



**НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**

---

**ДСТУ \_\_\_\_\_:2018**

**Метрологія**

**Методика повірки**

**Нівеліри оптико-механічні та електронні**

---

(Проект, перша редакція)

**Київ  
МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ  
2018**

## ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Державне підприємство «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації й захисту прав споживачів» (ДП «Укрметртестстандарт»)
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ ДП «УкрНДНЦ» від \_\_\_\_\_ 201\_ р. № \_\_\_\_\_ з 201\_\_ - \_\_ - \_\_\_\_
- 3 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленними в національній стандартизації України
- 4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням чинності в Україні МПУ 164/01-2003)

---

**Право власності на цей документ належить державі.  
Відтворювати, тиражувати та розповсюджувати його повністю чи частково  
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.  
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до ДП «УкрНДНЦ»**

ДП «УкрНДНЦ», 2018

**ЗМІСТ**

	С.
Вступ	
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання .....	2
3 Терміни та визначення понять.....	2
4 Позначки та скорочення.....	3
5 Операції повірки.....	3
6 Засоби повірки.....	5
7 Вимоги до кваліфікації персоналу.....	6
8 Умови проведення повірки.....	7
9 Вимоги щодо безпеки.....	7
10 Підготування до проведення повірки.....	8
11 Проведення повірки.....	8
12 Обробляння результатів вимірювання.....	15
13 Оформлення результатів повірки.....	18
Додаток А (обов'язковий) Форма протоколу повірки.....	19
Додаток Б (довідковий) Бібліографія.....	22

## **ВСТУП**

Цей стандарт застосовують для повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки – нівелірів оптико-механічних та електронних, що перебувають в експлуатації.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

## МЕТРОЛОГІЯ

### Нівеліри оптико-механічні та електронні

Методика повірки

## METROLOGY

### Levels opto-mechanical and electronic

Verification procedure

---

Чинний від \_\_\_\_\_

## 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

**1.1** Цей стандарт поширюється на нівеліри оптико-механічні та електронні (далі - нівеліри), призначені для визначення перевищень методом геометричного нівелювання за нівелірними рейками та встановлює методику їх повірки, а саме: операції повірки, засоби повірки, вимоги до кваліфікації персоналу, умови проведення повірки, вимоги щодо безпеки, підготовки до проведення та проведення повірки, оброблення результатів вимірювань та оформлення результатів повірки.

**1.2** Цей стандарт застосовують для проведення періодичної повірки, повірки після ремонту (що не змінює тип засобів вимірювальної техніки), а також можуть застосовувати для проведення позачергової, інспекційної та експертної повірки відповідно до вимог [2].

**1.3** Стандарт призначено для застосування науковими метрологічними центрами, метрологічними центрами та повірочними лабораторіями, які відповідно до [1] здійснюють повірку ЗВТ.

**1.4** Під час повірки необхідно додатково керуватись експлуатаційними документами на оптико-механічні та електронні нівеліри та засоби повірки, зазначені в розділі 6 цього стандарту.

**1.5** Міжповірочний інтервал нівелірів оптико-механічних та електронних визначають згідно з [4].

**1.6** Повірка нівелірів оптико-механічних та електронних, які не застосовують у сфері законодавчо регульованої метрології, може здійснюватися згідно із цим стандартом на добровільних засадах.

**1.7** Вимоги щодо безпеки повірки викладено в розділі 9 цього стандарту.

## **2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ**

У цьому стандарті наведено посилання на такі національні стандарти:

ДСТУ \_\_\_\_:2018 Метрологія. Нівеліри та прилади вертикального проектування оптичні, електронні, лазерні та рейки нівелірні. Метрологічні та технічні вимоги\*

ДСТУ OIML D 8 Метрологія. Еталони. Вибір, визнання, застосування, зберігання та документація

ДСТУ OIML D 23 Метрологія. Принципи метрологічного контролю обладнання для повірки

ДБН В.2.5-28 Природне і штучне освітлення

**Примітка 1.** Чинність стандартів, на які є посилання в цьому стандарті, перевіряють згідно з офіційними виданнями національного органу стандартизації – каталогом національних нормативних документів і щомісячними інформаційними покажчиками національних стандартів.

Якщо стандарт, на який є посилання, замінено новим або до нього внесено зміни, треба застосовувати новий стандарт, охоплюючи всі внесені зміни до нього.

**Примітка 2.** \*Стандарт знаходиться на стадії розроблення.

## **3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ**

У цьому стандарті вжито терміни, наведені в ДСТУ \_\_\_\_:2018 «Метрологія. Нівеліри та прилади вертикального проектування оптичні, електронні, лазерні та рейки нівелірні. Метрологічні та технічні вимоги».

## 4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

ЗВТ – засіб вимірювальної техніки;

АУПН – автоколімаційна установка для повірки нівелірів;

АУПНТ – автоколімаційна установка для повірки нівелірів і теодолітів;

АУПТ – автоколімаційна установка для повірки теодолітів;

СКП - середня квадратична похибка.

