



Проект ДСТУ \_\_\_\_: 2018

## НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

ДСТУ \_\_\_\_:2018

Метрологія

Методика повірки

**Нівеліри та прилади вертикального проектування лазерні**

---

(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, установленими в національній стандартизації України

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

---

**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 .....	3
3 Терміни та визначення понять.....	4
4 Позначки та скорочення.....	4
5 Операції повірки.....	4
6 Засоби повірки.....	6
7 Вимоги до кваліфікації персоналу.....	7
8 Умови проведення повірки.....	7
9 Вимоги щодо безпеки.....	8
10 Підготування до проведення повірки.....	8
11 Проведення повірки.....	9
12 Оброблення результатів вимірювання.....	15
13 Оформлення результатів повірки.....	21
Додаток А (обов'язковий) Форма протоколу повірки.....	23
Додаток Б (довідковий) Бібліографія.....	26

## **ВСТУП**

Цей стандарт застосовують для повірки законодавчо регульованих засобів виміральної техніки – нівелірів та приладів вертикального проектування лазерних, що перебувають в експлуатації.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

---

---

## МЕТРОЛОГІЯ

**Нівеліри та прилади вертикального  
проектування лазерні**  
Методика повірки

## METROLOGY

**Autonatic leveleling laser and precision laser plummet**  
Verification procedure

---

Чинний від \_\_\_\_\_

### 1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

**1.1** Цей стандарт поширюється на нівеліри та прилади вертикального проектування лазерні (далі – прилади), у тому числі з вертикальною візирною віссю (площиною):

- ротаційні з сервоприводним горизонтуванням візирної осі (площини) (планувальники, рисунок 1) або за допомогою рівнів (рисунок 2);
- з горизонтуванням візирної площини за допомогою маятникового компенсатора (крослайнери, лазерні рівні, рисунок 3);
- прилади вертикального проектування лазерні (далі - ПВП, рисунок 4) та встановлює методику їх повірки, а саме: операції повірки, засоби повірки, вимоги до кваліфікації персоналу, умови проведення повірки, вимоги щодо безпеки, підготування до проведення та проведення повірки, оброблення результатів вимірювань та оформлення результатів повірки.



Рисунок 1 – Нівелір лазерний ротаційний з сервоприводним горизонтуванням візирної осі



Рисунок 2 – Нівелір лазерний ротаційний з горизонтуванням візирної осі за допомогою рівнів

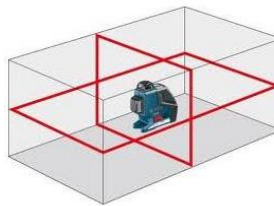


Рисунок 3 – Нівелір лазерний ротаційний з горизонтуванням візирної площини за допомогою маятникового компенсатора



Рисунок 4 – Прилад вертикального проектування лазерний

**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 приладів.

**1.4** Під час повірки приладів необхідно додатково керуватись експлуатаційними документами на нівеліри та прилади вертикального проектування лазерні та засоби повірки, зазначені в розділі 6 цього стандарту.

**1.5** Міжповірочний інтервал приладів визначають згідно з [4].

**1.6** Повірка приладів, 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 \_\_\_\_ 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

**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;

АК - вертикально розташована труба автоколімаційної установки для повірки нівелірів і теодолітів;

ПВП – прилад вертикального проектування;

ПК – персональний комп'ютер.

### 5 ОПЕРАЦІЇ ПОВІРКИ

5.1 Під час проведення повірки приладів (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	Вимірювання при визначенні відхилення бульбашки повздовжньої/поперечної ампул від середнього положення при встановленні приладів на горизонтальну площину	11.3.1	+	+



## Кінець таблиці 1

1	2	3	4	5
3.2	Вимірювання при визначенні кута розузгодженості, діапазону, середньої квадратичної похибки роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора та систематичної похибки роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора на 1° нахилення нівеліра, похибки відтворення горизонтальної візирної осі або площини	11.3.2	+	+
3.3	Вимірювання при визначенні кута розузгодженості, діапазону, середньої квадратичної похибки роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора та систематичної похибки роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора на 1° нахилення приладу, похибки відтворення вертикальної візирної осі або площини	11.3.3	+	+
4	Оброблення результатів вимірювань	12	+	+
5	Оформлення результатів повірки	13	+	+

**5.2** У разі отримання негативних результатів будь-якої з операцій повірка припиняється, прилад 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	Екзаменатор лімбовий, розширена невизначеність вимірювань площинного кута $U = 1,7''$
11.3.2	Установка автоколімаційна для повірки нівелірів і теодолітів АУПНТ, Розширена невизначеність вимірювань АУПН вертикальних кутів при дослідженні похибки роботи компенсатора нівелірів, теодолітів і тахеометрів: - з фотоелектричним перетворювачем $U=0,3''$ (D05) <sup>1)</sup> ; - з фотоелектричним перетворювачем та призмою $U=0,2''$ (D05) <sup>1)</sup> Розширена невизначеність вимірювань АУПН вертикальних кутів від горизонтальної площини: - з фотоелектричним перетворювачем $U=1,0''$ (D05) <sup>1)</sup> ; - з фотоелектричним перетворювачем та призмою $U=0,3''$ (D05) <sup>1)</sup>

**Примітки.** 1) вказаний найвищий клас точності нівелірів лазерних 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	Поворотна платформа предметного столу АУПТ або экзаменатор. Діапазон кута нахилу при визначенні діапазону роботи компенсатора нівеліра - від мінус 40' до 40', $U = 0,5'$

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 нівеліра, 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, повинен відповідати вимогам [3].

