНИМ РІВНЕМ Н-3

Перевірки і юстування нівелірів виконують при температурі $+20\pm 5^{\circ}\text{C}$. При здійсненні перевірки згідно з табл.3 виконання основних геометричних умов, що характеризують принципіальну геометричну схему нівеліра, контролюється залежно від конструкції нівеліра.

1. Перевірка круглого рівня

Вісь круглого рівня UU_1 повинна бути паралельна основній осі нівеліра Π_1 (рис.1).

Для перевірки цієї умови встановлюють круглий рівень в напрямку двох піднімальних гвинтів (рис.4). Обертанням трьох гвинтів 1 в протилежних напрямках бульбашку 2 виводять в нуль-пункт. Якщо після повернення верхньої частини нівеліра на 180° бульбашка залишається в нуль-пункті, то умову виконано. В протилежному випадку виправними гвинтами рівня зміщують бульбашку в нуль-пункт на половину її відхилення. На частину, що залишилася, бульбашку виводять піднімальними гвинтами.

Відносно виправних гвинтів бульбашка рівня може займати різне положення (рис.5). Дії, які необхідно виконати виправними гвинтами

відносно корпусу круглого рівня залежно від положення бульбашки, наведені в таблиці 5.

Рисунок 5, а	Рисунок 5, б	Рисунок 5, в	Рисунок 5, г	Рисунок 5, д	Рисунок 5, е
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

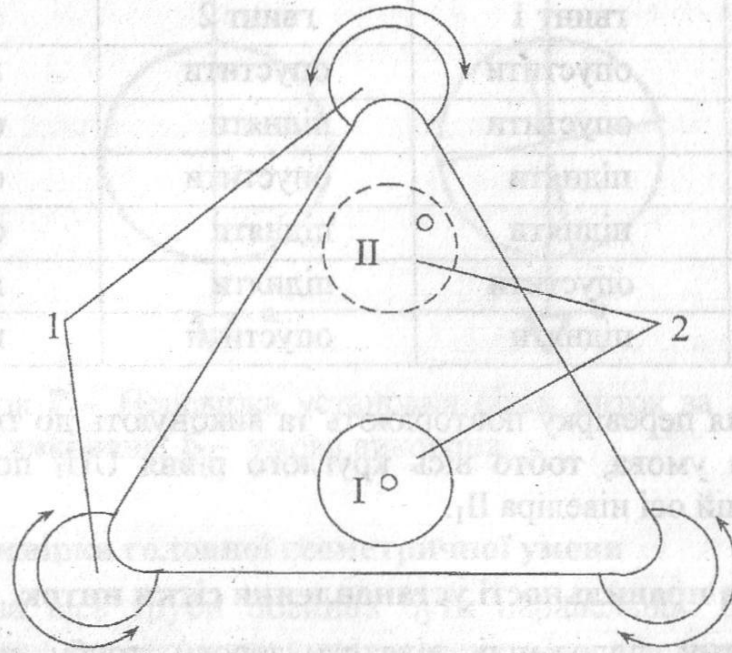


Рисунок 4 – Перевірка круглого рівня: 1 – піднімальні гвинти; 2 – круглий рівень; I і II положення рівня до і після повороту його на 180°.

