

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ І ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра геодезії, картографії та кадастру

Кононенко С.І., Шемякін М.В.

**ГЕОДЕЗІЯ**  
**НІВЕЛЮВАННЯ III І IV КЛАСУ**

Методичні вказівки для практичних занять та самостійної роботи студентам  
спеціальності 193 геодезія та землеустрій

Умань – 2019

Кононенко С.І., Шемякін М.В. Геодезія. Нівелювання III і IV класу // Методичні вказівки для практичних занять та самостійної роботи студентам спеціальності 193 геодезія та землеустрій. Умань: Уманський НУС, 2019. 21 с.

Рецензенти:

Балабак А.Ф. – доктор с.-г. наук, професор (Уманський НУС)

Побережець І.І. – кандидат с.-г наук, доцент (Уманський НУС)

Рекомендовано до видання науково-методичною комісією факультету лісового і садово-паркового господарства

©С.І. Кононенко

М.В. Шемякін 2019 р.

## ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
1. Перевірки нівелірів.....	5
2. Нівелювання IV класу.....	9
2.1. Теоретична частин.....	9
2.2. Послідовність роботи на станції при нівелюванні IV класу.....	9
2.3. Камеральне опрацювання матеріалів нівелювання IV класу.....	10
3. Нівелювання III класу.....	13
3.1. Теоретична частина.....	13
3.2. Послідовність роботи на станції при нівелюванні IV класу.....	13
3.3. Камеральне опрацювання матеріалів нівелювання IV класу.....	14
4. Ознайомлення з інструкцією по нівелюванню III класу.....	17
Література.....	21

## Вступ

Нівелювання виконують для визначення перевищень між точками з наступним обчисленням їх висот. Серед різних методів нівелювання в рівнинних умовах Інструкція передбачає використання геометричного та тригонометричного методів нівелювання в залежності від класу точності нівелірної мережі та умов, що склалися. Однак основним методом нівелювання у державних геодезичних мережах є геометричне нівелювання.

До приладів, за допомогою яких виконують нівелювання, також є певні вимоги, виконання котрих підтверджується проведенням перевірок і юстування нівелірів та нівелірних рейок.

Методика проведення нівелювання на станції також залежить від класу точності нівелірної мережі і визначається Інструкцією.

У методичних вказівках наведено послідовність проведення перевірок та юстування приладів, послідовність виконання вимірювань, порядок обробки результатів вимірювань та контроль їх точності при зніманнях у нівелірних мережах III і IV класу.

## 1. Перевірки нівелірів

### Перевірки і юстування нівелірів з циліндричним рівнем.

#### Теоретична частина

Точний нівелір Н-3 розроблений на базі раніше створеного нівеліра НВ-1 і випускається серійно з 1977 року. Нівелір випускається у варіантах з компенсатором (Н-3К) і з компенсатором та лімбом (Н-3КЛ).

Нівелір Н-3 призначений для нівелювання III і IV класів і може застосовуватися для визначення перевищень при створенні висотної знімальної основи топографічних зйомок, при інженерно-геодезичних вишукуваннях, у промисловості та будівництві.

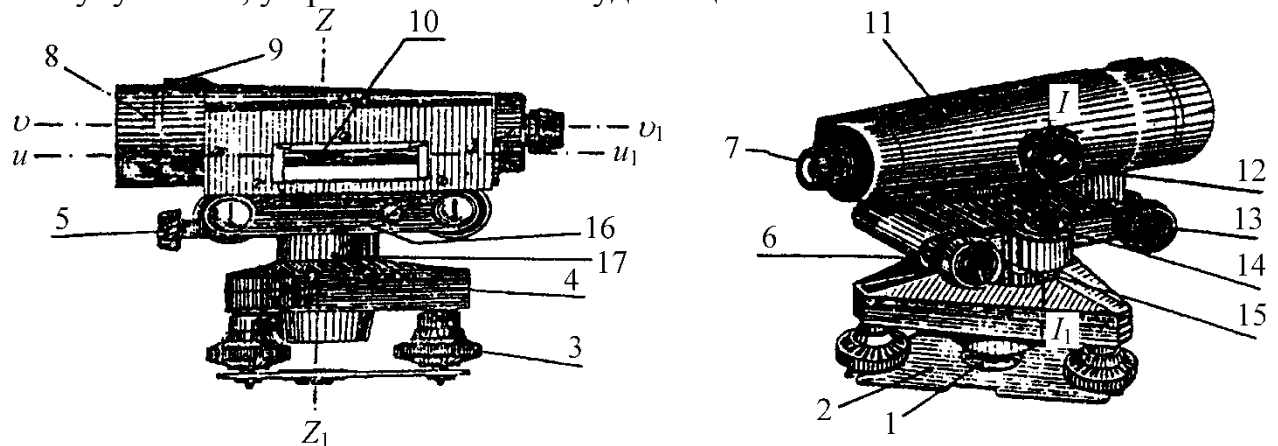


Рис. 65. Нівелір Н-3

Нівелір Н-3 складається з двох основних частин: нижньої, до якої входять підставка 4 з трьома підймальними гвинтами 3 і пружна пластина 2 з різьбовим отвором 1 для вгвинчування станового гвинта, щоб закріпити нівелір на штативі; верхньої, до якої входять зорова труба 11 з циліндричним рівнем 10, закріпний гвинт 5, навідний гвинт 13, елеваційний гвинт 6, основа 16, вісь 17.