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

**7.3** Персонал, відповідальний за виконання робіт з повірки, має знати вимоги нормативних і методичних документів, установлені до приладів, 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 виконуватись наступні умови:

- температура навколишнього повітря – від 15 °С до 25 °С;
- відносна вологість повітря – від 65 % до 85 %;
- атмосферний тиск – від 820 гПа до 1060 гПа.

Зміна температури за час повірки приладів 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 прилади.

**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 приладів і пройшли інструктаж з охорони праці в установленому порядку.

**9.5** Фактором небезпеки є лазерне випромінювання. Під час проведення повірки слід дотримуватись рекомендацій, наведених в настанові з експлуатації приладів. При необхідності застосувати захисні окуляри.

## **10 ПІДГОТУВАННЯ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПОВІРКИ**

**10.1** Перед проведенням повірки необхідно:

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

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

- підготувати АУПНТ до роботи у відповідності до настанови з експлуатації.

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

**10.3** Встановлення приладу 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:

- наявність пломб, установлених під час повірки, у місцях пломбування, що визначені експлуатаційними документами на прилади з метою недопущення несанкціонованого втручання;

- відсутність зовнішніх пошкоджень приладів, що погіршують зовнішній вигляд або впливають на його експлуатаційні властивості.

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

**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 здійснюють відповідно настанови з експлуатації на даний тип приладу.

**11.2.2** Результати перевірки вважаються задовільними, якщо виконано вимоги пункту 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** Вимірювання при визначенні відхилення бульбашки повздовжньої/поперечної ампул від середнього положення при встановленні приладів на горизонтальну площину

**11.3.1.1** Для визначення відхилення бульбашки повздовжньої ампули від середнього положення при встановленні приладів на горизонтальну площину виконати наступні операції:

- встановити екзаменатор лімбовий у горизонтальне положення;
- встановити на екзаменатор прилад у повздовжньому напрямку;
- екзаменатором вивести бульбашку рівня на середину та зняти відлік  $a_1$  по лімбу екзаменатора;
- повернути прилад на  $180^\circ$  навколо вертикальної осі, екзаменатором вивести бульбашку рівня на середину та зняти відлік  $a_2$ .

**11.3.1.2** Для визначення відхилення бульбашки поперечної ампули від середнього положення при встановленні приладів на горизонта-

льну площину повернути прилад на  $90^\circ$  навколо його вертикальної осі та виконати операції відповідно до 11.3.1.1.

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

**11.3.2** Вимірювання при визначенні кута розузгодженості, діапазону, середньої квадратичної похибки (СКП) роботи пристрою самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора та систематичної похибки роботи пристрою самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора на  $1^\circ$  нахилення нівеліра, похибки відтворення горизонтальної візирної осі або площини

**11.3.2.1** Вимірювання при визначенні кута розузгодженості, діапазону, СКП роботи пристрою самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора та систематичної похибки роботи пристрою самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора на  $1^\circ$  нахилення нівеліра, похибки відтворення горизонтальної візирної осі або площини виконати у наступній послідовності:

а) встановити поворотну платформу предметного стола АУПНТ в горизонтальне положення, встановивши нульовий відлік за шкалою гвинта мікроподачі (кут  $\alpha = 0^\circ$ );

б) на персональному комп'ютері (ПК) запустити програму «AUPN\_E» та підготувати АУПН до роботи відповідно до «Керівництва користувача до програми «AUPN\_E»;

в) у вікні програми «AUPN\_E» натиснути клавішу, яка переводить у автоматичний режим «ПОВІРКА НІВЕЛІРІВ ЛАЗЕРНИХ»;

г) на поворотній платформі предметного столу АУПНТ встановити і закріпити прилад;

д) включити прилад у режим «відтворення горизонтальної візирної осі (площини)», зачекати автоматичного спрацьовування пристрою

самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора або вивести в робоче положення за допомогою рівня (рівнів);

є) зупинити обертання лазерного випромінювача (для нівелірів лазерних ротаційних) та навести лазерний промінь у центр поля зору АУПН, відслідковуючи це на екрані ПК (точка лазерного променя не повинна виходити за границі поля зору АУПН, що позначені зеленим кольором);

е) натиснути клавішу у вікні програми «AUPN\_E» для автоматичного пошуку візирної осі (площини) приладу на екрані комп'ютера та зняти відлік  $b_{\alpha j}$ , мм/10 м;

ж) послідовно повертати прилад на кут  $45^\circ$  навколо вертикальної осі, встановлюючи кути  $\beta_j = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ \dots 315^\circ$  (див. таблицю 3 додатка А) відносно осі візування АУПН, виконати операції відповідно до п. 11.3.2.1 д), є), е) та зняти відліки  $b_{\alpha j}$ , мм/10 м.