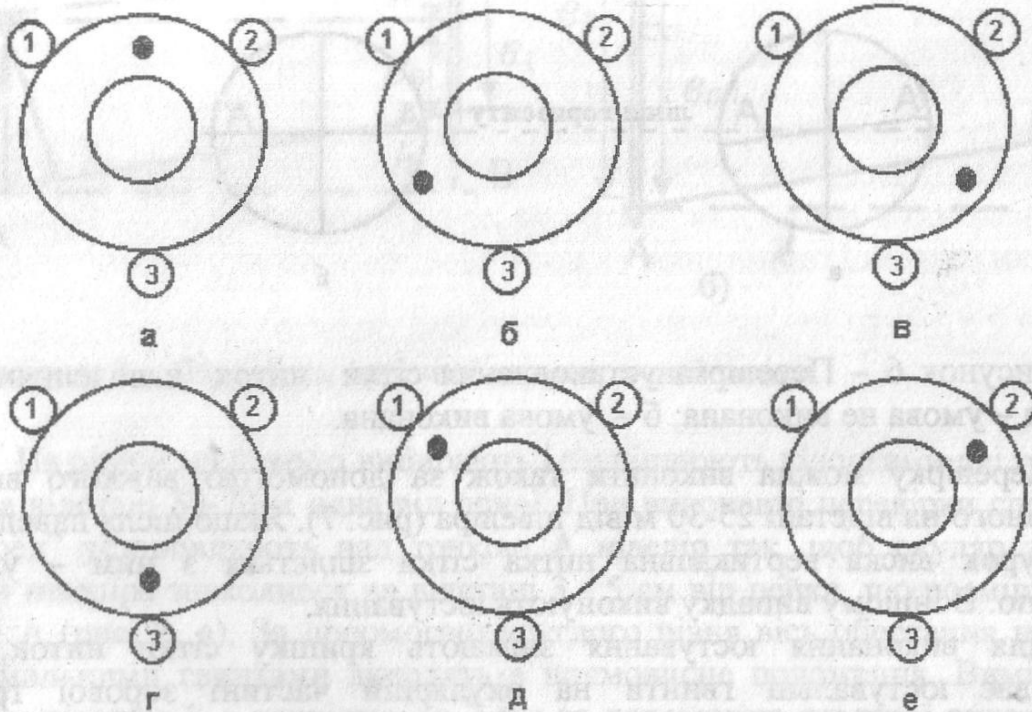


Рисунок 5 – Положення бульбашки круглого рівня відносно виправних гвинтів.

Таблиця 5 – Дії виправними гвинтами відносно корпусу круглого рівня

Положення бульбашки	Дії виправними гвинтами		
	гвинт 1	гвинт 2	гвинт 3
Рисунок 5, а	опустити	опустити	підняти
Рисунок 5, б	опустити	підняти	опустити
Рисунок 5, в	підняти	опустити	опустити
Рисунок 5, г	підняти	підняти	опустити
Рисунок 5, д	опустити	підняти	підняти
Рисунок 5, е	підняти	опустити	підняти

Для контролю перевірку повторюють та виконують до тих пір, поки не буде виконана умова, тобто вісь круглого рівня UU_1 повинна бути паралельна основній осі нівеліра Π_1 .

2. Перевірка правильності установлення сітки ниток

При робочому положенні нівеліра зорову трубу наводять на віддалену на 5-10 м рейку так, щоб її зображення було біля краю зору (рис. 6), та роблять відлік. Навідним гвинтом поволі повертають трубу, щоб зображення рейки перемістилось до другого краю поля зору. Якщо після цього відлік зміниться (рис. 6, а), то умову не виконано. Якщо відлік не змінився (рис. 6, б), умову виконано.

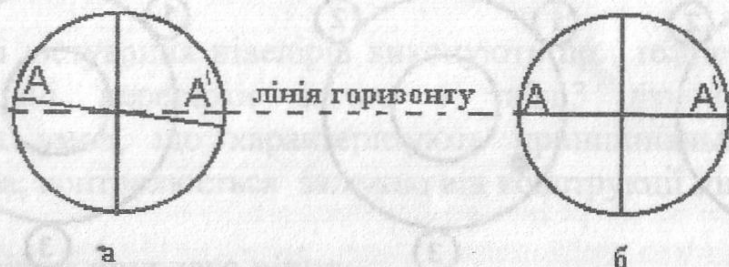


Рисунок 6 – Перевірка установлення сітки ниток наведенням на точку: а – умова не виконана; б – умова виконана.

Перевірку можна виконати також за допомогою важкого виска, підвішаного на відстані 25-30 м від нівеліра (рис. 7). Якщо після наведення на шнурок виска вертикальна нитка сітки зіллється з ним – умову виконано. В іншому випадку виконують юстування.