Зорова труба складається з металевго корпусу, усередині якого розміщений фокусуючий пристрій, переміщення якого уздовж оптичної осі труби  $UU_1$  здійснюється поворотом кремальєри 12. У корпус труби з однієї сторони укрупнений об'єктив 8, а з другої сторони розміщені окуляр 7 і сітка ниток з частиною призмового пристрою циліндричного рівня.

Для приведення вертикальної осі  $ZZ_1$  нівеліра в прямовисне положення служать: круглий рівень 14, що має три виправні гвинти 15, і три підйомні гвинти 3. За геометричною умовою вісь  $II_1$  колового рівня повинна бути паралельна осі  $ZZ_1$  обертання нівеліра.

Для горизонтування візирної осі  $UU_1$  зорової труби застосовується циліндричний рівень, вісь  $uu_1$  якого має бути паралельна візирній осі труби. Умова буде виконана, якщо зображення кінців бульбашки рівня будуть суміщені в полі зору труби. Суміщення виконують з допомогою елеваційного гвинта 6.

Для приблизного наведення нівеліра на рейку на корпусі зорової труби є

мушка 9, а точне наведення здійснюється навідним гвинтом 13 при затиснутому закріплювальному гвинті 5.

Нівеліри Н-3К і Н-3КЛ у конструктивному відношенні відрізняються від нівеліра Н-3 тим, що замість циліндричного рівня і елеваційного гвинта вони мають маятниковий оптико-механічний компенсатор. Чутливим елементом компенсатора є прямокутна призма, яка підвішена на двох парах перехресних сталевих ниток. Коливання компенсатора гасяться повітряним поршневым демпфером. Навідний пристрій зорової труби виконано у вигляді черв'ячного гвинта з нескінченним приводом, головки якого знаходяться з обох сторін від зорової труби. Закріпний гвинт зорової труби відсутній. Наявність горизонтального лімба з ціною поділки шкали  $1^\circ$  дозволяє виміряти або відкласти на місцевості горизонтальні кути з похибкою  $0,1^\circ$ . У комплект нівелірів Н-3, Н-3К, Н-3КЛ входять дві нівелірні рейки типу РН-3 і штатив типу ШР-120.

До початку роботи нівелір встановлюють на штатив і роблять його зовнішній огляд, при якому перевіряють якість видимих у зорову трубу зображень, плавність її повертання навколо основної осі нівеліра, плавність ходу підйомних, закріплювального, навідного і елеваційного гвинтів та кремальєри. Після цього виконують перевірки нівеліра в такій послідовності.

1. *Вісь круглого рівня має бути паралельною осі обертання нівеліра ( $\Pi_1 \parallel ZZ_1$ ).* Підйомними гвинтами приводять бульбашку рівня в нуль-пункт, а потім повертають верхню частину нівеліра на  $180^\circ$ . Якщо бульбашка залишиться в нуль-пункті, то умова виконана, у противному разі, діючи виправними гвинтами круглого рівня, переміщують бульбашку в напрямі до нуль-пункту на половину дуги відхилення. На другу половину дуги відхилення бульбашку переміщують, діючи підймальними гвинтами. Для контролю перевірку повторюють.