Для приладів, які не мають розгортки променю в горизонтальній площині  $0^\circ - 360^\circ$  (прилади з маятниковим компенсатором), зняти тільки доступні відліки, наприклад  $0^\circ, 45^\circ$  та  $315^\circ$ ;

ж) для приладів з пристроєм самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатором виконати операції відповідно до п. 11.3.2.1 д), є), е), ж) при нахилі поворотної платформи предметного стола АУПНТ на  $4^\circ$ , а потім на  $2^\circ$ , підклавши під платформу установочні міри № 2 та № 1 з комплекту АУПНТ (кут  $\alpha = 4^\circ$  та  $\alpha = 2^\circ$  відповідно) та зняти відліки  $b_{\alpha j}$ , мм/10 м.

За наявності звукового сигналу або мигання точки лазерного променя тощо, що свідчить про не спрацювання пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора з-за виходу за границі їх роботи, уточнити діапазон роботи, обертаючи гвинт мікроподачі доти, доки не спрацює пристрій або компенсатор. Відлік за шка-



лою гвинта мікроподачі додати до або відняти від номінального значення нахилу поворотної платформи  $4^\circ$  або  $2^\circ$ .

**11.3.2.2** Результати вимірювань  $b_{\alpha_j}$ , мм/10 м, та зафіксоване значення діапазону автоматичного спрацьовування пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту (п. А.2.3.3).

**11.3.3** Вимірювання при визначенні кута розузгодженості, діапазону, СКП роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора та систематичної похибки роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора на  $1^\circ$  нахилу приладу, похибки відтворення вертикальної візирної осі або площини

**11.3.3.1** Вимірювання при визначенні кута розузгодженості, діапазону, СКП роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора та систематичної похибки роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора на  $1^\circ$  нахилу приладу, похибки відтворення вертикальної візирної осі або площини виконати у наступній послідовності:

а) встановити поворотну платформу предметного стола АУПНТ в горизонтальне положення, встановивши нульовий відлік за шкалою гвинта мікроподачі (кут  $\alpha_0 = 0^\circ$ );

б) на поворотній платформі предметного столу АУПНТ встановити і закріпити прилад у робочому положенні;

в) на ПК запустити програму «PVP» та підготувати вертикально розташовану трубу АУПНТ до роботи відповідно до «Керівництва користувача до програми PVP»;

е) включити прилад у режимі «відтворення вертикальної візирної осі (площини)» та зачекати спрацювання пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора. При цьому вісь (центр) лазерного променя повинна співпадати із віссю (центром) поля зору вертикально розташованої труби АУПНТ (далі – АК) установки АУПНТ (на ПК – центр «чорного екрану» вікна програми «PVP», див. «Керівництво користувача до програми «PVP»);

д) у вікні програми «PVP» натиснути клавішу «ВИМІРЮВАННЯ» та зачекати стабілізації показів результатів вимірювань координат  $X_j$ ,  $Y_j$  центру лазерного променя у системі координат [X; Y] АК, далі – натиснути клавішу «ЗУПИНИТИ». Для приладів з маятниковим компенсатором вимірювання виконуються в ручному режимі при наведенні на центр перехрестя вертикальних візирних площин;

е) послідовно повертати прилад навколо вертикальної осі у вертикальних площинах, розвернутих одна по відношенню до іншої на  $45^\circ$ , встановлюючи кути  $\beta_j = 0$  та  $180^\circ$ ,  $45$  та  $225^\circ$ ,  $90$  та  $270^\circ$ ,  $135$  та  $315^\circ$  і виконати операції відповідно до п. 11.3.3.1. а), д);

ж) для приладів з пристроєм самовідновлювання вертикальної площини або компенсатором виконати операції відповідно до п. 11.3.3.1 д), е), е), ж) при нахилі поворотної платформи предметного стола АУПНТ на  $4^\circ$  або на  $2^\circ$ , підклавши під платформу установочні міри № 2 або № 1 з комплекту АУПНТ (кут  $\alpha = 4^\circ$  або  $\alpha = 2^\circ$  відповідно), та зняти відліки  $X_{cj}$ ,  $Y_{cj}$ , мм/10 м;

**Примітка.** Для ПВП з діапазоном, який не перевищує  $1^\circ$  підкладати міри № 2 або № 1 не слід, а тільки нахилити поворотну платформу предметного стола АУПНТ за допомогою її мікрометричного гвинта.