Для виконання юстування знімають кришку сітки ниток, що прикриває юстувальні гвинти на окулярній частині зорової труби. Послабляють гвинти, що скріплюють окулярну частину труби з об'єктивною, і повертають сітку ниток до досягнення даної умови. Після

закінчення перевірки закріплюють перевірочні гвинти і ставлять кришку на місце.

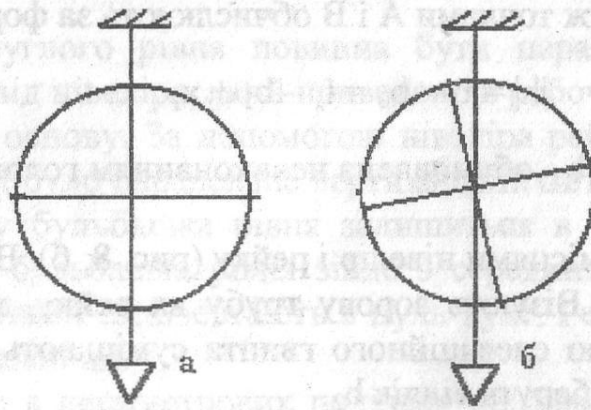


Рисунок 7 – Перевірка установки сітки ниток за допомогою виска: а – умова не виконана; б – умова виконана.

3. Перевірка головної геометричної умови

Візирна вісь труби повинна бути паралельна осі циліндричного рівня. Основну геометричну умову перевіряють нівелюванням однієї лінії довжиною 50-70 м способами “з середини” або “вперед” (рис. 8).

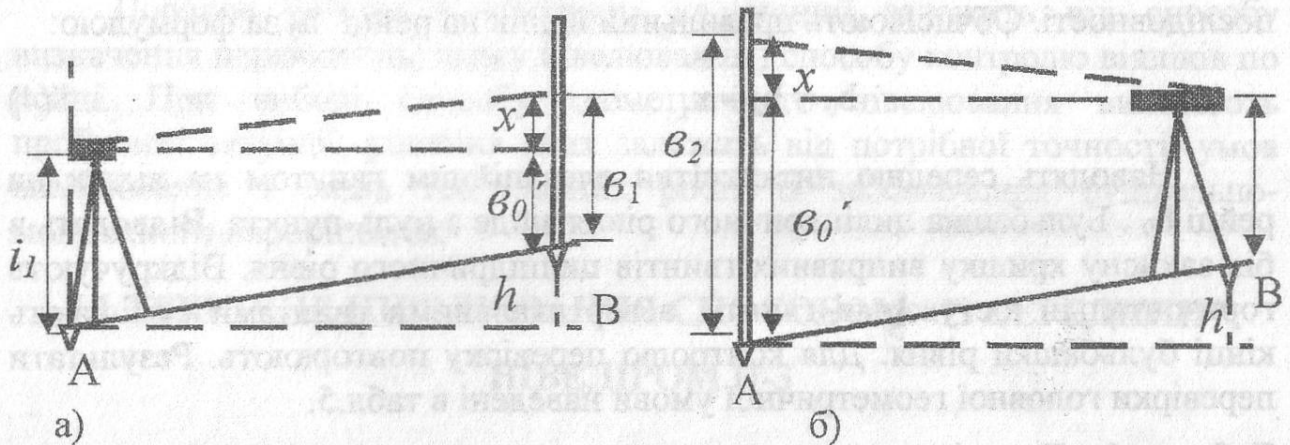


Рисунок 8 – Перевірка головної геометричної умови

На рівній місцевості вибирають і закріплюють кілочками дві точки А і В на відстані 50-70 м одна від одної. При виконанні перевірки способом “вперед” установлюють над точкою А нівелір так, щоб окуляр зорової труби нівеліра знаходився на відстані 3 - 5 см від рейки, що розміщена на точці А (рис. 8, а). За допомогою круглого рівня вісь обертання нівеліра піднімальними гвинтами виводять в прямовисне положення. Вимірюють висоту нівеліра i_1 з точністю до 2 мм за допомогою сталеві рулетки або рейки. Візують зорову трубу на рейку, що встановлена в точці В. За

допомогою елеваційного гвинта суміщають кінці бульбашки циліндричного рівня і беруть відлік b_1 .