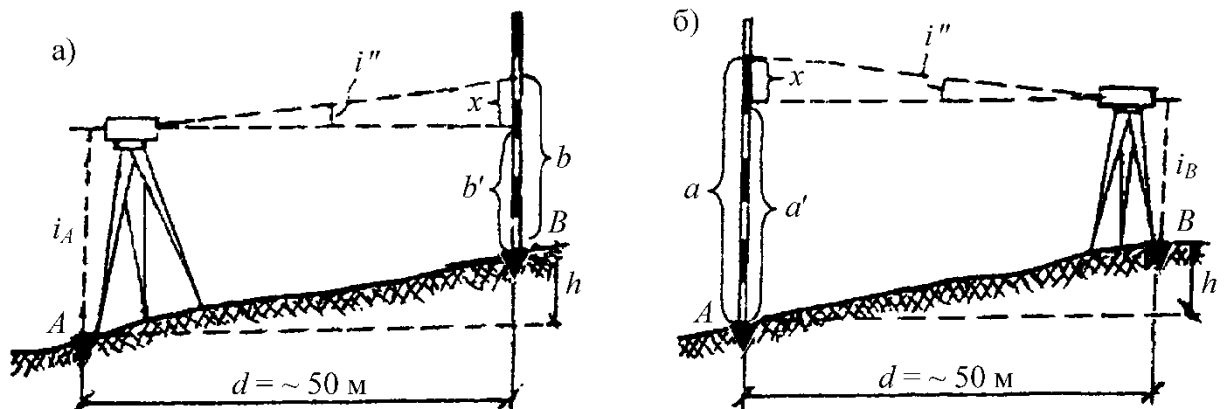
2. *Вертикальна нитка сітки має бути паралельною, а горизонтальна нитка сітки – перпендикулярною до осі обертання нівеліра.*

Наводять зорову трубу на нівелірну рейку, поставлену на відстані 20-25 м від нівеліра, і беруть відліки по правому і лівому кінцях середньої горизонтальної нитки сітки. Якщо відліки будуть відрізнятися не більше ніж на 1 мм, то умова виконана, у іншому разі роблять виправлення. Виправлення виконується в майстерні, оскільки треба знімати окуляр для того, щоб повернути сітку ниток у вертикальній площині.

3. *Візорна вісь зорової труби має бути паралельною осі циліндричного рівня ( $\nu\nu_1 \parallel \mu\mu_1$ , головна умова нівеліра).*

На місцевості на відстані 50-70 м одну від одної закріплюють металевими костилями або дерев'яними кілками дві точки А і В. Перевірку виконують подвійним нівелюванням точок А і В способом вперед. Спочатку нівелір встановлюють у робоче положення в точці А (рис. 66, а), виміряють його висоту  $i_A$  і беруть відлік  $b$  по рейці в точці В. Потім міняють місцями нівелір і рейку (рис. 66, б), виміряють висоту нівеліра  $i_B$  і беруть відлік  $a$  по рейці. Якщо візорна вісь зорової труби і вісь циліндричного рівня не паралельні і

складають між собою в проекції на прямокутну площину деякий кут  $i$ , то відліки  $a$  і  $b$  будуть помилковими на якусь величину  $x$ . Як видно з рисунка, справжні відліки по рейках відповідно будуть  $a' = a - x$ ,  $b' = b - x$ .



Тоді згідно з формулою перевищення точки  $B$  над точкою  $A$ , отримане двічі з урахуванням фактичних відліків, можна виразити так:

$$\begin{aligned} \text{на першій станції } A \quad h &= i_A - b' = i_A - (b - x), \text{ на другій станції } B \quad h = a' - i_B \\ &= \\ &= (a - x) - i_B. \end{aligned}$$

У зв'язку з тим, що з обох станцій визначалось одне і теж перевищення, ліві частини попередніх рівнянь рівні між собою. Отже,  $i_A - (b - x) = (a - x) - i_B$ , звідки похибка відліку по рейці через недотримання головної умови нівеліра буде дорівнювати

$$x = 0,5 \cdot [(a + b) - (i_A + i_B)].$$

Величини  $a$ ,  $b$ ,  $i_A$  і  $i_B$  вимірюють в міліметрах. Похибка  $x$  може бути як зі знаком плюс, так і зі знаком мінус. Значення кута  $i$  обчислюють за формулою

$$i'' = \frac{x}{d} \cdot \rho'',$$

де  $d$  – горизонтальне прокладення між точками  $A$  і  $B$ , виражене в міліметрах;  $\rho'' = 206265''$ .

Якщо величина кута  $i$  перевищує  $15''$  у точних і  $45''$  у технічних нівелірів, то виправляють непаралельність осей. Для цього спочатку обчислюють виправлений відлік по рейці на станції  $B$   $a' = a - x$ , потім з допомогою елеваційного гвинта установлюють середню горизонтальну нитку сітки на виправлений відлік. У результаті таких дій зображення кінців бульбашки рівня в полі зору труби розійдуться; суміщення їх виконують вертикальними виправними гвинтами циліндричного рівня. Після юстування перевірку повторюють.

### Практична частина

1. Перевірка зовнішнього огляду: Нівелір типу \_\_\_\_\_, номер \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Виконав(ла)

\_\_\_\_\_

2. Перевірка ходу кремальєри, підйомних, закріплювального, навідного та елеваційного гвинта:

Кремальєра \_\_\_\_\_,

Підйомні гвинти \_\_\_\_\_,

Закріплювальний гвинт \_\_\_\_\_,

Навідний гвинт \_\_\_\_\_,

Елеваційний гвинт \_\_\_\_\_.