За наявності звукового сигналу або мигання точки лазерного променя тощо, що свідчить про не спрацювання пристрою самовідновлювання вертикальної площини або компенсатора з-за виходу за

границі їх роботи, уточнити діапазон роботи, обертаючи гвинт мікроподачі доти, доки не спрацює пристрій або компенсатор. Відлік за шкалою гвинта мікроподачі додати до або відняти від номінального значення нахилу поворотної платформи  $4^\circ$ ,  $2^\circ$  або  $0^\circ$ .

**11.3.3.2** Результати вимірювань  $X_{aj}$ ,  $Y_{aj}$ , мм/10 м, та зафіксоване значення діапазону автоматичного спрацьовування пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора документують в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту (п. А.2.3.4).

## 12 ОБРОБЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

**12.1** Для приладів з ампульними рівнями визначають відхилення бульбашки повздовжньої ампули від середнього положення при встановленні приладів на горизонтальну площину за формулою (1):

$$\Delta_{\text{прод.}} = \frac{a_1 - a_2}{2}, \quad (1)$$

де  $a_1$  та  $a_2$  – відліки за лімбовим екзаменатором, "...", при середньому положенні бульбашки повздовжньої ампули рівня (при умовному положенні приладів на екзаменаторі  $0^\circ$  і  $180^\circ$ ).

Аналогічно визначають відхилення бульбашки поперечної ампули від середнього положення при встановленні приладів на горизонтальну площину  $\Delta_{\text{попереч.}}$  для отриманих значень  $a_3$  та  $a_4$  (при умовному положенні приладу на екзаменаторі  $90^\circ$  і  $270^\circ$ ).

**12.2** Обчислення кута розузгодженості, діапазону, систематичної похибки та СКП роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора нівеліра, похибки відтворення горизонтальної візирної осі або площини

**12.2.1** Кут розузгодженості (кут « $i$ »), виражений в мм/10 м, обчислюється як середнє значення кута між візирною віссю (площиною) і горизонтальною площиною (рис. 5) за формулою (2):

$$i_{\alpha \text{ сеп.}} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{\alpha j}}{n}, \quad (2)$$

де  $b_{\alpha j}$  – результат вимірювань вертикального кута за допомогою АУПН на вісь лазерного проміню при встановленні приладу на кут  $\beta_j$  на предметному столі АУПНТ, нахиленого на кут  $\alpha = 0^\circ$ ;  $\alpha = 2^\circ$ ;

$\alpha = 4^\circ$  або  $\alpha = \alpha_{\max}$ , мм/10 м;

$\beta_j = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ \dots 315^\circ$  – кут встановлення приладів на предметному столі АУПНТ;

$n = 8$  – кількість положень приладу при встановленні на кут  $\beta_j$  нахиленого на кут  $\alpha$  (для приладу, зображеного на рис. 3,  $n$  може бути іншим);

$j$  – номер положення приладу при встановленні на кут  $\beta_j$ .

Для обчислення кута розузгодженості (кута « $i$ ») в кутових секундах («...») використовують формулу (3):

$$i''_{\alpha \text{ сеп.}} = i_{\alpha \text{ сеп.}} \cdot \frac{\rho''}{L}, \quad (3)$$

де  $\rho'' = 206265'' = \text{const}$  – радіан, виражений у кутових секундах;

$L = 10000$  мм =  $\text{const}$  – відстань, на яку нормується похибка приладу.

**Примітка.** Інші результати вимірювань та обчислень можуть бути переведені в кутову міру за аналогічною формулою.

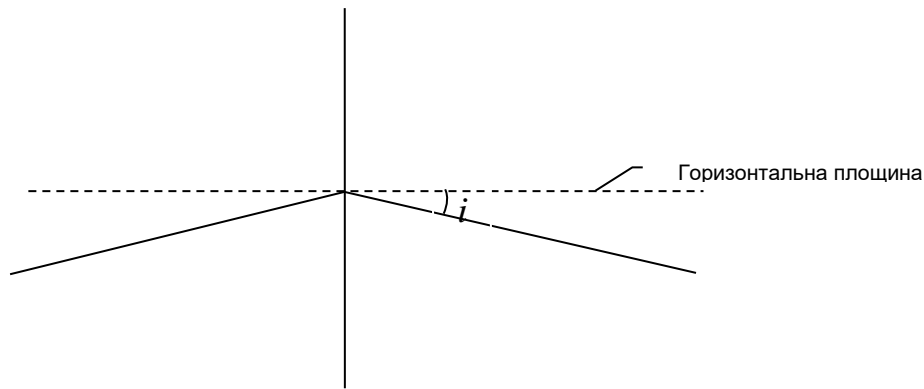


Рисунок 5 – Кут розузгодженості (кут « $i$ ») між візирною віссю (площиною) і горизонтальною площиною