Перевищення між точками А і В обчислюють за формулою:

$$|h| = i_1 - b_0 = i_1 - b_1 + x, \quad (1)$$

де x – похибка відліку b_0 , обумовлена невиконанням головної геометричної умови.

Переставляють місцями нівелір і рейку (рис. 8, б). Вимірюють висоту нівеліра i_2 в точці В. Візують зорову трубу на рейку, що встановлена в точці А. За допомогою елеваційного гвинта суміщають кінці бульбашки циліндричного рівня і беруть відлік b_2 .

Повторно обчислюють перевищення між точками А і В.

$$|h| = b_0 - i_2 = b_2 - i_2 - x. \quad (2)$$

Якщо умова виконується, то величини перевищень, що обчислені за формулами (1) і (2), повинні бути однакові.

При розбіжності між перевищеннями обчислюють похибку

$$x = (b_1 + b_2)/2 - (i_1 + i_2)/2. \quad (3)$$

Якщо похибки $x > 4$ мм, то виконують юстування в такій послідовності. Обчислюють правильний відлік на рейці b_0 за формулою:

$$b_0 = b_2 - x. \quad (4)$$

Наводять середню нитку сітки елеваційним гвинтом на відлік на рейці b_0 . Бульбашка циліндричного рівня зійде з нуля-пункта. Відводять в бік захисну кришку виправних гвинтів циліндричного рівня. Відкручують горизонтальні юстувальні гвинти, а вертикальними гвинтами суміщають кінці бульбашки рівня. Для контролю перевірку повторюють. Результати перевірки головної геометричної умови наведені в табл.5.

Таблиця 5 – Перевірка головної геометричної умови нівеліра Н-3

Номер прийому	В прямому напрямку, мм		В зворотному напрямку, мм		Похибка x , мм	Примітка
	i_1	b_1	i_2	b_2		
1	1341	1192	1438	1612	12	Умову не виконано. Необхідно юстування
2	1373	1213	1419	1583	2	Умову виконано

6 ПЕРВІРКИ НЕВІЛРНИХ РЕЙОК

1. Вісь круглого рівня повинна бути паралельна осі рейки. На відстані 40-50 м від нівеліра, який приведено в робоче положення, ставлять рейку на тверду основу. За допомогою нівеліра рейку встановлюють так, щоб одне ребро її було паралельне вертикальній нитці сітки зорової труби. Якщо при цьому бульбашка рівня залишиться в нуль-пункті, то умову виконано. Якщо бульбашка рівня зійде з середини вліво або вправо, то виправними гвинтами її повертають в нуль-пункт. Рейку повертають на 90° і повторюють вказані дії.

2. Помилки в дециметрових поділках не повинні перевищувати для рейок третього класу $\pm 0,5$ мм, четвертого класу $\pm 0,7$ мм, технічних $\pm 1,0$ мм. Умову перевіряють, компаруючи рейку нормальним штриховим метром або контролюють лінійкою з міліметровими поділками з урахуванням температури. Контрольне промірювання виконують в прямому і зворотному напрямках.

7 ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕВИЩЕНЬ ПРИ ГЕОМЕТРИЧНОМУ НІВЕЛЮВАННІ

Порядок роботи з нівеліром на станції залежить від способу визначення перевищень, класу нівелювання і способу контролю відліків по рейці. При виборі способу геометричного нівелювання виникають проблемні ситуації, рішення яких залежить від потрібної точності; умов вимірювання і видів геодезичних робіт із забезпечення будівельно-монтажного виробництва.