Виконав(ла)

3. Вісь круглого рівня має бути паралельною осі обертання нівеліра.

Виконав(ла)

4. Вертикальна нитка сітки має бути паралельною, а горизонтальна нитка сітки – перпендикулярною до осі обертання нівеліра.

Виконав(ла)

5. Візирна вісь зорової труби має бути паралельною осі циліндричного рівня

( $uv_1 \parallel uv_2$ , головна умова нівеліра).

Виміряні величини:  $a =$  \_\_\_\_\_;

$b =$  \_\_\_\_\_;

$i_1 =$  \_\_\_\_\_;

$i_2 =$  \_\_\_\_\_;

Значення  $x$ :

$$x = 0,5 \cdot [(a + b) - (i_1 + i_2)]$$

$x =$  \_\_\_\_\_ =

Виконав(ла)



## 2. Нівелювання IV класу.

### 2.1. Теоретична частина

Нівелювання IV класу виконують для згущення нівелірної мережі III кл., для створення висотної основи топографічних зйомок і для розв'язання інженерних задач при будівництві і інших цілях.

При нівелюванні IV кл. застосовують нівеліри з збільшенням труби не менше 25x і ціною поділки циліндричного рівня не більше 25" на 2 мм. Із сучасних нівелірів можуть застосовуватись нівеліри Н-3, Н-3К і інші рівноточні їм. Рейки застосовують шашкові двосторонні, у яких помилка нанесення дециметрових поділок не перевищує  $\pm 1.0$  мм. Довжина ходу не повинна перевищувати 50 км і прокладаються в одному напрямі. Помилка в ході не повинна перевищувати  $(\pm 20\sqrt{L})$  мм. Довжина візирного променя 75-100 м, нерівність пліч не повинна перевищувати 5 м, а нагромадження нерівностей плечей в секції 10 м. Висота візирного променя над поверхнею землі повинна бути не менше 0.2 м. Під час спостережень нівелір необхідно закривати від сонячних променів.

### 2.2. Послідовність роботи на станції при нівелюванні IV класу

При нівелюванні IV кл. відліки по рейках виконують по середній нитці і одній із крайніх (віддалемірних) ниток по чорних сторонах рейок і по середній нитці по червоних сторонах рейок. Послідовність спостережень на станції:

1. Установлюють нівелір по середині між рейками в робоче положення.

2. Наводять трубу нівеліра на чорну сторону задньої рейки, установленної вертикально за рівнем на нівелірний башмак або костиль, виводять точно рівень на середину елеваційним гвинтом і беруть відліки по одній із віддалемірних ниток (1) і середній нитці (2) і усі відліки записують в журнал. В дужках відмічено послідовність відліків по рейках на станції і послідовність обчислень на станції в журналі.

3. Наводять трубу нівеліра на чорну сторону передньої рейки, виводять точно рівень елеваційним гвинтом на середину і беруть відліки по віддалемірній (3) і середній нитках (4).

4. Повертають передню рейку червоною стороною до нівеліра, слідкують за рівнем, щоб він весь час був на середині і беруть відлік по середній нитці (5).

5. Наводять трубу на червону сторону задньої рейки, елеваційним гвинтом приводять рівень на середину і беруть відлік по середній нитці (6).

Після цього виконують обчислення і контроль на станції:

1. Обчислюють віддаль до задньої і передньої рейок (7) і (8);

$$(7)=(2)-(1)$$

$$(8)=(4)-(3).$$

2. Обчислюють п'ятки передньої і задньої рейок (9) і (10);

$$(9)=(6)-(2)$$

$$(10)=(5)-(4).$$

3. Обчислюють перевищення по чорній і червоній сторонах рейок (11), (12) і різницю п'яток рейок (13).

$$(11)=(2)-(4);$$

$$(12)=(6)-(5)$$

$$(13)=(10)-(9)=(11)-(12).$$

4. Обчислюють середнє перевищення (14), нерівність пліч (15) і нагромадження нерівностей пліч.

$$(14) = \frac{(11)+(12)+(13)}{2};$$

$$(15)=(7)-(8)$$

Для виведення середнього перевищення (14) різницю п'яток (13) беруть рівно 100 мм зі своїм знаком. Розходження в перевищеннях на станції одержаних по чорній (11) і червоній (12) сторонах рейок не повинно перевищувати  $\pm 5$  мм, з врахуванням різниці п'яток. Переконавшись в правильності обчислень і розходжень в перевищеннях, спостерігач знімає нівелір і переходить на наступну станцію. Одночасно задній реєчник з рейкою і башмаком переходить на наступну точку. Тепер передній реєчник стане заднім, він свою рейку не знімає, а акуратно повертає чорною стороною в сторону нівеліра устанавленого на наступній станції.