**12.2.2** Визначити складові  $A$  і  $B$  систематичної похибки роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора нівеліра в проекції на умовні осі  $x$  та  $y$ , відповідно (вісь  $x$  направлена на АУПН, а вісь  $y$  - на праву автоколімаційну зорову трубу АУПТ), при встановленні приладів на кут  $\beta_j$  на предметному столі АУПНТ, для кутів нахилення платформи  $\alpha = 0^\circ$ ;  $\alpha = 2^\circ$ ;  $\alpha = 4^\circ$  або  $\alpha = \alpha_{\max}$ , мм/10 м (..."), за формулами (4):

$$A_\alpha = \frac{2 \cdot \sum_{j=1}^n (b_{\alpha j} - i_{\alpha \text{ сеп.}}) \cdot \sin \beta_j}{n}; \quad B_\alpha = \frac{2 \cdot \sum_{j=1}^n (b_{\alpha j} - i_{\alpha \text{ сеп.}}) \cdot \cos \beta_j}{n} \quad (4)$$

**12.2.3** Систематична похибка роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора нівеліра (рис. 6) при кожному куті нахилу платформи  $\alpha = 0^\circ$ ;  $\alpha = 2^\circ$ ;  $\alpha = 4^\circ$  або  $\alpha = \alpha_{\max}$  обчислити за формулою (5):

$$c_\alpha = \sqrt{A_\alpha^2 + B_\alpha^2} . \quad (5)$$

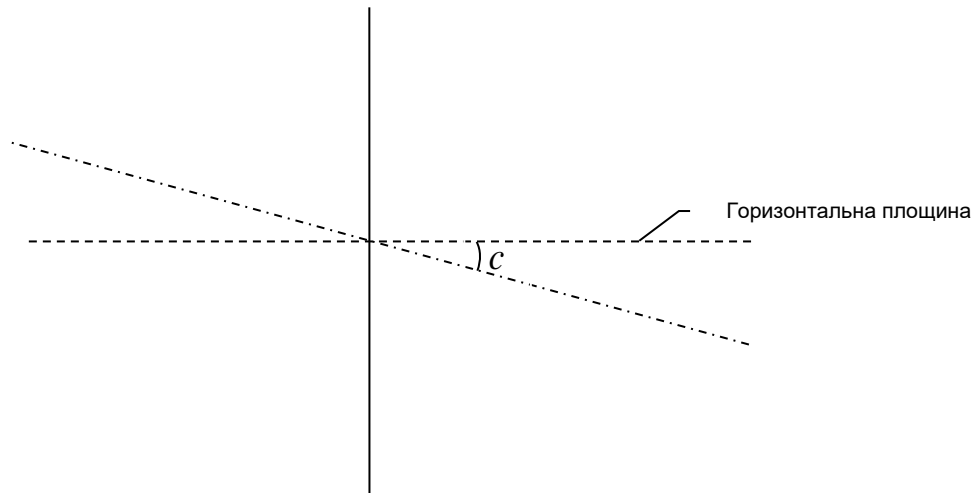


Рисунок 6 – Систематична похибка роботи пристрою самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора нівеліра  $c$

**12.2.4** Систематичну похибку роботи пристрою самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора на  $1^\circ$  нахилення приладу обчислити за формулою (7), ..."/°:

$$\delta_\alpha = \frac{(c_{\alpha_{\max}} - c_{\alpha=0^\circ})}{\alpha_{\max} \cdot L} \cdot \rho'' \quad (7)$$

**12.2.5** Середня квадратична похибка (СКП) роботи пристрою самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора нівеліра, мм/10 м (..."), обчислюється за формулою (6):

$$S_{\alpha G} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n v_{\alpha j}^2}{n-3}}, \quad (6)$$

де  $v_{\alpha j} = b_{\alpha j} - i_{\alpha \text{ сеп.}} + a'_{\alpha j}$  – випадкова складова похибки роботи при-

строю самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора нівеліра при встановленні на кут  $\beta_j$  на предметному столі АУПНТ, мм/10 м (...");

$a'_{\alpha j} = A_\alpha \cdot \sin \beta_j + B_\alpha \cdot \cos \beta_j$  – систематична похибка роботи при-

строю самовідновлення горизонтальної площини або компенсатора

нівеліра при встановленні на кут  $\beta_j$  на предметному столі АУПНТ, мм/10 м (...").

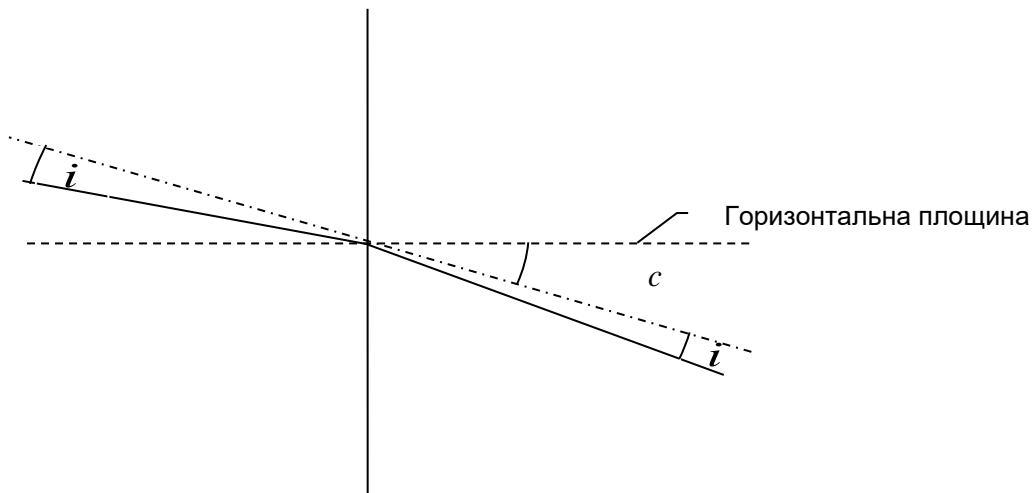


Рисунок 7 – Сумісний вплив кута розузгодженості (кута « $i$ ») та систематичної похибки роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора нівеліра  $c$