## 5 ОПЕРАЦІЇ ПОВІРКИ

5.1 Під час проведення повірки нівелірів оптико-механічних та електронних (далі – повірка) виконують операції, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Операції повірки

Ч.ч.	Найменування операції повірки	Номер пункту стандарту	Проведення операції під час періодичної (позачергової) повірки	Проведення операції під час повірки після ремонту
1	2	3	4	5
1	Зовнішній огляд	11.1	+	+
2	Перевірка працездатності	11.2	+	+
3	Визначення метрологічних характеристик	11.3	+	+
3.1	Контроль положення бульбашки установочного рівня нівеліру та його юстування	11.3.1	+	+
3.2	Контроль положення бульбашки циліндричного рівня нівеліру та його юстування	11.3.2	+	+
3.3	Контроль нахилу сітки ниток зорової труби нівеліру та її юстування	11.3.3	+	+
3.4	Контроль кута розузгодженості візирної осі нівеліра і площини горизонту (кут "і") та його юстування	11.3.4	+	+
3.5	Контроль правильності встановлення циліндричного контактного рівня нівеліру та його юстування	11.3.5	+	+

## Кінець таблиці 1

1	2	3	4	5
3.6	Вимірювання при визначенні систематичної похибки роботи компенсатора на 1' нахилання осі обертання нівеліру	11.3.6	+	+
3.7	Вимірювання при визначенні середньої квадратичної похибки роботи компенсатора	11.3.6	+	+
3.8	Вимірювання при визначенні діапазону роботи компенсатора	11.3.6	+	+
3.9	Вимірювання при визначенні ціни поділки оптичного мікрометра для нівелірів з оптичним мікрометром	11.3.7	+	+
3.10	Вимірювання при визначенні середньої квадратичної похибки вимірювання нівеліром перевищення на станції	11.3.8	+	+
3.11	Вимірювання при визначенні середньої квадратичної похибки вимірювання нівеліром перевищення на 1 км подвійного нівелірного ходу	11.3.8	+	+
3.12	Вимірювання при визначенні середньої квадратичної похибки вимірювань віддалей	11.3.9	+	+
4	Оброблення результатів вимірювань	12	+	+
5	Оформлення результатів повірки	13	+	+

**5.2** У разі отримання негативних результатів будь-якої з операцій повірка припиняється, нівелір визнається непридатним до застосування.



## 6 ЗАСОБИ ПОВІРКИ

6.1 Перелік еталонів, засобів повірки та допоміжного обладнання, а також операції повірки (пункти цього стандарту), під час яких їх застосовано, зазначено в Таблиці 2 та Таблиці 3.

**Таблиця 2 – Еталони, необхідні для проведення повірки**

Пункт (и) стандарту	Назва еталона, метрологічні характеристики
11.3.1- 11.3.6	Установка автоколімаційна для повірки нівелірів і теодолітів АУПНТ Розширена невизначеність вимірювань АУПН вертикальних кутів при дослідженні похибки роботи компенсатора нівелірів, теодолітів і тахеометрів: - з візуальним автоколіматором $U=1,0''$ (B2) <sup>1)</sup> ; - з фотоелектричним перетворювачем $U=0,3''$ (A1) <sup>1)</sup> ; - з фотоелектричним перетворювачем та призмою $U=0,2''$ (A05) <sup>1)</sup> Розширена невизначеність вимірювань АУПН вертикальних кутів від горизонтальної площини: - з візуальним автоколіматором $U=2,0''$ (B2) <sup>1)</sup> ; - з фотоелектричним перетворювачем $U=1,0''$ (A1) <sup>1)</sup> ; - з фотоелектричним перетворювачем та призмою $U=0,3''$ (A05) <sup>1)</sup>
11.3.8	Комплект рейок нівелірних інварних, довжина 1800 мм, ціна поділки шкали 5 мм, розширена невизначеність $U=(0,02+0,02 \cdot L(\text{м}))$ мм (A05) <sup>1)</sup>
11.3.8	Комплект рейок нівелірних для точних та технічних нівелірів, довжина 3000 мм, ціна поділки шкали 10 мм, розширена невизначеність $U=(0,05+0,05 \cdot L(\text{м}))$ мм (B2) <sup>1)</sup>
11.3.7	Лінійка вимірювальна металева, II клас точності згідно табл.1 додатку 10 з [6], номінальна довжина 300 мм, ціна поділки – 0,5 мм, розширена невизначеність $U=0,001$ мм на інтервалі 20 мм (A05) <sup>1)</sup>
11.3.9	Польовий компаратор, номінальні довжини 5, 10, 20, 50, 100 м, розширена невизначеність $U=(0,005 + 0,0001 \cdot L(\text{м}))$ м (A05) <sup>1)</sup>

**Примітки.** 1) вказаний найвищий клас точності нівелірів за ДСТУ \_\_\_\_:2018, який можна повірять за такої невизначеності

**Таблиця 3 – Засоби повірки, допоміжне обладнання, необхідні для проведення повірки**

Пункт (и) стандарту	Засоби повірки, допоміжне обладнання, метрологічні або основні технічні характеристики
11.3	Вимірювач параметрів повітря, діапазон вимірювань атмосферного тиску від 650 гПа до 1080 гПа, розширена невизначеність $U = 1,0$ гПа; Діапазон вимірювань температури повітря від мінус 40 °С до 50 °С, розширена невизначеність $U = 1,0$ °С; Діапазон вимірювань відносної вологості від 10 % до 98 %, розширена невизначеність $U = 10$ %
11.3.6	Поворотна платформа предметного столу АУПТ або экзаменатор. Діапазон кута нахилення при визначенні діапазону роботи компенсатора нівеліра - від мінус 40' до 40'; невизначеність вимірювань при визначенні діапазону роботи компенсатора нівеліра - не більше 0,5'

Дозволяється застосування інших еталонів та засобів повірки, що забезпечують повірку з необхідною точністю.