Якщо результати нівелювання на станції перевищують допуски, спостерігач міняє висоту нівеліра і спостереження повторює, а попередні спостереження на станції акуратно під лінійку перекреслює.

Починати і закінчувати хід на реперах потрібно однією і тією ж рейкою, додержуючись чергування рейок в ході.

### 2.3. Камеральне опрацювання матеріалів нівелювання IV класу

Камеральне опрацювання матеріалів нівелювання IV класу починається з посторінкового контролю. При посторінковому контролі:

1. Підраховують  $\Sigma (7)+(8)=(22)$ , тобто всі віддали до рейок.

2. Підраховують суми всіх відліків по середніх нитках чорної та червоної сторін задньої і передньої рейок  $\Sigma(2)+(6)=(16)$  і  $\Sigma(4)+(5)=(17)$ .

3. Підраховують алгебраїчну суму перевищень обчислених по чорній і червоній сторонах рейок  $\Sigma(11)+(12)=(18)$ .

4. Підраховують алгебраїчну суму середніх перевищень  $\Sigma(14)=(19)$ .

5. Перевіряють правильність одержаних сум, тобто різниця (16)-(17) повинна дорівнювати (18), а (18):2=(19). В кінці секції і в кінці ходу виконують такі самі контрольні обчислення.

Після цього підраховують алгебраїчну суму перевищень всього нівелірного ходу.  $\Sigma h_{пр}=+5.870$  і різницю висот вихідних реперів  $\Sigma h_{т}=НК-НП=+5.860$ . Обчислюють нев'язку ходу  $f_h=\Sigma h_{пр}-\Sigma h_{т}=+10$  мм і допустиму нев'язку  $f_{h_{доп}}=\pm 20\sqrt{L}=\pm 74$  мм, де  $L$  – довжина ходу в км.  $L=12.6$  км. Якщо

обчислена нев'язка ходу " $f_h$ " не перевищує " $f_{h_{\text{доп}}}$ ", то її розподіляють між перевищеннями з оберненим знаком пропорційно віддалям між суміжними реперами. Для цього визначають поправку на 1 км ходу.

Множать цю величину на число кілометрів кожної секції і одержують поправку в перевищення для кожної секції (колонка 9). Після цього обчислюють висоти всіх реперів ходу за правилом: висота точки дорівнює висоті попередньої точки плюс виправлене перевищення. Для контролю правильності обчислення висот точок ходу обчислюють висоту кінцевої вихідної точки.

### Зразок заповнення журналу нівелювання IV класу

Хід: від ґрунт. реп. 606 до ґрунт. Реп. 217  
2019 р.

Дата: 3 червня

Початок: 7 г. 10 хв. Кінець: 8 г. 40 хв.  
спокійне, чітке

Зображення:

Погода: хмарно

N станцій	Віддалемірні відстані до задньої і передньої рейок	Відліки по рейці		Перевищення в мм	Середнє перевищення в мм
		задня	передня		
<u>1- ґр Рр 606</u> <u>2-1</u>	375 (7) <u>372</u> (8) +3/+3 (15)	1185 (1) 1560 (2) <u>6247</u> (6) 4687 (9)	1058 (3) 1430 (4) <u>6217</u> (5) 4787 (10)	+130 (11) <u>+30</u> (12) +100 (13)	+130(14)
<u>2 1</u> <u>1 - 2</u>	260 <u>263</u> -3/0	1005 1265 <u>6052</u> 4787	1209 1472 <u>6159</u> 4687	-207 <u>-107</u> -100	-207
<u>3 1</u> <u>2 - 1</u>	311 <u>313</u> -2/-2	617 928 <u>5615</u> 4687	798 1111 <u>5898</u> 4787	-183 <u>-283</u> +100	-183
<u>4 1</u> <u>1 - 2</u>	267 <u>266</u> +1/-1	704 971 <u>5758</u> 4787	1003 1269 <u>5959</u> 4690	-298 <u>-201</u> -97	-300
Посторінковий контроль обчислення	$\Sigma(7)+(8)$ 2427 (22)	$\Sigma(2)+(6)$ 28396 (16) <u>29517</u> (17) -1119 (20)	$\Sigma(4)+(5)$ 29515 (17)	$\Sigma(11)+(12)$ <u>-1119</u> (18) -560 (21)	$\Sigma(14)$ -560 (19)

## Підрахунок по секції від ґрунт. реп. 606 до ґрунт. реп 217

Посекційний контроль	29010 $\Sigma(22)$	414580 $\Sigma(18)$ -402784 $\Sigma(17)$ +11754 (23)	402784 $\Sigma(17)$	+11724 $\Sigma(18)$ +5862 (24)	+5862 $\Sigma(19)$
----------------------	--------------------	---	------------------------	--------------------------------------	-----------------------

### 3. Нівелювання III класу

#### 3.1. Теоретична частина

Нівелювання III класу служить висотною основою топографічних зйомок і використовується при розв'язанні різних інженерних задач. Нівелірні ходи III кл. прокладають в середині полігонів нівелювання I II кл. в вигляді систем ходів, які перетинаючись утворюють полігони периметром 150-200 км.