7.1. ТЕХНІЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ СПОСОБОМ "ІЗ СЕРЕДИНИ" НІВЕЛІРОМ Н-3

Після виконання перевірок і юстувань нівелір встановлюють на однакових відстанях від рейок і приводять в робоче положення (рис.9). З цією метою вісь нівеліра приводять в прямовисне положення і фокусуванням зорової труби отримують чітке зображення рейок. Зорову трубу наводять на чорну сторону задньої рейки. За допомогою елеваційного гвинта суміщають кінці контактного циліндричного рівня. Після заспокоєння бульбашки рівня роблять відлік $a_{чор}$. Потім наводять трубу на чорну сторону передньої рейки. При необхідності елеваційним гвинтом виправляють положення бульбашки циліндричного рівня і роблять відлік $b_{чор}$. Перевертають рейку червоною стороною до нівеліра і роблять відлік по червоній стороні передньої рейки $b_{чер}$. Перевертають

зорову трубу на задню рейку і роблять відлік по червоній стороні рейки $\alpha_{\text{чер}}$.

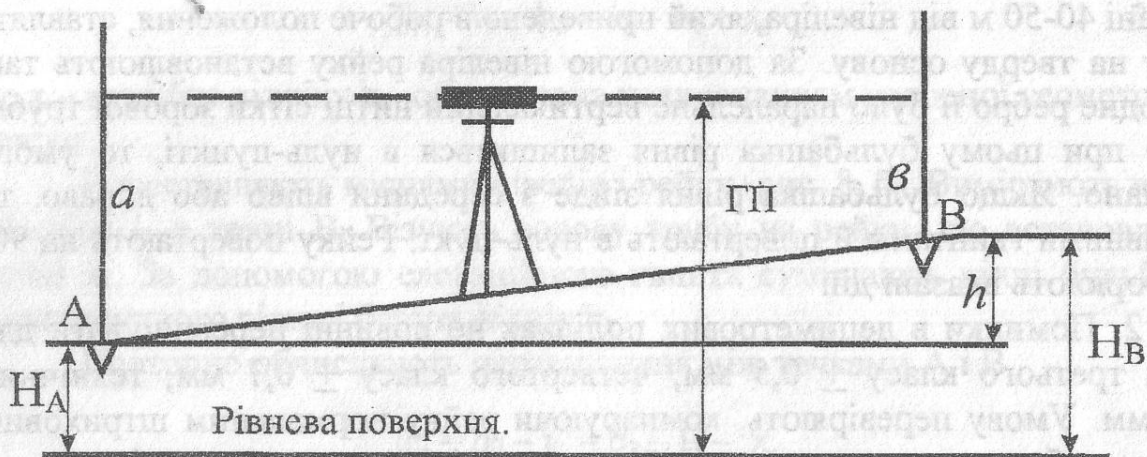


Рисунок 9 – Геометричне нівелювання способом “із середини”

Виконують контроль відліків. З цією метою, не знімаючи прилад, обчислюють перевищення між точками відповідно по чорній і червоній сторонах рейки

$$h_{\text{чор}} = \alpha_{\text{чор}} - b_{\text{чор}}, \quad (5)$$

$$h_{\text{чер}} = \alpha_{\text{чер}} - b_{\text{чер}}.$$

При цьому повинна виконуватись умова $(h_{\text{чор}} - h_{\text{чер}}) \leq 5$ мм. Якщо умову виконано, обчислюють середнє перевищення між точками

$$h_c = (h_{\text{чор}} + h_{\text{чер}})/2. \quad (6)$$

Якщо відома висота точки H_A , обчислюють висоту точки В:

$$H_B = H_A + h_c. \quad (7)$$

Якщо різниця перевищення більше 5 мм, то знову беруть відліки по червоній і чорній сторонах рейок, що встановлені на передній і задній точках. Результати нівелювання записують в журнал (табл. 6). При наявності проміжних точок на них встановлюють задню рейку і беруть відлік тільки по чорній стороні рейки.

При роботі з односторонніми нівелірними рейками для контролю відліків по рейках змінюють горизонт приладу. В цьому випадку перевищення на станції отримують двічі. Перед повторним визначенням перевищення змінюють висоту нівеліра не менше, ніж на 10 см.