**Примітка 1.** Співвідношення між розширеною невизначеністю вимірювань за певної довірчої ймовірності, що забезпечує еталон(-и), та максимально допустимою похибкою нівелірів оптико-механічних та електронних, що підлягає повірці, повинно становити не менше ніж 1:3.

**Примітка 2.** Еталони повинні бути калібровані з дотриманням міжкалібрувальних інтервалів. Простежуваність еталонів повинна бути документально підтверджена.

Застосування еталонів повинно відповідати вимогам, встановленим розділом 5 ДСТУ OIML D 8, ДСТУ OIML D 23.

**Примітка 3.** Засоби повірки повинні мати чинні свідоцтва про повірку або сертифікати/свідоцтва про калібрування.

**Примітка 4.** Метрологічні та технічні характеристики допоміжного обладнання, необхідного для проведення повірки, повинні бути документально засвідчені. Вимоги до допоміжного обладнання встановлено в ДСТУ OIML D 23.

## **7 ВИМОГИ ДО КВАЛІФІКАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ**

**7.1** Персонал, відповідальний за виконання робіт з повірки нівелірів оптико-механічних та електронних, повинен відповідати вимогам [3].

**7.2** Персонал, відповідальний за виконання робіт з повірки нівелірів, повинен знати конструкцію та принцип дії установки автоколімаційної для повірки нівелірів АУПН.

**7.3** Персонал, відповідальний за виконання робіт з повірки, має знати вимоги нормативних і методичних документів, встановлені до нівелірів, основні правила їх застосування, а також правила охорони праці, виробничої санітарії та протипожежної безпеки.

**7.4** Персонал, відповідальний за виконання робіт з повірки, повинен знати конструкцію, принцип дії та мати практичний досвід з користування відповідними ЗВТ.

## **8 УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ПОВІРКИ**

**8.1** Під час проведення повірки повинні виконуватися такі умови:

- температура навколишнього повітря в лабораторії – від 15 °С до 25 °С;
- температура навколишнього повітря в полі для нівелірів класів точності А05 та А1 оптичних – від мінус 10 °С до 40 °С, електронних від 0 °С до 30 °С;

- температура навколишнього повітря в полі для нівелірів класів точності В6, В10 та С30 оптичних – від мінус 25 °С до 40 °С, електронних від мінус 10 °С до 40 °С;

- відносна вологість повітря – від 20 % до 80 %;

- атмосферний тиск – від 820 гПа до 1060 гПа.

Зміна температури за час повірки ЗВТ не повинна перевищувати 2 °С.

**8.2** Умови проведення повірки повинні бути документовані у протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

## **9 ВИМОГИ ЩОДО БЕЗПЕКИ**

**9.1** Під час проведення повірки необхідно дотримуватися вимог щодо безпеки умов праці, охорони навколишнього середовища, наведених в експлуатаційних документах на нівеліри.

**9.2** Загальні вимоги і необхідні умови для забезпечення безпеки під час проведення експериментальних досліджень:

- умови повірки повинні відповідати вимогам, встановленим у стандартах безпеки праці СП 1042-73.

- на робочому місці повинна бути забезпечена освітленість (загальна та місцева) згідно з нормами ДБН В.2.5-28-2006.

**9.3** Приміщення, в якому проводиться повірка, повинне бути обладнане протипожежною сигналізацією та засобами пожежогасіння.

**9.4** До повірки допускаються фахівці, що вивчили інструкцію з техніки безпеки на робочому місці, принципи дії ЗВТ і пройшли інструктаж з охорони праці в установленому порядку.

**9.5** Процес проведення повірки не належить до робіт зі шкідливими, або особливо шкідливими умовами праці.

## **10 ПІДГОТУВАННЯ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПОВІРКИ**

**10.1** Перед проведенням повірки необхідно:

- пересвідчитись у наявності метрологічного маркування за результатами оцінки відповідності для тих нівелірів, що введені в обіг після введення технічного регламенту [5] або свідоцтва про попередню повірку, відбитка повірочного тавра тощо;

- перевірити комплектність необхідними допоміжними пристроями, що подаються на повірку разом з нівелірами, а саме: експлуатаційними документами, зарядними пристроями, рейками нівелірними тощо;

- перевірити наявність документів, що підтверджують результати калібрування еталонів та повірки чи калібрування допоміжних засобів повірки;

- підготувати еталони та допоміжні засоби відповідно до їх експлуатаційних документів.