Для нівелювання III кл. застосовують нівеліри з збільшенням труби не менше  $30^{\times}$  і ціною поділки циліндричного рівня не більше 15" на 2 мм.

Таким вимогам відповідають нівеліри Н-3, Н-3К і інші рівноточні їм.

Рейки застосовують шашкові двосторонні, у яких помилка нанесення дециметрових поділок не перевищує  $\pm 0.5$  мм. Нівелювання виконують в прямому і зворотному напрямках. При переході до зворотного ходу рейки міняють місцями.

Довжина візирного променя допускається не більше 75 м. Різниця плечей не повинна бути більше 2 м, а нагромадження нерівностей пліч в секції 5 м. Висота візирного променя над поверхнею землі повинна бути не менше 0.3 м. Різниця перевищень, одержаних по чорній і червоній сторонах рейок не повинна перевищувати  $\pm 3$  мм. Не дозволяється виконувати нівелювання в години близькі до сходу і заходу Сонця. Під час спостережень нівелір повинен бути захищеним від сонячних променів. Кожна секція контролюється за різницею перевищень прямого і зворотного ходів. Ця різниця не повинна перевищувати  $(\pm 10\sqrt{L})$  мм, де L – довжина ходу в км.

Послідовність роботи на станції при нівелювання III класу

При нівелюванні III кл. відліки по рейках виконують по середній нитці і по двох крайніх (віддалемірних) нитках по чорних сторонах рейок (метод "трьох ниток") і по середній нитці по червоних сторонах рейок.

#### 3.2. Послідовність роботи на станції при нівелюванні III класу

Послідовність спостереження на станції:

1. Установлюють нівелір по середині між рейдами в горизонтальне положення. Віддаль від нівеліра до рейок міряють тонким сталевим тросом або шнуром.

2. Наводять трубу нівеліра на чорну сторону задньої рейки, установленної вертикально за рівнем на нівелірний башмак або костиль, виводять точно рівень на середину елеваційним гвинтом і беруть відліки по середній (1) і віддалемірних (2), (3) нитках і усі відліки записують в журнал. (Таблиця 4).

3. Наводять трубу нівеліра на чорну сторону передньої рейки, приводять точно рівень елеваційним гвинтом на середину і беруть відліки по середній (4) і віддалемірних (5) і (6) нитках.

4. Повертають передню рейку червоною стороною до нівеліра, слідкують за рівнем, щоб він весь час був на середині і беруть відлік по середній нитці (7).

5. Наводять трубу на червону сторону задньої рейки, елеваційним гвинтом приводять рівень на середину і беруть відлік по середній нитці (8).

Після цього виконують обчислення і контроль на станції:

1. Обчислюють віддаль до задньої і передньої рейок (9) і (10);  $(9)=(3)-(2)$ ;  $(10)=(6)-(5)$ .

2. Обчислюють контрольні перевищення (11) і (12);  $(11)=(2)-(5)$  і  $(12)=(2)-(6)$ , нерівність пліч і їх нагромадження (13)  $(13)=(9)-(10)$ .

3. Обчислюють перевищення по чорній (14) і червоній (15) сторонах рейок  $(14)=(1)-(4)$ ;  $(15)=(8)-(7)$ , а також п'ятки передньої (16) і задньої (17) рейок.  $(16)=(8)-(1)$ ;  $(17)=(7)-(4)$  та їх різницю (18).  $(18)=(17)-(16)=(14)-(15)$ .

4. Якщо розбіжність перевищень, одержаних по чорній (14) і червоній (15) сторонах рейок не перевищує  $\pm 3$  мм, то виводять середнє перевищення (19);  $(19)=\frac{(14)+(15)+(18)}{2}$ . Для виведення середнього перевищення (19) різницю п'яток рейок (18) беруть рівно 100 мм зі своїм знаком. Одержане середнє перевищення (19) порівнюють з середнім контрольним перевищенням  $\frac{(11)+(12)}{2}$ ; розбіжність не повинна перевищувати  $\pm 3$  мм.

Переконавшись в правильності обчислень і розходжень в перевищеннях, спостерігач знімає нівелір і переходить на наступну станцію. Якщо результати нівелювання на станції перевищують допуски, спостерігач міняє висоту нівеліра і спостереження повторює, а попередні спостереження на станції акуратно під лінійку перекреслює. Починати і кінчати хід на реперах потрібно однією і тією ж рейкою, додержуючись чергування рейок в ході.