**12.2.6** Визначити похибку відтворення горизонтальної візирної осі або площини в поздовжньому та поперечному напрямку в мм/10 м (...") за формулою (8):

$$\Delta_{G_{\max}} = \max\{b_{aj}\}. \quad (8)$$

**12.3** Обчислення кута розузгодженості, діапазону, систематичної похибки та СКП роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора нівеліра або ПВП, похибки відтворення вертикальної візирної осі або площини

**12.3.1** Визначення кута розузгодженості (кута « $i'$ ») між віссю лазерного променя і прямовисною лінією виконати в наступній послідовності:

**12.3.1.1** В умовній системі координат визначити координати прямовисної лінії для кутів нахилу платформи  $\alpha = 0^\circ$ ;  $\alpha = 2^\circ$  або  $\alpha = 4^\circ$  або  $\alpha = \alpha_{\max}$  за формулами (9):

$$\bar{X}_\alpha = \frac{\sum_{j=1}^n X_{\alpha j}}{n}; \quad \bar{Y}_\alpha = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{\alpha j}}{n}, \quad (9)$$

де  $X_{\alpha j}$  та  $Y_{\alpha j}$  – координати точки лазерного променя, виміряні АК в умовній системі координат АК при встановленні приладу на кут  $\beta_j$  на предметному столі АУПНТ, для кутів нахилу платформи  $\alpha = 0^\circ$ ;  $\alpha = 4^\circ$  або  $\alpha_{\max}$ , мм/10 м (...").

**12.3.1.2** Визначити координати візирної осі (площини) відносно координат прямої лінії при встановленні приладів на кут  $\beta_j$  на предметному столі АУПНТ, для кутів нахилу платформи  $\alpha = 0^\circ$ ;  $\alpha = 2^\circ$  або  $\alpha = 4^\circ$  або  $\alpha = \alpha_{\max}$ , ...", за формулами (10):

$$X'_{\alpha j} = X_{\alpha j} - \bar{X}_\alpha; \quad Y'_{\alpha j} = Y_{\alpha j} - \bar{Y}_\alpha. \quad (10)$$

**12.3.1.3** Кут між віссю лазерного променя і прямою лінією при встановленні приладів на кут  $\beta_j$  на предметному столі АУПНТ для кутів нахилу платформи  $\alpha = 0^\circ$ ;  $\alpha = 2^\circ$  або  $\alpha = 4^\circ$  або  $\alpha = \alpha_{\max}$ , мм/10 м (..."), визначити за формулою (11):

$$i'_{\alpha j} = \sqrt{X'^2_{\alpha j} + Y'^2_{\alpha j}}. \quad (11)$$

**12.3.1.4** Кут розузгодженості (кут «  $i'$  »), як значення кута між віссю лазерного променя і прямою лінією, визначити за формулою (12):

$$i'_\alpha = \frac{\sum_{j=1}^n i'_{\alpha j}}{n}. \quad (12)$$

**12.3.2** Визначити похибку відтворення вертикальної візирної осі або площини приладів в мм/10 м (...") за формулою (13):

$$\Delta_{V \max} = \max\{i'_{\alpha j}\}. \quad (13)$$

**12.3.3** Середню квадратичну похибку (СКП) роботи пристрою самовідновлення вертикальної осі або площини вертикального каналу



або компенсатора нівеліра або ПВП в мм/10 м (...") обчислити за формулою (14):

$$S_{\alpha V} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (i'_{\alpha j} - i'_{\alpha})^2}{n-3}} . \quad (14)$$

**12.3.4** Систематичну похибку роботи пристрою самовідновлення вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора нівеліра або ПВП на  $1^\circ$  нахилення приладу, ..."/°, обчислити за формулою (15):

$$\delta_{\kappa} = \frac{\sqrt{(\bar{X}_{\alpha_{\max}} - \bar{X}_{\alpha=0^\circ})^2 + (\bar{Y}_{\alpha_{\max}} - \bar{Y}_{\alpha=0^\circ})^2}}{\alpha_{\max} \cdot L} \cdot \rho'' . \quad (15)$$

**12.4** Результати обчислень, отримані під час проведення повірки, повинні документуватись в протоколі повірки, форму та вимоги до змісту якого наведено в додатку А до цього стандарту. Обчислення за розділом 12 можуть здійснюватись програмним забезпеченням «AUPN\_E» та «PVP» комплектним до АУПН та Microsoft Office Excel у протоколі за формою, наведеною у додатку А.