**10.2** Перед проведенням повірки необхідно забезпечити наявність заземлення для всіх засобів повірки згідно з експлуатаційними документами на них.

**10.3** Встановлення нівеліра на поворотну платформу предметного столу виконати відповідно до настанови з експлуатації АУПНТ. АУПН привести в робоче положення відповідно до настанови з експлуатації.

## **11 ПРОВЕДЕННЯ ПОВІРКИ**

**11.1** Зовнішній огляд

**11.1.1** Зовнішній огляд проводять візуально.

**11.1.2** Результати вважаються задовільними, якщо під час зовнішнього огляду встановлено:

- відсутність зовнішніх пошкоджень нівеліру та його оптики, що впливають на його працездатність;
- відсутність дефектів відлікового пристрою, що ускладнюють зчитування показів нівеліра;
- відсутність дефектів, що ускладнюють зчитування маркування нівеліра;
- наявність чіткого зображення написів на відліковому пристрої нівеліра;
- відсутність корозії та дефектів на корпусі, на шкалах відлікових пристроїв, на гвинтах та осях нівеліру.

**11.1.3** Комплектність нівеліру повинна відповідати зазначеній в паспорті для даного типу.

**11.1.4** Результати зовнішнього огляду документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

## **11.2 Перевірка працездатності**

**11.2.1** Перевірку працездатності нівеліру здійснюють у відповідності з інструкцією по експлуатації на даний тип нівеліру.

**11.2.2** Нівелір, а також його навідний, елеваційний гвинти та барабан мікрометра (за наявності) повинні обертатися плавно, без заїдань.

**11.2.2** Результати перевірки вважаються задовільними, якщо виконано вимоги 11.2.1 цього стандарту.

**11.2.3** Результати перевірки працездатності документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

## **11.3 Визначення метрологічних характеристик**

**11.3.1** Контроль положення бульбашки установочного рівня нівеліру та його юстування

**11.3.1.1** Привести бульбашку рівня, за допомогою підйомних гвинтів, в нуль-пункт.

**11.3.1.2** Повернути верхню частину нівеліру на  $180^\circ$ , оцінити відхилення бульбашки від середнього положення.

**11.3.1.3** Виконати юстування, якщо відхилення бульбашки перевищує пів поділки (половину величини зсуву виправити підйомними гвинтами підставки, другу половину – юстувальними гвинтами рівня).

Якщо при обертанні нівеліра бульбашка рівня не зміщується від середини більше ніж на встановлене допустиме значення (як правило пів поділки рівня), то нівелір вважається приведеним у робоче положення.

Повторити підпункти 11.3.1.1 і 11.3.1.2 та, за потреби 11.3.1.3.

**11.3.1.4** Результати контролю положення бульбашки установочного рівня нівеліру та його юстування документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**11.3.2** Контроль правильності положення бульбашки циліндричного рівня нівеліру та його юстування

**11.3.2.1** Повертаючи нівелір встановити циліндричний рівень в напрямку двох підйомних гвинтів підставки. Обертаючи підйомні гвинти підставки в протилежних напрямках, привести бульбашку рівня у середнє положення.

**11.3.2.2** Повернути нівелір на  $90^\circ$  і обертаючи третій підйомний гвинт привести бульбашку рівня у середнє положення. Повернути нівелір на  $180^\circ$ , оцінити відхилення бульбашки від середнього положення.

**11.3.2.3** Виконати юстування, якщо відхилення бульбашки перевищує допустиме значення.

Юстування виконати у відповідності до розділу «Юстування» експлуатаційної документації на нівелір або наступним чином: половину величини зміщення виправити підйомними гвинтами підставки, другу половину – юстуваль-

ними гвинтами рівня. Якщо при обертанні нівеліра бульбашка рівня не зміщується від середини більше ніж на встановлене допустиме значення (як правило пів поділки рівня), то нівелір вважається приведеним у робоче положення.

Повторити підпункти 11.3.2.1 і 11.3.2.2 та, за потреби 11.3.2.3.

**11.3.2.4** Результати контролю положення бульбашки циліндричного рівня нівеліру та його юстування документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**11.3.3** Контроль нахилу сітки ниток зорової труби нівеліру та її юстування

**11.3.3.1** Навести зорову трубу нівеліра на автоколімаційну марку (перехрестя) АУПН. Сумістити зображення центру перехрестя марки з лівим кінцем горизонтальної нитки сітки ниток нівеліру.

**11.3.3.2** Повернути нівелір навідним гвинтом до правого кінця горизонтальної нитки сітки ниток нівеліру. Оцінити відхилення сітки ниток нівеліру в її правому положенні від зображенням центра перехрестя марки АУПН.

**11.3.3.3** Виконати юстування, якщо відхилення центра сітки АУПН перевищує три ширини сітки ниток нівеліру. Юстування виконати у відповідності до розділу «Юстування» експлуатаційної документації на прилад.