### 3.3. Камеральне опрацювання матеріалів нівелювання III класу

Камеральне опрацювання матеріалів нівелювання III кл. починають з посторінкового контролю. При посторінковому контролі обчислюють:

1. Підраховують суму віддалей до задньої (20) і передньої (21) рейок  $(20)=\sum(9)$ ;  $(21)=\sum(10)$ . Різниця  $(20)-(21)$  повинна дорівнювати загальному нагромадженню нерівностей пліч в секції.

2. Підраховують алгебраїчну суму контрольних перевищень (22)  $(22)=\sum(11)+(12)$ .

3. Підраховують суми всіх відліків по середніх нитках чорної та червоної сторін задньої і передньої рейок  $(23)=\sum(1)+(8)$ ;  $(24)=(4)+(7)$ , а також алгебраїчну суму перевищень  $(25)=\sum(14)+(15)$  і алгебраїчну суму середніх перевищень (26).  $(26)=\sum(19)$ .

4. Правильність одержаних сум контролюють: різниця сум  $(23)-(24)$  повинна дорівнювати сумі (25) і сумі (22), а сума (26) повинна бути рівною половині суми (25), тобто  $(25):2=(26)$ . В кінці секції і в кінці ходу виконують

такі самі контрольні обчислення. В кожній секції в суму середніх перевищень вводять поправку “ $\delta_h$ ” за довжину метра пари рейок.

Після цього, керуючись інструкцією з обчислень нівелювання складають відомість перевищень, в якій обчислюють нев’язку ходу за формулою:

$$f_h = \sum_{\text{нпр}} - (H_K - H_{II})$$

і її допустиму величину  $f_{h\text{доп}} = \pm 10\sqrt{L}$  мм

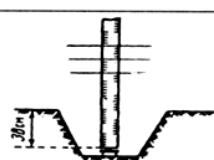
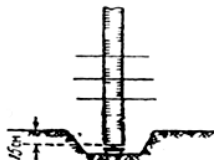
Якщо нев’язка “ $f_h$ ” не перевищує допустимої величини, її розподіляють з оберненим знаком пропорційно довжинам секцій або числу штативів в секціях на всі перевищення ходу. Після зрівнювання ходів обчислюють висоти марок і реперів.

## Зразок заповнення журналу нівелювання III класу

Хід: від гр. реп. 5540 до гр. реп. 10542 Дата: 13 червня 1994 р. Початок: 7г. 10хв. Кінець: 8г. 40хв.

Погода: хмарно

Зображення: спокійне, чітке

№ станції № рейок	Спостереження по віддалемірних нитках		Спостереження по середній нитці					Середні перевище ння в мм
	Задня рейка	Передня рейка	Контрольні перевищення		Задня рейка	Передня рейка	Перевищ ення в мм	
1 1-2 Грунт реп 5540 	1572(2) 1904(3) 332(9)	1812(5) 2130(6) 318(10)	-240(11) -226(12) +14/+14(16)	чор чер	1739(1) 6430(8) 4691(16)	1971(4) 6761(7) 4790(17)	-232(14) -331(15) +99(18)	-231,5(19)
2 2-1	1170 1786 616	0631 1241 610	+539 +545 +6/+20	чор чер	1478 6269 4791	0937 5627 4690	+541 +642 -101	+541,5
3 1-2	0601 1360 759	1710 2470 760	-1109 -1110 -1/+19	чор чер	0981 5670 4689	2090 6881 4791	-1109 -1211 +102	-1110,0
4 2-1	1883 2550 667	0800 1465 665	+1083 +1085 +2/+21	чор чер	2217 7007 4790	1131 5821 4690	+1086 +1186 -100	+1086,0
5 1-2	0110 0819 709	1327 2029 702	-1217 -1210 +7/+28	чор чер	0465 5155 4690	1678 6469 4791	-1213 -1314 +101	-1213,5
6 2-1	1354 1985 631	0581 1197 616	+773 +788 +15/+43	чор чер	1670 6460 4790	0889 5579 4690	+781 +881 -100	+781,0
7 1-2	1268 1859 591	1572 2169 597	-304 -310 -6/+37	чор чер	1561 6251 4690	1870 6660 4790	-309 -409 +100	-309,0
Посторінкові контрольні обчислення	Σ(9) 4305(20)	Σ(10) 4268(21)	Σ(11)+(12) -913(22) -456,5(27)		Σ(1)+(8) 53353(23) - 54364(24) -1011(28)	Σ(4)+(7) 54364(24)	Σ(14)+(15) -1011(25) +100 -911 -455,5(29)	Σ(19) -455,5(26)
26 2-1 Грунт реп 10542 	2364 2450 86	1134 1218 84	+1230 +1232 +2/-2	чор чер	2409 7198 4789	1176 5867 4691	+1233 +1331 -98	+1232,0
Підрахунок по секції від грунт. реп. 5540 до грунт. реп. 10542								
	13408 (20)	13410 (21)	+2736 (27)		206756 (23) - 201289 (24) +5467 (30)	201289 (24)	+5467 (25) +2733,5 (31)	+2733,5 (26)



#### 4. Ознайомлення з інструкцією по нівелюванню III класу.

Вивчіть інструкцію і дайте відповідь на наступні запитання, посилаючись на відповідний пункт інструкції.