**12.5** Використання комп'ютерного програмного забезпечення «AUPN\_E», «PVP» та Microsoft Office Excel має бути:

- а) задокументовано та оцінено на придатність до застосування;
- б) розроблено та впроваджено процедури захисту даних;
- в) ці процедури повинні містити, але не обмежуватися цим, цілісність та конфіденційність вводу або збирання даних, зберігання даних, передавання даних та оброблення даних.

## 13 ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПОВІРКИ

**13.1** Результати повірки вважаються позитивними, якщо одержані значення метрологічних характеристик приладів 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 приладам присвоюється відповідний клас точності за ДСТУ \_\_\_\_:2018. Приладам, які пройшли оцінку відповідності, присвоюється клас точності не вищий, ніж присвоєний за результатами оцінки відповідності. Позитивні результати повірки приладів засвідчують оформленням свідоцтва про повірку за формою згідно з додатком 2 до [2].

**13.3** У разі якщо за результатами повірки прилад визнано таким, що не відповідає встановленим вимогам, анулюють свідоцтво про повірку та (або) гасять попередній відбиток повірочного тавра чи роблять відповідний запис в експлуатаційних документах та оформлюють довідку про непридатність приладу за формою згідно з додатком 4 до [2].

**13.4** Прилади, що мають декілька діапазонів вимірювання, але їх застосовують для вимірювання меншої кількості фізичних величин або не в усіх діапазонах (чи якщо прилад застосовують лише в окремій частині діапазону вимірювання), за письмовим зверненням під час повірки дозволено проводити операції з перевірки лише стосовно зазначених фізичних величин і діапазонів (частин діапазонів) вимірювання. У цьому випадку свідоцтво про повірку оформлюють обов'язково. У свідоцтві про повірку роблять відповідний запис щодо особливостей застосування приладу.

ДОДАТОК А  
(обов'язковий)

**ФОРМА ПРОТОКОЛУ ПОВІРКИ**

ПРОТОКОЛ № _____ від "____" _____ 201 р. повірки засобу вимірювальної техніки	ДСТУ ____:2018 Сторінка 1/4
--	--------------------------------

A.1 Загальні відомості

№		ЗВТ, що повіряється	Еталони та ЗВТ, що застосовуються під час проведення повірки				
1	Назва						
2	Тип						
3	Діапазон вимірювань/ роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора						
4	Зав. номер						
5	Власник						
6	Виробник						
7	Клас точності						

A.1.1 Методика повірки: ДСТУ \_\_\_\_:2018 «Метрологія. Методика повірки. Нівеліри та прилади вертикального проектування лазерні»

A.1.2 Нормативний документ з вимогами до ЗВТ: Технічний регламент законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 13.01.2016 р. № 94.

A.1.3 Умови повірки: температура навколишнього повітря \_\_\_\_°С, атм. тиск \_\_\_\_гПа, відн. вол. \_\_\_\_%.

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

A.2 Результати контролю метрологічних характеристик

A.2.1 Зовнішній огляд \_\_\_\_\_

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

A.2.3 Визначення метрологічних характеристик

A.2.3.1 Вимірювання при визначенні відхилення бульбашки повздовжньої ампул від середнього положення при встановленні приладу на горизонтальну площину

№ вим.	Відлік по шкалі екзаменатора, ..."		Відхилення бульбашки повздовжньої ампули від середнього положення при встановленні приладу на горизонтальну площину $\Delta_{\text{прод}}, \dots$ "
	$a_1$	$a_2$	
1			

A.2.3.2 Вимірювання при визначенні відхилення бульбашки поперечної ампул від середнього положення при встановленні приладу на горизонтальну площину

№ вим.	Відлік по шкалі екзаменатора, ..."		Відхилення бульбашки поперечної ампули від середнього положення при встановленні приладу на горизонтальну площину $\Delta_{\text{попереч}}, \dots$ "
	$a_3$	$a_4$	
1			

А.2.3.3 Вимірювання при визначенні кута розузгодженості, діапазону, систематичної похибки та СКП роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора нівеліра, похибки відтворення горизонтальної візирної осі або площини