**11.3.3.4** Результати контролю нахилу сітки ниток зорової труби нівеліру та її юстування документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**11.3.4** Контроль кута розузгодженості візирної осі нівеліра і площини горизонту (кут "I") та його юстування

**11.3.4.1** Навести зорову трубу на автоколімаційну марку (перехрестя) АУПН. Сумістити зображення вертикальної нитки марки з вертикальною ниткою сітки ниток нівеліру. (У випадку обладнання нівеліра елеваційним гвинтом, сумістити за його допомогою кінці бульбашки рівня в лівому вікні поля зору нівеліра).

**11.3.4.2** Надягнути на окуляр нівеліра блок АУПН для підсвічування окуляра.

**11.3.4.3** Виконати вимірювання кута розузгодженості «*i*» нівеліра у відповідному вікні програми АУПН.

**11.3.4.4** Виконати юстування, якщо значення кута розузгодженості «*i*» нівеліра перевищує 5" (юстування виконати у відповідності до розділу «Юстування» експлуатаційних документів на прилад).

**11.3.4.5** Результати контролю кута розузгодженості візирної осі нівеліра і площини горизонту (кут "*l*") та його юстування документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**11.3.5** Контроль правильності встановлення циліндричного контактного рівня нівеліру та його юстування

**11.3.5.1** Встановити нівелір так, щоб один з підйомних гвинтів підставки був направлений на АУПН та навести нівелір на АУПН. Сумістити за допомогою елеваційного гвинта кінці бульбашки рівня в лівому вікні поля зору нівеліра.

**11.3.5.2** Навести перехрестя сітки ниток зорової труби на автоколімаційну марку (перехрестя) АУПН. Сумістити зображення вертикальної нитки марки з вертикальною ниткою сітки ниток нівеліру.

**11.3.5.3** Задати боковий нахил осі нівеліру шляхом обертання лівого та правого підйомних гвинтів нівеліра в різні боки (приблизно на два повних обороти гвинтів), наведення на автоколімаційну марку (перехрестя) АУПН повинне зберегтися.

**11.3.5.4** Оцінити відхилення кінців бульбашки. Виконати юстування, якщо кінці бульбашки розійшлися більше ніж допустиме значення. Юстування виконати у відповідності до розділу «Юстування» експлуатаційних документів на прилад.



**11.3.5.5** Виконати операції відповідно до 11.3.5.3 – 11.3.5.4 шляхом обертання лівого та правого гвинтів нівеліра в протилежні боки.

**11.3.5.6** Результати контролю правильності встановлення циліндричного контактного рівня нівеліру та його юстування документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**11.3.6** Вимірювання при визначенні систематичної похибки роботи компенсатора на 1' нахилення осі обертання нівеліру, середньої квадратичної похибки роботи компенсатора та діапазону роботи компенсатора.

**11.3.6.1** Виконати операції відповідно до 11.3.4.1 – 11.3.4.3.

**11.3.6.2** Нахилити гвинтом предметний стіл в діапазоні від початкового положення до верхньої межі роботи компенсатора (момент, при якому зображення сітки ниток нівеліра почне переміщатися відносно марки АУПН) шляхом обертання гвинта мікроподачі предметного столу за ходом годинникової стрілки в прямому напрямку.

**11.3.6.3** Виконати вимірювання кута розузгодженості « $i$ » через кожні дві мінUTI нахилення предметного стола.

**11.3.6.4** Виконати операції відповідно до 11.3.6.2 – 11.3.6.3 при обертанні гвинта мікроподачі предметного столу проти ходу годинникової стрілки в оберненому напрямку.

**11.3.6.5** Результати вимірювань документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**11.3.7** Вимірювання при визначенні ціни поділки оптичного мікрометра для нівелірів з оптичним мікрометром

**11.3.7.1** Закріпити на відстані близько 10 м від нівеліра на висоті візирного променя лінійку вимірювальну металеву з ціною поділки 0,5 мм.

**11.3.7.2** Сумістити за допомогою елеваційного гвинта кінці бульбашки рівня в лівому вікні поля зору нівеліра.

**11.3.7.3** Навести бісектор сітки ниток на штрих лінійки вимірювальної металевої та зняти відлік по шкалі мікрометра до 0,1 ціни поділки.

**11.3.7.4** Повторити вимірювання аналогічно до 11.3.7.2 – 11.3.7.3 для 9 послідовних штрихів лінійки вимірювальної металевої. (Шкала мікрометра повинна повернутися від 0 до 100).

**11.3.7.5** Повторити вимірювання аналогічно до 11.3.7.2 – 11.3.7.4 обертаючи мікрометр в зворотному напрямку. (Шкала мікрометра повинна повернутися від 100 до 0).

**11.3.7.6** Результати вимірювань документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**11.3.8** Вимірювання при визначенні середньої квадратичної похибки вимірювання нівеліром перевищення на станції та середньої квадратичної похибки вимірювання нівеліром на 1 км подвійного нівелірних ходу

**11.3.8.1** Встановити нівелір в створі посередині між двома нівелірними рейками, розташованими на відстані  $L_{cm}$  від 40 м до 50 м (для високоточних нівелірів) або від 80 м до 100 м (для точних і технічних нівелірів). Кількість станцій нівелювання визначити за формулою (1):

$$n_{cm} = \frac{1000}{L_{cm}} . \quad (1)$$

Результати обчислень заокруглити до цілого.