##### ЗРАЗОК

*Як класифікується державна нівелірна мережа?*

Пункт 1.2. Відповідь Державна нівелірна мережа розділяється на мережі I, II, III і IV класів.

#### ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ІНСТРУКЦІЄЮ ПО НІВЕЛЮВАННЮ , II, III І IV КЛАСІВ

##### 1. Загальні положення.

1. *Рішення яких задач забезпечує нівелювання I і II класів?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

2. *Як прокладаються лінії нівелювання I і II класів?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

3. *Допустима висотна нев'язка полігонах I класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

4. *Допустима висотна нев'язка полігонах II класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

5. *Периметри нівелірних полігонів II класу на забудованих територіях?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

##### 2. Нівелірні мережі в містах, населених пунктах і на проммайданчиках.

6. *В яких містах створюють нівелірну мережу I класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

7. *Густота закладки реперів нівелювання I і II класу на забудованих і на незабудованих територіях міст?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

##### 3. Нівелювання I і II класів на геодинамічних і техногенних полігонах.

8. *Мінімальна відстань між межами техногенного полігона і репером нівелювання I або II класів?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

4. *Складання проекту.*

9. *Масштаби карт, на яких складають проекти ліній нівелювання?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

6. *Типи і конструкції реперів*

10. *Час між закладкою ґрунтового репера і проведенням нівелювання I або II класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

11. *Типи реперів, якими закріплюють ходи нівелювання I і II класів.*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

7. *Нівелювання I класу*

12. *Збільшення зорової труби нівеліра для виконання нівелювання I класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

13. *Ціна поділки контактного рівня нівеліра для виконання нівелювання I класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

14. *Ціна поділки плоско паралельної пластини нівеліра для виконання нівелювання I класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

15. *Типи рейок, додатних для виконання нівелювання I класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

16. *Довжини ділянок ходів для виконання нівелювання I класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

17. *Максимальна довжина плеча для виконання нівелювання I класу?*

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

18. Висота візирного променя над поверхнею землі при виконанні нівелювання I класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

19. Допустима нерівність плечей при виконанні нівелювання I класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

20. Накопичування нерівностей плечей при виконанні нівелювання I класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

21. Розходження перевищень у секції по лівій і правій лінії?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

8. Нівелювання II класу

22. Збільшення зорової труби нівеліра для виконання нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

23. Ціна поділки контактного рівня нівеліра для виконання нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

24. Ціна поділки плоско паралельної пластини нівеліра для виконання нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

25. Типи рейок, додатних для виконання нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

26. Довжини ділянок ходів для виконання нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

27. Максимальна довжина плеча для виконання нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

---

28. Висота візирного променя над поверхнею землі при виконанні нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

29. Допустима нерівність плечей при виконанні нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

30. Накопичування нерівностей плечей при виконанні нівелювання II класу?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

31. Розходження перевищень у секції по лівій і правій лінії?

Пункт \_\_\_\_\_. Відповідь

\_\_\_\_\_.

### Література

1. Островський А.Л. Геодезія: підручник. Ч. 2 / А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський [за ред. А.Л. Островського]. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 564 с.
2. Селиханович В.Г. Учебное пособие, 2-е издание стереотипное / В.Г.Селиханович, В.П. Козлов, Г.П. Логинов . – М. ООО ИД "Альянс", 2006. – 382 с.
3. Геодезія. Частина 1. Під редакцією проф. Могильного С.Г., проф. Войтенка С.П. Чернігів, 2002.
4. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов – М : Недра, 1990. – 174 с.
5. Маслов А.В. Геодезія / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Н.Н. Александров, К.С. Соберайский, Ю.Г. Батраков. – М. : Недра, 1972. – 525 с.

## Методичне видання

Кононенко Сергій Іванович  
Михайло Васильович Шемякін

Кононенко С.І., Шемякін М.В. Геодезія. Нівелювання III і IV класу // Методичні вказівки для практичних занять та самостійної роботи студентам спеціальності 193 геодезія та землеустрій. Умань: Уманський НУС, 2019. 21 с.