Таблиця 6 – Журнал технічного нівелювання

Номер станції	Номер точки	Відліки на рейках, мм			Перевищення, мм		Середнє перевищення, мм	
		задній	передній	проміжн.	+	-	+	-
(01)	1	1947 6736			1028		1029	
	2		0919 5706		1030			

Для отримання відліків по рейках, що не мають круглого рівня, їх необхідно під час відліку покачувати в площині візування, симетрично відносно вертикального положення. Найменший відлік відповідає перпендикулярному положенню рейки до лінії візування. При відліку менше 1000 мм рейку не покачують.

7.2 ТЕХНІЧНЕ НІВЕЛЮВАННЯ СПОСОБОМ “ВПЕРЕД” НІВЕЛІРОМ Н-3

При нівелюванні “вперед” нівелір встановлюють над точкою А, а рейку над точкою В (рис.10). Окуляр нівеліра повинен проектуватися на точку А. Вимірюють висоту приладу i за допомогою нівелірної рейки або рулетки. Візують зорovu трубу на рейку. Елеваційним гвинтом сполучають кінці бульбашки циліндричного рівня, беруть відлік по рейці b .

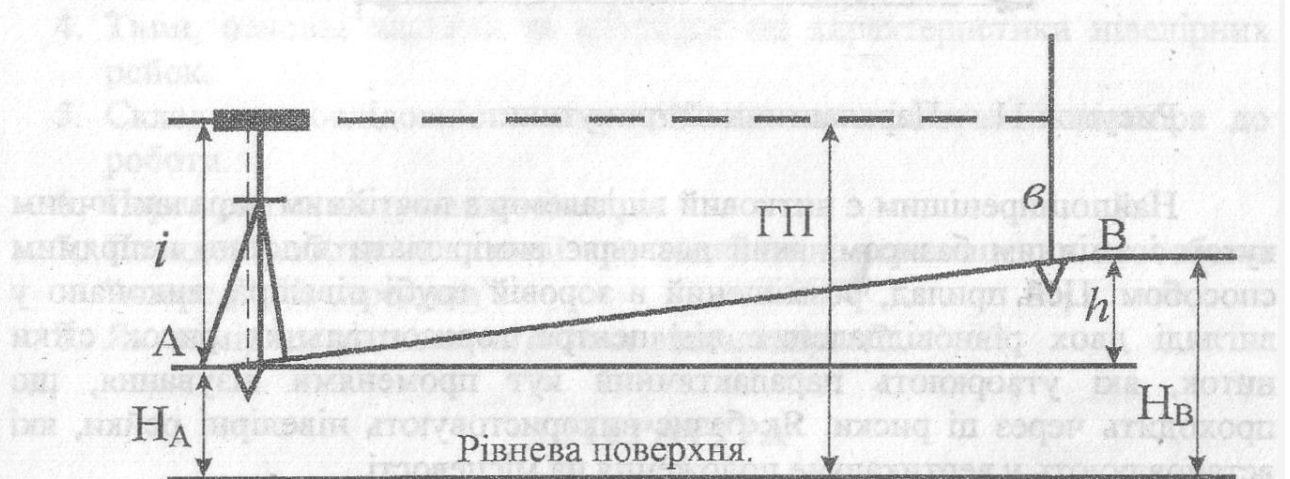


Рисунок 10 – Геометричне нівелювання способом “вперед”

Обчислюють перевищення між точками:

$$h = i - b \quad (8)$$

За відомою висотою точки А обчислюють висоту точки В:

$$H_B = H_A + h \quad (9)$$

Висоту точки В можна також визначити через горизонт приладу:

$$\begin{aligned} \Gamma\Pi &= H_A + i, \\ H_B &= \Gamma\Pi - b. \end{aligned} \quad (10)$$

Точність обчислення перевищень контролюють вимірюванням висоти приладу.