**11.3.8.2** Привести нівелір в робоче положення і  $n_{cm}$  раз зняти перевищення між рейками за методикою нівелювання на станції. Горизонт (висоту) нівеліра необхідно змінювати перед кожним прийомом вимірювань не менше ніж на 10 мм від попереднього положення.

**11.3.8.3** Результати вимірювань документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**11.3.9** Вимірювання при визначенні середньої квадратичної похибки вимірювань віддалей

**11.3.9.1** Встановити нівелір на базову точку польового компаратора та привести його в робоче положення.

**11.3.9.2** Встановити рейку почергово на точки польового компаратора на відстанях 5 м, 10 м, 20 м, 50 м.

**11.3.9.3** Виконати не менше 3 вимірювань віддалі до вказаних точок польового компаратора.

**11.3.9.4** Результати вимірювань документують в протоколі повірки, формі та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

## 12 ОБРОБЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

**12.1** Обчислення систематичної похибки роботи компенсатора на 1' нахилення осі обертання нівеліра

**12.1.1** Систематичну похибку роботи компенсатора на 1' нахилення осі обертання нівеліра при кожному куті нахилення нівеліра обчислюють за формулою (2):

$$\delta_{\kappa_i} = \frac{i_i - i_0}{\alpha_i}, \quad (2)$$

де  $i_0$  - кут розузгодженості приладу виміряний еталоном на його сітку ниток у початковому положенні приладу, коли його вісь обертання вертикальна;

$i_i$  - кут розузгодженості приладу виміряний еталоном на його сітку ниток, коли вісь обертання приладу нахилена на кут  $\varepsilon_i$  відносно початкового положення;

$\alpha_i$  - кут нахилення платформи, на яку встановлено прилад

**12.1.2** Систематичну похибку роботи компенсатора на 1' нахилення осі обертання нівеліра обчислюють за формулою (3):

$$\delta_{\kappa_{\max}} = \max \left\{ \frac{\delta_{\kappa_i}^+ + \delta_{\kappa_j}^-}{2} \right\}, \quad (3)$$

де  $\delta_{\kappa_i}^+$  - систематична похибка роботи компенсатора на 1' нахилення осі обертання нівеліра при додатному куті нахилення нівеліра  $\alpha_i$ ;

$\delta_{\kappa_i}^-$  - систематична похибка роботи компенсатора на 1' нахилення осі обертання нівеліра при від'ємному куті нахилення нівеліра мінус  $\alpha_i$ .

**12.1.3** Результати обчислень документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**12.2** Обчислення середньої квадратичної похибки роботи компенсатора.

**12.2.1** Середню квадратичну похибку роботи компенсатора обчислюють за формулою (4):

$$S_k = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(i_{\Pi i} - i_{3i})^2}{2 \cdot n}}, \quad (4)$$

$i_{\Pi i}$  - кут розузгодженості нівеліра виміряний еталоном на його сітку ниток при нахиленні платформи на кут  $\alpha_i$  у прямому напрямку;

$i_{3i}$  - кут розузгодженості нівеліра виміряний еталоном на його сітку ниток при нахиленні платформи на кут  $\alpha_i$  у напрямку зворотному до прямого на тому самому куті нахилення;

$n$  - кількість нахилень платформи.

**12.2.2** Результати обчислень документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**12.3** Обчислення ціни поділки оптичного мікрометра нівеліра

**12.3.1** Ціну поділки оптичного мікрометра нівеліра для кожної ділянки шкали обчислюють за формулою (5):

$$c_i = \frac{d_i^0}{d_i}, \quad (5)$$

де  $d_i^0$  - еталонна довжина інтервалу лінійки, мм;

$d_i$  - довжина інтервалу лінійки, виміряна оптичним мікрометром, поділки, яка визначається за формулою (6):

$$d_i = a_{c_i} - a_{c_{i-1}}, \quad (6)$$

де  $a_{c_i}$  - середнє значення відліку за шкалою мікрометра з прямого  $a_n$  та зворотного  $a_3$  ходу, поділки.

**12.3.2** Ціну поділки оптичного мікрометра нівеліра обчислюють за формулою (7):

$$c = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n}, \quad (7)$$

де  $n$  – кількість виміряних інтервалів шкали.