№ з/п <i>j</i>	Кут встановлення приладу $\beta, \dots^\circ$	Результати вимірювань вертикального кута $b_{\alpha j}$ за допомогою АУПН на вісь лазерного проміню (мм/10 м) при встановленні приладів на кут $\beta_j$ та результати обчислень		
		$\alpha = 0^\circ$ ( $\alpha = \alpha_{\max}$ )	$\alpha = 2^\circ$ ( $\alpha = \alpha_{\max}$ )	$\alpha = 4^\circ$ ( $\alpha = \alpha_{\max}$ )
1	0 / $b_{\alpha 1}$			
2	45			
3	90			
4	135			
5	180			
6	225			
7	270			
8	315			
Кут розузгодженості (кут « <i>i</i> »), $i_{\alpha \text{ сеп.}} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{\alpha j}}{n}, \text{ мм/10 м}$				
$i_{\alpha \text{ сеп.}}'' = i_{\alpha \text{ сеп.}} \cdot \frac{\rho''}{L}, \dots''$				
$A_\alpha = \frac{2 \cdot \sum_{j=1}^n (b_{\alpha j} - i_{\alpha \text{ сеп.}}) \cdot \sin \beta_j}{n}$				
$B_\alpha = \frac{2 \cdot \sum_{j=1}^n (b_{\alpha j} - i_{\alpha \text{ сеп.}}) \cdot \cos \beta_j}{n}$				
Систематична похибка роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора нівеліра, $c_\alpha = \sqrt{A_\alpha^2 + B_\alpha^2}, \text{ мм/10 м}$				
Систематична похибка роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора на 1° нахилення осі нівеліра, ...'' $\delta_\alpha = \frac{(c_{\alpha_{\max}} - c_{\alpha=0^\circ})}{\alpha_{\max}} \cdot \rho''$				
СКП роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора нівеліра $S_{\alpha G} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n v_{\alpha j}^2}{n-3}}, \text{ мм/10 м}$				
Похибка відтворення горизонтальної візирної осі (площини), $\Delta_{G_{\max}} = \max\{b_{\alpha j}\}, \text{ мм/10 м}$				
Діапазон роботи пристрою самовідновлювання горизонтальної площини або компенсатора нівеліра, ...°		Від $\alpha_{\min} = \underline{\hspace{1cm}}$ до $\alpha_{\max} = \underline{\hspace{1cm}}$		

А.2.3.4 Вимірювання при визначенні кута розузгодженості, діапазону, систематичної похибки та СКП роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора нівеліра або ПВП, похибки відтворення вертикальної візирної осі або площини

№ з/п <i>j</i>	Кут встановлення приладу $\beta_j, \dots^\circ$	Координати точки лазерного променя в умовній системі координат АК при встановленні приладів на кут $\beta_j$ на предметному столі АУПНТ				Кут між віссю лазерного променя і прямовисною лінією при встановленні приладів на кут $\beta_j$	
		$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 0^\circ$	
		$X_{\alpha j}$	$Y_{\alpha j}$	$X'_{\alpha j}$	$Y'_{\alpha j}$	$i'_{\alpha j}$	$i'_{\alpha j} - i'_\alpha$
1	0						
2	45						
3	90						
4	135						
5	180						
6	225						
7	270						
8	315						
	Середнє	$\bar{X}_\alpha =$	$\bar{Y}_\alpha =$	$X'_{\alpha j} =$	$Y'_{\alpha j} =$	$i'_\alpha =$	
СКП роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора нівеліра або ПВП в мм/10 м							
$(\dots) S_{\alpha V} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (i'_{\alpha j} - i'_\alpha)^2}{n-3}}$							
Похибка відтворення вертикальної візирної осі або площини приладу, мм/10 м							
$(\dots), \Delta_{V \max} = \max\{i'_{\alpha j}\}$							
		$\alpha = 2^\circ$ або $\alpha = 4^\circ$ або $\alpha = \alpha_{\max}$					
1	0						
2	45						
3	90						
4	135						
5	180						
6	225						
7	270						
8	315						
	Середнє	$\bar{X}_\alpha =$	$\bar{Y}_\alpha =$	$X'_{\alpha j} =$	$Y'_{\alpha j} =$	$i'_\alpha =$	
СКП роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора нівеліра або ПВП в мм/10 м (...),							
$S_{\alpha V} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (i'_{\alpha j} - i'_\alpha)^2}{n-3}}$							
Похибка відтворення вертикальної візирної осі або площини приладу, мм/10 м							
$(\dots), \Delta_{V \max} = \max\{i'_{\alpha j}\}$							
Систематична похибка роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора нівеліра або ПВП							
$\dots)^\circ \delta_x = \frac{\sqrt{(\bar{X}_{\alpha_{\max}} - \bar{X}_{\alpha=0^\circ})^2 + (\bar{Y}_{\alpha_{\max}} - \bar{Y}_{\alpha=0^\circ})^2}}{\alpha_{\max} \cdot L} \cdot \rho$							
Діапазон роботи пристрою самовідновлювання вертикальної осі або площини вертикального каналу або компенсатора нівеліра або ПВП, ...°						$\alpha_{\min} =$ ____	$\alpha_{\max} =$ ____

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.

Код згідно з ДК 004 17.040.30

**Ключові слова:** абсолютна похибка відтворення вертикальної візирної осі (площини), абсолютна похибка відтворення горизонтальної візирної осі (площини), кут між візирною віссю (площиною) і горизонтальною площиною (кут  $i$ ), кут між віссю лазерного променя і прямовисною лінією (кут  $i'$ ), нівелір лазерний, похибка сервоприводного горизонтування (роботи компенсатора), прилад вертикального проектування лазерний

---