8 ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ МІЖ ДВОМА ТОЧКАМИ НІВЕЛІРОМ

Н-3

В основі принципу вимірювання відстаней за допомогою оптичних віддалемірів лежить залежність між сторонами паралактичного трикутника, в якому відомі базис b , паралактичний кут β (рис 11).

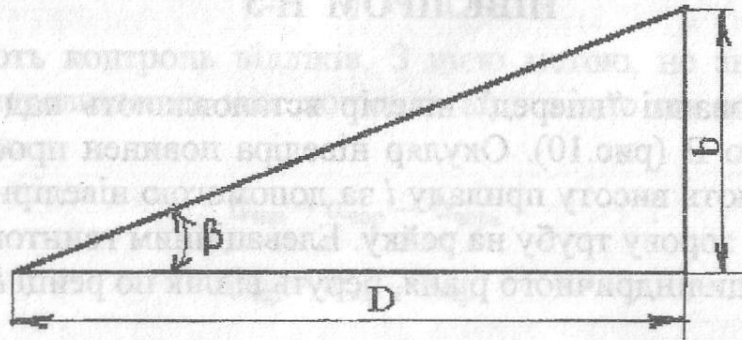


Рисунок 11 – Паралактичний трикутник

Найпоширенішим є нитковий віддалемір з постійним паралактичним кутом і змінним базисом, який дозволяє вимірювати відстані непрямим способом. Цей прилад, розміщений в зоровій трубі нівеліра, виконано у вигляді двох рівновіддалених від центра горизонтальних рисок сітки ниток, які утворюють паралактичний кут променями візування, що проходить через ці риси. Як базис використовують нівелірні рейки, які встановлюють у вертикальне положення на місцевості.

Точність вимірювання відстаней нитковим віддалеміром в сприятливих умовах 1:300. Відстань, яку вимірюють нитковим віддалеміром, м,

$$D = k n + c, \quad (11)$$

де k – коефіцієнт ниткового віддалеміра;

n – різниця відліків на рейці між крайніми рисками m_1 та m_2 сітки ниток зорової труби (рис.12) $n = m_2 - m_1$;

c – стала віддалеміра.

Для нівеліра Н-3 $k = 100$, $c = 0$.

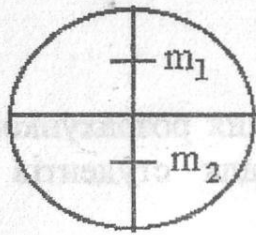


Рисунок 12 – Нитковий віддалемір

Для визначення відстані між точками А та В, в точці А встановлюється нівелір, в точці В – рейка (рис.10). Візують зорову трубу на рейку. Елеваційним гвинтом сполучають кінці бульбашки циліндричного рівня, беруть відлік по рейці m_1 – по верхній рисці сітки ниток та m_2 – по нижній рисці сітки ниток. Відстань від нівеліра до рейки визначають за формулою (11).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Типи нівелірів та їх метрологічні характеристики.
2. Геометрична схема нівеліра.
3. З яких основних частин складається нівелір Н-3?
4. Типи, основні частини та метрологічні характеристики нівелірних рейок.
5. Склад та послідовність операцій під час підготовки нівеліра до роботи.
6. Перевірки та юстування нівеліра.
7. Порядок роботи на станції при визначенні перевищення способами “вперед”, “із середини”.
8. Як виміряти відстань нитковим віддалеміром?

ЛІТЕРАТУРА

1. Инженерная геодезия: Учебник для вузов / Багратуни Г. В., Ганьшин В. Н., Данилевич Б. Б. и др. – М.: Недра, 1984. – 344 с.
2. Практикум по инженерной геодезии в строительстве: Учеб.пособие/ Г.С. Ратушняк. – К.: УМК ВО, 1989. – 208 с.
3. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам / Под ред. В. Д. Большакова и Г. П. Левчука. – М.: Недра, 1980 – 276 с.
4. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії: Навчальний посібник. –Київ: Центр навчальної літератури, 2003. – 208 с.