**12.3.3** Результати обчислень документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**12.4** Обчислення середньої квадратичної похибки вимірювання перевищення на станції

**12.4.1** Середню квадратичну похибку вимірювання перевищення на станції обчислюють за формулою (8):

$$S_{cm.} = \gamma \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - h_{ms})^2}{v}}; \quad \gamma = \sqrt{\frac{v}{\chi_{1-\alpha}^2(v)}}, \quad (8)$$

де  $h_i$  - перевищення на станції визначене нівеліром;

$h_{ms}$  - еталонне перевищення на станції;

$n = v$  - кількість виміряних нівеліром перевищень на станції - кількість ступенів волі;

$\chi_{1-\alpha}^2(v)$  - коефіцієнт  $\chi^2$ - розподілу, що вибирається з таблиці додатку В ISO 17123-1 за рівнем довіри  $P = 1 - \alpha = 0,95$  та кількістю ступенів волі  $v$ , де  $\alpha = 0,05$  - рівень значущості

**Примітка.** Множенням на коефіцієнт  $\gamma$  встановлюється верхня границя довірчого інтервалу для  $S_{cm.}$ .

**12.4.2** Результати обчислень документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**12.5** Обчислення середньої квадратичної похибки вимірювання нівеліром перевищення на 1 км подвійного нівелірного ходу

**12.5.1** Середню квадратичну похибку вимірювання перевищення на 1 км подвійного нівелірного ходу обчислюють за формулою (9):

$$S_{1\text{км}} = S_{\text{см.}} \cdot \sqrt{\frac{n_{\text{см.}}}{2}} \quad (9)$$

**12.5.2** Результати обчислень документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

**12.6** Обчислення при контролі середньої квадратичної похибки вимірювань віддалей

**12.6.1** Визначити абсолютну похибку вимірювань віддалей за формулою (10):

$$\Delta S_i = S_{\text{вим } i}^0 - S_i^0, \quad (10)$$

де  $S_i^0$  – еталонне значення довжини лінії польового компаратора, м;

$S_{\text{вим } i}^0$  – виміряна нівеліром віддаль для  $i$ -ої лінії польового компаратора, м.

**12.6.2** Результат повірки вважається позитивним, якщо для всіх абсолютних похибок вимірювань нівеліром довжин ліній польового компаратора виконується нерівність (11):

$$\Delta S_i \leq t_a \cdot (a + b \cdot S_i^0 \cdot 10^{-6}), \quad (11)$$

де  $a$  - нормована ДСТУ \_\_\_\_:2018 адитивна складова СКП, яка не залежить від вимірюваної віддалі, виражена в метрах;

$b$  - нормована ДСТУ \_\_\_\_:2018 мультиплікативна складова СКП, яка залежить від вимірюваної віддалі виражена в метрах на метр вимірюваної довжини;

$t_a$  - коефіцієнт розподілу Стюдента, що вибирається з таблиці додатку В ISO 17123-1 за рівнем довіри  $P = 1 - \alpha / 2 = 0,975$  та кількістю ступенів волі  $\nu = n_a$ , де  $n_a$  - загальна кількість виміряних віддалей.

**12.6.3** Результати обчислень документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту.

## **13 ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОВІРКИ**

**13.1** Результати повірки вважаються позитивними, якщо одержані значення метрологічних характеристик нівелірів відповідають вимогам національного стандарту ДСТУ \_\_\_\_:2018 «Метрологія. Нівеліри та прилади вертикального проектування оптичні, електронні, лазерні та рейки нівелірні. Метрологічні та технічні вимоги», відповідність якому надає презумпцію відповідності суттєвим вимогам технічного регламенту [5].

**13.2** За позитивними результатами повірки нівеліру присвоюється відповідний клас точності за ДСТУ \_\_\_\_:2018. Нівелірам, які пройшли оцінку відповідності присвоюється клас точності не вищий, ніж присвоєний за результатами оцінки відповідності. Позитивні результати повірки нівеліра засвідчують оформленням свідоцтва про повірку нівеліра за формою згідно з додатком 2 до [2].

**13.3** У разі якщо за результатами повірки нівелір визнано такими, що не відповідає встановленим вимогам, анулюють свідоцтво про повірку нівеліру та оформлюють довідку про непридатність нівеліру за формою згідно з додатком 4 до [2].

**ДОДАТОК А**  
**(обов'язковий)**  
**ФОРМА ПРОТОКОЛУ ПОВІРКИ**

ПРОТОКОЛ № _____ від "___" _____ р. повірки засобу вимірювальної техніки	ДСТУ ____:2018 Сторінка: 1/3
---	---------------------------------

A.1 Загальні відомості

№		ЗВТ, що повіряється	Еталони та ЗВТ, що застосовуються під час проведення повірки				
1	Назва						
2	Тип						
3	Діапазон вимірювань						
4	Зав. номер						
5	Власник						
6	Виробник						
7	Клас точності						

A.1.1 Методика повірки: *ДСТУ \_\_\_\_:2018 «Метрологія. Методика повірки. Нівеліри оптико-механічні та електронні»*

A.1.2 Нормативний документ з вимогами до ЗВТ: *Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 13 січня 2016 р. № 94.*

A.1.3 Умови повірки: температура навколишнього повітря в лабораторії \_\_\_\_°С, в полі \_\_\_\_°С; атмосферний тиск \_\_\_\_ гПа, відносна вологість повітря \_\_\_\_%.

A.1.4 Місце проведення повірки: \_\_\_\_\_

A.2 Результати повірки

A.2.1 Зовнішній огляд \_\_\_\_\_

A.2.2 Перевірка працездатності \_\_\_\_\_

A.2.3 Визначення метрологічних характеристик

A.2.3.1 Контроль положення бульбашки установочного рівня нівеліру та його юстування

\_\_\_\_\_

A.2.3.2 Контроль положення бульбашки циліндричного рівня нівеліру та його юстування

\_\_\_\_\_

A.2.3.3 Контроль нахилу сітки ниток зорової труби нівеліру та її юстування

\_\_\_\_\_

A.2.3.4 Контроль кута розузгодженості візирної осі нівеліра і площини горизонту (кут "і") та його юстування

\_\_\_\_\_

A.2.3.5 Контроль правильності встановлення циліндричного контактного рівня нівеліру та його юстування

\_\_\_\_\_



ПРОТОКОЛ № _____ від "____" _____ р. повірки засобу вимірювальної техніки	ДСТУ ____:2018
	Сторінка: 2/3

А.2.3.6 Вимірювання при визначенні систематичної похибки роботи компенсатора на 1' нахилення осі обертання нівеліру, середньої квадратичної похибки роботи компенсатора та діапазону роботи компенсатора.

Кут нахилення $\alpha_i, \dots'$	Відлік по кутотіру, ..."		$\Delta i = i_{\Pi i} - i_{3i},$ ..."	$i_i = 0,5 \cdot (i_{\Pi i} - i_{3i}), \dots"$ $i_0 = \dots"$	$(i_i - i_0) / \alpha_i,$ ..."
	в прямому ході $i_{\Pi i}$	в зворотньому ході $i_{3i}$			
1	2	3	4	5	6
макс.					
...					
4					
2					
0					
-2					
-4					
...					
мін.					
Діапазон роботи компенсатора, ...'	від	Середня квадратична похибка роботи компенсатора $S_{\kappa_i}, \dots"$			
	до	Систематична похибка роботи компенсатора $\delta_{\kappa_i \max}, \dots"$			

А.2.3.7 Вимірювання при визначенні ціни поділки оптичного мікрометра для нівелірів з оптичним мікрометром

Еталонна довжина інтервалу лінійки $d_i^o,$ мм	Відлік по шкалі мікрометра, поділки			$d_i,$ поділки	$c_i = \frac{d_i^o}{d_i},$ мм
	з прямого ходу $a_n$	зі зворотнього ходу $a_3$	середнє $a_{ci}$		
Ціна поділки оптичного мікрометра, мм					

ПРОТОКОЛ № _____ від “___” _____ р. повірки засобу вимірювальної техніки	ДСТУ ____:2018
	Сторінка: 3/3

А.2.3.8 Вимірювання при визначенні середньої квадратичної похибки вимірювання нівеліром перевищення на станції та середньої квадратичної похибки вимірювання нівеліром перевищення на 1 км подвійного нівелірних ходу

№ станції	Відліки по рейці, мм		Перевищення $h_i = 3-П$ , мм	Еталонне значення перевищення $h_{msi}$ , мм	Відхилення виміряних перевищень від еталонного значення, мм $h_i - h_{msi}$
	Задня рейка “З”	Передня рейка “П”			
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
СКП вимірювання перевищення на станції $S_{ст.}$ , мм					
СКП вимірювань перевищення $S_{1км}$ , мм на 1 км подвійного ходу					

А.2.3.9 Вимірювання при визначенні середньої квадратичної похибки вимірювань віддалей

№ вим.	Діапазон вимірювання віддалей, м	Виміряне значення віддалі $S_{вим i}$ , м	Еталонне значення довжини лінії польового Компаратора $S_i$ , м	Абсолютна похибка вимірювання віддалей $\Delta S_i$ , м
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

А.3 Висновки \_\_\_\_\_ клас точності за ДСТУ \_\_\_\_:2018 - \_\_\_\_\_

Персонал, який виконував роботи з повірки \_\_\_\_\_  
 Підпис \_\_\_\_\_ П.І.Б. \_\_\_\_\_

ДОДАТОК Б  
(довідковий)

**БІБЛІОГРАФІЯ**

[1] Закон України від 05.06.2014 № 1314-VII «Про метрологію та метрологічну діяльність».

[2] Порядок проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів, затверджено наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 08 лютого 2016 року N 193, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 24 лютого 2016 року за N 278/28408.

[3] Критерії, яким повинні відповідати наукові метрологічні центри, державні підприємства, які належать до сфери управління Міністерства економічного розвитку і торгівлі України та провадять метрологічну діяльність, та повірочні лабораторії, які уповноважуються або уповноважені на проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, затверджено наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України 23.09.2015 № 1192, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 7 жовтня 2015 р. за № 1213/27658.

[4] Міжповірочні інтервали законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, за категоріями, затверджено наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України 13.10.2016 № 1747, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01 листопада 2016 р. за № 1417/29547.

[5] Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 13 січня 2016 р. № 94.

[6] Технічний регламент засобів вимірювальної техніки затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 24 лютого 2016 р. № 163.

---

Код згідно з ДК 004 17.040.30

**Ключові слова:** метрологія, геодезичні прилади, нівеліри оптичні, електронні, метрологічні та технічні характеристики, клас точності, похибка нівелювання, похибка вертикального проектування

---